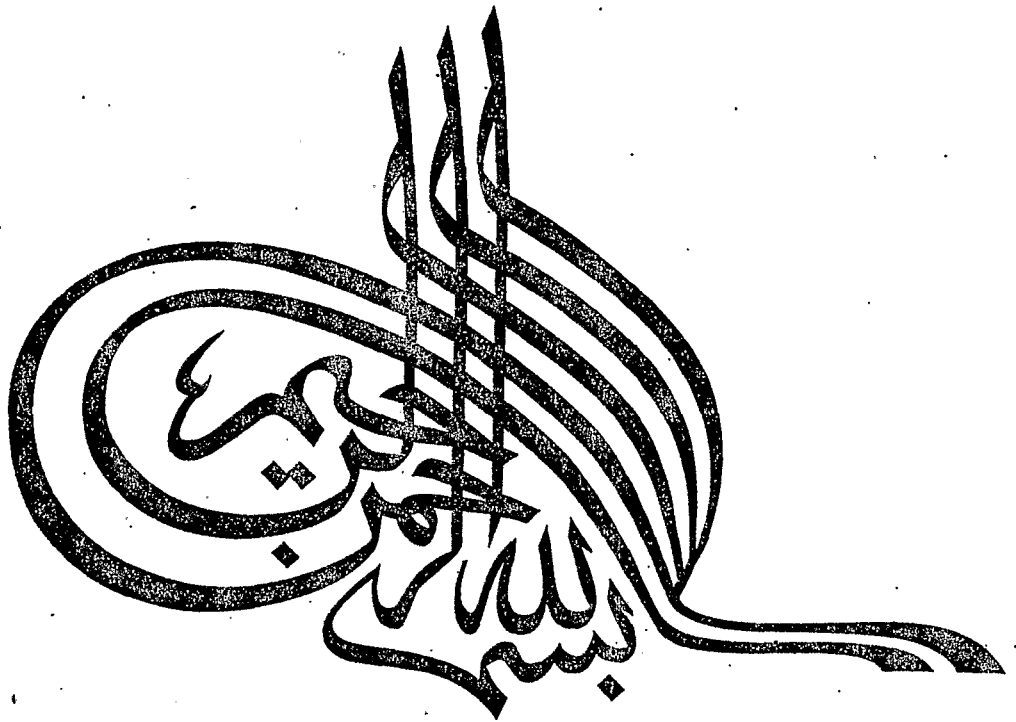


۸۷/۱/۱۰۰۷۷۲
۸۷/۱۰/۱۵



۱۰۷۷۹۱



دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم

گروه شیمی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد

(گرایش شیمی فیزیک)

عنوان:

ساخت کاتالیست های سه فلزی Pt-Re-Nd و بررسی عملکرد آنها

بر رفومینگ n -هپتان

استاد راهنما:

دکتر محمد حسن پیروی

نگارش:

شیرین پیرزاده هریسی

بهمن ماه ۸۶

۱۳۸۷ / ۱۰ / ۲

۱۰۷۷۹۱



دانشگاه شهید بهشتی

بسمه تعالی

« صورتجلسه دفاع پایان نامه دانشجویان دوره کارشناسی ارشد »

تهران ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳ اوین

تلفن: ۲۹۹۰۱

بازگشت به مجوز دفاع شماره ۸۶/۱۱/۷ مورخ ۲۰۰۳/۹۰۸/ت/د مورخ ۸۶/۱۱/۷ جلسه هیأت
داوران ارزیابی پایان نامه شیرین پیرزاده هریسی به شماره شناسنامه ۱۷۳ صادره
از کویت متولد ۱۳۵۸ دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته شیمی - شیمی
فیزیک
با عنوان :

بررسی و ساخت کاتالیست های سه فلزی پلاتین ، رنیوم ، نئودیمیم در فرایند رفور مینگ n
- هپتان

به راهنمایی:

دکتر محمد حسن پیروی

طبق دعوت قبلی در تاریخ ۱۳۸۶/۱۱/۱۴ تشکیل گردید و براساس رأی هیأت داوری و با
عنایت به ماده ۲۰ آئین نامه کارشناسی ارشد مورخ ۷۵/۱۰/۲۵ پایان نامه مزبور با
نمره ۱۹،۲۵ و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

۱- استاد راهنما: آقای دکتر محمد حسن پیروی

۲- استاد مشاور: -----

۳- استاد داور: آقای دکتر مهدی رشیدزاده

۴- استاد داور و نماینده تحصیلات تکمیلی: آقای دکتر فرزاد دیهیمی

۵- معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده: آقای دکتر خسرو جدیدی

تقدیم به تمام کسانی که افتخار آموختن از آنان را داشتم .

« سپاس خداوندی را که نعمت آموختن عطا فرمود »

تقدیر و تشکر:

• از مدیریت شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی جناب آقای دکتر امیدخواه، جناب آقای مهندس امیری، جناب آقای مهندس مرتضوی و خانم مهندس حسینی بخاطر همکاری و همکاری و حمایت آنها در انجام این پایان نامه سپاسگزارم.

