



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

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

عنوان :

اکسایش زوجی متان در راکتور پلاسمای پالسی با فرکانس بالا

استاد راهنما :

استاد مشاور :

نگارش :

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۱	چکیده
۲	مقدمه
	فصل اول : کلیات
۶	(۱-۱) هدف
۸	(۲-۱) پیشینه تحقیق
۱۰	(۳-۱) روش کار و تحقیق
	فصل دوم : مروری بر مراجع
۱۲	(۱-۲) مروری بر تحقیقات OCM در راکتور پلاسمائی
۱۲	(۱-۱-۲) هاله مثبت-منفی و AC/DC
۲۸	(۲-۲) مکانیسم واکنش OCM در راکتور تخلیه الکتریکی هاله
	فصل سوم - پلازما و منابع تولید پلازما
۳۲	(۱-۳) پلازما چیست
۳۲	(۱-۱-۳) پلازما حالت چهارم ماده
۳۳	(۲-۳) تعریف علمی پلازما
۳۵	(۳-۳) شرایط پایداری پلازما
۳۵	(۱-۳-۳) حفاظ دبای
۳۵	(۲-۳-۳) طول دبای
۳۶	(۳-۳-۳) کره دبای
۳۶	(۴-۳-۳) فرکانس ارتعاشات
۳۷	(۴-۳) پارامترهای پلازما
۳۷	(۱-۴-۳) دانسیته پلازما

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۳۸	۲-۴-۳ دمای پلاسما
۴۰	۱-۲-۴-۳ پلاسمای تعادلی
۴۰	۲-۲-۴-۳ پلاسمای غیرتعادلی
۴۱	۵-۳ منابع تولید پلاسما
۴۱	۱-۵-۳ انواع تخلیه الکتریکی
۴۲	۲-۵-۳ تخلیه الکتریکی تابشی
۴۲	۱-۲-۵-۳ اصول تخلیه الکتریکی
۴۷	۲-۲-۵-۳ خصوصیات تخلیه الکتریکی تابشی
۴۸	۳-۵-۳ تخلیه الکتریکی هاله
۵۰	۱-۳-۵-۳ هاله مثبت
۵۲	۲-۳-۵-۳ هاله منفی
۵۴	۴-۵-۳ تخلیه الکتریکی آرام (DBD)
۵۵	۵-۵-۳ تخلیه الکتریکی رادیو فرکانسی (RF)
۵۸	۱-۵-۵-۳ راکتورهای پلاسمای RF
۵۹	۶-۵-۳ تخلیه الکتریکی مایکروویو
۶۰	۶-۳ انواع راکتورهای پلاسما برای تبدیل متان
۶۰	۱-۶-۳ راکتور پلاسمای حرارتی
۶۱	۲-۶-۳ راکتور پلاسمایی DBD
۶۲	۳-۶-۳ راکتور پلاسمای هاله
۶۴	۷-۳ مقایسه انواع روشهای تبدیل متان در راکتورهای پلاسما

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان مطالب

فصل چهارم : شرح سیستمهای آزمایشگاهی و طراحی آزمایشها

۶۷	۱-۴) شرح سیستم آزمایشگاهی طراحی شده
۶۸	۱-۱-۴) خوراک دهی
۶۹	۲-۱-۴) راکتور
۶۹	۳-۱-۴) نمونه گیری
۷۷	۲-۴) طراحی آزمایشها
۷۸	۱-۲-۴) شناسایی و بیان مساله
۸۳	۲-۲-۴) انتخاب عوامل و سطوح و تعیین متغیرهای پاسخ
۸۴	۳-۲-۴) انتخاب طرح آزمایش
۸۶	۴-۲-۴) انجام آزمایش
۸۸	۳-۴) روش محاسبه در صد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات

فصل پنجم - نتایج و بحث

۹۰	۱-۵) نتایج آزمایشات
۹۳	۲-۵) بررسی اثر کیفی هریک از متغیرها بر پاسخ سیستم
۹۴	۱-۲-۵) نسبت متان به اکسیژن در خوراک ورودی (CH_4/O_2)
۹۷	۲-۲-۵) دبی جریان خوراک ورودی
۹۹	۳-۲-۵) ولتاژ
۱۰۱	۴-۲-۵) فاصله میان الکترودها
۱۰۴	۵-۲-۵) فرکانس پالس
۱۰۶	۳-۵) تعیین متغیرهای مؤثر بر پاسخ سیستم
۱۰۸	۴-۵) تعیین مقدار بهینه پاسخ

