

(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

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

(22) Data de depozit: **13.08.2014**

(41) Data publicării cererii:
27.02.2015 BOPI nr. **2/2015**

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN
TIMIȘOARA, PIATA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• RESIGA-SUSAN 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;
• BOȘIOC 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,
PIATA VICTORIEI NR.5, SC.D, AP.2,
TIMIȘOARA

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice. Metoda conform invenției asigură eliminarea instabilității autoinduse a curgerii, eliminarea fluctuațiilor de presiune și a vibrațiilor prin realizarea unei strangulări progresive și controlate a secțiunii transversale de curgere a jetului de apă printr-un difuzor conic, de către un operator sau un mecanism de automatizare, strangularea controlată realizându-se în zona inferioară a difuzorului conic al turbinelor, realizarea secțiunii transversale reglabile făcându-se pe baza principiului de obturare-deschidere a unei diafragme de circulare, păstrând în toate pozițiile forma circulară a secțiunii transversale cu centrul în axa principală a turbinei. Echipamentul conform invenției, pentru realizarea metodei, este constituit dintr-o conductă (2) forțată care preia apa dintr-un lac (1) amonte și o conduce într-o cameră (3) spirală a turbinei, apa trecând printr-un stator (4) și un aparat (5) director care ghidează apa spre un rotor (6), iar datorită puterii generate de rotor (6), un arbore (7) învârtă un generator (8) care produce energie electrică, la ieșirea din rotor (6) apa trecând printr-un difuzor (9) conic, al cărui rol este de a transforma energia cinetică a apei în energie potențială, iar atunci când turbina funcționează la un punct departe de punctul de randament maxim, apare vârtejul funie cu fluctuațiile de presiune aferente, dăunătoare turbinei, dar prin introducerea unei diafragme (10) ajustabilă-retractabilă și ajustarea ei manuală, cu ajutorul unei

manete (11) sau prin acționare de la un servomecanism al unei automatizări, vârtejul funie dispăre, respectiv, fluctuațiile de presiune aferente lui, mai departe apa fiind evacuată într-un lac (12) aval, ajustarea diafragmei (10) la diferite deschideri realizându-se prin niște elemente (13) obturatoare de diafragmă.

Revendicări: 7
Figuri: 4

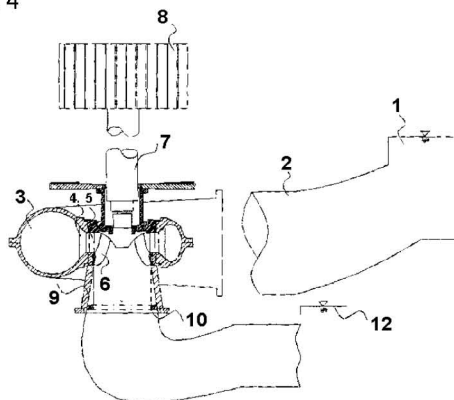


Fig. 1



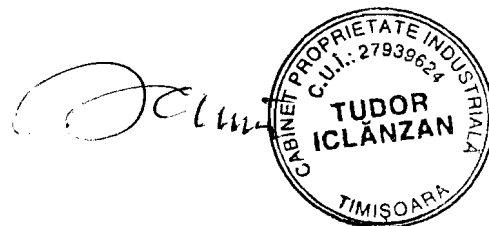
2014-00621
13.08.2014

14

METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU CONTROLUL CURGERII CU ROTAȚIE DIN DIFUZORUL CONIC AL TURBINELOR HIDRAULICE.

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

Turbina hidraulică prezintă un echipament simplu și sigur, cu randament ridicat, cu o durată de funcționare îndelungată. Astfel, în funcție de construcția turbinei și a rotorului, precum și de poziția acestuia față de curentul de apă, se disting două tipuri de turbine hidraulice: turbine hidraulice cu acțiune (ex: turbina Pelton) și turbine hidraulice cu reacțiune (ex: 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. 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 pe paletelile rotorului. Cuplul creat de această forță în raport cu axa mașinii pune în mișcare rotorul, realizându-se lucrul mecanic respectiv putere la generatorul electric, [1]. Turbinele 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, 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 [2]. Atunci când această curgere cu rotație din tubul de aspirație se decelerează, aceasta devine instabilă ducând la apariția vârtejului elicoidal (sau „vârtejul funie”). „Vârtejul funie” este principala cauză pentru apariția fluctuațiilor de presiune în tubul de aspirație la turbinele hidraulice care funcționează la sarcină parțială [3]. Efectele funcționării turbinelor hidraulice la sarcină parțială (cu „vârtej funie”) sunt: i) ruperea bolțurilor de legătură a tubului de aspirație [31], ii) smulgeri de ogive [32], iii) ruperi de palete [33], iv) distrugerea garniturilor de etanșare, v) uzura neuniformă a lagărelor. Nishi și alții [4,5] au investigat curgerea cu rotație într-un difuzor conic. Se arată că fluctuațiile de presiune și frecvență corespunzătoare sunt constante la valori mari ale 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 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 măsurătorile de presiune, care rămân constante de-a lungul regiunii de quasi-stagnare.



