



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00435**

(22) Data de depozit: **15/06/2016**

(41) Data publicării cererii:
28/10/2016 BOPI nr. **10/2016**

(71) Solicitant:
• **QUINN SOLUTIONS S.R.L.**,
STR. ZIZINULUI NR. 113A,
CLĂDIREA DE BIROURI. BIROUL 1 ȘI 2,
PARTER, BRAȘOV, BV, RO

(72) Inventatori:
• **FETCU DUMITRU**,
STR. BISERICII ROMÂNE NR. 27, BRAȘOV,
BV, RO

(74) Mandatar:
WEIZMANN ARIANA & PARTNERS
AGENȚIE DE PROPRIETATE
INTELLECTUALĂ S.R.L., STR.11 IUNIE
NR.51, SC.A, ET.1, AP.4, SECTOR 4,
BUCUREȘTI

(54) SCHIMBĂTOR DE CĂLDURĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un schimbător de căldură pentru încălzirea unui lichid în vederea vaporizării acestuia, folosind ca agent încălzitor gaze de ardere aflate la temperaturi mari sau chiar flacăra directă. Schimbătorul conform invenției cuprinde o conductă (1) prin care circulă gaze de ardere și în interiorul căreia, transversal pe axa longitudinală a conductei (1), este prevăzut cel puțin un pachet de țevi (2) cu niște aripioare (3) extinzându-se în afara conductei (1) de gaze, prin intermediul unei plăci (4) de separație în care sunt sudate, în interiorul fiecărei țevi (2) cu aripioare (3) fiind dispusă concentric o altă țevă (5) în care se află lichidul destinat a fi vaporizat, țevile concentrice (2 și 5) formând astfel niște spații (6) inelare cu ajutorul unor capace (7 și 8) sudate la partea inferioară, respectiv, superioară ale fiecărei țevi (2) cu aripioare (3), în spațiul inelar astfel format fiind dispusă o cantitate anumită de lichid (9) corespunzător, supus unui ciclu continuu de vaporizare-condensare.

Revendicări: 12

Figuri: 7

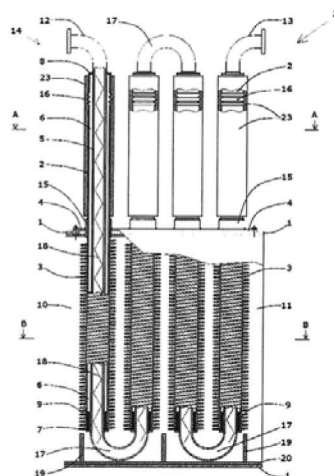
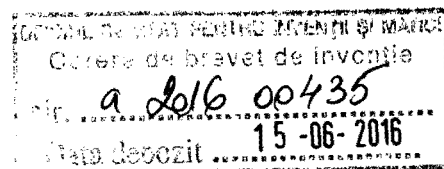


Fig. 2

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 invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



SCHIMBĂTOR DE CĂLDURĂ



Descriere

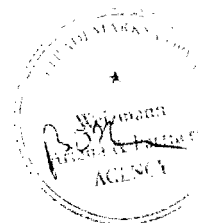
Prezenta invenție se referă la un nou tip de schimbător de căldură destinat în principal, dar nu exclusiv, vaporizării azotului lichid la presiuni de 1000 [bar] folosind ca sursă de căldură gaze de ardere de temperaturi ridicate sau chiar flacăra directă.

Se cunosc schimbătoare de căldură de tipul fascicul de țevi în manta, prin intermediul cărora căldura conținută în gaze de ardere este transferată către azotul lichid în scopul vaporizării acestuia.

Un exemplu tipic de astfel de schimbător de căldură este prezentat în Fig. 1. El se compune dintr-o manta 1 prin care circulă gazele de ardere de temperatură ridicată care intră prin racordul 2, parcurg fasciculul de țevi 4 și ies prin racordul 3. Azotul la presiune ridicată intră sub formă lichidă prin racordul 5 și iese sub formă gazoasă prin racordul 6. Gazele de ardere de temperatură ridicată sau chiar flacăra directă cedează căldură către azotul care circulă prin interiorul fasciculului de țevi 4 trecând din stare lichidă în stare gazoasă pe seama căldurii absorbite.

Aceste tipuri de schimbătoare de căldură au dezavantajele prezentate în continuare.

