

Numerical 2D study of air flow controlled by passive technique in solar air collectors

O. Mahfoud^{1,2}, M. Zedayria³, A. Moummi¹ and N. Moummi¹

¹ Laboratoire de Génie Mécanique, Université Mohamed Khider
B.P. 145, Biskra, Algeria

² Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER
B.P. 62, Route de l'Observatoire, 16430, Algiers, Algeria

³ Laboratoire d'Energétique Appliquée et de Pollution, LEAP
Université Mentouri, B.P. 325, Constantine, Algeria

Abstract –

The article presents a numerical simulation on air flow and heat transfer characteristics in solar air collectors mounted with obstacles. Computational Fluid Dynamics, 'CFD' based on the finite volume method, SIMPLE algorithm and the turbulence standard ($k - \varepsilon$) model have been implemented. A numerical 2D model of dynamic air vein solar collectors with 1400 mm length and 25 mm air gap was used to evaluate hydrodynamic and heat transfer phenomena of flow patterns in the annular passageways, precisely the heat transfer around 13 chicanes. The chicane is formed with two parts: the first is perpendicular to the air flow and the second is titled ($\alpha = 60^\circ$), they are mounted in successive rows, oriented perpendicular to the air flow. It is apparent that the turbulence created by the chicanes resulting in greater increase in heat transfer over the air vein. The pressure drops are analyzed vs. the Reynolds number and shown good agreements with experimental and semi-empirical relationship results. The mass flow rates effect on the velocity magnitude is analyzed. It was found that the mass flow rate variation has a slight effect on velocity evolution.

Résumé –

L'article présente une simulation numérique de l'écoulement de l'air et les caractéristiques d'échange thermique à l'intérieur des capteurs solaires à air munis avec des obstacles. La technique de la simulation CFD basé sur la méthode des volumes finis a été mise en œuvre avec l'algorithme SIMPLE et le modèle de turbulence standard ($k - \varepsilon$). Un modèle numérique en 2D de la veine d'air mobile avec une longueur de 1400 mm et une hauteur de 25 mm a été utilisé pour évaluer les phénomènes de transfert de chaleur hydrodynamiques et la configuration de l'écoulement dans la veine d'air mobile et autour de 13 chicanes. La chicane est formée de deux parties: la première est perpendiculaire à l'écoulement de l'air et la deuxième est inclinée ($\alpha = 60^\circ$). Elles ont été montées en rangées orientées perpendiculairement à l'écoulement de l'air. Il est évident que la turbulence créée par les chicanes résultant en une grande augmentation du transfert de chaleur le long de la veine d'air. Les pertes de charge sont analysées par rapport au nombre de Reynolds et montre un bon accord avec les résultats expérimentaux, ainsi que les relations semi-empiriques. L'analyse de la variation du débit a montré un faible effet sur l'évolution de la vitesse magnitude.

Mots clés:

Capteur solaire à air - Chicanes - Transfert de chaleur - Contrôle de l'écoulement - CFD.