



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

"*M.Sc*" پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی شیمی- طراحی فرآیند

عنوان :

بررسی اکسرژی واحد تقطیراتمسفریک پالایشگاه تبریز به منظور کاهش مصرف انرژی

استاد راهنما :

نگارش :

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	چکیده
۳	مقدمه
۵	فصل اول
۶	تاریخچه
۷	تعريف اکسرژی
۹	انواع اکسرژی
۱۱	اکسرژی حرارتی
۱۲	اکسرژی فیزیکی
۱۳	اکسرژی شیمیایی
۱۵	روش شناسی در کاربرد تحلیل اکسرژی
۱۶	اتلاف اکسرژی
۱۷	تأثیرپذیری
۱۸	پتانسیل اصلاح اکسرژی
۱۹	تعاریف متفاوت از بازده اکسرژی
۲۰	بازده ساده
۲۰	بازده نسبی
۲۱	بازده اکسرژی انتقالی
۲۴	بحث
۲۵	فصل دوم
۲۶	تحلیل ترکیبی آنالیز پینچ و اکسرژی
۲۸	نحوه هدفگذاری ستونهای تقطیر جهت انجام اصلاحات Column Targeting
۲۹	دیاگرام GCC و شرط ترمودینامیکی کمینه مربوط به ستون

۳۲	انتگراسیون ستونها
۳۴	تقطیر دو جزیی ها
۳۵	تقطیر چند جزیی ها
۳۷	روش پیشنهادی توسط Linnhoff-Dhole
۳۸	نحوه ساختن دیاگرام CGCC
۴۳	نحوه کاربرد دیاگرام CGCC
۴۵	دیاگرامهای CC و CECC
۴۶	تشریح ارتباط بین دیاگرامهای CCC و CGCC
۶۷	مقایسه روش پیشنهادی Linnhoff-Dhole با سایر روشها
۴۸	تشریح بیشتر روش پیشنهادی جدید با طرح یک مثال
۵۲	فصل سوم
۵۳	اکسرژی و صنعت
۵۴	کاربردهای اولیه
۵۸	کاربردهای جدید
۵۹	کاربردهای حال و آینده
۵۹	تقطیر دیاباتیکی
۶۰	تقطیر واکنشی
۶۰	پمپ های حرارتی جذبی
۶۲	پیلهای سوختی
۶۳	شرح یک نمونه تحقیقاتی
۶۵	نتایج تحلیل اکسرژی واحد تقطیر ترکیبی
۶۸	نتایج قسمتها
۷۰	بررسی نتایج قسمتها

۷۳	فصل چهارم
۷۴	تحلیل اقتصادی اکسرژی
۷۴	هزینه های تولید
۷۴	میانگین هزینه های اکسرژی واحد
۷۶	پارامترهای تحلیل اقتصادی اکسرژی
۷۶	نتایج تحلیل اقتصادی اکسرژی
۷۹	تحلیل پارامتری
۸۲	فصل پنجم
۸۳	معرفی پالایشگاه تبریز
۸۵	واحد تقطیر در جو
۸۵	واحد تقطیر در خلاء
۸۵	واحد یونیفایر نفتا
۸۶	واحد کاهش گرانروی
۸۶	واحد یونیفایر نفت گاز
۸۶	واحد گاز مایع
۸۷	واحد آیزوماکس
۸۷	واحد هیدروژن
۸۷	واحد تصفیه گاز با آمین
۸۸	واحد آسفالت سازی
۸۸	واحد گوگرد سازی
۸۸	واحد تصفیه آبهای ترش
۸۸	واحد تبدیل کاتالیستی
۸۹	واحد برق و بخار
۸۹	واحد تصفیه آبهای صنعتی
۹۰	واحد بازیافت آبهای آلوده

