

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

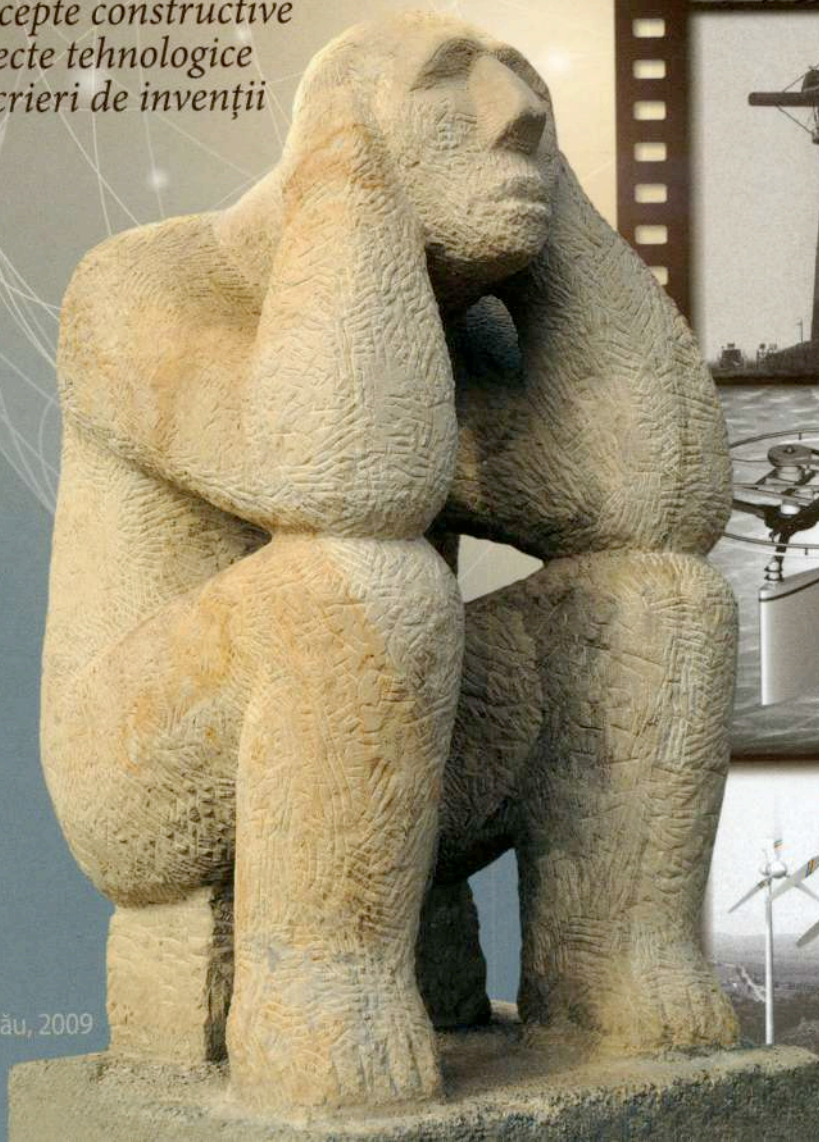
# ANTOLOGIA INVENȚIILOR

Acad. I. Bostan, Dr. hab. V. Dulgheru,  
Dr. V. Bostan, Ing. R. Ciupercă

**Volumul 3**

## SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIILOR REGENERABILE

- *Fundamentări teoretice*
- *Concepte constructive*
- *Aspecte tehnologice*
- *Descrieri de invenții*



Chișinău, 2009

Misiunea prezentului manual este de a-l face pe cititor să conștientizeze amploarea problemelor vitale, cu care se va confrunta civilizația umană în cazul crizei energetice, provocată de epuizarea resurselor tradiționale de energie.

Prezentând o antologie a propriilor invenții autorii manualului își propun să informeze cititorul cu posibilele căi de minimizare a impactului negativ al iminentei crize energetice asupra dezvoltării durabile a societății umane prin extinderea utilizării energiilor regenerabile: solară, hidroelectrică, eoliană și a valurilor mării.

Manualul înserează fundamentări teoretice și concepte constructive ale sistemelor de conversie a energiei solare, eoliene și hidroelectrice, aspecte tehnologice și soluții tehnice moderne realizate de autori în diverse sisteme de conversie a energiilor regenerabile.

Scris într-un stil accesibil, cu accent pe mișcarea ideilor, cu exemplificări, bazate pe elaborările autorilor, manualul își propune să îndemne cititorii în procesul creativ de soluționare a problemelor energetice și ecologice, cu care deja se confruntă societatea modernă.

Manualul se adresează studenților, masteranzilor și doctoranzilor din învățământul tehnic superior, inginerilor proiectanți de sisteme de conversie a energiilor regenerabile inclusiv utilizatorilor acestora. Manualul va fi util tuturor celor interesați de viitorul Planetei sub aspectele energetic și ecologic.

**Redactor:** Parascovia Onofrei

**Paginare computerizată:** Valeriu Dulgheru, Viorica Tofan

**Design și machetă:** Mihai Sava, Andrei Ichim

**Coperta:** Vladislav Gonciar

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Antologia invențiilor. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: fundamentări teoretice, concepte constructive, aspecte tehnologice, descrieri de invenții / I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan [et a.]; Univ. Tehn. a Moldovei. – Ch. : “Bons Offices” SRL, 2009.

ISBN 978-9975-80-283-3.

Vol. 3. – 2009. – 458 p. – 250 ex. – Bibliogr. la sfârșitul temelor. – ISBN 978-9975-80-284-0.

# CUPRINS

<b>1. GENERALITĂȚI</b> .....	7
<b>2. SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI CINETICE A APEI</b> .....	11
<b>2.1. Din istoria invențiilor sistemelor de conversie a energiei hidraulice</b> .....	11
<b>2.2. Contribuțiile autorilor în fundamentarea teoretică a sistemelor de conversie a energiei cinetice a fluxului de apă</b> .....	17
2.2.1. Argumentarea eficienței rotorului hidrodinamic .....	17
2.2.2. Scheme conceptuale de microhidrocentrale.....	19
2.2.2.1. <i>Microhidrocentrale cu ax vertical și pale drepte sau curbilunii</i> .....	19
2.2.2.2. <i>Microhidrocentrale cu ax vertical cu pale cu profil hidrodinamic</i> .....	21
2.2.3. Cercetarea factorilor de influență asupra eficienței conversiei energiei cinetice și elaborarea rotorului hidrodinamic .....	27
2.2.3.1. <i>Fundamentarea teoretică a alegerii profilului hidrodinamic al palei în secțiune normală</i> .....	27
2.2.3.2. <i>Determinarea coeficienților hidrodinamici <math>C_M</math> și <math>C_L</math>. Mișcarea potențială plană</i> .....	30
2.2.3.3. <i>Determinarea coeficientului hidrodinamic <math>C_D</math>. Stratul limită laminar și turbulent</i> .....	43
2.2.3.4. <i>Alegerea profilului hidrodinamic optim al palelor</i> .....	52
2.2.3.5. <i>Momentul de torsiune și forțele aplicate asupra rotorului hidrodinamic multipal</i> .....	54
2.2.3.6. <i>Optimizarea profilului hidrodinamic NACA 0016</i> .....	61
2.2.3.7. <i>Stabilitatea flotantă a microhidrocentralei</i> .....	63
2.2.3.8. <i>Turbulența și stabilitatea rotorului hidrodinamic</i> .....	67
2.2.3.9. <i>Estimarea potențialului energetic convertit la arborele rotorului hidrodinamic multipal</i> .....	69
2.2.4. Cercetarea interacțiunii palei hidrodinamice cu fluxul de apă .....	72
2.2.4.1. <i>Modelarea numerică a interacțiunii dintre curentul de apă și pala hidrodinamică cu înveliș metalic: cavă și injectată cu material expandant</i> .....	72
2.2.4.2. <i>Modelarea numerică a interacțiunii dintre curentul de apă și pala hidrodinamică cu înveliș din material compozit: cavă și injectată cu material expandant</i> .....	88
2.2.5. Elaborarea tehnologiei de fabricare a palelor cu profil hidrodinamic din materiale compozite .....	94
2.2.6. Cercetarea și elaborarea rotorului cu pale hidrodinamice .....	99
2.2.6.1. <i>Modelarea CFD a interacțiunii rotorului hidrodinamic cu fluxul de apă</i> ....	99
2.2.6.2. <i>Elaborarea și fabricarea rotoarelor cu 3 și 5 pale hidrodinamice</i> .....	101

2.2.7.	Elaborarea, proiectarea și fabricarea pompei centrifuge de turație joasă.....	104
2.2.8.	Elaborarea, proiectarea și fabricarea microhidrocentralelor flotante pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică....	109
2.2.8.1.	<i>Aspecte generale</i> .....	109
2.2.8.2.	<i>Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului direct în energie mecanică (MHCF D4x1,5 M)</i> .....	110
2.2.8.3.	<i>Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică (MHCF D4x1,5 ME)</i> .....	117
2.2.8.4.	<i>Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică la turații mici (MHCF D4x1,5 ME)</i> .....	118
2.2.8.5.	<i>Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică (MHCF D4x1,5E)</i> .....	121
2.2.9.	<i>Sistem de irigare integrat cu microhidrocentrală</i> .....	124
	Bibliografie.....	125
<b>3.</b>	<b>SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI EOLIENE</b> .....	129
<b>3.1.</b>	<b>Din istoria invențiilor în domeniul morilor de vânt</b> .....	129
<b>3.2.</b>	<b>Tipuri constructive de turbine eoliene</b> .....	140
<b>3.3.</b>	<b>Turbine eoliene cu ax orizontal al rotorului elaborate de autori</b> .....	143
3.3.1.	Turbină eoliană cu rotor tripal cu giruetă.....	143
3.3.2.	Turbină eoliană cu rotor tripal cu servomotor.....	147
3.3.3.	Turbină eoliană cu rotor elicoidal.....	152
3.3.3.1.	<i>Aspecte privind descrierea analitică a parametrilor geometrici de bază</i> .....	153
3.3.3.2.	<i>Modelarea CFD a interacțiunii palelor cu aerul</i> .....	155
<b>3.4.</b>	<b>Turbine eoliene cu ax vertical al rotorului elaborate de autori</b> .....	160
3.4.1.	Generalități.....	160
3.4.2.	Elaborarea conceptuală a turbinei eoliene cu rotor eolian elicoidal cu ax vertical.....	164
3.4.3.	Dezvoltarea modelului aerodinamic al REEV.....	167
3.4.3.1.	<i>Viteze induse</i> .....	169
3.4.3.2.	<i>Jumătatea din amonte a rotorului</i> .....	170
3.4.3.3.	<i>Jumătatea din aval a rotorului</i> .....	175
3.4.4.	Elaborarea și fabricarea REEV-C.....	179
3.4.5.	Elaborarea metodologiei de cercetare și testare a REEV-C.....	185
<b>3.5.</b>	<b>Sistem de irigare integrat cu turbină eoliană</b> .....	187
	Bibliografie.....	188
<b>4.</b>	<b>SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI VALURILOR MĂRII ȘI MAREELOR</b> .....	193
<b>4.1.</b>	<b>Generalități</b> .....	193

<b>4.2. Aspecte teoretice privind energia valurilor .....</b>	<b>194</b>
4.2.1. Unele aspecte privind formarea valurilor .....	194
4.2.2. Tipurile și caracteristicile de bază ale valurilor .....	195
4.2.3. Valurile și vântul .....	198
4.2.4. Unele aspecte privind teoria valurilor .....	199
<b>4.3. Sisteme tehnice de captare a energiei valurilor elaborate de autor .....</b>	<b>203</b>
4.3.1. Instalații de conversie a energiei valurilor .....	203
4.3.1.1. <i>Instalații tip turn fix și corpuri plutitoare .....</i>	<i>203</i>
4.3.1.2. <i>Instalații tip DUCK.....</i>	<i>207</i>
4.3.2. Mecanisme de sumare a mișcărilor de rotație alternativă pentru instalații de conversie a energiei valurilor .....	210
Bibliografie .....	213
<b>5. POSTERE CU INVENȚII PREZENTATE LA EXPOZIȚII „CERCETARE, INOVARE ȘI TRANSFER TEHNOLOGIC”. Aprecieri internaționale .....</b>	<b>214</b>
<b>6. DESCRIERI DE INVENȚII ALE AUTORILOR.....</b>	<b>219</b>
Brevet nr. 3847 (MD). turbină de vânt cu ax vertical .....	221
Brevet nr. 3846 (MD). Stație hidraulică cu ax orizontal.....	230
Brevet nr. 3845 (MD). Stație hidraulică .....	239
Brevet nr. 3817 (MD). Turbină de vânt cu ax vertical .....	247
Brevet nr. 3810 (MD). Panou solar pliant .....	255
Brevet nr. 3600 (MD). Instalație solară cu motor Stirling .....	261
Brevet nr. 3544 (MD). Turbină eoliană antrenată de traficul rutier .....	273
Brevet nr. 3543 (MD). Instalație de conversiune a energiei valurilor .....	285
Brevet nr. 3542 (MD). Instalație de conversiune a energiei valurilor .....	295
Brevet nr. 3104 (MD). Stație hidraulică .....	306
Brevet nr. 3017 (MD). Mecanism de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație uniformă .....	313
Brevet nr. 2996 (MD). Mecanism pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională .....	319
Brevet nr. 2994 (MD). Turbină eoliană elicoidală (variante).....	326
Brevet nr. 2993 (MD). Hidroturbină.....	332
Brevet nr. 2992 (MD). Centrală hidraulică .....	337
Brevet nr. 2991 (MD). Centrală hidroelectrică .....	343
Brevet nr. 2990 (MD). Instalație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică .....	348
Brevet nr. 2989 (MD). Stație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică .....	357

Brevet nr. 2981 (MD). Stație hidraulică .....	362
Brevet nr. 2965 (MD). Instalație solară cu autoorientare .....	368
Brevet nr. 2916 (MD). Centrală hidroelectrică flotantă .....	377
Brevet nr. 2888 (MD). Stație hidraulică.....	388
Brevet nr. 2679 (MD). Motor cu ardere externă .....	394
Brevet nr. 2643 (MD). Turbină eoliană.....	399
Brevet nr. 2433 (MD). Pompă volumetrică .....	405
Brevet nr. 2431 (MD), CIB. Instalație energetică eoliană .....	412
Brevet nr. 2288 (MD). Stație hidraulică .....	420
Brevet nr. 2106 (MD). Turbină elicoidală eoliană .....	425
Brevet nr. 1179 (MD). Instalație energetică .....	434
Brevet nr. 494 B1(MD). Instalație energetică .....	439
Brevet nr. 469 B1(MD). Dispozitiv de transformarea a energiei termice în energie mecanică.....	442
Certificat de autor nr. 1760151 (SU). Instalație energetică.....	445
CA 1793098 (SU). Energeticeskaâ ustanovka .....	449
CA 1671956 (SU). Ustrojstvo dlâ preobrazovaniâ teplovoj energii v mehaniceskuyu .....	453

# I. GENERALITĂȚI

*„Veți crea, veți avea. Nu veți crea, nu veți fi”*

Una dintre cele mai mari provocări ale secolului al XXI<sup>-lea</sup> constă în asigurarea accesului fiecărui cetățean al Planetei la energie nonpoluantă, durabilă, care, conform Comisiei ONU, înseamnă “*o dezvoltare care satisface necesitățile prezentului, fără a compromite capacitățile viitoarelor generații să își satisfacă propriile necesități*”. Dat fiind faptul că producerea energiei din surse fosile provoacă poluarea mediului, creșterea pericolului pentru sănătate, schimbarea climei etc. căutarea unor surse noi alternative de energie, inventarea unor sisteme performante de conversie a energiilor regenerabile reprezintă o preocupare de bază a inventatorilor la acest început de mileniu trei.

Ceea ce pentru noi astăzi este foarte simplu pentru omul primitiv a fost extrem de complicat. Astfel, omul primitiv a trebuit să inventeze focul, să găsească, prin observații îndelungate și încercări, semințele care pot fi mâncate și care îi țin de foame, să constate în timp că aceste semințe, în anumite condiții, pot să încolțească și să dea alte semințe, mult mai multe, să găsească terenuri propice pentru a le însămânța și să aștepte ca recolta să crească și să se coacă. A trebuit, deci, să învețe să scormonească pământul, să are mai târziu, utilizând tracțiunea animalelor domestice, să secere, să treiere, să depoziteze, să macine, să fiarbă, utilizând energia de ardere a biomasei (lemne, plante uscate etc.), să facă făină, utilizând energia hidraulică a morilor de apă, și, ulterior, să coacă pâine, a trebuit să își imagineze metodele și uneltele necesare pentru toate acestea, cu alte cuvinte *a trebuit să creeze*.

Vă puteți imagina viața fără televizor, fără automobil sau fără computer, fără posibilitatea de a vă pregăti zilnic hrana, fără iluminare în casă, fără încălzire în timpul rece al anului etc.? Dar toate acestea sunt rezultatul activității creative a savanților și inventatorilor, în special, din ultimii două sute de ani. Toate acestea pot să dispară, pe parcursul primei jumătăți a secolului prezent, în urma epuizării drastice a rezervelor naturale de combustibili fosili. Creșterea consumului de energie conduce la sporirea continuă a volumului extragerii combustibililor fosili, care asigură astăzi peste 85 % din energia utilizată. În prezent, anual se consumă energie echivalentă cu peste 11 miliarde tone de combustibil convențional (t.e.p.) sau 459 EJ (459·10<sup>18</sup>J), din care doar 15,4% este de origine nonfosilă. Deoarece populația pe glob crește și, concomitent, sporește gradul de înzestrare cu energie a economiei, această cifră este în creștere continuă, ceea ce va avea consecințe grave. Combustibilii cei mai acceptabili din punct de vedere economic – petrolul și gazele naturale – se presupune că se vor epuiza în cca 30 – 50 de ani.

