



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00621**

(22) Data de depozit: **13/08/2014**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/04/2017** BOPI nr. **4/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**27/02/2015** BOPI nr. **2/2015**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,  
TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:  
• **SUSAN-RESIGA ROMEO- FLORIN,  
STR. TIMIȘ NR.18, BL. 32, SC. A, ET. 1,  
AP. 4, TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **TĂNASĂ CONSTANTIN, STR. SIRIUS  
NR. 1B, BL. 93, SC. D, AP. 6, ET. 2,  
TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **BOSIOC ALIN ILIE, STR. UMBREI NR. 3,  
TIMIȘOARA, TM, RO;**

• **CIOCAN TIBERIU, NR. 292,  
COMUNA SANDRA, TM, RO;**  
• **STUPARU ADRIAN- CIPRIAN,  
STR. SEMICERC NR. 17, AP. 1B,  
TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **MUNTEAN SEBASTIAN, BD. CETĂȚII  
NR. 46, SC. E, ET. 2, AP. 11, TIMIȘOARA,  
TM, RO**

(74) Mandatar:  
**CABINET DE PROPRIETATE  
INDUSTRIALĂ TUDOR ICLĂNZAN,  
PIAȚA VICTORIEI NR.5, SC.D, AP.2,  
TIMIȘOARA**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 4475334; JPH 11287176 (A)**

(54) **METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU CONTROLUL CURGERII  
CU ROTAȚIE DIN DIFUZORUL CONIC AL TURBINELOR  
HIDRAULICE**



# RO 130075 B1

1           Invenția se referă la o metodă și echipament de control al instabilităților curgerii unui  
jet de apă, cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice, care funcționează la debit  
3           parțial, sau departe de punctul de randament maxim.

5           Turbina hidraulică reprezintă un echipament simplu și sigur, cu randament ridicat și  
cu o durată de funcționare îndelungată. Astfel, în funcție de construcția turbinei și a rotorului,  
7           precum și de poziția acestuia față de curentul de apă, se disting două tipuri de turbine  
hidraulice: turbine hidraulice cu acțiune (exemplu: turbina Pelton) și turbine hidraulice cu  
9           reacțiune (exemplu: turbina Francis, Kaplan). Scopul turbinelor hidraulice este de a extrage  
energia de la fluid și de a o converti în energie mecanică, cu ajutorul rotorului.

11          Transmiterea energiei de la apă la rotor are loc prin interacțiunea dintre curentul de  
apă și suprafețele paletelor rotorice. Datorită acestei interacțiuni, apare o forță ce se exercită  
13          pe paletetele rotorului. Cuplul creat de această forță, în raport cu axa mașinii, pune în mișcare  
rotorul, realizându-se lucru mecanic, respectiv, putere la generatorul electric. Turbinele  
15          hidraulice trebuie să funcționeze într-un domeniu mult mai larg, departe de punctul de  
randament maxim, pentru a compensa fluctuațiile surselor de energie regenerabilă. Astfel,  
17          turbinele cu palete fixe, de tip Francis, care funcționează la debite parțiale, prezintă o valoare  
ridicată a rotației fluidului la intrarea în tubul de aspirație, datorită necorelării dintre curgerea  
cu rotație generată de aparatul director și impulsul unghiular extras de la rotorul turbinei.  
19          Atunci când această curgere cu rotație din tubul de aspirație se decelerează, aceasta devine  
instabilă, ducând la apariția vârtejului elicoidal (sau „vârtej funie”). „Vârtej funie” este  
21          principala cauză pentru apariția fluctuațiilor de presiune în tubul de aspirație la turbinele  
hidraulice care funcționează la sarcină parțială. Efectele funcționării turbinelor hidraulice la  
23          sarcină parțială (cu „vârtej funie”) sunt: ruperea bolțurilor de legătură a tubului de aspirație,  
smulgeri de ogive, ruperi de palete, distrugerea garniturilor de etanșare, uzura neuniformă  
25          a lagărelor. Nishi și alții au investigat curgerea cu rotație într-un difuzor conic. Se arată că  
fluctuațiile de presiune și frecvență corespunzătoare sunt constante la valori mari ale  
27          parametrului de cavitație, având o scădere monotonă odată cu dezvoltarea vârtejului  
cavitant. Mai mult, se arată că profilele de viteză circumferențiale, în con, pot fi reprezentate  
29          satisfăcător de un model care cuprinde o zonă „moartă” (quasi-stagnare) a curgerii, în jurul  
căreia are loc curgerea cu rotație. De asemenea, acest model este susținut și de  
31          măsurătorile de presiune, care rămân constante de-a lungul regiunii de quasi-stagnare.

