

ELABORAREA ȘI PROIECTAREA MICROHIDROCENTRALEI DE FLUX

BOSTAN I., BOSTAN V., CIOBANU O.

Universitatea Tehnică a Moldovei

Summary. An efficient conversion of kinetic energy of river water into mechanical or electrical energy without building barrages is provided by micro-hydropower stations. Increased efficiency is achieved by an optimum position of the blades with hydrodynamic profile. The formulation used to compute the hydrodynamic forces is an in viscid –boundary layer model. Micro-hydropower station provides kinetic energy conversion of river water into mechanical or electrical energy without building barrages. Increased efficiency is provided by blades aerodynamic profile and their optimum position for efficient conversion of water kinetic energy. Two industrial prototypes are fabricated. The efficiency of the micro-hydro power stations as conversion systems of renewable energy sources kinetic energy of flowing rivers depends mostly on profiles of the hydrofoils used in the rotor's construction for interaction with fluid. The main goal of this paper consists in the elaboration of the modified hydrofoils, and based on them of the turbines with increased conversion efficiency.

Expected results: Elaboration of the technical and technological documentations, manufacturing and testing of the hydrodynamic rotor for the micro-hydro power station.

Key word: power, rotor, micro-hydro-power, blade with hydro-dynamic NACA profile.

INTRODUCERE

Energia hidraulică este una dintre cele mai utilizate SRE, fiind și una dintre cele mai ieftine, de calitate și curate surse de energie. Ca sursă de energie regenerabilă, energia hidraulică poate fi obținută sub două forme:

- energie potențială (de cădere liberă a apei);
- energie cinetică (de curgere a curenților de apă).

Studiul din ultimii ani demonstrează că, datorită costurilor reduse, hidroenergetica la scară mare nu este o opțiune reușită pentru viitorul producției de energie în țările dezvoltate, din diferite considerente, cum ar fi cel al mediului, de exemplu. Construirea barajelor pe râuri a creat mari probleme sociale și de mediu. Formarea artificială a unor imense rezervoare de apă prin barajele marilor artere ale Terrei a condus la modificarea climei și a faunei în regiune, la crearea unor surse generatoare de gaze cu efect de seră. Mai multe studii recente asupra rezervoarelor mari de apă, create de barajele hidrocentralelor, au demonstrat că procesele de putrefacție a vegetației acvatice pot provoca eliminarea în atmosferă a unor cantități de gaze cu efect de seră, echivalente cu cele de la alte surse de energie electrică [1, 2, 3, 4, 5]. Un alt dezavantaj al barajelor hidroelectrice este inundarea unor terenuri agricole sau a unor păduri vaste [1].

O utilizare mai eficientă a energiei hidraulice, din punctul de vedere al impactului ecologic și social, este conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor, fără construcția barajelor. Principalele avantaje ale acestui tip de energie sunt: simplitatea relativă a sistemelor de conversiune, energia cinetică a apei este disponibilă 24 din 24 de ore; nu exercită poluare sonică asupra mediului și este prietenoasă mediului. Legile noi privind mediul afectat de pericolul încălzirii globale consideră obținerea energiei din stațiile hidraulice mici mult mai eficientă.

Un succes important în acest sens îl au țările din America Latină, care, în urma finalizării construcțiilor demarate și conform prognozelor, vor dubla producția anuală de energie [1]. Conform opiniei specialiștilor, 1 kW de putere instalată a MHC constituie 400-500 \$, cu eficacitatea de 40-50% și termenul de răscumpărare de 1-2 ani.

Astăzi, când prețurile la combustibilii fosili și cheltuielile pentru protejarea mediului ambiant cresc continuu, MHC [1] câștigă în competiția privind asigurarea cu energie mai ales a localităților și obiectivelor izolate.

Un interes aparte prezintă MHCF, care din punctul de vedere al costurilor sunt mai eficiente, fiindcă nu includ costuri esențiale legate de construcții civile.

ELABORAREA PROIECTAREA ȘI FABRICAREA MICROHIDROCENTRALELOR DE FLUX

Soluțiile tehnice adoptate la elaborarea microhidrocentralelor au rezultat din cercetările teoretice și experimentale prezentate în capitolele [1]. La elaborarea microhidrocentralelor s-a utilizat experiența acumulată la stadiul "cercetării - proiectării - fabricării" a stației pilot.

