



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی شیمی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد
(گرایش مهندسی شیمی پیشرفته)

عنوان:

شبیه سازی عملکرد راکتور سیستم کراکینگ کاتالیستی بستر سیال

نگارش:

مهران حیدری

استاد راهنما:

دکتر حبیب آل ابراهیم

استاد مشاور:

دکتر بهرام دبیر

آذر ماه ۱۳۸۷



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

تاریخ:
شماره:

فرم اطلاعات پایان نامه
کارشناسی - ارشد و دکترا

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: **مهران حیدری** دانشجو آزاد بورسیه معادل
شماره دانشجویی: **۸۵۱۲۲۰۴۱** دانشکده: **مهندسی شیمی** رشته تحصیلی: **مهندسی شیمی** گروه: **مهندسی شیمی**

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: **حبیب آل ابراهیم**
نام و نام خانوادگی:

درجه و رتبه: **دانشیار**
درجه و رتبه:

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: **بهرام دبیر**
نام و نام خانوادگی:

درجه و رتبه: **استاد**
درجه و رتبه:

عنوان پایان نامه به فارسی: **شبیه سازی عملکرد راکتور سیستم کراکینگ کاتالیستی بستر سیال**

عنوان پایان نامه به انگلیسی: **Simulation of The Reactor of Fluid Catalytic Cracking System**

نوع پروژه: کارشناسی کاربردی ارشد بنیادی
سال تحصیلی: **۸۷** نظری دکترا توسعه ای توسعهای

تاریخ شروع: **۸۵/۱۲/۱۲** تاریخ خاتمه: **۸۷/۹/۶** تعداد واحد: **۶** سازمان تأمین کننده اعتبار:

واژه های کلیدی به فارسی: **رایزر-کراکینگ کاتالیستی-مدل تکه ای-شبیه سازی**

واژه های کلیدی به انگلیسی: **Riser-catalytic cracking-lump model-simulation**

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات	تصویر	جدول	نمودار	نقشه	واژه نامه	تعداد مراجع	تعداد صفحات ضمیمه
زبان متن	فارسی	فارسی	انگلیسی	چکیده	فارسی	انگلیسی	۵۹	۰
یادداشت								

نظرها و پیشنهادهای به منظور بهبود فعالیت های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: تاریخ:

فهرست

صفحه

۱	مقدمه
۱	۱-اهمیت واحد های شیمیایی پالایشگاه
۶	۲-تاریخچه
۱۵	فصل اول: شرح کامل واحد FCC
۱۵	۱-۱- اجزای تشکیل دهنده واحد FCC
۱۵	۱-۱-۱- کاتالیست واحد FCC
۱۷	۱-۱-۲- فعالیت
۱۷	۱-۱-۳- مقدار کربن بر روی کاتالیست
۱۸	۱-۱-۴- راکتور
۱۹	۱-۱-۵- فعال کننده
۱۹	۱-۱-۶- بخش شستشو
۲۰	۱-۱-۷- بخش تفکیک
۲۱	۱-۱-۸- سیستم تزریق خوراک
۲۳	۱-۱-۹- دمنده هوای بالابر
۲۴	۱-۲- بررسی مدل IV واحد FCC
۳۶	فصل دوم: معادلات دیفرانسیل سیستم راکتور (رایزر) FCC
۳۶	۲-۱- مدل سینتیکی پنج تکه ای (Five lump)
۴۰	۲-۲- مدل سینتیکی هفت تکه ای (Seven lump)

