تحليلات نقل الحرارة بالحمل الحراري المختلط الرقائقي في الحلقات الافقية باستخدام مائع نانوي هجين

إعداد

رياض بن فايز بن صغير الياسي

رسالة مقدمة لاستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير في العلوم

(الهندسة الميكانيكية / هندسة القوى الميكانيكية)

إشراف

د. نذر الإسلام عبدالحفيظ

د. راضي عبدالمنعم السلمي

كلية الهندسة

جامعة الملك عبدالعزيز

المملكة العربية السعودية

١٤٤٤/٢٠٢٢

المستخلص

يمكن تحسين نقل الحرارة من خلال استخدام منهجيات وتقنيات مختلفة ، مثل زيادة سطح نقل الحرارة أو معامل نقل الحرارة بين السائل والسطح الذي يسمح بمعدلات نقل حرارة عالية في حجم صغير. يمكن أن يوفر السلوك الحراري المعزز للموائع النانوية أساسًا لابتكار ضخم في تكثيف نقل الحرارة. في الآونة الأخيرة ، نوع جديد من الموائع النانوية ، يُعرف باسم السائل النانوي الهجين ، والذي يتكون من مزيج من جسيمتين نانويتين مختلفتين معلقة في السائل الأساسي مثل الماء على سبيل المثال. تتناول الدراسة الحالية تحليلات انتقال الحرارة بالحمل الحراري المختلط الرقائقي في الحلقات الأفقية باستخدام المائع النانوي الهجين. حالة الحدود الحرارية لتدفق الحرارة المستمر عند الجدار الداخلي والجدار الخارجي متساوي الحرارة. تم اعتماد الخوارزمية العددية المبسطة في الدراسة الحالية. يتكون السائل النانوي الهجين من الماء كسائل أساسي و $Ag\text{-}TiO_2$ كجسيمات نانوية. يتم الحفاظ على نسبة Ag إلى TiO_2 على أنها ١: ٣. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو حساب المحور ثلاثي الأبعاد عدديًا - متماثل ، غير قابل للضغط ، ثابت ، التدفق الصفحي عبر القنوات الحلقيّة لاستقصاء تأثير المائع النانوي الهجين $Ag\text{-}TiO_2$ / الماء على الخصائص الحرارية الهيدروديناميكية .يكشف التحليل أن تأثير التدفق الثانوي بسبب قوى الطفو يكون أكثر كثافة في الجزء العلوي من المقطع العرضي الحلقي. يزداد في جميع أنحاء المقطع العرضي حتى تصل شدته إلى الحد الأقصى ، ثم يصبح ضعيفًا عند المصب البعيد. يتأثر تطور التدفق المحوري ومجال درجة الحرارة بقوة بالطفو. أيضًا ، مع زيادة رقم Grashoff وانخفاض عدد رينولدز ، يكون تأثير الطفو أكثر وضوحًا بالقرب من قسم المدخل حيث يتميز بتباطؤ التدفق المحوري في الجزء العلوي من الحلقة وتسارع التدفق المحوري في الجزء السفلي من الحلقة.تم العثور على رقم Nusselt بالقرب من المدخل ليكون الحد الأقصى ، ثم يصل إلى قيمة دنيا في مكان بعيد قليلاً عن المدخل ، ثم يبدأ في الزيادة ببطء بسبب زيادة تأثير الطفو. أخيرًا ، يصبح التدفق مستقرًا تقريبًا ويتم ملاحظة قيمة ثابتة تقريبًا لرقم Nusselt عندما يقترب التدفق تمامًا من حالة التطوير. في موقع محوري معين ، يزداد عدد نسلت مع زيادة التركيز الحجمي للجسيمات النانوية. كما يزداد رقم نسلت بزيادة نسبة نصف القطر.

Laminar mixed convection heat transfer analysis in horizontal annuli using hybrid nanofluid

By

Riyadh Fayez AlYasi

A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science

(Mechanical Engineering/Mechanical Power Engineering)

Supervised by
Dr. Nazrul Islam Abdulhafiz
and
Dr. Radi Alsulami

FACULTY OF ENGINEERING
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
SAUDI ARABIA
1444 H / 2022 G

Abstract

The improved thermal behavior of nanofluids could provide the foundation for a significant advance in the intensification of heat transmission. In this study, laminar mixed convection heat transfer in horizontal annuli is investigated. Hybrid nanofluids are utilized, and thermal boundary conditions consisting of fixed heat flux at the inner wall and an isothermal outside wall are taken into consideration. The numerical algorithm known as SIMPLER is utilized. The hybrid nanofluid is made up of nanoparticles of Ag-TiO_2 dispersed in water. The primary objective of this research is to examine the thermal-hydrodynamic features of the hybrid nanofluid considered. According to the findings of the investigation, buoyancy-induced secondary flow is a significant contributor to the overall rate of heat transfer. It was discovered that buoyancy has a substantial effect on the formation of the axial flow and temperature field. The peak of the axial velocity profiles was found to move closer to the inner wall due to a larger buoyancy impact there as a result of the combined influence of flow development and the "Reynolds number" on the axial component of velocity. "Nusselt number" is found to rise with increasing volumetric concentration at a fixed axial position. At far downstream, the "Nusselt number" for hybrid nanofluid (Ψ=0.05) was 10.4% higher than that for pure water. Barring a small portion near the inlet, the "Nusselt number" at any axial location increases with increasing radius ratio. At a fixed axial position, it is also seen that the "Nusselt number" rises dramatically with increasing Grashoff number. At the entrance, axial variation of Nusselt number follows the pure forced convection as the buoyancy effect is very weak in this region. However, at far downstream, the flow pattern deviates from pure forced convection phenomenon as buoyancy effect becomes significant. In this region, as Richardson number (**Ri**) increases with decreasing Reynolds number, Nusselt number also increases with decreasing Reynolds number. Comparison of the "Nusselt number" for hybrid nanofluid (Ag-TiO_2/water) to that of conventional nanofluid (TiO_2/water) reveals a slight (0.9%) increase in "Nusselt number" irrespective of nanoparticle concentrations in volume.