



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00163**

(22) Data de depozit: **19.02.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2013** BOPI nr. **10/2013**

(41) Data publicării cererii:
28.02.2011 BOPI nr. **2/2011**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA DIN BACĂU,**
CALEA MĂRĂȘEȘTI NR.157, BACĂU, BC,
RO

(72) Inventatori:
• **VERNICĂ SORIN-GABRIEL,** *STR.9 MAI*
NR.58, SC.B, AP.7, BACĂU, BC, RO;
• **SAJIN TUDOR,** *ȘOSEAUA NAȚIONALĂ*
NR.46 A, BL.D 5, SC.A, ET.9, AP.3, IAȘI, IS,
RO;
• **NEDELCU DRAGOȘ IULIAN,**
STR.FRĂȘINET, BL.B 16, ET.4, AP.18,
BUZĂU, BZ, RO;

• **BÎRSAN CĂTĂLIN,** *COMUNA TAMAȘI, BC,*
RO;
• **OSTAHIE CONSTANTIN NARCIS,**
COMUNA PIATRA ȘOIMULUI, NT, RO;
• **ANIȚEI FLORIN,** *STR.ȘTEFAN CEL MARE*
NR.34, SC.C, AP.7, BACĂU, BC, RO;
• **MĂRIAN MARIUS GHEORGHE,**
STR.TINERETULUI, BL.11, SC.A, AP.3,
BUHUȘI, BC, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
T.GRECU, I.IORDACHE, V.-D.NEGREA,
D.DĂSCĂLESCU,
"MAȘINI MECANOENERGETICE", P.166,
FIG.8.27, EDITURA DIDACTICĂ ȘI
PEDAGOGICĂ, BUCUREȘTI, 1983;
US 5457951 (A)

(54) **INSTALAȚIE COMBINATĂ DE TURBINE
CU GAZE ȘI CU ABUR**



RO 126050 B1

1 Invenția se referă la o instalație combinată de turbine cu gaze și cu abur destinată
2 producerii de energie.

3 Se cunoaște o instalația combinată de turbine cu gaze și cu abur, conform lucrării con-
4 form autorului Grecu Titu cu titlul "Mașini mecanoenergetice", Editura didactică și pedagogică,
5 București 1983, constituită dintr-o turbină cu gaze pe axul de rotație al căreia este montat un
6 turbocompresor de aer și un generator electric, dintr-o cameră de ardere sub presiune, cuplată
7 la conducta de refulare a turbocompresorului de aer și la conducta de intrare în turbina cu gaze,
8 dintr-un cazan de abur cu schimbătoare de căldură, legat pe partea de gaze cu conducta de
9 ieșire a turbinei cu gaze și inseriat printr-un circuit închis apă-abur cu o turbină cu abur, pe axul
10 de rotație al căreia este montat un alt generator electric, cu un condensator de abur dotat cu
11 conducte de intrare și de ieșire a apei de răcire și cu un degazor având la intrare și la ieșire câte
12 o pompă de alimentare și câte un preîncălzitor de apă - unul de joasă și altul de înaltă presiune.

13 Este cunoscută o instalație combinată de turbine cu gaze și cu abur, conform brevetului
14 **US 5457951**, constituită dintr-o instalație de turbină cu gaze, în canalul de gaze arse al căreia
15 este amplasat un cazan recuperator, de la care aburul este admis într-o turbină cu abur, pe axul
16 de rotație al căreia este montat un generator electric, din două condensatoare cuplate în paralel,
17 unul din care este cuplat la un turn de răcire iar al doilea - la rețeaua de alimentare a
18 consumatorului cu căldură cu potențial redus. În această instalație căldura gazelor arse se
19 utilizează pentru preîncălzirea apei de alimentare și pentru producerea aburului în cazanul
20 recuperator, ceea ce permite obținerea unei puteri electrice suplimentare și astfel să fie crescut
21 randamentul instalației energetice combinate în întregime.

