

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه بلوچستان
تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در مهندسی شیمی گرایش طراحی فرآیند

عنوان:

بررسی دینامیکی تجهیزات واحد آیزوماکس پالایشگاه شیراز جهت کنترل عملکرد آنها

استاد راهنما:

دکتر جعفر صادقی

استاد مشاور:

مهندس میترا همایونی سروستانی

تحقیق و نگارش:

مهسا نوری مند

دی ۱۳۹۲

باسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان "بررسی دینامیکی تجهیزات واحد آیزوماکس پالایشگاه شیراز جهت کنترل عملکرد آن-ها"، قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی شیمی توسط دانشجو مهسا نوری مند با راهنمایی استاد پایان نامه دکتر جعفر صادقی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می‌باشد.

مهسا نوری مند

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می‌شود و در تاریخ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما: دکتر جعفر صادقی		
استاد مشاور: مهندس میترا همایونی سروسنایی		
داور ۱: پروفسور فرهاد شهرکی		
داور ۲: دکتر کیانوش رزاقی		
نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر غلامحسین اکبری		



تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب مهسا نوری مند تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهسا نوری مند

امضاء

تقدیم به:

تقدیم به مادرم که با مهر مادریش مسیر درست زندگی را به من آموخت
تقدیم به پدرم که با محبت پدرانہ و تلاش بسیار، پیمودن این مسیر را برایم هموار نمود
تقدیم به خواهر نازنینم که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است

و

تقدیم با بوسه بر دستان پدربزرگها و مادربزرگهایم
که در سایه همیاری و همدلی آنها و گرمای وجودشان به این منظور نائل شدم.

سپاسگزاری

سپاس ایزد منان را که بدون اذنش کاری شروع نشده و خاتمه نمی‌یابد و همواره لطف و رحمت بیکرانیش شامل حال ما می‌شود.

از استاد راهنمای بزرگوار و ارجمندم جناب آقای دکتر صادقی که در تمام مراحل انجام این پایان‌نامه صمیمانه مرا با صبر زیاد و لطف فراوان یاری رساندند و در محضر ایشان درس علم و اخلاق و ادب آموختم، کمال تشکر و قدردانی را دارم و برای ایشان آرزوی موفقیت و بهروزی و سلامتی می‌نمایم.

از سایر اساتید و دوستانی که با راهنمایی‌های ارزنده خود باعث پربارتر شدن این پایان‌نامه شدند و همچنین از جناب آقای مهندس مؤمن‌زاده و سرکار خانم مهندس همایونی که در مراحل صنعتی و پالایشگاهی این پروژه مرا یاری رساندند تشکر می‌کنم.

بر خود لازم می‌دونم که از پدر و مادر و خواهرم که در این مدت صبورانه و صمیمانه مرا همراهی نمودند سپاسگزاری کنم و همچنین دوستان خوبم خانم‌ها انیسه، الهه، ازهار، سحر، شیرین، زهرا، فهیمه، معصومه، ندا، و آقایان پورکارگر، پیمانی و منطقیان.

چکیده

در بین واحدهای پالایشگاهی واحد هیدروکراکینگ بدلیل وجود راکتوری که با فشار بسیار بالا (حدود 200 kg/cm^2) کار می‌کند از نظر امنیتی و بدلیل افزایش درخواست محصولات این واحد از نظر اقتصادی حائز اهمیت است. در این واحد یک از برش‌های برج خلا و هیدروژن، خوراک ورودی و گاز، نفتا، نفت سفید و گازوئیل محصولات هستند. وجود هیدروژن با قیمت ارزان در سالهای اخیر و به مقدار زیاد به عنوان فرآورده‌ی جانبی عملیات فرمینگ (تبدیل) کاتالیستی و وجود محصولات متنوع با آلودگی و سولفور پایین بر اهمیت آن افزوده است. واحد ۶۰۰ پالایشگاه شیراز، واحد هیدروکراکینگ است که از دو قسمت واکنش و تفکیک تشکیل شده است. بخش اول شامل راکتور با واکنش‌های گرمزاست که در حضور کاتالیست بر پایه آلومینا و سیلیس انجام می‌شوند. گازهای هیدروژن خروجی از جداسازهای فشار بالا و فشار پایین بعد از راکتور، بعنوان گاز برگشتی و باقیمانده برج جداساز در قسمت تفکیک بعنوان مایع برگشتی به راکتور باز می‌گردند. در این تحقیق، این واحد ابتدا بصورت پایا شبیه‌سازی شده سپس با استفاده از کنترل‌کننده‌های مناسب بصورت دینامیک شبیه‌سازی شده است. لازم بذکر است که شبیه‌سازی هر قسمت بطور جداگانه صورت گرفته است. پس از شبیه‌سازی دینامیکی هر قسمت بطور جداگانه، هر دو قسمت با استفاده از نرم‌افزار @ Simulink MATLAB، بهم متصل شده و واحد آیزوماکس پالایشگاه شیراز را تشکیل می‌دهند. نتایج شبیه‌سازی همخوانی خوبی با واحد در حال کار دارد. این شبیه‌سازی بصورتی که دو قسمت واحد با نرم‌افزار Simulink متصل گردد، برای اولین بار در دانشگاه سیستان و بلوچستان صورت گرفته و بدلیل دینامیک بودن، می‌تواند بعنوان ابزاری برای سایر مطالعات و بررسی‌ها روی واحد مربوطه بکار گرفته شود. خطای شبیه‌سازی بین ۳٪ در پارامتر فشار و حدود ۱۲٪ در پارامترهای دما و دبی متغیر است.

