



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

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

عنوان:

شبیه سازی نشست کک در مبدل خط انتقال واحد اولفین توسط نرم افزار **Fluent**

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۲
فصل اول: صنعت پتروشیمی و کلیات مربوط به واحد اولفین	۴
۱-۱- صنعت پتروشیمی	۵
۱-۱-۱- صنعت پتروشیمی در ایران	۶
۲-۱- مجتمع‌های پتروشیمی در ایران	۷
۳-۱- مواد اولیه صنعت پتروشیمی	۱۷
۴-۱- فرایندهای شکست حرارتی	۲۱
۵-۱- کوره شکست حرارتی	۲۳
۵-۱-۱- قسمت تشعشع	۲۴
۵-۱-۲- قسمت جابجایی	۲۵
۵-۱-۳- قسمت دودکش	۲۵
۶-۱- فرایند کلی در واحد اولفین	۲۶
۶-۱-۱- مسیر طی خوراک تا کوره	۲۶
۶-۱-۲- مسیر خوراک در کوره	۲۶
۷-۱- مبدل‌های TLE در واحد اتیلن	۲۷
۸-۱- مشخصات اولیه و طراحی‌های مبدل‌های TLE	۲۸
۸-۱-۱- افت فشار در مبدل‌های TLE	۲۹
۸-۱-۲- افت درجه حرارت در مبدل	۲۹
۸-۱-۳- بازیافت حرارتی حاصل از شکست	۳۰
۸-۱-۴- طولانی بودن دوره عملیاتی واحد	۳۰
۹-۱- تفکیک و تخلیص جریان محصولات	۳۱
۱۰-۱- متغیرهای طراحی و کنترل	۳۲
۱۰-۱-۱- بخار رقیق‌کننده	۳۳
۱۰-۱-۲- افت فشار در لوله‌های راکتور	۳۴
۱۰-۱-۳- سرعت جرمی	۳۴
۱۰-۱-۴- نشست کک	۳۵
۱۰-۱-۵- کنترل واحد شکست حرارتی	۳۵
۱۱-۱- سیستم کنترل ساده	۳۶
۱۲-۱- سیستم کنترل خوراک و بخار ورودی	۳۶

۳۷	..... ۱-۱۲-۱- کنترل درجه حرارت...
۳۷	..... ۲-۱۲-۱- کنترل میزان حرارت کوره
۳۷	..... ۳-۱۲-۱- کنترل دمای هیدروکربن‌های خروجی
۳۷	..... ۴-۱۲-۱- کنترل اجزای هیدروکربن‌های خروجی
۳۸	..... ۱۳-۱- سیستم کنترل‌کننده کامپیوتری
۳۸	..... ۱-۱۳-۱- اثر متغیرهای فرایند در سیستم کنترل کامپیوتری
۳۹	..... ۲-۱۳-۱- توصیف سیستم کنترل کامپیوتری
۳۹	..... ۱۴-۱- کنترل‌های پیشرفته

فصل دوم: کلیات مربوط به کک و تشکیل آن

۴۲	مقدمه
۴۳	..... ۱-۲- روش جلوگیری از نشست کک
۴۳	..... ۲-۲- مکانیسم نشست کک
۴۴	..... ۱-۲-۲- تشکیل کک کاتالیتیکی
۴۶	..... ۲-۲-۲- رشد کک موجود
۴۶	..... ۳-۲-۲- تشکیل کک ناشی از تولید پلی‌آروماتیک‌ها در فاز گازی
۶۲	..... ۳-۲- مسیرهای شیمیایی منتهی بر تشکیل کک
۶۳	..... ۴-۲- فاکتورهای مؤثر بر تشکیل کک
۶۳	..... ۱-۴-۲- تأثیر نسبت بخار همراه دما
۶۴	..... ۲-۴-۲- اثر افزودنی‌ها
۶۴	..... ۳-۴-۲- اثر جنس فلز کویل
۶۴	..... ۴-۴-۲- اثر سولفور در کراکینگ گاز
۶۵	..... ۵-۴-۲- اثر نوع خوراک ورودی
۶۷	..... ۵-۲- آزمایش نمونه کک حاصل از کویل‌های آزمایشگاهی

