



A XII-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2012

ANALIZA FACTORULUI DE EFICIENȚĂ AL UNUI CAPTATOR SOLAR

Ferenc GÁSPÁR, Victor ROȘ

ANALYSIS OF EFFICIENCY FACTOR FOR A SOLAR COLLECTOR

The paper makes an analysis of the efficiency factor of absorbing plate to improve the conversion efficiency of solar collector. The functional characteristics of absorbing plate are presented. It is known that the efficiency factor depend also on the dimensions and geometry of the absorbing plate. In the final part of the paper recommendations for improving efficiency factor of a solar collectors are proposed.

Cuvinte cheie: captator solar, factor de eficiență, randament, conversia radiației, energie solară.

Keywords: solar collector, the efficiency factor, yield, conversion of radiation, solar

1. Introducere

Îmbunătățirea randamentului de conversie a energiei solare în energie termică la captatori solari depinde de o serie de factori care se pot îmbunătății, cum ar fii tipul de materiale folosite și variante constructive. În mod uzual un captator solar fie plan fie cu tuburi termice vidate are o construcție tipică a plăcii absorbante de forma tub - placă sudate sau lipite una de alta. Radiația incidentă pe placa absorbantă este convertită în căldură și transferată fluidului termic care circulă prin tub [1]. Eficiența acestui transfer termic depinde de forma,

dimensiunile și proprietățile fizice ale materialului din care este confecționată placa absorbantă respectiv calitatea contactului dintre placă și tub.

În literatura de specialitate se folosesc doi termeni pentru analiza calitativă a transferului termic dintre placă absorbantă și fluidul purtător de căldură, respectiv: factorul de eficiență al captatorului solar și factorul de eficiență a plăcii absorbante. Factorul de eficiență al unui captator solar (relația 2) descrie procesul de transfer termic al căldurii de la placa absorbantă prin sudură la fluidul termic din tub și este influențat de forma și dimensiunile secțiunii prin care are loc transferul, respectiv proprietățile fizice ale materialelor din care sunt realizate placa, tubul și sudura [2, 3]. Factorul de eficiență al plăcii absorbante descrie transferul termic numai din interiorul plăcii conform relației (3) și este influențat de dimensiunile acestuia și de coeficientul de conducție al materialului plăcii absorbante.

2. Aspecte teoretice privind factorul de eficiență al captatorului

Pentru analiza factorului de eficiență al captatorului în figura 1 se prezintă configurația pentru o placă absorbantă, unde distanța dintre două tuburi este L , diametrul unui tub este D , iar placa absorbantă are grosimea δ .

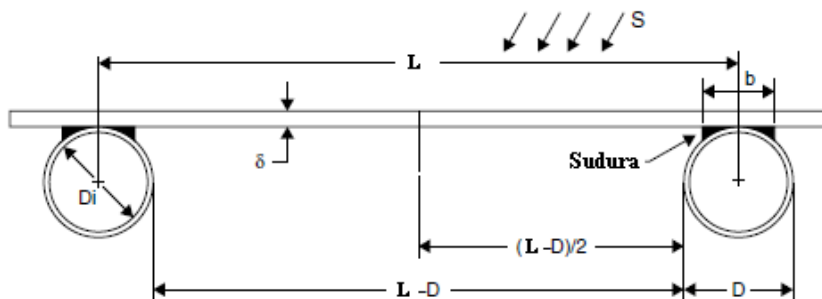


Fig. 1 Configurația elementară a plăcii absorbante

Pentru această configurație s-a determinat căldura utilă, q_u' , transmisă de către placa absorbantă fluidului din tub în unitate de timp și unitate de lungime (măsurată în direcția de curgere a fluidului) conform relației (1):

$$q'_u = L \cdot F' \cdot [S - U_G (T_f - T_a)], \quad [J/m^2] \quad (1)$$

unde F' este factorul de eficiență al captatorului care se determină cu relația (2):

$$F' = \frac{1}{U_G} \cdot L \left[\frac{1}{U_G [D + (L-D) \cdot F]} + \frac{1}{\frac{c_b}{2}} + \frac{1}{\frac{\pi \cdot D_i \cdot h_{fi}}{3}} \right], \quad (2)$$

în care F este factorul de eficiență al plăcilor absorbante plate și rectangulare care se determină cu relația (3):

$$F = \frac{\tanh \left[\sqrt{\frac{U_G}{k \cdot \delta}} (L-D) / 2 \right]}{\sqrt{\frac{U_G}{k \cdot \delta}} (L-D) / 2}, \quad (3)$$

unde: U_G - este coeficientul global al pierderilor de căldură din captator, în $[W/m^2 \cdot ^\circ C]$;

T_f - temperatura locală a fluidului, în $[^\circ C]$;

T_a - temperatura mediului ambiant, în $[^\circ C]$;

S - cantitatea de radiație absorbită în unitate de timp, în $[J/m^2]$;

L - distanța dintre tuburi, conform figurii 1, în $[m]$;

D - diametrul exterior al tubului, $[m]$;

D_i - diametrul interior al conductei, $[m]$;

c_b - coeficientul de conducție termică a sudurii dintre placă și conductă, $[W / m \cdot ^\circ C]$;

h_{fi} - coeficientul de transfer de căldură dintre lichid și tub, $[W / m^2 \cdot ^\circ C]$;

k - coeficientul de conducție a materialului plăcii absorbante, $[W / m \cdot ^\circ C]$;

δ - grosimea plăcii absorbante, $[m]$.