1. Este cunoscut faptul ca azotul are în ambele stări de agregare, lichidă sau gazoasă, o căldură latentă de vaporizare mică, de circa 8 ori mai mică decât în cazul amoniacului anhidru și de 24 de ori mai mică decât în cazul apei bidistilate. În fasciculul de țevi 4 căldura este absorbită de către azotul lichid prin vaporizarea acestuia. Deoarece căldura latentă de vaporizare este mică, rezultă o capacitate mică de absorbție a căldurii de la gazele de ardere sau de la flacăra directă și în consecință unele zone din peretele țevilor se pot supraîncălzi apărând pericolul de explozie prin scăderea rezistenței mecanice cu creșterea temperaturii. Din acest motiv sunt necesare sisteme complexe de supraveghere a temperaturii pereților țevilor din fascicul precum și sisteme de prevenție a extinderii flăcării directe spre contact cu țevile fasciculului.
2. Gazele de ardere de temperatură ridicată sunt în contact direct cu țevile din fascicul prin care circulă azotul lichid la presiune foarte mare.
3. Fasciculul de țevi care reprezintă de fapt suprafața de schimb de căldură dintre gazele de ardere și azotul lichid este limitat numai la spațiul aflat în conducta prin care curg gazele de ardere. Se pot prevedea conducte cu secțiuni mai mari, dar în acest caz este necesar un debit mai mare de gaze de ardere pentru a menține viteze de circulație convenabile prin fasciculul de țevi. De asemenea, la o anumită secțiune considerată convenabilă se pot prevedea mai multe rânduri de țevi în fascicul, dar în acest caz crește căderea de presiune la trecerea gazelor de ardere. O soluție pentru



rezolvarea acestui dezavantaj ar fi extinderea suprafeței de contact cu azotul lichid în afara spațiului considerat optim al conductei prin care circulă gazele de ardere.

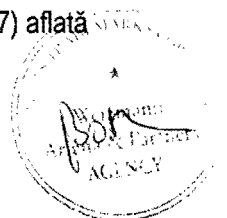
Se cunosc schimbătoare de căldură (brevet GB 2479867A) formate dintr-un fascicul de tuburi termice aripate (25) amplasate cu o parte în agentul primar care cedează căldură circulând șicanat prin mantaua (14) și cu cealaltă parte în agentul secundar, care primește căldură circulând de asemenea șicanat prin mantaua (13), cele doua părți fiind separate etanș prin placa despărțitoare (21). Acest tip de schimbător de căldură are dezavantaje majore atunci când este folosit într-o aplicație ca cea care face obiectul prezentei invenții.

- Agentul care preia căldura nu poate să circule printr-o manta în care se află fasciculul de tuburi termice deoarece presiunea lui foarte mare face imposibilă dimensionarea rezonabilă a mantalei.
- Datorită presiunii foarte mari a agentului care preia căldura, placa despărțitoare ar trebui dimensionată cu o grosime ce nu poate fi realizată tehnic.
- Datorită presiunii foarte mari a agentului care preia căldură, etanșarea tuburilor termice în placa despărțitoare cu procedee cunoscute este imposibilă.

Se cunosc schimbătoare de căldură (brevet US 4488344) formate dintr-un fascicul de tuburi termice (16) amplasate cu o parte în carcasa (24) aflată în agentul gazos care cedează căldură și cu cealaltă parte (68) în agentul lichid care primește căldură circulând printr-o manta (38). Acest tip de schimbător de căldură are dezavantaje majore atunci când este folosit într-o aplicație ca cea care face obiectul prezentei invenții.

- Agentul care preia căldura nu poate să circule printr-o manta în care se află fasciculul de tuburi termice deoarece presiunea lui foarte mare face imposibilă dimensionarea rezonabilă a mantalei.
- Datorită presiunii foarte mari a agentului care preia căldura placa despărțitoare ar trebui dimensionată cu o grosime ce nu poate fi realizată tehnic.
- Datorită presiunii foarte mari a agentului care preia căldura, etanșarea tuburilor termice în placa despărțitoare cu procedee cunoscute este imposibilă.

Se cunosc schimbătoare de căldură (WO 2013104885 A1) formate dintr-un fascicul de țevi (102) conectate la partea inferioară în distribuitorul (101), iar la partea superioară în distribuitorul (103), în interiorul acestui ansamblu aflându-se un fluid de lucru (104) care dezvoltă în mod continuu un ciclu de vaporizare-condensare pe seama căldurii preluate de la un mediu gazos care intră printr-un racord (202) și iese prin altul (203), și a căldurii cedate către un alt mediu care circulă printr-o țevă (107) aflată



concentric în interiorul distribuitorului superior (103) intrând printr-un racord (108) și ieșind prin altul (109). Acest tip de schimbător de căldură are dezavantaje majore atunci când este folosit într-o aplicație ca cea care face obiectul prezentei invenții.

- Schimbul de căldură între cele două fluide este limitat de suprafața țevii concentrice (107), care nu poate depăși lungimea creată de fascicolul de țevi (102) aflat în mediul care cedează căldură,
- În cazul unei neetanșeități apărute în oricare din țevile (101), (102) sau (103), întreg ansamblul iese din funcțiune, ciclul de vaporizare-condensare fiind stopat prin pierderea vidului existent la interiorul lui.

