

University of Mosul
College of Engineering



Large Eddy Simulation of Nanofluid Turbulent Heat Transfer in a Rectangular Channel have grooves

Ali Suleiman Mutlaq Al-Dulaimi

M.Sc. Thesis
In Mechanical Engineering/ Thermal Engineering

Supervised by
Dr. Amir Sultan Dawood
Professor

ABSTRACT

A comprehensive investigation applying LES (Large-eddy simulation) mode of nanofluid ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Water}$) turbulent heat transfer in a rectangular channel has grooves is performed. The parameters that used in this study are various volume fraction ($\varphi = 0, 2, 4\%$) and tow Reynolds number (7000, 12000). The simulation adopts FLUENT- based control volume to solve the turbulent flow field and the associated thermal behavior of the different configurations of the channels. The wall-adopting local eddy-viscosity model is utilized in dealing with the sub-grid scale stress tensor and heat flux vector. The periodic boundary condition is imposed on the streamwise and spanwise directions, while the no-slip and constant heat flux are applied to the walls. The results indicate that adding nanoparticles into the base fluid increases the dimensionless mean velocity and fluctuations of velocity and temperature. This increment is more evident in turbulent Reynolds stress in the streamwise direction than the other directions. Therefore, higher energy is transferred between nanofluid layers which results in a higher amount of heat transfer than the pure water. Also, the presence of grooves significantly reduced fluctuations of velocity and temperature in the stream-wise compared to the straight channel. While the presence of grooves enhancement the turbulent Reynolds stress compared with the straight channel. The best Nu number and best thermal performance obtained in the channel with semi-circular grooves at $\text{Re} = 12000$ and $\varphi = 4\%$.

الخلاصة

تم اجراء دراسة عددية لدراسة الجريان المضطرب للمائع النانوي (أألومينا مع الماء) وانتقال الحرارة داخل قناة مستطيلة ذات اخاديد (دائرية, مثلثية) باستخدام احد اساليب النمذجة للجريان المضطرب. في هذه الدراسة تم استخدام برنامج Fluent واعتمدت طريقة الحجم المحدد لحل المعالات الحاكمة. في هذه الدراسة تم استخدام عددي رينولد 7000 و 12000 والتركيز المستخدمة كانت (0, 0.02, 0.04). نموذج اللزوجة الدوامة المحلي الذي يعتمد على الحائط في التعامل مع موتر إجهاد مقياس الشبكة الفرعية و اتجاه تدفق الحرارة. يتم فرض حالة الحدود الدورية على الاتجاهين المتدفقين والامتداد ، بينما يتم تطبيق تدفق الحرارة المستمر وعدم الانزلاق على الجدران. تشير النتائج إلى أن إضافة الجسيمات النانوية إلى المائع الأساسي يزيد من السرعة المتوسطة الخالية من الأبعاد وتقلبات السرعة ودرجة الحرارة. هذه الزيادة أكثر وضوحا في إجهاد رينولدز المضطرب في اتجاه مجرى التيار أكثر من الاتجاهات الأخرى. لذلك ، يتم نقل طاقة أعلى بين طبقات الموائع النانوية مما يؤدي إلى قدر أكبر من نقل الحرارة من الماء النقي. أيضًا ، أدى وجود الأخاديد إلى تقليل تقلبات السرعة ودرجة الحرارة بشكل كبير في مجرى التيار مقارنة بالقناة المستقيمة. في حين أن وجود الأخاديد يزيد من ضغط رينولدز المضطرب مقارنة بالقناة المستقيمة. أفضل رقم نو وأفضل أداء حراري تم الحصول عليه في القناة ذات الأخاديد نصف الدائرية عند عدد رينولد 12000 وتركيز حجمي 0.04



جامعة الموصل
كلية الهندسة

محاكاة التدفق المضطرب وانتقال الحرارة لسائل النانو في قناة مستطيلة
تحتوي على تجاويف احد اساليب النمذجة

علي سليمان مطلق الدليمي

رسالة ماجستير علوم
في الهندسة الميكانيكية / هندسة القوى الحرارية

باشراف
الأستاذ
أ.د. أمير سلطان داؤود

2021 م

1442 هـ