



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00493**

(22) Data de depozit: **10/07/2015**

(41) Data publicării cererii:
26/02/2016 BOPI nr. **2/2016**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN BRAŞOV, BD.EROILOR NR.29, BRAŞOV, BV, RO

(72) Inventatori:
• VIŞA ION, STR.CLOŞCA NR.48, BRAŞOV, BV, RO;

• DUTĂ-CAPRĂ ANCA, STR. ALBATROSULUI NR. 8, AP. 17, BRAŞOV, BV, RO;
• CIOBANU DANIELA, STR.SITARULUI NR.21, BL.D 8, SC.A, AP.7, BRAŞOV, BV, RO;
• TOȚU IOAN, PIAȚA SFATULUI NR.29, AP.2, BRAŞOV, BV, RO

(54) STAND ȘI METODĂ PENTRU TESTAREA CAPTATOARELOR SOLAR TERMICE PLATE ÎN MEDIUL SALIN

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand și la o metodă de testare a captatoarelor solar-termice plate, destinate evaluării durabilității captatorului și a unor elemente componente în mediul salin. Standul conform inventiei este constituit dintr-un circuit (1) hidraulic salin, ce are în alcătuire: niște duze (4), pentru pulverizarea de aerosoli salini pe suprafață exterioară vitrată a unui captator (3) solar-termic, un igheab (5) de colectare a soluției saline, un filtru (6) pentru filtrarea soluției saline pulverizate, un recipient (7) de stocare prevăzut cu un agitator (8), o pompă (9), un sistem (10) pentru reglarea debitului și un debitmetru (11), și dintr-un circuit (2) hidraulic pentru fluidul termic care circulă prin captatorul (3) solar-termic plat, ce cuprinde: o vană (14) cu trei căi, care permite introducerea în captator a fluidului termic, prin actionarea unor robinete (15 și 16), iar la ieșirea din captator (3) selectarea circuitului pentru fluidul termic se realizează prin actionarea altrei vane (17) cu trei căi și a altor robinete (18 și 19), un schimbător (20) de căldură, o pompă (21) pentru antrenarea fluidului termic, un sistem (22) pentru reglarea debitului, un debitmetru (23), o altă vană (24) cu trei căi care asigură dirijarea fluidului termic către un sistem (25) de încălzire sau către un sistem (26) de răcire, un senzor (27) de temperatură la intrarea fluidului termic în captatorul (3) solar-termic plat, un senzor (28) de temperatură la ieșirea fluidului termic din captator (3), un înregistrător (12) de date ce transmite valorile citite de senzori, pentru a fi

înregistrate pe un PC (13). Metoda conform inventiei constă în determinarea eficienței inițiale a captatorului solar, etapă finalizată prin trasarea caracteristicii de funcționare, testarea captatorului în condiții de degradare în mediul agresiv de aerosoli salini și determinarea eficienței captatorului în condiții de degradare, și compararea celor două caracteristici de funcționare.

Revendicări: 3

Figuri: 3

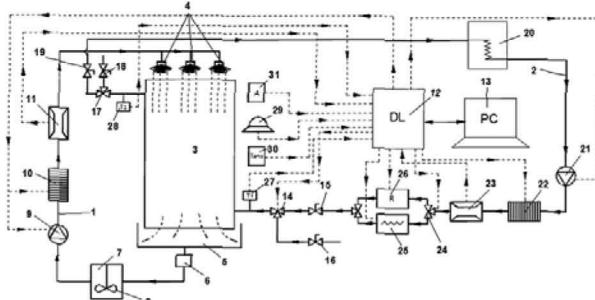


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Nr. înt. B.P.I. 83/01.07.2015

Ex. OSIM
2V

| |
|--|
| OFICIUL DE STAT PENTRU INVENTII SI MARCI |
| Cerere de brevet de invenție |
| Nr. a 2015 00493 |
| Data depozit 10 -07- 2015 |

STAND ȘI METODĂ PENTRU TESTAREA CAPTATOARELOR SOLAR-TERMICE PLATE ÎN MEDIUL SALIN

Invenția se referă la un stand și o metodă de testare a captatoarelor solar-termice plate, destinate evaluării durabilității captatorului și a unor elemente componente în mediul salin.

