



MD 1008 Y 2016.02.29

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **1008** (13) **Y**  
(51) Int.Cl: *G01L 3/24* (2006.01)  
*G01L 3/26* (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE  
DE SCURTĂ DURATĂ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție de scurtă durată, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului                                                                                                                          |                                                                                         |
| (21) Nr. depozit: s 2015 0084<br>(22) Data depozit: 2015.06.23                                                                                                                                                                                                                                                   | (45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:<br>2016.02.29, BOPI nr. 2/2016 |
| (71) Solicitant: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu", MD<br>(72) Inventatori: SAINSUS Iurii, MD; CONEV Alexei, MD; RUSSEV Iurii, MD; SIDORENKO Anatolie, MD; BEJAN Ion, MD; TOMȘA Nicolai, MD<br>(73) Titular: INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII "D. Ghițu", MD |                                                                                         |

(54) Sistem și metodă de măsurare a randamentului mașinii Stirling

(57) Rezumat:

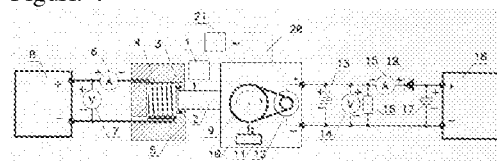
Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la măsurarea randamentului mașinilor mecanice cu ciclul Stirling.

Sistemul și metoda de măsurare a randamentului mașinii Stirling includ un motor-generator de curent continuu (12), unit cu arborele (9) mașinii Stirling, și un măsurător de turații (11), amplasate în interiorul corpului (10) mașinii Stirling, de asemenea include un măsurător de temperatură la distanță (1) pentru măsurarea temperaturii cilindrului fierbinte (2) al mașinii Stirling și un măsurător de temperatură la distanță (21) pentru măsurarea temperaturii cilindrului rece (20) al mașinii Stirling. Motorul-generator (12) este conectat la o sursă de curent continuu (18) printr-un condensator (13), un voltmetru (14), o rezistență activă (16), un ampermetru (15), un

condensator (17) și o diodă (19). Sistemul mai include un element de încălzire (4), amplasat într-un corp termoizolant (5) și fixat pe un corp termoconductor (3), cu care contactează strâns cilindrul fierbinte (2), totodată elementul de încălzire (4) este conectat la o sursă suplimentară de curent continuu (8) printr-un ampermetru (6) și un voltmetru (7).

Revendicări: 2

Figuri: 4



MD 1008 Y 2016.02.29

## **(54) System and method for measuring the efficiency of the Stirling machine**

### **(57) Abstract:**

1  
The invention relates to the measuring equipment and can be used for measuring the efficiency of the Stirling cycle mechanical machines.

The system and method for measuring the efficiency of the Stirling machine include a motor-direct current generator (12), connected to the shaft (9) of the Stirling machine, and a revolution meter (11), placed inside the body (10) of the Stirling machine, and also includes a remote temperature gauge (1) for measuring the temperature of the hot cylinder (2) of the Stirling machine and a remote temperature gauge (21) for measuring the temperature of the cold cylinder (20) of the Stirling machine. The motor-generator (12) is connected to a

2  
direct-current source (18) through a capacitor (13), a voltmeter (14), an active resistance (16), an ammeter (15), a capacitor (17) and a diode (19). The system further includes a heating element (4), placed in a heat-insulating body (5) and fixed on a heat-conducting body (3), with which closely contacts the hot cylinder (2), at the same time the heating element (4) is connected to an additional direct-current source (8) through an ammeter (6) and a voltmeter (7).

Claims: 2

Fig.: 4

## **(54) Система и метод измерения коэффициента полезного действия машины Стирлинга**

### **(57) Реферат:**

1  
Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения коэффициента полезного действия механических машин с циклом Стирлинга.

Система и метод измерения коэффициента полезного действия машины Стирлинга включают расположенные в корпусе (10) машины Стирлинга мотор-генератор постоянного тока (12), соединенный с валом (9) машины Стирлинга, и измеритель оборотов (11), а также включает дистанционный измеритель температуры (1) для измерения температуры горячего цилиндра (2) машины Стирлинга и дистанционный измеритель температуры (21) для измерения температуры холодного цилиндра (20) машины Стирлинга.

2  
Мотор-генератор (12) подключен к источнику постоянного тока (18) через конденсатор (13), вольтметр (14), активное сопротивление (16), амперметр (15), конденсатор (17) и диод (19). Система еще включает нагревательный элемент (4), расположенный в теплоизоляционном корпусе (5) и закрепленный на теплопроводящем корпусе (3), с которым тесно контактирует горячий цилиндр (2), при этом нагревательный элемент (4) подключен к дополнительному источнику постоянного тока (8) через амперметр (6) и вольтметр (7).

П. формулы: 2

Фиг.: 4

**Descriere:**

Invenția se referă la tehnica de măsurare și poate fi utilizată la măsurarea randamentului mașinilor mecanice cu ciclul Stirling.