Astăzi, cea mai mare parte de energie necesară pentru consumul zilnic este obținută prin arderea combustibililor fosili – cărbune, petrol și gaz natural. Mai multe

milioane de ani, descompunerea plantelor și animalelor a condus la formarea combustibililor fosili, care însă, practic, s-au consumat pe parcursul doar a cca 200 de ani. Tot timp de milioane de ani, pe Terra s-a format atmosfera și întreg sistemul vegetal, ca timp tot de cca 200 de ani, dar, în special, în ultimii 100 de ani, să fie serios periclitat mediul și să se ajungă în pragul unei catastrofe ecologice. A fost recunoscut faptul că energia modernă este vinovată de apariția a numeroase probleme de mediu. Va trebui găsit un compromis între cererea crescândă de servicii energetice și necesitatea acută de a proteja mediul ambiant. În viziunea autorilor prezentei lucrări, soluția problemei constă în revenirea omenirii la surse de energie regenerabilă.

În anul 1960, s-au produs și s-au consumat 3000 TWh de electricitate. În 1970, aceasta a crescut până la 6000 TWh. În anul 2000, au fost consumate 150000 TWh. Chiar dacă ar fi posibilă reducerea la jumătate a consumului de energie electrică în țările industrial dezvoltate (SUA, Germania, Japonia ș.a.) și creșterea, în același timp, a consumului pe cap de locuitor în India, China ș.a. țări din lumea a treia doar cu 25%, cererea globală de energie electrică s-ar dubla față de cea de astăzi. Ce surse de energie sunt capabile pentru a satisface aceste cerințe? Creșterea producerii energiei electrice prin arderea combustibililor fosili tradiționali ar periclita și mai mult impactul ecologic. Speranța energeticienilor se bazează pe găsirea de noi soluții și procedee, care ar satisface necesitățile în energie ale omenirii în următoarele decenii sau secole. În prim plan au fost puse soluțiile ce țin de energia nucleară, însă, după avariile de la centralele Three Miles Island din SUA și Cernobil din Ucraina, s-a simțit necesitatea elaborării altor soluții, mai prietenoase mediului.

Sectorul aprovizionării cu energie la nivel global generează peste 60% din emisiile antropice de gaze cu efect de seră, fiind principala cauză a schimbărilor climatice. Încălzirea globală, care, la mijlocul secolului trecut, era doar un semnal pentru a fi luat în considerare, astăzi a devenit o mare preocupare la scară mondială. În acest context, au fost adoptate Convenția ONU pentru schimbările climatice (1992) și Protocolul de la Kyoto (1997), ratificat inclusiv de Republica Moldova (2003).

În prezent, tot mai multe țări ale lumii se confruntă cu consecințele serioase ale încălzirii globale, precum sunt inundațiile, furtunile, alunecările de teren, căldura excesivă în perioada de vară, seceta și altele. Consecințele materiale ale modificărilor climatice asupra economiei, vieții oamenilor și mediului înconjurător sunt foarte serioase. Încălzirea globală cu 1,8 – 4,0°C până în anul 2100 ar putea conduce la ridicarea nivelului mărilor în acest secol cu 18 – 59 cm. Conform Raportului Ștern, schimbările climatice, provocate de emisiile de gaze cu efect de seră din sectorul energetic, sunt considerate ca fiind „*cel mai mare și mai de amploare eșec de piață din toate timpurile*” și o amenințare majoră pentru economia mondială.

Aceste două probleme grave – criza energetică și impactul asupra mediului - reprezintă problemele globale ale Omenirii, a căror soluționare cade pe umerii



inginerilor. Deoarece lumea este atât de dependentă de energie, deoarece majoritatea populației Terrei folosește combustibili fosili pentru a-și satisface necesitățile energetice, fapt ce provoacă un grad înalt de poluare a mediului, apare stricta necesitate de a căuta surse noi de energie durabile și prietenoase mediului. Vor trebui găsite surse de energie care produc cea mai mică poluare posibilă. Deoarece toate sursele tradiționale de energie utilizate poluează mediul ambiant, energiile regenerabile, practic, sunt lipsite de acest efect negativ de poluare a mediului.

O atenție aparte este acordată potențialului energetic, istoriei dezvoltării și elaborării sistemelor de conversie a energiilor regenerabile: solară, eoliană, hidroelectrică, a valurilor mării. Astăzi, Parlamentul European a declarat un semnal clar cum trebuie de promovat energiile regenerabile în UE până în anii 2020, pentru a atinge cota de 25% din energia primară. În același timp, în acest scop a fost format consiliul european pentru energii regenerabile (CEER). *“Votul de astăzi al Parlamentului este o oportunitate istorică pentru comisie ca să testeze cerințele cetățenilor pentru energie regenerabilă. Împreună cu Parlamentul trebuie să fie lideri în propuneri de construcție și asigurare legislativă pentru toate cele trei sectoare: electricitate, încălzire și biocombustibil. Comisia trebuie să își concentreze atenția asupra eliminării lipsurilor în legislația EU pentru energia regenerabilă – încălzirea și răcirea”* a declarat directorul politicii CEER Oliver Schafer.

Primul pas al UE spre elaborarea Strategiei a fost lansarea în 1996 a primei versiuni a Strategiei în așa numita *Carte Verde “Énergie pour l’avenir: les sources d’énergie renouvelables”*. După dezbaterile publice asupra *Cărții verzi* a fost redactată Strategia finală expusă în *Cartea albă “Énergie pour l’avenir: les sources d’énergie renouvelables. Une stratégie et un plan d’action communautaires”*. În Strategia prezentată în Cartea Albă Uniunea Europeană (UE) s-a declarat a fi lider mondial în combaterea acestei grave amenințări, asumându-și obiectivul de a majora ponderea energiilor regenerabile până la 20% din consumul brut de energie către 2020 și de a reduce emisiile GES cu 60 – 80% până în 2050. Aceste măsuri se referă la producerea și livrarea energiei electrice din SRE în noile condiții de liberalizare a pieței de energie și sunt expuse în *„Directive 96/92/CE du Parlement européen et du Conseil, du 19 décembre 1996, concernant des règles communes pour le marché intérieur de l’électricité. JO L27 du 30.01.1997 p.20”*.

Avantajele care prezintă SRE pentru mediu justifică adoptarea unor condiții stimulatorii de finanțare: obligația de a garanta cumpărarea la un tarif fix a unei cantități definite de electricitate produsă din SRE, care ar permite acoperirea tuturor cheltuielilor de construcție a sistemelor de conversie a energiilor regenerabile, de operare și mentenanță, și o rentabilitate rezonabilă.

Pentru a transforma ambițiile politice în acțiuni concrete, Comisarul European pentru Energie, Andris Piebalgs declarase că este nevoie de o nouă revoluție industrială, care, ca și toate revoluțiile industriale, se va baza pe utilizarea de noi

generații de tehnologii – *tehnologii energetice fără emisii de carbon, precum energia eoliană, energia solară sau tehnologiile din a doua generație pentru valorificarea biomasei*. Astăzi, putem vorbi despre o politică energetică mondială și despre o strategie concretă de reducere a emisiilor poluante în atmosferă, fundamentate pe soluții tehnico-economice concrete de utilizare rațională a rezervelor de combustibili fosili (care dețin în continuare ponderea principală în producerea de energie) și de valorificare pe o scară tot mai largă a resurselor energetice regenerabile, așa-numitele energii „curate” sau energii neconvenționale, o alternativă la actualul sistem de valorificare energetică a rezervelor combustibile ale Terrei.

În prezenta carte autorii înserează realizările proprii în fundamentarea teoretică a soluțiilor tehnice și conceptelor constructive brevetate, propun tehnologii de fabricare a profilelor aero-hidrodinamice în baza materialelor compozite și aduc descrierile de invenții în domeniu destinate să contribuie la dezvoltarea în continuare a sistemelor de conversie a surselor de energii regenerabile.

Implementarea acestor sisteme de conversie a energiilor regenerabile, în special, destinate consumatorilor individuali de energie vor conduce la realizarea angajamentelor asumate de Republica Moldova de a valorifica cota SRE în bilanțul energetic al țării până la 20% în a. 2020.

Manualul se adresează studenților, masteranzilor și doctoranzilor din învățământul tehnic superior, inginerilor proiectanți de sisteme de conversie a energiilor regenerabile inclusiv utilizatorilor acestora. Manualul va fi util celor interesați de viitorul Planetei sub aspectele energetic și ecologic.



## 2. SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI CINETICE A APEI

### 2.1. Din istoria invențiilor sistemelor de conversie a energiei hidraulice

Existența apei pe Terra a condiționat apariția și dezvoltarea vieții. Din cele mai vechi timpuri, Omul și-a ales loc de trai în preajma cursurilor de apă și a lacurilor, pentru a-și satisface necesitățile naturale în apă, dar și pentru efectuarea unor lucrări elementare de irigație. Plutirea sau vâslitul au condus, prin observație, gândirea umană spre folosirea forței și a energiei apei. Astfel, puterea mecanică a apei curgătoare poate fi considerată una din cele mai vechi scule.

Mijloacele de folosire a apei și stăpânirea ei au evoluat de la o epocă istorică la alta, de la un popor la altul, în raport cu condițiile naturale, în legătură cu relațiile și nivelul forțelor de producție. Astfel, utilizările energiei apelor marchează etapele de dezvoltare ale orânduirilor sociale de la comuna primitivă la societatea modernă.

Cercetări istorice, gravuri și scrieri antice arată că în India (cu cca de 4000 ani până la Hristos) [1] și China (cu circa 5000 de ani în urmă) [2] au fost construite îndiguri și canale pe mii de kilometri lungime, servind irigațiilor și navigației. Pentru folosirea energiei date de viteza apei din canale și râuri au servit roțile hidraulice chinezești, inventate și utilizate pe timpul dinastiei Han pentru a măcina grăunțele (roți de curent, străvechi – fig. 2.1). Acestea transformau viteza liniară a apei  $V$  în mișcare de rotație cu viteza unghiulară  $\omega$  a unui arbore, pe care erau înfipite zbaturi, la început primitive, apoi, cu

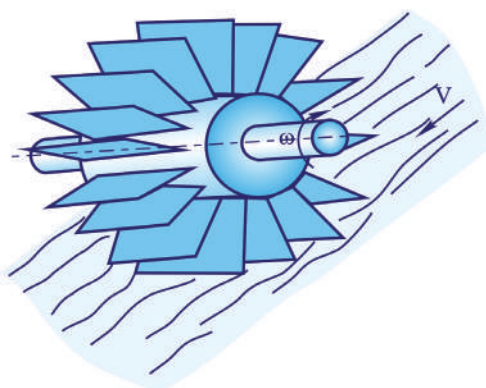


Fig. 2.1. Roată de curent străveche.

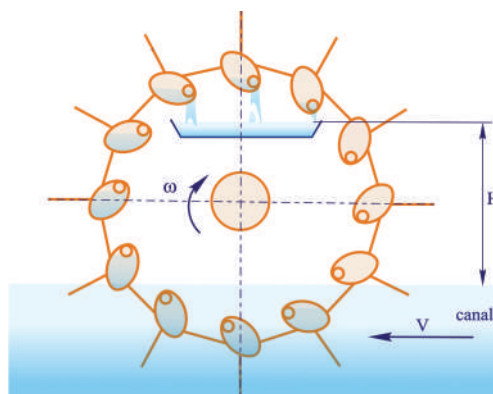


Fig. 2.2. Roata de apă străveche. chinezească.

timpul, perfecționate sub forma unor pale. Ultimele câteva mii de ani popoarele care locuiau în văile munților Himalay au folosit mori de apă, sau *chakki*, pentru diferite uzanțe. Morile de apă sunt mult mai vechi decât cele de vânt.

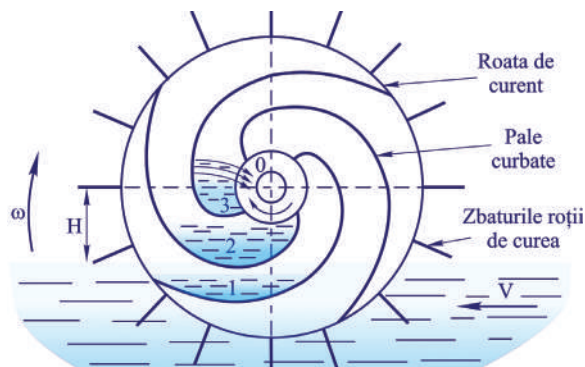


Fig. 2.3. Timpanul antic.

Ca o perfecționare a apărut în Grecia antică „*timpanul*” (fig. 2.3), ale cărui zbat-uri periferice rotesc cu  $\omega$  roata de curent compusă din două discuri paralele, între care palele curbate sau poligonale ridică apa (cum arată pozițiile succesive 1–2–3). Din poziția 3, apa se goleşte în jgheabul care este concentric cu arborele (a). La timpan apa este ridicată la înălțimea H, mai mică decât cea din fig. 2.2. Experiența preromană, acumulată timp de câteva mii de ani, a fost descrisă de către renumitul inventator al epocii antice Heron din Alexandria în cunoscuta sa carte „*Hidraulica*”,

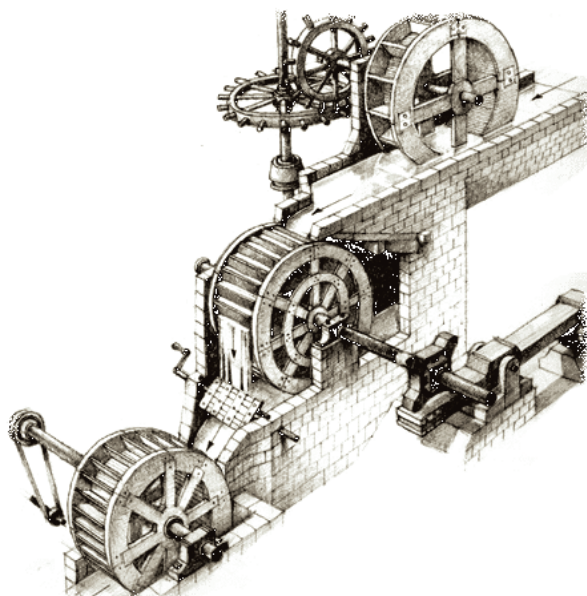


Fig. 2.4. Moară de apă romană.

Cu aproximativ 4000 de ani în urmă era cunoscut primul transformator hidraulic, care servea pentru ridicarea apei la înălțimea H cu ajutorul unor cupe primitive, fixate pe o roată cu zbat-uri (fig. 2.2). Cupele în poziția de jos se umpleau cu apă și după rotire, ajunse în pozițiile superioare, se goleau într-un jgheab situat cu H metri deasupra apei din canal.

care a servit drept îndrumar pentru multe generații de constructori de roți de apă până în perioada modernă. Cel mai cunoscut inventator al roților hidraulice din perioada romană a fost cunoscutul Vitruvius. În perioada Imperiului Roman au fost utilizate și răspândite în alte țări ale Imperiului atât morile de apă fixe, cât și flotabile. Așa – numitele Mori Grecești aveau axul vertical. Ele erau mai vechi și mai simple, însă funcționau doar la viteze mai mari ale apei cu diametre mai mici ale roților de apă. Morile Romane

aveau axul orizontal și erau mai complicate din punct de vedere constructiv (fig. 2.4) [3]. Ele necesitau roți dințate pentru transmiterea puterii de la axul principal la un ax instalat vertical.

Ordinul Cistercian a construit în perioada medievală un complex întreg de mori de apă în Europa de Vest. În fig. 2.5 se prezintă una dintre morile de apă cu ax orizontal construită în această perioadă într-o localitate din Belgia în secolul XII<sup>lea</sup>. Mănăstirile ordinului Cistercian au utilizat pe scară largă roțile de apă pentru acționarea morilor de apă pentru diferite destinații. Un alt exemplu timpuriu de utilizare a roților de apă în sec. XIII<sup>lea</sup> este mănăstirea Cisterciană *Real Monasterio de Nuestra Senora de Rueda* din Aragon, regiune a Spaniei. Roata de apă rămâne competitivă cu motorul cu aburi în perioada Revoluției Industriale.

Pentru prima oară, utilizarea roților de apă pe insula britanică datează cu anul 900. Însă roțile de apă au cunoscut o dezvoltare extensivă în Anglia în sec. XVIII<sup>lea</sup> prin figurile notabile, incluzându-i pe John Smeaton și James Brindley, urmând calculelor teoretice și experimentărilor practice din Franța și din alte părți. Ei au argumentat domeniile posibile de utilizare a roților deschise și submersibile. Roțile deschise admit dimensiuni mari ale roților (mai mult de 2 m) în asociere cu rezervoare de apă mici. Roțile semi- și submersibile pot fi utilizate doar pe râuri sau rezervoare de apă cu adâncimi mari. În fig. 2.6 se prezintă o roată de apă deschisă cu diametrul de cca. 10 m, care acționează o moară veche



Fig. 2.5. Moară de apă în Braine le Chateau, Belgia, sec. XII.



Fig. 2.6. Roată de apă deschisă, Rome, Georgia, SUA



Fig. 2.7. Roată de apă Laxey, Isle of Man, Marea Britanie.

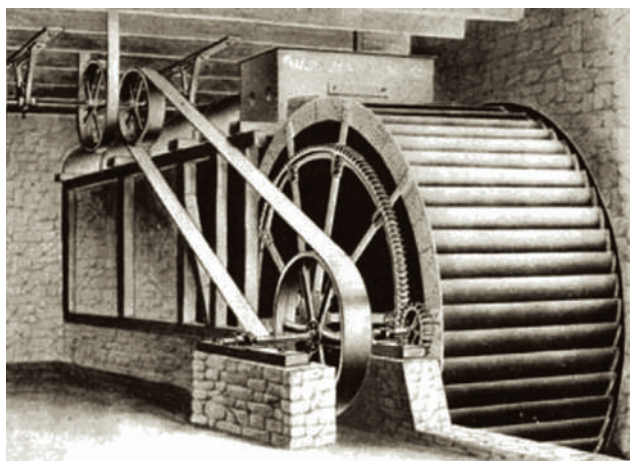


Fig. 2.8. Roata de apă legată prin transmisii mecanice cu mașina de lucru.

