

به نام وجودی که هر روز بیش از گذشته ما را به بزرگی خود و کوچکی خودمان واقف می کند

به نام خدای بزرگ



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد شاهرود

دانشکده علوم پایه ، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد “MSc”

گرایش: طراحی فرآیند

عنوان :

مدلسازی فرآیند های تکمیلی پالایش نفت خام به منظور تولید سوخت های گرانبها

استاد راهنما:

دکتر مهدی گوهررخی

استاد مشاور :

دکتر مریم اوتادی

نگارش

حسین حاجی علی فینی

زمستان ۹۱ ۱۳

تقدیم به مادر مهربانم

که همواره با چشمانی نگران ، دعاگوی ما در تک تک مراحل زندگیست

سپاسگزاری

صادقانه می‌گویم زمانی که این پایان‌نامه را آغاز کردم ، شاید هرگز به پایان آن فکر نمی‌کردم مشکلات متعددی بر سر انتخاب موضوع ، ثبت پروپزال و حتی مهیا شدن شرایط دفاع حادث شد که جای دارد برای رفع تمام آنها تنها یک جمله بگویم "خدایا شکر ت" در این پایان‌نامه بیش از پیش به این نکته ایمان آوردن که زمانی که خداوند ترا به لبه پرتگاهی می‌رساند تنها دو هدف دارد "یا می‌خواهد ترا از پشت بگیرد و یا به تو پرواز بیاموزد"

در ادامه جای دارد از زحمات سرکار خانم دکتر ذبیحی تشکر کنم هرچند که ایشان در دفاع از پایان‌نامه حضور نداشتند ولیکن برای به اتمام رسیدن آن زحمات فراوانی کشیدند و تنها به دلیل عدم امکان حضور در جلسه دفاع از راهنمایی پایان‌نامه انصراف دادند جای دارد صمیمانه از ایشان تشکر کنم .

از استادان گرامی جناب آقای دکتر گوهر رخی و سرکار خانم دکتر اوتادی صمیمانه متشکرم و از اینکه در این مدت این حقیر را تحمل کردند قدر دان آنها خواهم بود .

در خاتمه از همه اعضا هیات داوران و استادان و مدیر گروه مهندسی شیمی جناب آقای دکتر پرچ و جناب آقای مهندس خطیبی و سرکار خانم سعیدیان در واحد پژوهش و جناب آقای دکتر منافی معاونت پژوهشی ، به دلیل تلاش برای رفع مشکل پیش آمده متشکرم .

و همینطور از تمام کسانی که ما را در به اتمام رساندن این پایان‌نامه یاری کردند

با سپاس و تجدید احترام

چکیده

هدف ما در این پایان نامه ، افزایش تولید محصولات با ارزش و جلوگیری از انباشت قیر در تجهیزات فرآیندی می‌باشد. برای این هدف و در ابتدای آغاز فرآیند ، یک فرآیند فلش پیشنهاد خواهیم کرد. در این حالت انتظار می‌رود ، ترکیبات سنگین‌تر به فاز مایع و ترکیبات با ارزش وارد فاز بخار شوند. در ادامه جریان مایع به یک فرآیند هیدروکراکینگ هدایت خواهد شد ، در این فرآیند با تنظیم دما و زمان اقدامات مناسب در راکتور ، تلاش خواهد شد تا تولید بنزین و گازوئیل به حداکثر برسد . پس از تنظیم فشار جریان مایع کرک شده ، این جریان با بخار خروجی از فلش مخلوط و وارد فلش دوم می‌شود . در ادامه و پس از حذف بخارات سبک در فلش دوم ، جریان مایع وارد برج تقطیر شده و با تعیین پارامترهای طراحی برج و اتمام عملیات جداسازی ، فرآیند خاتمه خواهد یافت .

علاوه بر این موارد ، فرآیندهای تکمیلی نظیر ریفرمینگ (برای تولید هیدروژن واحد هیدروکراکینگ (، منتانیتور (برای حذف اکسیدهای کربن) و شکست مقدماتی ، مدل و مطالعه خواهد شد . همچنین تعریف نفت خام و طراحی برج تقطیر نیز در نرم افزار Hysis انجام می‌شود .