- 5 Este cunoscută metoda de măsurare a randamentului mașinii  $\eta$  la regimul de lucru, care se caracterizează cu o sarcină dată și cu o capacitate energetică dată  $E_p$  și care constă în măsurarea în regim de lucru în gol a puterii mașinii  $N_x$ , în măsurarea puterii  $N_i$  și a productivității  $\Pi_i$  mașinii la o creștere treptată și până la maximum a sarcinii la ea (unde  $i=1 \dots n$ ), iar în baza datelor obținute și a expresiilor analitice
- 10 constă în măsurarea:

– productivității optime a mașinii  $\Pi_m$ , care la randamentul maxim al mașinii este egală cu productivitatea de lucru  $\Pi_p$ :

$$\Pi_m = \sqrt{\frac{N_x \left[ \sum_{i=1}^n \Pi_i^4 \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \Pi_i^3 \right)^2 \right]}{\Pi_i^2 (N_i - N_x) \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_i^2 - \sum_{i=1}^n \Pi_i (N_i - N_x) \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_i^3}},$$

– capacității energetice de lucru ( $E_p$ ):

15 
$$E_p = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot (N_i - N_x) - \frac{N_x}{\Pi_M} \cdot \sum_{i=1}^n \Pi_i}{\sum_{i=1}^n \Pi_i^2},$$

– puterii de lucru:

$$N_p = N_x + E_p \cdot \Pi_p + \frac{N_x}{\Pi_M^2} \cdot \Pi_p^2,$$

– randamentului mașinii:

$$\eta = \frac{E_p \cdot \Pi_p}{N_x + E_p \cdot \Pi_p + \frac{N_x}{\Pi_M^2} \cdot \Pi_p^2}. \quad [1]$$

- 20 Dezavantajul acestei metode constă în complexitatea expresiilor de calcul și utilizarea mai multor parametri pentru care este necesar de a efectua multe măsurări, iar unii dintre ei fiind determinați condiționat (de exemplu, productivitatea).

- 25 Este cunoscut dispozitivul pentru măsurarea caracteristicilor mecanice ale arborelui de rotire, care include un arbore flexibil cu marcaj, un transformator, intrarea căruia este conectată la ieșirea generatorului cu schimbare liniară a curentului, iar ieșirea este conectată la prima intrare a registrului digital, și un senzor al marcajului conectat la multivibratorul monostabil digital, unit cu generatorul și a doua intrare a registrului digital [2].

- 30 Dezavantajele acestui dispozitiv constau în aceea că este costisitor și voluminos, cu fiabilitate joasă, deoarece se folosesc senzori electrici instalați pe noduri mecanice, iar precizia măsurării depinde de liniaritatea curentului generatorului de curent liniar.

- 35 Cea mai apropiată soluție este sistemul și metoda de măsurare a puterii de lucru a mașinii Stirling, care include determinarea puterii pierderilor, puterii ciclului Stirling și puterii utile de pe arborele mașinii Stirling [3].

Dezavantajul dispozitivului și metodei constă în aceea că nu permite măsurarea randamentului mașinii Stirling.

- 40 Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în posibilitatea măsurării randamentului mașinii Stirling prin simplificarea construcției dispozitivului și a modului de utilizare a lui.

Sistemul de măsurare a randamentului mașinii Stirling, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un motor-generator

de curent continuu, unit cu arborele mașinii Stirling, și un măsurător de turații, amplasate în interiorul corpului mașinii Stirling, un măsurător de temperatură la distanță pentru măsurarea temperaturii cilindrului fierbinte al mașinii Stirling și un măsurător de temperatură la distanță pentru măsurarea temperaturii cilindrului rece al mașinii Stirling, totodată polul pozitiv al motorului-generator este conectat la polul pozitiv al unui condensator, polul pozitiv al unui voltmetru, un pol al unei rezistențe active și la polul negativ al unui ampermetru, iar polul negativ al motorului-generator este conectat la polul negativ al condensatorului, polul negativ al voltmetrului, celălalt pol al rezistenței, polul negativ al unui condensator și la polul negativ al unei surse de curent continuu, totodată polul pozitiv al sursei de curent continuu este conectat la polul pozitiv al condensatorului și la anodul unei diode, catodul căreia este conectat la polul pozitiv al ampermetrului, un element de încălzire, amplasat într-un corp termoizolant și fixat pe un corp termoconductor, cu care contactează strâns cilindrul fierbinte al mașinii Stirling, totodată un capăt al elementului de încălzire este conectat la polul negativ al unui ampermetru, iar celălalt capăt - la polul negativ al unui voltmetru și la polul negativ al unei surse suplimentare de curent continuu, la polul pozitiv al căreia este conectat polul pozitiv al voltmetrului și polul pozitiv al ampermetrului.