22 Dezavantajul instalațiilor cunoscute este gradul nu prea înalt de recuperare a căldurii
23 gazelor eșapate din turbina cu gaze și lipsa livrării căldurii cu potențial cerut de consumatorul
24 extern, ceea ce conduce la necesitatea producerii acesteia la locul de consum din căldura cu
25 potențial redus. Alte dezavantaje sunt de asemenea gradul nu prea mare de recuperare a
26 căldurii gazelor destinate în turbina cu gaze din cauza amplasării clasice a schimbătoarelor de
27 căldură ale cazanului pe traseul gazelor arse (vaporizator-supraîncălzitor de abur-economizor),
28 fără a se corela regimul termic al supraîncălzitorului de abur cu intervalul dispozițiilor respectiv
29 de temperatură a gazelor, și lipsei sistemului de recuperare a căldurii în ciclul cu gaze, precum
30 și lipsa unor elemente de utilizare a căldurii de condensare a aburului uzat. Pentru ciclul de abur
31 propriu-zis apar înrăutățiri, căci cazanul primind combustibilul cald, nu mai are preîncălzitor de
32 aer. Pentru a coborî temperatura gazelor la coș, trebuie dezvoltat economizorul prin coborârea
33 apei de alimentare. În acest scop preîncălzitoarele de înaltă presiune sunt ocolite de o parte din
34 apa de alimentare. Plus la aceasta, instalația nu este prevăzută cu posibilități de livrare a
35 agenților termici sub formă de apă fierbinte și abur tehnologic și nu poate fi exploatată în regim
36 de termoficare cu cogenerarea mai multor forme de energie. Toate aceste dezavantaje
37 limitează randamentul termic al instalației energetice cunoscute.

38 Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția propusă, constă în funcționarea în regim
39 de termoficare cu cogenerarea energiei electrice, a aburului și a apei fierbinți.

40 Instalația combinată de turbine cu gaze și cu abur, conform invenției, rezolvă problema
41 tehnică menționată și înlătură dezavantajele menționate anterior, prin aceea că pe traseul de
42 gaze arse, la ieșirea turbinei cu gaze, schimbătoarele de căldură ale cazanului de abur sunt
43 amplasate în succesiunea supraîncălzitor de abur-vaporizator-economizor, în circuitul apă-abur
44 este utilizată o turbină de termoficare cu prize reglabile, instalația conține suplimentar un
45 schimbător de căldură, amplasat pe traseul de gaze arse după economizor și cuplat pe partea
46 de apă la conducta de ieșire a apei de răcire a condensatorului de abur, precum și un dispozitiv
47 de eșapare a gazelor arse în atmosferă dotat cu un preîncălzitor de aer cuplat la conducta de
48 aspirație a turbocompresorului de aer.

RO 126050 B1

Dispozitivul de eșapare a gazelor arse în atmosferă este executat sub forma unui coș de fum, termoizolat pe partea exterioară cu izolația termică, iar preîncălzitorul de aer este executat sub forma unei cămăși periferice, formate între zidăria a coșului de fum și între o carcasă metalică coaxială cu aceasta, secționată pe înălțime în secții marginale și secții intermediare, separate între ele cu diafragme orizontale, și nervurată pe partea gazelor arse cu ansambluri din țevi radiale, care comunică cu capetele periferice cu secțiile respective ale cămășei periferice și cu capetele opuse cu niște colectoare centrale, astfel că la secțiile marginale sunt cuplate câte un ansamblu din țevi radiale, la secțiile intermediare câte două ansambluri din țevi radiale, colectoarele centrale cuplează capetele opuse ale ansamblurilor de țevi vecine situate în secții diferite ale fiecărei din perechile de secții alăturate, iar țevile radiale ale fiecărui ansamblu sunt poziționate în raport cu țevile ansamblului anterior pe înălțimea coșului de fum cu o deplasare unghiulară în plan orizontal de 45°.

