

DETERMINAREA TEMPERATURII MAXIME ÎN STARE DE REPAUS A UNUI CAPTATOR TERMO-SOLAR PLAN. PROTOTIP PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

Asist.dr.ing. Ferenc GASPARG, Ș.l.dr.ing. Ioan Aurel CHERECHEȘ,
Ș.l.dr.ing. Doru BĂLDEAN

¹Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România

REZUMAT. Lucrarea de față prezintă rezultatele experimentale obținute la determinarea temperaturii maxime în stare de repaus în regim de staționare a unui captator termo-solar plan prototip. În acest scop s-a construit un captator termo-solar plan din materiale neconvenționale. Captatorul a fost expus la radiații solare fără a fi încărcat cu agent termic. Pentru determinarea temperaturii maxime în stare de repaus au fost măsurate radiația solară incidentă în planul captatorului, temperatura mediului ambiant și temperatura din interiorul captatorului. În urma măsurătorilor s-a determinat o temperatură maximă în stare de repaus de 149,3 °C.

Cuvinte cheie: captator termo-solar, energia solară, temperatura maximă în stare de repaus.

ABSTRACT. This paper presents experimental results of stagnation temperature for a flat plate solar thermal collector prototype. For this purpose a solar thermal collector was built with unconventional materials. The collector was exposed to solar radiation without heat carrier. During the experimental research the incident solar radiation, the ambient temperature and the temperature inside the collector were registered. The result shows the maximum stagnation temperature for the flat plate solar thermal collector prototype is 149.3 °C.

Keywords: Solar thermal collector, solar energy, stagnation temperature.

1. INTRODUCERE

Un oraș inteligent poate fi considerat o cetățenie care oferă cetățenilor săi o calitate a nivelului de trai ridicată prin implementarea tehnologiilor moderne într-un mod eficient, atât din punct de vedere tehnic cât și economic. Un nivel de trai ridicat presupune, un mediu ambiant sănătos și asigurarea confortului energetic din resurse de energie regenerabile, într-un procent cât mai mare și cât mai eficient cu putință.

Cea mai mare sursă de energie regenerabilă și neepuizabilă este considerată energia solară. Radiația solară stă la baza formării combustibililor fosili, a biomasei [1], a mișcării aerului și a încălzirii planetei în general. Singurul dezavantaj al energiei solare ca și sursă regenerabilă este variația periodică și sezonieră al intensității radiației solare.

Metoda cea mai eficientă de transformare directă a energiei solare în energie utilă și controlabilă este conversia în energie termică, caracterizată de un randament de peste 50%.

Un sistem de conversie a energiei solare în căldură este eficient din punct de vedere economic dacă durata de amortizare a investiției este redusă. Acest fapt depinde de costul de achiziție a instalației, randamentul

captatorului termo-solar, energia solară disponibilă, respectiv costul echivalent al energiei din surse tradiționale [3].

Pentru a crește eficiența sistemelor termo-solare a fost realizat un captator termo-solar plan din materiale neconvenționale cu costuri reduse.

Determinarea temperaturii maxime în stare de repaus este importantă, în primul rând, pentru a observa dacă materialele din care este realizat captatorul rezistă la temperaturi mari în condițiile în care sistemul se defectează și căldura nu este evacuată din interiorul captatorului.

Lucrarea de față prezintă rezultatele experimentale obținute la testarea acestui captator termo-solar plan prototip în vederea determinării temperaturii în stare de repaus.

2. BAZA MATERIALĂ

În vederea efectuării măsurătorilor experimentale s-a construit un captator termo-solar plan care respectă dimensiunile de gabarit ale unui captator uzual și are o suprafață netă de captare de 1,75 m². Captatorul plan propus și construit pentru standul

DETERMINAREA TEMPERATURII MAXIME ÎN STARE DE REPAUS A UNUI CAPTATOR

experimental prezentat în figura (2.1) este format din carcasa executat din profile de oțel zincat și placă de aluminiu, pentru învelișul transparent s-a folosit o placă de policarbonat celular de grosime șase mili. metri, carcasa este izolată în interior cu polistiren extrudat.