Se cunosc standuri de testare, în aer liber (outdoor) și în interior, a performanțelor termice a captatoarelor solar-termice plate. Aceste standuri sunt alcătuite dintr-un circuit hidraulic format din: pompă, senzor pentru control și măsurare debit, senzori pentru măsurarea temperaturii de intrare/ieșire a fluidului termic din captatorul solar și a temperaturii mediului ambient, senzori pentru măsurarea intensității radiației solare reale sau simulate în planul captatorului solar și sursa de radiație cu intensitate controlată pentru standurile de interior. Pentru testarea durabilității și rezistenței captatoarelor solare, standurile existente permit realizarea următoarelor teste: impact, compresiune, șocuri interne/externe și etanșeitate. Toate acestea simulează, prin teste de degradare accelerată, comportamentul captatorului solar în condițiile meteo de grindină, vânt, ploaie și zăpadă.

Testarea la coroziune se face standardizat pentru componente metalice și pentru placa absorbantă. Testarea la coroziune a plăcii absorbante se face în mediu salin în camera de ceață, când proba se montează înclinat la un unghi cuprins între 15° - 30° , concentrația aerosolilor salini fiind de 3,5% de NaCl, intervalul de timp necesar pentru efectuarea testelor diferă între 1 și 5 săptămâni, iar temperatura aerosolilor salini este constantă 35°C .

Nici unul dintre aceste teste standardizate nu evaluează în mod distinct, cu aparatură și cu o metodă specifică, rezistența la coroziune în mediul salin a captatoarelor solar-termice.

Un alt dezavantaj al metodei actuale de determinare a rezistenței la coroziune în mediu salin constă în faptul că sunt testate în condiții de laborator (camera de ceață salină) componente individuale ale captatorilor, astfel omițându-se influența pe care celelalte componente din ansamblul captator ar avea-o asupra performanțelor componentei testate individual, iar durata prevăzută pentru testare este lungă (5 săptămâni).

Numeroase zone în care sunt amplasate captatoarele solar-termice plate, au climă caldă/temperată maritimă. În aceste zone durata de funcționare a captatoarelor solar-termice plate este semnificativ redusă datorită prezenței aerosolilor salini care au efect corosiv/degradare asupra elementelor captatorului cu care vin direct în contact (carcasa, garnitura de etanșare) realizând nano- și micro-fisuri care permit apoi accesul acestor aerosoli în interiorul captatorului unde atacă placa, corodând-o. Efectul de corodare este amplificat de căldură. Teste ale captatoarelor solare în mediu de aerosoli salini nu sunt incluse în standardele de evaluare a calității colectoarelor, nici la nivel de laborator, nici pentru mediul exterior.

Scopul invenției este de a dezvolta un stand și o metodă de testare care permit evaluarea calitativă și cantitativă a durabilității captatoarelor solar-termice plate în mediul de aerosoli salini, într-un interval de timp redus, de 20 de zile.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a realiza un stand multifuncțional și o metodă de testare într-un interval de timp redus a durabilității în mediu salin al captatoarelor solar termice plate. Standul poate funcționa în mediul exterior sau poate fi utilizat în laborator (cuplat cu un simulator solar), în condiții care pot simula profilul climatic pentru care se face investigația.

Problema tehnică se soluționează prin dezvoltarea unui stand, care utilizează un circuit hidraulic salin format dintr-o pompă, un sistem de reglare automată a debitului, debitmetru și duze pentru formarea aerosolului, jgheab pentru colectarea soluției saline, stocator cu agitator pentru soluția salină, și un al doilea circuit hidraulic pentru diferite tipuri de fluide termice care pot circula prin captatorul solar-termic plat.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1 și 2 care reprezintă:

- fig1, schema circuitului hidraulic pentru standul de testare;
- fig.2, caracteristica de funcționare a captatorului solar termic plat cu evidențierea eficienței nominale;
- fig. 3, caracteristica de funcționare a captatorului solar termic plat după degradarea accelerată cu aerosoli salini.