کلمات کلیدی : افزایش تولیدات با ارزش ، جلوگیری از انباشت قیر در تجهیزات ، ریفرمینگ ، هیدروکراکینگ

فهرست مطالب

| صفحه | عنوان |
|------|---|
| ۱ | چکیده |
| | فصل اول: مروری بر فعالتهای گذشته |
| ۳ | ۱-۱ کلیات |
| ۴ | ۲-۱ عمده تحقیقات انجام شده و مورد استفاده در این پایان نامه |
| | فصل دوم: بیان بیشتر فرآیندهای تکمیلی پالایش |
| ۶ | ۱-۲ کلیات فرآیندهای پیشنهادی |
| ۷ | ۲-۲ نفت خام و انواع برشهای نفتی |
| ۷ | ۱-۲-۲ تعریف برشهای نفتی |
| ۸ | ۲-۲-۲ تقسیم بندی برش های نفت خام |
| ۱۰ | ۳-۲ فرآیند ریفرمینگ |
| ۱۲ | ۴-۲ فرآیند شکست ملکولی |
| ۱۴ | ۵-۲ واحد هیدورکراکینگ |
| | فصل سوم: شبیه سازی فرآیند های اخیر با Hysis و اساس مدلسازی |
| ۱۷ | ۱-۳ تعریف برش های نفتی در نرم افزار Hysis |
| ۲۱ | ۲-۳ طراحی اولیه فرآیند |
| ۲۲ | ۱-۲-۳ طراحی فلش اولیه در جریان |
| ۲۳ | ۳-۳ معادلات و مدلسازی فرآیند تولید هیدورژن |
| ۲۳ | ۱-۳-۳ معادلات بخش جذب دی اکسید کربن |
| ۲۵ | ۲-۳-۳ معادلات بخش متانیتور |
| ۲۸ | ۳-۳-۳ معادلات بخش ریفرمینگ و راکتور انتقالی |
| ۲۸ | ۴-۳ فرآیند شکست ملکولی |

| | |
|--|--|
| ۲۸ | ۱-۴-۳ کلیات و سینتیک واکنش |
| ۳۲ | ۲-۴-۳ موازنه جرم |
| ۳۳ | ۳-۴-۳ موازنه انرژی |
| ۳۵ | ۵-۳ فرآیند هیدروکراکینگ |
| ۳۵ | ۱-۵-۳ سینتیک واکنش هیدروکراکینگ |
| ۴۷ | ۶-۳ طراحی برج تقطیر در نرم افزار Hysis |
| فصل چهارم: نتایج و بحث حاصل از مدلسازی | |
| ۵۲ | ۱-۴ نتایج حاصل از طراحی فلش اولیه |
| ۵۴ | ۲-۴ نتایج حاصل از حل مدل واکنش‌های تکمیلی |
| ۵۴ | ۱-۲-۴ نتایج حاصل از مدلسازی رایانه ای واحد متانیتور در تولید هیدروژن |
| ۵۵ | ۲-۲-۴ نتایج حاصل از مدلینگ واحد ریفرمینگ |
| ۵۷ | ۳-۲-۴ نتایج حاصل از مدلسازی واحد شکست مقدماتی |
| ۵۸ | ۴-۲-۴ نتایج حاصل از مدلسازی فرآیند هیدروکراکینگ |
| ۵۹ | ۳-۴ نتایج حاصل از طراحی برج تقطیر با نرم افزار Hysis |
| ۶۴ | ۵-۴ نتایج نهایی فرآیند ها و ترکیب درصد محصولات |
| نتیجه گیری و پیشنهادات | |
| ۶۸ | ۱-۵ بخش طراحی اولیه |
| ۶۸ | ۲-۵ بخش ریفرمینگ و متانیتور |
| ۷۱ | ۳-۵ فرآیند کاهش گر انرژی و هیدروکراکینگ |
| پیوست ها | |
| ۷۳ | الف) روش حل دستگاه معادلات غیرخطی |
| ۷۶ | ب) برنامه مطلب نوشته شده برای واحد متانیتور از فصل ۴ |
| ۸۲ | ج) برنامه نوشته شده از فصل چهار بابت فرآیندهای ریفرمینگ |
| ۸۷ | د) برنامه مطلب نوشته شده بابت واحد کاهش گر انرژی |
| ۹۱ | ه) برنامه مطلب نوشته شده بابت سیستم هیدروکراکینگ ۵ لامپی |

۹۴ منابع و مراجع

۹۵ چکیده انگلیسی

فصل اول

مروری بر فعالیت‌های گذشته

۱- مروری بر فعالیت‌های گذشته

۱-۱ کلیات

کشور ما جزء اولین نقاطی است که نفت در آن کشف شده است و از دیرباز بحث فرآیندهای پالایش و دریافت مواد با ارزش از این نعمت خدادادی در ایران شکل گرفته است و به تبع آن علم مهندسی شیمی و بررسی فرآیندهای مختلف برای پالایش نفت، پیشرفت‌های شگرفی داشته و به مرور زمان با فرآیندهای کاملتری مواجه بوده‌ایم.