واژگان کلیدی: آیزوماکس، هیدروکراکینگ، شبیه‌سازی، راکتور، سینیتیک واکنش.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	۱. فصل اول.....
۳.....	۱-۱- اهداف پایان نامه.....
۴.....	۲-۱- نگاهی گذرا بر پایان نامه.....
۵.....	۲. فصل دوم.....
۶.....	۱-۲- مقدمه.....
۶.....	۲-۲- مدل سازی و شبیه سازی.....
۷.....	۳-۲- معرفی مختصر واحد.....
۸.....	۴-۲- اهمیت واحد مورد مطالعه.....
۸.....	۵-۲- مروری بر کارهای گذشته در زمینه مدل سازی و شبیه سازی واحد هیدروکراکینگ.....
۱۲.....	۶-۲- مروری بر مطالعات انجام شده بر مدل های سینتیکی ارائه شده.....
۱۴.....	۷-۲- نتیجه گیری:.....
۱۵.....	۳. فصل سوم.....
۱۶.....	۱-۳- مقدمه.....
۱۶.....	۲-۳- شبیه سازی.....
۱۹.....	۱-۲-۳- مدل ترمودینامیکی مورد استفاده در شبیه سازی.....
۱۹.....	۲-۲-۳- شبیه سازی قسمت راکتور.....
۱۹.....	۱-۲-۲-۳- فرضیات مسئله.....
۲۱.....	۲-۲-۲-۳- مدل سینتیکی کاربردی و شبیه سازی.....
۲۶.....	۳-۳- شبیه سازی فرآیند در حالت پایا.....
۲۸.....	۴-۳- لزوم شبیه سازی دینامیکی فرآیند های شیمیایی.....
۳۰.....	۵-۳- تبدیل شبیه سازی از حالت پایا به دینامیک.....
۳۱.....	۶-۳- شبیه سازی فرآیند در حالت دینامیک.....
۳۱.....	۱-۶-۳- کنترل فشار.....
۳۳.....	۲-۶-۳- کنترل جریان.....
۳۳.....	۳-۶-۳- کنترل سطح مایع.....
۳۴.....	۴-۶-۳- کنترل دما.....
۳۵.....	۵-۶-۳- شبیه سازی دینامیکی قسمت راکتور و تفکیکی.....
۳۶.....	۷-۳- اتصال فایل های نرم افزار و ایجاد یک شبیه سازی منسجم.....
۳۷.....	۸-۳- مشکلات موجود در حین شبیه سازی پایا و دینامیک واحد و چگونگی رفع آنها.....
۳۹.....	۹-۳- نتیجه گیری.....

۴۰.....	فصل چهارم	۴.
۴۱.....	۱-۴- مقدمه	
۴۱.....	۲-۴- بررسی پایا	
۴۵.....	۳-۴- بررسی دینامیک	
۵۰.....	۴-۴- مقایسه حالت واقعی، پایا و دینامیک	
۵۳.....	۵-۴- نتیجه گیری	
۵۴.....	فصل پنجم	۵.
۵۹.....	پیوستها	۶.