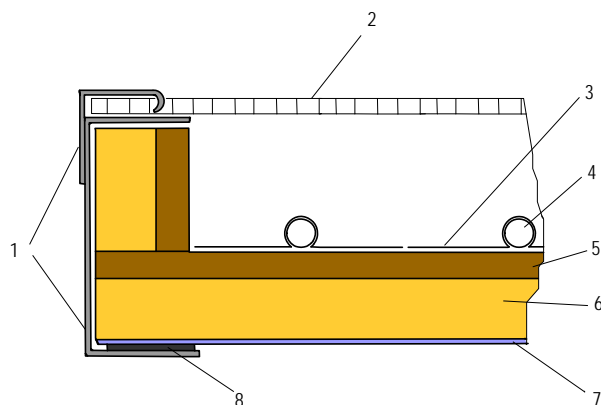


Fig. 2.1. Detaliu execuție captator solar plan în secțiune [2]:
1 – profilele din tablă din oțel zincat; 2 – policarbonat celular;
3 – placa absorbantă; 4 – conducte aluminiu; 5 – vată bazaltică;
6 – polistiren extrudat; 7 – placă aluminiu; 8 – adeziv silionic.

Schimbătorul de căldură este realizat din tablă de aluminiu, acoperit cu un strat selectiv ce formează suprafața absorbantă, iar conductele au fost executate tot din aliaj de aluminiu.

Pentru poziționare a fost realizat și un suport care permite reglarea captatorului la diferite unghiuri de înclinare (între 30 ... 60°).

Suprafața absorbantă a captatorului sferic a fost acoperită în patru straturi cu o vopsea selectivă, SOLKOTE HI/SORB-II. Vopseaua are proprietăți optice selective (emisivitate 0,20 - 0,49 și absorbție 0,88 - 0,94) și rezistență la temperaturi înalte. Emisivitatea vopselei depinde de materialul pe care se aplică precum și de grosimea și numărul de straturi aplicate.

Intensitatea radiației solare a fost măsurată cu un senzor de radiație tip Davis 6450 Solar Radiation Sensor, având un domeniu de măsurare de 0 ... 1800 W/m². Elementul sensibil al senzorului este o fotodiodă de siliciu care convertește radiația incidentă în curent electric. Cu ajutorul unui amplificator intern curentul este amplificat, fapt ce permite citirea variației tensiunii de ieșire din senzor, tensiune care variază liniar cu intensitatea radiației incidente.

Pentru măsurarea temperaturii s-a folosit senzorul analogic cu circuit integrat LM35DZ, a cărui voltaj la ieșire este liniar proporțional cu temperatura în grade Celsius și are un domeniu de măsurare în intervalul -55 ... +150 °C.

Pentru citirea informațiilor furnizate de senzori s-a folosit placa de achiziție Arduino Duemilanove w/ Atmega328, stocarea datelor s-a realizat prin utilizarea unui program care permite comunicarea cu un port serial.

3. METODOLOGIA DE LUCRU ȘI REZULTATELE OBTINUTE

În cazul determinării temperaturilor în stare de repaus stasul definește o serie de termeni și condiții de realizare a măsurătorilor experimentale [5]:

– temperatura în stare de repaus (t_s), care este temperatura măsurată într-un punct oarecare al suprafeței absorbante a captatorului, când în captator nu circulă agent termic;

– temperatura maximă în stare de repaus (t_{sm}), care este temperatura în stare de repaus a celui mai cald punct al suprafeței absorbante a captatorului;

– temperatura standard în stare de repaus (t_{ss}), care este temperatura suprafeței absorbante a captatorului corespunzătoare unei densități a fluxului de energie radiantă de 1000 W/m² și unei temperaturi ambiante de 32 °C.

Pentru a se obține curba caracteristică a temperaturii în stare de repaus, determinările se fac pentru cinci valori distincte ale densității fluxului de energie radiantă (G), care trebuie să fie peste 600 W/m². Pentru toate determinările se iau în considerare acele valori ale temperaturii ambiante (T_a) care nu se abat cu mai mult de ±3°C de la valoarea medie. Se recomandă ca cel puțin două determinări să se realizeze înainte de ora 12 iar ultimele după ora 12 (ora 13 pentru ora legală de vară). O perioadă de determinare se consideră reprezentativă dacă timp de 30 de minute parametrii mășurați nu variază mai mult de:

$$G = \pm 50 \text{ W/m}^2, T_a = \pm 1^\circ\text{C}, t_{ss} = \pm 1^\circ\text{C}.$$

Curba caracteristică a temperaturii în stare de repaus reprezintă variația diferenței de temperatură ($\Delta t_s = t_{ss} - t_a$) funcție de densitatea fluxului de energie radiantă prezentat în relația (3.1) [5].

