



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.SC."

مهندسی شیمی

عنوان:

توسعه و تدوین الگوریتم طراحی مبدل‌های حرارتی فشرده پلیت-فین

استاد راهنما:

نگارش:

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده.....
۲	مقدمه.....
فصل اول معرفی مبدل‌های حرارتی پلیت-فین (ساختمان، کاربردها، محدودیتها)	
۴	۱-۱- مقدمه.....
۵	۲-۱- مبدل‌های حرارتی پلیت فین لحیم کاری شده.....
۶	۱-۲-۱- ساختمان.....
۸	۲-۲-۱- محدودیت‌های عملیاتی.....
۹	۱-۲-۳- کاربردهای اصلی.....
۱۳	۱-۲-۴- کاربردهای خاص مبدل‌های پلیت فین در صنایع فرایندی.....
۱۶	۱-۲-۵- مقایسه با مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله.....
۱۶	۳-۱- مبدل‌های حرارتی پلیت فین اتصال نفوذی.....
۱۶	۱-۳-۱- مقدمه.....
۱۶	۲-۳-۱- ساختمان.....
۱۹	۳-۳-۱- محدودیت‌های عملیاتی.....
۲۰	۴-۳-۱- کاربردهای اصلی.....
۲۰	۴-۱- زمینه‌های تحقیقاتی مورد نیاز جهت توسعه کاربردهای مبدل‌های پلیت-فین در صنایع فرایندی:.....
فصل دوم بررسی روشهای طراحی مبدل‌های حرارتی فشرده	
۲۲	۱-۲- مقدمه:.....
۲۳	۲-۲- روش $\varepsilon - NTU$
۲۶	۳-۲- روش LMTD.....
۳۱	۴-۲- مدل ترموهیدرولیکی (Thermal-Hydraulic Model).....
۳۳	۵-۲- طراحی بهینه مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای.....
۳۴	۲-۵-۱- طراحی بهینه با در نظر گرفتن افت فشار.....
۳۵	۲-۵-۲- طراحی بهینه کامل بدون در نظر گرفتن ویژگیهای افت فشار.....
فصل سوم سطوح گسترش یافته پلیت-فین	
۳۹	۱-۳- مقدمه:.....
۴۱	۲-۳- Offset Strip Fins.....
۴۶	۳-۳- Louvered Fins.....
۴۸	۴-۳- Plain Fins.....
۴۹	۵-۳- Wavy Fins.....

فصل چهارم معیارهای ارزیابی عملکرد و شاخص‌های عملکردی

۵۰	۱-۴- مقدمه
۵۰	۲-۴- معیار ارزیابی عملکرد (PEC)
۵۴	۱-۲-۴- معیار ارزیابی عملکرد Shah
۵۷	۲-۲-۴- معیار ارزیابی عملکرد Soland et al.
۵۹	۲-۳-۴- معیار ارزیابی عملکرد Webb
۶۰	۴-۲-۴- معیار ارزیابی عملکرد Cowell
۷۰	۳-۴- شاخص‌های عملکرد
۷۰	۱-۳-۴- مروری بر شاخص‌های پیشنهادی
۷۲	۲-۳-۴- شاخص عملکرد حجم
۷۸	۳-۳-۴- شاخص VPI اصلاح شده
۷۸	۴-۳-۴- نمایش شاخص اصلاح شده VPI

فصل پنجم الگوریتم طراحی سریع جهت طراحی مبدل‌های حرارتی پلیت-فین

۸۳	۱-۵- روش طراحی سریع (RDA)
۸۴	۲-۵- مدل ترموهیدرولیکی
۸۷	۳-۵- معادلات طراحی حجم
۸۸	۴-۵- الگوریتم طراحی سریع مبدل حرارتی پلیت-فین
۹۱	۵-۵- الگوریتم عملکرد مبدل حرارتی پلیت-فین

فصل ششم معرفی برنامه رایانه‌ای

۹۵	۱-۶- معرفی برنامه رایانه‌ای
۹۵	۲-۶- معرفی داده‌های ورودی به برنامه
۹۵	۳-۶- معرفی خروجی‌های برنامه طراحی
۹۹	۴-۶- معرفی خروجی‌های برنامه عملکرد

