

Etude numérique de la fusion dominée par la convection naturelle dans une cavité chauffée par le bas: Application au refroidissement passif des ordinateurs portables

M. Faraji

Laboratoire de Physique des Matériaux, Microélectronique, Automatique et Technique
Département de Physiques, Faculté des Sciences Ain Chock
Université Hassan II, Casablanca, Maroc

Résumé – Dans le présent travail, on étudie la fusion conjuguée à la convection naturelle dans un matériau à changement de phase (MCP) utilisé pour dissiper la chaleur générée au sein des sources de chaleur protubérantes sur un substrat horizontal (microprocesseurs récemment utilisés dans les ordinateurs portables). L'avantage d'utiliser cette stratégie de refroidissement est que les MCP sont capables d'absorber une importante quantité de chaleur générée par les microprocesseurs sans utiliser de ventilateur. Cette stratégie proposée est pratique pour des situations où le refroidissement par convection forcée de l'air ambiant est impossible, comme c'est le cas pour les futures générations des ordinateurs portables de haute puissance et de faibles dimensions. Un modèle mathématique (2D), basé sur les équations de conservation de l'énergie, de la masse et de la quantité de mouvement, est développé pour le puits de chaleur proposé. Les équations obtenues sont discrétisées en utilisant l'approche des volumes de contrôle, la méthode enthalpique est adoptée pour localiser la position du front de fusion. Plusieurs investigations numériques sont effectuées pour analyser l'effet de la puissance des sources de chaleurs sur l'efficacité du refroidisseur. La température des composants électroniques, la quantité du MCP fondue et la position du front de fusion sont influencées par la puissance des sources de chaleurs. Une corrélation pour la durée de fonctionnement sécurisé des composants électroniques (temps requis par le puits de chaleur pour atteindre la température critique, T_{cr}) est développée.

Abstract – This work describes and analyses a novel laptop's thermal management system based on a phase change material (PCM) heat storage reservoir. The proposed heat sink consists of a PCM filled horizontal enclosure heated by substrate-mounted protruding heat sources (micro processors used in recent Laptops). PCMs, characterized by high energy storage density and small transition temperature interval, are able to store a high amount of generated heat; which provides a passive cooling of microprocessors. The advantage of this cooling strategy is that the phase change materials are able to absorb a high amount of generated heat without operating fan. The proposed strategy is suitable and efficient for situations where the cooling by air convection is not practical (thermal control of recent multiprocessors laptops computers, for example). The problem is modelled as, two dimensional, time dependent and convection-dominated phenomena. A finite volume numerical approach is developed and used to simulate the physical details of the problem. This approach is based on the enthalpy method which is traditionally used to track the motion of the liquid/solid front and obtain the temperature and velocity profiles in the liquid phase. The study gives an instruction on the presentation of PCM heat sink used for cooling management of recent computers. Numerical investigations have been conducted in order to examine the impact of microprocessors power rate on the thermal behaviour and efficiency of the proposed PCM-based heat sink. Correlation for the secured operating time (time required by the heat sink before reaching the critical temperature, T_{cr}) was developed.

Mots clés: Refroidissement passif – Composant électronique protubérant - Stockage de chaleur latent - Chauffage par le bas - Convection naturelle - Ordinateur portable.