Metoda de măsurare a randamentului mașinii Stirling, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include determinarea dependenței puterii pierderilor  $P_i$  în funcție de viteza de rotație  $\Omega_i$  a arborelui mașinii Stirling, unde  $i = 1 \dots n$ , cu condiția că  $P_i = I_i \cdot U_i$ , unde  $I_i$  și  $U_i$  sunt intensitatea și tensiunea curentului de alimentare a motorului-generator, și mașina Stirling funcționează în lipsa energiei termice din exterior până la o diferență de temperatură între cilindrii fierbinte și rece de cel puțin  $2^\circ\text{C}$ , determinarea puterii consumate de motorul-generator și rezistenței active în lipsa energiei termice din exterior cu condiția că temperatura cilindrului fierbinte este egală cu  $T_1$ , iar puterea consumată este egală cu puterea  $P_a$  pentru o viteză de rotație a arborelui  $\Omega_i = \Omega_a$ , unde  $\Omega_a$  este minimă, și motorul-generator consumă un curent electric cu o intensitate  $I_1$  și o tensiune  $U_1$ , determinarea puterii consumate de motorul-generator și rezistenței active cu aplicarea energiei termice din exterior prin intermediul sursei suplimentare de curent continuu cu parametrii  $U_{\text{depus1}}$  și  $I_{\text{depus1}}$  cu condiția că temperatura cilindrului fierbinte este ridicată până la  $T_2$ , iar viteza de rotație  $\Omega_b$  este minimă, și motorul-generator consumă de la sursa de curent continuu un curent electric cu o intensitate  $I_2$  și o tensiune  $U_1$ , determinarea puterii de lucru  $P_{\text{ut}}$  de pe arborele mașinii Stirling prin ecuația:  $P_{\text{ut}} = U_1 \cdot (I_1 - I_2) - P_a$ , determinarea cotei pierderilor energiei termice  $K_p$  prin separarea cilindrului fierbinte și umplerea lui cu apă cu o greutate  $m$  și o temperatură  $T_{\text{apă1}}$ , la care se aplică o energie termică de la un element de încălzire, alimentat de la sursa cu tensiunea  $U_{\text{depus2}}$  și curentul  $I_{\text{depus2}}$  pe parcursul unei perioade de timp  $(t_1 - t_2)$  încălzind apa până la o temperatură  $T_{\text{apă2}}$ , prin ecuația:  $K_p = Q_{\text{apă}}/Q_{\text{depus}} = m \cdot C_{\text{apă}} \cdot (T_{\text{apă2}} - T_{\text{apă1}}) / (U_{\text{depus2}} \cdot I_{\text{depus2}} \cdot (t_1 - t_2))$ , unde  $C_{\text{apă}}$  este capacitatea termică a apei, determinarea randamentului mașinii Stirling prin ecuația:  $\eta = P_{\text{ut}} / (U_{\text{depus1}} \cdot I_{\text{depus1}} \cdot K_p)$ .

Invenția se explică prin desenele din fig. 1- 4, care reprezintă:

- fig. 1, schema electrică a sistemului pentru determinarea cotei pierderilor energiei termice ( $K_p$ );
- fig. 2, schema electrică a sistemului pentru determinarea puterii de lucru a mașinii Stirling;
- fig. 3, graficul dependenței puterii pierderilor în funcție de viteza de rotație a arborelui mașinii Stirling;
- fig. 4, schema electrică a sistemului pentru măsurarea randamentului mașinii Stirling.

Sistemul de măsurare a randamentului mașinii Stirling include un motor-generator de curent continuu 12, unit cu arborele 9 al mașinii Stirling, și un măsurător de turații 11, amplasate în interiorul corpului 10 al mașinii Stirling, un măsurător de temperatură la distanță 1 pentru măsurarea temperaturii cilindrului fierbinte 2 al mașinii Stirling și un măsurător de temperatură la distanță 21 pentru măsurarea temperaturii cilindrului rece 20 al mașinii Stirling, totodată polul pozitiv

al motorului-generator 12 este conectat la polul pozitiv al unui condensator 13, polul pozitiv al unui voltmetru 14, un pol al unei rezistențe active 16 și la polul negativ al unui ampermetru 15, iar polul negativ al motorului-generator 12 este conectat la polul negativ al condensatorului 13, polul negativ al voltmetrului 14, celălalt pol al rezistenței 16, polul negativ al unui condensator 17 și la polul negativ al unei surse de curent continuu 18, totodată polul pozitiv al sursei de curent continuu 18 este conectat la polul pozitiv al condensatorului 17 și la anodul unei diode 19, catodul căreia este conectat la polul pozitiv al ampermetrului 15. Sistemul mai include un element de încălzire 4, amplasat într-un corp termoizolant 5 și fixat pe un corp termoconductor 3, cu care contactează strâns cilindrul fierbinte 2 al mașinii Stirling, totodată un capăt al elementului de încălzire 4 este conectat la polul negativ al unui ampermetru 6, iar celălalt capăt - la polul negativ al unui voltmetru 7 și la polul negativ al unei surse suplimentare de curent continuu 8, la polul pozitiv al căreia sunt conectați polul pozitiv al voltmetrului 7 și polul pozitiv al ampermetrului 6.