Se cunosc schimbătoare de căldură (WO 2013104927 A1) formate dintr-o serpentină (101) prin care curge un agent termic care primește căldură și amplasată într-o manta (100) prin care circulă agentul care cedează căldură prin condensare. Acest tip de schimbător de căldură are dezavantaje majore atunci când este folosit într-o aplicație ca cea care face obiectul prezentei invenții.

- În cazul în care agentul care primește căldură trebuie să treacă în stare de vapori, folosirea acestui concept este imposibilă deoarece spirele multiple împiedică separarea vaporilor de lichid și curgerea acestora.
- În cazul unei neetanșeități apărute în țeava (100), întreg ansamblul iese din funcțiune, ciclul de vaporizare-condensare fiind stopat prin pierderea vidului existent la interior.
(în cazul prezentei invenții ciclul de vaporizare-condensare se petrece în spațiul inelar aferent fiecărei „bucăți” de serpentina. Dacă apare o neetanșeități numai „bucata” respectivă este scoasă din funcțiune)

Prin prezenta invenție propunem un tip nou de schimbător de căldură care elimină toate dezavantajele menționate mai sus.

Mai precis, invenția asigură un schimbător de căldură pentru încălzirea azotului lichid în vederea vaporizării acestuia folosind ca agent încălzitor gaze de ardere aflate la temperaturi mari corespunzătoare sau chiar flacără directă, schimbătorul cuprinzând o conductă prin care circulă gaze de ardere și în interiorul căreia, transversal pe axa longitudinală a conductei, este prevăzut cel puțin un pachet de țevi cu aripioare extinzându-se în afara conductei de gaze (avantaj esențial față de documentul WO 2013104885 A1) prin intermediul unei placi de separație în care sunt sudate, în interiorul țevilor cu aripioare existând alte țevi concentrice, care formează spații inelare cu ajutorul capacelor sudate la partea inferioară și superioară, în spațiul inelar astfel format aflându-se o cantitate anumită de lichid corespunzător, cum ar fi apa bidistilată sau amoniacul anhidru.

Astfel, cu ajutorul schimbătorului conform invenției, căldura preluată de la gazele de ardere prin convecție forțată spre partea aripată a țevilor este transferată către lichidul aflat în spațiul inelar, care printr-un ciclu continuu de vaporizare – condensare dezvoltat în acest spațiu inelar o transferă în continuare către azotul lichid care circula prin țeava concentrică interioară intrând sub formă de lichid printr-un racord și ieșind prin altul sub forma de vapori.

În mod avantajos, spațiul inelar creat de cele două țevi concentrice împreună cu capacele superior și inferior este vidat corespunzător.

În mod avantajos, fiecare țeavă concentrică exterioară cu aripioare din pachet este sudată pe o placă despărțitoare prin intermediul unui manșon de protecție, sudat la rândul lui de țeavă.

În mod avantajos, fiecare țeavă concentrică exterioară este prevăzută cu un compensator de dilatare corespunzător.

În mod avantajos, agentul termic care preia căldura circulă la interiorul unor țevi astfel încât poate avea o presiune oricât de mare.

De preferință, țevile concentrice interioare din pachet sunt conectate sub forma de serpentina.

De preferință, în țevile concentrice interioare prin care circulă azotul lichid sunt montați promotori de turbulență corespunzători.

În mod avantajos la partea inferioară a conductei prin care circula gazele de ardere sunt montate șicane din ceramică de temperatură înaltă pentru a forța gazele de ardere să circule numai printre țevile cu aripioare din pachet.

În mod avantajos pereții interiori ai conductei prin care circula gazele de ardere sunt izolați cu ceramica de temperatura înaltă.

În mod avantajos conducta concentrică ce se extinde în afara canalului prin care circula gazele de ardere este izolată termic în mod corespunzător.

Într-un exemplu preferat de realizare a prezentei invenții, este asigurat un vaporizator de azot lichid care poate fi format din mai multe pachete de țevi concentrice formând schimbătoare de căldură independente numite module, așa cum au fost descrise mai sus, în scopul satisfacerii unei sarcini termice anumite.

În mod avantajos modulele sunt dispuse pe unul sau mai multe rânduri, câte patru sau mai multe țevi concentrice pe un rând.

Invenția asigură următoarele avantaje.

