

به نام خدا

**شبیه‌سازی و بهینه‌سازی مبدل حرارتی پوسته-لوله
وامد آروماتیک پتروشیمی نوری توسط نرم افزار
ASPEN HETRON**

مؤلفین

سیروس معصومی

حمید بکائیان

سعید بکائیان

۱۳۹۸

مؤسسه آموزشی تألیفی ارشدان

سرشناسه	معصومی، سیروس، ۱۳۶۹-
عنوان و نام پدیدآور	شبیه‌سازی و بهینه‌سازی مبدل حرارتی پوسته - لوله واحد آروماتیک پتروشیمی نوری توسط نرم‌افزار ASPEN HETRON / مولفین سیروس معصومی، حمید بکانیان، سعید بکانیان.
مشخصات نشر	تهران: موسسه آموزشی تالیفی ارشدان، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۱۶۴ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۲۲-۲۵۱-۳۳۴-۴:
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۱۶۳.
موضوع	نرم‌افزار اسپن هترون Aspen Hetron (Computer software)
موضوع	مبدل‌های گرمایی -- نرم‌افزار Heat exchangers -- Software
شناسه افزوده	کایان، حمید، ۱۳۶۷-
شناسه افزوده	بکانیان، سعید، ۱۳۷۳-
رده بندی کنگره	۶۷۲/۲۶
رده بندی دیویی	۶۷۱/۴۰۲۵
شماره کتابشناسی ملی	۶۰۷۰۷۵۴:



مؤسسه آموزشی تألیفی ارشدان

شبیه‌سازی و بهینه‌سازی مبدل حرارتی پوسته - لوله واحد آروماتیک پتروشیمی نوری توسط نرم‌افزار ASPEN HETRON	نام کتاب: ■
سیروس معصومی - حمید بکانیان - سعید بکانیان	تألیف: ■
آموزشی تألیفی ارشدان	ناشر: ■
اول	ویرایش: ■
اول ۱۳۹۸	نوبت چاپ: ■
www.irantypist.com	حروفچینی و صفحه آرایی: ■
www.irantypist.com	طراح و گرافیکست: ■
۹۷۸-۶۲۲-۲۵۱-۳۳۴-۴	شابک: ■
۱۰۰۰	شمارگان: ■
www.arshadan.com	مرکز خرید آنلاین: ■
www.arshadan.net	مرکز پخش و توزیع: ■
۰۲۱۴۷۶۲۵۵	قیمت: ■
۳۲۰۰۰ تومان	

مقدمه

مبدل‌های حرارتی یکی از اجزا مهم سیستم‌های تبدیل انرژی در صنعت از قبیل صنایع نفت، پتروشیمی، نیروگاه‌های تولید برق، فولاد، چوب و کاغذ، صنایع غذایی، سیستم‌های تهویه مطبوع، سردخانه و ... می‌باشند. لزوم صرفه جویی در مصرف انرژی و جلوگیری از اتلاف آن و همچنین توجه به مسائلی از قبیل آلودگی محیط زیست، اهمیت نقش طراحی مبدل‌های حرارتی را روشنتر می‌سازد.