Metoda de măsurare a randamentului mașinii Stirling include determinarea dependenței puterii pierderilor  $P_i$  în funcție de viteza de rotație  $\Omega_i$  a arborelui 2 mașinii Stirling, unde  $i = 1 \dots n$ , cu condiția că  $P_i = I_i \cdot U_i$ , unde  $I_i$  și  $U_i$  sunt intensitatea și tensiunea curentului de alimentare a motorului-generator 12, și mașina Stirling funcționează în lipsa energiei termice din exterior până la o diferență de temperatură între cilindrii fierbinte 2 și rece 20 de cel puțin  $2^\circ\text{C}$ . Metoda mai include determinarea puterii consumate de motorul-generator 12 și rezistenței active 16 în lipsa energiei termice din exterior cu condiția că temperatura cilindrului fierbinte 2 este egală cu  $T_1$ , iar puterea consumată este egală cu puterea  $P_a$  pentru o viteză de rotație a arborelui  $\Omega_i = \Omega_a$ , unde  $\Omega_a$  este minimă, și motorul-generator 12 consumă un curent electric cu o intensitate  $I_1$  și o tensiune  $U_1$ , determinarea puterii consumate de motorul-generator 12 și rezistenței active 16 cu aplicarea energiei termice din exterior prin intermediul sursei suplimentare de curent continuu 8 cu parametrii  $U_{\text{depus1}}$  și  $I_{\text{depus1}}$  cu condiția că temperatura cilindrului fierbinte 2 este ridicată până la  $T_2$ , iar viteza de rotație  $\Omega_b$  este minimă, și motorul-generator 12 consumă de la sursa de curent continuu 18 un curent electric cu o intensitate  $I_2$  și o tensiune  $U_1$ . Apoi se determină puterea de lucru  $P_{\text{ut}}$  de pe arborele 9 al mașinii Stirling prin ecuația:  $P_{\text{ut}} = U_1 \cdot (I_1 - I_2) - P_a$  și cota pierderilor energiei termice  $K_p$  prin separarea cilindrului fierbinte 2 și umplerea lui cu apă 24 cu o greutate  $m$  și o temperatură  $T_{\text{ap}1}$ , la care se aplică o energie termică de la un element de încălzire 4, alimentat de la sursa 8 cu tensiunea  $U_{\text{depus2}}$  și curentul  $I_{\text{depus2}}$  pe parcursul unei perioade de timp  $(t_1 - t_2)$  încălzind apa până la o temperatură  $T_{\text{ap}2}$ , prin ecuația:  $K_p = Q_{\text{ap}2}/Q_{\text{depus}} = m \cdot C_{\text{ap}2} \cdot (T_{\text{ap}2} - T_{\text{ap}1}) / (U_{\text{depus2}} \cdot I_{\text{depus2}} \cdot (t_1 - t_2))$ , unde  $C_{\text{ap}2}$  este capacitatea termică a apei, după care se determină randamentul mașinii Stirling prin ecuația:  $\eta = P_{\text{ut}} / (U_{\text{depus1}} \cdot I_{\text{depus1}} \cdot K_p)$ .

Rezultatul tehnic al invenției constă în simplificarea procesului de măsurare a randamentului mașinii Stirling prin utilizarea minim parametrilor de măsurare (intensitate, tensiune, temperatură) și minim parametrilor de calcul la determinarea puterii și randamentului (intensitate și tensiune, timp și temperatură).

Sistemul funcționează în felul următor.

S-a montat un nod al sistemului conform schemei (vezi fig. 1). În cilindrul fierbinte 2 s-a turnat o cantitate de apă 24 cu greutatea  $m = 310 \text{ g}$  ( $0,31 \text{ kg}$ ) și temperatura de  $22,5^\circ\text{C}$  ( $295,5\text{K}$ ), după care s-a conectat sursa suplimentară de curent continuu 8. Tensiunea prestabilită  $U_{\text{depus2}}$  a sursei suplimentare de curent continuu 8, indicată de voltmetrul 7, era  $U_{\text{depus2}} = 10,1 \text{ V}$ , iar curentul  $I_{\text{depus2}}$ , indicat de ampermetrul 6, era  $I_{\text{depus2}} = 5,91 \text{ A}$ . După o perioadă de aproximativ 5 min, temperatura apei a crescut până la  $26,5^\circ\text{C}$  ( $399,5\text{K}$ ). Această temperatură a fost notată ca  $T_{\text{ap}1}$ , adică  $T_{\text{ap}1} = 26,5^\circ\text{C}$  ( $399,5\text{K}$ ). Apoi, pornind cronometrul 25 și peste o perioadă de 21 min 17 s, temperatura apei a crescut până la  $77^\circ\text{C}$  ( $350\text{K}$ ). Această temperatură a fost notată ca  $T_{\text{ap}2}$ , adică  $T_{\text{ap}2} = 77^\circ\text{C}$  ( $350\text{K}$ ). Apoi a fost calculată energia de încălzire a apei 24, după ecuația:  $Q_{\text{ap}2} = m \cdot C_{\text{ap}2} \cdot (T_{\text{ap}2} - T_{\text{ap}1}) = 0,31 \text{ kg} \cdot 4190 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} \cdot 50,5 \text{ K} = 65,59 \cdot 10^3 \text{ (J)}$ , iar cantitatea energiei termice, transmise de elementul de încălzire 3 către cilindrul fierbinte 2 separat, a fost calculată după:  $Q_{\text{depus}} = U_{\text{depus2}} \cdot I_{\text{depus2}} \cdot \Delta T = 10,1 \text{ V} \cdot 5,91 \text{ A} \cdot 1277 \text{ s} = 76,22 \cdot 10^3 \text{ (J)}$ . În așa fel,

cota pierderilor energiei termice dintre elementul de încălzire 3 și suprafața cilindrului fierbinte 2 a fost calculată după ecuația:  $K = Q_{apă} / Q_{depus} = 65,59 \cdot 10^3 \text{ (J)} / 76,22 \cdot 10^3 \text{ (J)} = 0,86$ .

Pentru mașina Stirling cu o putere de calcul de 8...10 W s-a montat sistemul conform schemei (vezi fig. 2). De la sursa de curent continuu 18 s-a pus în funcțiune motorul-generator de curent continuu 12 al mașinii Stirling și la o diferență de temperatură între cilindrul fierbinte 2 și cel rece 20 de cel puțin 2°C s-au determinat valorile intensității (cu ajutorul ampermetrului 15) și tensiunii (cu ajutorul voltmetrului 14) în funcție de viteza de rotație  $\Omega_i$ , unde  $i = 1 \dots n$ . Tensiunea sursei de curent continuu 18 varia între 15,7 V și 23,2 V, fapt ce provoca turațiile arborelui 9 de la  $\Omega_{min} = 224$  tur/min până la  $\Omega_{max} = 476$  tur/min. Curentul de absorbție al motorului-generator de curent continuu 12 varia între 0,31 A pentru turațiile  $\Omega_{min} = 224$  tur/min și 0,38 A pentru turațiile  $\Omega_{max} = 476$  tur/min. Apoi s-a calculat produsul intensităților  $I_i$  și tensiunilor  $U_i$  și s-a construit o dependență grafică a produsului de viteza de rotație  $\Omega_i$ . Rezultatul calculului este prezentat în fig. 3, unde  $P_{min} = 4,86$  W pentru turațiile  $\Omega_{min} = 224$  tur/min, iar  $P_{max} = 8,81$  W pentru turațiile  $\Omega_{max} = 476$  tur/min. Apoi s-a deconectat sursa de curent continuu 18 și s-a montat rezistența activă 16 cu nominalul  $R = 15,2$  E și puterea de disipare  $P_s = 20$  W. După montarea rezistenței active 16 s-a conectat sursa de curent continuu 18, tensiunea căreia a fost reglată în așa mod, ca voltmetrul 14 să indice tensiunea  $U_1 = 18$  V. S-a măsurat curentul de consum al circuitului compus din motorul-generator de curent continuu 12, rezistența activă 16, precum și turațiile arborelui 9. Turațiile măsurate constituiau  $\Omega_a = 297$  tur/min, iar curentul măsurat  $I_1 = 1,58$  A. Apoi la cilindrul fierbinte 2 al mașinii Stirling s-a aplicat o energie termică, obținută din energia termică disipată pe elementul de încălzire 4, alimentat de la sursa suplimentară de curent continuu 8, a cărui curent de ieșire s-a măsurat cu ajutorul ampermetrului 6, iar tensiunea cu ajutorul voltmetrului 7. Ridicarea valorii tensiunii de ieșire a sursei de curent continuu 8 se efectua treptat câte 2...3 min, până la creșterea și menținerea temperaturii cilindrului fierbinte 2 la valoarea 468°C. Pentru acești parametri au fost măsurate tensiunea și curentul sursei suplimentare de curent continuu 8, care au fost notate ca  $U_{depus1} = 16,95$  V și  $I_{depus1} = 10,02$  A. Ca rezultat al lucrului mașinii Stirling, se observă că motorul-generator 12 al mașinii Stirling, la aceeași tensiune de 18 V, absoarbe un curent mai mic, iar turațiile arborelui 9 cresc. În toată perioada măsurărilor cu ajutorul sursei de curent continuu 18 se menține tensiunea indicată de voltmetrul 14 egală cu  $U_1 = 18$  V, iar curentul măsurat cu ajutorul ampermetrului 15, după stabilizarea turațiilor măsurate cu ajutorul măsurătorului 11 a scăzut până la  $I_2 = 0,97$  A pentru turațiile  $\Omega_a = 382$  rot/min. Apoi s-au măsurat și temperaturile cilindrilor fierbinte 2 și rece 20, respectiv  $T_f$  și  $T_r$ , care indicau:  $T_f = 468^\circ\text{C}$  și  $T_r = 48^\circ\text{C}$ . Din grafic (vezi fig. 3) pentru numărul de turații  $\Omega_a = 382$  rot/min se obține  $P_a = 7,44$  W. Prin urmare, cu ajutorul datelor experimentale obținute, s-a calculat puterea de lucru de pe arborele mașinii Stirling prin expresia:

$$P_{ut} = U_1 \cdot (I_1 - I_2) - P_a = 18 \cdot (1,58 - 0,97) - 7,44 \text{ W} = 3,54 \text{ W},$$

iar randamentul mașinii Stirling, prin expresia:

$$\eta = P_{ut} / (U_{depus1} \cdot I_{depus1} \cdot K_p) = 3,54 \text{ W} / (16,95 \text{ V} \cdot 10,02 \text{ A} \cdot 0,86) = 0,0242$$

(2,42%)

Testele de laborator au arătat că datele măsurate au coincis cu rezultatele preconizate de calcul și corespund celor pe care le au alte mostre de mașini Stirling de aceeași construcție.