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۱۰۹	۵-۵) بررسی میزان پایداری تخلیه الکتریکی در راکتور
۱۱۰	۶-۵) مقایسه نتایج اکسایش زوجی متان در راکتور کرونای پالسی با حالت غیرپالسی
۱۱۰	۵-۶-۱) مقایسه میزان درصد تبدیل متان و گزینش پذیری محصولات C _۲ و بازدهی محصولات
فصل ششم - نتیجه گیری و پیشنهادات	
۱۱۳	۶-۱) نتیجه گیری
۱۲۴	۶-۲) نتیجه گیری نهایی
۱۲۶	۶-۳) پیشنهادات
منابع و ماخذ	
۱۲۸	فهرست منابع فارسی
۱۲۹	فهرست منابع لاتین
۱۳۲	چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

شماره صفحه

عنوان مطالب

۱۴	۱-۲: مقایسه فرایندهای هاله DC مثبت و منفی
۱۵	۲-۲: نتایج فرایندهای تخلیه الکتریکی هاله با استفاده از کاتالیست Sr/La _۲ O _۳
۱۶	۳-۲: نتایج تبدیل پلاسمو کاتالیستی متان با استفاده از ژئولیت
۱۷	۴-۲: تاثیر نسبت CH _۴ /CO _۲ خوراک و دمای گاز بر روی PCMC
۱۷	۵-۲: نتایج PCMC با افزودن هیدروژن به خوراک
۱۸	۶-۲: نتایج PCMC با افزودن هیدروژن به خوراک (کاتالیست NaOH treated Y)
۱۹	۷-۲: تبدیل کاتالیستی پلاسمایی متان بر روی Li/MgO
۲۷	۸-۲: آنتالپی و انتروپی واکنش های مهم برای سنتز هیدروکربن های سنگین
۷۹	۱-۴: پارامترهای سیستم فرایندهای پلاسم
۸۴	۲-۴: آرایه L _{۱۶} تاگوچی برای بررسی پنج پارامتر در چهار سطح
۸۵	۳-۴: طراحی آزمایش ها بر اساس روش طراحی تاگوچی
۸۷	۴-۴: مقادیر مربوط به درصد باز بودن شیر های کنترل در دبی ها و نسبت های آزمایش شده
۹۱	۱-۵: شدت جریان خروجی و مقادیر ترکیبات آنالیز شده در کروماتوگراف گازی
۹۲	۲-۵: شدت جریان مولی اجزا در خروجی از راکتور
۹۳	۳-۵: نتایج درصد تبدیل و درصد گزینش پذیری محصولات در آزمایش ها
۹۴	۴-۵: مقادیر میانگین درصد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات در چهار سطح CH _۴ /O _۲
۹۷	۵-۵: مقادیر میانگین درصد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات در چهار سطح دبی جریان خوراک
۱۰۰	۶-۵: مقادیر میانگین درصد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات در چهار سطح ولتاژ
۱۰۲	۷-۵: مقادیر میانگین درصد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات در چهار سطح فاصله الکترودها

فهرست جدول ها

شماره صفحه

عنوان مطالب

-
- ۸-۵: مقادیر میانگین درصد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات در چهار سطح فرکانس ۱۰۴
- ۹-۵: آنالیز واریانس (ANOVA) و تحلیل نتایج برای بهینه کردن درصد تبدیل متان ۱۰۷
- ۱۰-۵: آنالیز واریانس (ANOVA) و تحلیل نتایج برای بهینه کردن درصد گزینش پذیری ۱۰۷
- محصولات C_2
- ۱۱-۵: آنالیز واریانس (ANOVA) و تحلیل نتایج برای بهینه کردن درصد بازدهی ۱۰۷
- محصولات C_2
- ۱۲-۵: شرایط بهینه خوراک برای تولید مقدار بیشینه درصد تبدیل متان ۱۰۸
- ۱۳-۵: شرایط بهینه خوراک برای تولید مقدار بیشینه درصد گزینش پذیری محصولات C_2 ۱۰۸
- ۱۴-۵: شرایط بهینه خوراک برای تولید مقدار بیشینه درصد بازدهی محصولات C_2 ۱۰۹
- ۱۵-۵: مقایسه میزان درصد تبدیل متان و درصد گزینش پذیری محصولات C_2 و درصد بازدهی ۱۱۰
- محصولات در رآکتور کرونا ی پالسی و غیرپالسی
- ۱۶-۵: درصد افزایش درصد تبدیل متان ، گزینش پذیری محصولات C_2 و درصد بازدهی ۱۱۱
- محصولات در حالت پالسی نسبت به غیر پالسی
- ۱-۶: اثر دما ، دبی سیال ورودی ، انرژی ویژه ورودی و CH_4/O_2 بر درصد تبدیل متان و اکسیژن ۱۱۵