America de către fermieri, morari, operatori de mine etc. Roata de apă era utilizată practic în fiecare gospodărie situată pe malul apei. Roțile erau de toate dimensiunile și de fabricație diferită: de la diametre foarte mari, puțin înguste și mici. În una din morile vechi din munții din Carolina de Nord [4], restaurate ulterior, roata de apă are diametrul de cca. 7 m și de cca 1 m lățime (fig. 2.8) și este dotată cu o cabină de observare situată în partea de sus. Printr-un set de roți dințate și o transmisie cu



Fig. 2.8. Roata de apă legată prin transmisii mecanice cu mașina de lucru.

din Roma, Georgia, SUA. Roata Laxey (cunoscută de asemenea ca roata Lady Isabella) este o roată de apă foarte mare construită în or. Laxey pe insula Isle of Man, Marea Britanie (fig. 2.7). Proiectată de Robert Casement ea are 22 m în diametru și dezvoltă o turație de aproximativ 3 min<sup>-1</sup>. Roțile de apă ne-au însoțit pe parcursul a mii de ani. Ele erau ieftine și ușor de construit. Mii și mii de roți de apă au fost construite în

curea acționează o mașină de lucru. În fig. 2.9 [3] se prezintă o altă variantă a roții de apă înguste și cu diametru mare. În cartea lui Robert Vitale "*Water Wheel Factory*" sunt prezentate sfaturi cum să construiești o roată de apă reală, folosind mijloacele tehnice și materialele la îndemână. Principiul de funcționare al instalației hidraulice este prezentat în fig. 2.10. Până la utilizarea pe scară largă la producerea energiei electrice comerciale, hidroenergetica a fost utilizată pentru irigare, măcinarea grăunțelor, manufacturi textile etc.

În anii 1700, puterea mecanică a apei curgătoare captată de roțile de apă a fost utilizată extensiv pentru morile de apă și pomparea apei. În perioada Revoluției Industriale, roțile de apă au căpătat o

profesie nouă – cea de acționare a diverselor instalații tehnologice. Numărul lor a crescut continuu și în secolul 19 numărul lor a ajuns la cca 20000. În anii 1830, în era de construcție a canalelor hidroenergetice a fost utilizată pentru transportarea barjelor. Astăzi, cea mai largă utilizare a hidroenergeticii este pentru producerea electricității. Însă câteva mori de apă rurale, situate în nordul SUA, continuau să funcționeze comercial până în anii 1960. Folosirea roții de apă pe teritoriul dintre Prut și Nistru datează de pe vremea dacilor, înainte de venirea romanilor.

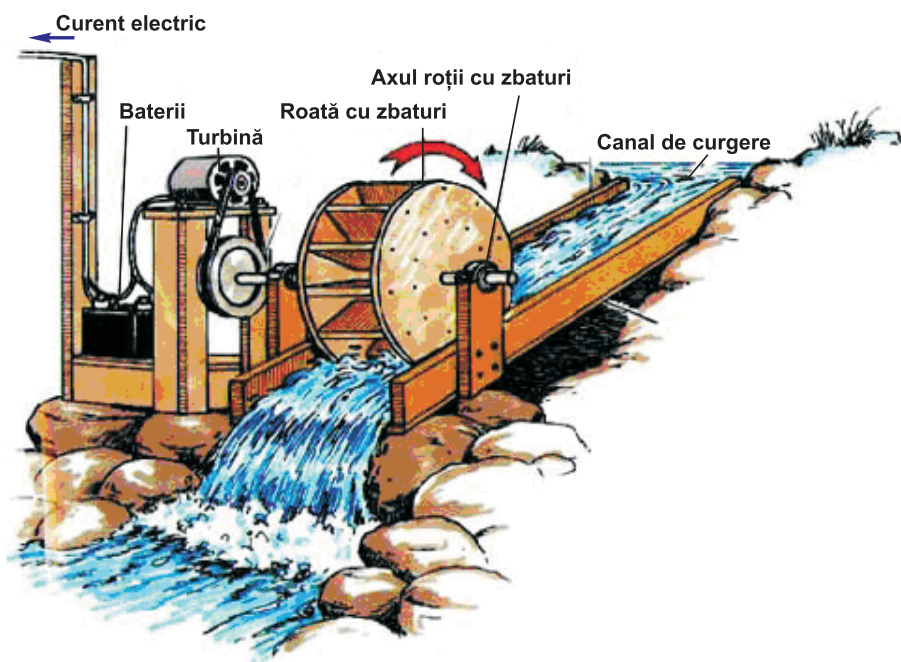


Fig. 2.10. Schemă de principiu al unui sistem cu roată de apă.

**Perioada modernă a roților de apă.** Evoluția turbinei hidraulice moderne începe la mijlocul anului 1700 când hidroinginerul militar francez Bernard Forest de Belidor a scris lucrarea în 4 volume „*Architecture Hydraulique*”. Pe parcursul sec. XVII-lea și XVIII-lea turbina hidraulică s-a dezvoltat continuu. La sfârșitul a. 1800, invenția roții Pelton (după numele inventatorului) i-a încurajat pe mai mulți proprietari de mori de apă să înlocuiască roțile de apă clasice cu turbine Pelton.

În anul 1826, francezul Jean Victor Poncelet a propus o mașină care includea o roată de apă complet submersibilă, unde apa trebuia să curgă în roată altfel decât de-a lungul ei [5]. Jean-Victor Poncelet a lucrat asupra majorării eficienței roții de apă submersibile, utilizând fizica hidraulicii moderne. Urmând acest concept, americanul Samuel Howd a brevetat în anul 1838 prima turbină. James Francis a perfectat-o ulterior, atribuind paletelor o rază de curbură. Cunoscută sub denumirea de turbină Francis, aceasta devine prima turbină de apă.

În 1879, T.A. Edison demonstrează funcționarea lămpii electrice cu fir incandescent. În anul 1880 a fost utilizat pentru prima oară dinamul electric acționat de o turbină de apă pentru iluminare în or. Micigan, iar în anul 1881 un dinam electric conectat la o moară de apă a efectuat iluminarea străzilor în Niagara Falls, New-York. Aceste 2 proiecte au pus bazele utilizării tehnologiei directe a curentului electric. În anul 1882, în SUA, Appleton, statul Wisconsin a fost construită prima centrală hidroelectrică din lume. În anul 1885 Otava devine primul oraș în America de Nord, care a semnat un contract pentru iluminarea tuturor străzilor.

Turbinele hidraulice au înlocuit foarte rapid roțile de apă în acționările morilor și instalațiilor textile. Sfârșitul secolului XIX<sup>-lea</sup> a devenit era de aur a puterii hidraulice. Mii de instalații hidraulice de putere mică au împânzit albiile râurilor în țară cu mii de turbine fabricate. La finele secolului XIX<sup>-lea</sup> a fost găsită o nouă utilizare a turbinelor hidraulice: producerea electricității. Energia hidroelectrică reprezenta cca 40 % din energia electrică produsă în SUA în anul 1920, iar la 1940 reprezenta 40 % din energia electrică produsă pe plan mondial. Odată cu dezvoltarea industrială a altor forme de generare a energiei electrice și programele de electrificare rurală cota energiei hidroelectrice a scăzut constant, constituind astăzi cca 10 % din electricitatea produsă în SUA. Încetul cu încetul, constructorii de microhidroturbine au ieșit din afaceri, morile de vânt au fost distruse și turbinele hidraulice abandonate. Astăzi, se observă o reînviere a hidroenergeticii ca sursă curată și regenerabilă. Instalațiile hidraulice moderne au crescut în dimensiuni de la microhidroturbine mici până la gigantele sisteme cu baraje cum ar fi Hoover Dam, care produc zilnic electricitate pentru milioane de oameni.

În contrastul roților de apă și turbinelor timpurii, turbinele moderne sunt compacte, foarte eficiente și capabile să funcționeze la viteze foarte mari. Hidroenergetica este cea mai bună sursă regenerabilă nonpoluantă de energie care poate fi ușor integrată în proiecte de irigare și aprovizionare cu apă.

China are mai mult de 85000 de instalații hidraulice de dimensiuni mici, care produc energie electrică. Pe parcursul ultimelor decade microhidrocentralele au un rol important în țările în curs de dezvoltare în dezvoltarea economică a spațiului rural, în special, cele montane. Microhidrocentralele pot să asigure energie pentru utilizări industriale, agricole și domestice prin utilizarea directă a energiei mecanice sau prin cuplarea turbinelor la generatoare electrice.

Microhidroturbinele electrice sunt cele mai eficiente și ieftine generatoare de energie electrică. Dacă aveți un mic pârâu sau un râu, în apropierea cabanei sau a casei, care poate furniza cel puțin 5 litri/sec. apă de la o diferență de nivel de cel puțin 3 m, sau 0,5 litri/sec. de la o diferență de nivel de cel puțin 10 m, nu ezitați să folosiți un generator hidroelectric. Veți avea energie ecologică, gratuită și nelimitată.

Puterea apei e cea mai importantă sursă energetică, care nu are în compoziția sa dioxid de carbon, dioxid de sulf, protoxizi de azot sau orice alt tip de emisie poluantă și nu produce nici un fel de reziduuri solide sau lichide.



## 2.2. Contribuțiile autorilor în fundamentarea teoretică a sistemelor de conversie a energiei cinetice a fluxului de apă

### 2.2.1. Argumentarea eficienței rotorului

Pentru a evita construcția unui baraj, energia cinetică a râului poate fi utilizată folosind turbine de curenți de apă. Acest gen de turbine se instalează ușor, se operează simplu și costurile de întreținere sunt convenabile. Viteza curentului de 1m/s reprezintă o densitate energetică de  $500\text{W}/\text{m}^2$  a secțiunii de traversare, însă doar o parte din această energie poate fi extrasă și convertită în energie electrică sau mecanică utilă. Aceasta depinde de tipul rotorului și al paletelor. Viteza este, în special, importantă, pentru că o dublare a vitezei apei dă în rezultat o creștere de opt ori a densității energetice. Râul Prut are o secțiune echivalentă cu  $60\text{ m}^2$  și o viteză medie în zonele explorabile de  $(1 - 1,3)\text{ m/s}$ , ceea ce echivalează cu o energie teoretică de aproximativ  $(30 - 65)\text{ kW}$  [6]. Dar, ținându-se cont de faptul că turbina poate ocupa doar o porțiune din albia râului, energia generată poate fi mult mai mică. Există diverse soluții conceptuale, însă problema măririi eficienței de conversie a energiei cinetice a apei rămâne în atenția cercetătorilor. Analiza variantelor constructive ale microhidrocentralelor de flux examinate anterior nu au satisfăcut

pe deplin sub aspectul eficienței de conversie a energiei cinetice a apei. Într-o roată hidraulică clasică cu ax orizontal (fig. 2.11) adâncimea maximă, la care este afundată una dintre pale, constituie cca  $2/3$  din înălțimea paletei  $h$ . Deci doar această suprafață participă la transformarea energiei cinetice a apei în energie mecanică. De asemenea, pala anterioară acoperă aproximativ  $2/3$  din suprafața palei afundate maxim în apă ( $h'' \approx 2/3h'$ ), fapt ce reduce simțitor presiunea curenților de apă asupra paletei. Pala, care urmează după pala afundată maxim în apă, este acoperită complet de aceasta și, practic, nu participă la conversia energiei cinetice a apei. De aceea, eficiența acestor roți hidraulice este mică.

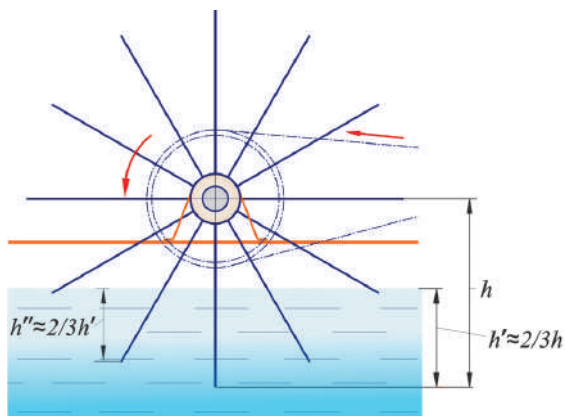


Fig. 2.11. Schema conceptuală a roții de apă cu profil rectiliniu al paletelor.

Căutările insistente ale autorilor au condus la elaborarea și brevetarea unor soluții tehnice performante de microhidrocentrale de flux, bazate pe efectul hidrodinamic, generat de profilul hidrodinamic al paletelor, și orientarea paletelor în poziții optime față de curenții de apă din punct de vedere al conversiei energiei în fiecare

fază de rotire a rotorului turbinei (fig. 2.12). Pentru aceasta a fost necesar de efectuat un volum mare de cercetări teoretice multicriteriale privind alegerea profilului hidrodinamic optim al paletelor și elaborarea mecanismului de orientare a paletelor față de curenții de apă.

Avantajele de bază ale acestor tipuri de microhidrocentrale sunt:

- impact redus asupra mediului;
- nu sunt necesare lucrări de construcții civile;
- râul nu își schimbă cursul său natural;
- posibilitatea utilizării cunoștințelor locale pentru a produce turbinele plutitoare.

Un alt avantaj important este faptul că pe cursul râului este posibilă instalarea unei serii de microhidrocentrale la distanțe mici (cca 30-50 m) deoarece este exclusă influența turbulenței provocată de instalațiile vecine.

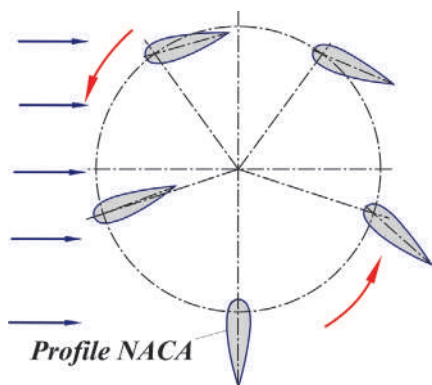


Fig. 2.12. Schema conceptuală a rotorului cu profil hidrodinamic al paletelor reglabile față de curenții de apă.

Rezultatele investigațiilor efectuate de autori referitor la viteza de curgere a apei în locul selectat pentru instalarea microhidrocentralei, la prospectările geologice ale malului râului în locul instalării fundației de ancorare, la necesitățile energetice ale potențialului consumator, reprezintă date inițiale pentru elaborarea conceptuală a microhidrocentralelor și a organului de lucru.

Elaborarea conceptuală a construcțiilor microhidrocentralelor cu profil hidrodinamic al paletelor a fost efectuată în baza a trei scheme conceptuale:

- microhidrocentrală cu ax vertical și palete amplasate pe osii verticale ancorată cu structură metalică;
- microhidrocentrală flotabilă cu ax vertical și palete amplasate pe osii verticale;
- microhidrocentrală flotabilă cu ax orizontal și palete amplasate pe osii orizontale.

În scopul majorării coeficientului de conversie a energiei cinetice a apei (coeficientul Betz) au fost elaborate și brevetate o serie de scheme structurale de microhidrocentrale plutitoare, care includ un rotor cu ax vertical cu pale verticale și profil hidrodinamic în secțiune normală. Palele sunt legate între ele printr-un mecanism de orientare a lor față de direcția curenților de apă. Mișcarea de rotație a rotorului cu ax vertical este multiplicată prin intermediul unui sistem de transmisii mecanice și este transmisă unui generator electric sau unei pompe hidraulice. Nodurile

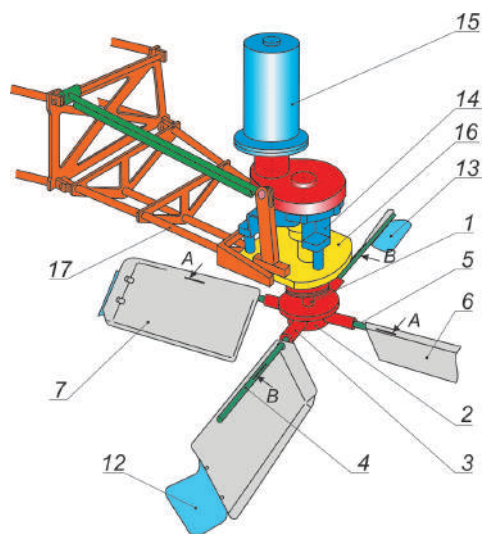
enumerare sunt fixate pe o platformă instalată pe corpuri plutitoare. Platforma este legată de țârm prin intermediul unei ferme metalice articulate și a cablurilor de detensionare.

Un aspect foarte important pentru optimizarea funcțională a microhidrocentralelor este alegerea profilului hidrodinamic optim al palelor, care permite majorarea coeficientului de conversie (coeficientul Betz) datorită forțelor hidrodinamice de portanță. Majorarea gradului de conversie este, de asemenea, atinsă prin asigurarea poziției optime a palei față de curenții de apă în diferite faze de rotire a rotorului, fiind utilizat un mecanism de orientare a palelor. Astfel, practic toate palele (chiar și cele care se mișcă împotriva curenților de apă) participă simultan la generarea momentului de torsiune sumar. Palele, care se mișcă în direcția curenților de apă, folosesc atât forțele hidrodinamice, cât și presiunea apei exercitată pe suprafețele palelor pentru generarea momentului de torsiune. Palele, care se mișcă împotriva curenților de apă, folosesc doar forțele hidrodinamice de portanță pentru generarea momentului de torsiune. Datorită faptului că viteza relativă a palelor față de curenții de apă la mișcarea lor împotriva curenților de apă este practic de două ori mai mare, forța hidrodinamică portantă este relativ mare, iar momentul de torsiune generat este comensurabil cu cel generat de presiunea apei. Acest efect se află la baza tuturor soluțiilor tehnice brevetate. În continuare se prezintă șase soluții tehnice de microhidrocentrale, în care sunt brevetate diferite noduri de bază și principii de conversie. Aceste soluții tehnice permit majorarea esențială a coeficientului de conversie a energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor. În continuare se va face o descriere completă a celei mai reprezentative soluții tehnice și descrieri succinte ale particularităților celorlalte scheme conceptuale de microhidrocentrale.