Eficiența exploatării microhidrocentralelor de către consumatorii individuali pentru anumită destinație depinde atât de alegerea corectă a configurației constructive a microhidrocentralei, cât și de caracteristicile funcționale ale agregatelor componente.

Pentru satisfacerea cerințelor consumatorilor de microhidrocentrale și sporirea eficienței conversiei potențialului cinetic al apei curgătoare în zona de exploatare a acestora, au fost elaborate concepte constructive și funcționale bazate pe principii de asamblare modulară, printre care:

1. MHCF cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului direct în energie mecanică - pentru pomparea apei (MHCF D4x1,5 M/PSS);
2. MHCF cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică (MHCF D4x1,5 E);
3. MHCF cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică (MHCF D4x1,5 ME/CH);
4. MHCF cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie mecanică la turații mici (MHCF D4x1,5 ME/PSS).

Pentru microhidrocentralele menționate au fost elaborate 2 tipuri de rotoare cu 3 și 5 pale. Puterea instalată a microhidrocentralelor cu diametrul $D = 4\text{ m}$, înălțimea palelor submersată în apă $h = 1,4\text{ m}$ și lungimea cordului palei $c = 1,3\text{ m}$ la viteza de curgere a apei $V = 1 - 2\text{ m/s}$ poate fi în limitele $P = 2 - 19\text{ kW}$.

Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului direct în energie mecanică (MHCF D4x1,5 M/PSS) este prezentată în figura 1. Palele 1 sunt asamblate cu rotorul hidrodinamic 2 prin intermediul lagărelor de rostogolire (de alunecare), pentru a asigura orientarea acestora sub un oarecare unghi de atac variabil α . Rotorul hidrodinamic 2 este montat pe arborele de intrare al multiplicatorului planetar 3 prin intermediul unui arbore intermediar, instalat pe rulmenți. Roțile de curea ale transmisiei 4 sunt montate (cea mare) pe arborele de ieșire al multiplicatorului planetar și cea mică - pe arborele de intrare a pompei centrifuge 5. Rotorul hidrodinamic 2 cu palele 1, multiplicatorul 3, pompa centrifugă 5 și ghidajele 6 sunt montate pe carcasa spațială 7, instalată pe pontoanele 8.

Apa curgătoare a râului cu potențialul energetic dependent de viteza de curgere acționează palele cu profil hidrodinamic 1, orientate continuu cu unghiul de atac α , rotindu-se în mișcarea lor relativă în raport cu rotorul prin

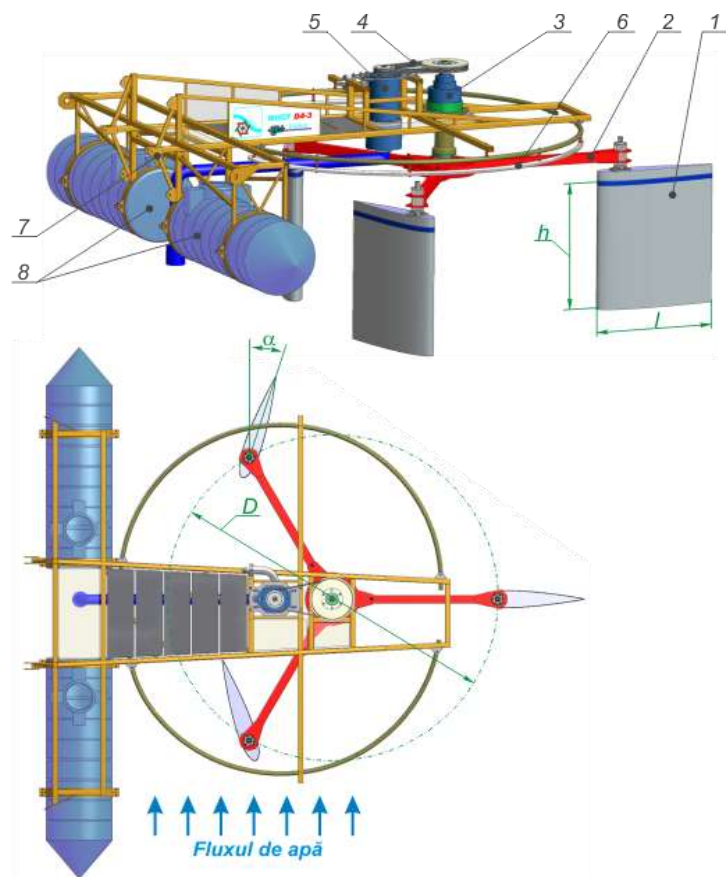


Fig. 1. Microhidrocentrală de flux cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a fluxului de apă în energie mecanică pentru pomparea apei (debitul $Q = 40\text{ m}^3/\text{h}$, înălțimea pomparei $H = 10 - 15\text{ m}$) (MHCF D4 - 1,5M/PSS).

