



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.Sc”

مهندسی شیمی - فرآیند

عنوان :

مدل سازی ریاضی باز یافت انرژی از گازهای زاید پالایشگاهی به

کمک مبدل های صفحه ای

استاد راهنما :

استاد مشاور :

نگارش:

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان مطالب

۱	چکیده
۲	فصل اول : آشنایی با سیستم پیش گرمکن هوا و بررسی روابط انتقال حرارت و افت فشار
۳	۱-۱ مقدمه
۴	۲-۱ رکوپراتورها
۵	۳-۱ انواع رکوپراتورها
۹	۴-۱ بررسی سیستم پیش گرمکن هوا
۱۴	۵-۱ مبدل صفحه‌ای
۲۰	۶-۱ صفحات مبدل صفحه‌ای
۲۳	۷-۱ گذرها و آرایش جریان
۲۵	۸-۱ مشخصه‌های کارکرد مبدل صفحه‌ای
۲۶	۹-۱ مقایسه مبدل پوسته و لوله و صفحه‌ای
۲۷	۱۰-۱ محاسبات هندسی
۲۹	۱۱-۱ بررسی روابط انتقال حرارت و افت فشار در مبدل صفحه‌ای
۳۰	۱۲-۱ روابط مبدل صفحه‌ای تک فازی
۳۱	۱۳-۱ ضرایب انتقال حرارت
۳۳	۱۴-۱ ضرایب افت فشار
۳۵	۱۵-۱ افت فشار کل در مبدل صفحه‌ای
۳۷	۱۶-۱ اثرات زاویه شورون
۴۱	فصل دوم : تئوری مدل سازی عددی جریان در مبدل‌های صفحه‌ای
۴۱	۱-۲ مقدمه
۴۲	۲-۲ معادلات اساسی حاکم بر رژیم جریان آرام
۴۳	۳-۲ معادلات اساسی حاکم بر رژیم جریان درهم

۴۴	۴-۲ تئوری روش های حل دینامیک سیالات محاسباتی
۴۶	۵-۲ روش های حل در <i>Fluent 6.3.26</i>
۴۷	۶-۲ مدل سازی جریان درهم
۴۸	۷-۲ مدل $k-\varepsilon$
۵۷	۸-۲ بررسی رفتار نزدیک دیواره در جریان های مغشوش محصور شده
۶۴	فصل سوم : مدل سازی عددی جریان تک فاز بین صفحات
۶۴	۱-۳ شرایط مسئله و روابط محاسباتی
۶۵	۲-۳ شرایط مرزی
۶۹	۳-۳ بررسی پارامترهای فیزیکی جریان
۷۰	۴-۳ هندسه مدل
۷۴	۵-۳ شبکه بندی صفحات
۷۷	۶-۳ روش حل جریان
۸۱	۷-۳ مراحل حل مسئله
۸۴	۸-۳ نتایج بدست آمده
۱۰۲	فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۰۳	۱-۴ جمع بندی و نتیجه گیری
۱۰۴	۲-۴ پیشنهادات
۱۰۵	پیوست ها
۱۰۶	پیوست (۱)
۱۰۹	پیوست (۲)
۱۱۴	پیوست (۳)

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان مطالب
۱۱۵	منابع و ماخذ
۱۱۵	فهرست منابع فارسی
۱۱۶	فهرست منابع لاتین
۱۱۷	سایت های اطلاع رسانی
۱۱۸	چکیده انگلیسی

فهرست جدول ها

شماره صفحه	عنوان
۲۰	۱-۱ : مواد مورد استفاده در ساخت صفحات مبدل صفحه‌ای
۲۶	۲-۱ : مقایسه مبدل جوشی و واشردار
۳۳	۳-۱ : ضرایب ثابت رابطه افت فشار مبدل صفحه‌ای
۳۵	۴-۱ : ثوابت انتقال حرارت و افت فشار تعدادی از شرایط خاص هندسی (ساندرز)
۴۱	۱-۲ : مقایسه بین تعدادی از کدهای تجاری
۴۲	۲-۲ : مزایا و معایب استفاده از کدهای تجاری با کدنویسی
۶۵	۱-۳ : اطلاعات عملیاتی کوره $H-102$
۷۲	۲-۳ : اطلاعات هندسی مدل‌ها
۷۷	۳-۳ : اطلاعات شبکه‌بندی هندسه P_1
۷۷	۴-۳ : اطلاعات شبکه‌بندی هندسه P_2
۷۷	۵-۳ : اطلاعات شبکه‌بندی هندسه P_3