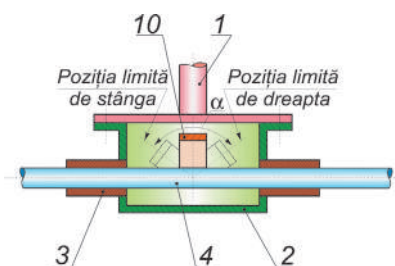
## 2.2.2. Scheme conceptuale de microhidrocentrale

### 2.2.2.1. Microhidrocentrale cu ax vertical și pale drepte sau curbilinii

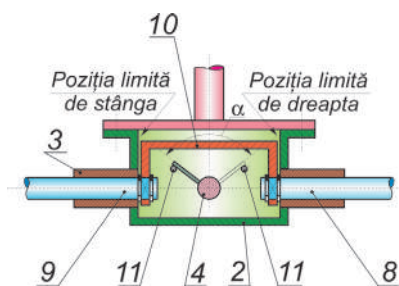
În baza unui studiu amplu efectuat, a fost propusă o schemă conceptuală de microhidrocentrală cu ax vertical (fig. 2.13,a), care include un organ de lucru cu patru pale cu ax vertical și palete horizontale plane [7]. Organul de lucru include axul principal *1*, legat rigid cu paharul *2*, în locașurile *3* ale căruia sunt instalați cu posibilitatea de a se roti osiile *4* și *5*. Pe extremitățile osiilor *4* și *5* sunt fixate palele *6* și *7*, amplasate reciproc sub un unghi ascuțit ( $<90^\circ$ ). Osia *4* este executată integră (fig. 2.13,b), iar osia *5* – din două părți separate *8* și *9*, legate între ele rigid cu o piesă intermediară *10*. Piesa intermediară *10* permite părților *8* și *9* ale osiei *5* să se rotească alternativ în limitele unghiului  $\alpha$  (fig. 2.13,b), asigurat de osia *4*. Osia *4*, la rândul său, are posibilitatea de a se roti sub unghiul  $\alpha$  limitat de limitatoarele *11* (fig. 2.13,c). La extremitățile paletelor *6* și *7* sunt fixate rigid aripioarele *12* și *13*, orientate sub un unghi față de restul paletei. Axul principal *1*, la rândul său este legat cu osiile multiplicatorului *14* și, ulterior, cu generatorul *15*. Platforma *16*, pe care sunt



a.



b (A-A).



c (B-B).

Fig. 2.13. Schema microhidrocentralei cu ax vertical și palete orizontale cu profil drept.

fixați generatorul 15 și multiplicatorul 14, este fixată pe o bază de țârm cu ajutorul mecanismului paralelogram 17.

Stația hidraulică funcționează în modul următor: osiile 4, 5 cu paletele 6 și 7 sunt amplasate în apa curgătoare a râului. Una din palete nimerește în curentul de apă, sub a cărui acțiune se va deplasa, rotind axul principal sub un unghi, până când iese de sub acțiunea curentului de apă. În acest moment, în calea curentului este adusă de axul principal o altă paletă. Paleta care a ieșit de sub acțiunea curentului de apă este deplasată de axul principal împotriva curentului de apă. Pentru a micșora rezistența la mișcarea paletei împotriva curentului, aripioarele 12 și 13, acționate de curentul de apă, rotesc paletele 6 și 7 (când ele se află în poziția împotriva curentului de apă), scoțându-le de sub acțiunea curentului, micșorând esențial rezistența. În același timp, pala amplasată pe cealaltă extremitate a osiei, va fi rotită sub unghiul  $\alpha$  în poziția de maximă rezistență (în poziția de lucru). Astfel va fi asigurată poziția cu maximă rezistență a paletei (poziția de lucru) și poziția de minimă rezistență (poziția mișcării paletei împotriva curentului de apă). Mișcarea de rotație a axului principal 1 se multiplică în multiplicatorul 14 și se transmite mai departe generatorului 15, care produce curent electric. Mecanismul paralelogram 17 asigură poziția verticală a axului principal 1 pentru orice nivel al apei curgătoare. Neajunsul acestei scheme este coeficientul de conversiune relativ redus al energiei cinetice a apei în energie electrică (simultan, în procesul de conversiune participă în medie doar

o paletă din cele 4 și folosesc doar presiunea apei, exercitată pe suprafața paletei).

Mărirea numărului paletelor în rotorul microhidrocentralei din fig. 2.14 [8] asigură o uniformitate mai înaltă a turației arborelui generatorului și un grad mai înalt de conversiune. În același timp, posedă o construcție mai complicată, necesitând un mecanism de orientare a paletelor mai complicat. Forma curbilinie a paletelor 2' asigură un coeficient mai înalt de conversiune și un grad redus de turbulență a apei.

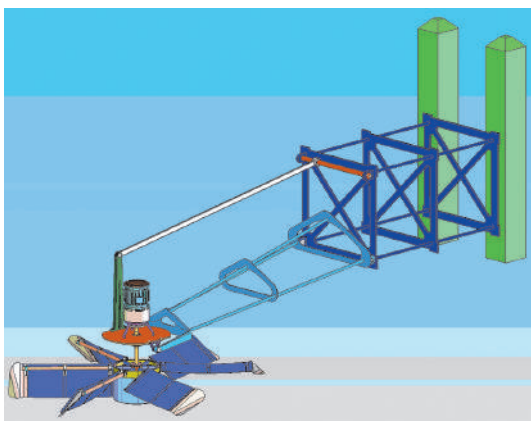


Fig. 2.14. Schema microhidrocentralei cu ax vertical și palete orizontale cu profil curbiliniu.

#### 2.2.2.2. Microhidrocentrale cu ax vertical și pale cu profil hidrodinamic

În *microhidrocentrala* (fig. 2.15) [9], turbina 1 include palele 2, executate cu profil hidrodinamic și montate pe osiile 3, fixate cu partea de sus în capetele extreme ale barelor 4, cu posibilitatea rotirii în jurul axelor lor. Poziția paletelor 2 la unghiul  $\alpha$  față de direcția de curgere a apei este asigurată de mecanismul de reglare 5.

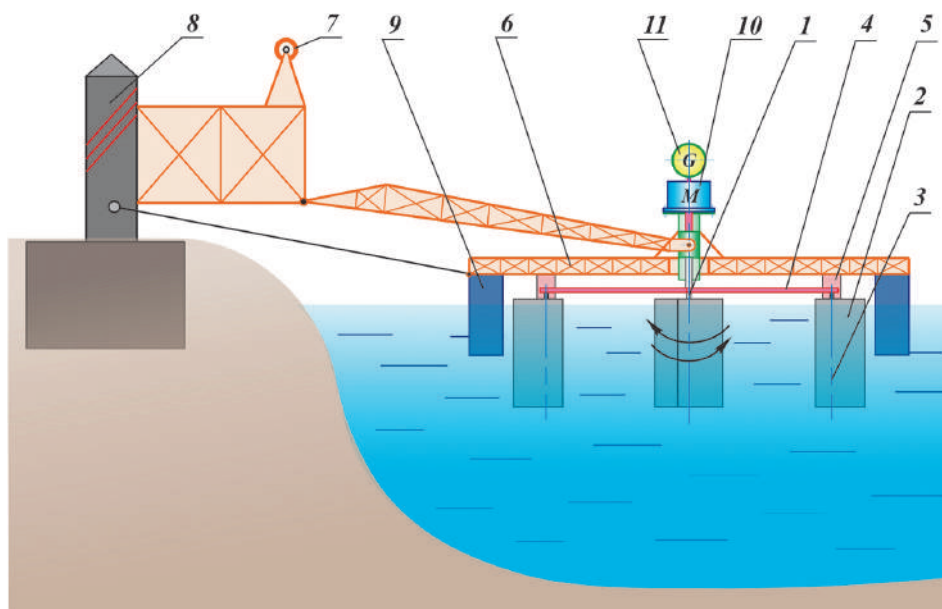


Fig. 2.15. Microhidrocentrală flotantă cu mecanism de orientare a paletelor.

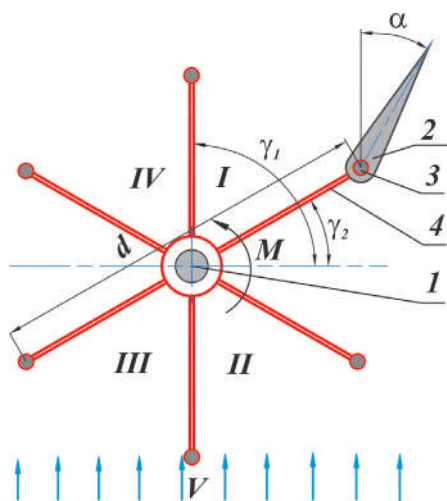


Fig. 2.16. Poziționarea palei față de curenții de apă.

Platforma 6 este asigurată suplimentar cu un trolieu 7, fixat pe ferma montată imobil pe pilonul de țârm 8. Turbina 1 împreună cu paletel 2 este amplasată în fluxul de apă a râului. Poziția lor față de nivelul apei este reglată de corpurile plutitoare 9 și de înșeși palele 2, care sunt cave. Rotorul multipal este legat cinematic și coaxial prin intermediul multiplicatorului 10 cu generatorul electric 11. Pentru deservirea tehnică a turbinei 1, care necesită scoaterea ei din apă, este utilizat trolieul 7. Pala 2 (fig.2.16) este poziționată față de cursul apei la un unghi  $\alpha$ , care este variabil în funcție de poziția acesteia față de direcția de curgere a apei.

Componentele forței  $F$ , care acționează asupra palei se determină din relațiile:

$$F_x = C_x \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S, \quad F_y = C_y \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S, \quad (2.1)$$

unde  $\rho$  este densitatea apei;

$v$  – viteza liniară a fluxului de apă;

$s$  – aria paletei;

$C_x, C_y$  – coeficienții de portanță și de rezistență ai profilului palei.

Coeficienții  $C_x$  și  $C_y$  depind de unghiul de atac  $\alpha$  al palei (unghiul dintre pală și direcția fluxului de apă) și forma profilului, și se determină fie experimental, fie prin calcule numerice. Momentul de torsiune dezvoltat de o paletă este dat de formula:

$$M = F_\tau \cdot \frac{d}{2} = (\cos \gamma \cdot F_y - \sin \gamma \cdot F_x) \frac{d}{2}, \quad (2.2)$$

unde  $F_\tau$  este proiecția forței  $F$  pe tangenta dusă la traiectoria de mișcare a axei palei.

Momentul de torsiune sumar include și componenta generată de forța de rezistență  $F_h$ . Momentul de torsiune generat de turbină se compune din momentele de torsiune generate de fiecare pală în parte. Momentan, doar una din paletel nu va genera moment pozitiv (ea va genera un moment negativ – de rezistență). Astfel, momentul de torsiune generat de turbina propusă va fi esențial mai mare decât cea produsă de turbinele existente la aceiași parametri geometrici (dimensiuni ale palelor) și cinematically ai apei. Microhidrocentrala propusă permite transformarea ener-

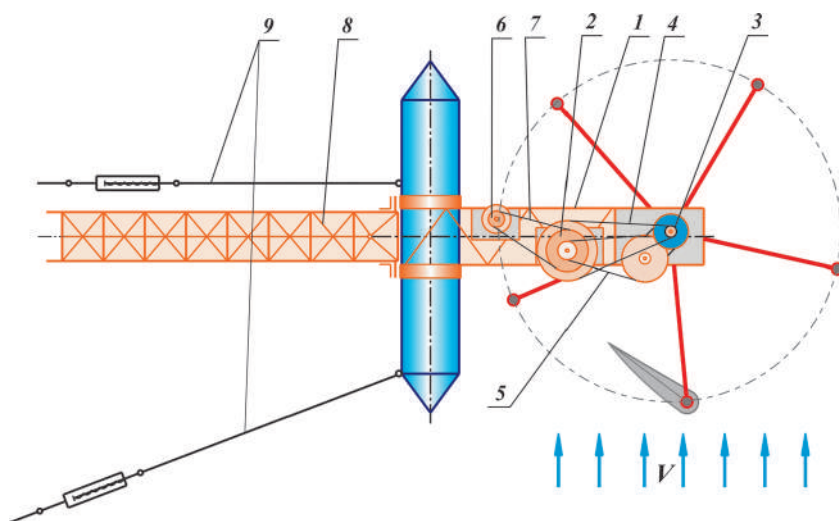


Fig. 2.17. Microhidrocentrală flotantă cu generator electric și pompă hidraulică.

giei cinetice a fluxului apei în energie mecanică sau electrică cu un coeficient sporit de utilizare a energiei apei.

**În microhidrocentrala flotantă** (fig. 2.17) [10], pe structura de rezistență 1 este amplasată suplimentar o pompă centrifugă 2, care este legată cinematic cu axul rotorului multipol 3 prin intermediul transmisiilor prin curea 4 și 5. Generatorul electric 6 este legat cu axul rotorului multipol prin intermediul transmisiilor cu curea 4 și 7. De asemenea, structura de rezistență 1 este legată cu țărnul prin intermediul fermei metalice 8 și a cablurilor de susținere cu tiranți 9.

**În microhidrocentrala flotantă** (fig. 2.18,a) [11] rotorul 1 conține un număr impar de pale 2, care sunt montate cu posibilitatea rotirii pe axe verticale  $O'-O'$  (fig.2.18,b), fixate pe capătul extrem al fiecărei bare orizontale 3. Pe cadrul 4, în partea din față (prin care trece fluxul apei), este instalată rigid bara 5, pe care, în fața hidroturbinei relativ la direcția fluxului apei, este fixat un traductor 6, care determină direcția fluxului apei, legat cu mecanismul de rotație 7. Fluxul apei se mișcă în direcția indicată de vectorul  $V_0$  (fig.2.18,b). Unghiul de atac al paletelor este unghiul  $\gamma$ , format de coarda suprafeței hidrodinamice și liniile de acțiune ale vectorului fluxului apei  $V_0$  și care este dependent de forma suprafeței hidrodinamice și poziția în plan a acesteia. La schimbarea direcției curenților de apă datorită schimbării debitului de apă și a albiei râului curenții de apă vor devia cu unghiul  $\Delta\alpha$ , modificându-se unghiul de atac  $\gamma$ . Pentru respectarea unghiului de atac, optim din punct de vedere al conversiei, este necesară corecția poziției tuturor paletelor cu unghiul  $\pm\Delta\alpha$ . La schimbarea direcției fluxului apei poziționarea tuturor paletelor 2 se corectează concomitent cu unghiul  $\pm\Delta\alpha$  cu ajutorul mecanismului de rotație 7:

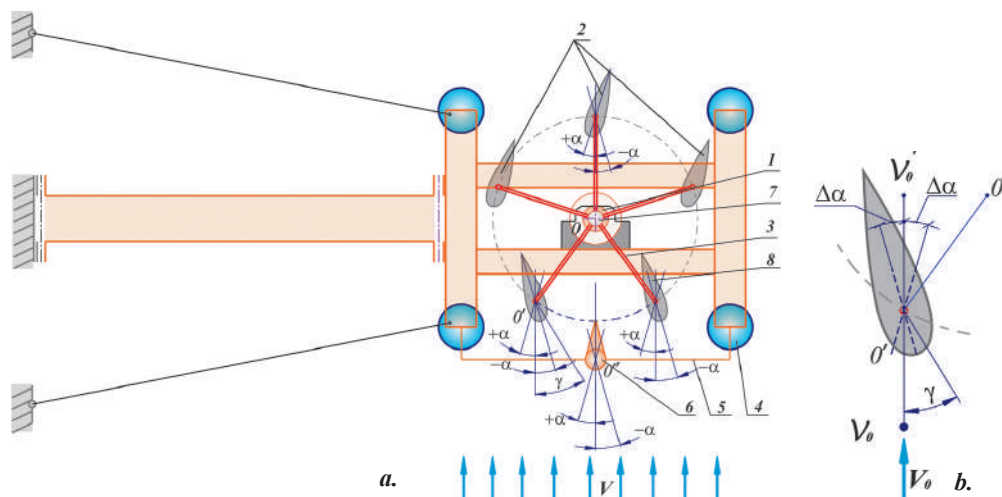


Fig. 2.18. Microhidrocentrală flotantă cu compensarea influenței schimbării direcției de curgere a curenților de apă.

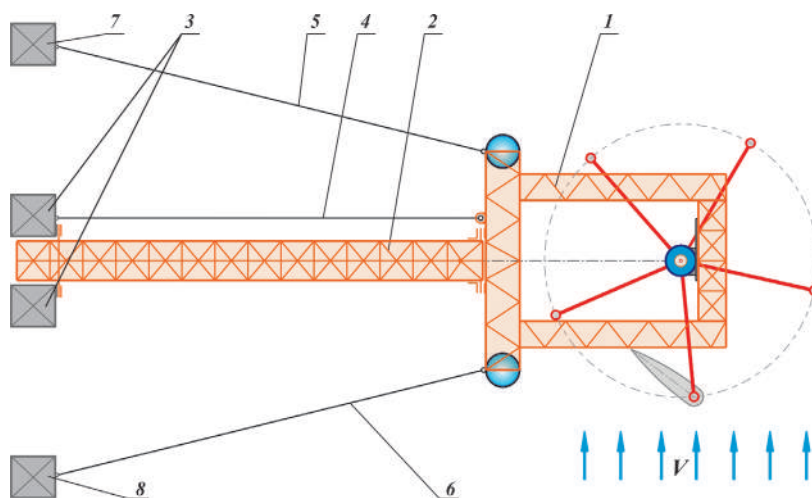


Fig. 2.19. Microhidrocentrală flotantă cu cabluri de detensionare a legăturii cu țărmlul.

$$\gamma_{1,2} = \gamma \pm \Delta\alpha. \quad (2.3)$$

În *microhidrocentrala flotantă* (fig. 2.19) [12] structura metalică 1 este legată articulat prin intermediul fermei metalice 2 cu pilonii de țărml 3. Pentru detensionarea legăturilor articulate „fermă 2 – structura metalică 1” și „ferma 2 – pilonii de țărml 3” sunt prevăzute cablul 4, instalat paralel cu ferma metalică 2 și legat cu acelaș pilon 3, și cablurile laterale 5 și 6, legate cu pilonii laterali 7 și, respectiv, 8.