فصل سوم: شبیه‌سازی به کمک روش CFD

۷۰	..... ۱-۳- متدهای پیشگویی
۷۲	..... ۲-۳- CFD چیست
۷۴	..... ۳-۳- چگونگی عملکرد یک برنامه CFD
۷۶	..... ۴-۳- توانایی نرم‌افزار FLUENT
۷۸	..... ۵-۳- آشنایی کلی با نرم‌افزار و قابلیت‌های آن
۷۸	..... ۱-۵-۳- قابلیت‌های برنامه
۸۰	..... ۲-۵-۳- دید کلی از نرم‌افزار FLUENT
۸۰	..... ۶-۳- توپولوژی شبکه

۸۱	..... ۳-۶-۱- مثال هایی از توپولوژی شبکه ها
۸۱	..... ۳-۶-۲- انتخاب نوع شبکه مناسب
۸۲	..... ۳-۷- چشم اندازی از مدل های فیزیکی به کار رفته در FLUENT
۸۳	..... ۳-۷-۱- معادلات مومنتوم و پیوستگی
۸۴	..... ۳-۷-۲- معادلات بقای مومنتوم
۸۴	..... ۳-۷-۳- انتقال حرارت
۸۶	فصل چهارم: شبیه سازی مبدل خط انتقال TLE توسط نرم افزار FLUENT
۸۷	مقدمه
۸۷	..... ۴-۱- هندسه TLE
۸۸	..... ۴-۲- شبکه بندی TLE
۸۸	..... ۴-۳- مشخصات مبدل خط انتقال TLE خوراک اتان
۹۰	..... ۴-۴- روش های حل عددی توسط FLUENT
۹۲	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها
۹۳	نتیجه گیری
۹۴	پیشنهادها
۱۰۸	منابع و مأخذ
۱۰۹	فهرست منابع فارسی
۱۱۰	فهرست منابع لاتین
۱۱۲	چکیده انگلیسی

فهرست جدول‌ها

عنوان	شماره صفحه
جدول ۱-۱ مواد مورد نیاز مجتمع پتروشیمی اراک و محل تأمین آن	۱۱
جدول ۱-۴ شرایط مرزی به کار رفته در مدل	۸۹
جدول ۲-۴ فاکتورهای زیرتخفیف	۹۰

فهرست نمودارها

عنوان	شماره صفحه
۱-۱- محصولات پتروشیمی از اتیلن	۱۸
۲-۱- محصولات پتروشیمی از پروپیلن	۱۹
۳-۱- محصولات پتروشیمی از نرمال بوتیلن‌ها، ایزوبوتیلن و بتادین	۲۰
۴-۱- تاریخچه همگرایی	۹۱
۵-۱- میزان تبدیل C_2H_4 (Mass Fraction)	۹۵
۵-۲- میزان تبدیل C_2H_2 (Mass Fraction)	۹۶
۵-۳- میزان تبدیل C_2H_6 (Mass Fraction)	۹۷
۵-۴- میزان تبدیل C_3H_6 (Mass Fraction)	۹۸
۵-۵- میزان تبدیل C_2H_6 (Mole Fraction)	۹۹
۵-۶- میزان تبدیل H_2 (Mole Fraction)	۱۰۰
۵-۷- میزان تبدیل CH_4 (Mole Fraction)	۱۰۱
۵-۸- میزان تبدیل C_2H_2 (Mole Fraction)	۱۰۲
۵-۹- میزان تبدیل C_2H_4 (Mole Fraction)	۱۰۳
۵-۱۰- میزان تبدیل C_3H_6 (Mole Fraction)	۱۰۴
۵-۱۱- نشست کک	۱۰۵
۵-۱۲- تغییرات دما	۱۰۶
۵-۱۳- تغییرات فشار	۱۰۷