۱۳	۱-۱ نمودار اثرات گوگرد بر دمای شبنم
۳۸	۲-۱ تجربی ناسلت برحسب زاویه شورون در رینولدز ثابت (مقاله استاسیک)
۳۸	۳-۱ تجربی ضریب فانینگ برحسب زاویه شورون در رینولدز ثابت (مقاله استاسیک)
۳۹	۴-۱ ضریب فانینگ بر حسب عدد رینولدز (مقاله الشافعی)
۳۹	۵-۱ عدد ناسلت بر حسب عدد رینولدز (مقاله الشافعی)
۸۳	۱-۳ تغییرات باقیمانده‌ها برحسب تعداد سعی و خطا برای مدل P_1 (حالت $L-Mesh$)
۸۴	۲-۳ تغییرات y^+ برحسب طول صفحات
۸۹	۳-۳ تغییرات ضریب فانینگ با عدد رینولدز را در مدل P_1
۸۹	۴-۳ عدم وابستگی ضریب فانینگ به تعداد نقاط شبکه مدل P_1
۹۰	۵-۳ تغییرات افت فشار با عدد رینولدز را در مدل P_1
۹۰	۶-۳ تغییرات ضریب فانینگ با عدد رینولدز را در مدل P_2
۹۰	۷-۳ عدم وابستگی ضریب فانینگ به تعداد نقاط شبکه مدل P_2
۹۱	۸-۳ تغییرات افت فشار با عدد رینولدز را در مدل P_2
۹۱	۹-۳ تغییرات ضریب فانینگ با عدد رینولدز را در مدل P_3
۹۱	۱۰-۳ عدم وابستگی ضریب فانینگ به تعداد نقاط شبکه مدل P_3
۹۲	۱۱-۳ تغییرات افت فشار با عدد رینولدز را در مدل P_3
۹۲	۱۲-۳ تغییرات ضریب با عدد رینولدز را در مدل P_1 و P_2 و P_3
۹۳	۱۳-۳ تغییرات افت فشار با عدد رینولدز را در مدل P_1 و P_2 و P_3
۹۴	۱۴-۳ تغییرات عدد ناسلت با عدد رینولدز را در مدل P_1
۹۴	۱۵-۳ عدم وابستگی عدد ناسلت به تعداد نقاط شبکه مدل P_1
۹۵	۱۶-۳ تغییرات عدد ناسلت با عدد رینولدز را در مدل P_2
۹۵	۱۷-۳ عدم وابستگی عدد ناسلت به تعداد نقاط شبکه مدل P_2

- ۹۶ ۱۸-۳ تغییرات عدد ناسلت با عدد رینولدز را در مدل P_3
- ۹۶ ۱۹-۳ عدم وابستگی عدد ناسلت به تعداد نقاط شبکه مدل P_3
- ۹۷ ۲۰-۳ تغییرات عدد ناسلت با عدد رینولدز را در مدل P_1 و P_2 و P_3
- ۹۹ ۲۱-۳ تغییرات دمای هوا در طول صفحه در مدل P_1 و P_2 و P_3
- ۹۹ ۲۲-۳ مقایسه بین مدل P_1 با مدل‌های تجربی
- ۱۰۰ ۲۳-۳ مقایسه بین مدل P_2 با مدل‌های تجربی
- ۱۰۰ ۲۴-۳ مقایسه بین مدل P_3 با مدل‌های تجربی

فهرست اشکال

شماره صفحه

عنوان

۵	۱-۱ نمایی از یک رکوپراتور
۶	۲-۱ رکوپراتور تشعشعی فلزی
۷	۳-۱ رکوپراتورهای پوسته و لوله
۸	۴-۱ رکوپراتور فشرده
۸	۵-۱ رکوپراتور صفحه‌ای
۹	۶-۱ رکوپراتور تشعشعی - جابجایی نامتجانس یا غیرهمگن
۱۰	۷-۱ سیستم‌های پیش‌گرمکن‌های هوای احتراق کوره <i>Balanced Draft</i>
۱۰	۸-۱ سیستم‌های پیش‌گرمکن‌های هوای احتراق کوره <i>Forced Draft</i>
۱۱	۹-۱ سیستم‌های پیش‌گرمکن‌های هوای احتراق کوره <i>Induced Draft</i>
۱۲	۱۰-۱ سیستم‌های پیش‌گرمکن <i>Balanced Draft</i> توسط یک مبدل مستقیم
۱۴	۱۱-۱ نمایی از یک مبدل صفحه‌ای
۱۵	۱۲-۱ نمایی از کندانسورهای صفحه‌ای
۱۶	۱۳-۱ الگوی جریان در این تجهیزات به همراه تجهیزات مکانیکی در مبدل صفحه‌ای
۱۷	۱۴-۱ مبدل صفحه‌ای جوشی مدل <i>TM20</i> شرکت <i>Alfalaval</i>
۱۸	۱۵-۱ نمونه‌ای از این مبدل صفحه‌ای فین‌دار
۱۹	۱۶-۱ مبدل صفحه‌ای لحیم کاری شده
۱۹	۱۷-۱ مبدل صفحه‌ای <i>Fusion-Bonded</i>
۲۱	۱۸-۱ انواع صفحات مورد استفاده در مبدل‌های صفحه‌ای
۲۲	۱۹-۱ نمایش زاویه شورن در مبدل‌های صفحه‌ای
۲۲	۲۰-۱ آرایش‌های مختلف قرار گرفتن صفحات شورون
۲۳	۲۱-۱ نحوه آرایش جریان عبوری از روی صفحات
۲۴	۲۲-۱ انواع گذرها در مبدل‌های صفحه‌ای