۴۴	۲-۳- مدل سینتیکی چهار تکه ای (Four lump)
۴۷	۲-۳-۱- موازنه جرم پایا (steady state)
۴۹	۲-۳-۲- موازنه انرژی پایا (steady state)
۵۳	۲-۳-۳- موازنه جرم ناپایدار (unsteady state)
۵۴	۲-۳-۴- موازنه انرژی حالت ناپایدار (unsteady state)
۵۷	فصل سوم: نتایج شبیه سازی مدل راکتور (رایزر)
۵۷	۳-۱- نتایج حاصل از شبیه سازی مدل پنج تکه ای (Five- lump)
۶۲	۳-۲- نتایج حاصل از شبیه سازی مدل هفت تکه ای (Seven-lump)
۶۳	۳-۳- نتایج شبیه سازی حاصل از مدل چهار تکه ای (Four- lump)
۶۳	۳-۳-۱- حالت پایدار (Steady state)
۶۹	فصل چهارم: بررسی اثر تغییرات متغیر های عملیاتی
۷۰	۴-۱- بررسی اثر تغییرات دما و زمان اقامت در مدل هفت-تکه ای
۷۲	۴-۲- بررسی اثر تغییرات دما، نسبت کاتالیست به خوراک و شدت جریان خوراک در مدل چهار تکه ای
۷۵	۴-۳- بررسی اثر تغییرات دما و حصول بنزین به ازای ورودی پله ای و سینوسی در مدل دینامیک
۷۸	نتیجه گیری:
۸۱	فهرست علائم و نشانه ها:
۸۶	فهرست مراجع

مقدمه

۱- اهمیت واحد های شیمیایی پالایشگاه

در این روزگار برای انسانی که در جوامع متمدن زندگی می کند، حتی تصور دنیای بدون خودرو مشکل است. با توجه به نیاز خودروها به بنزین، امروزه در تمامی دنیا بنزین مهم ترین محصول یک پالایشگاه نفت به شمار می رود. در دهه های اخیر با توجه به مصرف بالای بنزین در سراسر جهان، تولید بنزین از روش تقطیر جوابگوی مصرف نمی باشد. بطور مثال اگر سه نوع نفت خام متوسط ($34/2^{\circ}\text{API}$)، نیمه سنگین ($26/4^{\circ}\text{API}$)، و سنگین ($23/8^{\circ}\text{API}$) را در نظر بگیریم میزان بنزین سبک و سنگین حاصل از تقطیر آنها به ترتیب $33/5\%$ ، $24/4\%$ و $17/9\%$ می باشد [1]. بنابراین این با سنگین شدن نفت خام اولیه، میزان بنزین حاصل از تقطیر کاهش قابل توجهی می یابد. لذا روشهای تولید بنزین از طریق واکنش های شیمیایی مثل کراکینگ کاتالیستی، هیدروکراکینگ، و آلکیلاسیون در یک پالایشگاه مدرن جهت تبدیل مواد سنگین و نامرغوب و یا گازهای سبک پالایشگاه به بنزین بیشتر بکار گرفته شده اند.

الف- کراکینگ کاتالیزوری:

کراکینگ کاتالیزوری مهمترین و رایجترین فرآیند پالایشگاهی برای تبدیل مازوت به مواد پر ارزش مانند بنزین و محصولات سبکتر است. در آغاز، کراکینگ به کمک گرما انجام می شد ولی فرآیند کاتالیستی بدلیل تولید مقدار بیشتر بنزین با عدد اکتان بالاتر و مقدار کمتری

محصولات نا مطلوب، تقریبا به طور کامل جایگزین کراکینگ گرمایی شده است (جدول ۱).

در پالایشگاه های امروزی، کراکینگ کاتالیستی و هیدروکراکینگ به صورت همزمان عمل می کنند. در کراکینگ کاتالیستی ازمازوت که پارافینی بوده و آسانتر شکسته می شود به عنوان خوراک استفاده شده در حالی که خوراک هیدروکراکینگ، گازوئیل سنگین حلقوی برج خلاء و یا واحد کک سازی که شامل آروماتیکها هستند و به فشار های بالای هیدروژن جهت شکست نیاز دارند.

ب- هیدروکراکینگ:

با اینکه هیدروژن دار کردن یکی از قدیمیترین فرآیندهای کاتالیستی در پالایش نفت است، ولی تنها در سالهای اخیر هیدروکراکینگ در آمریکا و سایر نقاط جهان توسعه زیادی یافته است. این توجه به هیدروکراکینگ چندین علت داشته که برخی از آنها عبارت اند از :

۱- نوع تقاضا برای فرآورده های نفتی تغییر کرده است و در خواست برای بنزین، در مقایسه با مواد میان تقطیر بالا رفته است.

۲- در سالهای اخیر هیدروژن با قیمت ارزان و به مقدار زیاد به عنوان فرآورده جنبی عملیات رفرمینگ (تبدیل) کاتالیستی به دست می آید.