فصل هفتم بحث و نتیجه‌گیری

۱۰۰	۱-۷- بررسی نتایج حاصل از برنامه رایانه‌ای برای مبدل پلیت-فین با جریان متقاطع
۱۰۳	۲-۷- بررسی نتایج حاصل از برنامه رایانه‌ای برای مبدل پلیت-فین با جریان ناهمسو
۱۰۶	۳-۷- بررسی نتایج حاصل از کاربرد شاخص عملکرد VPI در طراحی مبدل حرارتی پلیت-فین
۱۰۷	۴-۷- بررسی اثر تغییرات پارامترهای عملیاتی بر روی حجم مبدل حرارتی پلیت-فین
۱۱۰	نتیجه‌گیری کلی
۱۱۲	منابع و مراجع
۱۱۴	علائم و نشانه‌ها
	ضمائم
	ضمیمه الف: برنامه رایانه‌ای
	ضمیمه ب: اطلاعات ترموهیدرولیکی مربوط به سطوح پلیت-فین (صفحات ۱۹۲ تا ۲۰۴ از مرجع [۱۴])
	ضمیمه ج: نمودارهای ε -NTU برای ترکیب‌های مختلف جریان در مبدل‌های حرارتی (صفحات ۶۳ تا ۶۶ از مرجع [۱۴])

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- مبدل حرارتی پلیت-فین آلومینیومی..... ۶
- شکل ۲-۱- ساختمان هسته مبدل حرارتی پلیت-فین آلومینیومی لحیم کاری شده..... ۷
- شکل ۳-۱- ترکیب دفلگماتور مبدل حرارتی پلیت-فین..... ۱۱
- شکل ۴-۱- استفاده از مبدل حرارتی پلیت-فین آلومینیومی بعنوان هسته ریبویلر کتری مانند..... ۱۲
- شکل ۵-۱- ساخت هسته مبدل حرارتی پلیت - فین اتصال نفوذی..... ۱۸
- شکل ۶-۱- المنتهای نمونه مبدل حرارتی پلیت- فین اتصال نفوذی..... ۱۸
- شکل ۷-۱- مبدل حرارتی پلیت- فین آلومینیومی اتصال نفوذی..... ۱۹
- شکل ۱-۲- مبدل حرارتی صفحه‌ای با ترکیب جریان..... ۳۱
- شکل ۲-۲- مبدل حرارتی با افت فشار مجاز ثابت..... ۳۵
- شکل ۳-۲- مبدل حرارتی با پمپ های تحویل..... ۳۷
- شکل ۴-۲- بهینه سازی اقتصادی کامل مبدل حرارتی صفحه‌ای..... ۳۸
- شکل ۱-۳- هندسه یک مبدل حرارتی پلیت فین با جریان متقاطع..... ۳۹
- شکل ۲-۳- سطوح هندسی مبدل حرارتی پلیت فین Webb [1987]..... ۴۰
- شکل ۳-۳- لایه مرزی و منطقه پیامد برای Webb [1987], Offset Strip Fin..... ۴۲
- شکل ۴-۳- مقایسه فاکتور z و f برای Webb [1987], Plain Fin و Offset Strip Fin..... ۴۲
- شکل ۵-۳- نمایش گذار فاکتور z از منطقه آرام Joshi and Webb [1987]..... ۴۴
- شکل ۶-۳- هندسه هسته Louver Fin تک ردیفه Webb [1987]..... ۴۸
- شکل ۱-۴- نمایش V/V_s برای hA و P ثابت با استفاده از مورد VG-1 از جدول ۱-۴..... ۵۸
- شکل ۲-۴- حجم در مقابل توان پمپ برای سطوحی با مقیاس ثابت و انتقال حرارت ثابت..... ۶۴
- شکل ۳-۴- حجم در مقابل توان پمپ برای سطح جلویی و تعداد واحدهای انتقال ثابت..... ۶۷
- شکل ۴-۴- سطح جلویی در مقابل توان پمپ برای حجم و تعداد واحدهای انتقال ثابت..... ۶۸
- شکل ۵-۴- سطح جلویی در مقابل طول جریان برای توان پمپ و تعداد واحدهای انتقال ثابت..... ۶۹
- شکل ۶-۴- VPI بر حسب عدد رینولدز برای سطوح Plain Fin..... ۷۵
- شکل ۷-۴- VPI بر حسب عدد رینولدز برای سطوح Louver Fin..... ۷۵
- شکل ۸-۴- VPI بر حسب عدد رینولدز برای سطوح Offset Strip Fin..... ۷۶
- شکل ۹-۴- VPI بر حسب عدد رینولدز برای سطوح Wavy Fin..... ۷۶
- شکل ۱۰-۴- VPI بر حسب عدد رینولدز- مقایسه انواع مختلف سطوح..... ۷۷
- شکل ۱۱-۴- آثار میزان مقاومت‌های حرارتی در VPI جدید برای Plain Fin 11.11..... ۷۹
- شکل ۱۲-۴- آثار میزان مقاومت‌های حرارتی در VPI جدید برای Louver Fin 3/8-6.06..... ۷۹
- شکل ۱۳-۴- مقایسه VPI جدید برای Ropp=0.0001..... ۸۰
- شکل ۱۴-۴- مقایسه VPI جدید برای Ropp=0.001..... ۸۱
- شکل ۱۵-۴- مقایسه VPI جدید برای Ropp=0.01..... ۸۱