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان جدول
۱۷	جدول ۱-۳- مشخصات خوراک واحد.....
۱۸	جدول ۲-۳. مشخصات محصولات واحد.....
۲۲	جدول ۳-۳. پارامترهای سینتیکی مدل پیشنهادی [۳۷].....
۲۵	جدول ۴-۳- پارامترهای سینتیکی استفاده شده.....
۲۸	جدول ۵-۳. مشخصات موردنیاز دستگاهها جهت شبیهسازی.....
۳۱	جدول ۶-۳- اطلاعات ابعادی دستگاهها.....
۳۵	جدول ۷-۳. مجموع کنترلرهای مورد استفاده در واحد.....
۳۶	جدول ۸-۳. مشخصات کنترلرهای کاربردی.....
۴۱	جدول ۱-۴. پارامترهای عملیاتی حاصل از شبیهسازی پایا.....
۴۶	جدول ۲-۴. پارامترهای عملیاتی حاصل از شبیهسازی دینامیک.....
۵۲	جدول ۳-۴. مقایسه حالت‌های واقعی، پایا و دینامیک.....

فهرست شکل‌ها

عنوان شکل	صفحه
شکل ۳-۱. مدل سینتیکی پیشنهادی واحد هیدروکراکینگ [۳۷].	۲۱
شکل ۳-۲. کنترل فشار در سیستم سریع [۴۵].	۳۲
شکل ۳-۳. کنترل فشار در سیستم آهسته [۴۶].	۳۲
شکل ۳-۴. نمایی از اتصال فایلهای شبیه‌سازی شده از نرم افزار اسپن دینامیک در نرم‌افزار سیمولینک متلب ۳۷	۳۷
شکل ۴-۱. عملکرد V-601 (Reactor) در شبیه‌سازی پایا	۴۲
شکل ۴-۲. عملکرد V-610 (De-Boutanizer) در شبیه‌سازی پایا	۴۳
شکل ۴-۳. عملکرد V-612 (Fractionator) در شبیه‌سازی پایا	۴۳
شکل ۴-۴. عملکرد V-613 (Kerosene Stripper) در شبیه‌سازی پایا	۴۴
شکل ۴-۵. عملکرد V-614 (Gasoil Stripper) در شبیه‌سازی پایا	۴۴
شکل ۴-۶. عملکرد V-616 (Splitter) در شبیه‌سازی پایا	۴۵
شکل ۴-۷. عملکرد V-603 (High Pressure Separator) در شبیه‌سازی دینامیک	۴۷
شکل ۴-۸. عملکرد V-605 (Low Pressure Separator) در شبیه‌سازی دینامیک	۴۷
شکل ۴-۹. عملکرد V-610 (De-Boutanizer) در شبیه‌سازی دینامیک	۴۸
شکل ۴-۱۰. تغییر پارامترهای دما، فشار و شدت جریان بالا و پایین V-610 (De-Boutanizer) در شبیه‌سازی دینامیک	۴۸
شکل ۴-۱۱. عملکرد V-612 (Fractionator) در شبیه‌سازی دینامیک	۴۹
شکل ۴-۱۲. تغییر پارامترهای دما، فشار و شدت جریان بالا و پایین V-612 (Fractionator) در شبیه‌سازی دینامیک	۴۹
شکل ۴-۱۳. عملکرد V-616 (Splitter) در شبیه‌سازی دینامیک	۵۰
شکل ۴-۱۴. تغییر پارامترهای دما، فشار و شدت جریان بالا و پایین V-616 (Splitter) در شبیه‌سازی دینامیک	۵۰
شکل الف-۱. نمودار درختی راهنمای انتخاب معادله ترمودینامیکی [۴۶].	۶۰
شکل الف-۲. نمودار درختی انتخاب معادله حالت [۴۷].	۶۱
شکل د-۱. شبیه‌سازی در حالت پایا	۶۸
شکل د-۲. شبیه‌سازی در حالت دینامیک	۶۹

