

Influence des Conditions d'Entrée Variables sur le Transfert de Chaleur non-Stationnaire dans une Conduite Cylindrique

A. Omara * et S. Abboudi **,

* Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique B. P 26, Skikda 21000, Algérie, ** Lab. LERMPS, Equipe d'accueil No 1701 Institut Polytechnique de Sévenans 90010, Belfort Cedex, France

Résumé -

Cette étude numérique concerne la théorie du transport de chaleur laminaire non - stationnaire dans une conduite cylindrique soumise à des conditions thermiques d'entrée périodiques. Le régime transitoire est provoqué par une condition de flux ou par une condition de température d'entrée de type harmonique. Le profil de vitesse est supposé parabolique et indépendant du temps. Les propriétés thermodynamiques du fluide et de la paroi sont constantes, la résistance thermique de la paroi est négligeable et le couplage paroi - fluide est réalisé à l'aide d'un bilan d'énergie incluant le taux d'énergie transférée par conduction par le fluide et le terme d'énergie interne de la paroi. On étudie les différents termes du bilan énergétique du système dans le cas d'une perturbation de type échelon de flux. Nous avons constaté que le régime transitoire est en partie conditionné par le terme d'énergie interne du fluide. Dans le cas d'une condition de flux de type harmonique, nous avons étudié la fonction de transfert du fluide en fonction du nombre de Reynolds. Pour une température d'entrée périodique, nous avons étudié l'influence du paramètre b^* (taux de l'énergie stockée dans la paroi au flux transféré par conduction à travers la veine fluide de la paroi au fluide et inversement) et des pertes convectives sur l'évolution spatio-temporelle de la température de la paroi, de la température moyenne du fluide et du nombre de Nusselt local. L'étude numérique présentée nous a permis de conclure que pour les valeurs élevées de b^* et de Nue (nombre de Nusselt extérieur), le nombre de Nusselt local obtenu est en bon accord avec le nombre de Nusselt local et stationnaire correspondant à une paroi à température constante et uniforme. Un tel modèle est valable dans une large gamme des valeurs de b^* et Nue .

Abstract -

This numeric study deals with the theory of unsteady heat transfer in a cylindrical duct subject to a periodically varying inlet thermal conditions. A hydrodynamically developed laminar flow is considered, the velocity profile is parabolic and independent of the time. The physical properties of the fluid and the wall are constant, the thermal resistance of the wall is negligible and the wall temperature is dynamically determined by a balance of the heat transfer rate and the energy storage at the wall. The transient regime is induced by a condition of either harmonic type heat flux or harmonic type entrance temperature. One studies the different terms of the energy balance of the system when the wall is subjected to a step change in heat flux. We found that transient regime, is in part conditioned by the fluid internal energy term. In the case of a harmonic type heat flux, we studied the transfer function of the fluid as function of Reynolds number. For a periodic inlet temperature, we studied the effect of the parameter b^* (the ratio of rate of the energy stored on the wall to the heat transferred by conduction across the fluid to or from the wall) and the outside heat transfer coefficient on the spatial and temporal variations of the wall temperature, the bulk temperature of the fluid and the local Nusselt number. It was found that for large values of b^* and of the outside heat transfer coefficient, the determined local Nusselt number is in good agreement with the local and stationary Nusselt number corresponding to a wall with a constant and uniform temperature. Such model is valid for a large range of values of b^* and of the outside heat transfer coefficient.

Mots Clés: Régime transitoire - Convection forcée - Flux de chaleur - Fonction de transfert - Coefficient d'échange - Température adimensionnelle - Nombre de Nusselt local - Nombre de Nusselt extérieur.