Instalația combinată de turbine cu gaze și cu abur, conform invenției, prezintă avantajele creșterii gradului de recuperare a căldurii gazelor arse, funcționării în regim de termoficare cu cogenerarea energiei electrice, aburului tehnologic și apei fierbinți la un randament termic în regim de termoficare de 80...90%.

Obținerea acestor rezultate tehnice se datorează faptului că:

- amplasarea pe traseul de gaze arse, la ieșirea turbinei cu gaze, a schimbătoarelor de căldură ale cazanului de abur în succesiunea supraîncălzitor de abur-vaporizator-economizor, corelează regimurile termice ale tuturor schimbătoarelor de căldură cu intervalele disponibile de temperatură a gazelor arse la locurile de amplasare ale acestora, ceea ce permite creșterea gradului de recuperare a căldurii gazelor arse;

- utilizarea în circuitul apă-abur a unei turbine de termoficare cu prize reglabile asigură posibilitatea livrării consumatorului termic al aburului tehnologic la parametri ceruți de acesta, realizarea regimului de termoficare cu cogenerarea unei forme suplimentare de energie și creșterea randamentului termic al instalației;

- dotarea suplimentară a instalației cu un schimbător de căldură, amplasat pe traseul de gaze arse după economizor și cuplat pe partea de apă la conducta de ieșire a apei de răcire a condensatorului de abur, asigură posibilitatea livrării consumatorului termic al apei fierbinți la parametri ceruți de acesta, realizarea regimului de termoficare cu cogenerarea unei forme suplimentare de energie și creșterea randamentului termic al instalației;

- dotarea suplimentară a instalației cu un dispozitiv de eșapare a gazelor arse în atmosferă, dotat cu un preîncălzitor de aer cuplat la conducta de aspirație a turbocompresorului de aer, crește gradul de recuperare a căldurii gazelor arse prin recuperarea acesteia și în ciclul cu gaze;

- executarea dispozitivului de eșapare a gazelor arse în atmosferă sub forma unui coș de fum, termoizolat pe partea exterioară cu izolația termică, iar preîncălzitorul de aer este executat sub forma unei cămăși periferice, formată între zidăria coșului de fum și între o carcasă metalică coaxială cu aceasta, secționată pe înălțime în secții marginale și secții intermediare, separate între ele cu diafragme orizontale, și nervurată pe partea gazelor arse cu ansambluri din țevi radiale, care comunică cu capetele periferice cu secțiile respective ale cămășei periferice și cu capetele opuse cu niște colectoare centrale, astfel că la secțiile marginale sunt cuplate câte un ansamblu din țevi radiale, la secțiile intermediare, câte două ansambluri din țevi radiale, colectoarele centrale cuplează capetele opuse ale ansamblurilor de țevi vecine, situate în secții diferite ale fiecărei dintre perechile de secții alăturate, iar țevile radiale ale fiecărui ansamblu sunt poziționate în raport cu țevile ansamblului anterior pe înălțimea coșului de fum,

RO 126050 B1

1 cu o deplasare unghiulară în plan orizontal de 45°, crește suprafața și intensitatea de schimb
de căldură al preîncălzitorului de aer al turbocompresorului instalației de turbină cu gaze, cu
3 pierderi minime de căldură și asigură o scaldare mai bună a țevilor radiale de către gazele arse,
cu o recuperare finală profundă a căldurii gazelor eșapate la coș.

5 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1 și 2,
care reprezintă:

7 - fig. 1, schema principială a instalației combinate de turbine cu gaze și cu abur;

9 - fig. 2, secțiune transversală după un plan A-A din fig. 1 prin coșul de fum și preîncăl-
zitorul de aer.