فهرست علائم

نشانه	علامت
انرژی اکتیواسیون	E_A
انرژی اکتیواسیون واکنش رفت	$E_{forward}$
انرژی اکتیواسیون واکنش برگشت	$E_{reverse}$
نقطه جوش نهایی	FBP
نقطه جوش اولیه	IBP
ثابت سینتیکی واکنش رفت	$k_{forward}$
ثابت سینتیکی واکنش برگشت	$k_{reverse}$
ثابت سینتیکی تعادلی در واکنش دوطرفه	$k_{equilibrium}$
ثابت سینتیکی واکنش ۱	k_1
ثابت سینتیکی واکنش ۲	k_2
ثابت سینتیکی واکنش ۳	k_3
ثابت سینتیکی واکنش ۴	k_4
ثابت سینتیکی واکنش ۵	k_5
ثابت سینتیکی واکنش ۶	k_6
ثابت سینتیکی واکنش ۷	k_7
ثابت سینتیکی واکنش ۸	k_8
ثابت سینتیکی واکنش ۹	k_9
ثابت سینتیکی واکنش ۱۰	k_{10}
سرعت واکنش نفت گاز	r_{GO}
سرعت واکنش کروزن	r_K
سرعت واکنش نفتا	r_N
سرعت واکنش گازها	r_G
سرعت واکنش هیدروژن	r_H
ثابت گازها	R
اختلاف آنتالپی	ΔH

فصل اول

مقدمه

آیزوماکس نام تجاری واحد هیدروکراکینگ در پالایشگاه است. از آنجا که پالایشگاه شیراز یکی از بزرگترین پالایشگاه‌های کشور بوده و تولید محصول این پالایشگاه در حجم بالاست، مطالعه و بررسی یکی از واحدهای این پالایشگاه بسیار مهم است و همچنین این مطلب که هفت واحد از پالایشگاه‌های نه‌گانه [۱] ایران مجهز به این واحد هستند بر اهمیت این مطالعه می‌افزاید.

محصول عمده این واحد، نفت سفید و نفت گاز است. با توجه به نیاز و تقاضای هر ناحیه جغرافیایی همواره تلاش برای افزایش محصول واحدهای پالایشگاهی با کیفیت مطلوب مد نظر محققین بوده است. در بین قاره‌های موجود، در اروپا و آسیا بدلیل نیاز و تقاضای بالا به نفت‌گاز و نفت‌سفید واحد هیدروکراکینگ رایج‌تر بوده و توجه بیشتری به این واحد مبذول می‌گردد. در آمریکا نیاز به بنزین، واحد تبدیل کاتالیستی را مورد توجه قرار داده است.

یکی از محصولات اصلی این واحد بنزین که از نظر حجم تولید، مقام اول را نسبت به سایر محصولات پالایشگاه داراست، قیمت حامل‌های انرژی بویژه بنزین با کاربردهای فراوان در زمینه‌های شخصی و حمل و نقل کالاها، از مهم‌ترین معیارهای اقتصادی در هر کشور محسوب می‌شوند. اهمیت بنزین از آن جهت است که بر روی تعیین قیمت نهایی کالاها و به دنبال آن تورم تأثیرگذار است، به همین دلیل تعیین قیمت بنزین و نزدیک بودن آن با قیمت‌های جهانی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاستمداران کشورهای مختلف است و در ایران نیز تعیین قیمت بنزین به دلیل کانال‌های فراوان تأثیرگذاری آن بر روی شاخص‌های کلان اقتصادی به یکی از مهم‌ترین مسایل پیش‌روی دولت‌ها تبدیل شده است. تأثیر افزایش قیمت بنزین در اقبال خانوارها به خودروهایی اقتصادی‌تر و کارآمدتر و نیز وسایط نقلیه حمل‌ونقل عمومی قابل توجه و تأثیر آن از تأثیر مالیات بر درآمد بیشتر بوده است.

علاوه بر جداسازی در برج تقطیر اتمسفریک که روش فیزیکی تولید بنزین است روشهای شیمیایی شامل کراکینگ کاتالیستی، هیدروکراکینگ، و آلکیلاسیون برای تولید این محصول ارزشمند وجود دارد. بدلیل مشکلات موجود در آلکیلاسیون که بهترین روش تولید است، این واحد را در ایران نداریم. در کراکینگ کاتالیستی هم متأسفانه مشکلات تخریب کاتالیست داریم که وجود هیدروژن بالا و کار در فشار بالای حدود ۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع در هیدروکراکینگ، علاوه بر حل این مشکل، شکست بهتر و راحت‌تر ملکول‌های سنگین‌تر و آروماتیکی را موجب می‌شود. ضمن اینکه خروجی‌های واحد هیدروکراکینگ با سولفور پایین‌تر و مطلوب‌تر است. در کل هیدروکراکینگ برای خوراک‌هایی مورد استفاده واقع می‌شود که فرایندهای کراکینگ کاتالیستی یا تبدیل کاتالیستی در مورد آنها به سختی انجام می‌گیرد مانند نفت خامی که غنی از

آروماتیک‌های پلی‌سیکلیک بوده یا حاوی غلظت‌های بالای ترکیبات گوگرد و نیتروژن که مسموم‌کننده کاتالیست‌ها هستند، می باشد.