۳- مسائل زیست محیطی که موجب محدودیت غلظت‌های گوگرد و ترکیبات آروماتیکی در سوخت‌های موتوری شده است.

در عملیات هیدرو کراکینگ هم از کراکینگ VGO (گازوییل بسیار نا مرغوب برج تقطیر خلاء) در حضور کاتالیست و فشار بالای هیدروژن جهت تولید بنزین و فرآورده های مرغوب استفاده میشود.

ج- آلکیلاسیون:

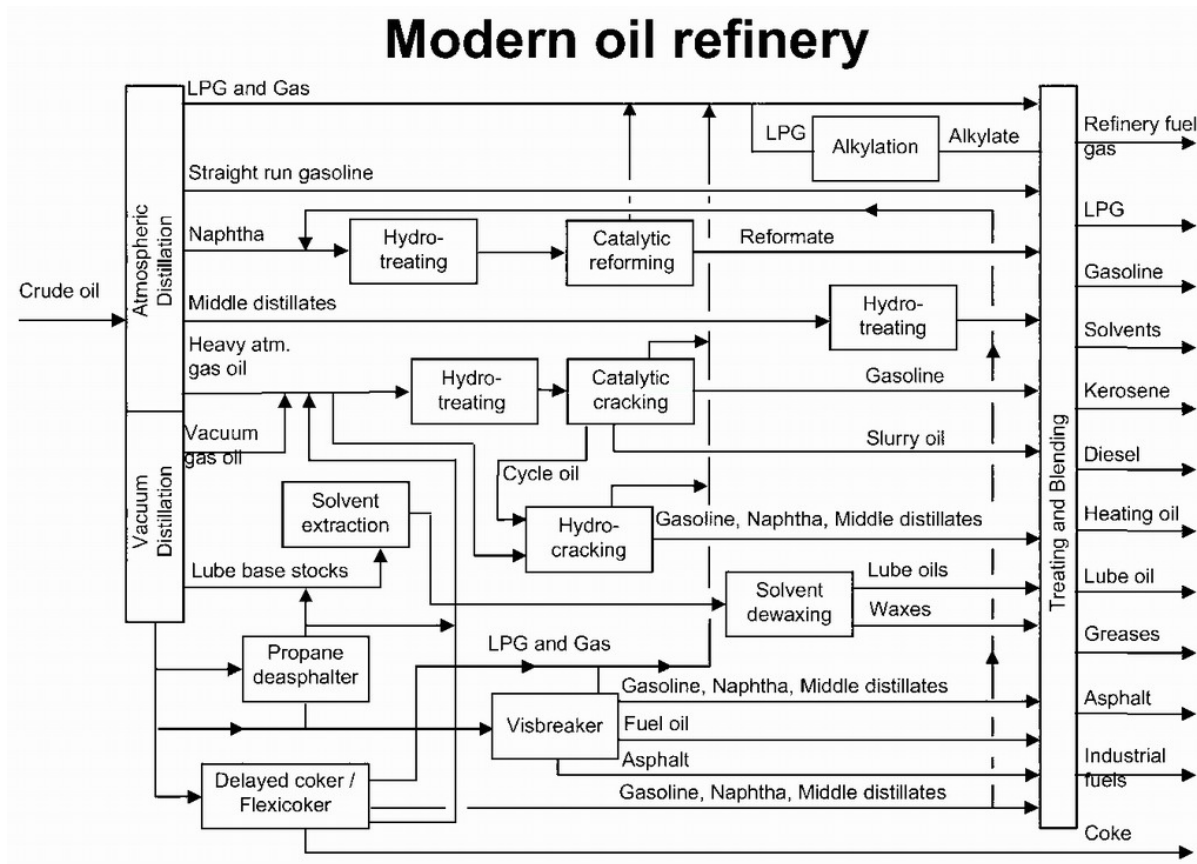
افزایش یک گروه آلکیل به هر ترکیب، یک واکنش آلکیل دار کردن است ولی در واژه شناسی پالایش نفت، واژه آلکیل دار کردن در مورد واکنش اولفین‌های دارای وزن مولکولی پایین مثل ایزو بوتیلن با ایزوبوتان ، بمنظور تشکیل ایزوپارافین‌های دارای وزن مولکولی بالاتر در محدوده جوش بنزین بکار می رود. این واکنش در واقع همان عکس واکنش کراکینگ است که از خوراکی‌های سبک جهت تولید بنزین بیشتر استفاده می شود.