۹۱	شرح مسئله
۹۱	نفت خام خوراک پالایشگاه
۹۸	شرح فرآیند واحد تقطیر تقطیر نفت خام
۹۸	واحد تقطیر نفت خام
۱۰۴	واحد تقطیر پالایشگاه تبریز
۱۰۵	ویژگیها و استانداردهای محصولات
۱۰۵	شبیه ساز ASPEN PLUS
۱۰۶	شبیه سازی
۱۰۹	بررسی نتایج
۱۱۳	بهینه سازی برج با استفاده از تغییر در جریانهای Pumparound ها
۱۱۴	طرح پیشنهادی، تغییر در شرایط خوراک (حالت نهایی)
۱۱۶	نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد
۱۱۹	فهرست منابع
۱۲۱	فهرست نامها
۱۲۳	ضمیمه الف: نمودارهای جریان فرآیند واحد تقطیر پالایشگاه تبریز
۱۲۸	ضمیمه ب: نتایج شبیه سازی حاصل از نرم افزار ASPEN PLUS برای حالت مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
۱۴۴	ضمیمه پ: نتایج شبیه سازی حاصل از نرم افزار NEW-CROS برای حالت نفت خام
۱۶۱	ضمیمه ت: نتایج شبیه سازی حاصل از نرم افزار ASPEN PLUS برای حالت نفت خام اهواز-بنگستان
۱۷۶	ضمیمه ث: نتایج شبیه سازی حاصل از نرم افزار ASPEN PLUS برای حالت اصلاح شده مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
۱۹۲	ضمیمه ج: نتایج شبیه سازی حاصل از نرم افزار ASPEN PLUS برای حالت اصلاح شده و نهایی مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
۲۰۹	چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳۱	جدول ۱-۲ : پارامترهای طراحی برج نمونه
۴۹	جدول ۲-۲ : مشخصات مربوط به خوراک و محصولات در مثال حل شده
۵۵	جدول ۳-۱ : تحلیل اکسرژی از واحدهای پالایشگاه Tula
۵۶	جدول ۲-۳ : کاهش اتلاف اکسرژی در واحدهای موجود پالایشگاهی (پروژه Tula)
۵۷	جدول ۳-۳ : ارزیابی اقتصادی پیشنهادات (در پروژه Tula)
۷۷	جدول ۱-۴ : هزینه های تولید
۸۴	جدول ۱-۵: ظرفیت اسمی و واحدهای پالایشی شرکت پالایش نفت تبریز
۹۲	جدول ۲-۵: اطلاعات جامع نفت خام اهواز-بنگستان
۹۳	جدول ۳-۵: مشخصات فیزیکی، شیمیایی و استانداردهای نفت خام اهواز-بنگستان
۹۴	جدول ۴-۵: اطلاعات جامع نفت خام NEW - CROS
۹۵	جدول ۵-۵: آنالیز تقطیر نقطه جوش نفت خام NEW - CROS
۹۵	جدول ۵-۶: هیدرورکربنها سبک در برش 150°C نفت خام NEW - CROS
۹۶	جدول ۵-۷: ویژگیهای نفت خام NEW - CROS
۹۷	جدول ۵-۸: ادامه ویژگیهای نفت خام NEW - CROS
۱۰۵	جدول ۵-۹: ویژگیهای محصولات برج تقطیر پالایشگاه تبریز
۱۱۷	جدول ۱۰-۵: خلاصه نتایج بدست آمده حاصل از شبیه سازی

فهرست شکل ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۹	شکل ۱-۱ : رابطه بین انرژی ، اقتصاد و محیط زیست
۱۱	شکل ۲-۱ : اکسرژی جزیی
۱۵	شکل ۱-۳ : روش جعبه ای در تحلیل اکسرژی
۲۳	شکل ۱-۴ : نمای کلاسیکی از اندیسهای b و ω در یک فرآیند جداسازی
۲۷	شکل ۱-۲ : دیاگرامهای ECC و EGCC
۳۰	شکل ۲-۲ : دیاگرام CGCC و کاربرد آن جهت هدف گذاری ستون
۳۲	شکل ۳-۲ : نمودار سینی- اتلاف اکسرژی
۳۴	شکل ۴-۲ : انتگراسیون ستونها با استفاده از دیاگرام CGCC
۳۵	شکل ۵-۲ : شرط ترمودینامیکی کمینه برای دو جزئی ها
۳۶	شکل ۶-۲ : شرط ترمودینامیکی کمینه برای یک مخلوط چهار جزئی
۳۸	شکل ۷-۲ : شرط ترمودینامیکی تقریبا کمینه برای ستونهای واقعی
۳۹	شکل ۸-۲ : شبیه سازی ستون تقطیر به همراه معادلات خطوط عملیاتی و داده های تعادلی
۴۱	شکل ۹-۲ : ارزیابی H_{def} در هر مرحله و تشکیل ساختار CGCC
۴۲	شکل ۱۰-۲ : دیاگرامهای (انتالپی - دما) و (انتالپی - مرحله) مربوط به CGCC
۴۴	شکل ۱۱-۲ : هدف گذاری ستون تقطیر جهت انجام اصلاحات متفاوت
۴۶	شکل ۱۲-۲ : چگونگی ساختار دیاگرام CCC یا CECC ستون
۴۷	شکل ۱۳-۲ : تشرییح ارتباط بین دیاگرامهای CCC و CGCC
۵۰	شکل ۱۴-۲ : اصلاحات مربوط به یکی از ستونهای مطرح شده
۵۱	شکل ۱۵-۲ : انتگراسیون یکی از ستونهای مساله با فرآیند اصلی
۶۱	شکل ۱-۳ : انتقال دهنده حرارتی در سیستم تقطیر کمکی در واحد ایزو مریزاسیون
۶۳	شکل ۲-۳ : کاربرد پیل سوختی در پالایشگاه نفت خام
۶۴	شکل ۳-۳ : یک واحد تقطیر ترکیبی