11 Instalația combinată de turbine cu gaze și cu abur, conform invenției, este constituită
dintr-o turbină cu gaze 1, pe axul de rotație 2 al căreia este montat un turbocompresor de aer
3 și un generator electric 4 și o cameră de ardere sub presiune 5 care este cuplată la o con-
13 ductă de refulare 6 a turbocompresorului de aer 3, la o conductă 7 de intrare în turbina cu gaze
1 și la o conductă de alimentare cu combustibil a.

15 Pe partea de gaze b, cu conducta 8 de ieșire a turbinei cu gaze 1 este legat un cazan
de abur 9 cu niște schimbătoare de căldură 10, 11 și 12, care pe traseul de gaze arse b sunt
17 amplasate în succesiunea: supraîncălzitor de abur 10 -vaporizator 11-economizor 12. Cazanul
de abur 9 este inseriat printr-un circuit închis apă-abur cu o turbină cu abur de termoficare 13
19 cu prize reglabile 14 pentru livrarea aburului tehnologic c, cu un condensator de abur 15, dotat
cu conducte de intrare 16 și de ieșire 17 a apei de răcire d și cu un degazor 18 având la intrare
21 și la ieșire câte o pompă de alimentare 19 și 20. Pe axul de rotație 21 al turbinei cu abur 13,
este montat un alt generator electric 22.

23 Instalația conține suplimentar un schimbător de căldură 23, pentru prepararea apei
fierbinți e, amplasat pe traseul de gaze arse b, după economizorul 12 și cuplat pe partea de apă
25 la conducta de ieșire 17 a apei de răcire d a condensatorului de abur 15.

27 Instalația mai conține și un dispozitiv de eșapare a gazelor arse b în atmosferă, dotat
cu un preîncălzitor de aer, cuplat la conducta de aspirație 24 a turbocompresorului de aer 3.
Dispozitivul de eșapare 25 a gazelor arse b în atmosferă este executat sub forma unui coș de
29 fum, termoizolat, pe partea exterioară, cu izolația termică 26. Preîncălzitorul de aer este exe-
cutat sub forma unei cămași periferice 27, formată între zidăria 28 a dispozitivului de eșapare
31 25 și între o carcasă metalică 29, coaxială cu zidăria 28 a dispozitivului de eșapare 25. Cămașa
periferică de aer 27 este secționată pe înălțime în secțiunile marginale 30 și 31, și secțiunile
33 intermediare 32, separate între ele cu diafragme orizontale 33. Pe partea gazelor arse b,
cămașa periferică de aer 27 este nervurată cu ansambluri 34 din țevi radiale 35, care comunică
35 cu capetele periferice cu secțiile respective 30, 31 sau 32 ale cămașei periferice 27, iar cu
capetele opuse cu colectoarele centrale 38. În acest mod, la secțiunile marginale 30 și 31 sunt
37 cuplate câte un ansamblu 34 din țevi radiale 35, la secțiile intermediare 32 câte două
ansambluri 34 din țevi radiale 35, iar colectoarele centrale 38 cuplează capetele opuse 37 ale
39 ansamblurilor 34 de țevi vecine, situate în secții diferite ale fiecărei dintre perechile de secții
alăturate. Țevile radiale 35 ale fiecărui ansamblu 34 sunt poziționate în raport cu țevile ansam-
41 blului 34 anterior pe înălțimea dispozitivului de eșapare 25 cu o deplasarea unghiulară în plan
orizontal de 45°, fig. 2.

43 Condensul returnat g de la consumatorii termici de abur tehnologic c intră în degazorul
18 prin conducta 39.

RO 126050 B1

Instalația combinată de turbine cu gaze și cu abur, prezentată mai sus, funcționează astfel: cu ajutorul unui motor de pornire, în schema din fig. 1 nu este arătat, se pune în funcțiune turbocompresorul de aer **3**, care aspiră aerul din atmosferă prin secțiunea marginală **30**, iar în continuare, succesiv, prin țevile radiale **35** ale ansamblurilor **34** și colectoarele centrale **38**, prin fiecare secțiune intermediară **32**, prin secțiunea marginală **31** și prin conducta de aspirație **24**. Turbocompresorul **3** comprimă aerul aspirat, pe care îl refulează prin conducta **6** în camera de ardere sub presiune **5**. În camera **5**, aerul comprimat se amestecă cu combustibilul admis din conducta **a** și injectat în jetul de aer comprimat. Amestecul carburant se aprinde și arde sub presiune în camera **5**, generând gaze arse fierbinți.