جدول ۱ مقایسه محصولات کراکینگ گرمایی و کاتالیستی [1]

کراکینگ کاتالیستی		کراکینگ گرمایی		
درصد حجمی	درصد وزنی	درصد حجمی	درصد وزنی	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	خوراک تازه
	۴,۵		۶,۶	گاز
۲,۲	۱,۳	۳,۷	۲,۱	پروپان
۳,۴	۲,۰	۱,۸	۱,۰	پروپیلن
۴,۰	۲,۶	۱,۳	۰,۸	ایزوبوتان
۱,۴	۰,۹	۲,۹	۱,۹	نرمال بوتان
۳,۸	۲,۶	۲,۶	۱,۸	بوتیلن
۴۶,۷	۴۰,۲	۳۲,۱	۲۶,۹	بنزین C ₅ ⁺
۳۲,۰	۳۳,۲	۱,۹	۱,۹	نفت سبک چرخه
۸,۷	۷,۷			نفت سرریز شده
		۵۰,۲	۵۷,۰	نفت باقیمانده
	۵,۰		۰	کک
۱۰۲,۲	۱۰۰	۹۶,۵	۱۰۰	جمع محصولات

شکل ۱ واحدهای فرآیندی از جمله واحد کراکینگ کاتالیزوری را در یک پالایشگاه پیشرفته نشان می دهد [1]. در نهایت چنانچه نفت خام میدان آغا جاری (API ° ۳۶) را در

نظر بگیریم که بنزین حاصل از تقطیر آن ۳۵٪ است، با اعمال واحد کراکینگ کاتالیستی بر اجزاء سنگین مربوطه می توان ۱۶/۷٪ (نسبت به نفت خام اولیه) بنزین اضافه تولید نمود. بنا بر این در صورت احداث واحدهای FCC در پالایشگاههای کشور میتوان تولید بنزین را حدود ۴۸٪ افزایش داده و مشکل واردات سنگین بنزین به کشور را حل نمود.



شکل ۱- آرایش واحدهای پالایشی مرسوم در یک پالایشگاه مدرن

۲- تاریخچه

کلمه کراکینگ^۱ به تمامی واکنش های تجزیه هیدروکربن ها اطلاق می شود ولی در صنعت نفت معمولاً واژه کراکینگ را در مورد تجزیه هیدروکربن های سنگینی که بالاتر از 200° C می جوشند به کار می برند.

همچنین عملیات تجزیه یک گاز یا یک برش مایع سبک که در دمای بالا به منظور تولید هیدروکربن های اولفینی سبک پایه پتروشیمی انجام می شود، کراکینگ نام دارد ولی چون این عملیات در حضور بخار آب انجام می شود به کراکینگ با بخار^۲ موسوم است.

برای فعال سازی واکنش می توان از حرارت یا کاتالیزور استفاده کرد و به این ترتیب کراکینگ حرارتی از کراکینگ کاتالیزوری متمایز می شود. [2]

واکنش کراکینگ هیدروکربن ها از اواسط قرن نوزدهم بررسی شده بود ولی پیشرفت واقعی آن از اوایل قرن بیستم آغاز شد.

در سال ۱۹۱۲، «برتون»^۳ اولین روش صنعتی کراکینگ حرارتی را در شرکت «استاندارد اویل»^۴ به کار برد. بعدها «کلارک»^۵ از روش «برتون» به صورت مداوم استفاده کرد. در سال ۱۹۲۲، با کاربرد فرآیند «کراس و دابس»^۶ روشهای جدید کراکینگ آغاز شد. در اواخر ۱۹۳۰، کراکینگ حرارتی در رقابت با روش جدید کراکینگ کاتالیزوری عقب زده

¹ Cracking
² Steam cracking
³ Burton
⁴ Standard oil
⁵ Clarck
⁶ Cross & Dubbs

شد ولی کمی بعد با پیدایش صنعت جدید پتروشیمی، توسعه دوباره پیدا کرد. در سال ۱۹۱۴ اولین واحد کراکینگ با بخار ایجاد شد و به سرعت توسعه یافت به طوری که امروزه جهت تأمین مواد اولیه پتروشیمی اهمیت زیادی دارد. [3]

در پالایشگاههای مدرن از کراکینگ حرارتی که اساس آن کوره و مکانیسم واکنش هایش رادیکالی می باشد، برای تولید بنزین مرغوب استفاده نمی شود و بیشتر کاربرد آن در بعضی واحدهای دیگر مثل فرآیند کاهش گرانیوی^۱ و فرآیند ککینگ^۲ است.

کراکینگ کاتالیزوری به علت تولید بیشتر بنزین با عدد اکتان بالاتر و تولید کمتر گازهای سبک، توانست به سرعت جایگزین کراکینگ حرارتی شود.

در فرآیند کراکینگ کاتالیزوری به علت افزایش سرعت واکنش ها می توان کراکینگ را در شرایط ملایم تری انجام داد و این امر با افزایش گزینش پذیری بنزین موجب کاهش واکنش های نامطلوب ثانویه می شود. حضور کاتالیزورهای زئولیتی^۳ موجب تغییر مکانیسم گسستگی پیوندهای کربن - کربن و ایجاد مکانیسم یونی شده است.

طی عملیات کراکینگ، مقداری کک تشکیل می شود که با پوشاندن سطح کاتالیزور، فعالیت آن را بسرعت کاهش می دهد و در نتیجه باید مرتباً کاتالیزور را بازسازی^۴ کرد. به

¹ Visbreaking

² Coking

⁴ Regeneration

³ سیلیس آلومین های بلورین سنتزی

این ترتیب مسأله بازسازی کاتالیزور نقش اساسی در جهت دهی تکنولوژی ساخت واحدهای کراکینگ کاتالیزوری داشته و دارد. [4]

در سال ۱۹۲۳، مهندس «اوژن هودری»^۱ روش کراکینگ کاتالیزوری را ارائه داد و در سال ۱۹۳۶ اولین روش کراکینگ کاتالیزوری با بستر ثابت به وسیله شرکت هودری در پالایشگاه «سان اویل» پنسیلوانیا به راه افتاد. در روش «هودری» از سه راکتور با بستر ثابت کاتالیزوری استفاده می شد.

در هر یک از راکتورها به ترتیب واکنش های کراکینگ و سپس عملیات بازسازی کاتالیست صورت می گرفت.

این روش گران بود و تناوب سریع فازهای مختلف در هر راکتور تولید اشکال می کرد (هر دوره ۳۰ دقیقه طول می کشید و فقط ۱۰ دقیقه آن صرف کراکینگ می شد).

در اوایل سال ۱۹۴۱ روش کراکینگ کاتالیزوری ترموفور (TCC)^۲ ابداع شده که در این روش کاتالیزورهای دانه ای شکل در بستر متحرک^۳ قرار می گرفت و به طور مدام از راکتور به فعال کننده^۴ و یا بالعکس حرکت می کرد. تا قبل از سال ۱۹۵۰ برای انتقال کاتالیزور از سیستم های مکانیکی استفاده می شد ولی به دلیل فرسودگی سریع این نوع سیستم ها، در واحدهای بعدی از هوای فشرده^۵ استفاده شد. [5]

¹ Eugene Houdry

² Theromfor

³ Moving bed

⁴ Regenerator

⁵ TC Air lift

شرکت اسو^۱ پس از تحقیقات فراوان، روش کراکینگ کاتالیزوری با بستر سیال^۲ (FCC) را اندکی قبل از جنگ جهانی دوم ارائه داد [6]. در این روش کاتالیزور پودری شکل از یک سو به وسیله بخارهای هیدروکربنی و از سوی دیگر به وسیله هوا منتقل می شد.