۶۳	شکل ۴-۳ : کل اتلاف اکسرژی واحد تقطیر ترکیبی
۶۶	شکل ۵-۳ : اکسرژی ویژه کل
۶۷	شکل ۶-۳ : دیاگرام Grassmann برای واحد تقطیر ترکیبی (اکسرژیهای کل)
۶۸	شکل ۷-۳ : دیاگرام Grassmann برای واحد تقطیر ترکیبی (اکسرژیهای بجز جریانهای سوخت)
۶۹	شکل ۸-۳ : کل اتلاف اکسرژی و پتانسیل اصلاح در هر واحد
۷۰	شکل ۹-۳ : تاثیرپذیری هر واحد
۷۱	شکل ۱۰-۳ : کل اتلاف اکسرژی در واحد تقطیر ترکیبی
۷۱	شکل ۱۱-۳ : پتانسیل اصلاح اکسرژی در واحد تقطیر ترکیبی
۷۸	شکل ۱۴-۱ : هزینه های کلی اتلاف اکسرژی در واحد تقطیر ترکیبی
۷۸	شکل ۲-۴ : پتانسیل اصلاح اقتصادی اکسرژی در واحد ترکیبی تقطیر
۷۹	شکل ۳-۴ : هزینه های تولید
۸۰	شکل ۴-۴ : هزینه های انتقال در برابر هزینه نفت خام
۸۱	شکل ۵-۴ : هزینه های انتقال در برابر هزینه الکتریسیته
۸۱	شکل ۶-۴ : هزینه های انتقال در برابر هزینه آب خنک کن
۸۱	شکل ۷-۴ : هزینه های انتقال در برابر هزینه سوخت
۹۹	شکل ۱-۵: چیدمان غیر مستقیم زوجهای حرارتی در تقطیر نفت خام
۹۹	شکل ۲-۵: جایگزینی گرمکن به جای تزریق بخار و معرفی چگالش میانی
۱۰۱	شکل ۳-۵: نمایش Pumpback و Pumparound بر روی سینی ها
۱۰۲	شکل ۴-۵: چند نمونه از چیدمانهای ممکن برای تقطیر نفت خام
۱۰۳	شکل ۵-۵: نمای عمومی یک واحد تقطیر نفت خام
۱۰۷	شکل ۵-۶: نمودار تعیین معادله حالت
۱۰۹	شکل ۵-۷: برج تقطیر اتمسفریک پالایشگاه تبریز و تأسیسات جانبی آن در محیط شبیه سازی
۱۱۰	شکل ۵-۸: منحنی سینی- اتلاف اکسرژی در حالت نفت خام اهواز- بنگستان
۱۱۰	شکل ۵-۹: منحنی دما- اتلاف اکسرژی در حالت نفت خام اهواز- بنگستان
۱۱۱	شکل ۵-۱۰: منحنی سینی- اتلاف اکسرژی در حالت نفت خام NEW-CROS

- ۱۱۲ شکل ۱۱-۵: منحنی دما- اتلاف اکسرژی در حالت نفت خام NEW-CROS
- ۱۱۲ شکل ۱۲-۵: منحنی سینی- اتلاف اکسرژی در حالت مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
- ۱۱۳ شکل ۱۳-۵: منحنی دما- اتلاف اکسرژی در حالت مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
- ۱۱۴ شکل ۱۴-۵: منحنی سینی- اتلاف اکسرژی در حالت اصلاح شده مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
- ۱۱۵ شکل ۱۵-۵: منحنی سینی- اتلاف اکسرژی در حالت اصلاح شده و نهایی مخلوط $50\%-50\%$ حجمی
- ۱۱۶ شکل ۱۶-۵: برج تقطیر اتمسفریک و تأسیسات جانبی آن در محیط شبیه سازی در شرایط خوراک مجزا
- ۱۱۸ شکل ۱۷-۵: تغییرات پیشنهادی در فرآیند