Prin soluția tehnică propusă, țevile prin care circula azotul lichid (la presiune de 1000 bar) nu mai sunt expuse direct acțiunii gazelor de ardere de temperaturi ridicate sau flăcării directe, ele fiind ecranate de fluidul care circulă în spațiul inelar sub forma unui ciclu continuu de vaporizare-condensare prin care căldura este preluată de la gazele de ardere prin vaporizarea fluidului și cedată către azotul

lichid prin condensare. Astfel se elimina posibilitatea supraîncălzirii acestor țevi datorită căldurii latente de vaporizare mici a azotului lichid. Cu alte cuvinte, în loc ca gazele de ardere de temperatură ridicată sau flacăra directă să transmită căldura către un lichid cu capacitate mică de preluare (cum este azotul lichid) și în consecință cu risc maxim de supraîncălzire a peretelui țevii, această căldură se transmite către un fluid intermediar (fluidul care evoluează în spațiul inelar) cu capacitate mare de preluare și deci cu risc minim de supraîncălzire și deci de distrugere a peretelui țevii expus la temperaturi și presiuni mari.

Prin ciclul de vaporizare – condensare al lichidului din spațiul inelar căldura preluată de la gazele de ardere sau de la flacăra directă este transmisă către azotul lichid și în afara conductei prin care circula gazele de ardere deoarece ansamblul format din cele două țevi concentrice poate fi extins oricât în afara acesteia. Astfel se elimină dezavantajul limitării suprafeței de schimb de căldură numai în spațiul canalului prin care circula gazele de ardere sau flacăra directă.

Într-un exemplu preferat de realizare a prezentei invenții, este asigurat un vaporizator de azot lichid care poate fi format din mai multe pachete de țevi concentrice formând schimbătoare de căldură independente numite module, așa cum au fost descrise mai sus, în scopul satisfacerii unei sarcini termice anumite.

În mod avantajos modulele sunt dispuse pe unul sau mai multe rânduri, câte patru sau mai multe țevi concentrice pe un rând.

Alte obiective, caracteristici și avantaje ale prezentei invenții vor reieși mai clar din următoarea descriere detaliată a unui exemplu preferat, dar nelimitativ de realizare a invenției, dat în legătură cu figurile anexate, în care:

Fig. 1 ilustrează schematic o variantă de schimbător de căldură cu azot, cunoscut din stadiul tehnicii,

Fig. 2 reprezintă o decupare verticală printr-un modul al schimbătorului de căldură conform prezentei invenții;

Fig. 3 reprezintă o secțiune orizontală A-A printr-un modul al schimbătorului de căldură conform prezentei invenții;

Fig. 4 reprezintă o secțiune orizontală B-B printr-un modul al schimbătorului de căldură conform prezentei invenții;

Fig. 5 reprezintă o decupare verticală prin schimbătorul de căldură conform unui alt exemplu de realizare a prezentei invenții;

Fig. 6 reprezintă o secțiune orizontală A-A prin schimbătorul de căldură conform Fig. 5;

Fig. 7 reprezintă o secțiune orizontală B-B prin schimbătorul de căldură conform Fig. 5 sau 6.

Schimbătorul de căldură în conformitate cu prezenta invenție se compune dintr-o conductă 1 prin care circulă gaze de ardere și în interiorul căreia, transversal pe axa longitudinală a conductei, este prevăzut cel puțin un pachet de țevi 2 cu aripioare 3 extinzându-se în afara conductei de gaze prin intermediul unei placi de separație 4 în care sunt sudate, în interiorul țevilor cu aripioare existând alte țevi concentrice 5 care formează spații inelare 6 cu ajutorul capacelor sudate la partea inferioară 7 și superioară 8, în spațiul inelar astfel format aflându-se o cantitate anumită de lichid 9 corespunzător, cum ar fi apă bidistilată sau amoniac anhidru. Spațiile inelare 6 sunt vidate în mod corespunzător.

Astfel, cu ajutorul schimbătorului conform invenției, căldura de la gazele de ardere care intră prin racordul 10 și ies prin racordul 11 este preluată prin convecție forțată spre partea aripată 3 a țevilor 2 și este transferată către lichidul 9 aflat în spațiul inelar 6 vidat. Pe seama acestei călduri absorbite lichidul vaporizează cedând apoi prin condensare căldura către azotul lichid care curge la interiorul țevilor concentrice 5. Acest proces de vaporizare – condensare al lichidului din spațiul inelar vidat 6 este permanent astfel încât țevile prin care circulă azotul, care intră sub formă lichidă prin racordul 12 și iese sub formă gazoasă prin racordul 13, nu mai primesc căldură direct de la gazele de ardere. Chiar dacă flacăra directă atinge aripioarele 3 ale țevilor 2, pericolul de explozie prin supraîncălzire este exclus deoarece țevile concentrice interioare prin care circulă azotul lichid sunt ecranate de ciclul de vaporizare-condensare al fluidului 9 din spațiul inelar vidat 6.

Ansamblul de țevi concentrice 14 care ies în afara conductei 1 prin care circula gazele de ardere mărind astfel suprafața de schimb de căldură în contact cu azotul lichid este separat etanș de conducta 1 prin intermediul unei plăci 4, în care sunt sudate colierele 15 care, la rândul lor, sunt sudate pe conducta 2.