Pentru a se obține curba caracteristică a temperaturii în stare de repaus, determinările se fac pentru cinci valori distincte ale densității fluxului de energie radiantă (G), care trebuie să fie peste 600 W/m². Pentru toate determinările se iau în considerare acele valori ale temperaturii ambiante (T_a) care nu se abat cu mai mult de ±3°C de la valoarea medie.

Se recomandă ca cel puțin două determinări să se realizeze înainte de ora 12 iar ultimele după ora 12 (ora 13 pentru ora legală de vară). O perioadă de determinare se consideră reprezentativă dacă timp de 30 de minute parametrii mășurați nu variază mai mult de:

$$G = \pm 50 \text{ W/m}^2, T_a = \pm 1^\circ\text{C}, t_{ss} = \pm 1^\circ\text{C}.$$

Curba caracteristică a temperaturii în stare de repaus reprezintă variația diferenței de temperatură ($\Delta t_s = t_{ss} - t_a$) funcție de densitatea fluxului de energie radiantă prezentat în relația (3.1) [5].

SOLUȚII PENTRU UN ORAȘ INTELIGENT

$$\Delta t_s = X \cdot G^{1/Y} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (3.1)$$

unde X și Y se deduc din valorile mărimilor măsurate prin metoda celor mai mici pătrate.

Temperatura standard în stare de repaus (t_{ss}) se calculează cu relația (3.2):

$$t_{ss} = X \cdot G^{1/Y} + 32 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (3.2)$$

Pentru determinarea temperaturii maxime în stare de repaus captatorul termo-solar realizat din figura (3.1) a fost expus radiațiilor solare și s-au realizat măsurători pe parcursul a mai multor zile. S-au înregistrat densitatea fluxului radiației incidente pe suprafața captatorului plan, temperatura plăcii absorbante în mai multe puncte, temperatura ambiantă și viteza vântului, respectiv temperaturile în stare de repaus.



Fig. 3.1. Captatorul termo-solar plan realizat în vederea determinării temperaturii maxime în stare de repaus [4].

Variația temperaturii maxime în stare de repaus (t_{pmxr}) funcție de variația diurnă a densității fluxului de radiație solară (G_p) este reprezentat în figura (3.2).

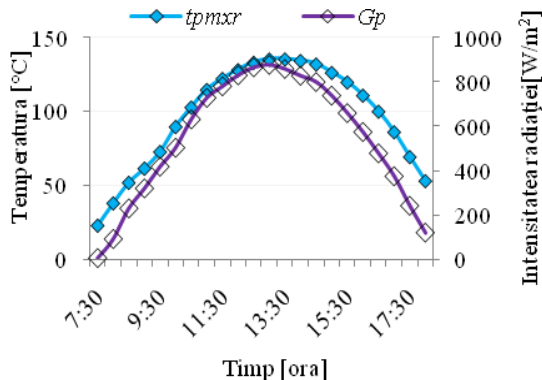


Fig. 3.2. Variația diurnă a temperaturii maxime în stare de repaus în captatorul plan (t_{pmxr}), corelat cu variația diurnă a densității fluxului de radiație (G_p).

În urma măsurătorilor s-a determinat temperatura maximă în stare de repaus este de 137,3 °C pentru o densitate a fluxului radiației solare de 860-900 W/m².

Pentru determinarea temperaturii standard în stare de repaus s-a trasat curba de repaus din figura (3.3) funcție de densitatea fluxului de radiație și diferența

dintre temperatura maximă în stare de repaus și temperatura ambiantă (Δt_{sl}).