فهرست شکل ها

شماره صفحه

عنوان مطالب

۱۲	۱-۲: راکتور تخلیه الکتریکی هاله
۱۴	۲-۲: واکنش های هاله بر حسب برنامه دمایی
۲۰	۳-۲: اثر نسبت متان به اکسیژن بر درصد تبدیل متان و مصرف انرژی
۲۱	۴-۲: اثر نسبت متان به اکسیژن بر درصد گزینش پذیری
۲۱	۵-۲: اثر زمان اقامت بر درصد تبدیل متان و مصرف انرژی
۲۲	۶-۲: اثر نسبت زمان اقامت بر درصد گزینش پذیری
۲۳	۷-۲: اثر فلز کاتالیست بر روی گزینش پذیری محصولات C_2
۲۴	۸-۲: نمایی از مکانیزم تخمینی واکنشها
۲۶	۹-۲: مکانیزم واکنش تجزیه ای متان در راکتور DBD
۲۶	۱۰-۲: مکانیزم و انرژی واکنشهای جانبی برای تولید رادیکالهای متیل
۳۳	۱-۳: حالت‌های ماده بر اساس دما و انرژی
۳۷	۲-۳: محفظه تخلیه الکتریکی و پارامترهای پلاسما
۴۲	۳-۳: تقسیم بندی پلاسماهای سرد بر اساس عوامل مختلف
۴۳	۴-۳: تخلیه الکتریکی تابشی
۴۴	۵-۳: مشخصه I-V تخلیه الکتریکی تابشی معمولی
۴۷	۶-۳: محفظه تخلیه الکتریکی تابشی
۴۹	۷-۳: تخلیه الکتریکی هاله (صفحه - نقطه)
۵۱	۸-۳: نمایی از کروناهای مثبت ایجاد شده توسط جریان DC
۵۴	۹-۳: طرحی از کروناهای منفی ایجاد شده توسط جریان DC
۵۸	۱۰-۳: انواع راکتورهای پلاسما RF

فهرست شکل ها

شماره صفحه	عنوان مطالب
۶۱	۱۱-۳: راکتور پلاسمایی حرارتی
۶۲	۱۲-۳: راکتور پلاسمای DBD برای تبدیل متان
۶۲	۱۳-۳: راکتور پلاسمای DBD صفحه تخت
۶۳	۱۴-۳: راکتور هاله برای تبدیل متان
۶۷	۱-۴: طرح سیستم آزمایشگاهی راکتور پلاسمای پالسی
۷۰	۲-۴: نمایی از مجموعه آزمایشگاهی راکتور پلاسمای پالسی
۷۲	۳-۴: دستگاه مولد پالس ولتاژ و فرکانس زیاد
۷۳	۴-۴: جعبه مقاومتها
۷۳	۵-۴: اسیلوسکوپ
۷۴	۶-۴: ابعاد راکتور پلاسمای کرونای پالسی مورد استفاده در آزمایش
۷۵	۷-۴: راکتور کرونای پلاسمای پالسی
۷۵	۸-۴: شیر کنترل <i>MFC</i>
۷۶	۹-۴: منبع تغذیه شیر های کنترل
۹۵	۱-۵: نمودار تغییر درصد تبدیل متان در نسبت های مختلف CH_4/O_2
۹۶	۲-۵: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات C_2 در نسبت های مختلف CH_4/O_2
۹۶	۳-۵: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات در نسبت های مختلف CH_4/O_2
۹۸	۴-۵: نمودار تغییرات درصد تبدیل متان در دبی های ورودی مختلف
۹۸	۵-۵: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات C_2 در دبی های ورودی مختلف
۹۹	۶-۵: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات در دبی های ورودی مختلف
۱۰۰	۷-۵: اثر ولتاژ بر درصد تبدیل متان
۱۰۰	۸-۵: اثر ولتاژ بر درصد گزینش پذیری محصولات C_2

فهرست شکل ها

شماره صفحه

عنوان مطالب

۱۰۱	۹-۵: اثر ولتاژ بر درصد گزینش پذیری محصولات
۱۰۲	۱۰-۵: نمودار تغییرات درصد تبدیل متان در فاصله الکترودهای مختلف
۱۰۳	۱۱-۵: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات C_2 در فاصله الکترودهای مختلف
۱۰۳	۱۲-۵: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات در فاصله الکترودهای مختلف
۱۰۵	۱۳-۵: تاثیر فرکانس پالس بر درصد تبدیل متان
۱۰۵	۱۴-۵: تاثیر فرکانس پالس بر درصد گزینش پذیری محصولات C_2
۱۰۶	۱۵-۵: تاثیر فرکانس پالس بر درصد گزینش پذیری محصولات
۱۱۳	۱-۶: درصد تبدیل متان بصورت تابعی از نسبت متان به اکسیژن
۱۱۴	۲-۶: اثر نسبت متان به اکسیژن بر درصد تبدیل متان و مصرف انرژی و درصد گزینش پذیری
۱۱۴	۳-۶: نمودار تغییر درصد تبدیل متان در نسبت های مختلف CH_4/O_2
۱۱۵	۴-۶: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات در نسبت های مختلف CH_4/O_2
۱۱۶	۵-۶: درصد تبدیل متان و اکسیژن بصورت تابعی از زمان اقامت
۱۱۶	۶-۶: اثر نسبت زمان اقامت بر درصد تبدیل متان و اکسیژن و درصد گزینش پذیری محصولات
۱۱۷	۷-۶: نمودار تغییرات درصد تبدیل متان در دبی های ورودی مختلف
۱۱۷	۸-۶: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات در دبی های ورودی مختلف
۱۱۸	۹-۶: اثر ولتاژ بر درصد تبدیل متان
۱۱۸	۱۰-۶: اثر ولتاژ بر درصد گزینش پذیری محصولات
۱۱۹	۱۱-۶: اثر ولتاژ بر درصد تبدیل متان ، درصد گزینش پذیری و درصد بازدهی محصولات
۱۲۰	۱۲-۶: اثر فاصله بین الکترودها بر درصد تبدیل متان و اکسیژن
۱۲۰	۱۳-۶: نمودار تغییرات درصد تبدیل متان در فاصله الکترودهای مختلف
۱۲۱	۱۴-۶: نمودار تغییرات درصد گزینش پذیری محصولات در فاصله الکترودهای مختلف

فهرست شکل ها

شماره صفحه	عنوان مطالب
۱۲۱	۱۵-۶: تبدیل متان نسبت به فرکانس پالس در دمای اتاق
۱۲۲	۱۶-۶: گزینش پذیری هر یک از محصولات تبدیل متان نسبت به فرکانس پالس در دمای اتاق
۱۲۲	۱۷-۶: گزینش پذیری محصولات تبدیل متان نسبت به فرکانس پالس
۱۲۳	۱۸-۶: تاثیر فرکانس پالس بر درصد تبدیل متان
۱۲۳	۱۹-۶: تاثیر فرکانس پالس بر درصد گزینش پذیری محصولات

چکیده :

در این پایان نامه ، اکسیداسیون زوجی متان در رآکتور پلاسمای هاله (کروناای) پالسی در فشار و دمای اتمسفریک بررسی شده است. تخلیه الکتریکی کروناای پالسی با اتصال ده الکتروود نقطه ای و یک الکتروود صفحه ای به دستگاه مولد پالس ولتاژ فرکانس بالا در یک رآکتور استوانه ای شیشه ای از جنس کوارتز تشکیل شد. تاکنون عوامل متعددی بر روی درصد تبدیل متان ، گزینش پذیری محصولات C_2 و بازدهی محصولات C_2 خروجی از رآکتور ، موثر شناخته شده است. در این پژوهش، اثر پنج پارامتر کلیدی با سطوح ذکر شده ، نسبت متان به اکسیژن در خوراک ورودی (۴:۱ ، ۵:۵ ، ۷:۵ ، ۹:۱) ، شدت جریان خوراک (۱۰۰ ، ۲۰۰ ، ۳۰۰ ، ۴۰۰ میلی لیتر بر دقیقه) ، ولتاژ اعمال شده به رآکتور (۱۰ ، ۱۴ ، ۱۶ و ۱۸ کیلوولت) ، فاصله بین الکتروودها (۷ ، ۱۰ ، ۱۲ و ۱۵ میلی متر) و فرکانس پالس (۲۰۰۰ ، ۳۰۰۰ ، ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ هرتز) بر درصد تبدیل متان و گزینش پذیری محصولات C_2 بررسی شده است. به منظور بهینه سازی شرایط فرایند تولید محصولات C_2 ، از یک روش طراحی آماری به نام روش تاگوچی استفاده شده است. با استفاده از روش تاگوچی (آرایه L_{16}) در چهار سطح و نتایج به دست آمده از آن بیشترین درصد تبدیل متان و بازدهی محصولات C_2 به ترتیب ۳۵/۴٪ و ۲۳/۶۴٪ بود که در حد پایین $CH_4/O_2 = 4:1$ و دبی جریان ۱۰۰ میلی لیتر و حد بالای ولتاژ ۱۸ کیلوولت و فاصله الکتروود ۷ میلی متر و فرکانس پالس بالای ۵۰۰۰ هرتز به دست آمد. در ضمن بالاترین درصد گزینش پذیری محصولات C_2 در حد بالای کلیه پارامترها به دست آمد.

واژه های کلیدی : اکسیداسیون زوجی متان ، پلاسما ، تخلیه الکتریکی هاله پالسی ، فرکانس

پالس، درصد تبدیل متان، گزینش پذیری ، بازدهی ، روش تاگوچی