

Domenico Mazzeo

Caratteristiche termiche dinamiche e comportamento energetico delle pareti di edifici contenenti materiali ad accumulo sensibile e materiali a cambiamento di fase (PCM). Nuovi modelli analitici e numerici e validazione sperimentale

Sommario

La ricerca riguarda il comportamento termico dinamico delle pareti degli edifici con accumulo di energia sensibile e latente. Per le pareti con accumulo sensibile è estesa la procedura analitica della norma di riferimento EN ISO 13786 considerando le effettive condizioni al contorno esterne ed interne della parete. I nuovi parametri definiti valutati nelle condizioni estive e invernali sono rappresentati mediante mappe. Per le pareti con accumulo latente, è ottenuta la soluzione analitica esatta del problema di Stefan in uno strato finito di PCM con condizioni al contorno periodiche stabilizzate. La determinazione ad ogni istante della posizione dell'interfaccia bifase consente di determinare il campo di temperatura e del flusso termico, l'energia latente e sensibile accumulata dallo strato. La soluzione analitica è validata sperimentalmente. Mediante uno studio parametrico della soluzione analitica nel dominio della frequenza è identificata la struttura della funzione di risposta armonica di uno strato di PCM. Inoltre è ricavata una soluzione approssimata esplicita di più facile utilizzo. Un modello numerico implementato in un algoritmo di calcolo, verificato mediante confronto con la soluzione analitica, è impiegato per l'analisi energetica e la caratterizzazione dinamica di uno strato di PCM in presenza di più interfacce bifasi. Le procedure messe a punto consentono il corretto dimensionamento termico dello strato.

Dynamic thermal characteristics and energy behaviour of building walls containing sensible storage materials and phase change materials (PCM). New analytical and numerical models and experimental validation

Abstract

The research focuses on the dynamic thermal behavior of building walls containing sensible and latent thermal storage materials. Concerning the sensible storage materials, the analytical procedure of the reference standard EN ISO 13786 is extended taking into account the actual boundary conditions at the outer and inner of the wall. The new parameters defined in the summer and winter conditions are represented by means of maps. Regarding latent storage materials, the exact analytical solution of the Stefan problem in a finite PCM layer with steady periodic boundary conditions is obtained. Determination at each time instant of the position of the bi-phase interface allows to determine the temperature and heat flux fields, the latent and sensible energy stored in the layer. The analytical solution is validated experimentally. By means of a parametric study of the analytic solution in the frequency domain, the structure of the harmonic response function of a PCM layer is identified. In addition, an explicit approximate solution is obtained which is of easier utilize. A numerical model implemented in a calculation algorithm, verified by comparison with the analytical solution, is used for energetic analysis and dynamic characterization of a PCM layer in presence of multiple bi-phase interfaces. The procedures developed allow the correct thermal dimensioning of the layer.