33          Metodele pentru eliminarea fenomenului de “vârtej funie”, în turbinele hidraulice  
moderne Francis, vizează fie înlăturarea cauzelor instabilității curgerii jetului de apă, fie  
35          diminuarea efectelor acestuia. Astfel de tehnici pot fi active sau pasive. O trecere în revistă  
a soluțiilor tehnice pasive care se adresează instabilităților curgerii jetului de apă în  
37          difuzoarele conice ale turbinelor hidraulice a fost realizată de Thicke, fiind cunoscute  
următoarele soluții tehnice: admisia de aer, aripioare stabilizatoare, introducerea de cilindri  
39          concentrici în conul difuzorului conic, metoda J-groove, stator aval de rotor, introducerea de  
palete separatoare în cotul tubului de aspirație, introducerea de palete directe în cotul  
41          tubului de aspirație, introducerea de corpuri centrale alungite cu prinderea în vecinătatea  
butucului rotorului. Deși aceste tehnici au condus la îmbunătățiri semnificative în funcționarea  
43          turbinei, în ceea ce privește regimurile de lucru, departe de optimul de funcționare, aceste  
soluții nu pot fi eliminate atunci când nu mai este necesară prezența lor, introducând astfel  
45          pierderi hidraulice suplimentare nedorite, atunci când se operează în vecinătatea punctului  
optim. Admisia aerului, chiar dacă este eficientă în cazul funcționării la debit parțial, poate  
47          declanșa apariția rezonanței sistemului hidraulic. Metodele active de control al curgerii cu  
rotație utilizează, în general, fie injecție de aer, fie injecție de apă, folosind o sursă de  
energie externă, cum ar fi: injecție de aer la bordul de fugă al paletelor aparatului director,

# RO 130075 B1

injecție de aer printr-o cameră inelară ce înconjoară tubul de aspirație, introducerea în interiorul tubului de aspirație a unui colector de aer la perete, injecție mixtă de emulsie aer și apă prin capacul turbinei, injecție de apă la bordul de fugă al paletelor aparatului director, injecție cu jet de apă tangent la peretele conului tubului de aspirație, injecție cu jet de apă axial, cu viteză mare și debit mic, injecție cu jet de apă axial, cu viteză mică și debit mare.

Metodele prezentate mai sus arată, în mod clar, că o tehnică eficientă de control a curgerii cu rotație ar trebui să abordeze mai degrabă cauza principală a instabilității auto-induse, decât atenuarea efectelor „vârtejului funie” cu mișcare de precesie. Susan-Resiga și alții au introdus o metodă nouă pentru stabilizarea curgerii decelerate cu rotație din conul tubului de aspirație al turbinelor hidraulice operate la regimuri parțiale. Noua metodă utilizează injecția de apă prin coroana rotorului, de-a lungul axei turbinei, eliminându-se astfel fluctuațiile de presiune dăunătoare. Evaluarea numerică a acestei abordări a fost ulterior efectuată de Zhang și alții, care au confirmat eficacitatea acestei metode. Investigații experimentale suplimentare extinse au fost efectuate de către Bosioc și alții, care au arătat că un debit al jetului de 10% până la 12% din debitul nominal este necesar pentru a elimina complet „vârtejul funie”. Din punct de vedere practic, aceste investigații au ridicat o nouă problemă, în ceea ce privește aprovizionarea debitului necesar jetului de control. O abordare simplă este de a alimenta jetul de control cu apă din amonte de rotor, dar astfel ar apărea o creștere inacceptabilă a așa-numitelor pierderi volumetrice, datorită faptului că debitul din jet nu va fi utilizat la transformarea energetică. O abordare alternativă este de a alimenta jetul de control prin colectarea unei fracțiuni din debit din avalul difuzorului conic, prin instalarea unei camere spirală dublă, care conduce apa prin conducte de retur prin arborele turbinei și ogiva rotorului. Această metodă din urmă este costisitoare de implementat în centralele hidroelectrice, din punct de vedere constructiv.

Este cunoscut documentul **US 4475334**, din 09.10.1984, în care sunt descrise o metodă și o instalație utilizate pentru a controla funcționarea unei turbine hidraulice cu ajutorul unei supape de reglaj debit de fluid, amplasată în aval pe conducta de alimentare a turbinei hidraulice. În stare normală de funcționare a turbinei hidraulice, supapa de reglaj debit este total deschisă, iar paletetele de ghidare amplasate în interiorul carcasei se găsesc în poziția deschis la maximum. Pentru a proteja turbina hidraulică împotriva apariției situațiilor limită, există poziții minime, pentru închiderea paletelor de ghidare, și maxime, pentru deschiderea lor, care sunt acționate la valori presetate ale debitului de fluid ce trece prin supapa de reglaj debit.

Este cunoscut documentul **JPH 11287176 (A)**, din 19.10.1999, care dezvăluie o metodă și o instalație pentru prevenirea apariției unei creșteri de presiune a fluidului în zona de refulare a turbinei hidraulice. Cu ajutorul unui dispozitiv de control, în funcție de valorile măsurate de senzorul de presiune și de cel de temperatură, amplasați în zona de refulare a turbinei hidraulice, poziția paletelor de ghidare este modificată, astfel încât să nu apară fenomenul de tip „lovitură de ciocan”, care poate duce, în timp, la deteriorarea turbinei hidraulice.

Este cunoscută invenția **US 20140079532 A1**, în care se arată că, prin introducerea unui corp central (o coloană centrală) de-a lungul axei de rotație a arborelui mașinii hidraulice, având diametrul mai mic decât diametrul ogivei, acesta poate umple zona de quasi-stagnare și astfel se pot elimina pulsațiile de presiune datorate funcționării la debit parțial.

Invențiile de mai sus prezintă dezavantajul că, atunci când nu mai este necesară prezența lor (atunci când turbina funcționează la debitul optim), ele introduc pierderi hidraulice suplimentare și vibrații care pot conduce la rezonanța organelor mașinii hidraulice.

# RO 130075 B1

1 De asemenea, aceste soluții prezintă o construcție complicată, și sunt dificil de manevrat și  
de întreținut.

3 Problema tehnică pe care își propune să o rezolve prezenta invenție constă în  
eliminarea instabilității autoinduse a curgerii jetului de apă și eliminarea fluctuațiilor de  
5 presiune care apar la curgerea apei printr-o turbină hidraulică, care funcționează la debit  
parțial sau departe de punctul de randament maxim.

7 Controlul curgerii unui jet de apă, cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice,  
pentru eliminarea instabilității autoinduse a curgerii, eliminarea fluctuațiilor de presiune și a  
9 vibrațiilor, se realizează prin obturarea/deschiderea progresivă și controlată a secțiunii  
transversale de curgere a jetului de apă, cu ajutorul unei diafragme circulare, montată pe  
11 difuzorul conic al turbinelor hidraulice, și care este acționată, manual sau automat, de către  
un operator. Diafragma circulară păstrează în toate pozițiile de reglaj forma circulară a  
13 secțiunii transversale, cu centrul poziționat în axa principală a turbinei hidraulice.

15 Diafragma circulară se poate monta atât pe turbinele noi, cât și pe cele existente.  
Metoda elimină pulsațiile de presiune asociate „vârtejului funie”. Atunci când turbina  
funcționează la sarcină parțială și apar pulsațiile de presiune asociate „vârtejului funie”,  
17 închiderea diafragmei reduce sau elimină zona de quasi-stagnare și, corespunzător, elimină  
„vârtejul funie”. Deschiderea diafragmei circulare poate fi corelată automat cu regimul de  
19 funcționare al turbinei hidraulice.

21 Metoda se aplică prin utilizarea unui echipament plasat în difuzorul conic al turbinei,  
la partea inferioară, de ieșire, și este constituit sub forma unei diafragme, care permite  
acționarea manuală sau automată, cu ajutorul unui mecanism de automatizare, asupra unei  
23 manivele, care deplasează niște elemente obturatoare ale diafragmei circulare, astfel încât,  
prin poziționarea lor, se realizează reglarea secțiunii transversale de curgere a apei și  
25 menținerea formei sale circulare, cu centrul plasat în axa turbinei. Diafragma circulară are  
o construcție periferică conică corespunzătoare dimensiunilor și conicității din zona inferioară  
27 a difuzorului conic, care permite montarea ei precisă, atât pe turbinele noi construite, cât și  
pe cele existente.