Fiecare țevă concentrică exterioară 2 este prevăzută cu un compensator de dilatare 16 corespunzător.

Țevile concentrice interioare 5 prin care circulă azotul lichid sunt conectate sub formă de serpentină cu ajutorul unor coturi corespunzătoare 17.

Pentru a mari coeficientul de transfer de căldură pe partea azotului lichid în țevile concentrice interioare 5 sunt montați promotori de turbulență corespunzători 18.

La partea inferioară a conductei 1, prin care circula gazele de ardere, sunt montate șicane 19 din ceramică de temperatură înaltă pentru a forța gazele de ardere să circule numai printre țevile cu aripioare din pachet.

Pereții interiori ai conductei 1 prin care circula gazele de ardere sunt izolați cu ceramică de temperatură înaltă 20.

Cu referire la Figurile 5, 6 și 7, este prezentat în continuare un vaporizator de azot lichid format din mai multe module 21, dispuse pe unul sau mai multe rânduri 22, câte două sau mai multe module

pe un rând. Modulele **21** sunt fixate corespunzător prin intermediul plăcii despărțitoare **4**, aferente fiecărui modul, pe conducta **1** prin care circulă gazele de ardere intrând printr-un racord **10** și ieșind printr-un racord **11** după ce au cedat căldură părții aripate **3** a pachetului de țevi **2** din modulul respectiv. Pereții conductei **1** prin care circulă gazele de ardere sunt prevăzuți la interior cu izolație termică de temperatură înaltă **20**.

Conducta concentrică **2** ce se extinde în afara canalului **1** prin care circula gazele de ardere este prevăzută cu izolație termică **23** corespunzătoare.

Prezenta invenție a fost descrisă până acum cu referire la exemplele sale preferate de realizare. Este înțeles că pot exista alte exemple de realizare ce se pot referi la același nucleu inventiv, toate încadrându-se în interiorul scopului protecției definit de setul de revendicări prezentat în cele ce urmează.



REVEDICĂRI

1. Schimbător de căldură pentru încălzirea unui lichid în vederea vaporizării acestuia, folosind ca agent încălzitor gaze de ardere aflate la temperaturi mari sau chiar flacăra directă, schimbătorul cuprinzând o conductă (1) prin care circulă gaze de ardere și în interiorul căreia, transversal pe axa longitudinală a conductei (1), este prevăzut cel puțin un pachet de țevi (2) cu aripioare (3) extinzându-se în afara conductei de gaze prin intermediul unei plăci de separație (4) în care sunt sudate, în interiorul fiecărei țevi (2) cu aripioare (3) fiind dispusă concentric o altă țevă (5) în care se află lichidul destinat a fi vaporizat, țevile concentrice (2, 5) formând astfel niște spații inelare (6) cu ajutorul unor capace sudate la partea inferioară (7) și superioară (8) ale fiecărei țevi (2) cu aripioare (3), în spațiul inelar astfel format fiind dispusă o cantitate anumită de lichid (9) corespunzător, supus unui ciclu continuu de vaporizare – condensare.

2. Schimbător de căldură conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** lichidul supus vaporizării este azot, iar lichidul (9) dispus în spații inelare (5) este selectat dintre apă bidistilată sau amoniac anhidru.

3. Schimbător de căldură conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** spațiul inelar (6) creat între cele două țevi concentrice (2, 5) împreună cu capacele superior (8) și inferior (7) este vidat corespunzător.

4. Schimbător de căldură conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare țevă (2) cu aripioare (3) din pachet este sudată pe o placă separație (4) prin intermediul unui colier (15) de protecție, sudat la rândul lui de țevă.

5. Schimbător de căldură conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare țevă (2) cu aripioare (3) este prevăzută cu un compensator de dilatare (16) corespunzător.

6. Schimbător de căldură conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** țevile interioare (5) din pachet sunt conectate sub formă de serpentină cu ajutorul unor coturi (17).

7. Schimbător de căldură conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** în țevile interioare (5) din pachet, prin care circulă azotul lichid, sunt montați promotori de turbulență (18).

8. Schimbător de căldură conform uneia dintre revendicările 1 la 7, **caracterizat prin aceea că** la partea inferioară a conductei (1), prin care circulă gazele de ardere, sunt montate șicane (19) din ceramică de temperatură înaltă pentru a forța gazele de ardere să circule numai printre țevile (2) cu aripioare (3) din pachet.

9. Schimbător de căldură conform uneia dintre revendicările 1 la 8, **caracterizat prin aceea că** pereții interiori ai conductei (1) prin care circulă gazele de ardere sunt izolați cu ceramică de temperatură înaltă (20).