حروف اختصاری

CC	Composite Curve	منحنی مرکب
CEGCC	Column Exergy Grand Composite Curve	منحنی مرکب بزرگ اکسرژی ستون
CGCC	Column Grand Composite Curve	منحنی مرکب بزرگ ستون
CPEX	Combined Pinch & Exergy Representation	نمایش ترکیبی پینچ و اکسرژی
ECC	Exergy Composite Curve	منحنی مرکب اکسرژی
EGCC	Exergy Grand Composite Curve	منحنی مرکب بزرگ اکسرژی
FCC	Fluidised Catalytic Cracking	شکست کاتالیستی بستر سیال
GCC	Grand Composite Curve	منحنی مرکب بزرگ
HDS	Hydrodesulfurization	هیدرودی سولفوریزاسیون
LNG	Liquified Natural Gas	گاز طبیعی مایع شده
LPG	Liquified Petroleum Gas	گاز مایع بدست آمده از نفت
LVGO	Light Vacuum Gas Oil	نفت گاز سیک خلاء
MTBE	Methyl terButyl Ether	متیل ترشی بوتیل اتر
NCE	Net Combustion Value	ارزش احتراقی خالص

علائم اختصاری

A_{nh}	آنرژی حرارتی
C_p	ظرفیت حرارتی ویژه
E_{fl}	انتشارپذیری
E_x	اکسرژی
E_{x_c}	اکسرژی غلظتی
$E_{x^{\text{in}}_{\text{ch}, i}}$	اکسرژی شیمیایی جزء ورودی
$E_{x^{\text{out}}_{\text{ch}, i}}$	اکسرژی شیمیایی جزء خروجی
$E_{x_{\text{desired output}}}$	اکسرژی مطلوب خروجی
$E_{x_{\text{in}}}$	اکسرژی ورودی
$E_{x^{\text{ph}}_{\text{in}, b}}$	اکسرژی فیزیکی ورودی جریان b
$E_{x_{\text{mch}}}$	اکسرژی مکانیکی
$E_{x_{\text{np}}}$	اکسرژی خالص تولید شده
$E_{x_{\text{ns}}}$	اکسرژی خالص عرضه شده
$E_{x_{\text{out}}}$	اکسرژی خروجی
$E_{x^{\text{ph}}_{\text{out}, b}}$	اکسرژی فیزیکی خروجی جریان b
$E_{x_{\text{ph}}}$	اکسرژی فیزیکی
E_{x_r}	اکسرژی واکنشی
$E_{x_{\text{rejected to the env.}}}$	اکسرژی بازگشتی به محیط
E_{x_s}	اکسرژی ذاتی ماده
$E_{x_{\text{th}}}$	اکسرژی حرارتی
$E_{x_{\text{li}}}$	اکسرژی کل ورودی
$E_{x_{\text{lo}}}$	اکسرژی کل خروجی
$E_{x_{\text{tr}}}$	اکسرژی انتقالی

Ex_{used}	اکسرژی مصرفی
$e^{ch}j_{in, b}$	اکسرژی شیمیایی ورودی جزء A جریان ورودی b
$e^{ch}j_{out, b}$	اکسرژی شیمیایی ورودی جزء A جریان خروجی b
F_b	هزینه های اضافی
F_0	هزینه های عملیاتی
F_p	هزینه های تولید
G_{min}	حداقل شدت جریان بخار
G^*	جریان مولی بخار در تعادل
H	انتالپی
H_0	انتالپی در شرایط مرجع
H_D	انتالپی محصول مقطر
H_{def}	کسر خالص انتالپی
H_G^0	انتالپی جریانهای تعادلی گاز
$H_{G\ min}$	انتالپی کمینه جریانهای گاز
H_L^0	انتالپی جریانهای تعادلی مایع
$H_{L\ min}$	انتالپی کمینه جریانهای مایع
Irr	بازگشت ناپذیری اکسرژی
L^*	جریان مولی مایع در تعادل
L_{min}	حداقل شدت جریان مایع
P_0	فشار در شرایط مرجع
P_0^*	فشار جزئی در شرایط مرجع
P_{ex}	اتلاف اکسرژی کلی
P_{ot}	پتانسیل اصلاح اکسرژی
P_{otec}	پتانسیل اصلاح اکسرژی اقتصادی
P_{min}	فشار کمینه