Standul de testare conform invenției, în legătura cu fig.1, este format dintr-un circuit 1 hidraulic pentru soluția salină și un circuit 2 hidraulic pentru fluidul termic, care circulă printr-un captator 3 solar termic plat amplasat înclinat față de orizontală la un unghi de $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$, similar cu standardul de testare a performanțelor termice ale captatoarelor solar termice. Circuitul 1 salin este format din duze 4 pentru pulverizarea pe suprafață exterioară vitrată a captatorului 3 solar termic plat a aerosolului salin și un jgheab 5 pentru colectarea soluției saline. Soluția salină colectată de un jgheab 5 este filtrată de impurități prin intermediul unui filtru 6 și recirculată într-un stocator 7 prevăzut cu un agitator 8 pentru uniformizarea concentrației soluției saline. Pentru a crea condiții de degradare accelerată se lucrează cu soluție salină cu concentrația de 3,5% NaCl, corespunzătoare efectului coroziv maxim asupra metalelor și aliajelor. Antrenarea soluției saline se realizează prin intermediul unei pompe 9. Pentru a putea păstra un debit constant al soluției saline se folosește un sistem 10 pentru reglarea debitului compus dintr-un ventil acționat electric și comandat automat, înregistrarea debitului realizându-se prin intermediul unui debitmetru 11, care transmite informația la un data-logger(DL) 12. Datele sunt preluate de la data-loggerul 12 și sunt transferate la un calculator(PC) 13. În timpul testelor, circuitul hidraulic 2 permite utilizarea unui fluid termic de tip apă, glicol sau aer. Selectarea tipului de fluid termic utilizat se realizează prin intermediul unei valve 14 cu trei căi, care permite introducerea în captatorul 3 solar-termic plat a fluidului termic de tip apă/glicol prin deschiderea unui robinet 15 și închiderea unui robinet 16. Dacă fluidul selectat este aerul, atunci se închide un robinet 15 și se deschide un robinet 16. Selectarea circuitului pentru fluid se realizează și la ieșirea din captatorul 3 solar termic plat prin acționarea unei vane 17 cu trei căi și a unor robinete 18 și 19. Prin închiderea robinetului 18 și deschiderea robinetului 19, fluidul termic de tip apă/ glicol, ajunge la un schimbător 20 de căldură. Antrenarea fluidului termic apă/glicol se realizează printr-o pompă 21, păstrarea constantă a debitului se realizează printr-un sistem 22 de reglare al debitului compus dintr-un ventil acționat electric și comandat automat, iar măsurarea debitului se realizează printr-un debitmetru 23.

Conform cu descrierea, standul poate fi utilizat și pentru testarea eficienței conversiei solar-termice în aer liber, conform standardului EN 12975. În acest caz nu se pornește circuitul hidraulic salin și se utilizează fluid termic lichid (apă, lichid antigel) conform metodologiei de testare selectate. Pentru testarea performanțelor termice ale captatorului solar termic, pe parcursul testelor trebuie introdus în circuit fluid termic la diferite temperaturi. Selectarea situațiilor de funcționare se realizează prin acționarea unei vane 24 cu trei căi, care asigură dirijarea agentului termic spre un sistem 25 de încălzire sau spre un sistem 26 de răcire. Temperatura de intrare a fluidului în captatorul 3 solar termic plat este măsurată cu ajutorul unui senzor 27, iar temperatura de ieșire a fluidului din captatorul 3 este măsurată cu ajutorul unui senzor 28. Toate aceste mărimi sunt preluate de data-loggerul 12 și înregistrate de calculatorul 13.

Pe lângă mărimile măsurate și înregistrate, precizate anterior, la data-loggerul 12 mai sunt transmise și următoarele mărimi înregistrate de o stație meteo: intensitatea radiației solare globale, notată cu G_T , provenită de la un piranometru 29, temperatura mediului ambient, notată cu T_{amb} și măsurată cu un senzor 30 de temperatură, viteza vântului, notată cu v_v , măsurată cu un anemometru 31.

