

طراحی و کاربرد مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای

تردآوری و تالیف:

دکتر مجید اسحق نيموری

دکتر نيمافلاح جويباری

دانشگاه علمی تخصصی فناوریهای نوین امل

پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا

سرشناسه	فلاح جویباری، نیما، ۱۳۶۳-
عنوان و نام پدیدآور	طراحی و کاربرد مبدل های حرارتی، صفحهای/گردآوری و تالیف نیما فلاح جویباری، مجید اسحق نیموری.
مشخصات نشر	تهران: اتکا، مرکز تحقیقات و توسعه، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۲۲۷ ص: مصور (بخشی رنگی)، جدول، نمودار.
شابک	۲۰۰۰۰ ریال: ۱-۲۵-۸۲۰۴-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	گرما--انتقال--ابزار و وسایل
موضوع	Heat--Transmission--Instruments
موضوع	مبدل های گرمایی--طرح و ساختمان
موضوع	Heat exchangers--Design and construction
شناسه افزود	اسحق نیموری، مجید، ۱۳۶۳-
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ ط۴/ف۸۳۲۳/ق۳
رده بندی دیویی	۶۲۱/۴۰۱
شماره کتابشناسی ملی	۶۰۱۳



عنوان:	طراحی و کاربرد مبدل های حرارتی صفحهای
مؤلفان یا مؤلف:	نیما فلاح جویباری، مجید اسحق نیموری
ویراستار فنی و ادبی:	جواد راسخ
زمان و نوبت چاپ:	مرداد ۱۳۹۵
شمارگان:	۲۰۰ نسخه
طراح جلد:	نیما فلاح جویباری
شابک:	۱-۲۵-۸۲۰۴-۶۰۰-۹۷۸
بها:	۲۰۰،۰۰۰ ریال

کلیه حقوق چاپ این کتاب محفوظ و متعلق به مرکز تحقیقات، توسعه و کیفیت سازمان اتکا است.

هر نوع تکثیر یا نشر تمام یا بخشی از این کتاب منوط به اجازه کتبی سازمان اتکا خواهد بود.

نشانی: تهران، خ امام خمینی (ره)، خ شهید مرادی، ساختمان شهدای مرکزی اتکا، ط ۲

تلفن: ۰۲۱-۶۱۹۱۵۱۲۴ فکس: ۰۲۱-۶۱۹۱۵۳۵۵ وبسایت: www.etkacc.ir

ایمیل: tec@erdcenter.com

«کار علمی و تحقیقاتی‌تان را جدی بگیرید... دانش خیلی از نیازهای شما در دانشگاه‌ها وجود دارد.»

مقام معظم رهبری

حضرت امام خامنه‌ای (مدظله‌العالی)

مبدل‌های حرارتی وسایلی برای انتقال حرارت بین دو یا چند جریان سیال در دماهای متفاوت هستند. اهمیت مبدل‌های حرارتی در طی ربع قرن گذشته از دیدگاه بقاء انرژی، تبدیل، بازیابی و به‌کارگیری منابع جدید انرژی به‌شدت افزایش یافته است. مبدل‌های حرارتی در مواردی مانند تولید توان، حمل‌ونقل، تهویه و تبرید، بازیابی حرارت، سوخت‌های جایگزین و صنایع مختلف کاربرد دارند و جزء اصلی بسیاری از فرآورده‌های صنعتی هستند. سال‌های اخیر مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای به دلیل اندازه کوچک‌تر، کارایی هیدرولیکی-حرارتی بهتر، هزینه کمتر در مقایسه با مبدل‌های پوسته لوله مرسوم مورد استفاده در صنعت، بیش‌ازپیش مورد توجه قرار گرفته‌اند.

کتاب حاضر به مدتی ساختار و انواع مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای پرداخته و چند نمونه از کاربردهای متفاوت این مبدل‌ها در صنایع را بیان می‌کند. اصول و روش‌های مختلف برای طراحی این مبدل‌ها در این اثر مورد بحث قرار گرفته و راهنمایی‌هایی از آزمایشگاه‌های موجود برای طراحی آن‌ها آورده می‌شود.

این اثر توسط پژوهشگر محترم دکتر نوآوری سازمان اتکا آقای دکتر نیما فلاح جویباری با همکاری و نظارت آقای دکتر مجید اسحق ز موری‌عنا و هیئت علمی دانشگاه تخصصی فناوری‌های نوین آمل تألیف گردیده است. ضمن سپاسگزاری از مؤلف و استاد راهنما، محترم ایشان، امید است این اثر در جهت ارتقا دانش مهندسان و دست‌اندرکاران حوزه انرژی میهن عزیز اسلامی ایران، به‌ویژه سازمان اتکا مفید واقع گردد. انشاء...

محمد مهدی کربلانی

رعامل سازمان اتکا

فهرست

فصل ۱ مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۲-۱ مبدل‌های حرارتی صفحه و قاب ۳

۳-۱ ویژگی‌های کلی ۶

۴-۱ سیر تکاملی مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای ۱۰

۱-۱-۱ مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای گرافیتی دیابون ۱۱

۴-۱ مبدل حرارتی صفحه‌ای دوجداره ۱۲

۱-۴-۱ مبدل ارت صفحه‌ای با شکاف عریض ۱۲

۱-۴-۱ مبدل‌های حرارتی قسمتی جوش شده ۱۴

۱-۴-۱ مبدل حرارتی لایه‌ای جوش شده ۱۴

۱-۴-۱ مبدل‌های حرارتی لایه‌ای تماماً جوش شده ۱۶

۱-۴-۱ مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای مینکس ۲۸

۵-۱ انتخاب و عملکرد ۲۹

فصل ۲ کاربردها ۳۳

۱-۲ کاربرد مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای در صنایع ۳۴

۲-۲ فرآوری مواد غذایی ۳۴

۳-۲ سیستم‌های تهویه و تبرید ۳۶

۴-۲ گرمایش بخش‌های خدماتی و تولید همزمان ۳۸

۵-۲ کاربردهای نفت و گاز فراساحلی ۴۰

۶-۲ کاربردهای دریایی ۴۱

۷-۲ فرآوری شیمیایی ۴۲

۸-۲ کاربرد در صنایع خمیر و کاغذ ۴۶

۹-۲ کاربرد در سیستم‌های انرژی خورشیدی ۴۷

۱۰-۲ کاربردهای دیگر ۴۸

فصل ۳ کارایی حرارتی-هیدرولیکی ۵۱

۱-۳ ساختار کلی مبدل حرارتی صفحه‌ای ۵۲

۵۵.....	۲-۳ جزئیات ساختاری
۵۵.....	۱-۲-۳ الگوی صفحات
۵۶.....	۲-۲-۳ انواع الگوی موج رو صفحات
۵۸.....	۳-۲-۳ صفحات با الگوی چورون
۵۹.....	۴-۲-۳ جنس صفحات
۶۲.....	۵-۲-۳ جنس و اشرها:
۶۶.....	۶-۲-۳ طراحی درگاهها
۶۶.....	۷-۲-۳ قابها
۶۶.....	۸-۲-۳ نازلها
۶۶.....	۹-۲-۳ پیچها
۶۷.....	۱۰-۲-۳ صفحات متصل کننده
۶۷.....	۱۱-۲-۳ اتصال
۶۷.....	۱۲-۲-۳ نصب
۶۷.....	۳-۳ اصول ترمودینامیکی مبادای های حرارتی صفحه ای
۶۸.....	۱-۲-۳ صفحات Low-theta و High-theta
۶۹.....	۲-۳-۳ اختلاط حرارتی
۶۹.....	۳-۳-۳ اختلاط حرارتی با استفاده از صفحات High-theta و Low-Theta
۷۰.....	۴-۳-۳ اختلاط حرارتی با استفاده از صفحات با الگوی افقی و عمودی
۷۱.....	۴-۳ محاسبات مربوط به انتقال حرارت و افت فشار
۷۲.....	۱-۴-۳ سطح انتقال حرارت
۷۲.....	۲-۴-۳ عرض متوسط کانال جریان
۷۳.....	۳-۴-۳ قطر معادل و قطر هیدرولیک صفحات
۷۳.....	۴-۴-۳ ضریب انتقال حرارت:
۷۹.....	۵-۴-۳ افت فشار کانال
۷۹.....	۶-۴-۳ افت فشار در درگاهها:
۸۳.....	فصل ۴ روشهای پایه طراحی
۸۴.....	۱-۴ معادلات پایه طراحی و موازنه انرژی
۹۱.....	۲-۴ روشهای طراحی حرارتی
۹۲.....	۱-۲-۴ روش اختلاف دمای متوسط لگاریتمی

۹۵.....	۲-۲-۴ روش $\varepsilon-NTU$
۹۸.....	۳-۲-۴ روش $P-NTU$
۹۹.....	۳-۴ آرایش جریان یک گذره و چند گذره
۹۹.....	۱-۳-۴ توزیع و آرایش جریان
۹۹.....	۲-۳-۴ جهت جریان
۱۰۰.....	۳-۳-۴ گذرها
۱۰۱.....	۴-۳-۴ تعداد مسیرها در هر گذر
۱۰۱.....	۵-۴ توزیع جریان در چندراهه‌های درگاه‌ها
۱۰۲.....	۳-۳-۴ توزیع جریان در داخل کانال
۱۰۳.....	۷-۲-۴ توزیع مریک‌نواخت جریان
۱۰۴.....	۸-۳-۴ محاسبه افت هیدرولیکی
۱۰۴.....	۴-۴ دسته‌بندی آرایش گذرها
۱۱۰.....	۵-۴ مقایسه عملکرد
۱۱۱.....	۱-۵-۴ اثر صفحات انتهایی
۱۱۲.....	۲-۵-۴ آرایش مسیرها و جهت جریان
۱۱۵.....	۳-۵-۴ تعداد واحدهای انتقال حرارت
۱۱۶.....	۴-۵-۴ نسبت نرخ‌های جریان ظرفیت حرارتی
۱۱۶.....	۶-۴ دستورالعمل انتخاب گذرها
۱۱۷.....	۱-۶-۴ بهترین آرایش در میان شکل‌بندی‌ها
۱۲۱.....	۲-۶-۴ انتخاب بهترین آرایش در میان همه گروه‌ها
۱۲۲.....	۷-۴ ضرایب تصحیح و کارایی
۱۲۹.....	فصل ۵ رسوب‌گیری و رسوب‌زدایی
۱۳۱.....	۱-۵ رسوب‌گیری
۱۳۴.....	۲-۵ اصول فرآیند رسوب‌گیری
۱۳۶.....	۳-۵ مکانیزم‌های رسوب‌گیری
۱۳۷.....	۱-۳-۵ رسوب‌گیری کریستالی
۱۴۰.....	۴-۵ رسوب‌گیری ذره‌ای
۱۴۲.....	۵-۵ رسوب‌گیری شیمیایی
۱۴۴.....	۶-۵ رسوب‌گیری خوردگی

۱۴۵.....	۷-۵ رسوب‌گیری بیولوژیک
۱۴۶.....	۸-۵ رسوب‌گیری انجمادی
۱۴۷.....	۹-۵ کاهش اثرات رسوب‌گیری
۱۴۷.....	۱-۹-۵ تمیزکاری خارج از خط
۱۴۹.....	۱۰-۵ تمیزکاری در خط
۱۵۱.....	۱۱-۵ طراحی مبدل‌های حرارتی با در نظر گرفتن اثرات رسوب‌گیری
۱۵۱.....	۱-۱۱-۵ ملاحظات اساسی
۱۵۵.....	۲-۱۱-۵ طراحی
۱۵۸.....	۱۲-۵ مطالعه موردی:
۱۵۸.....	۱-۱۲-۵ حل مشکل رسوب‌گیری با اصلاح طراحی مبدل حرارتی
۱۵۸.....	۲-۱۲-۵ مبدل
۱۵۹.....	۳-۱۲-۵ طرح فرآیند:
۱۶۰.....	۴-۱۲-۵ طرح مشه
۱۶۱.....	۵-۱۲-۵ راه‌حل:
۱۶۷.....	فصل ۶ اندازه‌بندی و درجه‌بندی مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای
۱۶۸.....	۱-۶ درجه‌بندی
۱۷۵.....	۲-۶ اندازه‌بندی
۱۸۳.....	۳-۶ اختلاط صفحات در مبدل حرارتی صفحه‌ای
۱۸۴.....	۱-۳-۶ حالات حدی در طراحی
۱۸۷.....	۲-۳-۶ درجه‌بندی برای یک مبدل حرارتی صفحه‌ای با مراجع کانال‌های مخلوط...
۱۹۷.....	۳-۳-۶ اندازه‌بندی برای یک مبدل حرارتی صفحه‌ای با طراحی کانال‌های مخلوط...
۱۹۹.....	فصل ۷ طراحی مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای با HTFS ⁺ و CAS
۲۰۰.....	۱-۷ نرم‌افزارهای طراحی مبدل حرارتی صفحه‌ای
۲۰۰.....	۲-۷ نرم‌افزار تجاری HTFS ⁺
۲۰۱.....	۱-۲-۷ Problem Definition
۲۱۱.....	۳-۷ نرم‌افزار CAS (ارائه شده توسط شرکت آلفالاول):