

Evaporation of a thin binary liquid film covering one plate of a vertical Channel

A. Nasr¹, A. Belhadj Mohamed¹, J. Orfi^{1,2}, C. Debissi¹ and S. Ben Nasrallah¹

¹ Laboratoire d'Etudes des Systèmes Thermiques et Energétiques, 'LESTE'
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Monastir, Avenue Ibn El Jazzar, 5019 Monastir, Tunisie

² Mechanical Engineering Department, College of Engineering,
King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

Résumé –

Le présent travail présente une étude numérique des transferts couplés de chaleur et de masse dans un canal vertical formé par deux plaques isothermes. La première plaque est couverte par un film liquide binaire extrêmement mince d'eau et d'éthylène glycol. La seconde plaque est sèche. Le changement de phase (évaporation et ou condensation) associé à l'un ou aux deux composants peut avoir lieu dépendamment de plusieurs facteurs dont les conditions opératoires. La formulation mathématique de ce problème est basée sur les équations de conservations de masse, de quantité de mouvement, de l'énergie et de conservation d'espèces. La variabilité de propriétés thermo-physiques du mélange liquide et du mélange gazeux ainsi que l'effet des forces de flottabilité ont été pris en compte. En utilisant la méthode de différence finie, un modèle numérique a été développé et testé systématiquement. Une analyse de l'effet des différents paramètres tels que les températures des plaques et les conditions d'entrées du mélange gazeux sur le processus de changement de phase et sur le transfert de chaleur et de masse a été effectuée.

Abstract –

The present work is a numerical study of the heat and mass transfer in a vertical channel with isothermal plates. The first plate is covered with an extremely thin binary film of water and ethylene glycol. The second one is dry. Due to the heating effects and the forced (mixed) convection flow of air containing the respective vapors of film constituents, phase change can occur. The mathematical formulation of the problem is based on the conservation equations of mass, momentum, energy and species subjected to the appropriate boundary conditions. The variability of the thermo physical properties of the liquid and the gas mixtures as well as the effect of the buoyancy forces in the momentum equations were taken into account. A numerical model using the finite difference method was developed and tested systematically. A detailed parametric analysis on the effects of several operating variables such as the temperatures of the plates and the inlet conditions of the gas mixture on the phase change process and on the heat and mass transfers was conducted.

Key words:

Evaporation – Condensation - Binary liquid film - Mixed convection - Combined heat - Mass transfer.