



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENTIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00732**

(22) Data de depozit: **12.08.2010**

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

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA TRANSILVANIA DIN  
BRAȘOV, BD. EROIILOR, NR. 29, BRAȘOV,  
BV, RO

(72) Inventatori:  
• HUMINIC GABRIELA,  
STR. C. COSMINULUI, NR. 44, BL. 407,  
SC. A, AP. 11, BRAȘOV, BV, RO;  
• HUMINIC ANGEL, STR. MIHAI VITEAZUL,  
NR. 432, BRAȘOV, BV, RO

### (54) TUB TERMIC CU NANOPARTICULE MAGNETICE

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un tub termic cu suspensii coloidale de nanoparticule magnetice, metalice, utilizat la o instalație cu schimbătoare de căldură, pentru îmbunătățirea transferului termic. Tubul termic, conform invenției, se compune dintr-un tub (1) metalic, cu sau fără structură capilară, prevăzut, la unul dintre capete, cu un dop (3) ce are un orificiu (6) central obturat cu un dop (5) de închidere, acționat de un șurub (4), tubul (1) conținând un fluid de bază, în care s-a introdus o cantitate de nanoparticule magnetice de fier, magnetită, maghemită, cobalt, ferită de cobalt sau nichel, cantitate care variază între 10...40% din volumul interior al tubului (1), nanoparticulele fiind inițial acoperite cu un mono sau dublu strat de acizi carboxilici, acizi sulfonici și polimeri, diametrul mediu al nanoparticulelor fiind cuprins între 3 și 15 nm.

Revendicări: 3

Figuri: 5

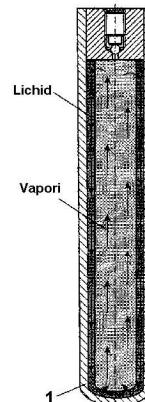


Fig. 2

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



**Tub termic cu nanoparticule magnetice**

Invenția se referă la un tub termic cu suspensii coloidale de nanoparticule magnetice (fier, magnetită, maghemită, cobalt, ferită de cobalt, nichel), cu diametrul mediu cuprins între 3 nm și 15 nm, care poate fi utilizat la îmbunătățirea transferului termic în instalațiile cu schimbătoare de căldură cu tuburi termice și la care nanoparticule magnetice pot fi acoperite cu surfacanți (acizi carboxilici, acizi sulfonici, polimeri) pentru creșterea și menținerea stabilității în timp a fluidului de lucru din tubul termic și implicit a performanțelor funcționale ale acestuia.

Este cunoscută necesitatea obținerii unor eficiențe termice cât mai ridicate pentru schimbătoarele de căldură. Din acest motiv, în ultimele decenii, s-au impus soluțiile cu schimbătoare de căldură care utilizează tuburi termice [1], datorită performanțelor în transferul căldurii și avantajelor pe care acestea le prezintă: capacitate mare de transfer de căldură, pierderi de presiune reduse, fiabilitate ridicată datorită faptului că nu au componente mecanice în mișcare relativă unele față de altele, nu necesită întreținere și energie adițională. Astfel, tubul termic este un dispozitiv care realizează un transfer de căldură între două surse cu temperaturi diferite, fiind alcătuit dintr-o incintă etanșă cu o conductivitate termică ridicată și rezistență la coroziune, care conține un fluid de lucru, care în anumite condiții de presiune, vaporizează la o temperatură joasă (25...30°C). Fenomenele care au loc în interiorul tubului termic sunt cele de vaporizare, transport de vapori, condensare și returnare condens a fluidului de lucru. Soluțiile propuse până în prezent se referă la schimbătoare de căldură cu tuburi termice (RO 00114040) [2] destinate încălzirii produselor petroliere, schimbătoare de căldură de tip gaz – gaz cu tuburi termice (RO 00112321) [3] aplicate la recuperatoarele de căldură de la cazanele și cuptoarele industriale, schimbătoare de căldură de tip lichid – gaz cu tuburi termice (RO 00112313) [4] pentru prepararea apei calde prin recuperarea căldurii din gazele de ardere de la cazanele și cuptoarele industriale, schimbătoare de căldură cu tuburi termice multitubulare (RO 00114510) [5] utilizate la preîncălzitoarele de păcură sau țărei, schimbătoare de căldură centrifugale, cu tuburi termice (RO 00114041) [6] pentru preluarea căldurii remanente din gazele de ardere rezultate în urma diferitelor proceselor tehnologice, schimbătoare de căldură cu tuburi termice utilizate pentru dezumificarea aerului (CN 201368575 (Y)) [7], schimbătoare de căldură cu tuburi termice pentru preluarea căldurii geotermale (WO 2009131377 (A2)) [8]. În ultimul deceniu, datorită performanțelor deosebite ale nanomaterialelor, s-au impus soluțiile cu tuburi termice cu suspensii de nanoparticule. Îmbunătățirea performanțelor funcționale ale tuburilor termice este evidențiată prin reducerea rezistenței termice, scăderea gradientului de temperatură de-a lungul tubului termic, creșterea eficienței termice și îmbunătățirea coeficientului de transfer de căldură [9]. Este cunoscut un tub termic (US2006/042786 A1) [10] cu nanomateriale (nanotuburi de carbon, nanocapsule de carbon și/sau nanoparticule de cupru) care constă dintr-un tub metalic care are pe suprafața interioară o structură capilară formată din caneluri. Dezavantajul acestei soluții constă în faptul că nanoparticulele introduse în fluidul de bază, se sedimentează în timp, ceea ce conduce la o scădere a




performanțelor funcționale ale tubului termic, adică o scădere a fluxului de căldură transferat și a temperaturii de funcționare.

Scopul inventiei este de a realiza un tub termic cu suspensii coloidale de nanoparticule magnetice, cu diametrul mediu cuprins între  $3\text{ nm}$  și  $15\text{ nm}$  care să asigure creșterea performanțelor termice prin menținerea stabilității în timp a suspensiilor coloidale.

Problema tehnică pe care o rezolvă inventia este aceea a eliminării fenomenului de aglomerare și sedimentare a nanoparticulelor magnetice și obținerea unor suspensii ultrastabile în timp. Soluția tehnică se referă la aplicarea unui mono- sau dublu strat de surfactant pe suprafața nanoparticulelor magnetice care are rolul de a împiedica aglomerarea acestora în fluidul de bază introdus în tubul termic, obținându-se astfel suspensii coloidale ultrastabile [11] și care conduce la performanțe funcționale ridicate ale tubului termic pe întreaga perioadă de exploatare a acestuia.

Se dau în continuare exemple de realizare a tuburilor termice cu nanoparticule magnetice și curbele de performanță corespunzătoare [12], în legătură cu figurile 1...3, care prezintă:

- Fig.1a - Construcția și principiul de funcționare al tubului termic înainte de punerea în funcțiune a acestuia;
- Fig.1b - Construcția și principiul de funcționare al tubului termic după pornirea acestuia;
- Fig.1c – Detaliu referitor la modul de închidere al tubului termic;
- Fig.2 - Analiza cristalografică și structurală a nanoparticulelor magnetice prin realizarea de investigații TEM (microscopie electronică prin transmisie) și SAED (difracție de electroni pe arii selectate).
- Fig. 3 - Curbele de performanță funcțională ale tubului termic cu suspensii de nanoparticule magnetice, în poziție verticală (90 grade).

Tubul termic cu nanoparticule magnetice se compune dintr-un tub metalic (1), cu sau fără structură capilară, prevăzut, la unul din capete, cu un dop (3) care are un orificiu central (6), orificiu care este obturat cu un corp de închidere (5), acționat de un șurub (4). După ce în interiorul tubului metalic se introduce o cantitate corespunzătoare de suspensii de nanoparticule metalice (2), tubul este încălzit la o temperatură la care presiunea de vaporizare a suspensiilor de nanoparticule magnetice este mai mare decât presiunea atmosferică și cel puțin egală cu presiunea maximă de funcționare a tubului termic, pentru a permite aerului și gazelor necondensabile să fie evacuate din tubul termic, prin acționarea repetată a corpului de închidere. Capacitatea maximă de transfer termic a tubului termic poate fi atinsă numai dacă suspensia de nanoparticule magnetice este dozată corect. Astfel, o umplere defectuoasă conduce la o micșorare a performanțelor funcționale, iar o supradozare poate conduce la o blocare parțială sau chiar totală a condensatorului. Aceasta se produce adesea în cazurile de funcționare în condiții reduse de gravitație deoarece forțele masice gravitaționale nu sunt capabile să îndepărteze

*Gheorghiu*

*Armenie*

suspensia care formează un dop în interiorul zonei de condensare. Experimental [12] s-a stabilit că, pentru o funcționare corectă a tubului termic, cantitatea de suspensii de nanoparticule magnetice introdusă în tubul termic, variază între 10% și 40% din spațiul interior al tubului termic, în funcție de dimensiunile tubului termic, poziția de funcționare și performanța funcțională a acestuia. Pentru a asigura creșterea și menținerea stabilității în timp a suspensiei de nanoparticule magnetice în tubul termic și implicit creșterea performanțelor funcționale ale tubului termic, nanoparticulele magnetice (fier, magnetită, maghemită, cobalt, ferită de cobalt, nichel), cu diametrul mediu cuprins între 3 nm și 15 nm, pot fi acoperite cu un mono – sau dublu strat de surfactant (acizi carboxilici, acizi sulfonici, polimeri) conform procedurii descrise în [13] și [14], care are rolul de a împiedica aglomerarea și sedimentarea nanoparticulelor magnetice în fluidul de bază (solvenți organici polari și nepolari) introdus în tubul termic, obținându-se astfel suspensii coloidale ultrastabile.

Față de soluția utilizată până în prezent, cu tuburi termice cu nanomateriale (nanotuburi de carbon, nanocapsule de carbon și/sau nanoparticule de cupru), soluția propusă de autori prezintă următoarele avantaje: menținerea în timp a stabilității suspensiilor cu nanoparticule magnetice, îmbunătățirea performanțelor funcționale ale tuburilor termice și implicit creșterea eficienței termice a schimbătoarelor de căldură cu tuburi termice. În figura 3 sunt prezentate curbele de performanță funcțională, obținute experimental [12] pentru tuburi termice în poziție verticală, cu suspensii de nanoparticule de oxid de fier, pentru concentrații volumice ale nanoparticulelor de oxid de fier de 2%, respectiv de 5.3%. Se poate observa o îmbunătățire substanțială a fluxului de căldură în cazul tuburilor termice cu suspensii de nanoparticule de oxid de fier față de tuburile termice cu apă.

Gheorghe Atanasiu

## Revendicări

1. Tub termic **caracterizat prin aceea că** fluidul de lucru constă dintr-un fluid de bază (solvenți organici polari și nepolari) și nanoparticule magnetice (fier, magnetită, maghemită, cobalt, ferită de cobalt, nichel) cu diametru mediu cuprins între 3 nm și 15 nm, pentru creșterea performanțelor funcționale ale tubului termic.
2. Tub termic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** suspensiile coloidale de nanoparticule magnetice introduse în tubul termic ocupă între 10% și 40% din spațiul interior al tubului termic.
3. Tub termic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** nanoparticulele magnetice din fluidul de bază sunt acoperite cu un mono- sau dublu strat de sulfactant (acizi carboxilici, acizi sulfonici, polimeri) pentru eliminarea fenomenului de aglomerare și sedimentare a suspensiilor coloidale cu nanoparticule magnetice introduse în tubul termic, și menținerea performanțelor funcționale ale tubului termic pe întreaga perioadă de exploatare a acestuia.

*Hectoriu* *Adrian*

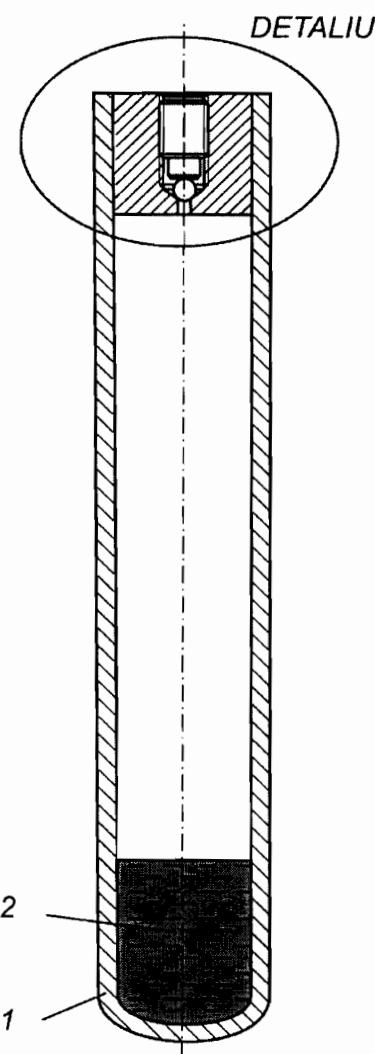


Fig. 1.a

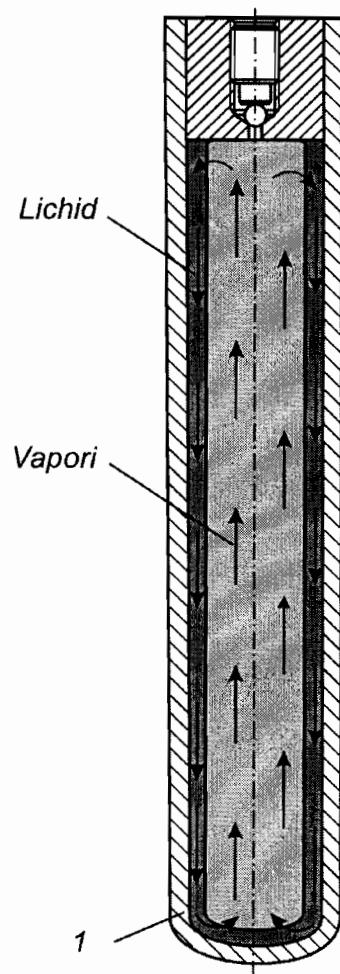


Fig. 1.b

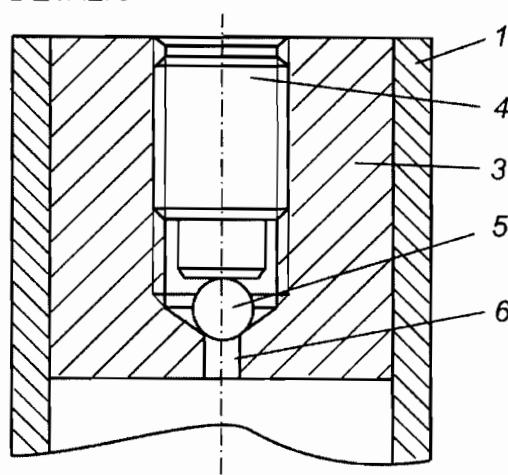
*DETALIU*

Fig. 2.c

Gheorghe Atmane

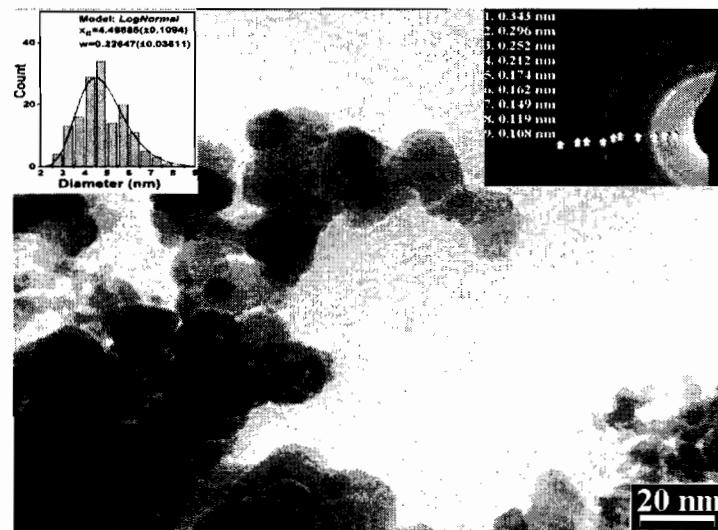


Fig. b)

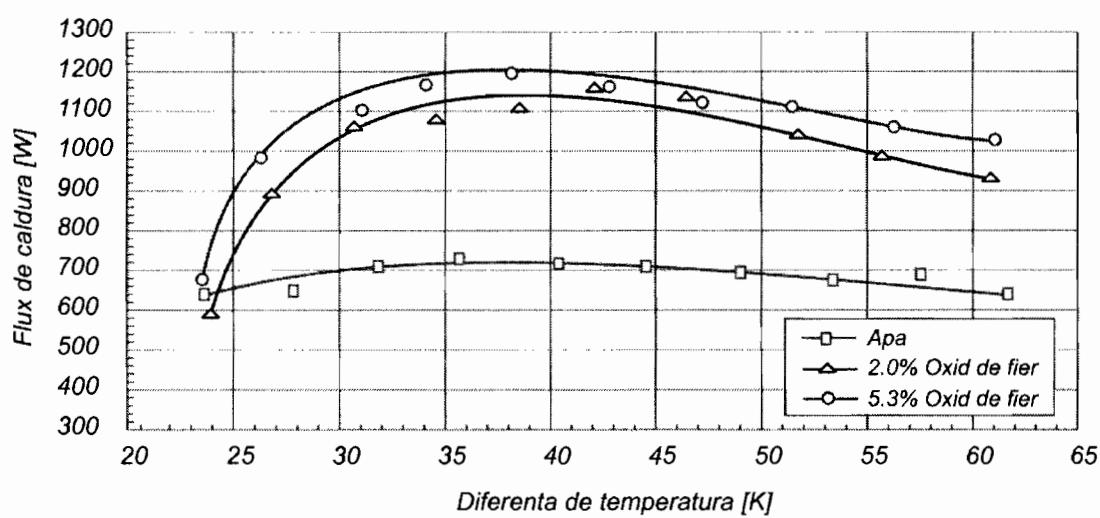


Fig. b)

G.Ruiminic Atominică