امروزه تلاش شده است تا علاوه بر جداسازی محصولات، فرآیندها را به سمتی سوق دهند تا محصولاتی با ارزش‌تر از نفت بدست آید. در کشور ما روز به روز بر مصرف بنزین افزوده می‌شود و با توجه به منابع غنی نفت در کشور، تلاش شده است تا وابستگی کشور به واردات بنزین کم و در این زمینه خودکفا باشیم. لذا تلاش‌های بسیاری در این زمینه صورت پذیرفته که تا حدود زیادی این مهم را محقق کرده است. از اینرو پالایشگاه‌های متعددی در کشور تاسیس گردیده و تعدادی از پالایشگاه‌های موجود نیز اضافه ظرفیت داشته‌اند.

در این شرایط یکی از مهمترین پارامترهای موثر در افزایش تولید، کاهش زمان خواب سیستم‌ها که مهمترین آن، زمان پاکسازی و احیای تجهیزات است، می‌باشد. از اینرو باید تلاش شود که آلودگی در تجهیزات به حداقل برسد. مهمترین آلودگی در فرآیندهای پالایش، قیر است. وجود قیر در تجهیزات (خصوصاً برج تقطیر) زحمت‌های زیادی از جمله آلودگی تجهیزات نظیر انسداد منافذ سینی‌های برج و ... را ایجاد می‌کند و کاهش ورود این ماده به تجهیزات از دو سو سودمند است.

اولاً، میزان آلودگی برج، به حداقل می‌رسد و این خود موجب می‌شود خطر خواب کل تجهیزات کم شود زیرا برج تقطیر دارای یدک نمی‌باشد و در صورت از کار افتادن آن، بهره‌برداری از کل تجهیزات با مشکل مواجه خواهد شد. دوماً می‌توان با مدیریت شکست ملکولی قیر در فرآیندهای هیدروکراکینگ، این محصول را به محصولاتی با ارزش‌تر و مفیدتر تبدیل نمود.

در این پایان‌نامه تلاش خواهد شد، با تکیه بر این دو محور از یک سو فرآیندی پیشنهاد کرد که میزان ورود قیر را به تجهیزات اصلی مثل برج به حداقل رساند و هیدروکربن‌های سنگین خارج شده از خوراک را قبل از ورود به تجهیزات ، به محصولاتی با ارزش‌تر تبدیل کند.

همانگونه که در چکیده به آن اشاره شد فرآیندهای تکمیلی مهمی نیز نظیر تولید هیدورژن و شکست ملکولی ، علاوه بر فرآیندهای جداسازی ، در این مطالعه بررسی خواهد شد.

۲-۱ عمده تحقیقات انجام شده و مورد استفاده در این پایان نامه

در بخش تشریح فرآیندهای ریفرمینگ و متانتور، از مقاله سرکار خانم دکتر بینائی در سال ۲۰۱۱ [۱۰] ، به عنوان یکی از مراجع اصلی در تشریح این فرآیندها استفاده شده است.

در بخش شکست ملکولی و کاهش گرانیوی نیز ، کار آقای دکتر سیفی در دانشگاه اراک [۱۳] به عنوان مرجع اصلی این بخش ، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در بخش تشریح فرآیند هیدروکراکینگ ، مقاله عمده مورد استفاده ، کار مشترک جرج آنچیتا و همکارانش [۷] است که اکثر مطالب مورد استفاده در این بحث از روابط و داده‌های تجربی این مقاله ، استخراج شده است .

در قسمت طراحی‌های انجام شده با نرم افزار Hysis نیز ، از مرجع شبیه سازی فرآیندهای پایا، نوشته آقای مهندس باغمیشه [۳] ، استفاده شده است.

فصل دوم

بیان بیشتر فرآیندهای تکمیلی

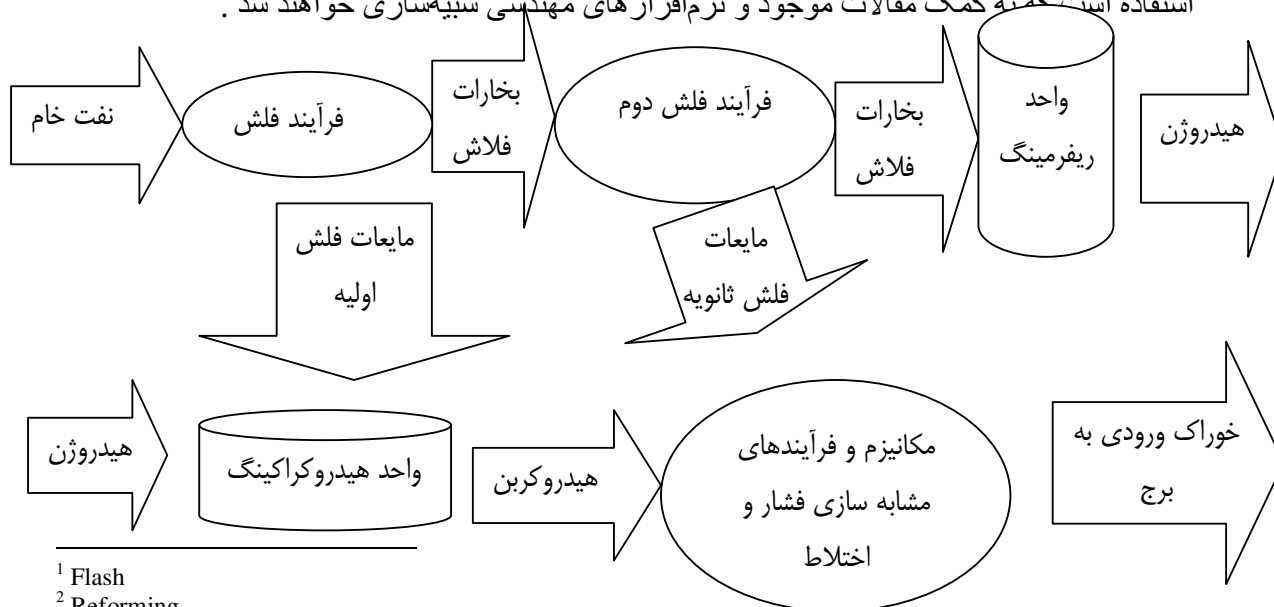
۲- بیان بیشتر فرایندهای تکمیلی پالایش

۱-۲ کلیات فرایندهای پیشنهادی :

برای تولید برش‌های با ارزش نفتی و حذف قیر از تجهیزات ، پیش‌بینی اولیه ، انجام یک عملیات فلش^۱ قبل از ورود نفت خام به برج است که با تعیین شرایط (دما و فشار) خوراک ورودی سعی می‌شود هیدروکربن‌های سنگین قبل از ورود به برج اصلی ، جدا شده و در مسیر دیگری از فرآیند قرار گیرند . در ادامه هیدروکربن‌های خیلی سبک با بخار آب وارد فرآیند ریفرمینگ^۲ شده و مدل‌سازی این فرآیند با لحاظ تبعات کنترل دما ، بررسی خواهد شد و پیشنهادهای نیز در این رابطه ارائه می‌گردد . در ادامه ی فرآیند ، هیدروکربن‌های سنگین با هیدروژن تولیدی از واحد ریفرمینگ به هیدروکربن‌های سبک شکسته و با ورودی اولیه از فلش اصلی مخلوط خواهد شد . در خاتمه مخلوط موجود وارد برج اصلی شده و پس از جداسازی عملیات خاتمه خواهد یافت.

شکل کلی فرایندهای پیشنهادی به‌صورت شماتیکی در شکل ۱-۲ نمایش داده شده است.

فرآیند اصلی در این پروژه بررسی دقیق‌تر فرآیند هیدروکراکینگ^۳ ، ریفرمینگ و فلش‌های مورد استفاده است که به کمک مقالات موجود و نرم‌افزارهای مهندسی شبیه‌سازی خواهند شد .



¹ Flash

² Reforming

³ Hydro cracking

حال به تفکیک ، اجزای تشکیل دهنده‌ی این فرایندها را ، به صورت موضوعی بررسی می‌کنیم.

۲-۲ نفت و انواع برش‌های نفتی

برای بررسی اولیه فرآیند موجود ابتدا باید ترکیبی از نفت خام را برای انجام محاسبات ، در نظر گرفت. نفت پیشنهادی باید تا حدودی سنگین باشد تا میزان قیر آن زیاد بوده و به بررسی بهتر فرآیند-های شکست ملکولی و حذف قیر کمک کند .