10. Schimbător de căldură conform uneia dintre revendicările 1 la 9, **caracterizat prin aceea că** porțiunea de țevă (2) ce se extinde în afara conductei (1) prin care circula gazele de ardere este prevăzută cu o izolație termică (23).

11. Schimbător de căldură conform uneia dintre revendicările 1 la 10, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde o multitudine de pachete de țevi concentrice (2, 5) formând module (21) independente de schimb de căldură.

12. Schimbător de căldură conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** modulele (21) menționate sunt dispuse pe unul sau mai multe rânduri (22), câte patru sau mai multe țevi concentrice (2, 5) pe fiecare rând.

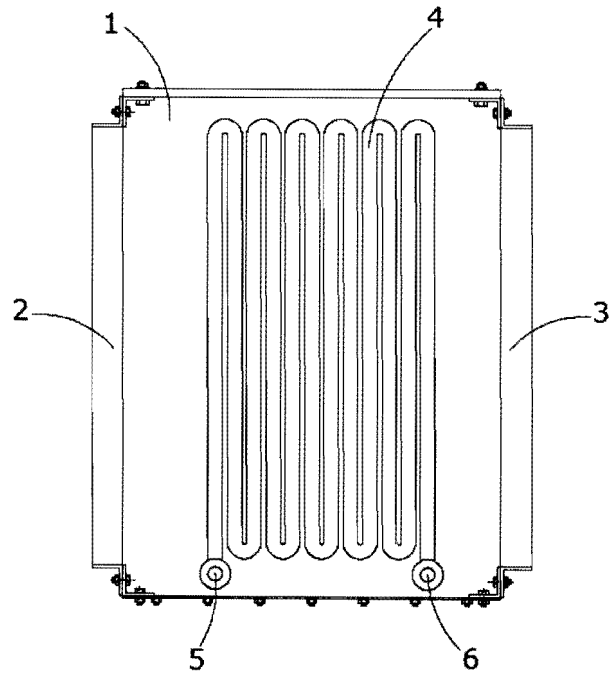