intermediul lagărelor montate în corpul 5 (figura 2 (a)). Rotorul microhidrocentralei 2 include trei pale orientate cu unghiul de atac α , care este dependent de viteza de curgere a apei. În zonele de aflare a palelor 1, ineficiente din punct de vedere al conversiei energiei cinetice a apei, prin forțele hidrodinamice, palele 1 se re poziționează la un unghi de 90° față de curenții de apă sau sunt purtate liber de apă la unghiul $\alpha = 0^\circ$. Astfel, poziționarea respectivă a palelor permite majorarea cotei de energie cinetică a apei convertită în energie utilă. În rezultat curenții de apă transmit o parte din energia lor cinetică palelor 1, solicitându-le cu forțe hidrodinamice, astfel comunicând rotorului 2 mișcare de rotație cu viteza unghiulară ω_1 și momentul de torsiune T_1 .

Momentul de torsiune sumar T_1 dezvoltat de forțele hidrodinamice și aplicat la arborele rotorului cu 3 pale la vitezele de curgere a apei de $1,3 \text{ m/s}$, $1,6 \text{ m/s}$ și $1,8 \text{ m/s}$ este prezentat în figura 2 (b).

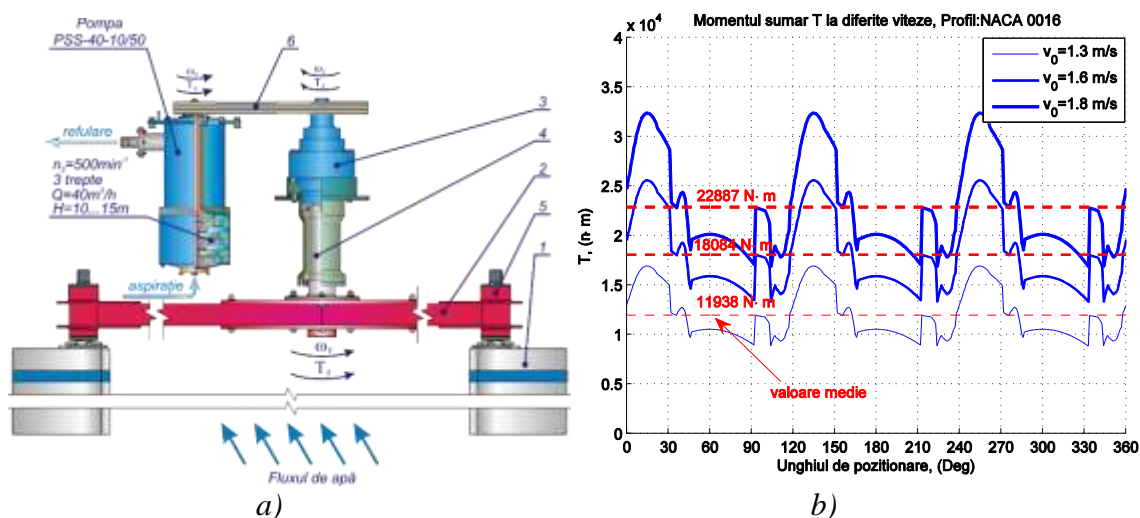


Fig. 2. Cinematica microhidrocentralei MHC D4x1,5M/PSS (a) și momentul de torsiune T la arborele rotorului hidrodinamic cu pale cu profil NACA 0016 (b).

În baza simulărilor numerice CFD a rotorului hidrodinamic cu pale cu lungimea cordului $c = 1300 \text{ mm}$ s-a constatat că la viteza $V = 1,2 - 1,3 \text{ m/s}$ turbulența curgerii curenților de apă provocată de pala în amonte influențează pala vecină din zona avală. Analizând rezultatele simulărilor CFD pentru viteza curenților de apă $V > 1,3 \text{ m/s}$ s-a elaborat profilul palei cu lungimea cordului $c = 800 \text{ mm}$. În premieră s-a propus construcția palelor hidrodinamice dotate cu ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului de a lungul cordului. Această soluție tehnică contribuie la diminuarea influenței negative asupra eficienței conversiei a separării stratului limită [1]. În figura 3 (a, b) este prezentată microhidrocentrala cu rotor basculant cu pale cu lungimea cordului $c = 800 \text{ mm}$ și înălțimea $h = 1600 \text{ mm}$ dotate cu ecrane care se deosebește de microhidrocentralele prezentate în figura 1 prin parametrii geometrici al palelor 1, prin construcția structurii de rezistență 2, care permite bascularea rotorului 3 în caz de necesitate pentru a evita înghețul palelor la temperaturi joase sau de mentenanță, prin dotarea ei cu al 3-lea ponton pentru sporirea stabilității flotante.