În *microhidrocentrală flotantă* (fig. 2.20) [13,14,15] se propune o soluție tehnică de asigurare a stabilității transversale a platformei 1 a microhidrocentralei flotante, instalate pe corpurile flotante 2 și 3, amplasate de aceeași parte (partea dinspre țărm a axei rotorului 4). Deoarece palele 5 ale rotorului 4 sunt executate cave, forțele Arhimede (hidrostatice) ale paletelor 5 îndeplinesc și ele rolul corpurilor flotante (fig. 2.20,a,b).

Analiza traiectoriei mișcării punctelor de aplicare a forței Arhimede  $F_a$  (punctul N din fig. 2.20,c) a arătat că distanța de la acest punct până la planul, care trece prin axa rotorului 4 ( $O_1-O_2$ , fig. 2.20,b) va varia în funcție de unghiul de poziționare

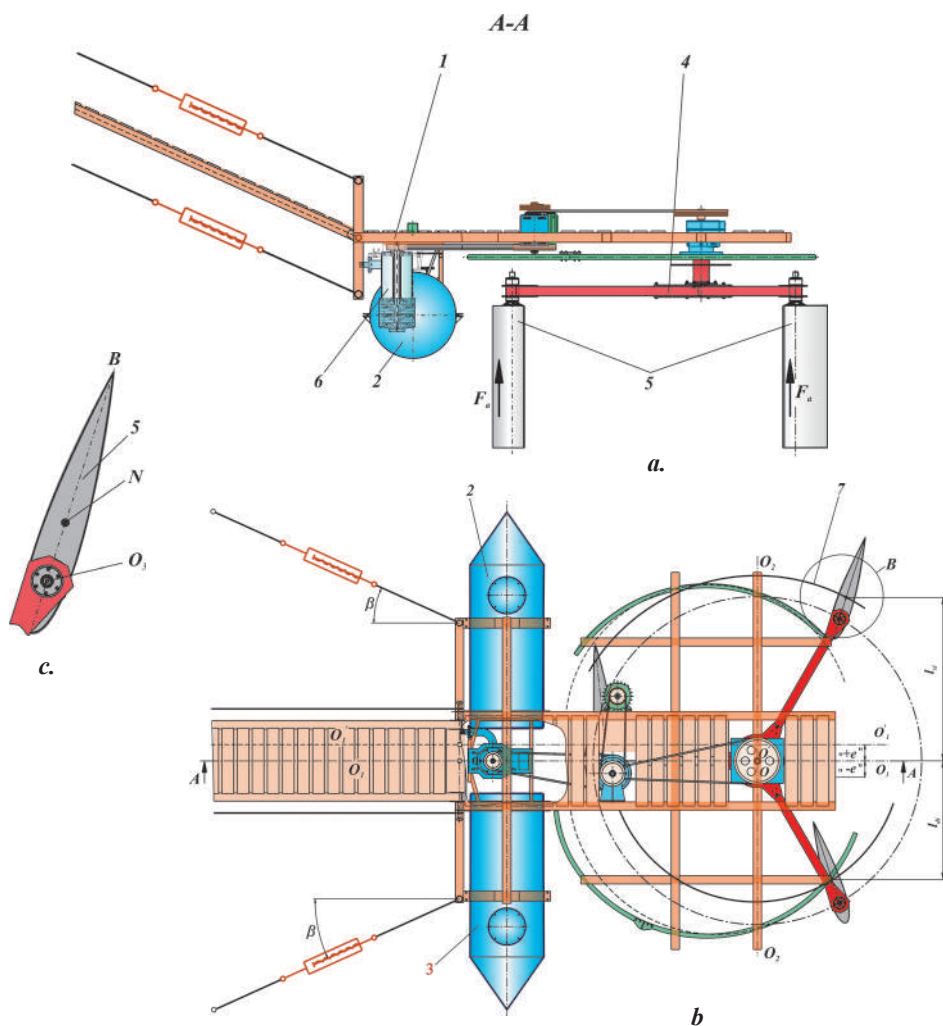


Fig. 2.20. Microhidrocentrală cu stabilitate transversală sporită.

a rotorului. Astfel aceste distanțe pentru palele amplasate în semiplanul superior definit de axa  $O_1O_1-OO$  diferă de distanțele respective pentru palele amplasate în semiplanul inferior. Migrațiunea punctelor de aplicare a forțelor Arhimede provoacă momentul de răsturnare:

$$M_r = M_{\Sigma as} - M_{\Sigma ad} \quad (2.4)$$

unde  $M_{\Sigma as}$  este momentul sumar dezvoltat de forțele Arhimede, care acționează asupra palelor, amplasate momentan în semiplanul superior;

$M_{\Sigma ad}$  – momentul sumar dezvoltat de forțele Arhimede, care acționează asupra paletelor, amplasate momentan în semiplanul inferior.

Momentele sumare dezvoltate de forțele Arhimede, care acționează asupra palelor sunt determinate din relațiile:

$$M_{\Sigma as} = \Sigma F_{ai} \cdot l_{si} \quad \text{și} \quad M_{\Sigma ad} = \Sigma F_{ai} \cdot l_{di} \quad (2.5)$$

unde  $F_{ai}$  sunt forțele Arhimede, care acționează asupra palelor 5, amplasate momentan în semiplanul superior;

$l_{si}$  – distanța de la punctul de aplicare a forței Arhimede asupra palelor 5, amplasate momentan în semiplanul superior;

$l_{di}$  – distanța de la punctul de aplicare a forței Arhimede asupra palelor 5, amplasate momentan în semiplanul inferior.

Distanțele  $l_{si}$  și  $l_{di}$  se calculează din relația:

$$l^2 = R^2 + c_M^2 + 2Rc_M \cos(\alpha + \varphi), \quad (2.6)$$

unde  $R$  este raza rotorului 4;

$c_M$  – distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a palei de rotorul turbinei;

$\alpha$  – unghiul format de coarda palei și direcția de curgere a apei;

$\varphi$  – unghiul format de brațul rotorului și direcția perpendiculară pe cursul apei.

Pentru compensarea acestui moment de răsturnare  $M_r$ , se propune amplasarea axei rotorului 10 în planul  $O'_1 - O'_1$  deplasat la distanța  $e$  față de planul de simetrie longitudinală a corpurilor flotante  $O_1 - O_1$ . Distanța  $e$  se calculează cu relația

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (2.7)$$

unde  $n$  este numărul palelor rotorului, iar  $y_i$  este distanța de la centrul de aplicare a forței Arhimede la pala  $i$  până la planul de simetrie longitudinală (fig. 2.20,c). Pentru fiecare pală distanța  $y_i$  se calculează cu relația:

$$y_i = c_M \cos \alpha + R \sin\left(\varphi + (i-1) \frac{360^\circ}{n}\right), \quad (2.8)$$

unde  $R$  este raza rotorului;

$c_M$  – distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a palei de rotorul turbinei,  $O_i N_i$  în fig. 2.20,c;

$n$  – numărul palelor rotorului.

Astfel distanța  $e$  se calculează cu relația:

$$e = c_M \cdot \cos \alpha, \quad (2.9)$$

unde  $\alpha$  este unghiul format de coarda palei și direcția de curgere a apei.

### 2.2.3. Cercetarea factorilor de influență asupra eficienței conversiei energiei cinetice și elaborarea rotorului hidrodinamic

#### 2.2.3.1. Fundamentarea teoretică a alegerii profilului hidrodinamic al palei în secțiune normală

Se consideră profilul simetric al palei, aflat într-un curent de fluid care se mișcă uniform cu viteza  $\vec{V}_\infty$  (fig. 2.21). În punctul de fixare  $O'$  a palei simetrice cu brațul  $OO'$  considerăm două sisteme de coordonate, și anume: sistemul  $O'xy$  cu axa  $O'y$

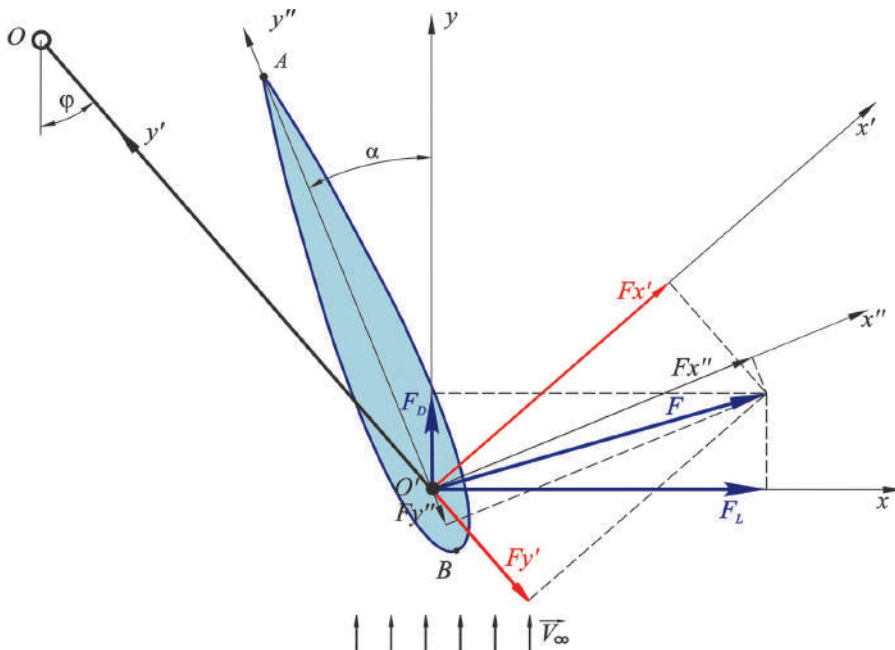


Fig. 2.21. Pală cu profil hidrodinamic.

orientată în direcția vectorului viteză  $\vec{V}_\infty$ , iar axa  $O'x$  normală la aceasta direcție; și sistemul  $O'x'y'$  cu axa  $O'y'$  orientată în direcția brațului  $O'O$ , iar axa  $O'x'$  normală la această direcție. Punctul  $A$  corespunde bordului de fugă, iar punctul  $B$  corespunde bordului de atac. Unghiul de atac  $\alpha$  este unghiul dintre coarda  $AB$  a profilului și direcția vectorului viteză  $\vec{V}_\infty$ , iar unghiul de poziționare  $\varphi$  este unghiul dintre direcția vectorului viteză și brațul  $O'O$ .

Forța hidrodinamică  $\vec{F}$  are componentele în direcțiile  $O'x$  și  $O'y$ , numite forță de portanță și forță de rezistență:

$$F_L = \frac{1}{2} C_L \rho V_\infty^2 S_p, \quad (2.10)$$

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho V_\infty^2 S_p, \quad (2.11)$$

unde  $\rho$  este densitatea fluidului,  $V_\infty$  este viteza curentului,  $S_p = ch$  ( $c$  este lungimea corzii  $AB$ ,  $h$  este înălțimea palei) reprezintă aria suprafeței laterale a palei, iar  $C_L$  și  $C_D$  sunt coeficienții hidrodinamici adimensionali, numiți coeficientul de portanță (lift) și coeficientul de rezistență (drag). Coeficienții hidrodinamici  $C_L$  și  $C_D$  sunt funcții de unghiul de atac  $\alpha$ , numărul Reynolds  $Re$  și forma hidrodinamică a profilului palei. Componentele forței hidrodinamice în sistemul de coordonate  $O'x'y'$  sunt

$$\begin{aligned} F_{x'} &= -F_L \sin \varphi + F_D \cos \varphi, \\ F_{y'} &= F_L \cos \varphi + F_D \sin \varphi. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Momentul de torsiune la arborele rotorului  $OO'$  dezvoltat de pala  $i$  este

$$T_{r,i} = F_{x'} \cdot |OO'|, \quad (2.13)$$

iar momentul de torsiune total dezvoltat de toate palele este

$$T_{r\Sigma} = \sum_{i=1}^{N_{pal}} T_{r,i}, \quad (2.14)$$

unde  $N_{pal}$  este numărul palelor rotorului.

În general, forța hidrodinamică nu are punctul de aplicație în originea sistemului de axe ale palei  $O'$ , astfel că produce un moment resultant. Momentul produs este determinat în raport cu un anumit punct de referință. Drept punct de referință vom considera punctul situat la distanța de  $1/4$  de coardă de la bordul de atac  $B$ . Momentul, numit și momentul de tangaj, se calculează după formula:

$$M = \frac{1}{2} C_M \rho V_\infty^2 c S_p, \quad (2.15)$$

unde  $C_M$  reprezintă coeficientul de moment al profilului.

Profilul hidrodinamic va fi ales din familia profilurilor aerodinamice NACA. În cadrul acestei familii, profilurile sunt exprimate ca funcții de 3 variabile, și anume: curbura maximă  $C_{max}$ , locația curburii maxime  $x_{C,max}$  și grosimea maximă  $G_{max}$  (fig. 2.22). De exemplu, profilul NACA 5416 are 5% curbură maximă, situată la 40% a corzii și are grosimea de 16%, procente fiind calculate din lungimea corzii. Coordonatele profilului se obțin prin combinarea coordonatelor liniei curburii medii și a distribuției grosimii (fig. 2.23).

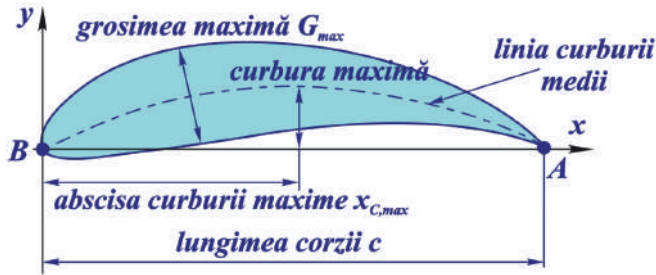


Fig. 2.22. Parametrii de formă a profilului din familia NACA cu 4 cifre.

Astfel, un punct pe suprafața profilului va avea coordonatele

$$\begin{aligned} x_s &= x - y_G \sin \psi, \\ y_s &= y_C + y_G \cos \psi \end{aligned} \quad (2.16)$$

și

$$\begin{aligned} x_l &= x + y_G \sin \psi, \\ y_l &= y_C - y_G \cos \psi, \end{aligned} \quad (2.17)$$

unde  $(x_s, y_s)$  și  $(x_l, y_l)$  sunt coordonatele punctelor situate pe suprafața superioară și respectiv inferioară a profilului,  $y_G = y_G(x)$  este distribuția grosimii în funcție de abscisa  $x$ , iar  $\psi$  este unghiul dintre tangenta la linia curburii medii și axa absciselor (fig. 2.23). Distribuția grosimii  $y_G$  este furnizată de ecuația

$$y_G = 5G_{max} c \left( 0,2969 \sqrt{\frac{x}{c}} - 0,126 \frac{x}{c} - 0,3537 \left( \frac{x}{c} \right)^2 + 0,2843 \left( \frac{x}{c} \right)^3 - 0,1015 \left( \frac{x}{c} \right)^4 \right),$$

unde  $G_{max}$  este grosimea maximă, iar  $c$  este coarda profilului. Linia curburii medii este definită după cum urmează:

$$y_c = \begin{cases} \frac{C_{\max}}{x_{C,\max}^2} \left( 2x_{C,\max} \frac{x}{c} - \left( \frac{x}{c} \right)^2 \right), & \text{dacă } \frac{x}{c} \leq x_{C,\max} \\ \frac{C_{\max}}{(1-x_{C,\max})^2} \left( 1 - 2x_{C,\max} + 2x_{C,\max} \frac{x}{c} - \left( \frac{x}{c} \right)^2 \right), & \text{dacă } \frac{x}{c} > x_{C,\max} \end{cases},$$

unde  $C_{\max}$  este valoarea curburii maxime, iar  $x_{C,\max}$  este abscisa curburii maxime.

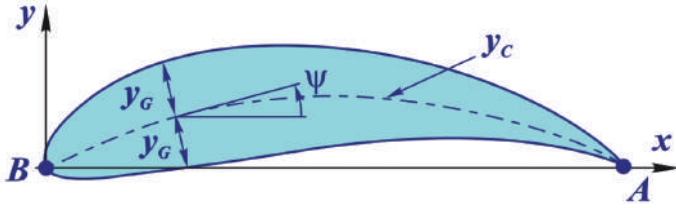


Fig.2.23. Profil hidrodinamic obținut prin combinarea liniei curburii medii și distribuției grosimii.

În cazul profilurilor simetrice și cu lungimea corzii unitară (profiluri ce vor fi utilizate în calculul coeficienților hidrodinamici) curbura este nulă ( $C_{\max} = 0$  și  $x_{C,\max} = 0$ ), iar linia curburii medii va coincide cu axa absciselor ( $\psi = 0$  și  $y_c = 0$ ). Astfel, ecuațiile (2.16) și (2.17) devin:

$$\begin{aligned} x_S &= x, \\ y_S &= y_G \end{aligned} \quad (2.18)$$

și

$$\begin{aligned} x_I &= x, \\ y_I &= -y_G, \end{aligned} \quad (2.19)$$

unde funcția de distribuție a grosimii are forma:

$$y_G = 5G_{\max} \left( 0,2969\sqrt{x} - 0,126x - 0,3537x^2 + 0,2843x^3 - 0,1015x^4 \right). \quad (2.20)$$

### 2.2.3.2. Determinarea coeficienților hidrodinamici $C_L$ și $C_M$ . Mișcarea potențială plană

Pentru simplitate, coarda profilului se consideră unitară. Inițial, fluidul este considerat incompresibil și nevâscos, iar mișcarea sa plană și potențială [16]. În cazul unui fluid incompresibil în mișcare plană, componentele vitezei  $\vec{V} = (u, v)$  într-un punct  $P(x, y)$  sunt date de relațiile:

$$\begin{aligned} u(x, y) &= \frac{\partial \Phi}{\partial x}, \\ v(x, y) &= \frac{\partial \Phi}{\partial y}, \end{aligned} \quad (2.21)$$

unde  $\Phi$  este potențialul mișcării, care se obține prin suprapunerea unui curent uniform de viteză  $\vec{V}_\infty = (V_\infty \cos \alpha, V_\infty \sin \alpha)$  cu o distribuție de surse și o distribuție de vârtejuri amplasate pe conturul profilului  $C$ . Cu alte cuvinte, potențialul este descompus sub forma:

$$\Phi = \Phi_\infty + \Phi_S + \Phi_V, \quad (2.22)$$

unde potențialul curentului uniform este dat de formula:

$$\Phi_\infty = V_\infty x \cos \alpha + V_\infty y \sin \alpha, \quad (2.23)$$

potențialul distribuției de surse de intensitate  $q(s)$  este dat de formula:

$$\Phi_S = \oint_C \frac{q(s)}{2\pi} \ln(r) ds, \quad (2.24)$$

iar potențialul distribuției de vârtejuri de intensitate  $\gamma(s)$  este dat de formula:

$$\Phi_V = -\oint_C \frac{\gamma(s)}{2\pi} \theta ds. \quad (2.25)$$

În relațiile (2.24, 2.25),  $s$  reprezintă distanța măsurată de-a lungul conturului  $C$ , iar  $(r, \theta)$  sunt coordonatele polare ale punctului  $P'(x, y)$  raportate la punctul de pe contur corespunzător distanței  $s$  (fig.2.24).

Prin urmare, potențialul în punctul  $P'(x, y)$  este dat de formula:

$$\Phi(P') = V_\infty x \cos \alpha + V_\infty y \sin \alpha + \oint_C \frac{q(s)}{2\pi} \ln(r) ds - \oint_C \frac{\gamma(s)}{2\pi} \theta ds. \quad (2.26)$$

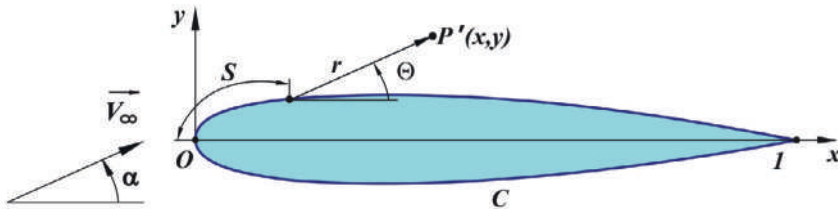


Fig. 2.24. Mișcarea potențială a fluidului în jurul conturului  $C$ .

Pentru a calcula potențialul mișcării  $\Phi$  se folosește o metodă de colocație și anume: frontiera profilului  $C$  este aproximată cu o linie poligonală închisă

$$C \approx \bigcup_{j=1}^N E_j,$$

laturile  $E_j$  având vârfurile  $P_j$  și  $P_{j+1}$  situate pe  $C$ . Vârfurile  $P_j$  se aleg astfel încât densitatea lor să fie mai mare în vecinătatea bordului de atac și bordului de fugă. Vom folosi discretizarea indusă de nodurile Cebyshev (fig. 2.25). Astfel, pentru a obține  $2N$  elemente de frontieră  $E_j$ , semicercul este divizat în  $N$  arce de lungime egală, iar coordonatele corespunzătoare se găsesc cu formula

$$\frac{x_i}{c} = \frac{1}{2} \left( 1 - \cos \left( \frac{(i-1)\pi}{N+1} \right) \right), i = 1, 2, \dots, N.$$

De exemplu, pentru a obține 18 elemente de frontieră pentru un profil cu coardă unitară (fig. 2.25), se va considera  $\Delta\beta = \pi/9$ , iar abscisele corespunzătoare se vor găsi cu formula

$$x_i = \frac{1 - \cos((i-1)\Delta\beta)}{2}.$$

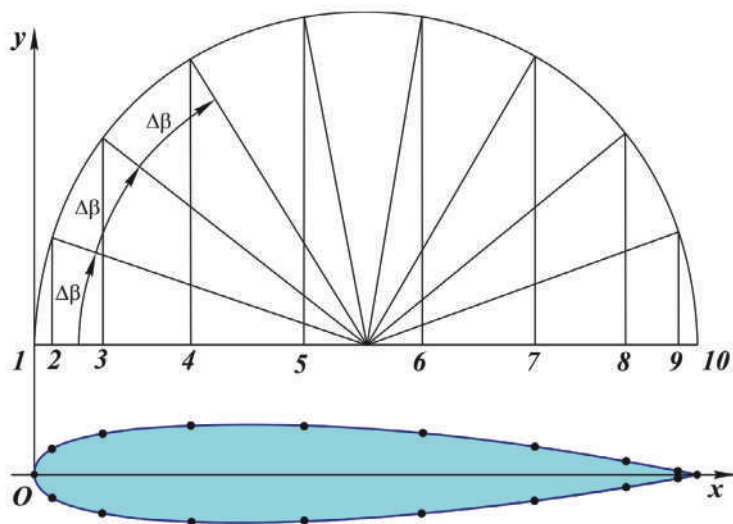


Fig. 2.25. Discretizarea conturului  $C$ .

Numerotarea vârfurilor începe de la bordul de fugă pe latura inferioară în direcția bordului de atac, trecând în continuare pe latura superioară (fig. 2.26). Se consideră că intensitatea vârtejurilor  $\gamma(s)$  distribuite pe profilul  $C$  este constantă pe



frontieră, având valoarea  $\gamma$ , iar intensitatea surselor  $q(s)$  distribuite pe profil este constantă pe fiecare element de frontieră  $E_j$ , având valoarea  $q_j$ , unde  $j = 1, \dots, N$ . Cu aceste precizări, ecuația (2.26) devine:

$$\Phi = V_\infty x \cos \alpha + V_\infty y \sin \alpha + \sum_{j=1}^N \oint_{E_j} \left( \frac{q_j}{2\pi} \ln(r) - \frac{\gamma}{2\pi} \theta \right) ds, \quad (2.27)$$

necunoscutele fiind  $\gamma$  și  $q_j, j = 1, \dots, N$ .

Fie elementul de frontieră  $E_j$  cu vârfurile  $P_j$  și  $P_{j+1}$  (fig. 2.27). Versorii normal și tangent ai elementului  $E_j$  sunt dați de formulele:

$$\begin{aligned} n_j &= (-\sin \theta_j, \cos \theta_j), \\ \tau_j &= (\cos \theta_j, \sin \theta_j), \end{aligned} \quad (2.28)$$

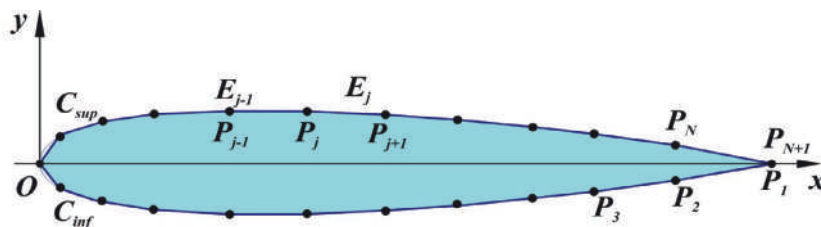


Fig. 2.26. Discretizarea conturului C.

$$\sin \theta_j = \frac{y_{j+1} - y_j}{l_j},$$

$$\cos \theta_j = \frac{x_{j+1} - x_j}{l_j}.$$

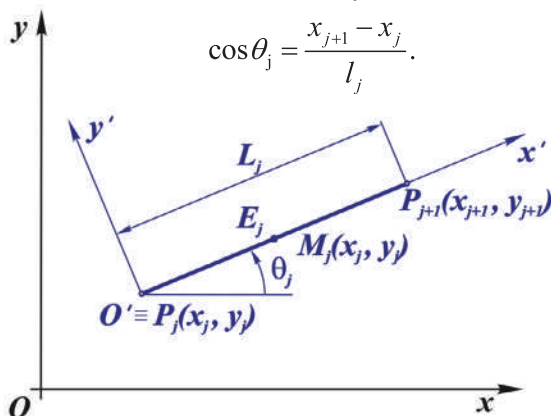


Fig. 2.27. Elementul de frontieră  $E_j$ .

Necunoscutele  $\gamma$  și  $q_j$ , unde  $j = 1, \dots, N$ , din relația (2.27) sunt determinate din condițiile la limită și condiția Kutta. În cazul fluidului nevâscos, condiția la limită este condiția de alunecare pe frontiera profilului presupus impermeabil și rigid, care, în cazul particular al mișcării plane și potențiale a fluidului incompresibil, se scrie sub forma:

$$\vec{V} \cdot \vec{n} = 0, \quad (2.29)$$

unde  $\vec{n}$  este normala la conturul profilului. Se cere satisfacerea condiției (2.29) în punctele de cologație. În calitate de puncte de cologație se aleg punctele  $M_j(\bar{x}_j, \bar{y}_j)$  – mijlocurile laturilor  $E_j$ :

$$\bar{x}_j = \frac{x_j + x_{j+1}}{2}, \quad \bar{y}_j = \frac{y_j + y_{j+1}}{2}, \quad j = 1, \dots, N.$$

Componentele vitezei în punctul de cologație  $M_j$  se notează cu:

Astfel, condiția (2.29) ne furnizează  $N$  relații algebrice:

$$-u_i \sin \theta_i + v_i \cos \theta_i = 0, \quad i = 1, \dots, N \quad (2.30)$$

folosite pentru a determina cele  $N + 1$  necunoscute  $\gamma$  și  $q_j, j = 1, \dots, N$ . Condiția Kutta ne va furniza relația finală și anume:

$$\vec{V} \cdot \vec{\tau} \Big|_{E_1} = \vec{V} \cdot \vec{\tau} \Big|_{E_N}, \quad (2.31)$$

unde  $\vec{\tau}$  este versorul tangent al elementului de frontieră. În notațiile noastre, condiția (2.21) ia următoarea formă:

$$u_1 \cos \theta_1 + v_1 \sin \theta_1 = -u_N \cos \theta_N + v_N \sin \theta_N. \quad (2.32)$$

Componentele vitezei în punctul  $M_i$  sunt determinate de către contribuțiile vitezelor induse de distribuția surselor și vârtejurilor de pe fiecare element de frontieră  $E_j$ :

$$\begin{aligned} u_i &= V_\infty \cos \alpha + \sum_{j=1}^N q_j u_{ij}^s + \gamma \sum_{j=1}^N u_{ij}^v, \\ v_i &= V_\infty \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{ij}^s + \gamma \sum_{j=1}^N v_{ij}^v, \end{aligned} \quad (2.33)$$

unde  $u_{ij}^s, v_{ij}^s, u_{ij}^v, v_{ij}^v$  sunt așa numiții coeficienți de influență. De exemplu,  $u_{ij}^s$  reprezintă componenta în direcția  $x$  a vitezei în punctul  $M_i$ , indusă de distribuția de surse de intensitate unitară de pe elementul  $E_j$ .

Pentru a găsi coeficienții de influență  $u^s_{ij}$ ,  $v^s_{ij}$ ,  $u^v_{ij}$ ,  $v^v_{ij}$  considerăm sistemul de coordonate locale  $O'x'y'$  asociat elementului de frontieră  $E_j$  (fig. 2.27). Coeficienții de influență asociați elementului  $E_j$ ,  $u'$  și  $v'$ , calculați în coordonate locale, se transformă în coordonate globale prin formula:

$$\begin{aligned} u &= u' \cos \theta_j - v' \sin \theta_j, \\ v &= u' \sin \theta_j + v' \cos \theta_j. \end{aligned} \quad (2.34)$$

Câmpul de viteze indus de o sursă de intensitate  $Q$  în coordonate cilindrice este:

$$\vec{V} = \frac{Q}{2\pi r} \vec{e}_r. \quad (2.35)$$

Rescriem ecuația (2.35) în coordonate carteziene și ținem cont că sursa se află în originea sistemului de coordonate cilindrice. Astfel,

$$\begin{aligned} u(x, y) &= \frac{Q}{2\pi} \frac{x}{x^2 + y^2}, \\ v(x, y) &= \frac{Q}{2\pi} \frac{y}{x^2 + y^2}. \end{aligned} \quad (2.36)$$

Integrăm relațiile (2.36) de-a lungul elementului de frontieră de lungime  $L$  ca să obținem vitezele induse de distribuția surselor de intensitate  $q$ :

$$\begin{aligned} u^s &= \int_0^L \frac{q(t)}{2\pi} \frac{x-t}{(x-t)^2 + y^2} dt, \\ v^s &= \int_0^L \frac{q(t)}{2\pi} \frac{y-t}{(x-t)^2 + y^2} dt. \end{aligned} \quad (2.37)$$

Rescriem ecuațiile (2.37) în sistemul de coordonate  $O'x'y'$  pentru surse de intensitate unitară  $q(t) = 1$  și obținem:

$$\begin{aligned} u^{ts}_{ij} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{L_j} \frac{x'_j - t}{(x'_j - t)^2 + y'^2_j} dt, \\ v^{ts}_{ij} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{L_j} \frac{y'_j - t}{(x'_j - t)^2 + y'^2_j} dt. \end{aligned} \quad (2.38)$$

Calculul integralelor din (1.28) ne furnizează relațiile:

$$\begin{aligned}
 u'_{ij} &= -\frac{1}{2\pi} \ln \left( (x'_i - t)^2 + y_i'^2 \right)^{1/2} \Big|_{t=0}^{t=L_j}, \\
 v'_{ij} &= \frac{1}{2\pi} \arctan \left( \frac{y'_i}{x'_i - t} \right) \Big|_{t=0}^{t=L_j}.
 \end{aligned}
 \tag{2.39}$$

Introducem notațiile:  $\beta_{ij}$  – unghiul format de laturile  $P_j M_i$  și  $M_i P_{j+1}$  pentru  $i \neq j$ , și  $\beta_i = \pi$ ,  $i, j = 1, \dots, N$ , iar  $r'_{ij}$  – distanța dintre punctele  $M_i$  și  $P_j$  (fig. 2.28). Cu aceste notații, relațiile (2.39) iau forma:

$$\begin{aligned}
 u'_{ij} &= -\frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{r'_{i,j+1}}{r'_{ij}} \right), \\
 v'_{ij} &= \frac{\alpha_i - \alpha_0}{2\pi} = \frac{\beta_{ij}}{2\pi}.
 \end{aligned}
 \tag{2.40}$$

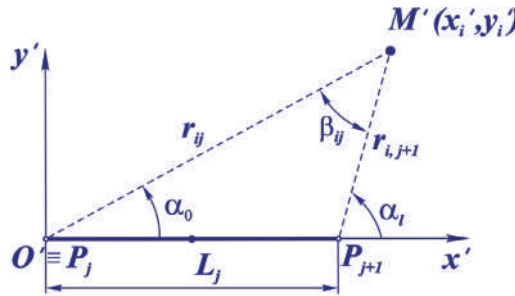


Fig. 2.28. Elementul de frontieră  $E_j$  și parametri de influență.

În continuare, considerăm vitezele induse de vârtejuri de intensitate  $\Gamma$  scrise în coordonate cilindrice:

$$\vec{V} = -\frac{\Gamma}{2\pi r} \vec{e}_\theta.
 \tag{2.41}$$

În coordonatele carteziene (originea sistemului coincide cu locația vârtejului) relația (1.31) se rescrie în forma:

$$\begin{aligned}
 u(x, y) &= \frac{\Gamma}{2\pi} \frac{y}{x^2 + y^2}, \\
 v(x, y) &= -\frac{\Gamma}{2\pi} \frac{x}{x^2 + y^2}.
 \end{aligned}
 \tag{2.42}$$

Utilizând aceeași analiză ca și în cazul distribuției de surse obținem formulele pentru coeficienții de influență induși de distribuția de vârtejuri de intensitate unitară:

$$\begin{aligned} u_{ij}'^v &= \frac{\beta_{ij}}{2\pi}, \\ v_{ij}'^v &= -\frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right). \end{aligned} \quad (2.43)$$

Introducem relațiile (2.40) și (2.43) în (2.34) și obținem relațiile pentru calculul coeficienților de influență:

$$\begin{aligned} u_{ij}^s &= -\frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) \cos \theta_j - \frac{\beta_{ij}}{2\pi} \sin \theta_j, \\ v_{ij}^s &= -\frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) \sin \theta_j + \frac{\beta_{ij}}{2\pi} \cos \theta_j, \\ u_{ij}^v &= \frac{\beta_{ij}}{2\pi} \cos \theta_j - \frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) \sin \theta_j, \\ v_{ij}^v &= \frac{\beta_{ij}}{2\pi} \sin \theta_j + \frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) \cos \theta_j, \end{aligned} \quad (2.44)$$

Substituim expresiile (2.33) în condițiile la limită (2.30) ca să obținem:

$$\begin{aligned} &\left( -V_\infty \cos \alpha - \sum_{j=1}^N q_j u_{ij}^s - \gamma \sum_{j=1}^N u_{ij}^v \right) \sin \theta_i \\ &+ \left( V_\infty \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{ij}^s + \gamma \sum_{j=1}^N v_{ij}^v \right) \cos \theta_i = 0, \quad i = 1, \dots, N. \end{aligned} \quad (2.45)$$

Rescriem aceste relații după cum urmează:

$$\begin{aligned} &(-V_\infty \cos \alpha \sin \theta_i + V_\infty \sin \alpha \cos \theta_i) - \sin \theta_i \sum_{j=1}^N q_j u_{ij}^s + \cos \theta_i \sum_{j=1}^N q_j v_{ij}^s \\ &- \gamma \sin \theta_i \sum_{j=1}^N u_{ij}^v + \gamma \cos \theta_i \sum_{j=1}^N v_{ij}^v = 0, \quad i = 1, \dots, N \end{aligned}$$

sau

$$V_{\infty} (-\cos \alpha \sin \theta_i + \sin \alpha \cos \theta_i) + \sum_{j=1}^N q_j (v_{ij}^s \cos \theta_i - u_{ij}^s \sin \theta_i) + \gamma \left( \cos \theta_i \sum_{j=1}^N v_{ij}^v - \sin \theta_i \sum_{j=1}^N u_{ij}^v \right) = 0, \quad i = 1, \dots, N. \quad (2.46)$$