Fig. 1 Stadiul tehnicii



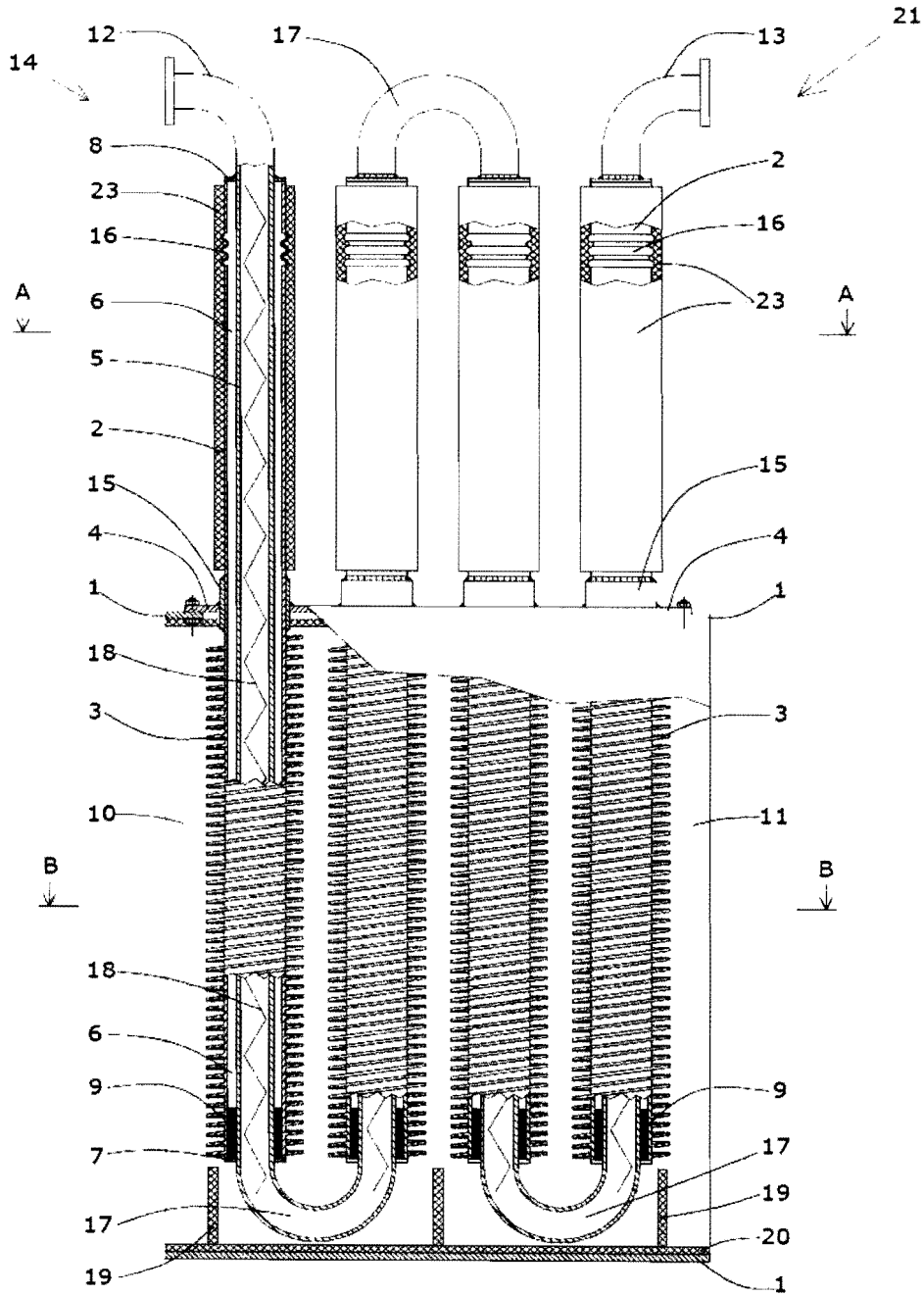


Fig. 2 Decupare verticala printr-un modul



Y

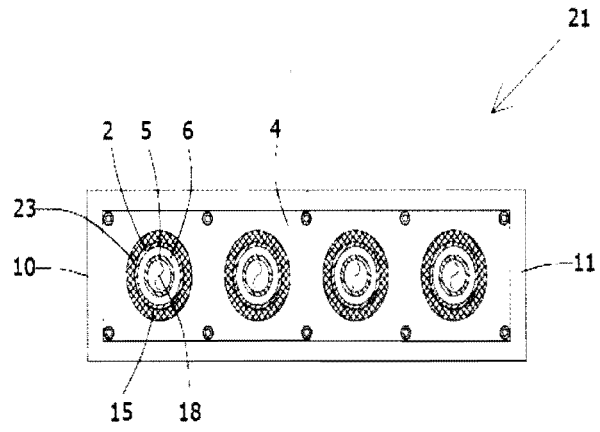


Fig. 3

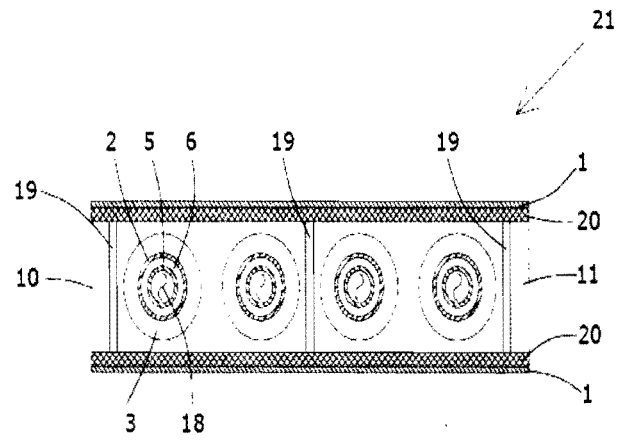


Fig. 4



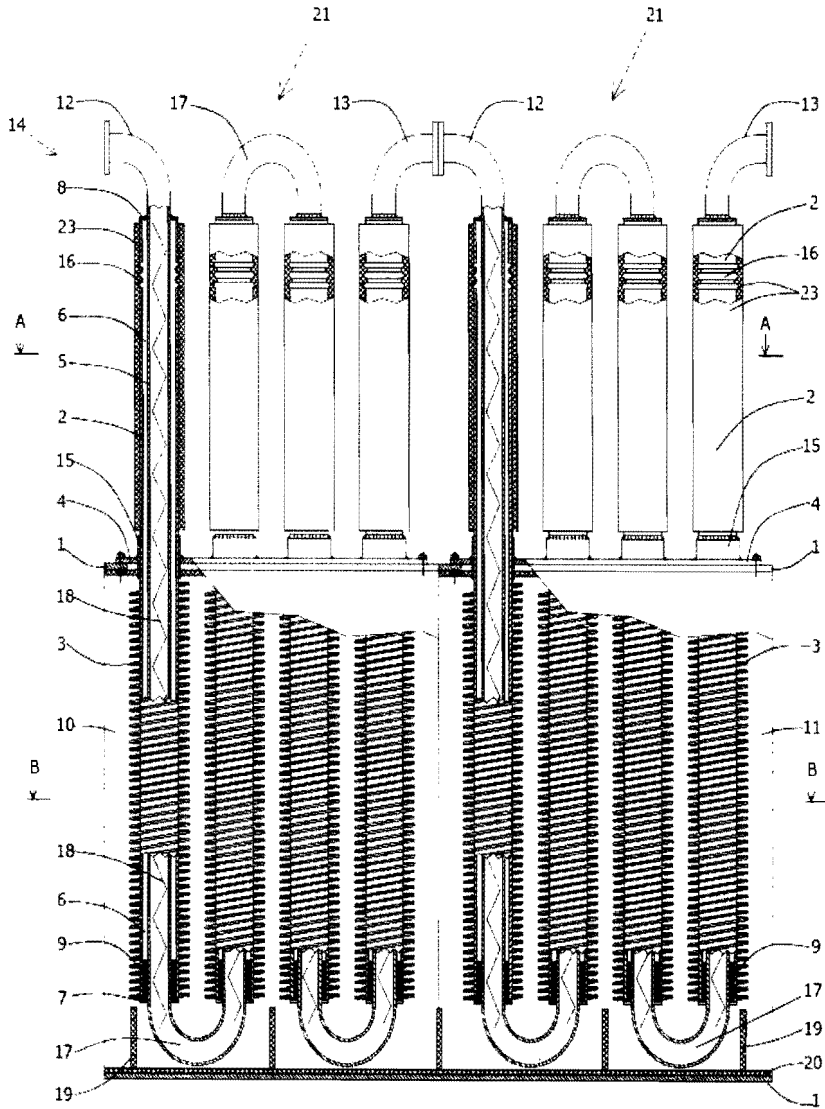


Fig. 5



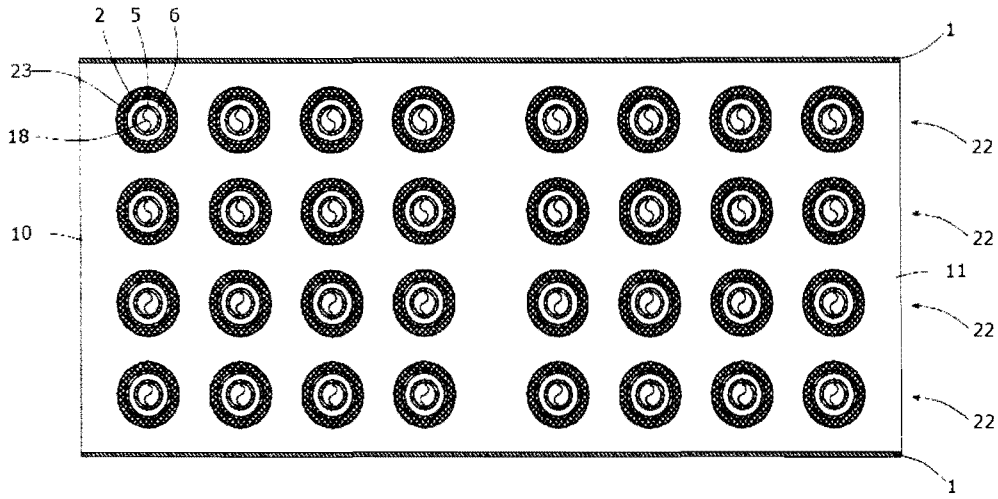


Fig. 6

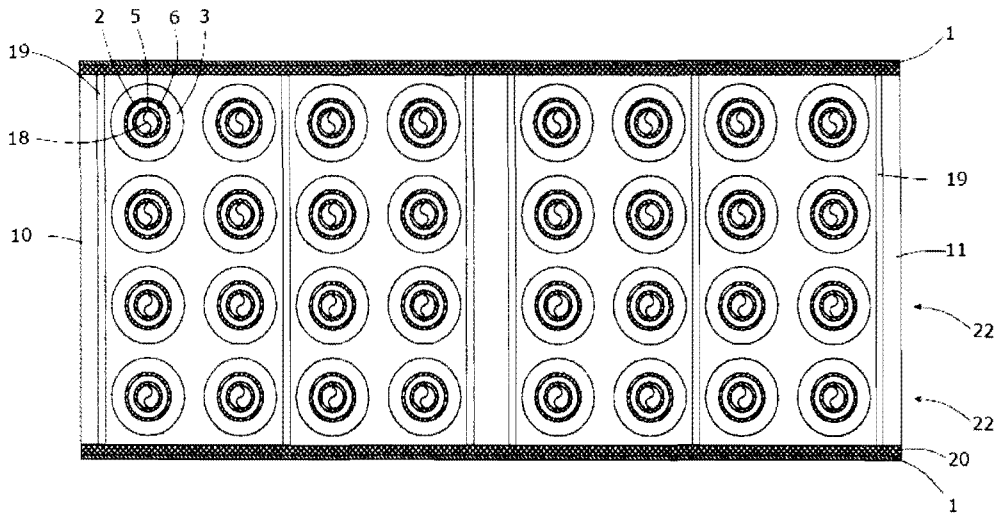


Fig. 7

