



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب  
دانشکده تحصیلات تكمیلی

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

عنوان :

طراحی و شبیه سازی مخلوط کنهای استاتیکی و تدوین الگوریتم به کارگیری آنها در  
مبدل‌های حرارتی

استاد راهنما :

نگارش :

## فهرست مطالب

عنوان .	صفحه.....
فصل اول- معرفی مخلوط کنهای استاتیکی	۲.....
مکانیسم اختلاط در مخلوط کنهای استاتیکی	۳ .....
کاربردها	۳ .....
جنس مواد ساختمانی آنها	۴ .....
انواع همزن ساکن	۴ .....
فصل دوم- ارزیابی معادلات عملکردی در وسایل اختلاط استاتیکی	
ارزیابی عملکرد مخلوط کنهای استاتیکی	۱۰ .....
فصل سوم مقایسه معادلات عملکردی حرارتی و هیدرولیکی	۲۵.....
فصل چهارم- طراحی و شبیه سازی مخلوط کنهای استاتیکی	
طراحی و انتخاب همزن ساکن	۳۴ .....
طراحی همزن ساکن	۳۵.....
یکنواختی	۳۵ .....
افت فشار	۴۰ .....
انتقال حرارت	۴۳ .....
توزيع زمان اقامت	۴۵ .....
انتقال جرم و اندازه قطرات	۴۶.....
شبیه سازی مخلوط کنهای استاتیکی	۵۰ .....
طراحی مساله	۵۰ .....
مراحل حل مساله	۵۱ .....
روش حل مساله	۵۲ .....
معادلات حاکم	۵۲.....

## عنوان ..... صفحه

هندسه و شبکه بندی.....	54
روش حل.....	55
الگوی جریان.....	57
افت فشار .....	60
فصل پنجم تدوین الگوریتم به کارگیری مخلوط کنهای استاتیکی در طراحی مبدل.....	63
الگوریتم عمومی.....	64
روش طراحی سریع .....	67
ارتباط بین الگوریتم RDA و معادلات عملکردی.....	69
الگوریتم طراحی مبدل.....	73
تأثیر به گارگیری مخلوط کنهای استاتیکی در طراحی مبدل.....	74
نتیجه گیری.....	77
مراجع .....	78

## فهرست جدول ها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
۱-۲.جدول: دامنه کارکرد معادلات تجربی پیش بینی کننده عملکردمخلوط کنهای استاتیکی ارائه شده توسط محققین ..... ۱۵	
۲-۲. جدول: معادلات پیش بینی کننده افت فشار مخلوط کنهای استاتیکی ..... ۱۶	
۳-۲.جدول: معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت مخلوط کنهای استاتیکی ..... ۱۹	
۴-۱. جدول: جدول COV اختلاط براساس توزیع غلظت..... ۳۷	
۴-۲.جدول: راهنمای انتخاب همزن مارپیچ ..... ۳۸	
۴-۳.جدول: راهنمای انتخاب همزن های مارپیچی و همزنهاي اختلاط موثر..... ۳۹	
۴-۴.جدول: اعداد $Ne$ و $NeRe$ در انواع مختلف همزنهاي ساكن ..... ۴۲	
۴-۵.جدول: ثابت‌های $C_1$ و $C_2$ برای روابط ناسلت ..... ۴۳	
۴-۶.جدول: مقایسه نتایج CFD با برخی از معادلات عملکرد هیدرولیکی ..... ۶۱	

