

Résumé :

La présente étude numérique, se basant sur la méthode des volumes finis, concerne la caractérisation des propriétés hydrodynamique et thermique de l'écoulement laminaire et stationnaire d'un fluide viscoplastique incompressible, obéissant au modèle rhéologique de Herschel-Bulkley, au sein de deux configurations géométriques différentes. Il s'agit d'une conduite cylindrique horizontale de section droite circulaire maintenue à température pariétale uniforme, et d'une cavité carrée à parois verticales mobiles différentiellement chauffées. L'étude s'articule autour de l'analyse de l'influence de quelques paramètres, liés à la mécanique des fluides et au transfert thermique sur la structure hydrodynamique et thermique de ces écoulements. L'impact de l'omission de la fonction de dissipation et de la thermodépendance de la consistance du fluide, sur les variations du coefficient de frottement et du nombre de Nusselt, a été analysé avec minutie.

Les résultats obtenus montre, entre autres, qu'il est indispensable de tenir compte de la fonction de dissipation et de la thermodépendance des propriétés rhéologiques du fluide, lors du dimensionnement des équipements industriels, en particulier lorsqu'il s'agit de fluides visqueux, tels que les fluides viscoplastiques.

Mots clés : fluide viscoplastique, fluide de Herschel-Bulkley, fluide de Bingham, conduite cylindrique, cavité carrée, dissipation visqueuse, thermodépendance, convection thermique, méthode des volumes finis.

Abstract:

The present study concerns the numerical analysis, using the finite volume method, of laminar and steady flow of a Herschel-Bulkley fluid. The flow takes place in a circular pipe maintained at uniform wall temperature as well as inside a square cavity with vertical mobile and differentially heated walls. The study focuses on the analysis of effects of set of parameters on the flow's hydrodynamic and thermal properties. A special attention is paid to the effect of viscous dissipation and the variability of the fluid's consistency, on friction factor and Nusselt number variations.

The results show, among others, that neglecting both viscous dissipation and the temperature dependency of apparent viscosity leads to underestimate heat transfer and pressure drop.

Key words: viscoplastic fluid, Herschel-Bulkley fluid, Bingham fluid, circular pipe, square cavity, viscous dissipation, thermodependancy, thermal convection, finite volume method.

ملخص:

يتمحور هذا العمل الرقمي، المعتمد على طريقة الأحجام المنتهية لحلّ معادلات السيّلان، على دراسة الجريان الطبقيّ لمائع لا نيوتونيّ خاضع لنموذج هيرشيل بلكلي، داخل أنبوب أسطوانيّ أفقيّ وكذا الحمل الحراريّ في تجويف مربع الشكل ذي جدران عموديّة متحرّكة خاضعة لدرجات حرارة ثابتة و مختلفة. النتائج المحصل عليها تبين أهمية وتأثير دالة الانتشار اللزوجي على خصائص السريان الحرارية كما لوحظ خلال هذه الدراسة تغيير في طبيعة الجريان عندما تتغير خصائص السائل بدلالة الحرارة.