امروزه سرعت، دقت و حافظه کامپیوترهای شخصی بقدری افزایش یافته است که طراحی کامل ترموهیدرولیکی و مکانیکی مبدل‌های حرارتی را توسط آن‌ها به سهولت می‌توان انجام داد. کامپیوترهای بزرگ بیشتر برای تجزیه و تحلیل پیچیده مانند محاسبات سه بعدی یا بررسی است. نت گذرا و غیر دائم مبدل‌های حرارتی بکار می‌روند. از آنجاییکه در طراحی مبدل‌های حرارتی باز به ماحل متعدد سعی و خطا و حجم زیاد محاسبات، نرم افزارهای کامپیوتری موجود، راهی برای دستیابی به طراحی بهتر و اقتصادی تر در مقایسه با طراحی دستی است ولی نکته قابل توجه این است هیچ نرم افزار کامپیوتری تهیه نشده است که نیاز به کارهای اولیه و کنترل نمایی متخصصین استفاده کننده نداشته باشد. خطر هنگامی رخ می‌دهد که استفاده از نرم افزار روند محاسبات و نحوه آن را که توسط نرم افزار انجام می‌شود، متوجه نشود. بنابراین مهم این است که استفاده کننده خود قادر به انجام محاسبات دستی به منظور دستیابی به بهترین آرایشی اطلاعات ورودی به نرم افزار و کنترل نهایی خروجی‌های برنامه باشد. همچنین برنامه کامپیوتری ممکن است دارای اشتباهاتی باشد که ممکن است منجر به خروجی‌های دارای اشتباه گردد. همیشه بایستی صحت داده‌های ورودی به طور دقیق کنترل گردد. نکته دیگر این است که نرم افزارهای طراحی مبدل‌های حرارتی ممکن است در حدود چهل نقطه مجبور به عملیات تصمیم‌گیری و حدس و خطا باشد، بنابراین $10^{12} \times 1/1 = 2^40$ حالت مختلف در تصمیم‌گیری و محاسبات به وجود می‌آید که امکان آزمایش همه این مسیرها نیست و ممکن است بعضی از مسیرهای محاسبات دارای خطا و اشتباهاتی باشد، بنابر این در تهیه نرم افزارهای طراحی مبدل‌های حرارتی و همچنین مقادیر حدس اولیه در نقاطی که عملیات سعی و خطا انجام می‌شود، بایستی کمال دقت صورت گیرد و استفاده کننده بایستی با محاسبات و طراحی مبدل‌های حرارتی و منطق نرم افزاری که استفاده می‌کند و همچنین تفسیر اطلاعات ورودی و

خروجی برنامه آشنایی کامل داشته باشد. بطور خلاصه می‌توان گفت که نرم افزارهای مبدل‌های حرارتی تنها یک ابزار در دسترس متخصصین به منظور سهولت در محاسبات و صرفه جویی در زمان و دستیابی به طرح اقتصادی تر و دقیقتر بوده و هیچ نرم افزاری در این زمینه در دنیا نتوانسته جایگزین فاکتور انسانی گردد. از جمله نرم افزارهای موجود در این زمینه می‌توان به نرم افزارهای شرکت تحقیقات انتقال حرارت آمریکا (HTRI) و مرکز خدمات انتقال حرارت و جریان سیالات انگلیس (HTFS) اشاره نمود که این دو موسسه به ترتیب از سال‌های ۱۹۶۴ و ۱۹۶۷ فعالیت‌های تحقیقاتی خود را در زمینه مبدل‌های حرارتی آغاز و از نتایج بدست آمده از تحقیقات (که همچنان ادامه دارد) در تهیه و تکمیل نرم افزارهای مبدل‌های حرارتی استفاده می‌نمایند و نرم افزارهای آن‌ها با آزمایشات متعددی روی مبدل‌های حرارتی اثبات شده و روش‌های محاسباتی بکار رفته در آن‌ها نیز در اختیار خریداران قرار داده می‌شود. شرکت‌های متعددی در جهان از نرم افزارهای ذکر شده در طراحی مبدل‌های حرارتی استفاده می‌نمایند.

دسته بندی مبدل‌های حرارتی می‌تواند بر اساس تناوب سیال و یا پیوستگی جریان، پدیده انتقال، میزان فشردگی، ساختمان، ارزش جریان، تعداد سیالات، مکانیزم انتقال گرما و درجه گرمای کار کرد، صورت پذیرد.

بر مبنای پیوستگی و یا تناوب جریان، مبدل‌ها به دو گروه جریان پیوسته و متناوب (مانند بازیاب‌ها) تقسیم می‌شوند.