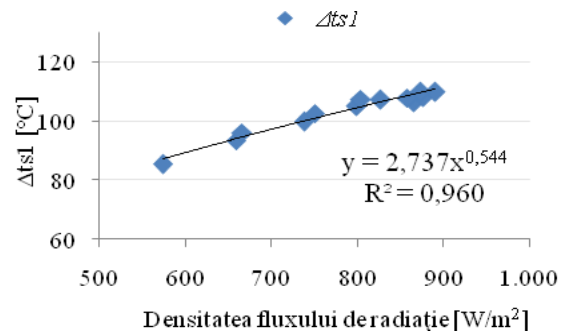


Fig. 3.3. Curba de regresie pentru temperatura în stare de repaus.

Se observă că coeficientul de regresie al funcției de putere are valori peste 0,9. Ecuația de putere care descrie variația temperaturii de stagnare în stare de repaus funcție de variația densității fluxului de radiație solară este prezentată în relația (3.3).

$$\Delta t_s = 2,737 \cdot G^{0,544} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (3.3)$$

Prin obținerea coeficienților corespunzători relației (3.1) din ecuația curbei de regresie s-a calculat temperatura în stare de repaus pentru temperatura de 32 °C și o densitate a fluxului de radiație de 1000 W/m².

Conform relației (3.2) temperatura standard în stare de repaus, determinată pentru captatorul plan prototip este de 149,3 °C.

4. CONCLUZII

În urma măsurătorilor experimentale s-a înregistrat temperatura maximă în stare de repaus de 137 °C.

Temperatura standard în stare de repaus determinată a fost de 149,3 °C.

În timpul măsurătorilor experimentale nu s-a observat o deteriorare remanentă a policarbonatul celular utilizat având în vedere că temperatura maximă de lucru al acestuia este de 120 °C. În schimb placa s-a dilatat determinând un flambaj cu o săgeată de 30 mm.

Utilizarea policarbonatului celular în construcția captatoarelor termo-solare plane are avantajul masei specifice mai reduse față de sticla solară, respectiv a rezistenței mecanice superioare în cazul precipitațiilor sub formă de grindină.

Pentru continuarea cercetărilor se propune testarea captatorului termo-solar realizat în vederea determinării randamentului de conversie și a eficienței economice în cazul implementării într-un sistem de încălzire a apei menajere pentru o locuință familială.

DETERMINAREA TEMPERATURII MAXIME ÎN STARE DE REPAUS A UNUI CAPTATOR

Găsirea și testarea de noi soluții pentru captarea, conversia și utilizarea de resurse de energie regenerabile este importantă pentru implementarea eficientă economică și tehnică pentru a fi competitive cu sursele de energie tradiționale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Chira Teodora, Roș, V, Fechete, L.V, *The analysis of impact factors on the efficiency of solid biomass heating plants*, Bulletin of University of Agricultural Sciences and

Veterinary Medicine, Cluj-Napoca. Agriculture, 2005, România.

[2] Gaspar, F, Baldean, D-L, *Optimizarea masică a unui captator plan*, Știință și inginerie, An XVI. Vol. 30, 2016, Sebeș, România.

[3] Gaspar, F, Roș, V, *Studiu privind dimensionarea eficientă a suprafeței de captare pentru un sistem termo-solar de încălzire a apei menajere*, Știință și inginerie, An XII. Vol. 21, 2012, Sebeș, România.

[4] Gaspar, F, *Cercetări privind randamentul de conversie al captatoarelor solare cu suprafețe spațiale*, Teză de doctorat, 2013, Cluj-Napoca, România.

[5] *** STAS 12745-89, Determinarea temperaturii maxime în stare de repaus în condiții naturale.

Despre autori

Asist.dr.ing. **Ferenc GASPĂR**

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România

Asistent universitar în cadrul Facultății de Mecanică, departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi.

E-mail:ferenc.gaspar@auto.utcluj.ro

Ș.l.dr.ing. **Ioan Aurel CHERECHEȘ**

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România

Șef de lucrări în cadrul Facultății de Mecanică. Absolvent al Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj Napoca. Doctor al Facultății de Mecanică – Departamentul de Inginerie Mecanică a Universității Tehnice din Cluj Napoca. Membru al Filialei Cluj a AGIR.

Ș.l.dr.ing. **Doru BĂLDEAN**

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, România

Șef de lucrări în cadrul Facultății de Mecanică, departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi.