



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00374

(22) Data de depozit: 28.05.2012

(41) Data publicării cererii:  
29.11.2013 BOPI nr. 11/2013

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
TEHNOLOGII CRIOGENICE ȘI IZOTOPICE  
- ICSI RM.VĂLCEA, STR.UZINEI NR.4,  
RĂMNICU VĂLCEA, VL, RO

(72) Inventatori:  
• IONETE EUSEBIU ILARIAN,  
STR. LUCEAFĂRULUI NR. 6, BL. A2, SC. A,  
AP. 18, RĂMNICU VĂLCEA, VL, RO;

• IONETE ROXANA ELENA,  
STR. LUCEAFĂRULUI NR. 6, BL. A2, SC. A,  
AP. 18, RĂMNICU-VĂLCEA, VL, RO;  
• MONEA BOGDAN FLORIAN,  
STR. REPUBLICII NR. 7, BL. R21, SC. A,  
AP. 2, RĂMNICU VĂLCEA, VL, RO

(54) DEBITMETRU PENTRU AMESTECURI BIFAZICE DE FLUIDE  
CRIOGENICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un debitmetru pentru amestecuri bifazice solid-lichid ale aceluiași fluid criogenic, în special azot și hidrogen, fluid care se poate întâlni în instalațiile criogenice în anumite condiții de lucru. Debitmetrul conform invenției este alcătuit dintr-un număr de condensatoare (C1, C2) circulare, montate în succesiune, având o formă care permite și determină curgerea amestecului bifazic și trecerea acestuia prin interiorul plăcilor condensatoarelor (C1, C2), condensatoarele (C1, C2) circulare fiind dispuse la o anumită distanță între ele, având în compunere elemente izolatoare distanțiere, și care sunt incluse într-un montaj electronic ce permite citirea acestora la trecerea fluidului, iar citirea condensatoarelor (C1, C2) circulare se face independent unul față de celălalt, fiecare valoare fiind măsurată și înregistrată în mod continuu, un bloc de calcul matematic prelucrând și comparând valoarea capacității măsurate a unuia dintre condensatoare (C1, C2) cu cea măsurată în timpul procesului de calibrare, determinându-se densitatea amestecului bifazic, iar prin

calculul funcției de corelare încrucișată dintre două valori de capacitate măsurate simultan, a două dintre condensatoarele (C1, C2) circulare, este determinată viteza de curgere a fluidului bifazic printre armăturile condensatoarelor (C1, C2).

Revendicări: 2  
Figuri: 2

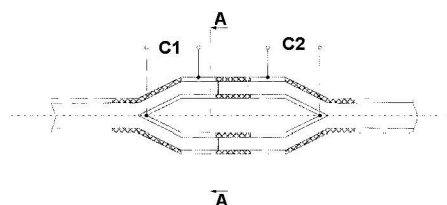


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de 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).



## Debitmetru pentru amestecuri bifazice de fluide criogenice

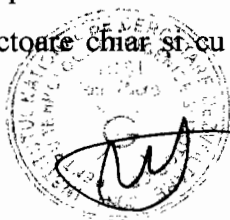
La nivel mondial, în ultima perioadă de timp se fac eforturi intense pentru dezvoltarea de noi tipuri de senzori, miniaturizarea și eficientizarea celor deja existenți, scăderea consumurilor electrice ale acestora precum și pentru găsierea de noi modele, soluții și metode analitice performante de măsurare a valorilor generate de către acești senzori.

Prezenta invenție vine în sprijinul acestui deziderat, rezolvând problema măsurării debitelor de amestec bifazic solid-lichid ale unor fluide criogenice, care au această proprietate, în special hidrogen și azot. Acest amestec bifazic, pentru fiecare fluid criogenic în parte, în special hidrogen și azot, apare și se poate obține în anumite condiții specifice de presiune și temperatură.

Amestecurile bifazice de fluide criogenice, în special hidrogen și azot, se prezintă sub forma unui „noroi”, constând în particule solide aflate în suspensie sau în mișcare în masa de lichid. Aceste amestecuri au proprietăți diferite față de forma lichidă dar și față de forma solidă.

De exemplu, hidrogenul cu „noroi” este un fluid criogenic alcătuit din două faze ale hidrogenului, solid și lichid, format din particule solide de hidrogen înghețat aflate în hidrogen lichid (la punctul triplu pentru para hidrogen  $P_t = 0,007042 \text{ MPa} = 52,82 \text{ Torr}$ ,  $T_t = 13,80 \text{ K}$ ). Comparativ cu hidrogenul lichid la punctul normal de fierbere (densitatea  $70,79 \text{ kg/m}^3$ ) densitatea hidrogenului cu noroi la punctul triplu este cu aproximativ 16% mai mare la o rată a masei solide (fracție solidă) de 50% (densitate  $81,48 \text{ kg/m}^3$ ) și capacitatea calorică criogenică, puterea frigorifică a lichidului criogenic (entalpia), este cu aproximativ 18% mai mare. Aplicațiile anticipate includ combustibil pentru nave spațiale reutilizabile, agent de răcire pentru producerea de neutroni la rece precum și mijloc de transport și de depozitare de hidrogen ca o sursă curată de energie. La un raport al maselor (fracțiunea solidă), în jurul valorii de 50%, transportul prin conducte poate fi efectuat în același mod ca și pentru fluidele normale. Hidrogenul cu „noroi” este destinat să îmbunătățească performanțele echipamentelor care utilizează hidrogen lichid, precum și de a contribui la o mai mare compactare cu o greutate mai mică. Conceptul de utilizare a hidrogenului cu „noroi”, în loc de hidrogen lichid, este similară cu utilizarea heliului superfluid în echipamente supraconductoare concepute pentru heliu lichid, astfel încât să permită o îmbunătățire în performanță. Odată cu dezvoltarea de materiale supraconductoare la temperaturi înalte a devenit posibilă răcirea echipamentelor supraconductoare chiar și cu azot lichid, răcirea cu

REI  
Rouette  
Bluy



azot cu „noroi” fiind de asemenea luată în considerare, astfel că tehnologia pe bază de hidrogen cu „noroi” ar putea fi aplicată fără modificări substanțiale [2].

Principiul acestui debitmetru se bazează pe forțarea curgerii și determinarea trecerii amestecului bifazic printre plăcile unui număr de condensatoare inelare, dispuse succesiv unul după altul. Condensatoarele inelare constau dintr-un număr de cilindrii coliniari, în special doi, dispuși concentric cu o anumită distanță între ei. Forțarea curgerii amestecului bifazic de fluid criogenic printre plăcile condensatoarelor se face cu ajutorul unui element de tip con dispus în cadrul corpului debitmetrului care face ca fluidul să se distribuie uniform între plăci. Refacerea profilului de curgere al fluidului, după ce acesta a trecut prin debitmetru, prin succesiunea de condensatoare, se face cu același tip de con dispus invers.

Principiul de funcționare al debitmetrului se bazează pe măsurarea diferențelor dintre constanta dielectrică specifică a fluidelor criogenice, în special hidrogen și azot, în starea lichida și în starea solidă. Prin măsurarea valorilor capacității condensatoarelor inelare la imersarea acestora în lichidul criogenic, lichid care în anumite condiții specifice de presiune și temperatură nu prezintă particule solide, se realizează calibrarea acestora. Având în vedere faptul că din motive de instalare sau de formă geometrică aceste condensatoare nu pot fi identice, calibrarea se realizează individual pentru fiecare condensator în parte. Aria secțiunii transversale de curgere pentru fiecare condensator în parte se determină din proiectul tehnic prin măsurare directă.

Pentru un condensator circular formula de calcul a capacității este

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r l}{\ln \frac{R}{r}}$$

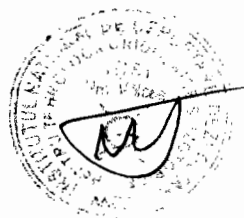
unde  $\epsilon_0$  este permitivitatea dielectrică a vidului,  $\epsilon_r$  este permitivitatea dielectrică relativă a mediului dintre armături, R raza interioară a armăturii exterioare și r raza exterioară a armăturii interioare.

Valorile de capacitate măsurate cu fiecare dintre cele două condensatoare sunt funcții de timp exprimate în unități de măsură a capacității. Prin calculul unei funcții de corelare încrucișată, între aceste două valori măsurate, se determină viteza de curgere a fluidului printre armăturile condensatoarelor. Fie  $X(t)$  și  $Y(t-\tau)$  semnalele de ieșire generate de primul și cel de-al doilea senzor capacitiv drept funcții de timp. Funcția de corelare încrucișată  $R(\tau)$  este definită ca fiind

$$R(\tau) = \int_0^t X(t)Y(t-\tau)dt$$

REJouit P. Lavet

Bluy



unde  $\tau$  este o variabilă. Prin modificarea parametrului  $\tau$  maximul funcției  $R(t)$  este atins atunci când  $\tau$  devine egal cu timpul real de tranzit al pulsului de densitate, altfel spus atunci când un vârf de densitate este detectat de primul și apoi de către al doilea senzor.

Prin urmare, având în vedere faptul că

$$Debitul M_{asic} = Densitatea \times V_{iteza de curgere} \times Aria \text{ sectiunii transversale de curgere}$$

avem la dispoziție toate elementele necesare determinării debitului.

Literatura de specialitate [1-4] prezintă o diversitate de metode de investigare a debitelor de lichide criogenice, în special hidrogen și azot, de la metode de măsurare generale [5,6] aplicabile tuturor fluidelor până la metode specifice fiecărui tip de fluid în parte [7]. Debitmetrele pentru măsurarea amestecurilor bifazice ale aceluiași fluid criogenic sunt foarte puțin descrise.

Prezenta invenție descrie un debitmetru pentru amestecuri bifazice de fluide criogenice, în special hidrogen și azot, bazat pe succesiunea unui număr de condensatoare cilindrice, conform cu Figura 1.

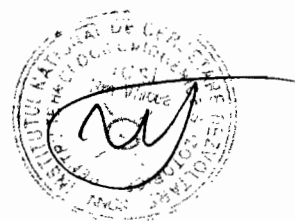
Un prim pas esențial în măsurarea debitului bifazic de fluid criogenic constă în dirijarea curgerii acestuia printre armăturile unui număr de condensatoare cilindrice, cu ajutorul unor elemente de constrângere de tip con ascuțit, astfel încât profilul de curgere să fie identic pentru toate, iar amestecul să fie uniform distribuit între armături. Refacerea curgerii se face prin introducerea unui alt element de tip con, dispus invers, la ieșire din zona de măsură a condensatoarelor.

În figura 2 sunt prezentate câteva rezultate experimentale privind măsurătorile efectuate cu niște condensatoare cilindrice la diferite temperaturi, imersate în hidrogen lichid, între punctul normal de fierbere (PNF) și punctul triplu (PT) al hidrogenului, condensatoarele având o capacitate de ordinul pF.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție o constituie măsurarea unui debit de amestecuri bifazice de fluide criogenice, în special hidrogen și azot, fără a necesita elemente de liniștire a turbulențelor curgerii și fără a exista pericolul acumulărilor de elemente solide, gheață, pe elementele constitutive ale senzorilor datorită conurilor instalate la capetele senzorului.

Reșea  
Reșea

plus



**BIBLIOGRAFIE**

- [1] Sindt C.F. et al., Slush hydrogen flow characteristics and solid fraction upgrading, Adv. Cryogenic Eng., 1970, 15:382-90
- [2] Ohira K., Study of nucleate boiling heat transfer to slush hydrogen and slush nitrogen, Heat Transfer-Asian Res. 2003-1, 32(1):13-28
- [3] Turney GE et al., Measurement of liquid and two-phase hydrogen densities with a capacitance density meter, NASA TN D-5015, 1969
- [4] Ohira K. Et al, Development of a high-accuracy capacitance-type densimeter for slush hydrogen, JSME Int J., Ser B 2000, 43(2):162-70
- [5] Weitzel DH et al., Instrumentation for storage and transfer of hydrogen slush Adv. Cryogenic Eng., 1971, 16:241-50
- [6] Spitzer, D. W., *Flow Measurement Practical Guide Series*, 2nd ed., ISA Press, Research Triangle Park, NC, 2001
- [7] [www.mccrometer.com](http://www.mccrometer.com). 3255WEST STETSON AVENUE • HEMET, CALIFORNIA 92545 USA
- [8] US Patent 4 835 456

TESmetz R. Savitzky  
Bluy



**REVEDICĂRI:**

1. **Metoda de măsurare a debitului de amestecuri bifazice solid-lichid de fluide criogenice, în special hidrogen și azot**, caracterizată prin aceea că include un număr de condensatoare cilindrice concentrice, minim două, dispuse într-o succesiune cu elemente izolatoare care constituie un element comun.

2. **Metoda de măsurare a debitului de amestecuri bifazice solid-lichid de fluide criogenice, în special hidrogen și azot**, caracterizată prin aceea că dispunerea condensatoarelor de măsurare s-a făcut într-un element comun, ce are la început, pentru forțarea curgerii și determinarea trecerii amestecului bifazic printre plăcile unui număr de condensatoare inelare, un element de tip con ascuțit.

TEJovetz R. Lovetz

Bluy



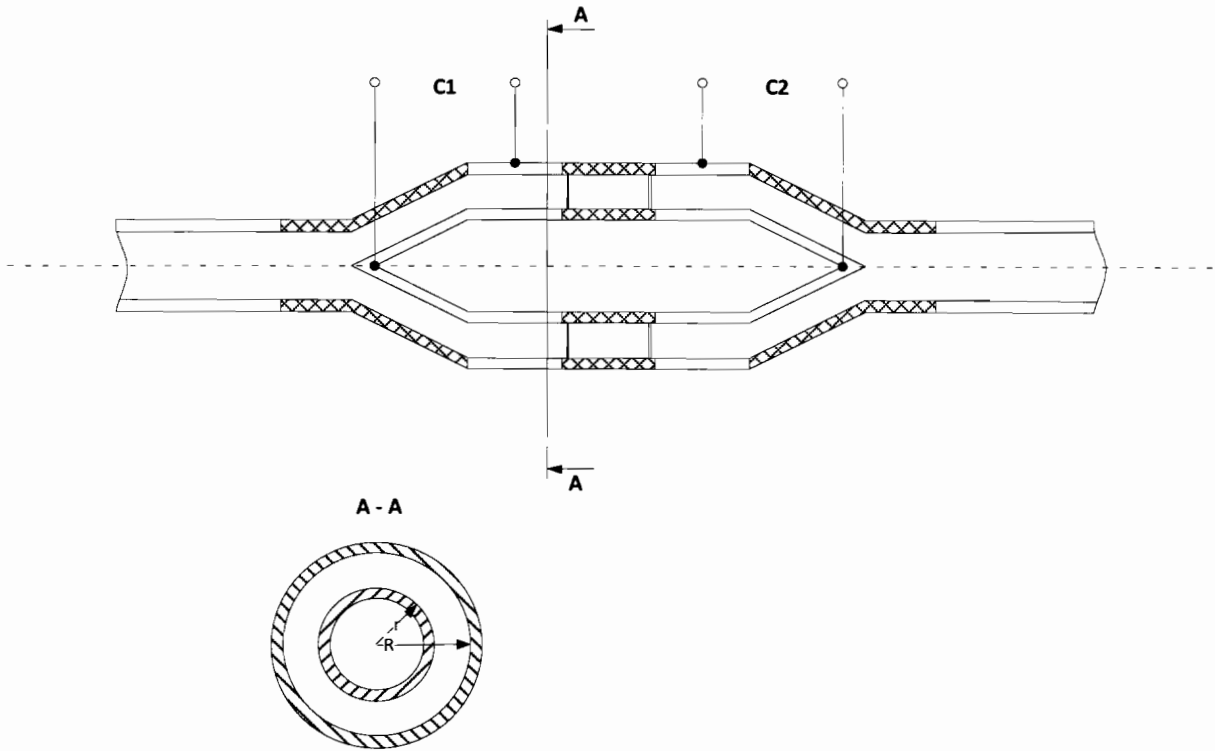
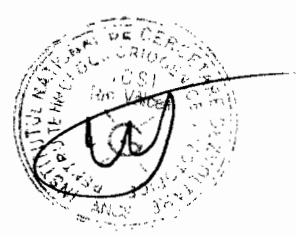


Figura 1. Configuratia debitmetrului pentru amestecuri bifazice de fluide criogenice

*8E Jantz* *R. Jantz* *Bly*



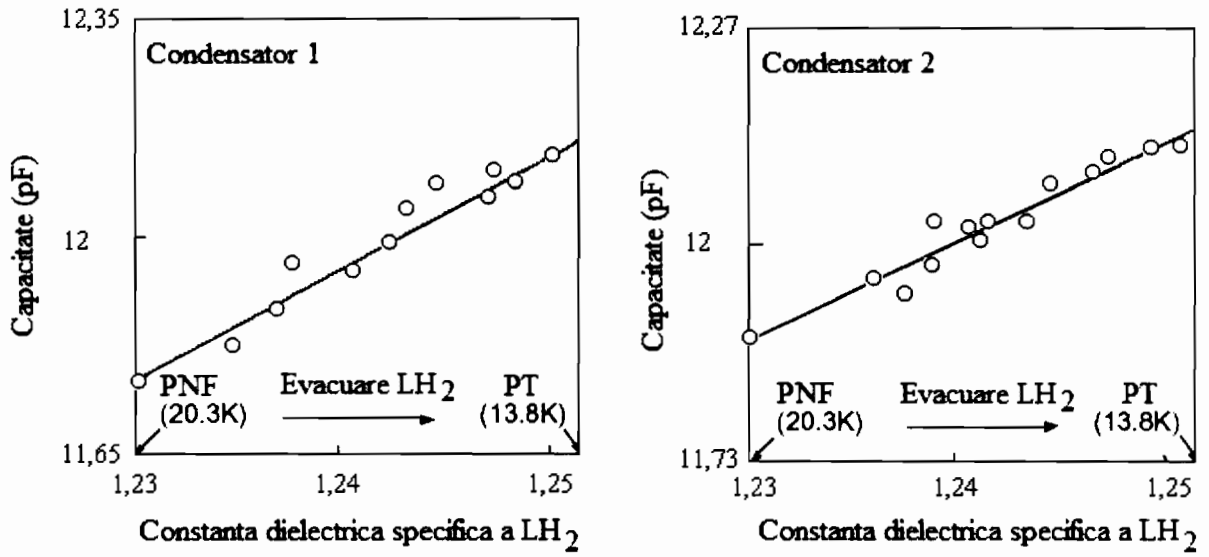


Figura 2. Valori ale condensatoarelor C1 si C2 din compunerea debitmetrului

TESaeth R. Bureth Buy