بر مبنای پدیده انتقال، مبدل‌ها به دو گروه تماس مستقیم و تماس غیر مستقیم تقسیم می‌شوند که گروه دوم خود به سه گروه مبدل‌های ذخیره ای، بستری سالی و انتقال مستقیم تقسیم می‌گردند.

بر مبنای فشردگی، مبدل‌ها به دو گروه غیر فشرده و فشرده^۱ تقسیم بندی می‌شوند که گروه دوم شامل مبدل‌هایی است که نسبت سطح به حجم آن بزرگتر یا مساوی (m^2/m^3) ۷۰۰ می‌باشد.

بر حسب نوع ساختمان، مبدل‌ها به چهار گروه اصلی بازیاب‌ها، مبدل‌های لوله ای، سطوح گسترش یافته و مبدل‌های صفحه‌ای تقسیم بندی می‌شوند. مبدل‌های لوله‌ای خود به سه گروه پوسته لوله ای، دو لوله‌ای و لوله مارپیچی طبقه بندی می‌گردند. مبدل‌های دارای

^۱. Compact Heat Exchangers

سطوح گسترش یافته نیز خود به دو گروه صفحه‌ای پره دار و لوله‌ای پره دار تقسیم می‌شوند. مبدل‌های صفحه‌ای نیز به چهار دسته صفحه مارپیچی، صفحه شاسی یا صفحه‌ای واشر دار، لاملا و صفحه کوئل تقسیم بندی می‌گردند.

بر مبنای آرایش جریان، مبدل‌ها به دو گروه عمده مبدل‌های تک مسیره و چند مسیره تقسیم می‌شوند. نوع تک مسیره شامل انواع جریان موازی، جریان مخالف و جریان عمود بر هم می‌باشند. نوع چند مسیره شامل گروه‌های مخالف عمود بر هم، موازی عمود بر هم و موازی مخالف است.

بر مبنای تعداد سیالات، مبدل‌های یک سیالی، دو سیالی و چند سیالی موجود می‌باشد. بر مبنای مکانیزم انتقال گرما، مبدل‌های تک فاز در دو طرف، یک طرف تک فاز و یک طرف دو فاز، دو طرف دو فاز، مبدل‌های تشعشعی توأم با جابجایی داریم. بر مبنای دمای تارک، سه گروه دمای بالا، دمای متوسط و دمای پایین در نظر گرفته می‌شود.

فهرست مطالب

فصل اول: بررسی ساختاری مبدل‌های حرارتی پوسته - لوله

۱-۱ مقدمه	۱۱
۲-۱ اجزای مبدل‌های پوسته لوله	۱۱
۱-۲-۱ لوله ها	۱۲
۲-۲-۱ پوسته	۱۴
۱-۲-۱ صفحه لوله	۱۶
۴-۲-۱ کانال	۱۶
۵-۲-۱ بافل	۱۶
۶-۲-۱ سر پوسته [۱۴]	۲۰
۷-۲-۱ نازل ها	۲۲
۸-۲-۱ دسته لوله [۱۲]	۲۲
۳-۱ انواع مبدل‌های پوسته- لوله	۲۴
۴-۱ تخصیص جریان ها	۲۶
۵-۱ تعیین نوع و سایز مبدل مطابق با استاندارد TEM	۲۷

فصل دوم: مروری بر نرم افزار شبیه سازی مبدل‌های حرارتی پوسته - لوله (ASPEN HETRAN)

۱-۲ مقدمه	۲۹
۲-۲ نحوه کار نرم افزار Hetran در حالت طراحی	۳۱
۱-۲-۲ بهینه سازی قطر پوسته	۳۲
۲-۲-۲ بهینه سازی فاصله بافل ها	۳۲
۳-۲-۲ بهینه سازی تعداد بافل ها	۳۳
۴-۲-۲ بهینه سازی طول لوله	۳۳
۵-۲-۲ بهینه سازی تعداد گذرهای لوله	۳۳
۶-۲-۲ بهینه سازی تعداد لوله ها	۳۳
۷-۲-۲ بهینه سازی مبدل‌های سری	۳۴

۳۴	۸-۲-۲ بهینه سازی مبدل های موازی
۳۴	۹-۲-۲ محاسبات نازل
۳۴	۱۰-۲-۲ کمترین سرعت سیال
۳۵	۱۱-۲-۲ بیشترین سرعت سیال
۳۵	۳-۲ محیط نرم افزار Aspen Hetran
۳۶	۱-۳-۲ تعریف مساله
۴۱	۲-۳-۲ اطلاعات خواص فیزیکی
۴۷	۳-۳-۲ ساختار مبدل
۵۵	۴-۲-۲ ده های طراحی
۵۹	۵-۳-۲ تغذیه و برد
۶۲	۶-۳-۲ نتایج

فصل سوم: شبیه سازی مبدل حرارتی پوسته-لوله E-956 واحد آروماتیک

پتروشیمی نوری

۶۹	۱-۳ مقدمه
۷۲	۲-۳ شبیه سازی مبدل حرارتی پوسته-لوله E-956 کمک نرم افزار Aspen Hetran
۷۳	۱-۲-۳ مراحل اجرای نرم افزار
۷۴	۱-۱-۲-۳ ورودی
۷۹	۲-۱-۲-۳ نتایج
۸۴	۲-۲-۳ ترسیم نمودارهای مبدل حرارتی با استفاده از نتایج شبیه سازی

فصل چهارم: بهینه سازی مبدل حرارتی پوسته-لوله E-956 واحد آروماتیک

پتروشیمی نوری

۸۹	۱-۴ مقدمه
۹۰	۲-۴ بررسی تاثیر پارامترهای مکانیکی بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی مبدل های پوسته-لوله
۹۰	۱-۲-۴ بررسی اثر قطر پوسته بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی
۹۱	۲-۲-۴ بررسی اثر طول لوله بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی

۳-۲-۴	بررسی اثر تعداد لوله بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۹۳
۴-۲-۴	بررسی اثر فاصله بفل‌ها بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۹۴
۵-۲-۴	بررسی اثر نوع هدهای مبدل بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۹۵
۶-۲-۴	بررسی اثر نوع پوسته مبدل بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۹۸
۷-۲-۴	بررسی اثر نوع تیوب شیت مبدل بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۰
۸-۲-۴	بررسی اثر آرایش لوله‌ها بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۱
۹-۲-۴	بررسی اثر نوع بفل‌ها بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۲
۱۰-۲-۴	بررسی اثر جنس پوسته بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۴
۱۱-۲-۴	بررسی اثر جنس تیوب شیت بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۴
۱۲-۲-۴	بررسی اثر جنس بفل‌ها بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۵
۱۳-۲-۴	بررسی اثر جنس لوله‌ها بر میزان هزینه و شرایط عملیاتی.....	۱۰۶
۳-۴	شبیه سازی مدل حرارتی پوسته-لوله بهینه.....	۱۰۷
۱-۳-۴	تعریف مساحت.....	۱۰۷
۲-۳-۴	اطلاعات خواص فیزیکی.....	۱۰۹
۳-۳-۴	ساختار مبدل.....	۱۱۰
۴-۳-۴	داده‌های طراحی.....	۱۱۴
۴-۴	ترسیم نمودارهای مبدل حرارتی با استفاده از نتایج شبیه سازی.....	۱۱۸

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۱-۵	نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد.....	۱۲۳
-----	---------------------------------	-----

پیوست: نتایج شبیه سازی و بهینه سازی مبدل حرارتی پوسته-لوله ۳-۹-۶ واحد آروماتیک

پتروشیمی نوری

نتایج شبیه سازی.....	۱۳۰
نتایج بهینه سازی.....	۱۴۷

منابع و مآخذ.....	۱۶۵
-------------------	-----