Metoda de testare la degradare accelerată a captatoarelor solar termice plate în mediu salin utilizând standul de testare conform invenției, în legătură cu fig.1, cuprinde următoarele etape de operare:

- În prima etapă (A) se determină eficiența inițială a captatorului solar, etapă finalizată prin trasarea caracteristicii de funcționare;
- În etapa a doua (B) captatorul solar termic este supus funcționarii în condițiile solicitărilor cu aerosoli în regim accelerat de degradare;
- În etapa a treia (C) se realizează determinarea eficienței captatorului supus la solicitări în etapa B și se compară această eficiență cu cea determinată în etapa A, pe baza celor două caracteristici de funcționare.

În continuare se prezintă metoda de testare conform invenției:

A. Testarea eficienței conversiei solar-termice inițiale a captatorului solar

1. Se verifică integritatea fizică a captatorului solar termic și se urmărește ca suprafața vitrată să fie curătată;
2. Se verifică parametrii climatici înregistrați de către aparatelor de măsură (stația meteo) piranometrul 29, termometrul 30, anemometrul 31 și se urmărește ca aceștia să se încadreze în valori admisibile, conform standardului EN 12975 (intensitatea radiației măsurate să fie mai mare de 800W/m^2 , viteza vântului să fie mai mică de 2m/s).
3. Se stabilește debitul fluidului termic (apa) care circulă prin captatorul 3 solar-termic, în funcție de aria acestuia comandând sistemul 22 de reglare a debitului. Valoarea efectivă a debitului se urmărește cu ajutorul debitmetrul 23, după ce această valoare se stabilizează (aprox. 30 min de la pornirea instalației).
4. Se determină eficiența inițială a conversiei solar-termice pentru captatorul testat. Pentru determinarea eficienței inițiale a captatorului solar-termic, trebuie să se realizeze patru măsurători distincte (vezi fig. 2):
 - prima valoare (P_1) se obține pentru o temperatură medie a fluidului egală cu temperatura mediului ambiant; se obțin în acest fel pierderile optice ale captatorului solar-termic; După citirea temperaturii de intrare T_{in} , respectiv de ieșire a fluidului T_{out} , se determină temperatura medie a fluidului și în funcție de valoarea temperaturii mediului ambiant se acționează sistemul de răcire 26 sau sistemul de încălzire 25.
 - a doua valoare (P_2) se obține pentru o temperatură de intrare a fluidului egală cu temperatura de funcționare (de exemplu, în cazul captatoarelor solar-termice plate valoarea recomandată este de 60°C);
 - a treia valoare (P_3) se obține pentru o temperatură de intrare a fluidului mai mare decât temperatura de funcționare (de exemplu, în cazul captatoarelor solar-termice plate valoarea recomandată este de 85°C). Încălzirea fluidului la o valoare prestabilită se realizează prin acționarea rezistenței sistemului de încălzire 25.
 - a patra valoare (P_4) determină comportamentul captatorului solar-termic la stagnare, atunci când debitul fluidului termic este 0.

Măsurările sunt corecte dacă într-un interval de timp de cel puțin 15 minute valorile parametrilor măsuраți se încadrează în valorile admisibile de acuratețe (variații admisibile: debit $\pm 1\%$; intensitatea radiației solare $\pm 50\text{W/m}^2$, temperatura mediului ambiant $\pm 1\text{K}$; temperatura de intrare a fluidului $\pm 0,1\text{K}$). Cele patru valori ale eficienței captatorului solar termic se calculează cu relația 1, în care se introduc mediile a minim patru valori măsurate (pentru fiecare măsurătoare, P_i):

$$\eta = \frac{\dot{m}c_p(T_{out} - T_{in})}{G_T A_C} = \eta_0 - \eta_{PT} \quad (1)$$

În relația 1, se folosesc următoarele notații: \dot{m} - debitul masic al fluidului termic; c_p - căldura specifică a fluidului termic; T_{out} - temperatura fluidului termic la ieșirea din captator;

T_{in} – temperatura fluidului termic la intrarea în captator; G_T – intensitatea radiației solare în planul captatorului; A_C – aria captatorului solar-termic; η_0 este eficiența maximă pe care o poate atinge captatorul (eficiență nominală); η_{PT} este scăderea de eficiență datorată pierderilor termice și care depinde de diferența dintre temperatura mediului ambiant (T_{amb}) și temperatura medie a fluidului termic din captator. Valoarea corespunzătoare punctului P_1 corespunde eficienței nominale a captatorului, η_0 .