Principiul de funcționare al microhidrocentralei prezentată în figura 3 (a) este similar cu cel al microhidrocentralelor prezentate în figura 1.

Un rol deosebit de important pentru gospodăriile amplasate în preajma râurilor Nistru, Prut și Răut va aparține utilizării microhidrocentralelor pentru conversia energiei cinetice a apei de putere mică (până la 10 kW). Drept premisă avantajoasă pentru utilizarea microhidrocentralelor este faptul că o microhidrocentrală poate asigura consumatorul cu energie electrică sau mecanică 24 din 24 ore. Astfel randamentul utilizării unei microhidrocentrale este mult mai înalt. De asemenea este necesar de luat în considerare și densitatea energetică mai înaltă a apei curgătoare. În figura 3 (b) este prezentat conceptul unui sistem de irigare prin picurare alimentat cu energie mecanică produsă de o microhidrocentrală de flux elaborată de autori.

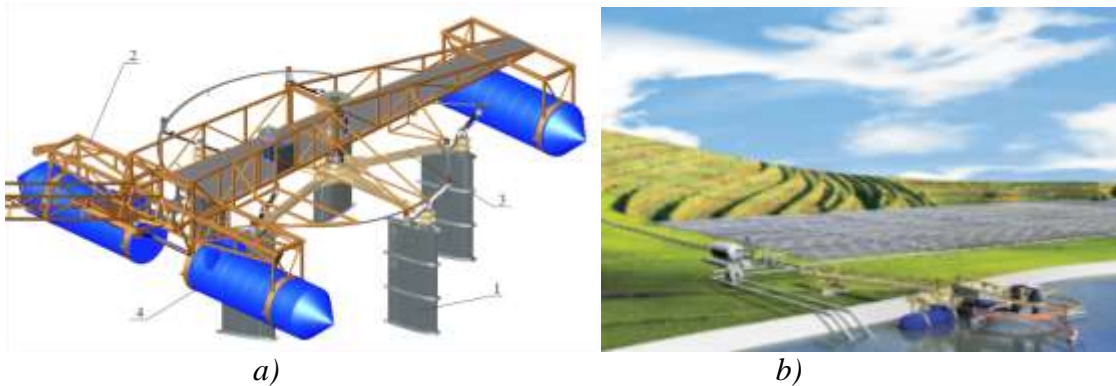


Fig. 3. Microhidrocentrala de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 5 pale cu lungimea cordului $c = 800 \text{ mm}$, înălțimea submersată $h = 1600 \text{ mm}$ și ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului (a) și utilizarea ei pentru alimentarea sistemelor de irigare prin picurare (b).

În baza documentației tehnice elaborate au fost fabricate prototipurile industriale ale microhidrocentralelor (figurile 4 - 5).



Fig. 4. Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a râului în energie mecanică utilizată pentru pomparea apei (debitul $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$, înălțimea pomparei $H = 10 - 15 \text{ m}$).

Prototipul industrial al microhidrocentralei fabricat (figura 6) este instalat pe poligonul de încercări de pe r. Prut în c. Stoieniști, Cantemir (figura 5). Actualmente microhidrocentrala este supusă unor testări complexe în condiții naturale pentru determinarea performanțelor reale ale microhidrocentralei funcție de diverși parametri geometrici și cinematici ai apei. După efectuarea testărilor naturale și efectuarea în baza lor a optimizării constructiv-funcționale a nodurilor ei va fi efectuată producerea în serie a microhidrocentralei pentru pomparea apei, folosind energia de curgerea apei râurilor. Microhidrocentrala (figura 5) a fost fabricată cu rotor hidrodinamic basculant cu 5 pale cu lungimea cordului $c = 800 \text{ mm}$ și dotate cu ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului de-a lungul cordului pentru diminuarea detașării fluidului în stratul limită. Microhidrocentralele sunt protejate cu

brevetele de invenție: Microhidrocentrala de flux a fost instalată pe râul Prut (com. Stoienești, Cantemir, 2013).