Q	حرارت
R	ثابت جهانی گازها
S	انتروپی
S_0	انتروپی در شرایط مرجع
T	دما
T_0	دما در شرایط مرجع
T_{in}	دمای ورودی
T_{out}	دمای خروجی
V_m	حجم ویژه
W	کار
X_0	جزء مولی اجزاء
Z_C	کسر جرمی کربن
Z_{H2}	کسر جرمی هیدروژن
Z_m	کسر جرمی

علائم یونانی

β_k	ضریب تصحیح اکسرژی شیمیایی
$\Delta E_{X_{\text{sinks}}}$	اختلاف اکسرژی چاه ها
$\Delta E_{X_{\text{sources}}}$	اختلاف اکسرژی چشمeh ها
ΔG_0	تابع تشکیل انرژی آزاد گیبس
Δg_0	تابع مولی گیبس
Γ	تابع ارزش احتراقی خالص
γ_i	ضریب اکتیویته جزء A
ε	تأثیر پذیری
Φ_i	هزینه های جریان ورودی به جعبه
$\overline{\phi}_b$	میانگین هرینه های اکسرژی واحد
ϕ_i	هزینه های جریان ورودی به جعبه
$\overline{\phi}_r$	میانگین هرینه های اکسرژی هر جریان
η	بازده ساده
η_c	بازده کارنو
η_e	بازده اکسرژی انتقالی
η_r	بازده نسبی
σT_{HEN}	میزان اکسرژی تلف شده
Ψ	بازده نسبی
ψ	ضریب استوکیومتری

چکیده:

در این پایان نامه، بنا به درخواست واحد تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت تبریز برج تقطیر اتمسفریک این پالایشگاه از دیدگاه تحلیل اکسرژی مورد مطالعه قرار گرفت.

پس از شبیه سازی توسط نرم افزار ASPEN PLUS مشخص شد که در طرح افزایش ظرفیت این پالایشگاه، ملاحظات اتلاف اکسرژی و مصرف انرژی از سوی شرکت طراح مورد توجه قرار گرفته است.

دو نوع نفت خام به عنوان خوراک در پالایشگاه تبریز مورد استفاده قرار می گیرد: نفت خام اهواز-

بنگستان و نفت خام وارداتی موسوم به NEW-CROS^۱

در تحلیل اکسرژی راههای عمدۀ کاهش اتلاف اکسرژی عبارتند از: تغییرات در شرایط خوراک ورودی و افزایش یا تغییر در جوش آورها و چگالنده های جانبی که در این مطالعه هر دو طیف فکری در دستور کار قرار گرفت.

در مرحله اول با در نظر گرفتن دو حالت حدی تنها با یکی از خوراکها سیستم مطالعه شد و سپس مخلوط ۵۰٪-۵۰٪ حجمی از دو نفت خام ورودی مورد بررسی قرار گرفت، با مقایسه نتایج مشخص شد؛ از آنجا که ویژگیهای دو نفت خام موجود که به عنوان خوراک استفاده می شود بسیار نزدیک به هم می باشد می توان به هر نسبتی از اختلاط این دو خوراک استفاده کرد.

در مرحله دوم در راستای کاهش مصرف انرژی از دیدگاه اکسرژی، با تغییراتی در دو جریان منشعب شده از یکی از پمپهای چرخنده^۱ برج و کاهش دبی جریان یکی از آنها و افزایش دبی جریان دیگری به همان میزان و در نتیجه تغییرات دمایی دو جریان موفق به کاهش مصرف انرژی تا ۱۲/۸٪ شدیم.

در مرحله سوم با تغییر در شرایط خوراک ورودی، وارد کردن بخار بالای ظرف تبخیر ناگهانی به سینی هم دما، و تغییرات جدید در جریانهای منشعب شده از پمپهای چرخنده به کاهش مصرف

انرژی تا ۱۷/۹۹٪ حالت اولیه رسیدیم، از طرفی می‌توان دمای خروجی از مجموعه کوره‌ها را کاهش داد، زیرا با عدم اختلاط بخار بالای ظرف تبخیر ناگهانی با جریان خروجی افت دمایی در مقطع ورودی خوراک به برج نخواهیم داشت و این خود به کاهش بار حرارتی کوره‌ها تا حدود ۴٪ کمک می‌کند.

بنابراین تغییر در جریانهای جانبی و تجدید نظر در سیستم ورود خوراک به برج به عنوان راهکارهای کاهش مصرف انرژی در برج تقطیر اتمسفریک پالایشگاه تبریز پیشنهاد می‌گردد.