După determinarea celor patru puncte, diagrama de eficiență (fig. 2) se obține prin construirea curbei de regresie care trece prin cele patru puncte.

B. Testarea în condiții de degradare accelerată (cu aerosoli salini)

1. Se verifică integritatea fizică și starea inițială a captatorului solar-termic plat destinat testării în mediul salin; în cazul în care captatorul solar-termic este murdar, în special placa vitrată, se curată cu apă (fără detergent);
2. Se verifică parametrii climatici înregistrați de către aparatele de măsură din stația meteo, piranometrul 29, termometrul 30, anemometrul 31 și sistemul lor de achiziție de la data loggerul 12. Preluarea informațiilor se realizează de către calculator care compară valorile primite de la senzori, cu valorile prestabilite.
3. Se urmărește încadrarea parametrilor climatici în valorile admisibile pentru testare: intensitatea radiației măsurate mai mare de $500W/m^2$, viteza vântului mai mică de $2m/s$. Experimentul se pornește dacă aceste condiții sunt simultan îndeplinite, urmând etapele descrise mai jos.
4. În cazul în care captatorul are fluid termic lichid (apă/antigel), se golește astfel: se izolează captatorul din circuit prin închiderea robinetelor 15 și 19. Se selecteză vana 14 cu trei căi care permite deschiderea circuitului către robinetul 16, și se deschid robinetele 16 și 18 până se evacuează tot lichidul (fluidul termic) din captatorul 3.
5. Testarea se efectuează utilizând aer ca fluid termic în regim de stagnare (fără circulație). Pentru aceasta, după golirea și uscarea circuitului, se închid robinetele 16 și 18.
6. Se pornește circuitul hidraulic 1 pentru generarea de aerosoli cu cel puțin o jumătate de oră înainte de prima citire. Experimentul se realizează la debit constant de lichid salin.
7. La orele prestabilite (de ex.: ora 9:00, ora 12:00, ora 15:00) se înregistrează mărimile caracteristice pentru stand (T_{in} , T_{out}) și parametrii climatici (T_{amb} , G_T , vv).
8. Se oprește instalația la finalizarea programului de testare sau la apariția unei avarii.
9. Se curăță captatorul solar prin spălare temeinică cu apă.
10. Se repeta operațiunile zilnic, pentru 20 de zile.
11. Evaluarea calitativă și cantitativă a durabilității și rezistenței la coroziune se realizează prin:
 - Observare directă a numărului și mărimei petelor de coroziune sau depunere de sare NaCl (albe) de pe suprafețele de referință ale plăcii absorbante a captatorului ($20 \times 20 cm^2$). Se aleg cel puțin cinci suprafețe de referință, poziționate în vecinătatea colțurilor (la 10 cm de margine) și în centrul captatorului. Prezenta uneia sau mai multor pete albe indică coroziunea și constituie baza evaluării calitative a durabilității.
 - Calculul eficienței conversiei (raportul dintre cantitatea de căldură produsă și energia radiației solare incidentă pe captator) și a eficienței nominale; scăderea valorii eficienței nominale reprezintă baza de evaluare cantitativa a durabilității.
12. Se evidențiază ziua în care apar modificări semnificative (scăderi) ale valorilor eficientei de conversie, datorate cu precădere deteriorării garniturii de etanșare a plăcii vitrate pe carcasa, respectiv ziua în care apar vizibile primele puncte de coroziune. Astfel se evidențiază evoluția în timp a degradării, respectiv durabilitatea colectorului.

C. Evaluarea eficienței finale a conversiei solar-termice a captatorului solar

La finalul ciclului de testare se evaluatează eficiența conversiei solar-termice a captatorului solar, urmând etapele descrise la etapa “**A. Testarea eficienței conversiei solar-termice inițiale a captatorului solar**” și se trasează noua diagramă de eficiență obținută după testarea cu aerosoli salini (fig. 3)

Comparativ cu alte produse similare, *invenția prezintă următoarele avantaje:*

- permite evaluarea în condiții de degradare/coroziune accelerată a eficienței și durabilității captatorului solar-termic plat în mediu salin;
- intervalul de timp necesar pentru evaluarea captatorului solar plat este redus, conform recomandărilor Uniunii Europene (20 de zile).
- poate fi utilizat în mediu exterior, în condițiile locației de implementare sau în laborator, cu sursă de radiație artificială și controlată (simulator solar).

REVENDICĂRI

1. Stand pentru testarea captatoarelor solar-termice plate în mediu salin, *caracterizat prin aceea că* are un circuit hidraulic salin (1) alcătuit din duze (4), un jgheab (5) de colectare a soluției saline, un filtru (6) pentru filtrarea soluției saline pulverizate pe suprafața colectorului, un stocator (7) prevăzut cu un agitator (8), o pompă (9), un sistem (10) pentru reglarea debitului compus dintr-un ventil acționat electric și comandat automat, un debitmetru (11) și un circuit hidraulic (2) pentru fluidul termic care circulă prin captatorul solar-termic plat, format dintr-o vană (14) cu trei căi alimentată pe circuitul de fluid termic - lichid prin robinetul (15), iar pe circuitul de fluid termic – aer prin robinetul (16), o vană cu trei căi (17) care transmite fluidul termic - lichid către robinetul (19) sau fluidul termic – aer către robinetul (18), un schimbător (20) de căldură, o pompa (21), un sistem (22) pentru reglarea debitului compus dintr-un ventil acționat electric și comandat automat, un debitmetru (23), o vană (24) cu trei căi, un sistem (25) de încălzire, un sistem (26) de răcire, un senzor (27) de temperatură la intrarea fluidului termic în captatorul solar-termic plat, un senzor (28) de temperatură la ieșirea fluidului termic din captator, un data-logger (12) care transmite valorile citite de senzori pentru a fi înregistrate la un PC (13) cu microprocesor și un program de gestionare a funcționării standului.
2. Standul de testare multi - scop, *conform revendicării 1, este caracterizat prin aceea că* poate fi utilizat atât pentru evaluarea calitativa a performanțelor în condiții agresive de mediu salin a captatorilor solar-termici cat și pentru determinarea eficienței conversiei solar termice a captatorului solar termic prin utilizarea de radiație solară simulață în laborator, sau cu radiație solară naturală în mediu exterior, prin implementarea pe PC a programului de testare adecvat.
3. Metoda de testare a durabilității captatoarelor solare plan plate, *caracterizată prin aceea că* are următoarele etape de operare:
 - A. Evaluarea eficienței conversiei solar termice inițiale a captatorului (utilizând apă ca fluid termic) care implică parcurgerea următoarelor activități specifice: verificarea integrității fizice a captatorului; verificarea ca parametrii climatici înregistrați să se încadreze în valorile standard admisibile; setarea debitului fluidului termic la o valoare corespunzătoare în funcție de aria captatorului solar termic plat; determinarea eficienței inițiale a conversiei captatorului solar-termic, prin efectuarea de măsurători pentru diferite temperaturi de intrare a fluidului termic în captator și în condiții de stagnare și trasarea diagramei de eficiență;
 - B. Testarea în condiții de degradare în mediu agresiv de aerosoli salini și evidențierea modificării eficienței curente și nominale ca urmare a interacțiunii captatorului cu jet de aerosoli salini generați în condiții de temperatură și presiune controlate, în cazul în care condițiile climatice se încadrează în valorile admisibile (intensitatea radiației solare mai mare de 500W/m^2 și o viteză a vântului mai mică de 2m/s), conform unui orar temporal bine definit, utilizând aerul ca fluid termic, și se observă direct numărul de pete de coroziune de pe cinci suprafețe de referință ale plăcii absorbante.
 - C. Evaluarea eficienței conversiei solar termice a captatorului ,utilizând apă ca fluid termic,la finalul procedurii de testare, prin parcurgerea activităților specifice precizate la etapa A.

16

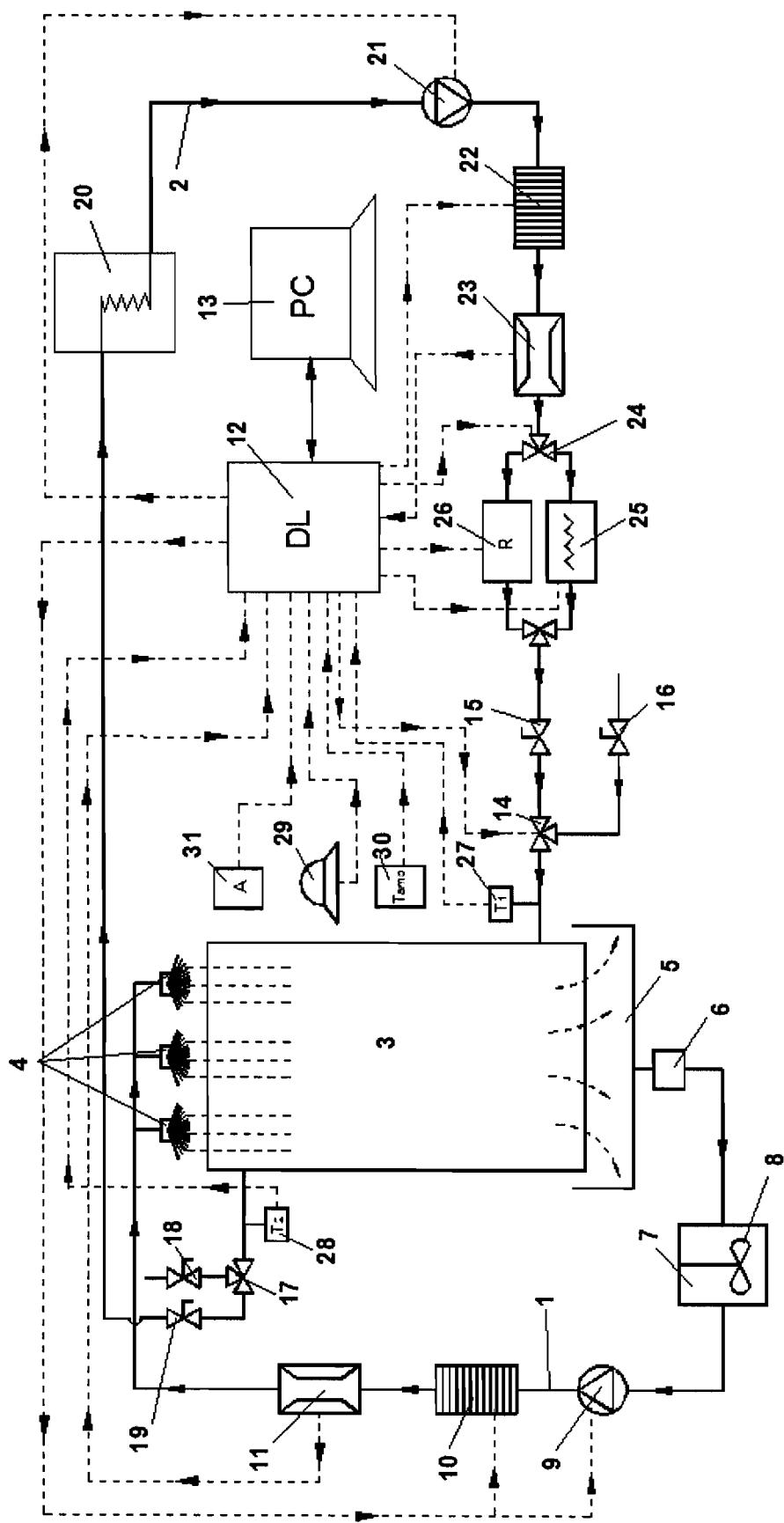


Fig. 1

Q-2015--00493 -
10-07-2015