Analizând relația (1) se constată că factorul de eficiență F' , influențează direct căldura utilă transferată, q'_u : cu cât factorul de eficiență a captatorului este mai mare crește și căldura utilă transferată fluidului termic din tub.

Factorul de eficiență, conform relației (2), depinde de rezistența termică a plăcii absorbante definită de termenul „1” din relația (2), de rezistența termică a sudurii definită de termenul „2” iar termenul „3” descrie transferul termic prin conducție dintre pereții tubului și fluidul termic. Termenul cu cea mai mare influență este distanța dintre tuburi, L , adică cu cât este mai mică cu atât factorul de eficiență al captatorului crește.

3. Soluții tehnice pentru îmbunătățirea factorului de eficiență al unui captator solar

În urma analizei teoretice s-a constatat că reducerea distanței dintre tuburi implică creșterea factorului de eficiență conducând și la creșterea randamentului de conversie general.

Reducerea distanței dintre tuburi implică direct creșterea numărului de tuburi pe unitate de suprafață a captatorului ceea ce duce implicit la un consum mai mare de materiale. Eisenmann [4] a stabilit că factorul de eficiență este îmbunătățit prin reducerea:

- coeficientului global de căldură,
- distanței dintre tuburi,
- diametrului interior al tubului.

Prin creșterea grosimi plăcii absorbante și a lățimii sudurii dintre placă și tub se obține o îmbunătățire a factorului de eficiență.

O soluție tehnică propusă de autori este folosirea de plăci absorbante tip „sandwich”, figura 2. Avantajul acestei soluții este faptul că fluidul termic se află în contact direct cu placa absorbantă aproape pe toată suprafața acestuia. Iar transferul termic se face doar pe grosimea plăcii, δ , rezistența termică fiind foarte mică comparativ cu varianta constructivă placă - tub, figura 1.

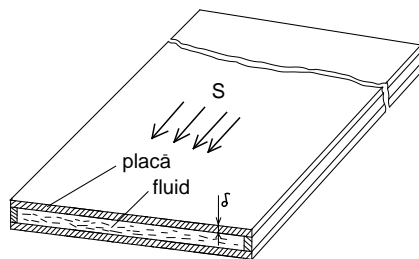


Fig. 2 Placă absorbantă tip „sandwich” cu peliculă de fluid

În scopul încercărilor experimentale s-a construit un captator cu placă absorbantă cu peliculă de fluid având formă sferică. La încercarea la presiune s-a constatat că placa absorbantă se deformează (se umflă), figura 3, fiind necesară găsirea de noi soluții tehnice pentru rezolvarea acestei probleme.



Fig. 3 Placă absorbantă tip „sandwich” cu peliculă de fluid deformată sub presiunea apei

4. Concluzii

■ Ținând cont de analiza factorului de eficiență al unui captator solar, s-a constatat că utilizarea de soluții constructive de tip *captatoare cu pelicule de fluid* poate contribui la creșterea randamentului de

conversie și reducerea costurilor de fabricație prin utilizarea de materiale neconvenționale cum ar fi tabla de oțel (foarte mult utilizat în industria fabricării de calorifere) și de ce nu materiale plastice.

■ Aceste tipuri de captatoare prezintă avantajul că au inerția termică redusă, permițând intrarea rapidă în regim de funcționare a captatorului, rezistența termică la transferul căldurii de la placa absorbantă la fluidul termic este mult diminuată. În cazul unui îngheț, variația de volum a apei la grosimi mici ale peliculei poate fi preluată fără dificultăți de pereții plăcilor, rezultând implicit o mai mare fiabilitate a captatoarelor cu pelicule de fluid.

■ Dezavantaje: tehnologia mai complicată de fabricare (deformare prin ambutisare și protecția materialului împotriva coroziunii electro-chimice).

BIBLIOGRAFIE

- [1] Bălan, M. *Energii regenerabile*, Editura UT Pres, Cluj Napoca, 2007, ISBN: 978-973-662-350-9.
- [2] Dănescu, Al., Bucurenciu, S., Petrescu, St., *Utilizarea energiei solare*, Editura tehnică, București, 1980.
- [3] Duffie, J., *Solar Engineering of Thermal Processes*, Second Edition, A Wiley-Interscience Publication, New York, 1980.
- [4] Eisenmann, W., Vajen, K., Ackermann, H., *On the correlations between collector efficiency factor and material content of parallel flow flat-plate solar collectors*, Solar Energy, vol 76, 2004.

Drd.Ing. Ferenc GÁSPÁR
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Facultatea de Mecanică
e-mail: ferigaspar@yahoo.com
Prof.Dr.Ing. Victor ROȘ
Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Facultatea de Mecanică
e-mail: vcttros@yahoo.com

NOTĂ: Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul " Studii doctorale în științe inginerești în scopul dezvoltării societății bazate pe cunoaștere - SIDOC ", contract: POSDRU/88/1.5/S/60078, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.