29 Metoda aplicată și echipamentul folosit pentru controlul curgerii jetului de apă, cu  
rotație în difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform invenției, prezintă următoarele  
31 avantaje:

- 33 - diafragma circulară se montează ușor;
- montajul diafragmei circulare pe difuzorul conic al turbinei hidraulice reprezintă o  
construcție simplă și robustă;
- 35 - elimină pulsațiile de presiune asociate „vârtejului funie” la funcționarea în sarcină  
parțială, la un punct departe de randamentul maxim al turbinelor hidraulice;
- 37 - atunci când turbina funcționează la punctul optim, nu este necesară folosirea  
diafragmei; aceasta este deschisă la maximum, iar elementele obturatoare sunt retractate  
39 până la interiorul peretelui difuzorului conic (astfel, nu se produc alte efecte negative asupra  
curgerii jetului de apă prin difuzorul conic și nici asupra funcționării turbinei hidraulice);
- 41 - această soluție tehnică poate fi instalată în cadrul noilor construcții de centrale  
hidroelectrice, cât și în cazul centralelor hidroelectrice în curs de re tehnologizare.

43 Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig.  
1...4, care reprezintă:

- 45 - fig. 1, schița unei turbine hidraulice Francis, cu o diafragmă circulară, montată în  
interiorul difuzorului conic;
- 47 - fig. 2, schița unui difuzor conic, în interiorul căruia s-a montat diafragma circulară;

# RO 130075 B1

- fig. 3, schița unei diafragme circulare, având secțiunea transversală fixată la diferite trepte de reglaj, de la diametrul minim (cu elementele obturatoare apropiate de axa diafragmei), la diametrul maxim (cu elementele obturatoare fixate la perete);	1 3
- fig. 4, analiza numerică 3D a curgerii jetului de apă, fără diafragmă (stânga), și cu diafragmă (dreapta).	5
Metoda și echipamentul pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform invenției sunt utilitate la o instalație hidraulică conform fig. 1, compusă dintr-o conductă <b>2</b> , care preia apa dintr-un lac amonte <b>1</b> și o introduce într-o cameră spirală <b>3</b> a turbinei hidraulice. Apa trece printr-un stator <b>4</b> și un aparat director <b>5</b> , care ghidează apa spre un rotor <b>6</b> . Datorită puterii generate de rotorul <b>6</b> , un arbore <b>7</b> învârtă un generator <b>8</b> , care produce energie electrică. La ieșirea din rotorul <b>6</b> , apa trece printr-un difuzor conic <b>9</b> , al cărui rol este de a transforma energia cinetică a apei în energie potențială. Atunci când turbina hidraulică funcționează departe de punctul de randament maxim, apare „vârtejul funie” descris mai sus, cu fluctuațiile de presiune aferente, dăunătoare turbinei. Prin introducerea unei diafragme circulare <b>10</b> și reglarea ei manuală, cu ajutorul unei manivele <b>11</b> , prezentate în fig. 2, sau prin acționarea automată, cu ajutorul unui servomecanism aflat în componența unei automatizări, „vârtejul funie” și fluctuațiile de presiune aferente lui dispar. Mai departe, apa este evacuată într-un lac <b>12</b> , amplasat în aval. Reglarea secțiunii transversale a diafragmei circulare <b>10</b> , la diferite deschideri, se realizează prin deplasarea elementelor obturatoare <b>13</b> , prezentate în fig. 3, care asigură secțiuni transversale circulare, centrate în axa turbinei, similar cu modul de obturare realizat de diafragmele aparatelor foto. În fig. 4 este prezentată o analiză numerică 3D a curgerii nestaționare a jetului de apă, în difuzorul conic al unei turbine hidraulice Francis, care funcționează la sarcină parțială, fără diafragmă și, respectiv, cu diafragmă.	7 9 11 13 15 17 19 21 23
Se observă că, în cazul analizei cu diafragmă circulară, curgerea jetului de apă nu mai formează un „vârtej funie”, cu mișcare de precesie, fiind o curgere cu „vârtej tip lumânare”, care nu mai produce pulsații de presiune și vibrații puternice care dăunează turbinei hidraulice.	25 27

# RO 130075 B1

## Revendicări

1

3

1. Metodă pentru controlul curgerii jetului de apă, cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice, care constă în reglarea secțiunii transversale a curgerii, pentru eliminarea instabilității autoinduse a curgerii, eliminarea fluctuațiilor de presiune și a vibrațiilor, **caracterizată prin aceea că** se montează o diafragmă circulară (10) în zona inferioară a unui difuzor conic (9) al unei turbine hidraulice, după care, prin deplasarea unor elemente obturatoare (13), se realizează obturarea/deschiderea progresivă și controlată a secțiunii transversale, diafragma circulară (10) fiind acționată manual sau automat.

9

2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** acționarea manuală a diafragmei circulare (10), se face prin învârtirea unei manivele (11), care reglează poziția elementelor obturatoare (13), astfel încât secțiunea transversală rămâne de formă circulară, în toate pozițiile de reglaj, și are centrul poziționat în axa principală a turbinei hidraulice.

11

13

15

3. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** acționarea automată a diafragmei circulare (10), se face prin învârtirea unei manivele (11), cu ajutorul unui servomecanism programat în funcție de regimul de funcționare al turbinei hidraulice, care reglează poziția elementelor obturatoare (13), astfel încât curgerea jetului de apă se face cu „vârtej de tip lumânare”.

17

19

21

23

4. Echipament pentru controlul curgerii jetului de apă, cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice, **caracterizat prin aceea că** este prevăzut cu o diafragmă circulară (10) cu elemente obturatoare (13) și cu o manivelă (11) care, prin rotire, realizează mărirea sau micșorarea secțiunii transversale, menținând forma ei circulară, cu centrul poziționat în axa turbinei hidraulice, și o construcție periferică conică, care este montată în difuzorul conic (9), care corespunde dimensiunilor și conicității din zona inferioară a turbinei hidraulice.

(51) Int.Cl.

F03B 15/18 (2006.01);

F03B 11/02 (2006.01)

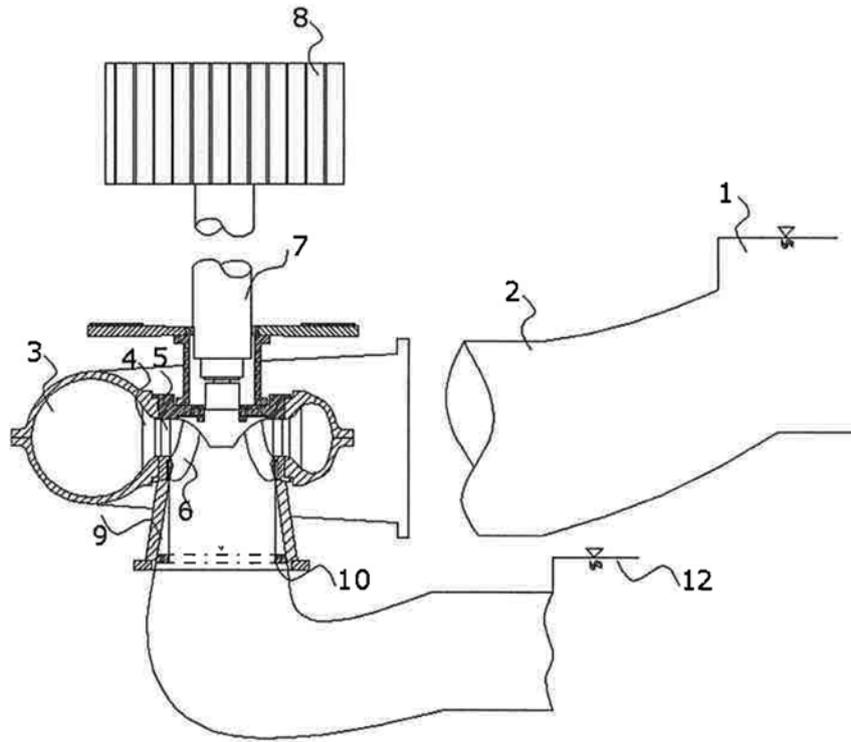


Fig. 1

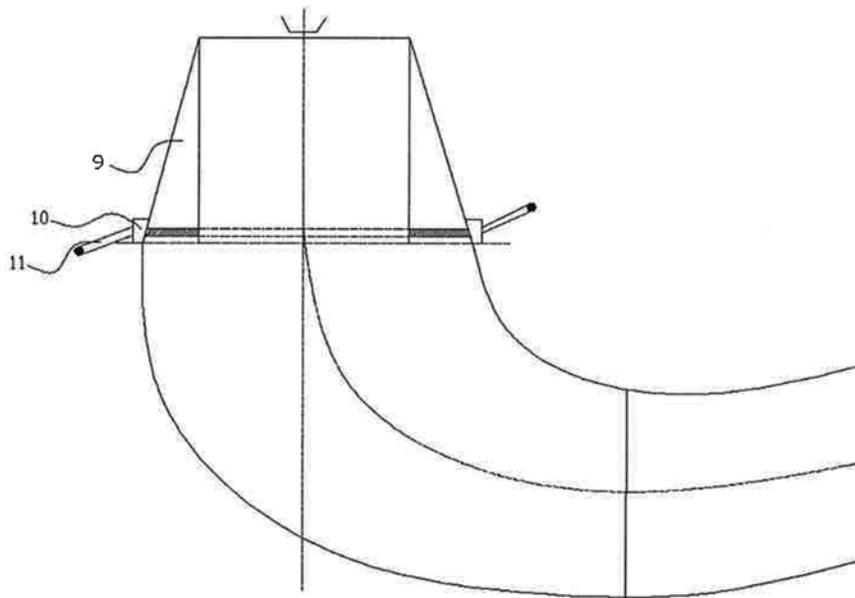


Fig. 2

(51) Int.Cl.

F03B 15/18 (2006.01);

F03B 11/02 (2006.01)

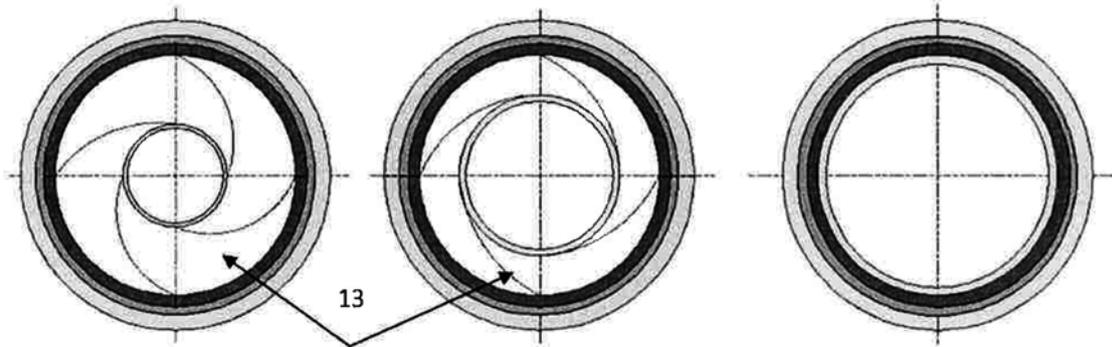


Fig. 3

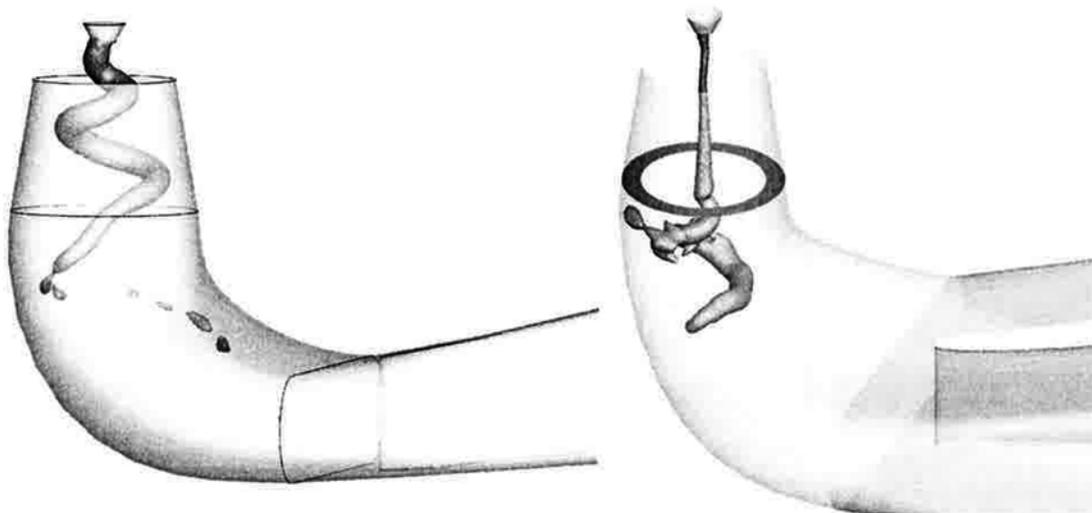


Fig. 4



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 197/2017