



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01050**

(22) Data de depozit: **20.10.2011**

(41) Data publicării cererii:  
**30.04.2013** BOPI nr. /2013

(71) Solicitant:  
• CAZACU MIRCEA DIMITRIE,  
STR. CPT.AVIATOR NICOLAE DROSSU  
NR. 11, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• CAZACU MIRCEA DIMITRIE,  
STR. CPT.AVIATOR NICOLAE DROSSU  
NR. 11, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO

### (54) METODĂ ȘI INSTALAȚIE DE MODELARE COMPLEXĂ A CURGERII DIN CAMERA DE ASPIRAȚIE A UNEI CENTRALE NUCLEAR ELECTRICE

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la o instalație de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a unei centrale nucleare electrice, după mai multe criterii de similitudine. Metoda conform invenției constă în modelarea curgerii din camera de aspirație a unei centrale nucleare, după un număr mai mare de criterii de similitudine: Froude, Weber, Reynolds, rapiditatea pompelor  $n_p$ , criteriul cavității  $\sigma$ , cât și numărul lui Strouhal, pentru determinarea frecvenței apariției vârtejurilor cu sau fără antrenare de aer, determinându-se și scara cea mai avantajoasă de construire a modelului. Instalația conform invenției, pentru realizarea metodei, este constituită dintr-o cameră (1) de aspirație, rezemată pe niște picioare (2) și închisă ermetic cu un capac (3) prevăzut cu un robinet (4), pentru variația presiunii  $P_0$  pe suprafața ei liberă, și posedând un liniștitor (5) al curgerii apei, primită de la o pompă (6) antrenată cu diferite turații de un motor (7) electric de curent continuu, și trimițând apa printr-o conductă (8) de refulare, prevăzută cu o vană (9) pentru reglajul debitului măsurat cu un debitmetru (10), o conductă (11) de aspirație fiind prevăzută cu un sorb (12), iar

nivelul (Z) apei în camera de aspirație putând fi reglat printr-un robinet (13) de alimentare al camerei de aspirație, formarea unor vârtejuri (14) de suprafață cu antrenare de aer, sau a unor vârtejuri (15) periculoase, de fund, putându-se elimina prin montarea unor lamele (16).

Revendicări: 2  
Figuri: 2

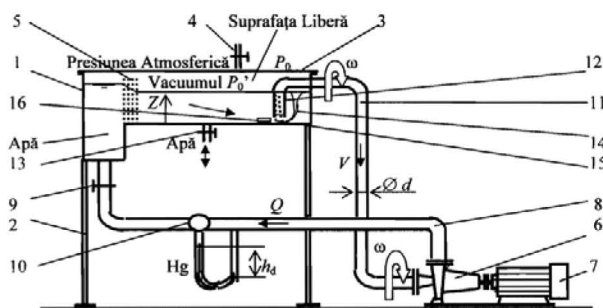


Fig. 1



OFICIUL  
a 204 clase  
20-10-2011

# 1. METODĂ ȘI INSTALAȚIE DE MODELARE COMPLEXĂ A CURGERII DIN CAMERA DE ASPIRAȚIE A UNEI CENTRALE NUCLEAR ELECTRICE

2. **Invenția** se referă la o **metodă** și o **instalație de modelare complexă** a curgerii din camera de aspirație a unei centrale nuclear electrice după mai multe criterii simultane, pentru a împiedeca dezamorsarea pompelor, care ar conduce la explozia reactorului nuclear.

Această cercetare am început-o în anul 1977 pentru centrala nucleară de la Cernavodă, fiind deosebit de importantă actualmente privind mărirea grupurilor ei de reactoare.

3. **Stadiul cunoscut al tehnicii cu dezavantajele lui.** În scopul proiectării stațiilor de pompare pentru centralele nucleare, 25 de ani înainte de cercetările noastre s-a folosit pentru curgerile gravitaționale **criteriul lui Froude**, dar care au dat pentru Modelul, mai mic decât Realitatea, construit la scara  $\lambda = H/H' = D/D' > 1$ , viteze mai mici, la care nu puteau să apară vârtejurile cu sau fără antrenare de aer

$$Fr = \frac{V^2}{gH} = Fr' = \frac{V'^2}{g'H'} \rightarrow \beta = \frac{V}{V'} = \lambda^{0.5} \geq 1 \text{ și } k = \frac{Q}{Q'} = \lambda^2 \beta = \lambda^{2.5}, \quad (1)$$

în care am notat cu  $\beta$  raportul vitezelor și cu  $k$  raportul debitelor.

**Dezavantajul** acestei metode a făcut ca pentru acest motiv, în ultima decadă a acelei perioade, cercetătorii, fără nici o justificare, să mărească vitezele pe Model până la aceeași valoare ca a vitezelor din Realitate, introducând așa numitul **criteriu al vitezelor egale**, pentru care am dat și o demonstrație considerând **criteriul lui Weber**, gândind că la suprafața liberă avem vârtejuri cu antrenare de aer ce implică o similitudine corespunzătoare

$$We = \frac{\tau}{\rho V^2} = We' = \frac{\tau'}{\rho' V'^2}, \rightarrow \beta = 1 = \lambda^0 \text{ și deci } k = \lambda^2, \quad (2)$$

unde  $\tau = \tau'$  este tensiunea superficială aer-apă.

4. **Problema tehnică** pe care o rezolvă invenția, constă dintr-o metodă și instalație pentru modelarea complexă a curgerii lichidului greu și vâcos din camera de aspirație a unei centrale nuclear electrice folosind simultan mai multe criterii de similitudine.

4.1. **Metoda de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a pompelor**, conform invenției, care înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că folosește simultan mai multe criterii de similitudine, în care scop utilizează pentru Model o cameră de aspirație închisă perfect etanș la partea ei superioară pentru a se putea exercita presiuni mai mari sau mai mici ca cea atmosferică, având la partea inferioară o pompă centrifugă antrenată la diferite turații de un motor electric de curent continuu și posedând o vană de reglare a debitului și un debitmetru pentru măsurarea lui (fig. 1).

4.2. **Instalația de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a pompelor**, conform invenției, care înlătură dezavantajele de mai sus, permițând utilizarea a mai multor criterii simultane de similitudine, prin aceea că reprezintă o construcție perfect etanș prevăzută cu o pompă antrenată de un motor electric de curent continuu cu diferite turații și o vană pentru reglarea debitului măsurat cu un debitmetru (fig. 1).

5. **Avantajele** aduse de aplicarea invenției sunt următoarele:

- pentruca accesul apei la sorburile de aspirație ale pompelor să fie cât mai direct posibil și deoarece desprinderea curgerii fluidului vâcos este dată de **numărul lui Reynolds**, am considerat de asemenea și acest criteriu de modelare, presupunând că pe Real și pe Model coeficientul cinematic de vâscozitate al apei este același

$$Re = \frac{VD}{\nu} = Re' = \frac{V'D'}{\nu'}, \rightarrow \beta = \frac{V}{V'} = \frac{\nu}{\nu'} \lambda^{-1} \approx \lambda^{-1} \text{ și } k = \lambda, \quad (3)$$

din care se vede că vitezele pe Model sunt mai mari decât cele din Realitate.

- o altă foarte importantă problemă a fost modelarea influenței funcționării pompei, în special la debite mai mici decât cel nominal, în care sens pompa imprimă prin rotirea apei din

conducta de aspirație, o mișcare și în interiorul camerei de aspirație. În acest scop am introdus modelarea pompei prin **criteriul ei de rapiditate**  $n_q$

$$n_q = \frac{n Q^{1/2}}{H^{3/4}} = n'_q = \frac{n' Q'^{1/2}}{H'^{3/4}}, \quad (4)$$

din care putem determina turația pompei de pe Modelul de laborator cu formula

$$n' = n \frac{k^{1/2}}{\lambda^{3/4}} = n \lambda^{1/4} \beta^{1/2}, \quad (5)$$

- totodată am determinat scara geometrică convenabilă în cazul similitudinii compuse Froude – rapiditatea pompei  $n_q$ , în care caz am arătat în tabelul nr. 1 presiunea  $P'_0$  necesară la suprafața liberă a apei din camera de aspirație, pentru a beneficia de asemenea de modelarea fenomenului cavitațional la pompă sau la apariția vârtejurilor puternic erozive, care se reazemă pe un perete lateral sau pe fundul camerei construită din beton armat, în scopul eliminării apariției acestui fenomen periculos în Realitate.

Tabelul nr.1

$n'$ [rot/min]	3.000	1.500	<b>1.000</b>	750	600	$n = 500$
$\lambda = \left(\frac{n'}{n}\right)^2$	36	9	<b>4</b>	2,25	1,44	1
$\frac{P'_0 - P'_v(T')}{P_0 - P_v(T)} = \frac{1}{\beta^2} = 1/\lambda = \sigma/\sigma'$	0,0277	0,111	<b>0,25</b>	0,444	0,6944	1
$P'_0$ (bari)	0,261	0,324	<b>0,43</b>	0,5778	0,7678	1

- din acest tabel se vede avantajul scării de lungimi  $\lambda = 4$ , corespunzând numărului standardizat de rotații 1.000 rot/min al modelului pompei, inclusiv subpresiunea ce trebuie asigurată la suprafața liberă a Modelului, care să asigure chiar similitudinea fenomenului cavitațional, pentru care va trebui de asemenea să îndeplinim și relația de egalitate a criteriilor cavitaționale

$$\sigma = \frac{P_0 - P_v(T)}{\rho v^2 / 2} = \sigma' = \frac{P'_0 - P'_v(T')}{\rho' v'^2 / 2}. \quad (6)$$

- în final, în cazul similitudinii Strouhal, privind frecvența de apariție în timp a vârtejurilor, vom avea relația din care putem deduce frecvența  $f$  de apariție a vârtejurilor în Realitate în funcție de  $f'$  măsurată pe Model

$$Sh = \frac{Df}{V} = Sh' = \frac{D'f'}{V'} \rightarrow f = f' \frac{D'V}{V'D}. \quad (7)$$

- cu această ocazie vom observa, că modelele la scară mai mare sunt prea costisitoare, iar cele la scară mai mică și mult mai mare introduc forțe de alte naturi, care modifică total dezvoltarea procesului hidrodinamic. Pe baza acestei metode de modelare se observă, că putem studia în mod complex similitudinea hidro-aerodinamică utilizând 6 criterii de asemănare, precum: Froude, Weber, Reynolds, rapiditatea pompei, criteriul cavitației și Strouhal, nu numai individual ci chiar simultan,

- în acest fel putem deci determina scara convenabilă tehnico-economică a Modelului, pentru a avea o bună asemănare a modelelor. În același timp putem determina frecvența de apariție a vârtejurilor în Realitate, deoarece eroziunea în timp a pereților camerei de aspirație a pompelor este o problemă foarte importantă și deci putem determina zonele care să fie acoperite cu plăci metalice și se poate determina pentru orice stație de pompare, lucrând în diferite situații de exploatare curbele ei caracteristice (fig. 2), care determină regiunea de cea mai bună funcționare.

*McCasany*

6. Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu figurile 1 și 2, reprezentând:

- figura 1 - Modelul de laborator al camerei de aspirație a pompei (cu observația că modelul Realității este secret), pentru studiul similitudinii hidrodinamice complexe,
- figura 2 – caracteristica camerei de aspirație a pompei testată în laborator, cu determinarea zonelor fără și cu apariție de vârtejuri, ca și a frecvenței vârtejurilor incipiente pe suprafața liberă, fără sau cu antrenare de aer, cât și a vârtejurilor mai periculoase de pe fundul camerei.

7. Descrierea propriu-zisă a invenției constă din cele două descrieri:

7.1. Descrierea metodei de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a pompelor, caracterizată prin aceea că realizează o modelare după mai multe criterii simultane de similitudine pentru o cât mai bună modelare a fenomenului complex al curgerii apă – aer și stabilirea optimă a scării de construire a Modelului.

7.2. Descrierea instalației de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a unei pompe, caracterizată prin aceea că este constituită dintr-o cameră de aspirație 1, rezemată pe niște picioare 2 și închisă ermetic cu un capac 3, prevăzut cu un robinet 4, pentru variația presiunii  $P_0$  pe suprafața ei liberă și posedând un liniștitor 5 al curgerii apei primită de la o pompă 6, antrenată cu diferite turații de un motor electric 7 de curent continuu și trimițând apa printr-o conductă de refulare 8, prevăzută cu o vană 9 pentru reglajul debitului măsurat cu debitmetrul 10, conducta de aspirație 11 fiind prevăzută cu un sorb 12. Nivelul Z al apei în camera de aspirație putând fi reglat prin robinetul 13 de alimentare al camerei de aspirație. Formarea vârtejurilor de suprafață 14 cu antrenare de aer, sau a celor periculoase de fund 15, a căror eliminare s-ar putea face prin montarea unor lamele 16.

## REVENDICĂRI

**Invenția** se referă la o **metodă** și o **instalație de modelare** a curgerii din camera de aspirație a pompelor unei centrale nucleare electrice după mai multe criterii de similitudine.

**1. Metoda de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a unei centrale nucleare electrice**, conform invenției, constă în modelarea curgerii din camera de aspirație a unei centrale nucleare după un număr mai mare de criterii de similitudine: Froude, Weber, Reynolds, rapiditatea pompelor  $n_q$ , criteriul cavității  $\sigma$ , cât și numărul lui Strouhal pentru determinarea frecvenței apariției vârtejurilor cu sau fără antrenare de aer, determinându-se și scara cea mai avantajoasă de construire a Modelului.

**2. Instalația de modelare complexă a curgerii din camera de aspirație a unei centrale nucleare electrice**, conform metodei din revendicarea 1, caracterizată prin aceea că este constituită dintr-o cameră de aspirație (1), rezemată pe niște picioare (2) și închisă ermetic cu un capac (3), prevăzut cu un robinet (4), pentru variația presiunii  $P_0$  pe suprafața ei liberă și posedând un liniștitor (5) al curgerii apei primită de la o pompă (6), antrenată cu diferite turații de un motor electric (7) de curent continuu și trimițând apa printr-o conductă de refulare (8), prevăzută cu o vană (9) pentru reglajul debitului măsurat cu debitmetrul (10), conducta de aspirație (11) fiind prevăzută cu un sorb (12), iar nivelul  $Z$  al apei în camera de aspirație putând fi reglat prin robinetul (13) de alimentare al camerei de aspirație. Formarea vârtejurilor de suprafață (14) cu antrenare de aer, sau a celor periculoase de fund (15), a căror eliminare s-ar putea face prin montarea unor lamele (16).





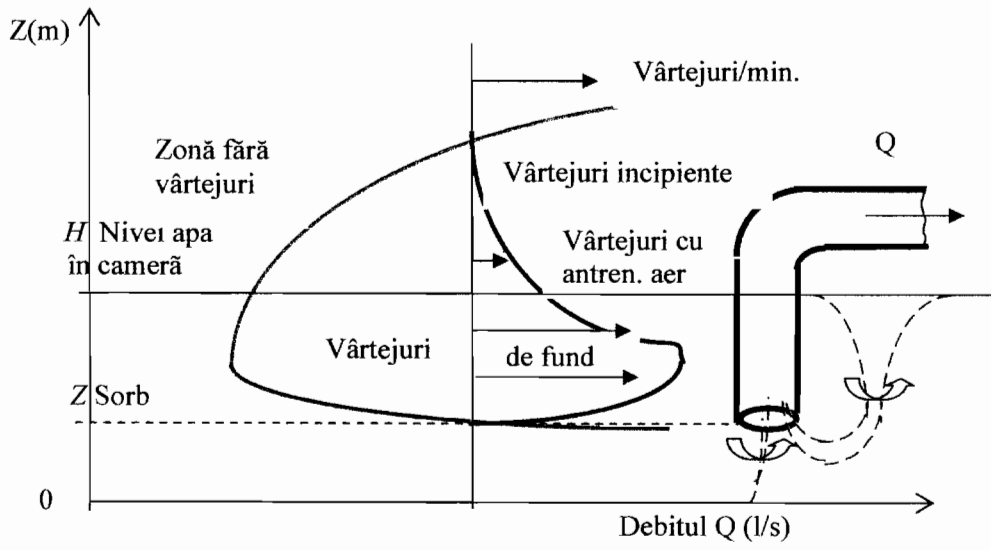


Figura 2

*Al. Caban*