- شکل ۷-۱- نمایش تغییرات حجم مبدل حرارتی پلیت فین با جریان متقاطع ۱۰۷
- شکل ۷-۲- نمایش تغییرات حجم مبدل حرارتی پلیت فین با جریان متقاطع ۱۰۷
- شکل ۷-۳- نمایش تغییرات حجم مبدل حرارتی پلیت فین با جریان ناهمسو ۱۰۸
- شکل ۷-۴- نمایش تغییرات حجم مبدل حرارتی پلیت فین با جریان ناهمسو ۱۰۸

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ انواع مبدل پلیت-فین لحیم کاری شده..... ۱۲
- جدول ۱-۲ کاربردهای مبدلهای حرارتی پلیت-فین لحیم کاری شده..... ۱۳
- جدول ۱-۲ مقایسه بین روشهای LMTD و-ε-NTU..... ۲۸
- جدول ۱-۴ معیار ارزیابی عملکرد برای سیستم تبادل حرارت تک فاز با قطره‌هیدرولیکی ثابت..... ۵۳
- جدول ۲-۴ نسبت‌های بدون بعد در معادلات ۴-۸ و ۴-۹..... ۶۰
- جدول ۱-۷ اطلاعات فرآیندی و خواص فیزیکی برای مسئله طراحی جریان متقاطع..... ۱۰۱
- جدول ۲-۷ طراحی مبدل حرارتی با جریان متقاطع-مقایسه نتایج..... ۱۰۲
- جدول ۳-۷ اطلاعات مربوط به مبدل حرارتی پلیت فین با جریان متقاطع-مسئله عملکرد..... ۱۰۳
- جدول ۴-۷ عملکرد مبدل حرارتی با جریان متقاطع-مقایسه نتایج..... ۱۰۳
- جدول ۵-۷ اطلاعات فرآیندی و خواص فیزیکی برای مسئله طراحی جریان ناهمسو..... ۱۰۴
- جدول ۶-۷ طراحی مبدل حرارتی پلیت فین با جریان ناهمسو-مقایسه نتایج..... ۱۰۵
- جدول ۷-۷ اطلاعات مربوط به مبدل حرارتی پلیت فین با جریان ناهمسو-مسئله عملکرد..... ۱۰۵
- جدول ۸-۷ عملکرد مبدل حرارتی با جریان ناهمسو-مقایسه نتایج..... ۱۰۶
- جدول ۹-۷ مقایسه نتایج حاصل از طراحی به کمک VPI با مبدل مرجع [۱۴]..... ۱۰۷
- جدول ۱۰-۷ مقایسه نتایج حاصل از طراحی به کمک VPI با مبدل مرجع [۷]..... ۱۰۷

چکیده

تحقیق حاضر روشی جهت طراحی مبدل‌های حرارتی پلیت فین ارائه می‌دهد که در آن دستیابی به افت فشار کامل بعنوان هدف طراحی در نظر گرفته شده است. این روش بر اساس توسعه یک مدل ترموهیدرولیکی که رابطه بین افت فشار، ضریب انتقال حرارت و حجم مبدل را ارائه می‌نماید و از الگوریتم طراحی سریع (RDA) استفاده می‌نماید بنا نهاده شده است. یک روش ساده برای انتخاب سریع سطح براساس مفهوم شاخص عملکرد حجم (VPI) و همچنین شاخص توسعه یافته عملکرد حجم، که در آن اثرات سایر مقاومتها نیز منظور شده باشد، ارائه گردیده است. براساس این شاخص جدید سطوحی که حجمهای کوچکتری از مبدل را ایجاد نمایند VPI بزرگتری خواهند داشت. منحنی‌هایی جهت نمایش VPI برای سطوح مختلف برحسب رینولدز عملیاتی رسم شده و سطوح بر اساس VPI مقایسه شده‌اند. انتخاب سطح و طراحی همزمان برای دسترسی به افت فشار کامل با استفاده از نمودارهای VPI و مدل ترموهیدرولیکی محقق می‌شود. الگوریتمهای طراحی برای ترکیب جریان متقاطع و موازی ارائه، براساس آنها برنامه رایانه‌ای جهت طراحی و عملکرد مبدلهای حرارتی پلیت فین تدوین و ارائه شده است. نتایج با موردهای مطالعاتی ذکر شده در تحقیق مقایسه شده‌اند. با استفاده از نمودارهای VPI سطوحی که بیشترین شاخص عملکردی را در محدوده رینولدز عملیاتی دارا باشند انتخاب و با استفاده از برنامه رایانه‌ای، مبدل مورد نظر طراحی شده و حجم کل مبدل به دست آمده است. به این ترتیب مبدلهایی طراحی شده‌اند که حجمهایی تا چندین برابر کوچکتر از حجم موارد مطالعاتی ذکر شده داشته‌اند.