با توجه به اهمیت و کیفیت بالای محصولات این واحد، نه تنها وجود آن در صنعت بلکه احاطه بر عملکرد این فرآیند ضروری بنظر می‌رسد.

یک فرایند شامل اجزایی است که در واحدهای عملیاتی، مخلوط، جداسازی، گرم، سرد و تبدیل می‌شوند. این اجزا از طریق مخلوط جریان بین تجهیزات جدا می‌شوند.

در دنیای رقابتی امروز شرکت‌های مهندسی و تولیدکنندگان به سرعت و دقت بیشتر در طراحی بهینه فرآیندهای تولید نیاز دارند، این کار به صورتی انجام می‌گیرد که حداقل تکرار محاسبات را به دنبال داشته باشد. شبیه‌سازی فرایند ابزاری است مفید و مؤثر برای دستیابی به اهداف زیر:

- انتخاب بهینه و درست تجهیزات مطابق با اهداف مورد نظر
 - ارزیابی صحیح تأثیر تغییرات خوراک، نوسانات و خارج از سرویس بودن تجهیزات
 - ایمنی، قابلیت اعتماد و سودمندی در طول عمر مجتمع
- در بررسی‌های صورت گرفته جهت بهینه‌سازی واحد در ابتدا هدف، که معمولا افزایش بازدهی محصولات یا محصول موردنظر در این واحد می‌باشد مشخص شده و با توجه به وجود پارامترهای عملیاتی متفاوت بررسی‌های موردنیاز صورت گرفته تا با تعیین، تغییر و انتخاب پارامتری خاص به هدف مورد نظر دست یافت. در تمام موارد هدف، اصلاح واحد با حفظ ساختار پیشین در جهت کاهش هزینه‌های اتلافی است که معمولا نیاز به شبیه‌سازی واحد مربوطه دارد. در سالهای اخیر استفاده از نرم‌افزارهای پالایشگاهی جهت شبیه‌سازی رواج یافته‌است. این شبیه‌سازی در نرم‌افزارهای متفاوت به دو صورت پایا و ناپایا (دینامیک) صورت می‌گیرد. در شبیه‌سازی با حالت دینامیکی بدلیل وارد شدن پارامتر زمان، پایلوت دقیقتری از واحد خواهیم داشت که با تغییر هر پارامتر عملیاتی میتوانیم تأثیرش را روی خروجی و سایر پارامترها دیده سپس با ایمنی و اطمینان روی واحد اجرا کنیم.

۱-۱- اهداف پایان‌نامه

در این پایان‌نامه واحد آیزوماکس پالایشگاه شیراز که شامل دو قسمت واکنش و تفکیک می‌باشد بطور جداگانه و پس از برطرف کردن مشکلات موجود بر سر راه، بصورت پایا با نرم‌افزار Apen plus شبیه‌سازی شده، سپس

با استفاده از راه‌های کاربردی، شبیه‌سازی در حالت دینامیک با نرم‌افزار Aspen Dynamic انجام شد و سرانجام برای اولین بار با استفاده از نرم‌افزار Simulink @ MATLAB، اتصال این دو قسمت صورت پذیرفت است و در جهت افزایش بازده و کیفیت محصولات این واحد، ساختار کنترلی آن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. با اتصال این دو قسمت شبیه‌سازی این واحد بصورت یکپارچه جهت مطالعات بیشتر در دسترس خواهد بود.

۱-۲- نگاهی گذرا بر پایان نامه

مطالعات انجام شده در این مطالعه در قالب ۶ فصل ارائه می‌گردد.

فصل اول به کلیاتی درباره کار می‌پردازد.

فصل دوم مروری بر مطالعات گذشته بر روی این واحد از جنبه‌های متفاوت هم در حالت پایا و هم دینامیکی و کنترلی دارد.

در فصل سوم چگونگی شبیه‌سازی این واحد پالایشگاهی در حالت پایا و سپس در حالت دینامیکی بیان شده است.

در فصل چهارم ارائه و تحلیل نتایج و نمودارهای حاصل از شبیه‌سازی موجود است.

فصل پنجم، نتیجه‌گیری کار حاضر را عنوان کرده و در آن جهت مطالعات آتی پیشنهاد ارائه میشود.