فهرست شکل‌ها

عنوان	شماره صفحه
۱-۱- منحنی تغییرات تولید محصول مایع...	۲۱
۲-۱- منحنی تغییرات نشست کک...	۲۲
۳-۱- شکل ساختمانی کوره	۲۳
۴-۱- تشریح فرایند شکست حرارتی	۲۴
۵-۱- نمودار تغییرات درجه حرارت مبدل بر حسب زمان اقامت	۲۹
۶-۱- کنترل پیش‌خور کوره	۴۰
۱-۲- اثر دما روی سرعت تشکیل کک	۴۹
۲-۲- اثر فشار جزئی هیدروژن روی سرعت تشکیل کک	۵۰
۳-۲- اثر زمان اقامت گاز روی سرعت تشکیل کک	۵۰
۴-۲- دستگاه پیرولیز مجهز به ترموبالانس	۵۶
۵-۲- وابستگی دمایی سرعت تشکیل کک در TLE	۵۸
۶-۲- تزریق ردیاب بین ناحیه کراکینگ و پست کراکینگ	۶۱
۷-۲- تشکیل کک روی صفحه استیلی 5MO3 در ۵۰ درجه سانتی‌گراد	۶۲
۸-۲- ثابت سرعت تجزیه آروماتیک‌های مختلف	۶۳
۹-۲- مونوکسید کربن تولید شده در مقابل زمان در کراکینگ هگزان	۶۶
۱۰-۲- گزینش‌پذیری کک در مقابل دما در کراکینگ هگزان	۶۶
۱-۳- انواع سلول‌های قابل قبول توسط نرم‌افزار	۸۱
۱-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_2H_4 (Mass Fraction)	۹۵
۲-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_2H_2 (Mass Fraction)	۹۶
۳-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_2H_6 (Mass Fraction)	۹۷
۴-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_3H_6 (Mass Fraction)	۹۸
۵-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_2H_6 (Mole Fraction)	۹۹
۶-۵- کانتورهای میزان تبدیل H_2 (Mole Fraction)	۱۰۰
۷-۵- کانتورهای میزان تبدیل CH_4 (Mole Fraction)	۱۰۱
۸-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_2H_2 (Mole Fraction)	۱۰۲
۹-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_2H_4 (Mole Fraction)	۱۰۳
۱۰-۵- کانتورهای میزان تبدیل C_3H_6 (Mole Fraction)	۱۰۴
۱۱-۵- پروفایل نشست کک	۱۰۵
۱۲-۵- پروفایل تغییرات دما	۱۰۶
۱۳-۵- پروفایل تغییرات فشار	۱۰۷

چکیده

تبدیل هیدروکربن‌های اشباع پارافین به هیدروکربن‌های غیر اشباع آلیناتیکی و آروماتیکی از جمله مهم‌ترین فرایندهای پتروشیمی محسوب می‌شود که تحت عنوان شکست حرارتی هیدروکربن‌ها مشهور است. تشکیل کک در کوره‌های پیرولیز صنعتی مسأله‌ای جدی است. کک بر دیواره‌ها و مجرای کوره بین خط انتقال کوره و خط انتقال مبادله‌ای TLE و ورودی چندشاخه‌ای و متعدد TLE رسوب می‌کند. در این پروژه سرعت تشکیل کک توسط سینتیک شکست اتان تنظیم شده در مبدل خط انتقال TLE می‌باشد و به طور خلاصه هدف اصلی این کار، آماده‌سازی مدلی ساده و هدفمند از یک TLE است که در صنعت و مدل‌سازی نشست کک قابل اهمیت است. مدل می‌تواند تأثیر کک را بر روی حرارتی گرمایی هیدرودینامیک و سینتیک لازم از فرایند رسوب را بسنجد.