• از استاد راهنمای بزرگوار و ارجمندم جناب آقای دکتر محمد حسن پیروی به خاطر راهنمایی ها و کمک های بی دریغشان در طول این دوره، نهایت تشکر را دارم و همواره آرزوی موفقیت ایشان را در همه عرصه های زندگی از خداوند منان خواستارم.

• از اساتید گرامی و بزرگوار جناب آقای دکتر دیهیمی و جناب آقای دکتر رشید زاده که داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند، به خاطر راهنمایی های سودمندشان بی نهایت سپاسگزارم.

• از مادر مهربان و فداکار و پدر دلسوزم، خواهر و برادر عزیزم به خاطر همه حمایت ها و تلاش ها و محبت های بی دریغ شان از صمیم قلب ممنون و سپاسگزارم و سلامتی و موفقیت آنها را از خداوند یکتا خواستارم.

• از تمامی دوستان عزیز و دانشجویان گرامی که در این دوره از لطف و همکاری آنها برخوردار شدم، و دشواری های کار با کمک آنها آسان شد، آقای طوسی، آقای صبور، خانم ایمانی، خانم ارمغان، خانم حموله، خانم مظفری و خانم حاجی اشرفی نهایت تشکر را دارم.

چکیده :

رفورمینگ کاتالیستی فرایند مهمی است که نفت‌های با عدد اکتان پایین را به بنزین با عدد اکتان بالا تبدیل می‌کند. فرایند رفورمینگ اثر واکنش‌های متعددی نظیر کراکینگ، هیدروژنولیز، دهیدروژناسیون، هیدروژناسیون، پلیمریزاسیون، حلقه‌زایی و ایزومریزاسیون را نشان می‌دهد که بطور همزمان رخ می‌دهند.

هدف از این تحقیق وارد کردن فلز Nd به کاتالیست دو فلزی Pt-Re/Al₂O₃ و بررسی اثر آن روی فعالیت و گزینش پذیری رفورمینگ n-1 هپتان مد باشد. کاتالیست به روش هم تلقیحی تهیه شده است. درصد فلزات به صورت زیر تغییر می‌کند :

0.3Pt-0.2Re-0.1Nd (C₁) , 0.3Pt-0.3Re (C₀) , 0.3Pt-0.1Re-0.2Nd (C₂)

فعالیت و گزینش پذیری کاتالیست طبق شرایط مقابل اندازه‌گیری شد، دما (۴۵۰-۵۰۰°C)، فشار ۱ اتمسفر و کسر مولی H₂/HC برابر ۴. نتایج نشان داد که با افزودن Nd به کاتالیست دو فلزی Pt-Re/Al₂O₃ فعالیت کاتالیست افزایش می‌یابد. همچنین مشاهده شد که کاتالیست حاوی ۰/۲٪ نتودیمیم کمترین گزینش پذیری محصولات هیدروژنولیز و بیشترین گزینش پذیری محصولات ایزومریزاسیون را دارد و کاتالیست حاوی ۰/۲٪ رنیوم بیشترین گزینش پذیری محصولات آروماتیزاسیون را دارا می‌باشد.

فصل اول : آشنایی با فرآیند رفورمینگ

۱	۱-مقدمه
۲	۱-۲-فرآیند رفورمینگ
۴	۱-۲-۱-خوراک واحد رفورمینگ
۷	۱-۲-۲-واکنش های رفورمینگ کاتالیستی
۸	۱-۲-۳-خصوصیات محصولات رفورمینگ
۱۰	۱-۲-۴-کاتالیست های رفورمینگ
۱۳	۱-۲-۵-عملکرد راکتور
۱۷	۱-۳-عدد اکتان
۱۷	۱-۳-۱-تعریف درجه بندی اکتان
۱۸	۱-۳-۲-درجه بندی های اکتان بالای ۱۰۰
۱۸	۱-۳-۳-مثال هایی از درجه بندی اکتان
۱۹	۱-۳-۴-اثرات عدد اکتان بر انرژی
۲۳	۱-۳-۵-تفسیر شیمیایی عدد اکتان

