

Analyse de l'effet de la matrice poreuse sur le transfert thermique en régime turbulent dans un échangeur à plaques

L. Boubendir et S. Chikh

Département Thermo Energétique, Laboratoire des Transports Polyphasiques et Milieux Poreux,
Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene, USTHB
B.P. 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie

Résumé –

L'objet de cette étude est de caractériser le transfert de chaleur d'un écoulement turbulent dans un échangeur à plaques, muni d'une couche poreuse. Les parois sont maintenues à une température constante. Par ailleurs, l'écoulement est régi par les équations classiques de conservation (masse, énergie) et notamment l'équation moyennée de Darcy- Brinkman-Forchheimer. Cependant le tenseur de Reynolds est décrit par le modèle statistique en un seul point ($k - \varepsilon$) a été adopté. Néanmoins, ce dernier a été modifié pour simuler l'écoulement turbulent en milieu poreux où nous prenons en considération le terme quadratique de Forchheimer dans les équations de l'énergie cinétique turbulente et le taux de dissipation. La résolution des équations obtenues a été effectuée numériquement par la méthode des volumes finis. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence l'influence de l'épaisseur de la couche poreuse, la perméabilité ainsi que la conductivité thermique effective sur l'écoulement et le transfert thermique. Par ailleurs, il a été constaté que l'énergie cinétique turbulente est fortement influencée par la perméabilité et l'épaisseur de la couche poreuse. En outre un autre résultat substantiel a été étudié, il s'agit du rapport des conductivités thermiques car il a été constaté que ce rapport améliore notablement le transfert de chaleur sous certaines conditions.

Abstract –

The objective of this present study is to analyze the turbulent flow and heat transfer characteristics of a plate heat exchanger (PHE) partly or totally filled with a porous medium. The walls are subjected to constant temperature. The flow is modeled by classical conservation equations (mass, energy) and Darcy-Brinkman-Forchheimer averaging equations. A modified form of the $k - \varepsilon$ model is used to describe the turbulent flow and thermal transfer characteristics within the porous domain. This model accounts for the second order in the approximation of the Forchheimer terms in the turbulent kinetic energy and the dissipation rate equations. The obtained equations are resolved numerically using a finite-volume method. The obtained results permitted us to prove the influence of the porous layer thickness, the permeability and the effective thermal conductivity on the flow and the thermal transfer. It is noted that the turbulent kinetic energy is strongly influenced by the permeability and the porous layer thickness. Moreover, another substantial result is obtained; this result depends on the thermal conductivity ratio, for well chosen conditions.

Mots clé:

Modélisation numérique - Ecoulement turbulent - Milieu poreux - Modèle $k-\varepsilon$ - Echangeur à plaques.