Gazele arse fierbinți **b** sub presiune sunt admise, prin conducta **7**, în turbina cu gaze **1**, în care se destind, rotind rotorul turbinei **1** și antrenând în continuare turbocompresorul de aer **3**, montat pe același ax de rotație **2** cu turbina **1**. Din acest moment, motorul de pornire se decuplează. Turbina **1** antrenează în mișcare de rotație și generatorul electric **4**, producând energie electrică. După destindere, gazele arse **b** cu temperatura mai mare decât temperaturile de lucru ale supraîncălzitorului de abur **10**, vaporizatorului **11**, economizorului **12** și schimbătorului de căldură suplimentar **23** sunt admise prin conducta **8** succesiv prin aceste schimbătoare de căldură ale cazanului de abur **9**. Ordinea amplasării schimbătoarelor de căldură **10**, **11**, **12** și **23** în canalul de gaze arse **b** al cazanului de abur **9** corespunde graficului de temperatură pe partea rece a ciclului cu gaze și astfel contactul termic între partea rece a ciclului cu gaze și partea caldă a ciclului cu abur este corelat în mod optim, asigurând un grad înalt de recuperare a căldurii gazelor arse **b**.

Cazanul **9**, pe contul căldurii recuperate de la gazele arse **b**, produce abur saturat la presiunea părții calde a ciclului cu abur, iar supraîncălzitorul **10** îl supraîncălzește, de asemenea, pe contul căldurii recuperate de acesta de la gazele de ardere **b**. Aburul supraîncălzit se destinde în turbina de termoficare **13**, care antrenează generatorul electric **22**, producând energie electrică.

Aburul uzat condensează în condensatorul **15**, cedând căldura latentă de condensare apei de răcire **d**, care, recuperând-o, se încălzește. Condensul este preluat de pompa de alimentare **19** și introdus în degazorul **18**, unde se degazează. Din degazorul **18**, condensul degazat este preluat de pompa de alimentare **20** și este introdus în economizorul **12**, unde se preîncălzește până la temperatura de fierbere, pe contul căldurii recuperate de economizorul **12** de la gazele arse **b**. Din economizorul **12**, apa, preîncălzită până la temperatura de saturație, este admisă în vaporizatorul **11** al cazanului **9**, unde fierbe, transformându-se în abur, pe contul căldurii recuperate de vaporizatorul **11** de la gazele arse **b**. În continuare, ciclul cu abur se repetă.

Ciclul cu abur al instalației energetice combinate produce energie electrică în regim de termoficare. Astfel, consumatorul termic este alimentat cu abur tehnologic **c** la presiunea și temperatura cerută de acesta de la prizele reglabile **14** ale turbinei de termoficare **13**. Condensul returnat **g** de la consumatorii termici de abur tehnologic **c** intră în degazorul **18** prin conducta **39**. Pentru prepararea apei fierbinți **e**, apa de răcire **d**, preîncălzită în condensatorul de abur **15**, se vehiculează prin conducta **17** și se încălzește până la temperatura cerută de consumatorul termic, pe contul căldurii recuperate de schimbătorul de căldură suplimentar **23**. Cu cât mai mari sunt debitele de căldură livrate consumatorilor termici, cu atât mai mică este cantitatea de energie electrică produsă de către turbina **13** în regim de termoficare, și invers.