- ۲۳- ۱-۳-۶- روابط میان داده‌های ON
- ۲۶- ۱-۳-۷- رابطه با فشار بخار
- ۲۷- ۱-۳-۸- وابستگی ON به بخش استخلاف نشده زنجیر اصلی آلکان
- ۳۰- ۱-۳-۹- رابطه عدد اکتان با تعداد شاخه‌ها
- ۳۲- ۱-۳-۱۰- رابطه عدد اکتان با موقعیت شاخه‌ها
- ۳۴- ۱-۳-۱۱- رابطه عدد اکتان با فاصله میان شاخه‌ها
- ۳۵- ۱-۳-۱۲- ارتباط عدد اکتان با حجم بودن شاخه مرکزی
- ۳۶- ۱-۳-۱۳- رابطه عدد اکتان با تعداد کربن‌های نوع سوم مجاور
- ۳۷- ۱-۴- حساسیت اکشن‌ها
- ۳۸- ۱-۴-۱- واکنش غیر حساس به ساختمان
- ۴۱- ۱-۴-۲- واکنش‌های حساس یا متوقع
- ۴۵- ۱-۴-۳- بررسی کمی حساسیت واکنش
- ۴۹- ۱-۵- بررسی سینتیکی اثر ساختار متخلخل کاتالیست بر کارایی رفورمینگ
- ۵۰- ۱-۵-۱- اثر پدیده انتقال در سرعت واکنش
- ۵۱- ۱-۵-۲- اثر ساختار متخلخل بر سرعت واکنش رفورمینگ
- ۵۳- ۱-۵-۳- سطح یک پور منفرد
- ۵۴- ۱-۵-۴- سطح دانه با پراکندگی دو گانه

۵۶ ۱-۵-۵- محاسبه کردن مقادیر K_s , i , D_{ef}

۵۹ ۱-۵-۶- بررسی پارامترها

۶۲ ۱-۵-۷- تاثیر ساختار متخلخل بر فعالیت کاتالیست

۶۵ ۱-۵-۸- اثر پارامترهای ساختار متخلخل بر ضریب تاثیرگذاری

فصل دوم : بخش تجربی

۷۲ ۲- ساخت کاتالیست ها

۷۲ ۱-۲- ساخت پایه

۷۳ ۲-۲- ساخت کاتالیزور $0.3Pt-0.3Re/Al_2O_3$

۷۳ ۱-۲-۲- محلول نمک های استاندارد

۷۳ ۲-۲-۲- مرحله تلقیح

۷۴ ۲-۲-۳- خشک کردن کاتالیست

۷۴ ۲-۲-۴- کلسیناسیون

۷۴ ۲-۲-۵- احیاء

۷۵ ۲-۳- ساخت کاتالیزور $0.3Pt-0.1Re-0.2Nd/Al_2O_3$

۷۵ ۱-۳-۲- محلول نمک های استاندارد

۷۵ ۲-۳-۲- مرحله تلقیح

۷۶	۴-۲- اندازه گیری مساحت سطح کل کاتالیست
۷۷	۴-۲-۱- شکل و روش کار دستگاه
۷۸	۴-۲-۲- ارزیابی عملکرد کاتالیزوری
۷۸	۴-۲-۳- تست راکتوری
۸۰	۴-۲-۴- آنالیز و شناسایی محصولات واکنش

فصل سوم : بحث و نتیجه گیری

۸۴	۳- مقدمه
۸۵	۳-۱- تعیین درصد تبدیل اولیه کاتالیست ها
۹۰	۳-۲- مقایسه فعالیت کاتالیست ها
۹۲	۳-۳- تاثیر دما بر فعالیت کاتالیست
۹۳	۳-۴- بررسی گزینش پذیری کاتالیست ها
۹۹	نتایج
۱۰۲	مراجع و منابع

در طی فرآیند رفورمینگ نفتا شبکه پیچیده ای از واکنش ها رخ می دهد که شامل واکنش های مطلوب و نامطلوب می باشد. واکنش های مطلوب شامل دهیدروژناسیون نفتن ها، ایزومریزاسیون و هیدروسیکلی زاسیون پارافین ها می باشد. واکنش های نامطلوبی که رخ می دهد شامل دهیدروژنولیز و شکستن پارافین ها می باشد که منجر به تولید گازهای سبک با وزن کم و بازده مایع کم می شود [۱].

در سال ۱۹۴۹، فرآیند رفورمینگ کاتالیستی نفتا به دلیل ابداع کاتالیست دوامی اسید- فلزی Pt/Al_2O_3 ، دچار یک تحول بزرگ شد [۲]. امروزه فرمول کاتالیستی که در کاربردهای نیمه بازیافتی با بستر ثابت رفورمینگ نفتا استفاده می شود، بر مبنای مخلوطی از فلزهای Pt و Re روی پایه گاما آلومینا می باشد. Pt-Re جایگزین Pt خالص می شود، زیرا Pt-Re سطح فعالیت مقاومتری در طول مدت عملکرد ایجاد می کند، بنابراین باعث می شود دوره عملکرد واحدها طولانی تر شده و واحدها به فاصله بیشتری برای بازیافت کاتالیست متوقف می شوند. مقاومت بالا در برابر غیرفعال شدن کاتالیست فرآیند را قادر می سازد که در فشار جزئی هیدروژن کمتر با به دست آوردن گزینش پذیری بیشتر عمل کند. در شرایط احیای فرآیند رفورمینگ نفتا همه Pt و کسری از Re به فاز فلزی احیا می شوند و بیشتر مقدار Re به حالت اکسیداسیون باقی می ماند [۳] که می توان با اکسید آلومینا برهمکنش کند. Re فلزی با Pt کریستال های بسیار ریز Pt-Re تشکیل می دهد، که این گروهها یا شبه آلیاژها کلاستر نامیده می شوند [۴]. این کریستال ها اندازه بسیار کوچکی دارند و وقتی روی پایه اکسید آلومینیوم و اکسید آلومینیوم- رنیوم قرار می گیرند خیلی مقاومند. این دلیل مقاومت بیشتر کاتالیست $Pt-Re/Al_2O_3$ می باشد.

