

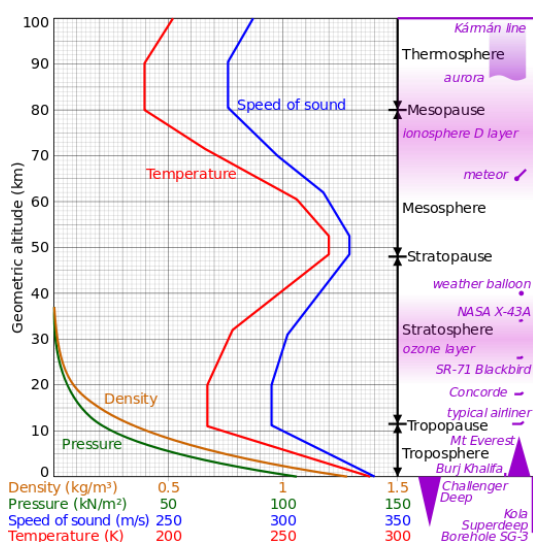
بررسی انتقال حرارت سه بعدی در مبدل حرارتی صفحه‌ای

یحیی شیخ نژاد^۱، ظهیر کریمی^۲، حسین جوپایی قهرودی^۳

^۱دانشگاه صنعتی امیرکبیر، y.sheykhnajad@aut.ac.ir

^۲دانشگاه علمی کاربردی، zahirkarimi7@gmail.com

^۳دانشگاه آزاد علوم تحقیقات، h.joopaii@gmail.com



شکل ۱: تغییرات دما، فشار، چگالی در ارتفاع‌های مختلف از جو زمین

تحلیل رفتار هیدرولیکی و حرارتی جریان سیال و نیز پیش‌بینی نتایج حاصل از تغییر شرایط مرزی و مشخصات ترموهیدرودینامیکی سیال در مکان‌های مختلف درون هندسه مورد بررسی، تنها با حل معادلات حاکم امکان پذیر است. معادلات حاکم شامل مجموعه‌ای از معادلات مشتقات جزئی غیرخطی کوپل هستند که در حالت کلی هیچ جواب تحلیلی برای آنها یافت نشده است. معادلات حاکم بر جریان آرام و پایای سیال تراکم‌ناپذیر و نیوتنی شامل معادله پیوستگی:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) = 0 \quad (1)$$

معادله ممتم:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho u^2 - \eta \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho uv - \eta \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho uw - \eta \frac{\partial u}{\partial z}) = -\frac{\partial p}{\partial x} \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uv - \eta \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v^2 - \eta \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho vw - \eta \frac{\partial v}{\partial z}) = -\frac{\partial p}{\partial y} \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho uw - \eta \frac{\partial w}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho vw - \eta \frac{\partial w}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w^2 - \eta \frac{\partial w}{\partial z}) = -\frac{\partial p}{\partial z} \quad (3)$$

و معادله انرژی:

$$\frac{\partial}{\partial x}(\rho CuT - k_{th} \frac{\partial T}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho CvT - k_{th} \frac{\partial T}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho CwT - k_{th} \frac{\partial T}{\partial z}) = 0 \quad (4)$$

است که می‌بایست همزمان باهم حل شوند.

فرضیات حاکم بر مسئله

باید به این نکته‌ی مهم توجه داشت که جریان هوا در شرایط عادی (حداقل تا ارتفاع ۱ کیلومتر از سطح دریا و در شرایط غیر طوفانی)

چکیده

در این پژوهش به بررسی سه بعدی عددی انتقال حرارت جابجایی اجباری در مبدل حرارتی صفحه‌ای سه لایه‌ای پرداخته شد. معادلات حاکم بر جریان سیال شامل پیوستگی، ممتم و انرژی با روش حجم محدود گسسته‌سازی شد و با الگوریتم سیمیل پاتانکار برای بدست آوردن مشخصات جریان در شبکه‌ی جابجا شده حل گردید. حل عددی به روش تکراری تا رسیدن به همگرایی در شرایطی که مجموع خطاهای تمام سلول‌ها برای هر معادله کمتر از 10^{-3} باشد، انجام شد.

واژه‌های کلیدی

انتقال حرارت جابجایی، مبدل حرارتی صفحه‌ای، دینامیک سیالات محاسباتی.

مقدمه

این مبدل که جزو مبدل‌های صفحه‌ای دسته‌بندی می‌شود، قرار است که محصولات احتراق را در دمای بالا، نزدیک به ۸۰۰ درجه فارنهایت، گرفته و توسط هوای سرد محیط، که در ارتفاع ۲۰۰۰۰ پا ۲۵۰ کلوین یا ۲۳۱.۱۵- درجه سانتی‌گراد است، به هوای معتدل جهت گرمایش تجهیزات تبدیل نماید. هوای داغ با سرعت ۵۰۰ متر بر ثانیه در دمای ۸۰۰ درجه فارنهایت و فشار ۱۹۰ بار، از لوله‌ای با قطر ۱۱.۵ سانتی‌متر به سمت مبدل حرارتی انتقال می‌یابد. سرعت هوای سرد ورودی به مبدل حرارتی در حدود ۷۰۰-۹۰۰ کیلومتر بر ساعت خواهد بود. همچنین ارتفاع کاری برای این مبدل حرارتی بین ۲۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ پا، بسته به شرایط و موقعیت، برآورد می‌شود. قابل ذکر است که هوای سرد پس از عبور از مبدل حرارتی دوباره به هوای بیرون (محیط) تخلیه می‌شود.

جدول ۱: شرایط مرزی ورودی مبدل حرارتی

گرم	سرد	
190 bar	42 KPa	فشار
800 F	250 K	دما
500 ft/s	700 Km/h	سرعت
6/177 Kg/m ³	0/64 Kg/m ³	چگالی
3/332*10 ⁻⁵ Kg/m.s	1/488*10 ⁻⁵ Kg/m.s	ویسکوزیته