۱-۲-۲ تعریف برش‌های نفتی

به صورت کلی نفت خام یک ترکیب پیوسته از هیدروکربن‌های مختلف می‌باشد که با وجود اختلاط در یکدیگر ، دارای مشخصه‌های متفاوتی نظیر نقطه جوش می‌باشند . این مشخصه در واقع اساس کار پالایش نفت است و اساساً ترکیبات بر اساس تفاوت در نقطه‌ی جوش از یکدیگر جدا می‌شوند . در واقع اساس کار برج تقطیر ، همین جداسازی بر اساس تغییر نقطه‌ی جوش است .

همانگونه در شیمی عمومی بحث می‌شود یک ترکیب سنگین‌تر به دلیل داشتن ملکولی بزرگتر ، نیروی دو قطبی لحظه‌ای (نیروی لاندون^۱) بزرگتری خواهد داشت . بنابر این در یک ترکیب ، هرچه ملکول سنگین‌تر باشد ، نقطه جوش آن نیز بالاتر است .

بنابر این و با توجه به تعداد قابل توجهی از ترکیبات در نفت خام ، تعداد قابل توجهی نقطه جوش در نفت خواهیم داشت از اینرو نمی‌توان یک ماده خاص را با یک نقطه جوش مشخص به عنوان ترکیب و محصول شناسائی کرد ولی می‌توان به این نتیجه رسید ، ترکیباتی وجود دارند که در یک بازه مشخص از نقطه‌ی جوش هستند. این بازه نیز به عنوان یک شبه ماده و یا یک برش نفتی شناخته می‌شود که اساساً ترکیبی از چند ماده و هیدروکربن مختلف است و امکان تعیین دقیق و مشخص ترکیبات آنها وجود ندارد . در این پایان نامه نیز باید ترتیبی اتخاذ شود تا نفت خام به عنوان موضوع مورد مطالعه ، تعریف و محاسبات لازم برای فرآیندهای پیشنهادی آن انجام گردد.

با توجه به محدودیت‌های موجود در خصوص داده‌های سینتیکی فرآیند هیدروکراکینگ که در ادامه به آن اشاره خواهد شد ، در این پایان‌نامه ، تنها ۵ برش نفتی تعریف خواهد شد.

۲-۲-۲ تقسیم‌بندی برش‌های نفت خام

¹ Landom force

برش‌های نفت خام براساس گرانروی و منحنی نقطه‌ی جوش آنها تقسیم‌بندی می‌شوند . گرانروی معمولاً براساس درجه API بیان می‌گردد ، که از رابطه ۱-۲ قابل محاسبه است .

$$^{\circ}\text{API} = \frac{14}{\frac{15}{\text{SP. gr}}} - 131.5 \quad (1-2)$$

نوع دیگری از گرانروی درجه بومی می‌باشد که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Bome} = \frac{140}{\text{sp. gr}} - 130 \quad (2-2)$$

۱-۲-۲-۲ تعریف منحنی‌های استاندارد نفت

همانگونه که در تعریف برش‌های نفتی (بخش ۱-۲) بیان شد برای تعریف یک برش نفتی باید یک مشخصه به‌صورت پیوسته در نفت مد نظر قرار گیرد ، و برش‌های نفتی بر حسب نزدیکی پاره‌ای از مشخصات مواد به هم ، تفکیک شوند .

برای این کار منحنی‌های پیوسته‌ای از مشخصات نفت را تعریف نموده و از طریق آن نمودارها ، برش‌های نفتی مختلف را طبقه‌بندی می‌کنند . در ادامه تعدادی از این نمودارها را بررسی می‌کنیم

۱-۱-۲-۲-۲ منحنی نقطه‌ی جوش واقعی^۱

این منحنی از داده‌های تجربی حاصل از تقطیر ناپیوسته نفت با جریان برگشتی بالا ، به دست می‌آید. داده‌های این منحنی می‌تواند در فشارهای مختلف از جمله شرایط اتمسفر و یا حتی در شرایط خلاء ، بدست آید .

جدول شماره (۱-۲) نمونه ای از تقسیم بندی عمومی برش‌های نفتی بر اساس TBP

| محدوده دمایی برش (°F) | برش |
|-----------------------|------------|
| <90 | Light ends |
| 90-220 | Gasoline |
| 220-315 | Naphta |

^۱ TBP (True boiling point)

| | |
|---------|---------------|
| 315-450 | Kerosene |
| 450-650 | Light gasoil |
| 650-800 | Heavy gas oil |
| >800 | Residue |

۲-۱-۲-۲-۲ منحنی‌های 86, 1160 STMD

در این سیستم نیز از یک دستگاه تقطیر ناپیوسته برای بدست آوردن منحنی تغییرات نقطه جوش استفاده می‌گردد، تفاوت این داده‌ها با منحنی TBP در این است که در این سیستم جریان برگشتی وجود ندارد. از استاندارد شماره ۸۶ برای مواد نفتی سبک و میانه استفاده می‌گردد و از استاندارد شماره ۱۱۶۰ نیز برای مواد نفتی سنگین‌تر استفاده میشود. این منحنی‌ها نیز معمولاً در شرایط خلاء بدست می‌آیند.

۳-۱-۲-۲-۲ منحنی ASRMD2887

این منحنی از داده‌های کروماتوگرافی نفت خام بدست می‌آید و بر مبنای درصد وزنی بیان می‌شود.

۴-۱-۲-۲-۲ منحنی تبخیر تعادلی^۱

این منحنی رابطه میان دما و درصد حجمی مایع تقطیر شده را نشان می‌دهد. در این سیستم همواره بخار با مایع در تعادل بوده و فشار سیستم در یک اتمسفر ثابت شده است.

فاکتور دیگری که در تقسیم بندی برش‌های نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد ضریب واتسون^۲ بوده که معیاری از پارافینی بودن برش می‌باشد. این فاکتور به صورت معادله (۲-۳) تعریف می‌شود:

^۱ EFV (Equilibrium Flash Vaporization)

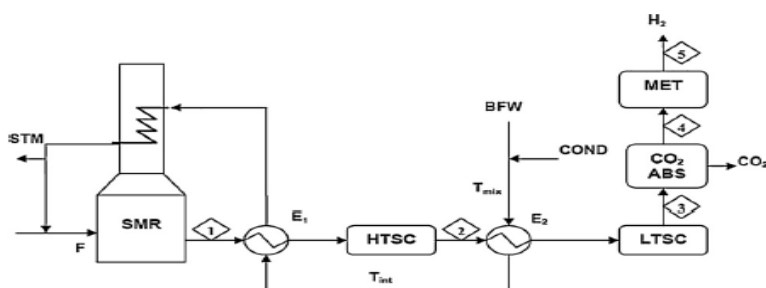
^۲ Watson K factor

$$\text{watson K factor: } K = \frac{\sqrt[3]{BP_{\text{average}}}}{\frac{SP \cdot gr_{60F}}{60F}} \quad (3-2)$$

۳-۲ فرآیند ریفرمینگ

فرآیند ریفرمینگ فرآیندی است که برای تولید هیدروژن بکار می‌رود. در این فرآیند برش‌های سبک نفت خام با بخار آب، طی مکانیزمی و با حضور کاتالیست، واکنش داده و هیدروژن تولید می‌شود.

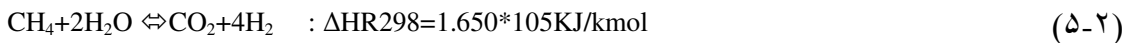
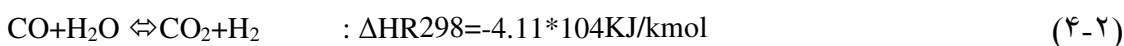
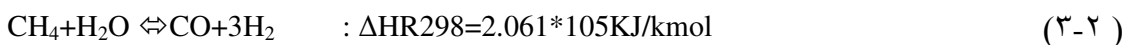
شکل ۲-۲ یک واحد عمومی هیدروژن را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۲) بیان تجهیزات و فرآیند واحد ریفرمینگ و تولید هیدروژن

بطور کلی کل فرآیند تولید هیدروژن را می‌توان به دو بخش عمده تقسیم نمود. (بخش تولید هیدروژن و بخش خالص سازی) واکنش تولید هیدروژن در لوله‌ای که از کاتالیست پر شده است انجام می‌شود. این لوله‌ها در بخش تابشی جداره کوره نصب شده است و واکنش در آن در دمای حدود ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۲۵ بار، انجام می‌شود. بخار آب نیز با گذر از بخش دودکش کوره پیش‌گرم شده و با خوراک مخلوط و وارد راکتور می‌شود. در این فرآیند مقداری بخار اضافی نیز وجود دارد که در طول فرآیند از واحد خارج می‌گردد.

بطور کلی بعلت متعدد بودن ترکیب هیدروکربن‌های ورودی به خوراک، واکنش‌های زیادی در طول یک راکتور انجام می‌شود اما واکنش‌های عمده و مورد بحث در طول راکتور به شرح زیر است:



همانگونه که از میزان انرژی آزاد شده در واکنش‌ها مشخص است ، واکنش (۲-۴) گرماگیر و واکنش‌های (۲-۵) و (۲-۳) گرمازا است و این باعث ایجاد تغییرات دمائی در طول راکتور خواهد شد همچنین ممکن است با انجام واکنش (۲-۳) مقداری گاز منواکسیدکربن تولید شود که به شدت سمی است و باید در طول انجام واکنش‌ها ، حذف شود بدین منظور خروجی بخارات واحد ریفرمینگ ، با یک مرحله کاهش دما، به راکتور انتقالی دما بالا^۱ منتقل شده و در داخل این راکتور واکنش گرماگیر (۲-۴) رخ می‌دهد و به ازای هر مول CO یک مول H₂ تولید می‌گردد . گاز فرآیندی مجدداً با یک مرحله کاهش فشار دیگر ، به راکتور انتقالی دما پایین^۲ هدایت شده و منواکسیدکربن موجود در محصولات ، در طول این راکتور به گاز هیدروژن تبدیل می‌شود. از حرارت اخذ شده در این دو مرحله نیز برای پیش‌گرم کردن آب جوش خوراک^۳ استفاده می‌شود.

پس از تکمیل فرآیند ، محصولات خروجی مخلوطی از دی‌اکسیدکربن ، هیدروژن و سایر هیدروکربن-های ساده و واکنش نداده است.

در این حالت مرحله اول که تولید هیدروژن است به اتمام رسیده و در ادامه روند فرآیند ، خالص‌سازی هیدروژن از اهمیت زیادی برخوردار است . در این مرحله و با توجه به مخلوط هیدروژن و اکسید-های کربن ، جذب و حذف دی‌اکسیدکربن از سیستم مهم خواهد بود.

افزایش حجم اکسیدهای کربن در محیط زیست ، سطح گازهای گلخانه‌ای را افزایش داده و حتی حضور آن در طول فرآیند نیز باعث ایجاد آلودگی در کالیست می‌شود . بنابر این باید ترتیبی اتخاذ شود تا اکسیدهای مزاحم کربن به کمک حلال از سیستم خارج شده و ضمن بازیافت ، از نشست آن به محیط جلوگیری شود .

بدین منظور، در یک برج جذب سینی دار ، از جاذب دی‌گلیکل‌آمین^۴ استفاده می‌شود و به کمک آن ، دی‌اکسیدکربن از سیستم حذف می‌گردد .

در پایان و در طول راکتور متانتیور ، واکنش‌های (۲-۳) و (۲-۵) به صورت برگشتی ، اتفاق افتاده و دی‌اکسیدکربن باقی‌مانده (جذب نشده) به متان و آب تبدیل می‌شود.

¹ high temperature shift catalyst reactor (HTSC)

² light temperature shift catalyst reactor (LTSC)

³ boiling feed water (bfw)

⁴ DGA – Di glycol amine

۲-۴ فرآیند شکست ملکولی

۲-۴-۱ مقدمه و آشنایی با فرآیند کاهش گرانروی

فرآیند کاهش گرانروی ، فرآیندی است که در آن از کاتالیست استفاده نمی‌شود و معمولاً به صورت همدما کار می‌کند و عمدتاً برای کاهش گرانوری ترکیبات باقی مانده در ته بشکه‌ها و باقی‌مانده خروجی از برج تقطیر خلع، کاربرد دارد . در این پایان‌نامه از این فرآیند برای کاهش گرانروی خروجی از جریان فلش اولیه استفاده می‌شود. در واقع این فرآیند مقدمه فرآیند شکست کاتالیستی است که در ادامه به آن اشاره خواهد شد . ولی بسیاری از واکنشهای موجود در این دو فرآیند ، شباهت بسیار زیادی به یکدیگر دارند و برای دو فرآیند قابل استفاده‌اند . شدت ادامه این فرآیند با پارامترهای قابل کنترل ، نظیر زمان اقامت و دما ، تعیین می‌شود . واکنش‌های پیش‌بینی شده در این فرآیند نیز ، واکنش درجه اول در نظر گرفته می‌شود و ادامه مطالعات نشان خواهند داد که فرض مناسبی برای این واکنش‌ها خواهد بود .

به‌صورت کلی و در مقیاس تجاری دو نوع واحد کاهش گرانروی وجود دارند ، یکی استفاده از کویل حرارتی در کوره و دیگری استفاده از فرآیند جذب . در حالت نخست ابتدا سعی می‌شود تا فرآیند را در شرایط دما بالا و زمان اقامت کمتر نگه دارند ولی در حالت دوم با اضافه کردن یک ستون آدیاباتیک بعد از کویل حرارتی ، سعی می‌کنند دمای کویل را پایین نگه دارند ، بنابر این لازم است که زمان اقامت را در سیستم افزایش دهیم.

به‌صورت کلی و به‌منظور پیش‌بینی شرایط عملیاتی در طول فرآیند و همچنین کنترل سیستم به یک مدل قابل قبول نیاز خواهیم داشت تا به کمک آن ، اندازه متغیرهای موجود نظیر دما و دبی حجمی را پیش-بینی نماییم .

به‌جهت پیچیدگی‌های موجود در فرآیند کاهش گرانوری و تنوع خوراک ورودی به سیستم ، بررسی و تحلیل سیستم به صورت ملکولی عملاً امکان‌پذیر نیست . در این صورت یکی از روش‌هایی که برای حل این مشکل و شبیه‌سازی بکار می‌رود، بیان مسئله در بخش‌های تعادلی و مجزا از یکدیگر است . به این روش تکنیک لامپ^۱ نیز گفته می‌شود و در آن فرض می‌شود ثوابت واکنش در هر یک از قسمت‌های موجود تنها تابع دما بوده و از یکدیگر مستقل است.

^۱ lump

برای بدست آوردن اطلاعاتی جهت طراحی راکتور و بهینه‌سازی در واکنش‌های کاتالیستی ، توسعه مدل سینتیکی اجتناب ناپذیر است . تا کنون پژوهش‌های انجام شده در این زمینه در سیستم‌های دو الی هفت لامپی ، بوده و داده‌های تجربی نیز در مقیاس آزمایشگاهی یا پایلوت جمع‌آوری شده است .

ما در این پایان نامه سعی خواهیم کرد مطابق تحقیقات قبلی و آزمایشگاهی گذشته [۱۳] ، این سیستم را در یک سیستم ۶ لامپی بیان کنیم.

۲-۴-۲ تجهیزات و مسیر فرآیند کاهش‌گران روی

خوراک ورودی به این واحد همان خروجی واحد فلش اولیه است از اینرو ، داده‌های خروجی از فلش درام اولیه به عنوان ورودی به این واحد مد نظر قرار می‌گیرد. در این حالت مایعات وارد شده به این واحد . شباهت زیادی به ته مانده انتهایی بشکه‌های نفتی و یا ترکیبات سنگینی که از برج تقطیر خلاء خارج می‌شود ، دارند .

در این فرآیند ابتدا خوراک وارد یک کوره شامل دو بخش مجزا از یکدیگر که به صورت غیر مستقیم حرارت می‌بینند ، می‌شود و دمای آن در طول حرکت در کوره ، به ۳۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد . سپس خروجی دو قسمت این کوره با یکدیگر مخلوط شده و وارد برج سوآکر^۱ می‌شود. سپس به جهت کنترل واکنش ککینگ^۲ دمای آن تا حدودی کم شده تا از ایجاد کک در سیستم جلوگیری شود . در ادامه مخلوط وارد برج فرکشن^۳ شده و در طول آن عملیات شکست و جدا سازی توامان انجام می‌شود و خروجی بالائی برج وارد یک فلش کوچک شده و مایع خروجی از آن با ورود به برج تثبیت کننده ، جدا می‌گردد و محصولات بالای برج با مخلوط شدن با خروجی گاز فلش اولیه ، به عنوان گاز سبک ، از سیستم خارج می‌شوند . جریان کنار گذر اول در برج تثبیت کننده LPG و خروجی انتهایی بنزین است . مایع خروجی از برج فرکشن با ورود به برج و همزن استریپر جدا می‌شود . خروجی انتهایی به‌صورت جریان برگشتی با ورودی به برج فرکشن مخلوط شده و گازهای سبک از خروجی بالایی برج ، خارج می‌شود.

شکل (۲-۳) نمای کلی فرآیند کاهش‌گرانروی را به‌صورت شماتیکی نشان می‌دهد روند حرکت خوراک در آن مشخص شده است.

¹ soaker

² cocking

³ Fractionator