عامل فلزی Pt-Re دارای اشکال می باشد و آن این است که فعالیت بالایی برای هیدروژنولیز هیدروکربن ها دارد که منجر به تولید متان و دیگر هیدروکربن های سبک می شود [۱] به همین دلیل کاتالیست نیاز به بهبود دهنده ها دارد. امروزه کاتالیست های رفورمینگ با ترکیب سه تایی عامل فلزی بسیار معمول شده

است. گزارش هایی درباره روش ساخت و خواص [۵] Pt- Ir- Sn ، [۶] Pt- Sn- M(M: Bi, Te, Au, Ir, Pd) ، [۷] ، [۸] Pt- Ir- Ge ، [۹] Pt- Re- Sn ، [۱۰] Pt- Re- Ge و غیره در منابع ذکر شده یافت می شود.

۱-۲- فرایند رفورمینگ

رفورمینگ فرایندی است که در آن مشتقات سبک نفتی (نفتن ها) بایک کاتالیست حاوی پلاتین در دماهای بالا و گاز هیدروژن که گاهی در فشارهای بالا از ۳۴۵ تا ۳۴۵۰ کیلوپاسکال (۵۰-۵۰۰ sig) اعمال می شود، در تماس قرار می گیرد، که این شرایط جهت بالا بردن عدد اکتان هیدروکربن های جریان خوراک است. خوراک نفتی غنی از پارافین ها با عدد اکتان پایین به محصول مایع با عدد اکتان بالا که غنی از ترکیبات آروماتیکی است تبدیل می شود. هیدروژن یا هیدروکربن های سبک دیگر به عنوان محصولات جانبی واکنش تولید می شوند. علاوه بر استفاده از محصولات رفورمینگ به عنوان مخلوطی از سوخت های موتور، این محصولات منبع اولیه آروماتیک هایی هستند که در صنایع پتروشیمی مورد استفاده قرار می گیرند [۱۱].

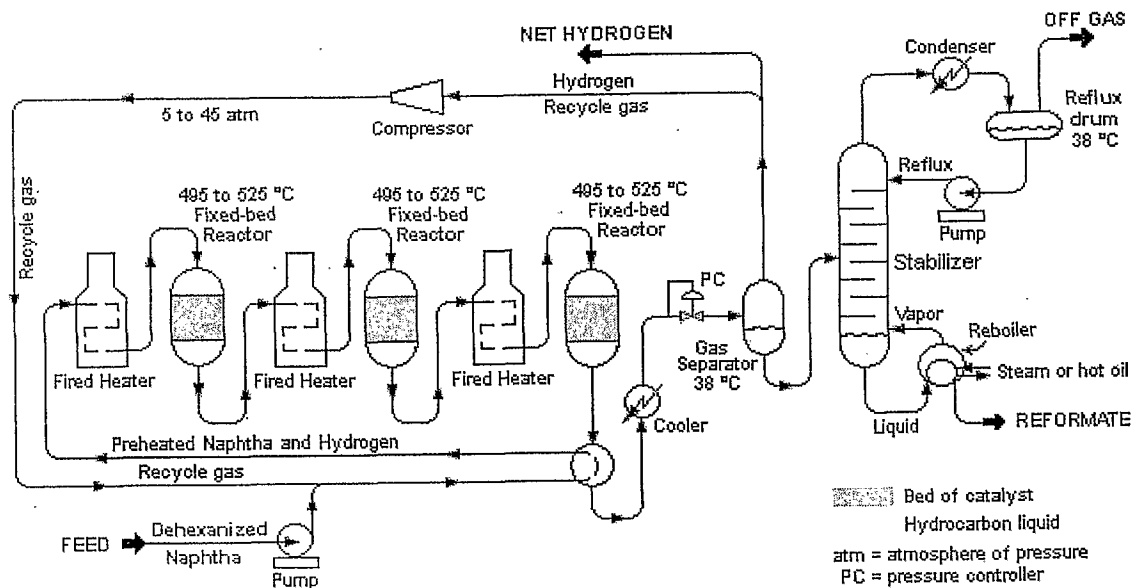
نیاز به مرغوب کردن نفتن ها در اوایل قرن بیستم احساس شد. در ابتدا فرایندهای حرارتی به کار برده می شدند، اما فرایندهای کاتالیستی در ۱۹۴۰ نتایج بهتری با عدد اکتان بالاتری ایجاد کرد. کاتالیست های اولیه بر مبنای پایه اکسید مولیبدن بود، اما به زودی با کاتالیست های پلاتین جایگزین شد.

اولین فرایند رفورمینگ برمبنای پلاتین در سال ۱۹۴۹ توسط UOP به کار گرفته شد. همراه با صنعتی شدن اولین واحد رفورمینگ ابتکارات و پیشرفت هایی که شامل بهینه سازی پارامترها، ترکیب کاتالیست، طراحی تجهیزات و ماکزیمم کردن بازده هیدروژن و محصولات رفورمینگ بود، انجام شدند. نیاز به افزایش درصد محصولات و افزایش عدد اکتان منجر به اعمال فشارهای پایین تر و عملیات در شرایط دمایی سخت تر می شود که این امر باعث کک گرفتگی بیشتر کاتالیست و افزایش سرعت غیرفعال شدن آن می گردد.

اولین واحد رفورمینگ کاتالیستی مانند یک واحد نیمه بازیافتی^۱ (SR) و یا واحد با بستر ثابت با استفاده

1 -semi-regenerative

از کاتالیست های Pt / Al_2O_3 طراحی شد. واحدهای رفورمینگ نیمه بازیافتی به طور دوره ای برای بازیابی کاتالیست متوقف می شوند. عمل بازیابی شامل سوزاندن کک و ترمیم فلزات فعال کاتالیست است. برای کاهش غیرفعال شدن کاتالیست، این واحدها تحت عملیات فشارهای بالا بین ۲۷۶۰ تا ۳۴۵۰ KPa (۴۰۰ - ۵۰۰ psig) قرار می گیرند. فشارهای بالای هیدروژن کک گرفتگی و غیرفعال شدن را کاهش می دهد. شماتیکی از یک واحد رفورمر (SR) در شکل (۱-۱) آورده شده است [۱۲].



شکل (۱-۱)-شمایی از یک واحد SR

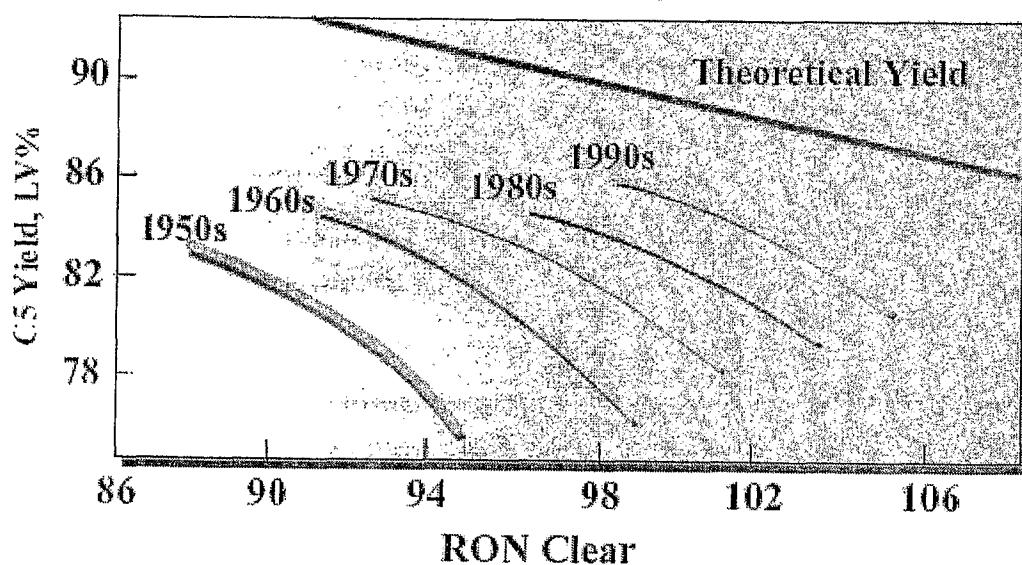
یکی از واکنش هایی که در فرایند رفورمینگ رخ می دهد واکنش هیدروژن گیری است، بنابراین برای به دست آوردن معیاری از توانایی کاتالیست های مختلف در رفورمینگ، می توانیم سرعت این کاتالیست ها را در انجام واکنش فوق بررسی کنیم.

جهت بهبود کیفیت کاتالیست و ارتقا ویژگی های آن پژوهشگران فلز دوم را به پلاتین اضافه کردند، به عنوان مثال رنیوم، ایریدیم، ژرمانیوم، قلع و... مورد آزمایش قرار گرفتند. در سال ۱۹۶۷ کاتالیست دوفلزی جاوی ۰/۳ درصد رنیوم بر پایه گاما آلومینا ساخته شد که مورد استفاده وسیع در صنایع قرار گرفت. استفاده از فلز دوم باعث گزینش پذیری در تولید محصولات آروماتیکی و کاهش کک گرفتگی است [۶۹]. به علاوه ساخت چنین کاتالیست هایی اقتصادی تر می باشد، زیرا کارکردن در فشارهای بالا نیازمند تجهیزات گران

می باشد، که در این نوع کاتالیست ها نیاز به فشارهای بالا کمتر می شود. دیگر اینکه فلز پلاتین فلزی گرانبه است با جایگزین کردن نصف مقدار بارنیوم که ارزان تر است هزینه ساخت کاتالیست نیز پایین تر می آید.

در سال ۱۹۷۱، UOP و سال های کمی بعد از آن انیستیتوی نفت فرانسه^۱، سیستمی صنعتی برای حل مشکل غیرفعال شدن کاتالیست طراحی کردند. در این سیستم مقادیر کمی از آخرین راکتور بیرون آورده می شود و در شرایط محیطی کنترل شده بازیابی (فعالسازی) می شود و به راکتور اول بازگردانده می شود، که به این سیستم، سیستم^۲ CCR گفته می شود.

شکل (۲-۱) پیشرفت رفورمینگ کاتالیستی بر مبنای درصد محصولات فرآیند و عدد اکتان را نشان می دهد.



شکل (۲-۱) - پیشرفت در عملکرد رفورمینگ کاتالیستی با نوآوری در کاتالیست و فرآیند

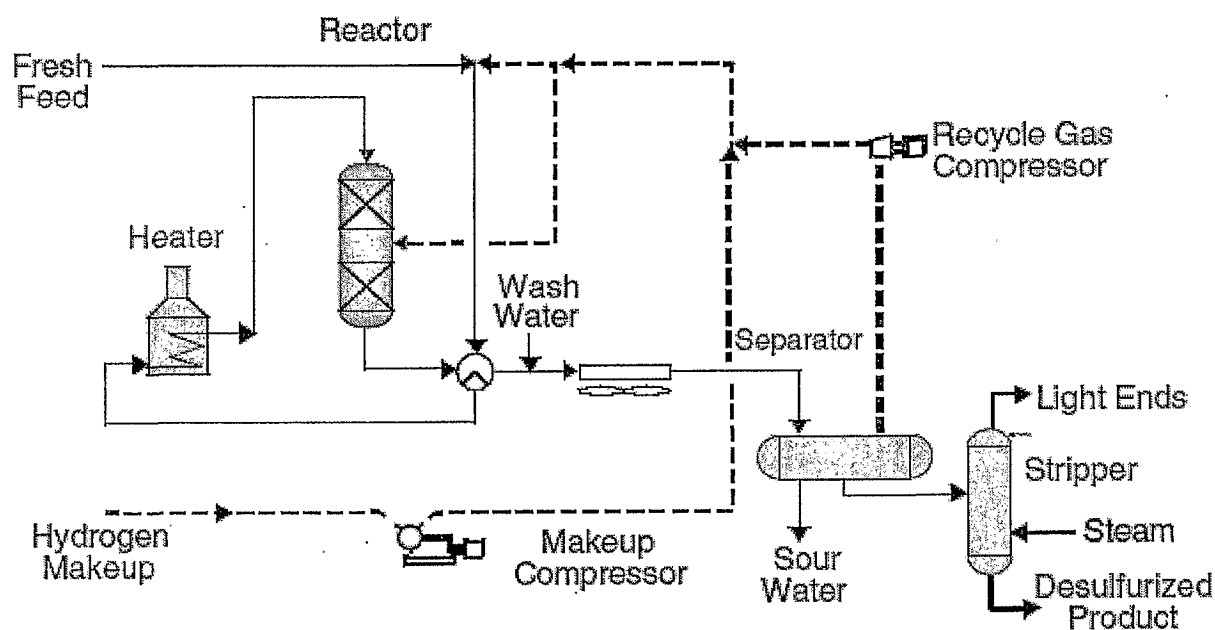
۱-۲-۱- خوراک واحد رفورمینگ

خوراک رفورمرها به طور معمول شامل پارافین ها، نفتن ها و آروماتیک های با ۵-۱۱ تعداد اتم کربن می باشد. بیشتر خوراک های نفتا برای از بین بردن اولفین ها و سمومی مانند فلزات، سولفور و نیتروژن قبل از

1 - Institut Francais du Petrol

2 - continuous catalyst regeneration

وارد شدن به واحد رفورمینگ در مجاورت هیدروژن آماده سازی می شوند، در شکل (۳-۱) شماتیکی از جریان آماده سازی در مجاورت هیدروژن نشان داده شده است. نفتای ناشی از تقطیر نفت خام نقطه جوشی در محدوده $200-65^{\circ}\text{C}$ دارد. علاوه بر تقطیر نفت خام نفتا می تواند از فرآیندهایی که هیدروکربن ها را به هیدروکربن های در حد نفتا می شکند، به دست آید.



