

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de 20 Août 1955 Skikda



Faculté de technologie

Département De Génie Mécanique



N°d'ordre :-D012121009D-

THÈSE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Spécialité : Génie Mécanique

Par :

Mme : BENAZIZA NAWEL

Thème

***Etude de la Génération d'Entropie due à l'Écoulement
de la Convection Naturelle dans un Espace Annulaire Remplie
par un Nanofluide (Al_2O_3/eau)***

Soutenue le :.../.../2021

Devant le jury composé par

Président : Mr. RIDHA KELAIAIA

Pr Université de Skikda

Rapporteur : Mr. MOHAMED KHERIEF NACEREDDINE MCA ENSET Skikda

Co- rapporteur : Mr. KAMEL KHOUNFAIS

Pr Université de Skikda

Examineurs : Mr. HAMID BOUCHERIT

Pr Université 8 Mai 45 Guelma

Examineurs : Mr. AMAR DIB

MCA Université de Badji Mokhtar Annaba

Année universitaire : 2020 - 2021

ABSTRACT

In this work, we present the study of convective heat transfers with laminar and incompressible nanofluid and entropy generation in an annular space between two concentric cylinders. The study presented in this thesis is divided into two parts.

The first part of this study is devoted to the axisymmetric flow of the natural laminar convection of an (Al₂O₃-water) nanofluid between two vertical coaxial cylinders. The resolution of the system of partial differential equations governing the hydrodynamics flow is based on the finite volume method while the pressure-velocity coupling is treated using the SIMPLER algorithm. Numerical results obtained by these codes were validated with those found in the literature, and a good agreement was obtained. A parametric study at steady state was carried out on the terms of streamlines, isotherms, velocity profiles, mean Nusselt number (Nu) and Bejan number (Be), and entropy generation (S_G) are presented graphically for different values of Rayleigh numbers (Ra), irreversibility factor (ϕ) and volume fraction of nanoparticles (φ).

The second part presents a new modified analytical technique called improved Adomian decomposition method (I-ADM) for solving the nonlinear equations of entropy generation in the axisymmetric flow of an MHD nanofluid in mixed convection between two concentric vertical cylinders in the presence of Joule heating and chemically reacting effects. The leading PDEs of our system are turned into ODEs by using prevalent similarity transformation. After that those ODEs have been solved numerically via RK-4 Fehlberg based shooting technique and analytically via a new modification of decomposition method (I-ADM), the effects of different governing parameters on velocity, temperature, nanoparticle concentration, and entropy generation are investigated and graphically represented. Thereafter, the obtained analytical data are compared with numerical data and those available in the literature. The numerical results show that the method (I-ADM) converges rapidly and compared with the classical Adomian decomposition method.

Keywords:

Nanofluid; Heat transfer; Natural / mixed convection; method. (FVM); entropy; MHD; Joule heating; Chemical reaction; method (I-ADM); Annular geometry.

ملخص

في هذا العمل، نقدم دراسة نقل حرارة الحمل الحراري مع النانوفلويد (Nanofluid) الصفائحي وغير القابل للضغط و توليد الانتروبي في فراغ حلقي بين أسطوانتين متحدتي المركز. تنقسم الدراسة المقدمة في هذه الرسالة إلى جزأين.

يخصص الجزء الأول من هذه الدراسة للتدفق المحوري للحمل الحراري الطبيعي الصفائحي لنانوفلويد (Al₂O₃-ماء) بين أسطوانتين محورتين عموديتين. تم استخدام الرموز الحاسوبية (Fortran) لحل نظام المعادلات التفاضلية الجزئية التي تتحكم في السريان الهيدروديناميكي HD يعتمد على طريقة الحجوم المنتهية (MVF) بينما تتم معالجة اقتران السرعة و الضغط باستخدام خوارزمية SIMPLER. تم التحقق من النتائج العددية التي تم الحصول عليها عن طريق هذا الرمز مع تلك الموجودة في السابق، وتم الحصول على اتفاق جيد. دراسة العوامل في الحالة المستقرة قد أنجزت فيما يخص مصطلحات الانسيابية ، متساوي الحرارة ، ملفات تعريف السرعة ، متوسط عدد نسلت (Nu) وعدد بيجان (Be) ، وتوليد الانتروبي (S_G) معروضة بيانياً. لقيم مختلفة لأرقام رايلي (Ra) وعامل اللارجعة (φ) و تركيز الجسيمات النانوية (φ) .

يقدم الجزء الثاني من هذه الدراسة تقنية تحليلية معدلة جديدة تسمى طريقة التحلل Adomian المحسنة (I-ADM) لحل المعادلات غير الخطية لتوليد الانتروبي في التدفق المحوري لسائل نانوي MHD في الحمل الحراري المختلط بين أسطوانتين عمودية متحدة المركز في وجود تسخين جول و تفاعل كيميائي. يتم تحويل أجهزة PDE الرائدة في نظامنا إلى معالجات ODE باستخدام تحويل التشابه السائد. بعد ذلك تم حل هذه المعادلات الخارجية عددياً عبر تقنية التصوير المعتمدة على RK-4 Fehlberg وتحليلياً من خلال تعديل جديد لطريقة التحلل (I-ADM) ، يتم فحص تأثيرات المعلمات الحاكمة المختلفة على السرعة ودرجة الحرارة وتركيز الجسيمات النانوية وتوليد الانتروبي ومثلة بيانياً. بعد ذلك ، تتم مقارنة البيانات التحليلية التي تم الحصول عليها مع البيانات العددية وتلك المتوفرة في الأدبيات. أظهرت النتائج العددية أن طريقة (I-ADM) تتقارب بشكل سريع ومقارنتها بطريقة التحلل الأدمي الكلاسيكي.

الكلمات المفتاحية: النانوفلويد (Nanofluid)، انتقال الحرارة ، الحمل الحراري الطبيعي / المختلط، طريقة الحجوم المنتهية (MVF) ، الانتروبي، المنيوطوهيدروديناميكي MHD ، تسخين جول ، تفاعل كيميائي ، طريقة (I-ADM) ، الهندسة الحلقيّة.

RÉSUMÉ

Dans ce travail, nous présentons l'étude des transferts thermiques convectifs avec nanofluide laminaire et incompressible et génération d'entropie dans un espace annulaire entre deux cylindres concentriques. L'étude présentée dans cette thèse est divisée en deux parties.

La première partie de cette étude est consacrée à l'écoulement axisymétrique de la convection naturelle laminaire d'un nanofluide (Al_2O_3 -eau) entre deux cylindres coaxiaux verticaux. Le codes de calcul Fortran a été utilisé pour La résolution du système d'équations aux dérivées partielles gouvernant l'écoulement hydrodynamique est basée sur la méthode des volumes finis alors que le couplage vitesse-pression est traité à l'aide de l'algorithme SIMPLER. Les résultats numériques obtenus par ce code ont été validés avec ceux trouvés dans la littérature, et une bonne concordance a été obtenue. Une étude paramétrique à l'état stationnaire a été réalisée concernant les termes de lignes de courant, l'isotherme, le profil de vitesse, le nombre de Nusselt moyen (Nu) et le nombre de Bejan (Be), et la génération d'entropie (S_G) sont présentés sous forme graphique pour différentes valeurs des nombres de Rayleigh (Ra), de facteur d'irréversibilité (ϕ) et de la fraction volumique des nanoparticules (φ).

La seconde partie présente une nouvelle technique analytique modifiée appelée méthode de décomposition adomain améliorée (I-ADM) pour résoudre les équations non linéaires de la génération d'entropie dans l'écoulement axisymétrique d'un nanofluide MHD dans la convection mixte entre deux cylindres concentriques verticaux en présence du chauffage Joule et des effets de la réaction chimique. Les principaux PDE de notre système sont transformés en ODE en utilisant la transformation de similarité courante. Après que ces ODE ont été résolus numériquement via la technique de tir basée sur RK-4 Fehlberg et analytiquement via une nouvelle modification de la méthode de décomposition (I-ADM), les effets de différents paramètres gouvernants sur la vitesse, la température, la concentration de nanoparticules et la génération d'entropie sont étudiés et représenté graphiquement. Par la suite, les données analytiques obtenues sont comparées aux données numériques et à celles disponibles dans la littérature. Les résultats numériques montrent que la méthode (I-ADM) converge rapidement et par rapport à la méthode de décomposition adomain classique.

Mots clés : Nanofluide; Transfert de chaleur; Convection naturelle/mixte; méthode (MVF); entropie; MHD; Chauffage Joule; Réaction chimique; méthode (I-ADM) ; Géométrie annulaire.