Notăm:

$$\begin{aligned} b_i &= V_{\infty} (\cos \alpha \sin \theta_i - \sin \alpha \cos \theta_i), \\ A_{ij} &= v_{ij}^s \cos \theta_i - u_{ij}^s \sin \theta_i, \quad i, j = 1, \dots, N \\ A_{i,N+1} &= \cos \theta_i \sum_{j=1}^N v_{ij}^v - \sin \theta_i \sum_{j=1}^N u_{ij}^v. \end{aligned} \quad (2.47)$$

În notațiile (2.47), relațiile (2.46) iau forma:

$$\sum_{j=1}^N A_{ij} q_j + A_{i,N+1} \gamma = b_i, \quad i = 1, \dots, N. \quad (2.48)$$

Se rescriu relațiile din (2.47). Astfel, folosind relațiile (2.44) și identități trigonometrice se obține:

$$A_{ij} = \frac{1}{2\pi} \sin(\theta_i - \theta_j) \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) + \frac{1}{2\pi} \cos(\theta_i - \theta_j) \beta_{ij}. \quad (2.49)$$

Similar,

$$b_i = V_{\infty} \sin(\theta_i - \alpha). \quad (2.50)$$

și

$$A_{i,N+1} = \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^N \left( \cos(\theta_i - \theta_j) \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_j} \right) - \sin(\theta_i - \theta_j) \beta_{ij} \right). \quad (2.51)$$

În cele ce urmează, revenim la condiția Kutta (2.32). Relațiile (2.33) pentru  $i = 1$  și  $i = N$  sunt:

$$\begin{aligned} u_1 &= V_{\infty} \cos \alpha + \sum_{j=1}^N q_j u_{1j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N u_{1j}^v, \\ v_1 &= V_{\infty} \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{1j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N v_{1j}^v, \\ u_N &= V_{\infty} \cos \alpha + \sum_{j=1}^N q_j u_{N,j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N u_{N,j}^v, \\ v_N &= V_{\infty} \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{N,j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N v_{N,j}^v. \end{aligned} \quad (2.52)$$

Substituim expresiile (2.52) în condiția Kutta (2.32) ca să obținem:

$$\begin{aligned}
 & \left( V_{\infty} \cos \alpha + \sum_{j=1}^N q_j u_{1j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N u_{1j}^v \right) \cos \theta_1 \\
 & + \left( V_{\infty} \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{1j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N v_{1j}^v \right) \sin \theta_1 \\
 & + \left( V_{\infty} \cos \alpha + \sum_{j=1}^N q_j u_{N,j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N u_{N,j}^v \right) \cos \theta_N \\
 & + \left( V_{\infty} \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{N,j}^s + \gamma \sum_{j=1}^N v_{N,j}^v \right) \sin \theta_N = 0.
 \end{aligned} \tag{2.53}$$

Rearanjând termenii, relația (2.53) se reduce la:

$$\sum_{j=1}^N A_{N+1,j} q_j + A_{N+1,N+1} \gamma = b_{N+1}, \tag{2.54}$$

unde am introdus notațiile:

$$\begin{aligned}
 b_{N+1} &= -V_{\infty} (\cos \alpha \cos \theta_1 + \sin \alpha \cos \theta_1 + \cos \alpha \cos \theta_N + \sin \alpha \cos \theta_N), \\
 A_{N+1,j} &= u_{1j}^s \cos \theta_1 + v_{1j}^s \sin \theta_1 + u_{N,j}^s \cos \theta_N + v_{N,j}^s \sin \theta_N, \\
 A_{N+1,N+1} &= \sum_{j=1}^N (u_{1j}^v \cos \theta_1 + v_{1j}^v \sin \theta_1 + u_{N,j}^v \cos \theta_N + v_{N,j}^v \sin \theta_N).
 \end{aligned} \tag{2.55}$$

Utilizăm relațiile (2.44) și identități trigonometrice pentru a rescrie expresiile din (2.55) în următoarea formă:

$$\begin{aligned}
 b_{N+1} &= -V_{\infty} \cos(\alpha - \theta_1) + V_{\infty} \cos(\alpha - \theta_N), \\
 A_{N+1,j} &= u_{1j}^{ts} \cos(\theta_j - \theta_1) + u_{N,j}^{ts} \cos(\theta_j - \theta_N) \\
 &\quad - v_{1j}^{ts} \sin(\theta_j - \theta_1) - v_{N,j}^{ts} \sin(\theta_j - \theta_N), \\
 A_{N+1,N+1} &= \sum_{j=1}^N \left( u_{1j}^{tv} \cos(\theta_j - \theta_1) + u_{N,j}^{tv} \cos(\theta_j - \theta_N) \right) \\
 &\quad \left( + v_{1j}^{tv} \sin(\theta_j - \theta_1) + v_{N,j}^{tv} \sin(\theta_j - \theta_N) \right).
 \end{aligned}$$

sau

$$\begin{aligned}
 b_{N+1} &= -V_\infty \cos(\alpha - \theta_1) + V_\infty \cos(\alpha - \theta_N), \\
 A_{N+1,j} &= \frac{1}{2\pi} \left( \beta_{1,j} \sin(\theta_1 - \theta_j) + \beta_{N,j} \sin(\theta_j - \theta_N) \right. \\
 &\quad \left. - \cos(\theta_1 - \theta_j) \ln \left( \frac{r_{1,j+1}}{r_{1,j}} \right) - \cos(\theta_N - \theta_j) \ln \left( \frac{r_{N,j+1}}{r_{N,j}} \right) \right), \\
 A_{N+1,N+1} &= \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^N \left( \beta_{1,j} \cos(\theta_1 - \theta_j) + \beta_{N,j} \cos(\theta_N - \theta_j) \right. \\
 &\quad \left. + \sin(\theta_1 - \theta_j) \ln \left( \frac{r_{1,j+1}}{r_{1,j}} \right) + \sin(\theta_N - \theta_j) \ln \left( \frac{r_{N,j+1}}{r_{N,j}} \right) \right).
 \end{aligned} \tag{2.56}$$

Prin urmare, condițiile la limită (2.30) și condiția Kutta (2.32) ne furnizează un sistem de  $N + 1$  ecuații lineare în  $N + 1$  necunoscute:  $\gamma$  și  $q_j$ , unde  $j = 1, \dots, N$ ,

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=1}^N A_{ij} q_j + A_{i,N+1} \gamma &= b_i, \quad i = 1, \dots, N, \\
 \sum_{j=1}^N A_{N+1,j} q_j + A_{N+1,N+1} \gamma &= b_{N+1},
 \end{aligned} \tag{2.57}$$

unde coeficienții  $A_{ij}$  și  $b_i$ ,  $i, j = 1, \dots, N + 1$  sunt calculați cu formulele (2.49–2.51) și (2.56), care pot fi scrise în următoarea formă:

$$\begin{aligned}
 A_{ij} &= \frac{1}{2\pi} \sin(\Delta_{ij}) \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) + \frac{1}{2\pi} \cos(\Delta_{ij}) \beta_{ij}, \quad i, j = 1, \dots, N, \\
 A_{i,N+1} &= \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^N \left[ \cos(\Delta_{ij}) \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) - \sin(\Delta_{ij}) \beta_{ij} \right], \quad i = 1, \dots, N, \\
 A_{N+1,j} &= \frac{1}{2\pi} \left[ \sin(\Delta_{1j}) \beta_{1,j} + \sin(\Delta_{Nj}) \beta_{N,j} \right. \\
 &\quad \left. - \cos(\Delta_{1j}) \ln \left( \frac{r_{1,j+1}}{r_{1,j}} \right) - \cos(\Delta_{Nj}) \ln \left( \frac{r_{N,j+1}}{r_{N,j}} \right) \right], \\
 A_{N+1,N+1} &= \frac{1}{2\pi} \sum_{j=1}^N \left[ \sin(\Delta_{1j}) \ln \left( \frac{r_{1,j+1}}{r_{1,j}} \right) + \sin(\Delta_{Nj}) \ln \left( \frac{r_{N,j+1}}{r_{N,j}} \right) \right. \\
 &\quad \left. + \cos(\Delta_{1j}) \beta_{1,j} + \cos(\Delta_{Nj}) \beta_{Nj} \right], \\
 b_i &= V_\infty \sin(\theta_i - \alpha), \quad i = 1, \dots, N, \\
 b_{N+1} &= -V_\infty \cos(\theta_1 - \alpha) - V_\infty \sin(\theta_N - \alpha),
 \end{aligned}$$

iar  $\Delta_{ij} = \theta_i - \theta_j$ .



Sistemul linear (2.57) ne furnizează valorile căutate:  $\gamma$  și  $q_j, j = 1, \dots, N$ , cu ajutorul cărora, în continuare, se pot calcula componentele tangențiale ale vitezei în punctele de colocație  $M_j, i = 1, \dots, N$ . Reamintim că componenta normală a vitezei în punctele de colocație este nulă. Componenta tangențială este dată de relația:

$$u_{\tau i} = u_i \cos \theta_i + v_i \sin \theta_i.$$

Substituim relația (2.33) în relația de mai sus ca să obținem:

$$u_{\tau i} = \left( V_\infty \cos \alpha + \sum_{j=1}^N q_j u_{ij}^s + \gamma \sum_{j=1}^N u_{ij}^v \right) \cos \theta_i + \left( V_\infty \sin \alpha + \sum_{j=1}^N q_j v_{ij}^s + \gamma \sum_{i=1}^N v_{ij}^v \right) \sin \theta_i.$$

Regrupăm termenii și utilizăm identități trigonometrice:

$$u_{\tau i} = V_\infty \cos(\alpha - \theta_i) + \sum_{j=1}^N \left( \cos(\theta_j - \theta_i) u_{ij}^s - \sin(\theta_j - \theta_i) v_{ij}^s \right) q_j + \gamma \sum_{j=1}^N \left( \cos(\theta_j - \theta_i) u_{ij}^{sv} - \sin(\theta_j - \theta_i) v_{ij}^{sv} \right).$$

Folosind relațiile (2.44) și notațiile introduse anterior, avem următoarele relații pentru componentele tangențiale ale vitezei:

$$u_{\tau i} = \cos(\theta_i - \alpha) V_\infty + \sum_{j=1}^N \frac{q_j}{2\pi} \left[ \sin(\Delta_{ij}) \beta_{ij} - \cos(\Delta_{ij}) \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) \right] + \sum_{j=1}^N \frac{\gamma}{2\pi} \left[ \sin(\Delta_{ij}) \ln \left( \frac{r_{i,j+1}}{r_{ij}} \right) - \cos(\Delta_{ij}) \beta_{ij} \right]. \quad (2.58)$$

Ecuția Bernoulli  $p + \frac{1}{2} \rho V^2 = p_\infty + \frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2$  implică

$$p = p_\infty + \frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2 - \frac{1}{2} \rho V^2.$$

Astfel, coeficientul local de presiune poate fi rescris după cum urmează:

$$C_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2} = 1 - \frac{V^2}{V_\infty^2}. \quad (2.59)$$

Prin urmare, coeficientul local de presiune pe conturul discretizat al profilului se poate calcula prin relația:

$$C_{p,i} = 1 - \left( \frac{u_{ri}}{V_\infty} \right)^2, \quad (2.60)$$

unde componentele  $u_{ri}$  sunt furnizate de formula (2.58).

Forțele hidrodinamice, care acționează pe elementul de frontieră  $E_j$ , sunt date de relațiile:

$$\begin{aligned} f_{xj} &= C_{p,j} (y_{j+1} - y_j), \\ f_{yj} &= C_{p,j} (x_{j+1} - x_j), \end{aligned} \quad (2.61)$$

iar momentele de tangaj în raport cu punctul de referință  $(x_{ref}, y_{ref}) = (c/4, 0)$ , se calculează prin formulele:

$$c_{m,j} = -f_{xj} \left( \frac{y_{j+1} - y_j}{2} \right) + f_{yj} \left( \frac{x_{j+1} - x_j}{2} - \frac{c}{4} \right). \quad (2.62)$$

Forța totală este suma contribuțiilor fiecărui element de frontieră:

$$\begin{aligned} F_x &= \sum_{j=1}^N f_{xj}, \\ F_y &= \sum_{j=1}^N f_{yj}, \end{aligned} \quad (2.63)$$

iar coeficienții de portanță și de moment se calculează după cum urmează:

$$C_L = -F_x \sin \alpha + F_y \cos \alpha, \quad (2.64)$$

$$C_M = \sum_{j=1}^N c_{m,j}. \quad (2.65)$$

Analiza prezentată în această secțiune a fost implementată într-un program numeric scris în Matlab. Cu scopul de a valida rezultatele numerice se efectuează o analiză a convergenței. Astfel, în fig. 2.29 se prezintă coeficientul de portanță  $C_L$  calculat pentru profilul aerodinamic NACA 0016 (cu coarda de lungime  $l$ ) și unghiul de atac  $\alpha = 15^\circ$  în funcție de numărul de elemente de frontieră  $N$  (fig.2.29,a) și în funcție de  $1/N$ .

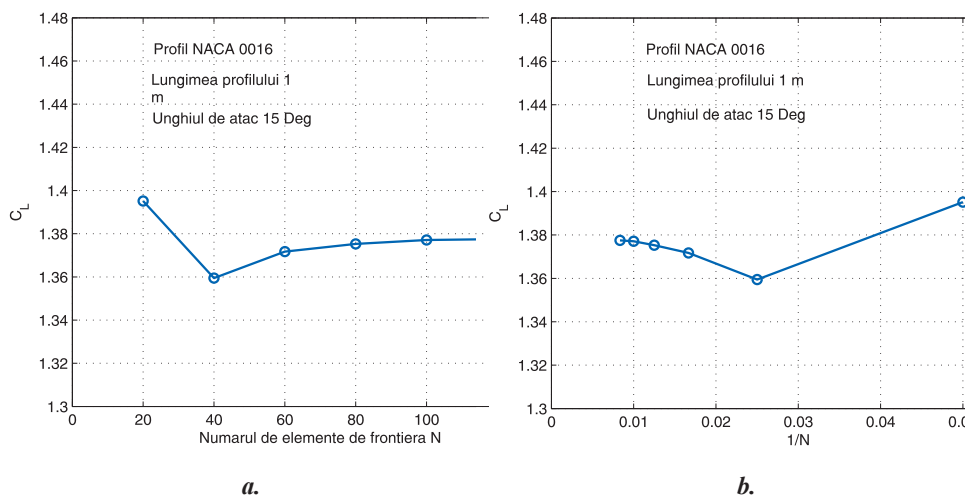


Fig. 2.29. Coeficientul de portanță funcție de numărul de elemente de frontieră  $N$  (a) și  $1/N$  (b).

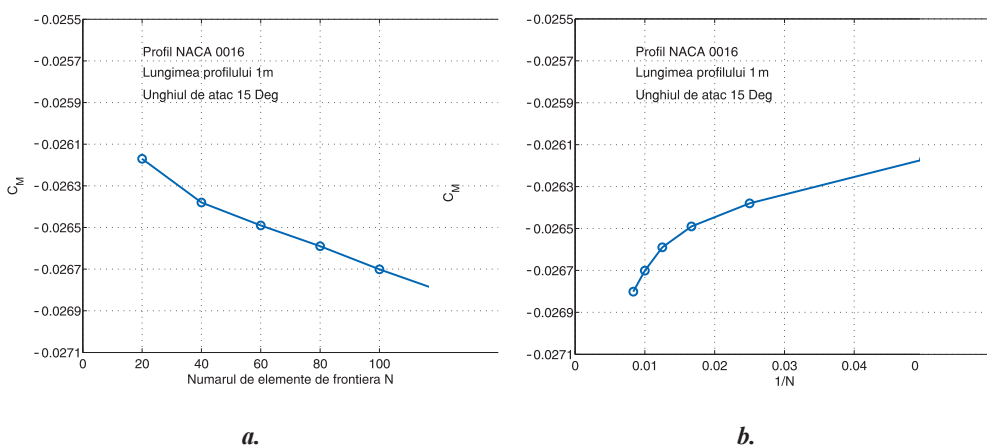


Fig. 2.30. Coeficientul de moment funcție de numărul de elemente de frontieră  $N$  (a) și  $1/N$  (b).

Fig. 2.30 prezintă coeficientul de moment  $C_M$  pentru același profil și unghi de atac în funcție de  $N$  (fig. 1.10,a) și  $1/N$  (fig. 2.30,b). Rezultatele prezentate în fig. 2.29 și 2.30 atestă convergența metodei și indică faptul că 60–100 de elemente de frontieră sunt suficienți pentru a atinge un grad de precizie acceptabil.

### 2.2.3.3. Determinarea coeficientului hidrodinamic $C_D$ , Stratul limită laminar și turbulent

În cazul mișcării fluidelor în jurul corpurilor alungite Prandtl a remarcat că influența viscozității fluidului se mărginește la un strat foarte subțire aflat în imediata

vecinătate a corpului, în cazul nostru, a profilului. Datorită aderenței la suprafața profilului, forțele de viscozitate frânează acest strat, în care viteza crește de la valoarea zero, la valoarea corespunzătoare mișcării fără viscozitate din exteriorul stratului. Prandtl a numit această zonă strat limită. Astfel, se poate considera că mișcarea rotațională a fluidului este concentrată în stratul limită, iar în afara lui mișcarea este potențială. În această ordine de idei, domeniul de curgere a fluidului se împarte în două zone: stratul limită, în care fluidul se comportă ca un fluid vâscos și zona din exteriorul stratului limită, în care mișcarea fluidului este potențială [17,18].

Prin urmare, prima etapă a unei metode standard constă în calculul distribuției de viteze din mișcarea potențială în jurul profilului. Următoarea etapă o reprezintă calculul parametrilor stratului limită corespunzător distribuțiilor de viteze obținute în prima etapă. Etapa stratului limită, la rândul său, este divizată în două subetape: stratul limită laminar și stratul limită turbulent.

