

Abstract

A problem of transient laminar natural convection heat transfer from a heated plane wall to a thermally linear stratified media is investigated. A numerical solution is obtained by using the finite difference method with the aid of alternating direction implicit method. Calculations carried out for water ($Gr=10^6$ and $Pr=6$) and air ($Gr=10^5$ and $Pr=0.7$), for a wide range of thermal stratification levels ($S = 0$ to 2). Both, constant wall temperature and constant heat flux cases are considered. The temperature of plane wall is taken as $T_w = 34^\circ\text{C}$ in the case of isothermal wall, and $q_w=250 \text{ W/m}^2$ for a constant heat flux value in the case of constant heat flux, while the ambient temperature is taken $T_\infty = 20^\circ\text{C}$ as an initial value. It is found that the thermal stratification causes a decrease in the temperatures and velocities of the medium. It is found also that increasing the value of thermal stratification parameter S , causes a decrease in the local Nusselt number and hence a decrease in the average Nusselt number until approaching zero at $S=1.5$. A reverse flow and temperature defect is observed at high levels of thermal stratification (S values among 1 and 2), and a horizontal plume appears at values of $S>1$ and forms at the middle of the plane wall at $S=2$, where the wall temperature T_w equals to the adjacent fluid temperature $T_{\infty,N}$, as well as no heat will be transferred. The effect of wall inclination and its contribution in increasing and decreasing temperatures and velocities is investigated. It is found that the inclination of the wall reduces the effect of thermal stratification on the temperatures and velocities of the media, and when S values approaching 1, this effect will be at its minimum. The results are verified and compared with earlier studies, and found in good agreement.

"انتقال الحرارة العابر بالحمل الحر من جدار مستوي الى وسط متدرج حرارياً"

أحمد طه ابراهيم العبدالله

الخلاصة

يتناول هذا البحث دراسة انتقال الحرارة العابر بواسطة الحمل الحر الطباقى من سطح جدار مستوي مسخن الى وسط متدرج حرارياً (Thermally Stratified Media). تم الحصول على النتائج من خلال استخدام الحل العددي بطريقة الفروقات المحددة وباستخدام طريقة الاتجاه المتناوب الضمنية. شملت الدراسة كل من الماء ($Gr=10^6$, $Pr=6$) والهواء ($Gr=10^5$, $Pr=0.7$) ولمدى واسع من مستويات التدرج الحراري ($S=0$ الى $S=2$) ولحالاتي الجدار المتساوي في درجة الحرارة والجدار المتساوي في الفيض الحراري، بحيث ان درجة حرارة الجدار المستوي كانت ($T_w=34^\circ C$) لحالة الجدار المتساوي في درجة الحرارة، و ($q_w=250 W/m^2$) كقيمة للفيض الحراري لحالة الجدار المتساوي في الفيض الحراري ودرجة حرارة للوسط ($T_\infty=20^\circ C$). فقد وجد ان التدرج الحراري يسبب انخفاضاً في درجات الحرارة والسرع للوسط، وكذلك فان زيادة قيمة عامل التدرج الحراري (Thermal Stratification Parameter S) يسبب انخفاضاً في قيمة عدد نوسلت الموضعي وبالتالي تنخفض قيمة متوسط عدد نوسلت الى ان تقترب من الصفر عندما يكون ($S=1.5$). لوحظ ايضاً انه عند المستويات العالية للتدرج الحراري (قيم S بين 1 و 2) يحدث جريان عكسي وكذلك ارتداد في قيم درجات الحرارة، حيث يبدأ ظهور الريشة (Plume)، وتتشكل بشكل أفقي في منتصف الجدار عند