RO 126050 B1

1 Recuperarea finală a căldurii reziduale a gazelor arse **b**, înainte de evacuarea în
atmosferă prin dispozitivul de eşapare **25**, are loc în preîncălzitorul de aer cu care este dotat
3 coşul de fum. Datorită construcţiei propuse a preîncălzitorului de aer, aerul rece, absorbit prin
secţiunea marginală **30**, pătrunde din aceasta prin capetele periferice **36** ale ţevilor **35** ale
5 ansamblului **34**, cu care este conectată această secţiune, prin ţevile **35** şi colectorul central **38**,
iar din acesta în ţevile **35** ale ansamblului **34**, situat mai sus în secţiunea intermediară vecină
7 **32**. În continuare, acest ciclu de circulaţie se repetă de la secţie la secţie, pe măsura ascensiunii
aerului până la secţiunea marginală **31**. Această ascensiune este compusă din mişcări periodice
9 radiale ale aerului **J** prin ţevile **35**, verticale cu întoarceri la 90° prin secţiunile **30**, **32** şi **31** şi
colectoarele centrale **38**, fapt ce măreşte drumul de curgere a aerului, suprafaţa şi intensitatea
11 de schimb de căldură dintre gazele arse **b** şi aer. Poziţionarea ţevilor radiale **35** ale fiecărui
ansamblu **34** în raport cu ţevile ansamblului **34** anterior pe înălţimea dispozitivului de eşapare
13 **25** cu o deplasare unghiulară în plan orizontal de 45°, poziţionare în eşicher, evită formarea
zonelor de stagnare a curgerii gazelor **b**, care împreună cu nervurarea carcasei metalice **29**
15 conduce la intensificarea schimbului de căldură şi creşterea suprafeţei de schimb şi pe partea
gazelor arse **b**. Astfel, schimbul de căldură dintre gazele arse **b** şi aerul **f** are loc prin peretele
17 carcasei metalice **29** şi prin pereţii ţevilor radiale **35** şi a colectoarelor centrale **38**. Aerul
preîncălzit **J** este aspirat de turbocompresorul **3** prin conducta **24**.

19 Instalaţia propusă produce în ciclul cu gaze energie electrică independent de regimul
de lucru al ciclului cu abur, iar în ciclul cu abur, produce în cogenerare energie electrică, abur
21 tehnologic şi apă fierbinte. Datorită faptului că instalaţia de turbină cu gaze este inseriată cu
instalaţia de turbină cu abur, dar şi a recuperării profunde în ciclul cu abur a căldurii gazelor
23 arse în ciclul cu gaze, precum şi a funcţionării instalaţiei de turbină cu abur în regim de
termoficare, randamentul instalaţiei combinate este foarte înalt.

RO 126050 B1

Revendicări

1

1. Instalație combinată de turbine cu gaze și cu abur, constituită dintr-o turbină cu gaze (1), pe axul de rotație (2) al căreia este montat un turbocompresor de aer (3) și un generator electric (4), dintr-o cameră de ardere sub presiune (5), cuplată la conducta de refulare (6) a turbocompresorului de aer (3) și la conducta de intrare (7) în turbina cu gaze (1), dintr-un cazan de abur (9) cu schimbătoare de căldură (10, 11 și 12), legat pe partea de gaze (b) cu conducta de ieșire (8) a turbinei cu gaze (1) și inseriat printr-un circuit închis apă-abur cu o turbină cu abur (13), pe axul de rotație (21) al căreia este montat un alt generator electric (22), cu un condensator de abur (15), dotat cu conducte de intrare (16) și de ieșire (17) a apei de răcire (d) și cu un degazor (18) având la intrare și la ieșire câte o pompă de alimentare (19) și (20), **caracterizată prin aceea că**, pe traseul de gaze arse (b), la ieșirea din turbina cu gaze (1), schimbătoarele de căldură (10, 11 și 12) ale cazanului de abur (9) sunt amplasate în succesiunea supraîncălzitor de abur (10), vaporizator (11), economizor (12), în circuitul apă-abur este utilizată o turbină (13) de termoficare cu prize reglabile (14), un schimbător de căldură (23), amplasat pe traseul de gaze arse (b) după economizorul (12) și cuplat pe partea de apă la conducta de ieșire (17) a apei de răcire (d) a condensatorului de abur (15), precum și un dispozitiv de eșapare a gazelor arse (25) în atmosferă, dotat cu un preîncălzitor de aer cuplat la conducta de aspirație (24) a turbocompresorului de aer (3).