**(56) Referințe bibliografice citate în descriere:**

1. MD 920 Y 2015.06.30
2. SU 1281934 A1 1987.01.07
3. SU 1099213 A 1984.06.23

**(57) Revendicări:**

1. Sistem de măsurare a randamentului mașinii Stirling, care include un motor-generator de curent continuu (12), unit cu arborele (9) mașinii Stirling, și un măsurător de rotații (11), amplasate în interiorul corpului (10) mașinii Stirling; un măsurător de temperatură la distanță (1) pentru măsurarea temperaturii cilindrului fierbinte (2) al mașinii Stirling și un măsurător de temperatură la distanță (21) pentru măsurarea temperaturii cilindrului rece (20) al mașinii Stirling, totodată polul pozitiv al motorului-generator (12) este conectat la polul pozitiv al unui condensator (13), polul pozitiv al unui voltmetru (14), un pol al unei rezistențe active (16) și la polul negativ al unui ampermetru (15), iar polul negativ al motorului-generator (12) este conectat la polul negativ al condensatorului (13), polul negativ al voltmetrului (14), celălalt pol al rezistenței (16), polul negativ al unui condensator (17) și la polul negativ al unei surse de curent continuu (18), totodată polul pozitiv al sursei de curent continuu (18) este conectat la polul pozitiv al condensatorului (17) și la anodul unei diode (19), catodul căreia este conectat la polul pozitiv al ampermetrului (15); un element de încălzire (4), amplasat într-un corp termoizolant (5) și fixat pe un corp termoconductor (3), cu care contactează strâns cilindrul fierbinte (2) al mașinii Stirling, totodată un capăt al elementului de încălzire (4) este conectat la polul negativ al unui ampermetru (6), iar celălalt capăt - la polul negativ al unui voltmetru (7) și la polul negativ al unei surse suplimentare de curent continuu (8), la polul pozitiv al căreia sunt conectați polul pozitiv al voltmetrului (7) și polul pozitiv al ampermetrului (6).

2. Metodă de măsurare a randamentului mașinii Stirling, care include determinarea dependenței puterii pierderilor  $P_i$  în funcție de viteza de rotație  $\Omega_i$  a arborelui (2) mașinii Stirling, unde  $i = 1 \dots n$ , cu condiția că  $P_i = I_i \cdot U_i$ , unde  $I_i$  și  $U_i$  sunt intensitatea și tensiunea curentului de alimentare a motorului-generator (12), și mașina Stirling funcționează în lipsa energiei termice din exterior până la o diferență de temperatură între cilindrii fierbinte (2) și rece (20) cel puțin de 2°C; determinarea puterii consumate de motorul-generator (12) și rezistenței active (16) în lipsa energiei termice din exterior cu condiția că temperatura cilindrului fierbinte (2) este egală cu  $T_1$ , iar puterea consumată este egală cu puterea  $P_a$  pentru o viteză de rotație a arborelui  $\Omega_i = \Omega_a$ , unde  $\Omega_a$  este minimă, și motorul-generator (12) consumă un curent electric cu o intensitate  $I_1$  și o tensiune  $U_1$ ; determinarea puterii consumate de motorul-generator (12) și rezistenței active (16) cu aplicarea energiei termice din exterior prin intermediul sursei suplimentare de curent continuu (8) cu parametrii  $U_{\text{depus1}}$  și  $I_{\text{depus1}}$  cu condiția că temperatura cilindrului fierbinte (2) este ridicată până la  $T_2$ , iar viteza de rotație  $\Omega_b$  este minimă, și motorul-generator (12) consumă de la sursa de curent continuu (18) un curent electric cu o intensitate  $I_2$  și o tensiune  $U_1$ ; determinarea puterii de lucru  $P_{\text{ut}}$  de pe arborele (9) mașinii Stirling prin ecuația:  $P_{\text{ut}} = U_1 \cdot (I_1 - I_2) - P_a$ ; determinarea cotei pierderilor energiei termice  $K_p$  prin separarea cilindrului fierbinte (2) și umplerea lui cu apă (24) cu o greutate  $m$  și o temperatură  $T_{\text{ap}1}$ , la care se aplică o energie termică de la un element de încălzire (4), alimentat de la sursa (8) cu tensiunea  $U_{\text{depus2}}$  și curentul  $I_{\text{depus2}}$  pe parcursul unei perioade de timp  $t_1 - t_2$  încălzind apa până la o temperatură  $T_{\text{ap}2}$ , prin ecuația:  $K_p = Q_{\text{ap}2} / Q_{\text{depus}} = m \cdot C_{\text{ap}2} \cdot (T_{\text{ap}2} - T_{\text{ap}1}) / U_{\text{depus2}} \cdot I_{\text{depus2}} \cdot (t_1 - t_2)$ , unde  $C_{\text{ap}2}$  este capacitatea termică a apei; determinarea randamentului mașinii Stirling prin ecuația:  $\eta = P_{\text{ut}} / (U_{\text{depus1}} \cdot I_{\text{depus1}} \cdot K_p)$ .

**Șef Secție Examinare:**

LEVÎTCHI Svetlana

**Examinator:**

GROSU Viorel

**Redactor:**

CANȚER Svetlana

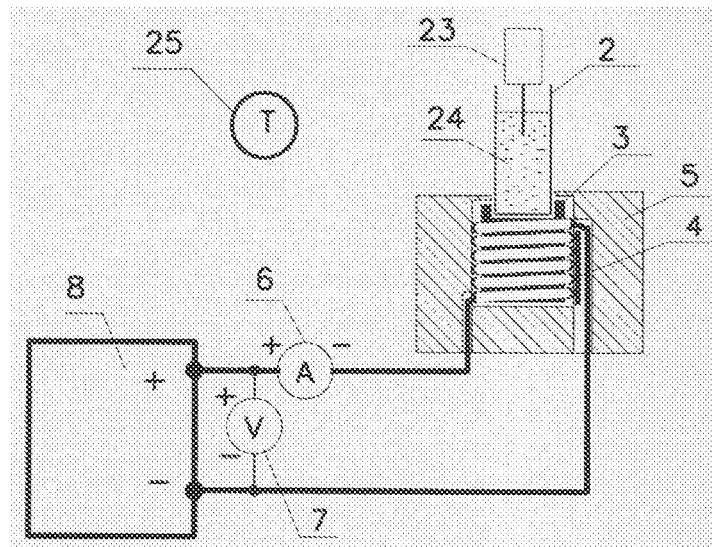


Fig. 1

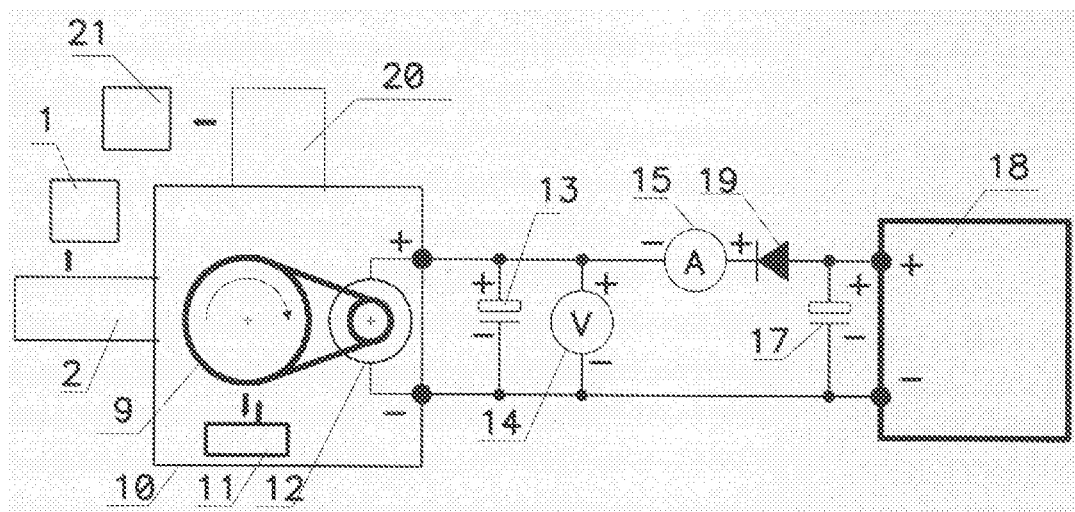


Fig. 2

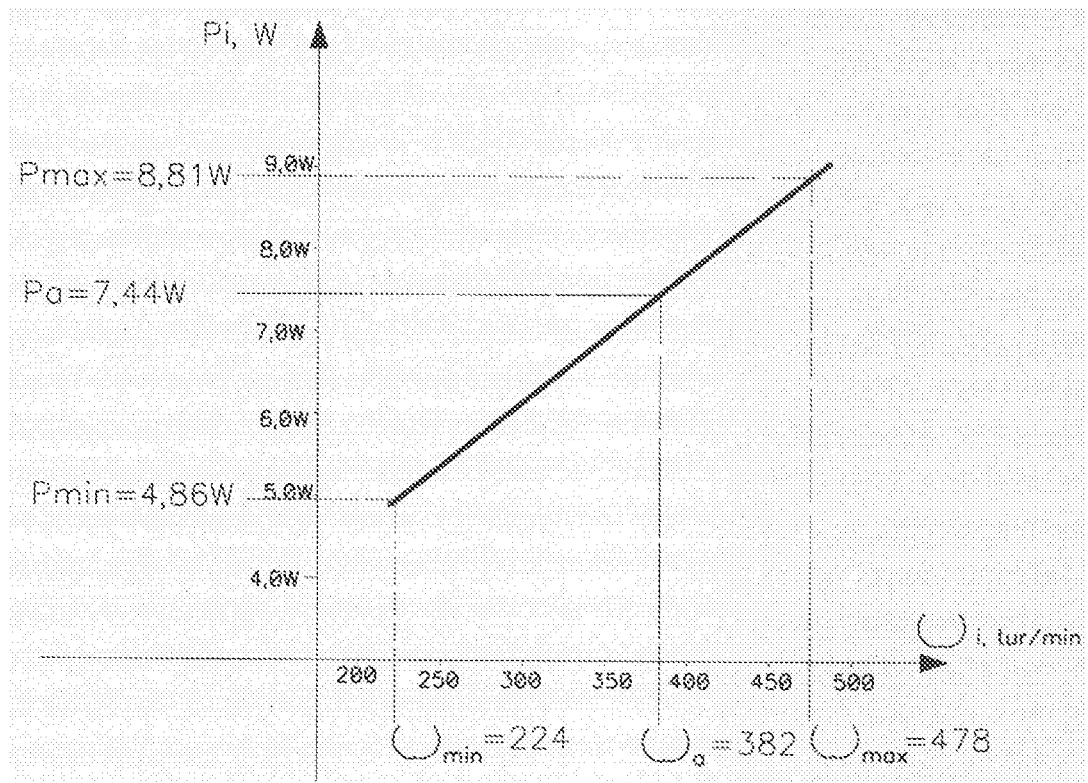


Fig. 3

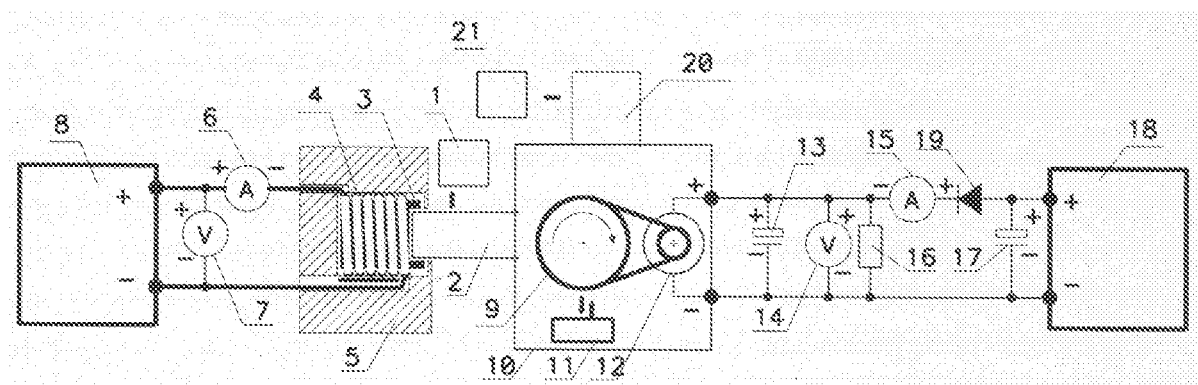


Fig. 4

## AGENTIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALA A REPUBLICII MOLDOVA

## RAPORT DE DOCUMENTARE

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| I. Datele de identificare a cererii                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| (21) Nr. depozit: s 2015 0084<br>(22) Data depozit: 2015.06.23<br>(71) Solicitant: <b>INSTITUTUL DE INGINERIE ELECTRONICĂ ȘI NANOTEHNOLOGII ILEN "D. Ghițu", MD</b><br>(54) Titlul: <b>Sistem și metodă de măsurare a randamentului de lucru a mașinii Stirling</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| II. Clasificarea obiectului invenției:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| (51) <b>Int.Cl:</b> <i>G01L 3/24</i> (2006.01)<br><i>G01L 3/26</i> (2006.01)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| III. Colecții și Baze de date de brevete cercetate (denumirea, termeni caracteristici, ecuații de căutare reprezentative)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| <b>MD - Intern « Documentare Invenții »</b> (inclusiv cereri nepublicate; trunchiere automată stanga/dreapta): <i>G01L*</i> , <i>dispozitiv de măsurare a puterii de lucru, metodă de măsurare a puterii de lucru, măsurare a randamentului</i><br><br><b>EA, CIS (Eapatis):</b> <i>G01L*</i> , <i>устройство для измерения рабочей мощности, метод измерения рабочей мощности, измерение КПД</i><br><br><b>SU (nonpublic):</b> <i>G01L*</i> , <i>устройство для измерения рабочей мощности, метод измерения рабочей мощности, измерение КПД</i> |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| IV. Baze de date și colecții de literatură nonbrevet cercetate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| <a href="http://www.nigma.ru">www.nigma.ru</a><br><a href="http://www.google.md">www.google.md</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| V. Documente considerate a fi relevante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| Categorია*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Date de identificare ale documentelor citate si, unde este cazul, indicarea pasajelor pertinente                                                                                                                          | Numărul revendicării vizate |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MD 1870 B1 2002.02.28                                                                                                                                                                                                     | 1-2                         |
| A,D,C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MD 920 Y 2015.06.30                                                                                                                                                                                                       | 1-2                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RU 2368879 C1 2009.09.27                                                                                                                                                                                                  | 1-2                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RU 2454643 C1 2012.06.27                                                                                                                                                                                                  | 1-2                         |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SU 1281934 A1 1987.01.07                                                                                                                                                                                                  | 1-2                         |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SU 1099213 A 1984.06.23                                                                                                                                                                                                   | 1-2                         |
| * categoriile speciale ale documentelor citate:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                           |                             |
| A – document care definește stadiul anterior general                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | T – document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria pe care se bazează invenția |                             |
| X – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | E – document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta dată                                                                                                                             |                             |

|                                                                                                                                                                                                              |                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| implicând activitate inventivă când documentul este luat în considerație de unul singur                                                                                                                      |                                                                         |
| <b>Y</b> – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe documente de aceeași categorie | <b>D</b> – document menționat în descrierea cererii de brevet           |
| <b>O</b> - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expoziție sau la orice alte mijloace de divulgare                                                                               | <b>C</b> – document considerat ca cea mai apropiată soluție             |
|                                                                                                                                                                                                              | <b>&amp;</b> – document, care face parte din aceeași familie de brevete |
| <b>P</b> - document publicat înainte de data de depozit, dar după data priorității invocate                                                                                                                  | <b>L</b> – document citat cu alte scopuri                               |
| Data finalizării documentării                                                                                                                                                                                |                                                                         |
| 2015.11.30                                                                                                                                                                                                   |                                                                         |
| Examinator GROSU Viorel                                                                                                                                                                                      |                                                                         |