در اولین واحد صنعتی «اسو» به نام مدل I، کاتالیزور از پایین به بالا به ترتیب از راکتور و فعال کننده عبور می کرد. سپس به وسیله سیکلونها از گازهای همراه جدا شده، وارد ظرف قیفی شکل می شد و مجدداً دوره تکرار می شد. پس از مدل I، شرکت اسو مدل II و III را عرضه کرد و سرانجام در سال ۱۹۵۲ مدل IV به جریان افتاد که سیستم پیشرفته تری دارد. در حال حاضر بیشتر واحدهای کراکینگ کاتالیزوری از روش بستر سیال استفاده می کنند [7]. موفقیت این روش بدان جهت است که از یک طرف قسمتهای واکنشی و بازسازی از هم جدا شده اند و با گردش کاتالیزور بین این دو قسمت، وقفه ای در عملیات به وجود نمی آید و از طرف دیگر با کاربرد تکنیک سیال سازی^۳ امکان داده شده است که با صرف حداقل انرژی و بدون استفاده از سیستم های مکانیکی، گردش کاتالیزور عملی شود. این گردش کاتالیزور جهت بازسازی مداوم و حذف دوده لازم بوده و نیز کاتالیزور داغ خروجی از فعال کننده حرارت مورد نیاز واکنشهای گرماگیر کراکینگ در راکتور را فراهم می نماید. لازم به ذکر است که مدل IV با سایر طراحی ها از نظر مکانهای راکتور، فعال کننده و مسیرهای گردشی کاتالیزور فرق دارد [8].

¹ Esso

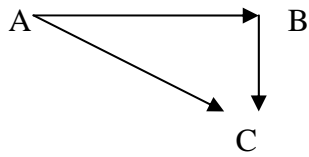
² Fluid Catalytic Cracking

³ Fluidizing

اولین مشکل در مدلسازی واحدهای FCC انتخاب مدل سینتیکی مناسب می باشد.

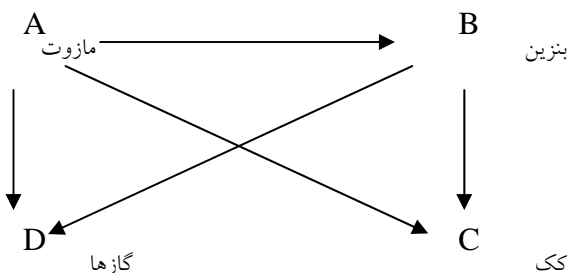
بطور کلی جهت حل این مشکل دو روش وجود دارد. در روش اول واکنش های انجام شده با دیدگاه وجود اجزاء مختلف صورت می پذیرد اما از آنجایی که در خوراک سنگین واحد FCC اجزاء زیادی وجود دارد بنابراین نوشتن شبکه واکنش برای این اجزاء، کاری مشکل و در عین حال استفاده از آنها در مدل سازی، زمان بر و پیچیده خواهد بود. به همین منظور محققین روش دوم را که مبنای آن در نظر گرفتن چندین جزء به صورت تکه ای (Lump) می باشد را مورد تأکید قرار داده اند. در مراجع مختلف مدل های ۳ تکه ای تا ۱۳ تکه ای متفاوت برای واکنش های FCC گزارش شده است [9,10,11,12,13]. البته باید توجه داشت که هر چقدر تعداد تکه های در نظر گرفته شده افزایش یابد، بر پیچیدگی معادلات ریاضی مربوطه، تعداد داده های تجربی مورد نیاز جهت تنظیم پارامترهای سینتیکی و همچنین میزان دقت در آنالیز خوراک، افزوده می شود. بنابراین هر چقدر مدل ساده تر باشد استفاده از آن نیز به راحتی و با حداقل داده های تجربی امکان پذیر خواهد بود. مطالعات انجام شده توسط ویکمن^۱ حاکی از آن است که جهت طراحی راکتور، استفاده از مدل سه تکه ای نسبتاً مناسب می باشد. (شکل ۱)

^۱ Weekman



شکل ۱: مدل ۳ تکه‌ای ویکمن [13]