Fig. 5. Vederea generală a microhidrocentralei de flux cu rotor hidrodinamic basculant cu 5 pale cu lungimea cordului $c = 800 \text{ mm}$ și ecrane pentru direcționarea curgerii fluidului.



Fig. 6. Prototipul industrial al microhidrocentralei cu pale hidrodinamice cu lungimea cordului $c = 1300 \text{ mm}$, instalată pe poligonul de încercări de pe râul Prut.

CONCLUZII

A fost elaborată baza de date pentru proiectare și fabricare a paletelor hidrodinamice utilizate la elaborarea MHCF, cu recomandări și soluții tehnice pentru sporirea eficienței conversiei, iar în baza rezultatelor cercetărilor științifice efectuate, au fost proiectate mediile de proiectare Autodesk MotionInventor, SolidWorks și fabricate 3 tipodimensiuni de MHCF concepute modular cu diferite domenii de aplicare.

BIBLIOGRAFIE

1. Ciobanu O. Contribuții privind cercetarea organului de lucru al microhidrocentralelor de flux. Teză de dr. în tehnică. Chișinău, 2014. 260 p.
2. Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile. Universitatea Tehnică a Moldovei- Chișinău: Ed. „Tehnica-Info” SRL, (Tipografia Bons Offices). 2007, 592 p. ISBN 978-9975-63-076-4.
3. Anton I., Tămaș M. Turbine hidraulice și turbotransmisii. Vol.1. Universitatea Tehnică Timișoara, 1992. 235 p.

4. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciupercă R. Antologia invențiilor. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: fundamentări teoretice, concepte constructive, aspecte tehnologice, descrieri de invenții. Chișinău: Bons Offices, 2009. 458 p. ISBN 978-9975-80-283-3.

CZU 621.315.59

STOCAREA ELECTROCHIMICĂ A ENERGIEI ELECTRICE

MOGOREANU N.

Universitatea Tehnică a Moldovei

Summary: Storage of electricity is one of the most spectacular and sensitive areas that stimulate the development of equipment and conversion technologies, storage being an exclusive condition for competitive and efficient use of energy sources, especially renewable ones.

The inclusion of hydrogen in the top global energy resources is discussed for a hundred years and so far has not been found any solution which would prove a positive energy balance.

Hydrogen power units can be built in the immediate vicinity of the center of the consumer zones or in the territory of enterprises.

In this paper an attempt is made to assess the possibility of introducing hydrogen into the energy balance as intermediary element, which would enhance the efficiency of power system operation and not as a source of energy.

Key words: hydrogen, storage, power system

INTRODUCERE

Stocarea energiei devine unul dintre cele mai spectaculoase și sensibile domenii care stimulează dezvoltarea echipamentelor și tehnologiilor de conversie și stocare fiind o condiție exclusivă pentru utilizarea competitivă și eficientă a surselor regenerabile de energie.

Această dorință se explică prin discrepanța evidentă dintre momentul și locul producerii energiei și momentul și locul consumării acesteia. Totodată știința și practica cu mai mulți ani în urmă au demonstrat că posibilitățile de stocare a energiei electrice sunt destul de limitate și costisitoare.

Pachetul de problemele și schimbările globale din sectoarele energeticii tradiționale, provocările ecologice, necesitatea implicării în bilanțul energetic mondial al surselor regenerabile au readus stocarea energiilor pe ordinea de zi energetică.

Pornind de la cele expuse problema depozitării energiei, apărute odată cu utilizarea la scară industrială a surselor regenerabile la momentul actual a devenit mult mai actuală și mai importantă și cu mai multe posibilități de a fi realizată în practică.

Sectorul electroenergetic și poziția hidrogenului

Problema includerii hidrogenului în topul resurselor energetice pe plan mondial se discută de vre-o sută de ani și până-n prezent nu s-a găsit vre-o soluție care ar demonstra un bilanț energetic pozitiv dintr-un singur motiv:

Hidrogenul nu este o resursă, nu există în natură în stare liberă. El trebuie produs. Costul producerii hidrogenului depășește costul energiei produse.

La etapa actuală prezența hidrogenului în lanțul ”**energia electrică – hidrogenul – energia electrică**” se motivează prin următoarele scopuri: