ICHMT2014- HN10102400141

بررسی افزایش نسبت $U_f/\Delta P$ یک مبدل پوسته-لوله توسط تغییر پارامترهای مؤثر در فاصله‌ی بهینه‌شده‌ی بافل‌ها

آرش بدخش[۱]، سمیرا پایان[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک حرارت و سیالات، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، badakhsh.arash@gmail.com
[۲]استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، s.payan.eng.usb@gmail.com

چکیده

در مقاله‌ی حاضر با استفاده از نرم‌افزارهای ASPEN B-JAC و HTFS+ پس از بهینه‌سازی فاصله‌ی میان بافل‌ها، تأثیر دو نوع مختلف بافل، شامل تک‌قسمته و دوقسمته، در سه حالت افقی، عمودی و دوران‌یافته با زاویه‌ی 45° روی نسبت ضریب کلی انتقال حرارت به افت فشار یک مبدل پوسته-لوله بررسی شده است. در این پژوهش از سیال پروپان برای سمت گرم (لوله) و از آب برای سمت سرد (پوسته) استفاده شده است. روش حل مسئله در نرم‌افزار، مجموعه‌ای از روش‌های Taborek و ویلیس-جانستون بوده که به ترتیب برای محاسبه‌ی ضریب انتقال حرارت و افت فشار به کار رفته و با توجه به روش‌های گوناگون موجود جهت محاسبه‌ی ضریب انتقال حرارت و میزان افت فشار در سمت پوسته با سیال تک‌فاز، داده‌ها با روش Bell-Delaware که دقیق‌ترین روابط را داراست مقایسه و اعتبارسنجی شده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده، پس از اعتبارسنجی به بهینه‌سازی فاصله‌ی بافل‌ها پرداخته شده و سپس، اثر نوع، برش و جهت بافل‌ها بر روی افزایش مقدار نسبت $U_f/\Delta P$ در فاصله‌ی بهینه‌شده‌ای از بافل‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. از میان شش حالت بررسی شده با رژیم جریان متلاطم، برای نوع و زاویه‌ی بافل‌ها، نوع دوقسمته‌ی عمودی با هزینه‌ی یکسان نسبت به پنج حالت دیگر در فاصله‌ی بافل مشابه، بهترین حالت بوده و دارای بیش‌ترین نسبت $U_f/\Delta P$ می‌باشد. علاوه بر این، با وجود جریان آرام نیز نوع دوقسمته‌ی بافل از نوع تک‌قسمته‌ی آن با هزینه‌ی یکسان و فاصله‌ی بافل مشابه عملکرد بهتری دارد.

واژه‌های کلیدی

مبدل پوسته-لوله، نرم‌افزارهای ASPEN B-JAC و HTFS+، بهینه‌سازی، نوع و جهت و برش بافل، نسبت $U_f/\Delta P$

مقدمه

مبدل‌های حرارتی جزء جداناپذیر بسیاری از صنایع مهم و حیاتی جهان و ایران بوده و به انواع مختلفی از جمله مبدل‌های صفحه‌ای، فشرده، دو لوله‌ای، حلقوی و ... تقسیم‌بندی می‌شوند. با وجود انواع بسیار متنوع اینگونه سیستم‌ها، مبدل پوسته-لوله به دلیل داشتن نسبت بالای سطح انتقال حرارت به حجم و وزن از کاربرد و اهمیت بیشتری نسبت به سایر انواع مبدل‌های گرمایی برخوردار است. با توجه به اهمیت این نوع مبدل و کاربرد آن در صنایع حساسی از جمله نفت و گاز، پتروشیمی، پالایشگاهی، نیروگاه‌های تولید برق، تبرید، تهویه‌ی مطبوع و ... [۱-۱۲] که از نظر تولید و مصرف انرژی نقش مؤثر و قابل توجهی را در دنیای صنعتی امروزی ایفا می‌کنند، تلاش برای بهینه‌سازی و افزایش کارآیی این نوع سیستم‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. این تلاش‌ها در دهه‌های اخیر به سرعت در حال پیشروی و توسعه بوده و مطالعات بسیاری در این زمینه در حال انجام است. از جمله تحقیقات انجام شده در این‌باره می‌توان به بررسی تأثیر سیالات عامل متفاوت روی یک مبدل پوسته-لوله به منظور بازیابی حرارت خروجی از یک موتور دیزل خودرو توسط حسین و باری در سال ۲۰۱۱ [۱۳]، بررسی تأثیر جهت بافل، برش بافل و ویسکوزیته‌ی سیال روی افت فشار و ضریب انتقال حرارت سمت پوسته‌ی یک مبدل پوسته-لوله با پوسته‌ی نوع E توسط کوروش محمدی در سال ۲۰۱۱ [۱۴]، بهینه‌سازی فاصله‌ی میان بافل‌ها روی انتقال حرارت، افت فشار و هزینه‌ی پیش‌بینی شده در یک مبدل پوسته-لوله توسط فلاوند جوزایی و همکاران در سال ۲۰۱۲ [۱۵]، بهینه‌سازی ضخامت صفحه لوله‌ی یک مبدل پوسته-لوله توسط امی شیرُدکار و سانگیتا بانسُد در سال ۲۰۱۴ [۱۶] و طراحی مبدل حرارتی پوسته-لوله با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی توسط آرجون و گُپو در سال ۲۰۱۴ [۱۷] اشاره کرد.

مبدل‌های حرارتی پوسته-لوله به دلیل داشتن پیچیدگی فیزیکی نسبت به سایر انواع مبدل‌ها دارای پارامترها و عوامل هندسی و حرارتی بسیاری می‌باشند، به گونه‌ای که تغییر هر یک از این پارامترها موجب بهبود یافتن و یا حتی ایجاد اختلال در عملکرد سیستم خواهد شد. از جمله مهمترین پارامترهای هندسی و بسیار مؤثر در کارآیی و راندمان سیستم، بافل‌ها و یا همان مغشوش‌کننده‌ها می‌باشند که در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفته و از نظر تعداد قسمت‌ها و زاویه‌ی دوران برای فاصله‌ی بهینه‌شده‌ای از بافل‌ها مطالعه شده‌اند. نوع تک‌قسمته و دوقسمته‌ی بافل‌های مورد بررسی در حالت افقی به ترتیب در شکل‌های (۱) و (۲) نمایش داده شده‌اند. مشخصات هندسی مبدل در جدول (۱) و خواص ترموفیزیکی مربوط به سمت‌های پوسته و لوله در جدول (۲) نشان داده شده‌اند. با توجه به کاربرد بسیار در صنایع مختلف از جمله استفاده در صنعت تهویه‌ی