University of Mosul

College of Engineering

Conjugate Convection Heat Transfer in a Porous Cavity Enclosed by Three Hot Solid Walls

Noor Hisham Ali Al-Dulaishy

M.Sc. Thesis
In Mechanical Engineering/ Thermal and Fluid Engineering

Supervised By
Professor

Amir Sultan Dawood

٢٠١٩ A.D. **١٤٤٠ A.H**

Abstract

This numerical study examined the conjugate natural convection heat transfer in a porous medium enclosed by three hot solid walls. These walls are kept at constant high temperature T_h while the right side was exposed to constant low temperature T_c. The study assumed non-darcy model to represent the momentum conservation equation to describe the flow through the porous medium. For the purpose of conducting numerical analysis of the equations for (energy, momentum, continuity), they have been converted to non-dimensional forms., and then using the finite difference techniques to solve them depending on the implicit iteration methods with relaxation factor (Line Successive Over Relaxation, LSOR).

The parameters considered in this study are the ratio of the solid thermal conductivity to the porous medium thermal conductivity between (٠.١ and ١٠), Rayleigh number between (١٠٠ and ١٠٠٠), wall thickness ratio (the ratio of the horizontal wall thickness to the vertical wall thickness) with three values of (٠.٤, ١, and ١.٦), and the aspect ratio with values of (٠.٥, ١, and ٢).

The results shows that the increase in the thermal conductivity ratio leads to an increase in the average Nusselt number, especially at the values between ٠.١ and ١, and then this effect decreases by this ratio. The Rayleigh number has the same effect, as the average Nusselt number increases with the increase of Rayleigh number and its influence with it increases with the increase of the thermal conductivity ratio, and is less affected by the increase in the wall thickness ratio. On the contrary, it was found that the average Nusselt number is inversely proportional to the thickness of the wall surrounding the porous cavity., especially when the value ranges between ١ and ١.٦. And the same effect of the aspect ratio of the shape as the increase in the aspect ratio leads to decreases in the average Nusselt number especially when the Rayleigh number increases.

الخلاصة

تناولت هذه الدراسة العددية عملية انتقال الحرارة بالحمل المرفق خلال فجوة مسامية محاطة بثلاث جدران صلبة ساخنة عند درجة حرارة ثابتة والمتمثلة ب Th بينما كانت الجهة الرابعة معرضة الى درجة حرارة ثابتة ومنخفضة متمثلة ب Tc. وقد افترضت هذه الدراسة الانموذج اللادارسي لتمثيل معادلة حفظ الزخم لوصف الجريان خلال الوسط المسامي. ولغرض اجراء التحليل العددي لمعادلات (حفظ الزخم وحفظ الطاقة والاستمرارية) تم تحويلها الى صيغها اللابعدية ومن ثم استخدام تقنيات الفروق المحددة لحلها بالاعتماد على طرق التكرار الضمنية (LINE Successive Over Relaxation) وباستخدام عامل التسريع.

وقد درس في هذا البحث تاثير كل من نسبة الموصلية الحرارية للجدار الصلب والمادة المسامية والمحصورة قيمها بين (٠.١ و ١٠) وعدد رايلي بقيم تتراوح بين (١٠٠ و ١٠٠٠) ونسبة سمك الجدار (نسبة سمك الجدران الافقية الى سمك الجدار العمودي) بقيم محصورة بين (٠.٤ و ١.٦) وذلك بدراسة تاثير ثلاث قيم من نسبة الباعية للشكل والمتمثلة بالقيم (٠.٥ و١ و٢).

وقد اوضحت النتائج ان التزايد في نسبة الموصلية الحرارية يودي الى زيادة معدل عدد نسلت وخاصة عند القيم المحصورة بين (٠.١ و١) ومن ثم ينخفض تاثرها بهذه النسبة. وقد كان لعدد رالي نفس التاثير حيث لوحظ ان معدل عدد نسلت يتزايد بزيادة عدد رالي ويزداد تاثره به بزيادة قيمة نسبة الموصلية الحرارية ويقل تاثره بزيادة نسبة سمك الجدار. وعلى العكس من ذلك وجد ان معدا عدد نسلت يتناسب عكسيا مع نسبة سمك الجدار المحيط بالفجوة المسامية ولاسيما عند القيم التي تتراوح بين (١ و١.٦). وقد لوحظ نفس ذلك التاثير للنسبة الباعية للشكل حيث ان زيادة النسبة الباعية تؤدي الى انخفاض معدل عدد نسلت ولاسيما عند زيادة عدد رالي.

جامعة الموصل
كليـــــــة الهندسة

انتقال الحرارة بالحمل المرفق لفجوة مسامية محاطة بثلاث جدران صلبة ساخنه

نور هشام علي الدليشي

رسالة ماجستير علوم

في الهندسة الميكانيكية/ هندسة الموائع والحراريات

بإشراف

الأستاذ

د. أمير سلطان داؤد

ربيع الاول/ ١٤٤٠ هـ تشرين الثاني /٢٠١٩ م