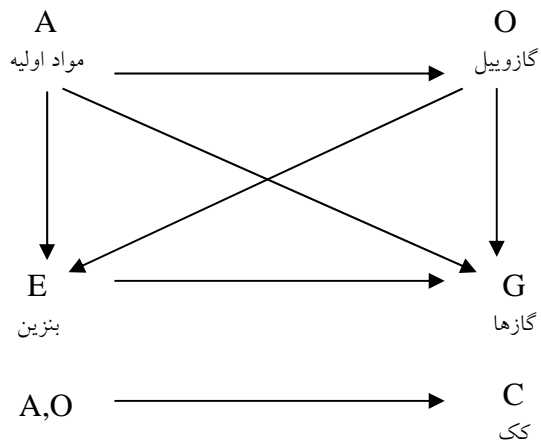
در این مدل تکه‌های در نظر گرفته شده شامل خوراک (مازوت) (A)، بنزین (B)، مجموعه گازهای سبک و کک (C) می‌باشند. سادگی این مدل از مزایای آن می‌باشد اما عیب آن در این است که مجموعه گازهای سبک و کک به صورت یک تکه در نظر گرفته شده است در حالیکه میزان کک تولیدی مبنای مهمی در تعیین رفتار راکتور (رایزر) داشته و باید به طور کاملاً واضح مقدار آن مشخص گردد. از طرفی تعیین گازهای سبک تولیدی نیز در شبیه‌سازی و بهینه‌سازی قسمت جداسازی واحد FCC مورد نیاز می‌باشد. بعد از مدل سه تکه‌ای مدل چهار تکه‌ای (شکل ۲) توسط لی^۱ و همکارانش ارائه شد که در این مدل گازهای سبک و کک به صورت تکه‌های جدا از هم در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۲: مدل سه تکه‌ای لی و همکاران [14]

¹ Lee

با پیشرفت روشهای تکه ای، مدل پنج تکه ای (شکل ۳) توسط کورلا^۱ انجام شد که در این مدل خوراک به اجزاء سبک و سنگین تفکیک می گردید.



شکل ۳. مدل ۵ تکه ای کورلا [15]

مدلهای دیگر ۵ تکه ای توسط لاروکا^۲ و همکاران انجام شد که در آن مدل سه تکه ای و یکمن به وسیله تقسیم تکه مازوت (خوراک) به تکه های آروماتیک، پارافین و نفتا اصلاح شد. هاگلبرگ^۳ و همکاران مدل ۵ تکه ای را به وسیله تقسیم جزء بنزین به پارافین، الفین، نفتا و آروماتیک به مدل ۸ تکه ای تبدیل کردند. مدل پیشرفته پیشنهاد شده به وسیله ژاکوب و همکاران مدل ۱۰ تکه ای بود که اجزاء سبک و سنگین خوراک، پارافین، نفتا و حلقه های آروماتیک و گروههای استخلافی را تشکیل می داد. [16,17,18]

مدلهای پیشنهادی متفاوت برای سیتیک واکنش FCC در جدول ۲ آورده شده است.

¹ Corella
² Laroca
³ Hagelberg

جدول ۲- مدل‌های پیشنهادی برای سینتیک واکنش FCC [18,19,20]

نوع مدل	ارائه دهندگان	گونه‌ها	تعداد ثابت‌های سینتیکی	مزایای هر مدل
سه تکه ای	(۱۹۷۰) ویگمن	۱. مازوت ۲. بنزین ۳. گازهای سبک و کک	۳	<ul style="list-style-type: none"> • معادلات ساده • درصد تبدیل مازوت و بازده بنزین را به طور همزمان مشخص می‌کند.
ده تکه ای	(۱۹۷۶) ژاکوب	۱،۲. پارافین‌ها ۳،۴. نفتا ۵،۶. حلقه‌های آروماتیک ۷،۸. گروه‌های آروماتیک ۹. بنزین ۱۰. گاز و کک	۱۷	<ul style="list-style-type: none"> • درصد تبدیل بنزین قابل پیش بینی است. • سرعت واکنش بعضی از گونه‌ها را می‌تواند محاسبه کند.
شش تکه ای	(۱۹۸۷) تاکاتسوکا ^۱	۱. مازوت ۲. گازهای سبک ۳. بنزین ۴. گاز مایع ۵. کک ۶. روغن سیکلی سبک ^۲	۶	<ul style="list-style-type: none"> • جدا شدن تکه گازها از کک.
چهار تکه ای	(۱۹۸۹) لی	۱. مازوت ۲. بنزین ۳. کک ۴. گازهای سبک	۵	<ul style="list-style-type: none"> • معادلات نسبتاً ساده. • جدا شدن تکه گازها از کک. • تطابق کامل بین تئوری و آزمایش.
پنج تکه ای	(۱۹۹۰) کورلا	۱. مازوت ۲. گازوییل ۳. بنزین ۴. کک ۵. گازهای سبک	۷	<ul style="list-style-type: none"> • گاز و کک به صورت دو تکه جدا از هم هستند.

فصل اول

شرح کامل واحد FCC

۱- شرح کامل واحد FCC

فرآیند شکستن مولکولهای مواد سنگین در سیستم راکتور کاتالیستی بستر سیال^۱ روشی برای تبدیل هیدروکربن های نفتی نسبتاً سنگین به محصولات سبک تر و با ارزش تر (عمدتاً بنزین با عدد اکتان بالا) میباشد. این عمل به وسیله برخورد هیدروکربن های نفتی سنگین با کاتالیست داغی که به شکل پودر می باشد در شرایط خاصی از دما و فشار و در مدت زمان کوتاهی انجام می گیرد. استفاده از کاتالیست باعث می شود که واکنش های شکست مولکولی در فشار پایین (حدود اتمسفر) انجام پذیرد و محصولاتی با کیفیت بالاتر بدست آید. [20]

۱-۱- اجزای تشکیل دهنده واحد FCC

۱-۱-۱- کاتالیست واحد FCC

کاتالیست مورد استفاده پودر دانه دانه و نسبتاً ریزی از سیلیکا آلومینا ($SiO_2 - Al_2O_3$) کریستالین یا زئولیت که یک ترکیب صنعتی است، می باشد. ترکیبات اصلی کاتالیست همان SiO_2 ، Al_2O_3 می باشند و به طور سنتزی (مصنوعی) ساخته می شود. کاتالیست فوق به صورت طبیعی نیز یافت می شود که کیفیت کمتری نسبت به کاتالیست مصنوعی دارد. به علت کوچک و ریز بودن ذرات، کاتالیست دارای دو خاصیت می باشد که این دو خاصیت در مکانیک فرایند واحد FCC بسیار اهمیت دارند، این دو خاصیت عبارتند از:

¹ Fluid Catalytic Cracking

۱- وقتی که به توده کاتالیست جریان کمی از گاز یا بخار آب یا هوا تزریق گردد و یا موقعی که توده ای از کاتالیست در مسیر جریان گازی با سرعت کم قرار گیرد، توده کاتالیست به حالت سیال و روان در می آید و از بسیاری جهات مانند یک مایع عمل می کند، یعنی کاتالیست سیال شده در لوله ها فشار را منتقل نموده و باعث افزایش فشار استاتیکی و جریان در لوله ها می گردد. نام فرآیند FCC از همین خاصیت گرفته شده است.

۲- کاتالیست می تواند کلاً به صورت معلق باشد (معلق در گاز و هوا) و یا به وسیله جریانی از گاز با سرعت بالا، در مسیر افقی یا عمودی حمل گردد و جابه جا شود. با این نوع جریان، کاتالیست به طور قابل ملاحظه ای رقیق می شود. این جریان در انتقال از راکتور به احیاء کننده و بالعکس مورد استفاده قرار می گیرد.

کاتالیست مخلوطی از ذرات با اندازه های مختلف می باشد، کوچکترین ذرات حدود ۲۰-۱۰ میکرون و بزرگترین ذرات از ۸۰ میکرون با بالا می باشد. اندازه مطلوب و ایده آل برای ذرات کاتالیست حدود ۲۰-۸۰ میکرون می باشد.

وجود ذرات بسیار ریز کاتالیست موجب می شود که کاتالیست مصرفی (کاتالیستی که از دودکش به وسیله جریان گازهای سوخته و مواد نفتی خارج می شود) افزایش یابد و مقدار بار سیستمهای بازیافت کاتالیست (سیکلونها) بیشتر می شود. اگر ذرات کاتالیست موجود در سیستم درشت باشد سیال روانی در مخلوط (جامد - گاز) نخواهیم داشت و