شکل (۳-۱) - شمایی از جریان حذف آلاینده های نفتا^۱

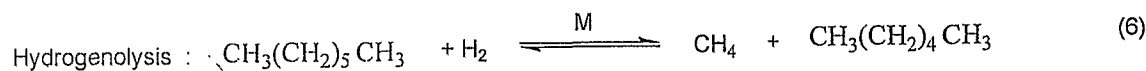
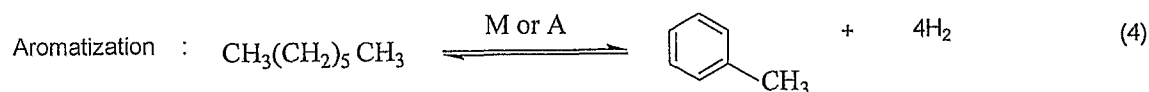
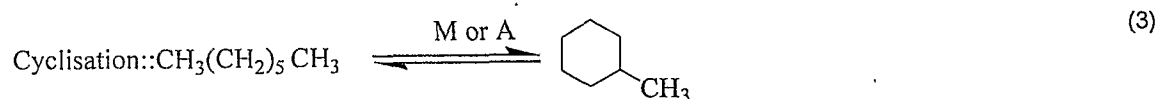
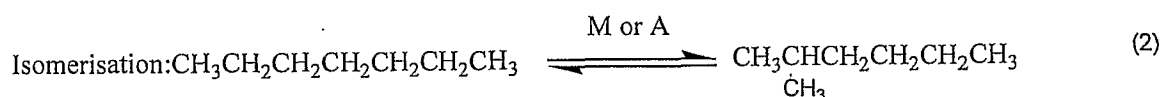
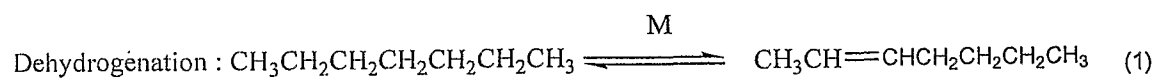
نفتا ها و پارافین های سبک، سخت تر از هیدروکربن های نفتنی سنگین رفورمینگ می شوند. برای شناسایی نفتا معمولا از مقادیر تقطیر در نقطه جوش آغازین، نقطه میانی که ۵۰٪ نفتا تقطیر شده و مقادیر تقطیر در نقطه پایانی، استفاده می شود. ترکیبات نوعی از نفتا که حاصل از تجزیه کروماتوگرافی گازی است در جدول (۱-۱) آورده شده است.

جدول (۱-۱) - ترکیبات نوعی از نفتا

	Concentration (wt%)
<i>Aromatics</i>	
Benzene	1.45
Toluene	4.06
Ethylbenzene	0.52
<i>p</i> -Xylene	0.92
<i>m</i> -Xylene	2.75
<i>o</i> -Xylene	0.87
C9+ Aromatics	3.31
Total Aromatics	13.88
Total Olefins	0.11
<i>Paraffins and Naphthenes</i>	
Propane	0.79
Isobutane	1.28
<i>n</i> -Butane	3.43
Isopentane	5.62
<i>n</i> -Pentane	6.19
Cyclopentane	0.64
C6 Isoparaffins	6
<i>n</i> -Hexane	5.3
Methylcyclopentane	2.58
Cyclohexane	3.26
C7 Isoparaffins	4.55
<i>n</i> -Heptane	4.65
C7 Cyclopentanes	2.77
Methylcyclohexane	7.57
C8 Isoparaffins	4.24
<i>n</i> -Octane	3.43
C8 Cyclopentanes	1.52
C8 Cyclohexanes	5.23
C9 Naphthenes	3.63
C9 Paraffins	5.93
C10 Naphthenes	1.66
C10 Paraffins	3.41
C11 Naphthenes	1.04
C11 Paraffins	0.53
C12 P + N	0
> 200 P + N	0
Total Paraffins	55.35
Total Naphthenes	30.7

۱-۲-۲- واکنش های رفورمینگ کاتالیستی

در این فرآیند هفت نوع واکنش رخ می دهد و هدف این است که هیدروکربن ها به نحوی تغییر کنند که منجر به هیدروکربن با عدد اکتان بالا شود. این هفت واکنش عبارتند از: هیدروکراکینگ، هیدروژنولیز، آروماتیزاسیون، سیکلیزاسیون، ایزومریزاسیون و دهیدروژناسیون و تشکیل کک. از این هفت واکنش سیکلیزاسیون، ایزومریزاسیون و دهیدروژناسیون مطلوبند، اما واکنش های دیگر نیز به مقدار قابل توجهی رخ می دهند در نتیجه در تلاش هستیم که میزان این واکنش ها را به حداقل برسانیم. تعدادی از این واکنش ها روی بخش فلزی، تعدادی روی آلومینا و تعدادی روی هر دو انجام می شوند. دهیدروژناسیون و هیدروژنولیز توسط فلز و واکنش هیدروکراکینگ توسط پایه اسیدی و ایزومریزاسیون، آروماتیزاسیون و تشکیل کک توسط پایه و فلز انجام می شود. واکنش های ۵ و ۶ یکطرفه هستند [۱۳] و نمایش دادن آنها به صورت دوطرفه اشتباه می باشد، زیرا هیچگونه آلکیلاسیون در این فرآیند رخ نمی دهد [۳]، [۶۸]، [۱۴]، [۱۵].



۱-۲-۳- خصوصیات محصولات رفورمینگ

جدول (۱-۲) ترکیب ویژه محصولات رفورمینگ را نشان می دهد. برای کاربرد به عنوان سوخت موتور، عدد اکتان پارامتر غالب در کیفیت محصول است. در بخش (۳-۱) درباره انواع عدد اکتان و خصوصیات آن صحبت خواهد شد [۱۶]. یکی دیگر از خصوصیات محصولات رفورمینگ عبارتست از فعالیت یا فشار بخار نسبی که معمولا به صورت $^1 RVP$ ، نقطه پایانی 2 رنگ و غیره داده می شود [۱۷]. به عنوان مثال محصولات رفورمینگ با نقطه پایانی بالا، در موتور احتراق داخلی بخوبی نمی سوزد.

1 - Reid vapor pressure
2-end point

جدول (۲-۱) - ترکیبات محصولات رفورمینگ

	mass%	liq-vol%
<i>Aromatics</i>		
Benzene	3.72	3.39
Toluene	13.97	12.93
Ethylbenzene	3.13	2.90
<i>p</i> -Xylene	3.39	3.14
<i>m</i> -Xylene	7.47	6.91
<i>o</i> -Xylene	4.83	4.47
C9+ Aromatics	36.05	33.30
Total aromatics	72.56	67.04
Total olefins	0.82	1.02
<i>Paraffins and naphthenes</i>		
Propane	0.00	0.00
Isobutane	0.14	0.20
<i>n</i> -Butane	0.94	1.32
Isopentane	2.52	3.29
<i>n</i> -Pentane	1.74	2.29
Cyclopentane	0.10	0.10
C6 Isoparaffins	3.91	4.77
<i>n</i> -Hexane	1.74	2.12
Methylcyclopentane	0.28	0.30
Cyclohexane	0.03	0.03
C7 Isoparaffins	7.70	9.02
<i>n</i> -Heptane	2.22	2.60
C7 Cyclopentanes	0.33	0.35
Methylcyclohexane	0.04	0.04
C8 Isoparaffins	2.86	3.24
<i>n</i> -Octane	0.62	0.70
C8 Cyclopentanes	0.14	0.14
C8 Cyclohexanes	0.06	0.06
C9 Naphthenes	0.04	0.04
C9 Paraffins	0.90	0.99
C10 Naphthenes	0.04	0.04
C10 Paraffins	0.24	0.26
C11 Naphthenes	0.00	0.00
C11 Paraffins	0.03	0.04
C12 P + N	0.00	0.00
Poly Naphthenes	0.00	0.00
> 200 P + N	0.00	0.00
Total Paraffins	25.56	30.84
Total Naphthenes	1.06	1.10

۱-۲-۴- کاتالیست های رفورمینگ

پلاتین روی سطح آلومینا پخش می شود تا اینکه بیشترین تعداد سایت های فعال برای دهیدروژناسیون در دسترس قرار بگیرد. ابعاد کلاستر پلاتین در حد آنگستروم یا 10^{-10} متر است. برهمکنش پلاتین با سطح آلومینا به گونه ای است که کلاستر های پلاتین ثابتند و در طول رفورمینگ تجمع پیدا نمی کنند. سولفیده کردن پلاتین گاهی برای سمی کردن جزئی پلاتین استفاده میشود، یا کاهش فعالیت آن. این دارای یک اثر سودمند در کاهش بخش بزرگی از دهیدروژنولیز، یا واکنش های کراکینگ کاتالیز شده با فلز دارد. بازده محصولات مایع بهبود یافته و محصولات گاز سبک مخصوصاً، کاهش می یابد. پایه آلومینا معمولاً در فاز اتا یا گاما است، اما بیشتر مواقع برای رفورمینگ گاما استفاده می شود. کلر برای بالا بردن اسیدیته استفاده می شود. یک دیانگرام ساده از عوامل موجود در آلومینا در شکل (۱-۴) داده شده است.

چرخه عمر کاتالیست ویژه بستر ثابت یک سال یا بیشتر است. بهبود دهنده ها برای کاهش اثر تشکیل کک اضافه می شوند و برای طولانی کردن طول دوره کاتالیست، هم عناصری که به طور معمول به کاتالیست ها اضافه می شوند، رنیوم و در مقدار کمتر، ایریدیم می باشد.

در واحد های بستر متحرک [۱۸] کاتالیست در طول راکتورها جریان می یابد و در یک محفظه بازیابی جداگانه به طور متوالی بازیافت می شود که این محفظه قسمتی از لوپ افت کننده راکتور است. شرایط فرآیند بسیار سخت است، بنابراین این کوتاه کردن عمر کاتالیزور نیاز به چرخه های بازیابی فقط برای چند روز است. در کاتالیزهای بستر متحرک عناصری نظیر قلع و ژرمانتیم برای افزایش بازده مایع، آروماتیک و دهیدروژن اضافه می شوند که این افزایش درصد محصولات با کاهش فعالیت پلاتین برای دهیدروژنولیز یا واکنش های کراکینگ فلز کاتالیز صورت می گیرد. این ترکیبات همچنین باعث پایداری پلاتین کاتالیست می شوند.