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
۵	۱-۱. شکل: انواع همزن‌های ROSS و سایر.....
۷	۲-۱. شکل: انواع مخلوط کن استاتیکی کنیکس .....
۸	۳-۱. شکل: انواع مخلوط کن Sulzer.....
۱۲	۱-۲. شکل: ساختمان یک واحد از اختلاط کننده های استاتیکی .....
۲۶	۱-۳. شکل: مقایسه معادلات فاکتور اصطکاک با اطلاعات تجربی Ishikawa,T.Kamiya .....
۲۷	۲-۳. شکل: مقایسه معادلات فاکتور اصطکاک با اطلاعات تجربی Lecjaks .....
۲۷	۳-۳. شکل: مقایسه معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت.....
۲۸	۴-۳. شکل: مقایسه معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت.....
۲۹	۵-۳. شکل: مقایسه معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت .....
۳۰	۶-۳. شکل: مقایسه معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت.....
۳۰	۷-۳. شکل: مقایسه معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت.....
۳۱	۸-۳. شکل: مقایسه معادلات پیش بینی کننده انتقال حرارت .....
۳۷	۴-۱. شکل: اطلاعات طراحی COV برای همزن مارپیچی.....
۴۸	۴-۲. شکل: یکنواختی در انواع مختلف همزن ساکن به عنوان تابعی از طول وابسته همزن درالف-جريان درهم ب-جريان آرام.....
۴۹	۴-۳. شکل: وابستگی K به عدد رینولدز و قطر لوله.....
۴۲	۴-۴. شکل: عدد نیوتون به عنوان تابعی از عدد رینولدز در انواع مختلف همزن ساکن. ....
۴۳	۴-۵. شکل: مقایسه انتقال حرارت در همزن‌های ساکن در برابر انتقال حرارت لوله معمولی (باز).....
۴۵	۴-۶. شکل: توزیع زمان اقامت در راکتورهای متفاوت .....
۵۴	۴-۷. شکل: مخلوط کن استاتیکی کنیکس.....
۵۶	۴-۸. شکل: همگرایی معادلات در حل عددی جريان .....
۵۷	۴-۹. شکل: توسعه لایه مرزی در سطح مقطعهای متعدد.....
۵۸	۴-۱۰. شکل: کانتور عدد رینولدز به ترتیب در ورودی مقطع میانی و خروجی لیست .....
۵۹	۴-۱۱. شکل: کانتور سرعت در سطح مقطع لوله قبل از اولین جزء.....

## فهرست شکل ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۵۹	۴-۱۲. شکل: کانتور سرعت در سطح مقطع لوله در جزء چهارم
۶۰	۴-۱۳. شکل: کانتور افت فشار در طول لوله
۶۱	۴-۱۴. شکل: مقایسه افت فشار خروجی در لوله باز و حاوی کنیکس
۷۴	۵-۱. شکل: مقایسه $A_{SM}/A_P$ در جریان آرام، گذرا و توربولنت
۷۵	۵-۲. شکل: مقایسه هزینه ساخت مبدل در صورت نصب و یا عدم نصب مخلوط کنهای استاتیکی
۷۶	۵-۳. شکل: تاثیر رژیم جریان بر روی نسبت هزینه ساخت

## چکیده

مبدل‌های پوسته لوله ای پرکاربردترین نوع مبدل‌ها در صنایع می‌باشند. این مبدل‌ها اگرچه دارای معایب و اشکالاتی هستند اما به دلیل مزایایی که فراهم می‌کنند همچنان در بسیاری از شرایط انتخاب اول می‌باشند. لذا با توجه به وسعت کاربرد این مبدل‌ها محققین تلاش‌های فراوانی در جهت توسعه کارایی آنها انجام داده‌اند. در این رابطه از حدود دهه ۶۰ میلادی تا کنون مطالعات و تحقیقات فراوانی به منظور پیدا کردن تکنیک‌هایی برای بالا بردن راندمان حرارتی و بر طرف کردن مشکلاتی نظیر جرم گرفتگی و ... انجام شده است.

در این تحقیق برای بالا بردن راندمان حرارتی درون لوله‌های مبدل از نصب مخلوط کنهاستاتیکی بهره گرفته ایم و با جمع اوری معادلات عملکرد حرارتی و هیدرولیکی برخی از محققین و مقایسه آنها با نتایج تجربی، رابطه ارائه شده توسط Ishikawa-Kamiya توصیه می‌گردد. همچنین شبیه سازی مخلوط کنهاستاتیکی بوسیله محاسبات دینامیکی سیالات در مورد افت فشار، تطابق خوبی را با نتایج معادله مذکور نشان داد. در ادامه با معرفی الگوریتم طراحی سریع مبدل‌های پوسته لوله ای، تاثیر به کارگیری این وسائل در لوله‌های مبدل مورد بررسی قرار گرفت و ملاحظه شد که در رژیم جریان آرام، هزینه ساخت مبدل در افت فشارهای پایین بیشتر است.