

The enhanced cooling of heated blocks mounted on the wall of a plane channel filled with a porous medium

F. Benkafada¹, K. Talbi¹ and M. Afrid²

¹ Département de Génie Mécanique

² Département de Physique
Université Mohamed Mentouri
Route d'Ain El-Bey, 25000 Constantine, Algérie

Abstract –

This is a two dimensional numerical simulation of the laminar air forced convection cooling of six blocks mounted on the lower wall of a plane horizontal channel filled (or not filled) with a porous medium. The blocks are equally spaced and heated by a uniform volumetric heat generation. The objective of the study is the determination of the enhanced cooling of the blocks when the channel is filled with a porous medium. The problem is modelled by the continuity, momenta and energy equations with their appropriate initial and boundary conditions. When the channel is filled with a porous medium, a Darcy-Forchheimer-Brinkman flow model is used to describe the flow field. The model equations are numerically solved by a second order accurate finite volume method. The results show that the flow field of the channel filled with a porous medium is very different from that of the channel without the porous matter. A major difference is the appearance of circulating vortices between the blocks when the porous matter is inexistent. This flow pattern difference favours a convective heat transfer enhancement of the flow in the channel filled with the porous matter. Moreover, the effective thermal conductivity of the considered porous medium is higher than that of the fluid. These two factors lead to a considerably better cooling of the blocks mounted in the channel filled with the porous matter. Thus, the use of porous media when possible is recommended because it enhances the cooling of heated blocks mounted in channels.

Résumé –

Cette étude est une simulation numérique bidimensionnelle du refroidissement par la convection forcée de l'air de six blocs montés sur la paroi inférieure d'un canal plan horizontal rempli (ou non rempli) d'une matière poreuse. Les blocs sont équidistants et uniformément chauffés par un apport de chaleur volumétrique. Le but de l'étude est la détermination de l'amélioration du refroidissement des blocs, lorsque le canal est rempli d'une matière poreuse. Le problème est modélisé par les équations de continuité, de quantité de mouvement et d'énergie, avec leurs conditions, initiales et aux limites, appropriées. Lorsque le canal est rempli d'une matière poreuse, le modèle Darcy-Forchheimer-Brinkman est utilisé pour la modélisation de l'écoulement. Les équations modélisantes sont résolues par la méthode des volumes finis avec une précision du second ordre. Les résultats montrent que l'écoulement du canal rempli avec la matière poreuse est très différent de celui du canal qui ne contient pas la matière poreuse. Une différence majeure est l'apparence des tourbillons entre les blocs, lorsque la matière poreuse est inexistante. Cette différence des écoulements favorise l'amélioration du transfert thermique convectif de l'écoulement du canal rempli de la matière poreuse. En plus, la conductivité thermique effective de la matière poreuse considérée est supérieure à celle du fluide. Ces deux facteurs entraînent un refroidissement amélioré des blocs montés dans le canal rempli de la matière poreuse. Et donc, l'utilisation des milieux poreux lorsqu'elle est possible, est recommandée parce qu'elle améliore le refroidissement des blocs montés dans les canaux.

Key words: Channel - Porous media - Cooling of heated blocks.