2. Instalație combinată de turbine cu gaze și cu abur, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** dispozitivul de eșapare a gazelor arse (25) este prevăzut cu o izolație termică (26), cu o cămașă periferică (27), formată între zidăria (28) dispozitivului de eșapare a gazelor arse (25) și o carcasă metalică (29) coaxială cu aceasta, separate între ele cu niște diafragme orizontale (33), niște ansambluri (34) formate din țevi radiale (35), niște colectoare centrale (38), niște colectoare centrale (38), iar țevile radiale (35) ale fiecărui ansamblu (34) sunt poziționate în raport cu țevile ansamblului (34) anterior pe înălțimea dispozitivului de eșapare a gazelor arse (25) cu o deplasare unghiulară în plan orizontal de 45°.

(51) Int.Cl.
F01K 23/10^(2006.01);
F01K 25/10^(2006.01);
F17C 9/04^(2006.01)

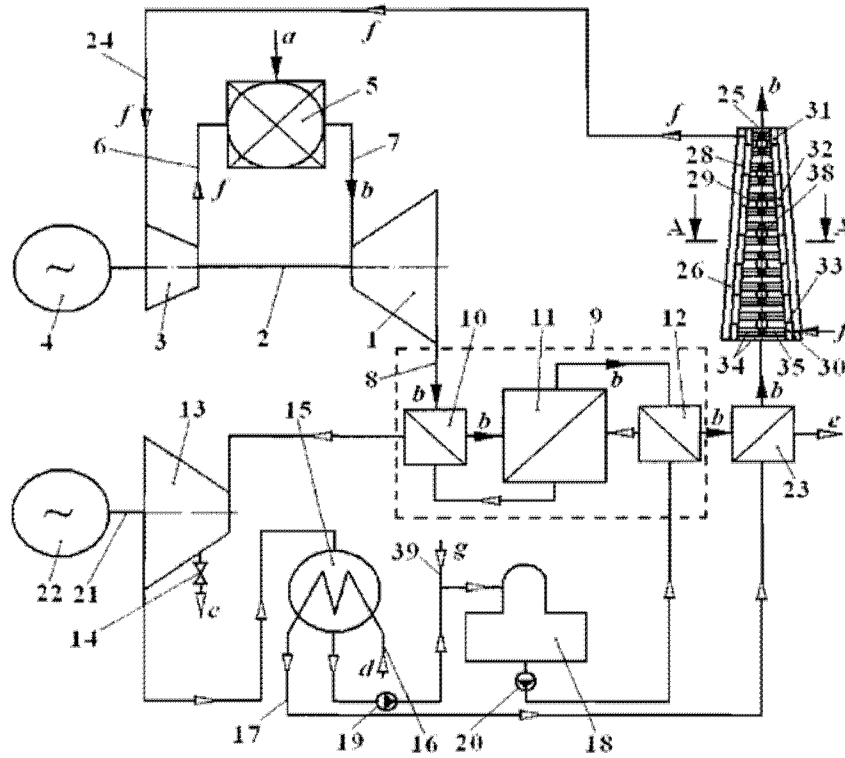


Fig. 1

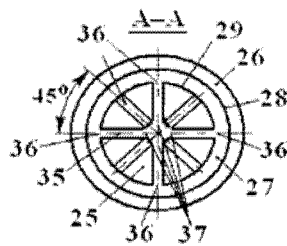


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 966/2013