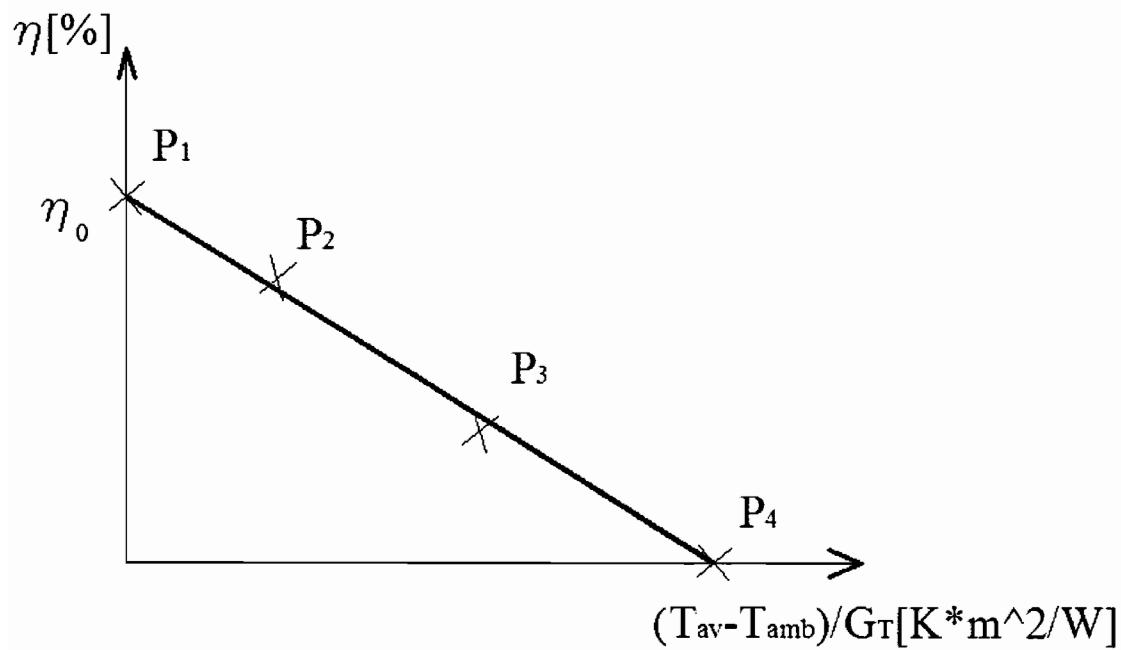


Fig. 2

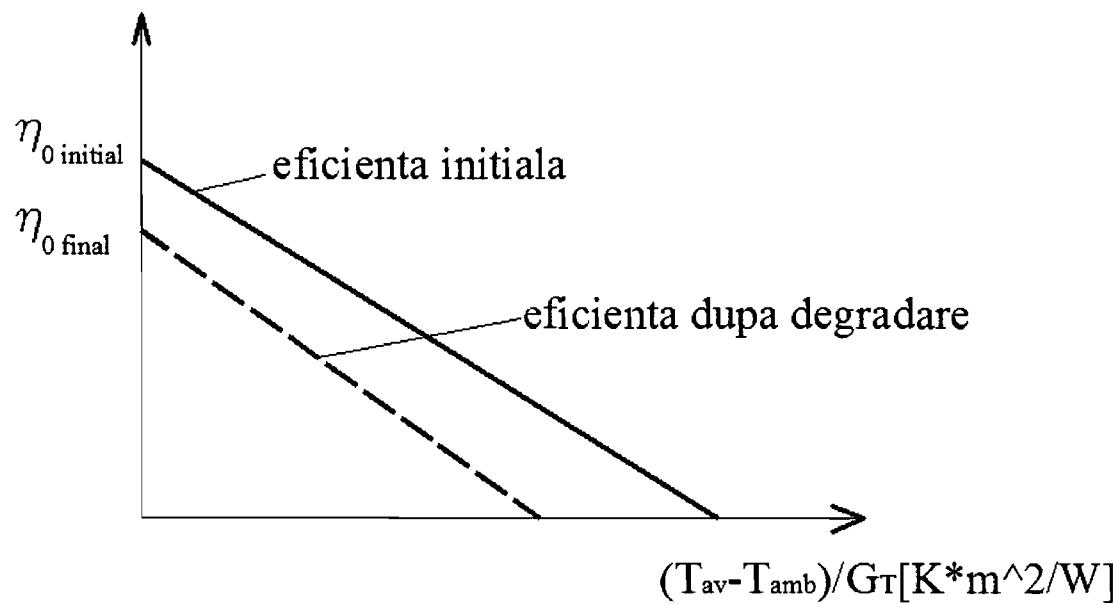


Fig. 3