

Abstract

A phase change material emulsion (PCME) is a fluid consisting of an emulsion of a phase change material (PCM), such as paraffin, dispersed in a carrier fluid (continuous phase), often water or an aqueous solution of surfactant. PCMEs can be considered as potential high performance thermal fluids (used as secondary refrigerants or as heat transport fluids) owing to their latent heat involved in the fusion or crystallization of the PCM. This thesis reports experimental results concerning the thermo-rheological behavior of different versions of a PCME (30%wt. paraffin concentration in various aqueous solutions of surfactant) over the temperature range [0-20°C]. The thermophysical properties of the PCMEs were determined. Then, an experimental study of forced convection heat transfer during laminar flow was carried out. The convective heat transfer coefficient of the PCMEs during cooling was determined in an experimental configuration mimicking applications in plate heat exchangers. The configuration mainly consists of two 1 m long rectangular channels (80x6 mm²). Correlations were developed for the prediction of the (local and overall) heat transfer coefficients, based on the Nusselt, Reynolds and Prandtl numbers. A specific test bench was also used to analyze the rheological behavior of the PCMEs. Tests were carried out using a viscometer at different temperatures. The stability of the emulsion was examined under various thermo-mechanical loads. Experiments revealed a pseudoplastic behavior for all tested versions of the PCME. All these results show that PCMEs are an attractive candidate for their applications in the field of air conditioning.

Keywords: Paraffin emulsion; Laminar flow; Heat transfer; Rheology, Correlation; Thermophysical properties.

Abstract

Résumé

Une émulsion à changement de phase (PCME: phase-change matériel émulsion) est un fluide consistant en une émulsion d'un matériau à changement de phase (PCM, phase change matériel), comme de la paraffine, dispersé dans un fluide porteur (phase continue), souvent de l'eau ou une solution aqueuse de surfactant. Les PCME peuvent être envisagés comme fluides à haute performance thermique (frigoporteurs ou caloporteurs) en raison de leur potentiel de transport de chaleur latente (cristallisation ou fusion du PCM). Cette thèse présente des résultats expérimentaux concernant le comportement thermorhéologique des différentes versions de PCME (émulsions de paraffine dans différentes solutions aqueuses de surfactant, avec une concentration massique en paraffine égale à 30 %) sur une plage de température de 0-20°C. Les propriétés thermophysiques des émulsions ont été déterminées. Ensuite, une étude expérimentale du transfert de chaleur par convection forcée laminaire a été effectuée. Le coefficient de transfert de chaleur convectif de l'émulsion pendant le refroidissement a été déterminé dans une configuration expérimentale proche de celle pouvant être rencontrée dans des échangeurs thermiques à plaques. La configuration se compose principalement de deux canaux rectangulaires (80-6 mm²) de longueurs égales à 1 m. Des corrélations utiles pour évaluer les coefficients d'échange thermique (locaux ou globaux) ont été établies entre les nombres de Nusselt, de Reynolds et de Prandtl. Un banc d'essais spécifique a également été utilisé pour analyser le comportement rhéologique des PCME. Des essais ont été effectués à l'aide d'un viscosimètre à différentes températures. La stabilité des émulsions a été examinée sous diverses charges thermomécaniques. Les expériences ont révélé un comportement rheofluidisant.

L'ensemble de ces résultats montre que les PCME sont des candidats prometteurs pour les applications à la climatisation.

Mots-clés : *Émulsion de paraffine ; Écoulement laminaire ; Transfert de chaleur ; Rhéologie ; Corrélation ; Propriétés thermophysiques.*