Metodele pentru eliminarea fenomenului de vârtej funie în turbinele hidraulice moderne Francis, vizează fie înlăturarea cauzelor instabilității curgerii, fie diminuarea efectelor acestuia. Astfel de tehnici pot fi active sau pasive, [6]. O trecere în revistă a soluțiilor tehnice pasive care se adresează instabilităților curgerii din difuzoarele conice ale turbinelor hidraulice a fost realizată de Thicke [7], fiind cunoscute următoarele soluții tehnice: i) admisia de aer [8, 9], ii) aripioare stabilizatoare [10], iii) introducerea de cilindri concentrici în conul difuzorului conic [11, 12], iv) metoda J-groove [13], v) stator aval de rotor [14], vi) introducerea de palete separatoare în cotul tubului de aspirație [15], vii) introducerea de palete directe în cotul tubului de aspirație [16], viii) introducerea de corpuri centrale alungite cu prinderea în vecinătatea butucului rotorului [34]. Deși aceste tehnici au condus la îmbunătățiri semnificative în funcționarea turbinei, în ceea ce privește regimurile departe de optimul de funcționare, aceste soluții nu pot fi eliminate atunci când nu mai este necesară prezența lor, introducând astfel 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 declanșa apariția rezonanței sistemului hidraulic. Metodele active de control a curgerii cu rotație utilizează, în general, fie injecție de aer sau injecție de apă, folosind o sursă de energie externă, cum ar fi: i) injecție de aer la bordul de fugă al paletelor aparatului director [7], ii) injecție de aer printr-o cameră inelară ce înconjoară tubul de aspirație [17], iii) introducerea în interiorul tubului de aspirație a unui colector de aer la perete [18], iv) injecție mixtă de emulsie aer și apă prin capacul turbinei [19], ii) injecție de apă la bordul de fugă al paletelor aparatului director [20] v) injecție cu jet de apă tangent la peretele conului tubului de aspirație [21], vi) injecție cu jet de apă axial cu viteză mare și debit mic [22, 23], vii) injecție cu jet de apă axial cu viteză mică și debit mare [24]. Metodele prezentate mai sus arată în mod clar că o tehnică eficientă de control a curgerii cu rotație ar trebui să abordeze cauza principală a instabilității auto-induse, mai degrabă, decât atenuarea efectelor vârtejului funie cu mișcare de precesie. Susan-Resiga și alții [23, 25] 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 [26], care au confirmat eficacitatea acestei metode. Investigații experimentale suplimentare extinse au fost efectuate de către Bosioc și alții [27], 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 apare 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, [28, 29, 30]. Această din urmă metodă este costisitoare de implementat în centralele hidroelectrice, din punct de vedere constructiv.

Este cunoscută invenția US20140079532 A1 în care se arată că prin introducerea unui corp central (o coloană centrală) de-a lungul axei de rotație a arborelui mașinii hidraulice și 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.

Este cunoscută invenția JP11153081-A A în care se arată că în interiorul conului tubului de aspirație la perete se atașează un corp închis realizat dintr-un material elastic în care se introduce aer pentru a elimina rezonanța ce poate apărea în urma funcționării la debit parțial a mașinii.

Este cunoscută invenția JP11280634-A în care se arată că prin introducerea unei aripioare în difuzorul conic de-alungul axei, pulsațiile de presiune ce apar la debit parțial se reduc.

Este cunoscută invenția US20070009352 A1 în care se arată că prin introducerea a diferite corpuri alungite la ieșire din ogiva rotorului al unei turbine sau pompe, se minimizează variațiile de presiune ce apar 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 pot introduce pierderi hidraulice suplimentare și vibrații care pot conduce la rezonanța organelor mașinii hidraulice. Deasemenea aceste soluții prezintă o construcție complicată, sunt dificil de manevrat și de întreținut.

Problema tehnică a invenției constă în realizarea unei metode și a unui echipament care să asigure controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice pentru eliminarea instabilității autoinduse de curgere, a fluctuațiilor de presiune și vibrațiilor.

Metoda și echipamentul pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform invenției înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că utilizează o metodă pentru eliminarea instabilității autoinduse a curgerii, eliminarea fluctuațiilor de presiune și a vibrațiilor prin realizarea unei ștrangulări progresive și controlate a secțiunii transversale de curgere a jetului de apă printr-un difuzor conic, de către un operator sau un mecanism de automatizare, ștrangularea controlată realizându-se în zona inferioară a difuzorului conic al turbinelor. Realizarea secțiunii transversale reglabile se face pe baza principiului de obturare-deschidere a unei diafragme circulare păstrând în toate pozițiile forma circulară a secțiunii transversale cu centrul în axa principală a turbinei. Diafragma se instalează 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”, închiderea diafragmei reduce sau elimină zona de quasi-stagnare și corespunzător elimină „vârtejul funie”. Deschiderea diafragmei poate fi corelată automat cu

regimul de funcționare. 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 prin acționarea unei manivele, de către un operator, sau a unui mecanism de automatizare, reglarea secțiunii transversale de curgere prin deplasarea unor elemente obturatoare de diafragmă și prin menținerea formei sale circulare cu centrul plasat în axa turbinei. Diafragma are o construcție periferică conică corespunzătoare dimensiunilor și conicității din zona inferioară a difuzorului conic care să permită montarea ei precisă și ajustată fie pe turbinele noi fie pe cele existente.

Metoda și echipamentul pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- i) prezintă o construcție simplă și robustă,
- ii) se montează ușor,
- iii) elimină pulsațiile de presiune asociate „vârtejului funie” la sarcină parțială,
- iv) atunci când turbina funcționează la punctul optim și nu e necesară folosirea diafragmei, acesta poate fi retractată până la peretele difuzorului conic (astfel nu se produc alte efecte negative asupra curgerii din difuzorul conic și nici asupra turbinei).
- v) această soluție tehnică poate fi instalată în cadrul noilor construcții de centrale hidroelectrice cât și în cazul centralelor în curs de re tehnologizare.

Se prezintă în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile care reprezintă:

Fig. 1 - Schița unei turbine hidraulice Francis cu diafragmă ajustabilă/retractabilă aplicată în interiorul difuzorului conic.

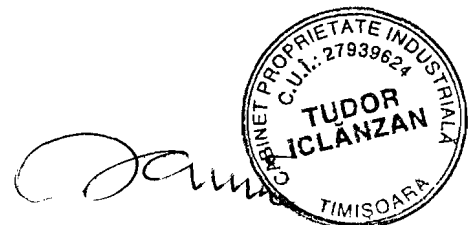
Fig. 2 - Schița unui difuzor conic în interiorul căruia s-a introdus diafragma ajustabilă/retractabilă.

Fig.3. - Schița unei diafragme ajustabilă/retractabilă la diferite ajustări, de la diametrul minim (spre axă) la diametrul maxim (la perete).

Fig.4.- Analiza numerică 3D a curgerii fără diafragmă (stânga) și cu diafragmă (dreapta).

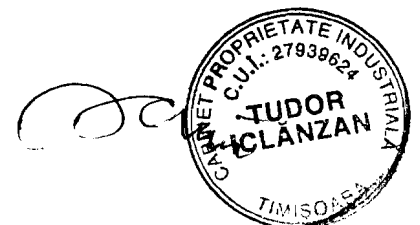
Metoda și echipamentul pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform invenției este realizată și constituită (Fig. 1) dintr-o conductă forțată 2 care preia apa dintr-un lac amonte 1 și o conduce într-o cameră spirală 3 a turbinei. Apa trece printr-un stator 4 și un aparat director 5, care ghidează apa spre un rotor 6. Datorită puterii generată de rotorul 6, un arbore 7 învârte un generator 8, care produce energie electrică. La ieșire din rotor 6 apa trece printr-un difuzor conic 9, al cărui rol este de a transforma energia cinetică a apei în energie potențială. Atunci când turbina funcționează la un punct departe de punctul de randament maxim apare „vârtejul funie” descris mai sus cu fluctuațiile de presiune aferente,

dăunătoare turbinei. Prin introducerea unei diafragme ajustabilă/retractabilă **10** și ajustarea ei manuală cu ajutorul unei manete **11** (Fig. 2) sau prin acționare de la un servomecanism al unei automatizări, „vârtejul funie” dispăre, respectiv fluctuațiile de presiune aferente lui. Mai departe apa este evacuată într-un lac aval **12**. Ajustarea diafragmei **10** la diferite deschideri se realizează prin elementele obturatoare de diafragmă **13** (Fig. 3), care asigură secțiuni transversale circulare centrate pe axa turbinei similar cu modul de obturare realizat în diafragmele aparatelor foto. În Fig. 4 se arată o analiză numerică 3D a curgerii nestaționare în difuzorul conic al unei turbine hidraulice Francis care funcționează la sarcină parțială, fără diafragmă ajustabilă/retractabilă și respectiv, cu diafragmă. Se observă, în cazul analizei cu diafragmă, curgerea nu mai este cu „vârtej funie” cu mișcare de precesie, fiind o curgere cu « vârtej tip lumânare », care nu mai produce pulsații de presiune și vibrații puternice, care să dăuneze turbinei.

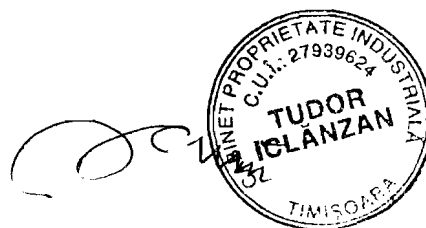


LISTA BIBLIOGRAFICĂ

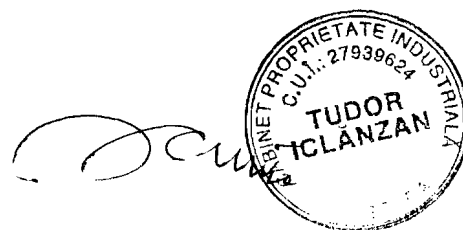
- [1] MUNTEAN, S. 2008. Analiza numerică a curgerii în turbinele hidraulice Francis. Timisoara: Ed. Orizonturi Universitare.
- [2] ESCUDIER, M. 1987. Confined vortices in flow machinery. *Ann. Rev. Fluid Mech.* **19**, pp.27-52.
- [3] ARPE, J. 2003. Analyse du champ parietale d'un diffuseur coude de turbine Francis. Ecole Polytechnique de Lausanne, Switzerland.
- [4] NISHI, M., Shigenori, M., Takashi, K. & Yosutashi, S. 1982. Flow regimes in a elbow draft tube. In: IAHR Symposium, Operating Problems of Pump Station and Power Plants.
- [5] NISHI, M., Matsunaga, S., Okamoto, M., Uno, M. & Nishitani, K. 1988. Measurements of three-dimensional periodic flow on a conical draft tube at surging condition. *Flows in Non-Rotating Turbomachinery Components*, FED. **69**, pp.81-88.
- [6] Kral, L. D., 2000, "Active Flow Control Technology", ASME FED, Technical Brief, pp. 1-28.
- [7] Thicke, R.H., 1981, "Practical Solutions for Draft Tube Instability", *Water Power & Dam Construction*, **33**(2), pp. 31-37.
- [8] Papillon, B., Sabourin, M., Couston, M., and Deschenes, C., 2002, "Methods for Air Admission in Hydro Turbines", *Proc. 21st IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems*, F. Avellan et al., eds., Lausanne, Switzerland, pp. 1-6.
- [9] Qian, Z-D., Yang, J.-D., and Huai, W.-X., 2007, "Numerical Simulation and Analysis of Pressure Pulsation in Francis Hydraulic Turbine with Air Admission", *J. Hydrodyn., Ser. B*, **19**(4), pp. 467-472, doi: 10.1016/S1001-6058(07)60141-3
- [10] Nishi, M., Wang, X. M., Yoshida, K., Takahashi, T., and Tsukamoto, T., 1996, "An Experimental Study on Fins, Their Role in Control of the Draft Tube Surging", *Proc. 18th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Cavitation*, E. Cabrera et al., eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, **2**, pp. 905-914.
- [11] Vevke, T., 2004, "An Experimental Investigation of Draft Tube Flow," Ph.D thesis, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.



- [12] Qian Z.D., Li W., Huai W.X., and Wu Y.L., 2012, “The effect of the runner cone design on pressure oscillation characteristics in a Francis hydraulic turbine”, Proc. IMechE, Part A: J. Power and Energy, **226**(1), pp. 137-150, doi: 10.1177/0957650911422865
- [13] Kurokawa, J., Imamura, H., and Choi Y.-D., 2010, “Effect of J-Groove on the Suppression of Swirl Flow in a Conical Diffuser”, J Fluids Eng – Trans ASME, **132**(7), 071101, pp. 1-8, doi: 10.1115/1.4001899.
- [14] Gokhman, A., 2005, „Hydraulic turbine and exit stay apparatus therefor”, Patent no. US6918744 B2, Applicant: Gokhman, A.
- [15] Angerer, C. K., Coulson, S. T., and Nichtawitz, A., 2004, „Partial splitter vane for reaction hydraulic turbine”, Patent no. EP 1200731 B1, Applicant: GENERAL ELECTRIC CANADA, Inc., VA TECH HYDRO GmbH & Co.
- [16] Kawano, M., 1996, „Elbow provided with guide vanes”, Patent no. US5531484 A, Applicant: Kawano, M.
- [17] Geffs, J. J., 1990, „Apparatus and method for reducing effects of draft tube pressure fluctuations”, Patent no. US4898512 A, Applicant: Geffs, J. J.
- [18] Désy, N., and Grenier, R., 2004, „Hydraulic turbine draft tube comprising a gas distribution manifold”, Patent no. EP1491765 A2, Applicant: General Electric Canada Inc.
- [19] Henri, P., 1962, „Method and means for quieting the hydraulic operation of turbines”, Patent no. US3047267 A, Applicant: Neyrpic Ets.
- [20] Lewis B.J., Cimbala J.M., and Wouden A.M., 2012, “Investigation of distributor vane jets to decrease the unsteady load on hydro turbine runner blades”, Proc. 26th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Beijing, China. Paper IAHRXXVI-121, pp. 1-8.
- [21] Kjeldsen, M., Olsen, K., Nielsen, T., and Dahlhaug, O., 2006, “Water Injection for the Mitigation of draft Tube Pressure Pulsations”, Proc. 1st IAHR International Meeting of Working Group on Cavitation and Dynamic Problems in Hydraulic Machinery and Systems, Barcelona, Spain. pp. 1-11.
- [22] Susan-Resiga, R., Muntean, S., Hasmatuchi, V., Anton, I. and Avellan F., 2010, “Analysis and Prevention of Vortex Breakdown in the Simplified Discharge Cone of a Francis Turbine”, J Fluids Eng – Trans ASME, **132**(5), 051102, pp. 1-15, doi: 10.1115/1.4001486.



- [23] Ciocan, G., Vu, T. C., Nennemann, B., Demers, E., and Susan-Resiga, R., 2011, "Liquid control jet during part load operation in a hydraulic turbine", Patent no. US20110188991 A1, Applicant: Andritz Technology And Asset Management GmbH.
- [24] Kirschner, O., Schmidt, H., Ruprecht, A., Mader, R., and Meusburger, P., 2010, "Experimental Investigation of Vortex Control with an Axial Jet in the Draft Tube of a Model Pump-Turbine", IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci., **12**, 012092, pp. 1-9, doi: 10.1088/1755-1315/12/1/012092.
- [25] Susan-Resiga, R., Vu, T.C., Muntean, S., Ciocan, G.D., and Nennemann, B., 2006, "Jet Control of the Draft Tube in Francis Turbines at Partial Discharge", Proc. 23rd IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Yokohama, Japan, Paper F192, pp. 1-14.
- [26] Zhang, R., Mao, F., Wu, J., Chen, S., Wu, Y., and Liu, S., 2009, "Characteristics and Control of the Draft-Tube Flow in Part-Load Francis Turbine", J Fluids Eng – Trans ASME, **131**(2), 021101, pp. 1-13, doi: 10.1115/1.3002318.
- [27] Bosioc, A.I., Susan-Resiga, R., Muntean, S., and Tănasă, C., 2012, "Unsteady Pressure Analysis of a Swirling Flow with Vortex Rope and Axial Water Injection in a Discharge Cone", J Fluids Eng – Trans ASME, **134**(8), 081104, pp. 1-11, doi:10.1115/1.4007074.
- [28] Susan-Resiga, R., and Muntean, S., 2008, "Decelerated Swirling Flow Control in the Discharge Cone of Francis Turbines", Proc. 4th International Symposium on Fluid Machinery and Fluid Mechanics, Beijing, China, pp. 89-96, doi: 10.1007/978-3-540-89749-1_12.
- [29] Kurosawa, S., and Nakagawa, N., 2013, Patent no. 2013072341 A.
- [30] Tănasă, C., Susan-Resiga, R., Muntean, S., and Bosioc, A., 2013, "Flow-Feedback Method for Mitigating the Vortex Rope in Decelerated Swirling Flows", J. Fluids Eng., **135**, 061304-1-061304-11.
- [31] Casanova F., 2009, "Failure analysis of the draft tube connecting bolts of a Francis-type hydroelectric power plant", Eng. Fail. Anal., **16**(7), pp. 2202-2208, doi: 10.1016/j.engfailanal.2009.03.003
- [32] Baya, A., Muntean, S., Câmpian, V., C., Cuzmoș, A., Diaconescu, M., and Bălan, G., 2010, "Experimental Investigations of the Unsteady Flow in a Francis Turbine Draft Tube Cone", IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci., **12**, 012007, pp. 1-10, doi: 10.1088/1755-1315/12/1/012007



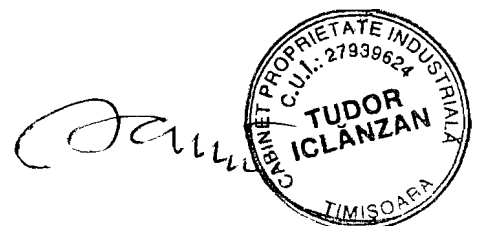
[33] Frunzăverde, D., Muntean, S., Mărginean, G., Campian, V., Marşavina, L., Terzi, R., and Şerban, V., 2010, "Failure Analysis of a Francis Turbine Runner", IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci., **12**, 012115, pp. 1-10, doi: 10.1088/1755-1315/12/1/012115.

[34] Peter Faile, P., and Scherer, T., 2007, "Method and device for reducing pressure fluctuations in an induction pipe of a water turbine or water pump or water-pump turbine", Patent no. US20070009352 A1, Applicant: Peter Faile, P., and Scherer, T.



REVENDICĂRI

1. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice pentru eliminarea instabilității autoinduse a curgerii, eliminarea fluctuațiilor de presiune și a vibrațiilor **caracterizată prin aceea că** realizează o strangulare progresivă și controlată a secțiunii transversale de curgere a jetului de apă printr-un difuzor conic (9), de către un operator sau un mecanism de automatizare, strangularea controlată realizându-se în zona inferioară a difuzorului conic (9) al turbinelor.
2. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform revendicării 1 **caracterizată prin aceea că** echipamentul de strangulare progresivă a jetului de apă din zona inferioară a difuzorului conic (9) realizează secțiuni transversale reglabile pe baza principiului de obturare-deschidere a unei diafragme circulare cu ajutorul unor obturatoare de diafragmă (13) păstrând în toate pozițiile forma circulară a secțiunii transversale cu centrul în axa principală a turbinei.
3. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor conform revendicării 1 **caracterizată prin aceea că** echipamentul de strangulare progresivă a jetului de apă din zona inferioară a difuzorului conic (9) poate fi instalat atât pe turbinele noi cât și pe cele existente.
4. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice pentru eliminarea instabilității autoinduse a curgerii, eliminarea fluctuațiilor de presiune și a vibrațiilor utilizează un echipament plasat în difuzorul conic (9) al turbinei la partea inferioară de ieșire **caracterizată prin aceea că** este constituit sub forma unei diafragme (10) care permite prin acționarea unei manivele (11) de către un operator sau un mecanism de automatizare, reglarea secțiunii transversale de curgere prin deplasarea unor elemente obturatoare de diafragmă (13).
5. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform revendicării 4 **caracterizată prin aceea că** diafragma (10) asigură prin elementele obturatoare (13) mărirea sau micșorarea secțiunii transvesale prin menținerea formei sale circulare cu centrul plasat în axa turbinei.
6. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform revendicării 4 **caracterizată prin aceea că** diafragma (10) are o construcție periferică conică corespunzătoare dimensiunilor și conicității din zona inferioară a difuzorului conic (9) care să permită montarea ei precisă și ajustată fie pe turbinele noi fie pe cele existente.



7. Metodă și echipament pentru controlul curgerii cu rotație din difuzorul conic al turbinelor hidraulice conform revendicării 4 **caracterizată prin aceea că** acționarea deschiderii și închiderii diafragmei (10) prin elementele obturatoare (13) se poate face fie manual de un operator fie de un mecanism de acționare programat în funcție de regimul de funcționare a turbinei.



f

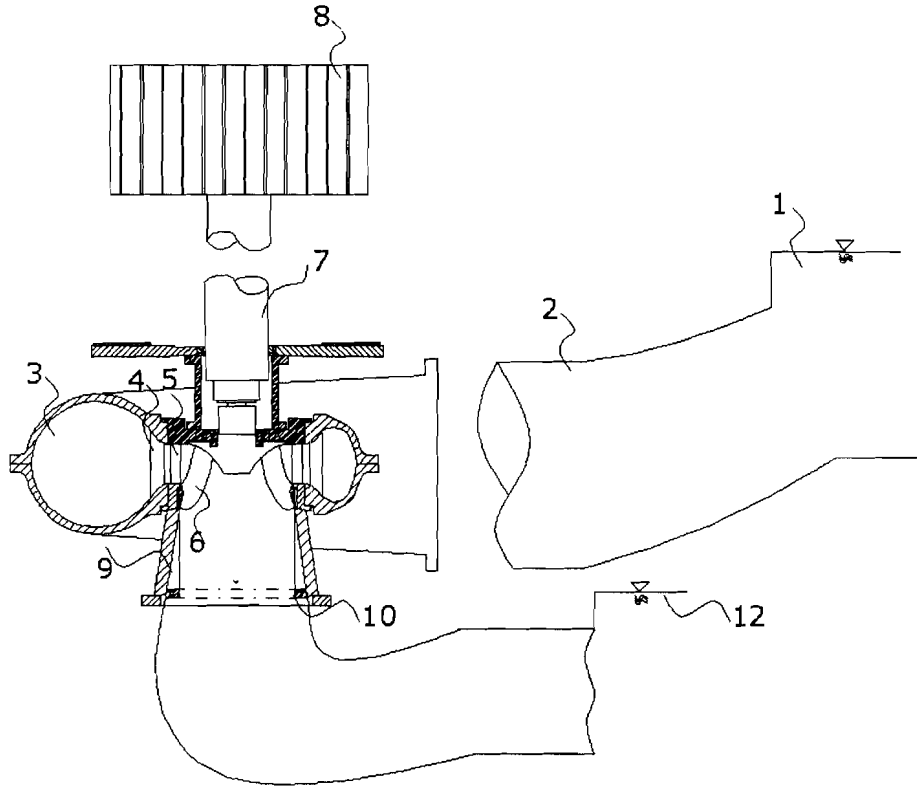


Fig.1.

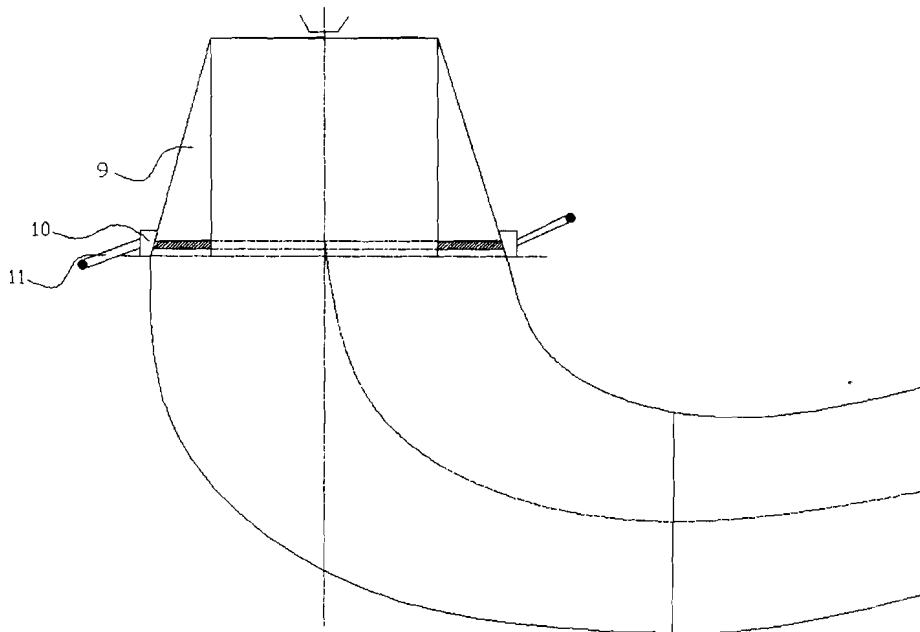


Fig.2.

Tudor Iclanzan

CABINETUL PROPRIETATE INDUSTRIALE
C.U.I.: 27939624
**TUDOR
ICLANZAN**
TIMISOARA

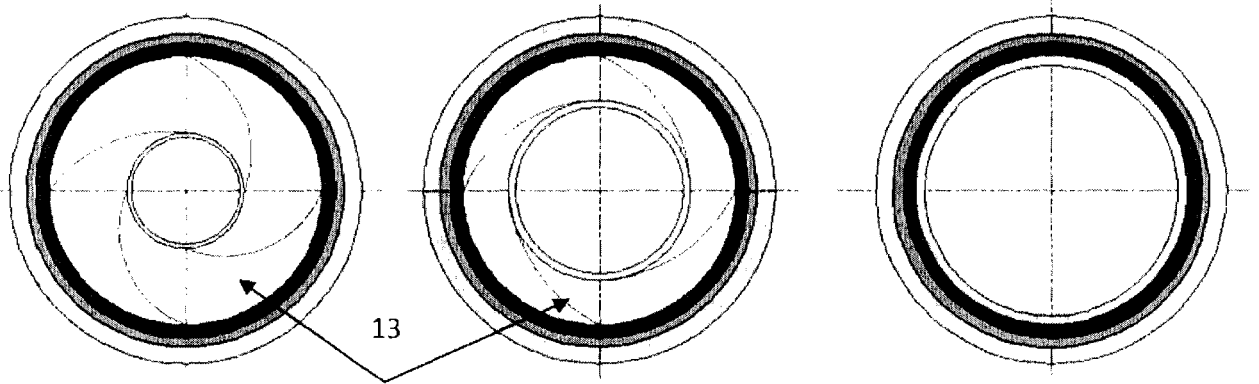


Fig.3.

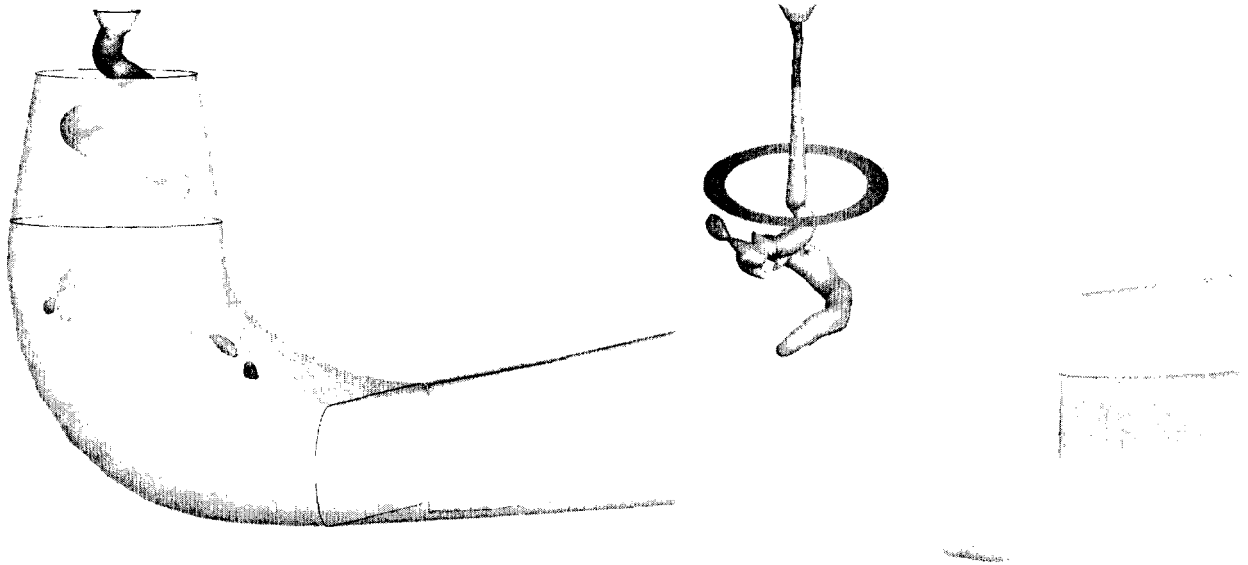


Fig.4.