۲۶	۲۳-۱ یک مبدل صفحه‌ای می‌تواند جایگزین ۶ مبدل پوسته و لوله
۲۸	۲۴-۱ هندسه شیارهای مبدل‌های صفحه‌ای
۳۷	۲۵-۱ نمایش مسیر جریان در دو هندسه مختلف
۳۸	۲۶-۱ نمای عرضی یک سلول شیار
۵۸	۱-۲ نمایش لایه مرزی
۵۹	۲-۲ دو روش کلی برای مدل کردن دیواره
۶۷	۱-۳ نحوه محاسبه فشار خروجی در روش <i>Density Based</i>
۶۹	۲-۳ شرط مرزی تقارن و نمایی از دیوار دو طرفه
۷۰	۳-۳ هندسه صفحات برای یک مبدل صفحه‌ای
۷۰	۴-۳ مبدل <i>TM20</i> شرکت آلفالاوال
۷۱	۵-۳ اطلاعات طراحی صفحات مبدل <i>TM20</i> شرکت آلفالاوال
۷۲	۶-۳ نمایی از صفحه شورون
۷۵	۷-۳ شبکه‌بندی چهارضلعی (مربعی) مدل P_1 (صفحه تخت)
۷۶	۸-۳ شبکه‌بندی چهارضلعی (مربعی) مدل P_2
۷۶	۹-۳ شبکه‌بندی سه‌ضلعی (مثلثی) مدل P_3
۷۸	۱۰-۳ شماتیک مراحل حل مسئله با استفاده از روش <i>Density Based</i>
۸۴	۱۱-۳ بردار سرعت در هندسه P_1 ($\nu=0.5$)
۸۵	۱۲-۳ بردار سرعت در هندسه P_2 ($\nu=0.5$)
۸۵	۱۳-۳ بردار سرعت در هندسه P_3 ($\nu=0.5$)
۸۶	۱۴-۳ کانتور سرعت در هندسه P_2 ($\nu=0.5$)
۸۶	۱۵-۳ کانتور سرعت در هندسه P_3 ($\nu=0.5$)
۸۷	۱۶-۳ کانتور شدت آشفتگی در هندسه P_2 ($\nu=0.5$)
۸۸	۱۷-۳ کانتور شدت آشفتگی در هندسه P_2 ($\nu=0.5$)
۹۷	۱۸-۳ کانتورهای دمای هوای خروجی مدل P_1
۹۸	۱۹-۳ کانتورهای دمای هوای خروجی مدل P_2
۹۸	۲۰-۳ کانتورهای دمای هوای خروجی مدل P_3

چکیده:

امروزه مبدل‌های صفحه‌ای پس از نوع پوسته و لوله از پرکاربردترین انواع مبدل‌ها به شمار می‌روند. این نوع مبدل‌ها در مقایسه با نوع پوسته و لوله فضای کمتری را اشغال کرده و هزینه نصب کمتری برای نصب دارند. این مزایا باعث شده است تا در بسیاری از محدوده‌های دمایی و فشاری از این مبدل‌ها به جای نوع پوسته و لوله استفاده شود. نتایج بسیاری از فعالیتهای انجام گرفته بر روی مبدل‌های صفحه‌ای بصورت انحصاری و در اختیار شرکت‌های سازنده می‌باشد. بیشتر این فعالیت‌ها بصورت آزمایشگاهی انجام شده است و نکته مشترک در تمام آنها این است که هیچ رابطه کلی برای تمام هندسه‌ها و سیال‌ها وجود ندارد.

در این پایان‌نامه جریان میان صفحات و همچنین انتقال حرارت در این نوع مبدل‌ها بصورت عددی برای حالت تک‌فاز مورد بررسی قرار گرفته شده است، فرآیند مدل‌سازی برای بازیابی انرژی از گازهای زائد پالایشگاهی و پیش‌گرمایش هوای ورودی به محفظه احتراق می‌باشد؛ لذا فاز انتقال حرارت مورد بررسی در مبدل صفحه‌ای بشکل گاز-گاز می‌باشد. بعلاوه با استفاده از مدل جریان آشفته بر روی نوع صفحه تخت و صفحات شیاردار (شورون) نرخ انتقال حرارت و ضریب افت فشار بررسی شده و برای مدل مورد بررسی روابط ناسلت و ضریب افت فشار ارائه شده است. مدل جریان درهم مورد استفاده $k - \epsilon$ می‌باشد در نهایت مدل‌های مورد بررسی نیز با هم مقایسه می‌گردند.