

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مرکز اطلاعات و کتابخانه ملی ایران

به نام خدا

۱۳۷۹ / ۱۲ / ۱۰

دانشکده مهندسی شیمی

سیکلون دو جداره مشبک با جریان برگشتی

افشین فرخنده

۱۵۲۳۴

پروژه کارشناسی ارشد

در رشته

مهندسی شیمی - صنایع شیمیایی معدنی

استاد زاهنما

دکتر منصور شیروانی

شهریور ماه ۱۳۷۹

۳۷۳۰۸۲

چکیده

سیکلونها از اواخر قرن ۱۸ میلادی در صنایع مختلف بکار گرفته شده‌اند. در حال حاضر با توجه به کاربرد وسیع سیکلون‌ها در صنعت و فزونی سختگیری‌های قوانین محیط زیست نیاز به افزایش بازده سیکلون‌ها شدیداً احساس می‌شود.

در این پروژه سعی شده است که با یک بررسی کلی بر روی سیکلون‌ها مطلبی کلی جهت آشنایی شخص مطالعه کننده با سیکلون‌ها ارائه شود. در فصول مختلف این پروژه، چگونگی الگوی جریان در داخل سیکلون، طراحی سیکلون، افت فشار سیکلون، ارائه مدل‌های تحلیلی جهت تخمین بازده سیکلون و مسائل جانبی مختلف مرور شده است. در آخر نیز با توجه به توضیحات آمده در فصول مقدماتی پروژه، یک طرح جدید با عنوان سیکلون دو جداره مشبک با جریان برگشتی ارائه و مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گرفته است.

سپاسگزاری

از کلیه دوستان و اساتید، بخصوص آقای دکتر منصور شیروانی که اینجانب را در به انجام رساندن این پروژه یاری نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

فهرست

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۵	۱- مروری بر سیکلون ها و خصوصیات آنها
۶	۱-۱- بررسی نتایج مدل‌های سیالاتی جریان گاز در سیکلون
۶	۱-۱-۱- روش ترلیندن
۸	۱-۱-۲- روش CFD
۱۰	۱-۱-۳- اثرات مجرا و مخزن جمع‌آوری غبار
۱۳	۱-۲- طراحی سیکلون‌ها
۱۳	۱-۲-۱- روش سیکلون‌های استاندارد
۱۷	۱-۳- افت فشار
۱۸	۱-۳-۱- روش ضریب هد ورودی
۲۲	۱-۳-۲- اثرات بار غبار بر روی افت فشار
۲۳	۱-۴- بازده جداسازی سیکلون
۲۳	۱-۴-۱- تئوری قطر بحرانی
۲۴	۱-۴-۲- تئوری قطر بحرانی لاپل
۲۸	۱-۴-۳- تئوری بازده جداسازی استیرماند
۲۹	۱-۴-۴- طرح یک مسأله
۳۲	۱-۴-۵- تئوری بازده جزئی
۳۴	۱-۴-۶- تئوری بازده جزئی دیتز
۳۹	۱-۴-۷- تئوری بازده جزئی اینلیانگ و یانگمین
۴۱	۱-۴-۸- تئوری بازده جزئی کلیفت - قدیری - هافمن
۴۷	۱-۴-۹- مقایسه نتایج مدل‌های ارائه شده

صفحه	عنوان
۴۹	۱-۴-۱۰- اثرات سیستم جداسازی غبارات بر روی بازده جداسازی سیکلون
۵۱	۱-۴-۱۱- بازده کلی ذرات
۵۲	۱-۴-۱۲- اثرات بار ذرات جامد ورودی بر روی بازده جدا سازی سیکلون
۵۳	۱-۵-۵- ارائه طرحهای جدید سیکلونی
۵۴	۱-۵-۱- جداساز ترکیبی
۵۴	۱-۵-۲- جداساز سلولی
۵۷	۱-۵-۳- پست سیکلون
۵۹	۲- سیکلون دو جداره مشبک با جریان برگشتی
۶۰	۲-۱- مشخصات و مکانیزم سیستم
۶۰	۲-۱-۱- مشخصات سیستم
۶۴	۲-۱-۲- مکانیزم جداسازی
۶۷	۲-۲- داده ها و نتیجه گیری
۷۲	۲-۲-۱- اثرات جریان برگشتی بر بازده سیستم
۷۳	۲-۲-۲- اثرات بار غبار ورودی بر بازده سیستم
۷۴	۲-۲-۳- اثرات برداشتن قسمت مشبک بر بازده سیستم
۷۶	● ضمیمه
۷۸	● لیست علائم
۷۹	● حروف بزرگ
۸۱	● حروف کوچک
۸۳	● علائم یونانی
۸۴	● ماخذ

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۲	۱- دسته‌بندی سیستم‌های جداسازی و محدودیت کارایی آنها از لحاظ اندازه ذرات جامد
۳	۲- انواع مختلف سیکلون از لحاظ ورودی و خروجی
۴	۳- انواع ساختارهای ورودی سیکلون
۷	۱-۱-۱- پروفایل سرعت‌های شعاعی، مماسی و محوری در سیکلون
۸	۱-۱-۲- طرح شماتیک چگونگی جریانهای گردبادی داخلی و خارجی
۹	۱-۱-۳- ترسیم بردار سرعت که از برآیند سرعت شعاعی و محوری به دست می‌آید
۱۰	۱-۱-۴- ترسیم بردار برآیند سرعت‌های شعاعی و محوری در داخل سیکلون با سیستم جداسازی غبار
۱۱	۱-۱-۵- مقایسه الگوی جریان در بالای سیکلون برای مدل‌های مختلف
۱۲	۱-۱-۶- مرز بین دو ناحیه گردبادی داخلی و خارجی برای حالت‌های سیکلون با و بدون سیستم جداسازی
۱۵	۱-۲-۱- سیکلون با ورودی مماسی
۱۵	۱-۲-۲- سیکلون‌ها طرح استاندارد استیرماند
۱۸	۱-۳-۱- نیمرخ فشارهای استاتیکی و دینامیکی در داخل سیکلون
۲۱	۱-۳-۲- اثرات ابعاد مختلف سیکلون بر روی افت اصطکاکی سیکلون
۲۵	۱-۴-۱- سیکلون طرح استاندارد لاپل
۲۶	۱-۴-۲- طرح یک سیکلون خاص
۲۶	۱-۴-۳- منحنی N بر حسب V_i سرعت ورودی گاز
۲۷	۱-۴-۴- منحنی بازده جزئی بر حسب نسبت قطر ذره به قطر بحرانی ذره برای سیکلون طرح استاندارد لاپل
۲۸	۱-۴-۵- منحنی استاندارد بازده جزئی برای سیکلون طرح استاندارد استیرماند
۳۵	۱-۴-۶- طرح شماتیک نواحی مختلف در مدل دیتز
۳۵	۱-۴-۷- آنالیز ترمهای تشکیل‌دهنده مدل دیتز
۳۶	۱-۴-۸- طرح شماتیک سیکلون مورد استفاده در مدل اینلیانگ و یانگمین

- ۳۶ ۹-۴-۱- آنالیز ابعاد نواحی مختلف جریانی در مدل اینلیانگ و یانگمین
- ۴۵ ۱۰-۴-۱- هندسه سیکلون مورد استفاده در مدل کیفیت - قدیری - هافمن
- ۴۵ ۱۱-۴-۱- مقایسه مدل اصلاح شده و نشده لیخت و لایت از لحاظ زمان اقامت گاز
- ۴۸ ۱۲-۴-۱- مقایسه نتایج مدل دیتز و لاپل
- ۴۸ ۱۳-۴-۱- مقایسه مدل دیتز و استیرمات
- ۴۸ ۱۴-۴-۱- مقایسه مدل دیتز و داده‌های تجربی
- ۴۸ ۱۵-۴-۱- مقایسه مدل دیتز و داده‌های تجربی
- ۴۸ ۱۶-۴-۱- مقایسه نتایج مدل اینلیانگ و یانگمین با نتایج مدل‌های دیگر
- ۴۹ ۱۷-۴-۱- مقایسه نتایج مدل کیفیت - قدیری - هافمن با نتایج مدل‌های دیگر
- ۴۹ ۱۸-۴-۱- مقایسه نتایج مدل کیفیت - قدیری - هافمن با نتایج مدل‌های دیگر
- ۵۰ ۱۹-۴-۱- شکل شماتیک ساختار سیکلون بدون سیستم جداسازی و با سیستم جداسازی
- ۵۰ ۲۰-۴-۱- مقایسه نتایج حاصل از مدل کردن بازده سیکلون با سیستم جداسازی و بدون سیستم جداسازی با داده‌های تجربی
- ۵۰ ۲۱-۴-۱- مقایسه نتایج حاصل از مدل کردن بازده سیکلون با سیستم جداسازی و بدون سیستم جداسازی با داده‌های تجربی
- ۵۰ ۲۲-۴-۱- مقایسه نتایج حاصل از مدل کردن بازده سیکلون با سیستم جداسازی و بدون سیستم جداسازی با داده‌های تجربی و نتایج مدل‌های دیگر
- ۵۱ ۲۳-۴-۱- مقایسه نتایج حاصل از مدل کردن بازده سیکلون با سیستم جداسازی و بدون سیستم جداسازی با داده‌های تجربی و نتایج مدل‌های دیگر
- ۵۴ ۱-۵-۱- جداساز ترکیبی
- ۵۵ ۲-۵-۱- جداساز سلولی
- ۵۵ ۳-۵-۱- مقایسه بین بازده دو طرح متفاوت جداساز سلولی

- ۱-۵-۴- سیستم ترکیبی جداسازی غبار متشکل از یک اتاقک ته نشینی و مجموعه ای از سیکلونهای با ورودی محوری که از نوع با بازده بالا بوده و بصورت موازی عمل می کنند ۵۶
- ۱-۵-۵- پست سیکلون ۵۷
- ۱-۵-۶- مقایسه بین منحنی های بازده سیستم قبل و بعد از بکار گیری پست سیکلون ۵۸
- ۲-۱-۱- سیکلون دو جداره مشبک با جریان برگشتی ۶۱
- ۲-۱-۲- نمودار کالیبراسیون خوراک دهنده ۶۳
- ۲-۱-۳- نیروهای وارد بر یک ذره در داخل سیکلون ۶۴
- ۲-۱-۴- جزئیات نیروهای وارد بر ذره در داخل سیکلون ۶۵
- ۲-۲-۱- منحنی های بازده سیستم به ازای وضعیت دریچه تنظیم جریان برگشتی ۷۲
- ۲-۲-۲- منحنی های بازده سیستم به ازای ولتاژ داده شده به خوراک دهنده ۷۳
- ۲-۲-۳- منحنی های بازده سیستم قبل و بعد از برداشتن قسمت مشبک ۷۵

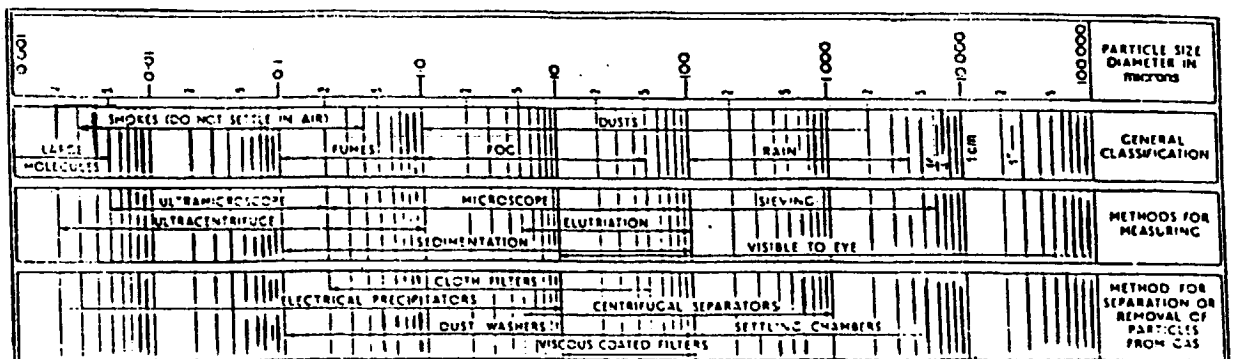
فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۴	۱-۲-۱- هندسه سیکلون‌های استاندارد در طراحی
۲۰	۱-۳-۱- روابط ارائه شده جهت محاسبه ضریب هد ورودی جریان برای بدست آوردن افت فشار
۶۲	۱-۱-۲- ابعاد سیستم سیکلون دو جداره مشبک با جریان برگشتی
۶۲	۲-۱-۲- دبی جرمی خروجی از خوراک دهنده به ازای ولتاژ داده شده برای سیمان و گچ
۶۸	۱-۲-۲- بازده سیستم به ازای میزان بسته بودن دریاچه تنظیم جریان برگشتی، ولتاژ داده شده به خوراک دهنده ۱۴۰ ولت
۶۹	۲-۲-۲- بازده سیستم به ازای میزان بسته بودن دریاچه تنظیم جریان برگشتی، ولتاژ داده شده به خوراک دهنده ۱۸۰ ولت
۷۰	۳-۲-۲- بازده سیستم به ازای میزان بسته بودن دریاچه تنظیم جریان برگشتی، ولتاژ داده شده به خوراک دهنده ۲۲۰ ولت
۷۱	۴-۲-۲- بازده سیستم به ازای میزان بسته بودن دریاچه تنظیم جریان برگشتی پس از برداشتن قسمت مشبک ، ولتاژ داده شده به خوراک دهنده ۱۸۰ ولت

مقدمه

سیکلون ها یکی از انواع سیستم های صنعتی می باشند که کاربرد وسیعی در صنعت دارند، و قدمت استفاده از آنها در صنعت به اواخر قرن ۱۸ برمی گردد، این دستگاهها در کارخانجات مختلف مثل سیمان و آهک و خاک نسوز، بالابراهای غلات و دانه ها، خشک کنها و آسیابها، خشک کنهای حرارتی ذغال سنگ، خشک کن های چرخانه ای، السوار سازی، کلوخه سازی، برشته کردن قهوه و ... بکار می روند. ولی آنچه که به سیکلون ها اهمیت ویژه ای می بخشد به کار گرفتن آنها به عنوان غبار گیر می باشد.

جداسازی ذرات از جریان گاز (غبارگیری) در سیکلون ها با کمک نیروی گریز از مرکز حاصل از جریان یا جریان های گردبادی داخل آنها انجام می گیرد و محدوده اثرگذاری این نیرو همانگونه که در شکل (۱) نشان داده شده است، محدوده ذرات با اندازه های بین ۵-۱۰۰۰ میکرومتر (μm) می باشد. بازده جداسازی سیکلون ها برای ذرات با اندازه زیر ۱۰ میکرومتر پائین است. از دیگر معایب سیکلون ها عدم کارایی آنها در جداسازی ذرات چسبناک می باشد. اما سیکلون ها دارای مزایایی نیز می باشند که در صورت موجود نبودن محدودیت به آنها برتری خاصی نسبت به دیگر

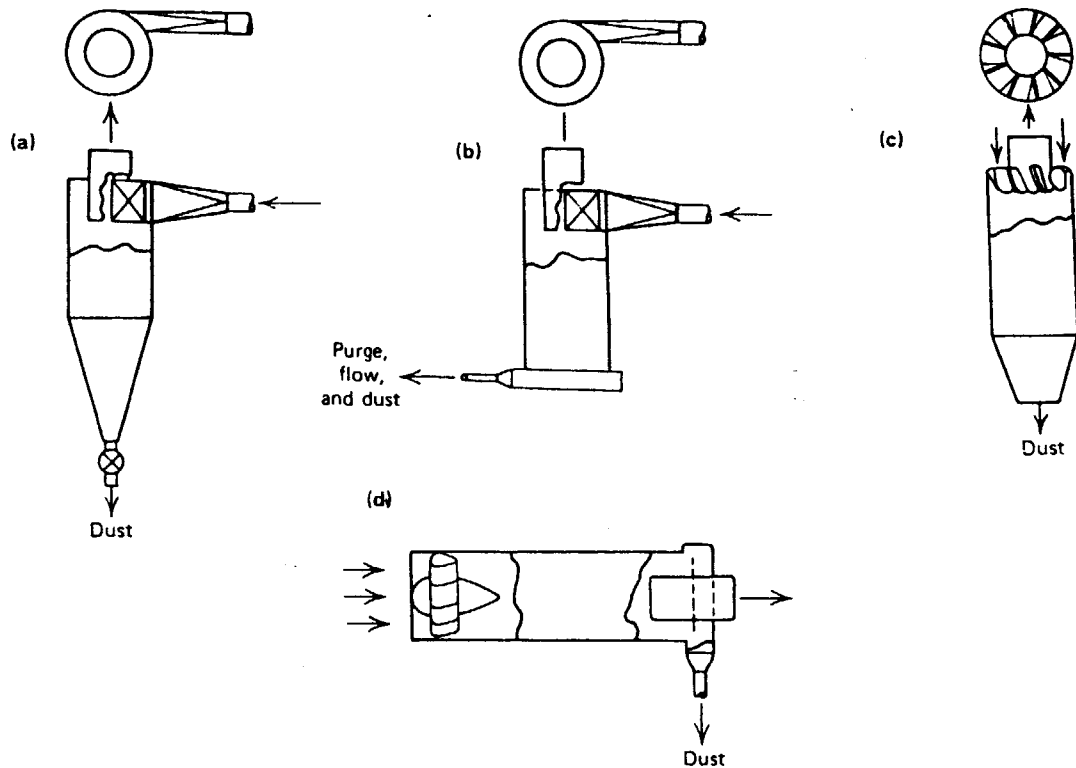


شکل (۱) دسته بندی سیستم های جداسازی و محدودیت کارایی آنها از لحاظ اندازه ذرات جامد

غبارگیرها می‌بخشد که از آن جمله عبارتست از کم‌بودن هزینه ساخت، پایین بودن هزینه تعمیرات و نگهداری، افت فشار پایین، قابلیت کاربرد در دما و فشار بالا، غبارگیری تحت شرایط خشک، سادگی طراحی و در دسترس بودن و حجم کم به لحاظ اشغال فضا می‌باشد [۳].

سیکلون‌ها از نظر شکل ظاهری و چگونگی ورودی به چهار نوع مختلف تقسیم می‌شوند که در شکل (۲)

نمایش داده شده‌اند. ساده‌ترین ساختار برای یک سیکلون تک مرحله‌ای ساختار، شکل (۲a) با ورودی مماسی و



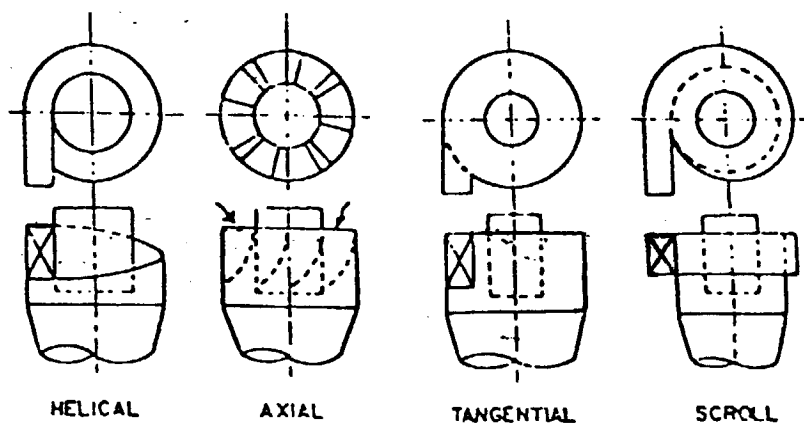
شکل (۲) انواع مختلف سیکلون از لحاظ ورودی و خروجی، (a) ورودی مماسی، خروجی گاز محوری، خروجی غبار

محوری، (b) ورودی مماسی، خروجی گاز محوری، خروجی غبار مماسی، (c) ورودی محوری، خروجی گاز

محوری، خروجی غبار محوری، (d) ورودی محوری، خروجی گاز محوری، خروجی غبار مماسی

خروجی‌های محوری، می‌باشد. ورودی به سیکلون می‌تواند بصورت مماسی و یا محوری باشد در ورودی محوری برای ایجاد جریان گردبادی یک سری پره‌های ثابت در ورودی سیکلون تعبیه می‌شود. همانگونه که در شکل (۳) مشاهده

می‌کنید انواع ساختارهای ورودی به سیکلون نمایش داده شده است که دو ساختار مماسی^۱ و طوماری^۲ از همه بیشتر کاربرد دارند و نوع اول برای سیکلون‌های بابارده بالا و نوع دوم برای سیکلون‌های با ظرفیت بالا و یا معمولی به کار می‌رود [۹].



شکل (۳) انواع ساختارهای ورودی سیکلون

در سالهای اخیر و با تغییر قوانین حفاظت محیط زیست نیاز به غبار گیرهای با قدرت جداسازی بهتر مشاهده می‌شود و در این راستا مطالعه و بررسی سیکلون‌ها نیز ضروری می‌باشد، در این پایان نامه ضمن بررسی و مرور اطلاعات موجود در مورد انواع سیکلون‌ها سعی شده است تا یک سیستم جدید سیکلونی معرفی و مورد بررسی آزمایشگاهی قرار گیرد.

۱- Tangential

۲-Scroll