Stratul limită începe în punctul de stagnare (punctul de pe conturul profilului în care viteza este nulă, distribuția de viteze fiind furnizată de etapa precedentă) și urmează curentul de-a lungul suprafeței exterioare sau inferioare în direcția bordului de fugă. Imediat ce punctul de stagnare este determinat (punctul  $x_1$  în fig. 2.31), începem numărătoarea vârfurilor în direcția bordului de fugă  $TE$  (fig.2.32). Discretizarea profilului  $C$  se efectuează considerând o partiție uniformă a suprafeței exterioare și inferioare, respectiv.

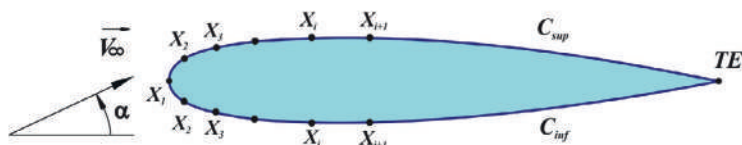


Fig. 2.31. Discretizarea conturului  $C$  pentru analiza stratului limită.

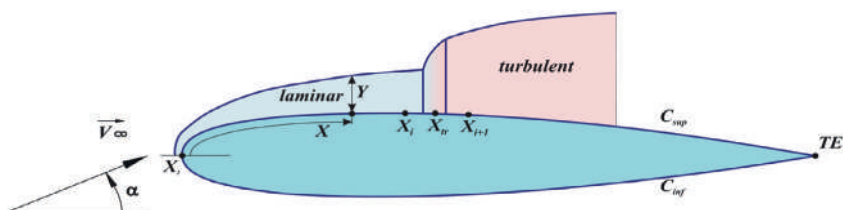


Fig. 2.32. Tranziția de la stratul limită laminar la stratul de limită turbulent.

Calculul parametrilor stratului limită laminar se va efectua utilizând modelul propus de Thwaites. Grosimea stratului limită se definește ca distanța de la profil, la care viteza diferă cu 1% de la viteza corespunzătoare mișcării potențiale. Folosind

ecuațiile Navier-Stokes pentru un fluid incompresibil, se derivă ecuațiile Prandtl ale mișcării în stratul limită laminar:

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} &= 0, \\ \rho \left( u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) &= -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= 0.\end{aligned}\tag{2.66}$$

În ecuațiile (2.66),  $x$  reprezintă distanța măsurată de-a lungul conturului, iar  $y$  este distanța măsurată de-a lungul normalei la contur (fig. 2.32).

Introducem grosimea de deplasare  $\delta^*$  definită prin relația:

$$\delta^* = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{u}{V}\right) dy,\tag{2.67}$$

în care  $V$  reprezintă viteza din exteriorul stratului limită în punctul considerat, iar  $u$  este viteza tangențială în acest punct. Similar, se definește grosimea pierderii de impuls  $\theta$

$$\theta = \int_0^{\infty} \frac{u}{V} \left(1 - \frac{u}{V}\right) dy,\tag{2.68}$$

și grosimea pierderii de energie  $\delta^*$

$$\theta^* = \int_0^{\infty} \left(1 - \left(\frac{u}{V}\right)^2\right) \frac{u}{V} dy.\tag{2.69}$$

Combinam ecuațiile (2.66) și (2.67-2.68) și integrăm expresia rezultantă, ca să obținem ecuația integro-diferențială a stratului limită Von Karman:

$$\frac{d\theta}{dx} + \frac{\theta}{V} \left(2 + \frac{\delta^*}{\theta}\right) \frac{dV}{dx} = \frac{1}{2} C_f,\tag{2.70}$$

unde  $C_f$  denotă coeficientul local al forței de frecare pe suprafața profilului definit prin

$$C_f = \frac{\tau_w}{\frac{1}{2} \rho V^2},\tag{2.71}$$

iar  $\tau_w$  este tensiunea tangențială definită prin relația:

$$\tau_w = \mu \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=0}. \quad (2.72)$$

Fie parametrul de formă

$$H = \frac{\delta^*}{\theta}. \quad (2.73)$$

Introducem ecuația (2.73) în (2.70) și obținem

$$\frac{d\theta}{dx} + \frac{\theta}{V}(2+H) \frac{dV}{dx} = \frac{1}{2} C_f. \quad (2.74)$$

Pe de altă parte, înmulțim ecuația (2.70) cu  $u$ , integrăm ca să obținem ecuația integrală pentru energia cinetică a stratului limită

$$\frac{d\theta^*}{dx} + 3 \frac{\theta^*}{V} \frac{dV}{dx} = 2C_d, \quad (2.75)$$

unde coeficientul de disipație  $C_d$  este definit prin relația:

$$C_d = \frac{1}{\rho V^3} \int_0^\infty \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} dy. \quad (2.76)$$

Introducem cel de-al doilea parametru de formă

$$H^* = \frac{\theta^*}{\theta}, \quad (2.77)$$

scădem ecuația (2.74) din ecuația (2.75) și rescriem ecuația energiei cinetice în următoarea formă:

$$\theta \frac{dH^*}{dx} + (H^*(H-1)) \frac{\theta}{V} \frac{dV}{dx} = 2C_d - H^* \frac{C_f}{2}. \quad (2.78)$$

Sistemul de ecuații (2.74) și (2.78) nu este suficient pentru determinarea tuturor necunoscutelor. Relațiile suplimentare se bazează pe relațiile semi-empirice Falkner-Skan. Se presupun următoarele dependențe funcționale:

$$H^* = H^*(H) = \begin{cases} 1,515 + 0,076 \frac{(4-H)^2}{H}, & H < 4 \\ 1,515 + 0,040 \frac{(4-H)^2}{H}, & H \geq 4 \end{cases} \quad (2.79)$$

$$\operatorname{Re}_\theta \frac{C_f}{2} = f_1(H) = \begin{cases} -0,067 + 0,01977 \frac{(7,4 - H)^2}{H - 1}, & H < 7,4 \\ -0,067 + 0,022 \left( 1 - \frac{1,4}{H - 6} \right), & H \geq 7,4 \end{cases} \quad (2.80)$$

$$\operatorname{Re}_\theta \frac{2C_d}{H^*} = f_2(H) = \begin{cases} 0,207 + 0,00205 (4 - H)^{5,5}, & H < 4 \\ 0,207 - 0,003 \frac{(4 - H)^2}{1 + 0,02 (H - 4)^2}, & H \geq 4 \end{cases} \quad (2.81)$$

unde  $\operatorname{Re}_\theta = \operatorname{Re} \cdot \theta \cdot V$ . Înmulțim ecuația (1.70) cu  $\operatorname{Re}_\theta$  și rearanjăm termenii ca să obținem:

$$\frac{V(x)}{2} \frac{d\omega}{dx} + (2 + H) \omega W(x) = f_1(H). \quad (2.82)$$

Similar, înmulțim ecuația (2.78) cu  $\operatorname{Re}_\theta/H^*$  și rearanjăm termenii. Avem

$$\omega V(x) g(H) \frac{dH}{dx} + (1 - H) \omega W(x) = f_3(H), \quad (2.83)$$

unde am introdus notațiile:

$$\begin{aligned} W &= \frac{dV}{dx}, \\ g(H) &= \frac{d(\ln H^*)}{dH}, \\ f_3(H) &= f_2(H) - f_1(H). \end{aligned}$$

Valorile inițiale sunt determinate, astfel încât  $\frac{d\omega}{dx}$  și  $\frac{dH}{dx}$  să ia valoarea 0.  $H(0)$  și  $\omega(0)$  se calculează din relațiile:

$$\frac{1 - H}{2 + H} = \frac{f_3(H)}{f_1(H)}$$

cu rădăcina

$$H_0 \approx 2,24 \quad (2.84)$$

și

$$\omega_0 = \frac{f_1(H_0)}{W(0)(2 + H_0)}. \quad (2.85)$$

Pentru rezolvarea sistemului de ecuații diferențiale (2.82) și (2.83) cu valorile inițiale (2.84) și (2.85) utilizăm metoda Euler. Trecerea de la pasul  $i$  la pasul  $i + 1$  se efectuează prin liniarizarea funcțiilor  $f_1$  și  $f_3$  în vecinătatea punctului  $H_i$ , iar  $g$  ia valoarea  $g_i$ . Astfel, se obține un sistem din două ecuații biliniare cu necunoscutele  $H = H_{i+1}$  și  $\omega = \omega_{i+1}$ , care pot fi rezolvate exact:

$$\begin{aligned} \left( \frac{V_{j+1}}{2\Delta x} + 2W_{j+1} \right) \omega + W_{j+1} H \omega - f_{1j}' H - \frac{V_{j+1}}{2\Delta x} \omega_j - f_{1j} + f_{1j}' H_j &= 0, \\ \left( W_{j+1} - \frac{gH_j V_{j+1}}{\Delta x} \right) \omega + \left( \frac{gV_{j+1}}{\Delta x} - W_{j+1} \right) H \omega - f_{3j}' H - f_{3j} + f_{3j}' H_j &= 0. \end{aligned} \quad (2.86)$$

Aplicăm această metodă fie până punctul de tranziție de la stratul limită laminar la stratul limită turbulent este prezis (punctul  $x_{tr}$  în fig.2.32), fie până bordul de fugă (punctul  $TE$  în fig.2.32) este atins.

Tranziția de la curgerea laminară la cea turbulentă poate fi localizată folosind criteriul Michel și anume: tranziția are loc atunci când

$$Re_\theta > Re_{\theta_{max}} = 1,174 \left( 1 + \frac{22,4}{Re_x} \right) (Re_x)^{0,46}, \quad (2.87)$$

unde  $Re_x = Re \cdot V \cdot x$ . Pe de altă parte, implementarea acestui criteriu relevă dificultăți de convergență care pot duce la rândul său la discontinuitatea coeficientului de rezistență. Din acest motiv, un alt criteriu de tranziție va fi utilizat, și anume criteriul ISES e-9: se trece de la stratul limită laminar la stratul limită turbulent, dacă

$$\tilde{n}(x) = 9, \quad (2.88)$$

unde  $\tilde{n}$  este soluția ecuației diferențiale

$$\tilde{n} = \frac{d\tilde{n}}{dRe_\theta} (H)(Re_\theta - Re_{\theta_0}). \quad (2.89)$$

Așa cum

$$\frac{d\tilde{n}}{dx} = \frac{d\tilde{n}}{dRe_\theta} \frac{dRe_\theta}{dx},$$

și utilizând definiția lui  $Re_\theta$ , obținem

$$\frac{d\tilde{n}}{dx} = \frac{1}{2} \frac{d\tilde{n}}{dRe_\theta} \left( \frac{x}{V} \frac{dV}{dx} + 1 \right) \frac{\rho V \theta^2}{\mu x} \frac{1}{\theta}. \quad (2.90)$$

Folosim relațiile empirice:



$$\frac{\rho V \theta^2}{\mu x} = p(H) = (6,45H - 14,07)/H^2 \quad (2.91)$$

și

$$\frac{x}{V} \frac{dV}{dx} = m(H) = \left( 0,0058 \frac{(H-4)^2}{H-1} - 0,068 \right) \frac{1}{p(H)}. \quad (2.92)$$

În notațiile (2.91) și (2.92), relația (2.90) se rescrie în forma:

$$\frac{d\tilde{n}}{dx}(H, \theta) = \frac{d\tilde{n}}{d\text{Re}_\theta}(H) \cdot \frac{m(H)+1}{2} p(H) \frac{1}{\theta}. \quad (2.93)$$

Determinăm punctul critic  $x_{cr}$ , i.e. punctul în care  $\text{Re} = \text{Re}_{\theta 0}$ . În final integrăm relația (2.93) ca să obținem:

$$\tilde{n}(x) = \int_{x_{cr}}^x \frac{d\tilde{n}}{dx} dx.$$

Tranziția se asumă atunci când va avea loc condiția (2.88).

Pentru analiza stratului limită turbulent se vor folosi valorile medii

$$\bar{q}(x, y) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} q(x, y, t) dt, \quad (2.94)$$

și fluctuațiile

$$q'(x, y, t) = q(x, y, t) - \bar{q}(x, y). \quad (2.95)$$

Din ecuațiile Navier-Stokes, se obțin ecuațiile stratului limită turbulent:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} &= 0, \\ \rho \left( u \frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right) &= -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} - \rho \overline{u'v'} \right), \\ \frac{\partial \bar{p}}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} - \rho \overline{v'^2} \right). \end{aligned} \quad (2.96)$$

Similar cazului stratului limită laminar, se obțin ecuațiile integrale Von Karman. Calculul parametrilor stratului limită turbulent se va efectua utilizând modelul propus de Head. Considerăm volumul fluxului în stratul limită în punctul  $x$

$$Q(x) = \int_0^{\delta(x)} u dy. \quad (2.97)$$

Astfel, pentru grosimea de deplasare avem relația:

$$\delta^* = \delta - \frac{Q}{V}. \quad (2.98)$$

Introducem viteza fluxului

$$E = \frac{dQ}{dx} = \frac{d}{dx}(V(\delta - \delta^*)) = \frac{d}{dx}(V\theta H_1), \quad (2.99)$$

unde

$$H_1 = \frac{\delta - \delta^*}{\theta}.$$

Head a presupus că viteza adimensională  $E/V$  este funcție doar de  $H_1$ , iar  $H_1$ , la rândul său, este funcție de  $H$ . Cebeci și Bradshaw au considerat relațiile

$$\frac{1}{V} \frac{d}{dx}(V\theta H_1) = 0,0306(H_1 - 3)^{-0,6169} \quad (2.100)$$

și

$$H_1 = H_1(H) = \begin{cases} 3,3 + 0,8234(H - 1,1)^{-1,287}, & H \leq 1,6 \\ 3,3 + 1,5501(H - 0,6778)^{-3,064}, & H > 1,6 \end{cases} \quad (2.101)$$

A patra ecuație folosită pentru determinarea necunoscutelor  $\theta$ ,  $H$ ,  $H_1$  și  $C_f$  este legea coeficientului local de frecare la perete Ludwig-Tillman

$$C_f = 0,246(10^{-0,678H}) \text{Re}_\theta^{-0,268}. \quad (2.102)$$

Combinăm ecuația integrală Von Karman, relațiile (2.100–2.102) ca să obținem, în final, următorul sistem de ecuații diferențiale:

$$\frac{d}{dx} Y = h(Y, x), \quad (2.103)$$

unde

$$Y = \frac{d}{dx} \left( \frac{\theta}{H_1} \right), \quad (2.104)$$

iar

$$h(x, Y) = \left( \begin{array}{c} -\frac{\theta}{V}(2+H)\frac{dV}{dx} + \frac{1}{2}C_f \\ -H_1\left(\frac{1}{V}\frac{dV}{dx} + \frac{1}{\theta}\frac{d\theta}{dx}\right) + \frac{0.0306}{\theta}(H_1-3)^{-0.6169} \end{array} \right). \quad (2.105)$$

Valorile inițiale sunt valorile finale furnizate de subetapa stratului laminar. Integrarea numerică a sistemului (2.103) se efectuează cu metoda Runge-Kutta de ordinul 2, și anume:

$$\begin{aligned} Y^* &= Y_i + (x_{i+1} - x_i)h(Y_i, x_i), \\ Y_{i+1} &= Y_i + (x_{i+1} - x_i)\left(\frac{1}{2}h(Y_i, x_i) + \frac{1}{2}h(Y^*, x_i)\right). \end{aligned} \quad (2.106)$$

Calculul se efectuează fie până este atins bordul de fugă, fie până are loc separarea stratului turbulent.

Pentru calculul coeficientului de rezistență  $C_D$  se utilizează formula Squire-Young. Presupunem că sunt calculate următoarele mărimi: grosimea pierderii de impuls  $\theta$ , parametrul de formă  $H$  și viteza  $V$  în punctul corespunzător bordului de fugă  $TE$  de pe suprafața superioară și cea inferioară a conturului  $C$ . Atunci, coeficientul de rezistență este dat de relația:

$$C_D = \left(2\theta_{TE} \cdot V_{TE}^\lambda\right)_{C_{sup}} + \left(2\theta_{TE} \cdot V_{TE}^\lambda\right)_{C_{inf}}, \quad (2.107)$$

unde  $\lambda = (H_{TE} + 5)/2$ .

Cu scopul de a valida rezultatele numerice se efectuează o analiză a convergenței. Astfel, în fig. 2.33 se prezintă coeficientul de portanță  $C_L$  calculat

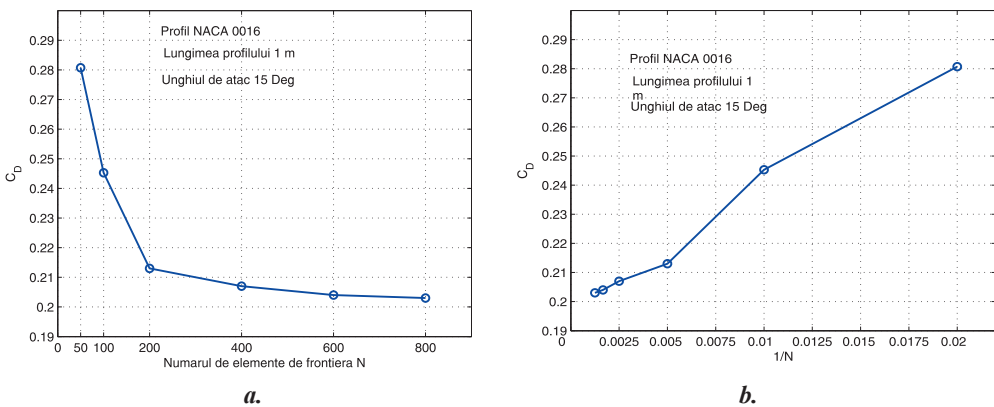


Fig. 2.23. Coeficientul de rezistență funcție de numărul de elemente de frontieră N(a) și  $1/N$  (b).

pentru profilul aerodinamic NACA 0016 (cu coarda de lungime  $l$ ) și unghiul de atac  $\alpha = 15^\circ$  în funcție de numărul de noduri de discretizare  $N$  (fig. 1.13,a) și în funcție de  $1/N$ . Rezultatele prezentate în fig. 1.13 atestă convergența metodei și indică faptul că 400–600 de noduri sunt suficienți pentru a atinge un grad de precizie acceptabil. În fig. 1.14 este prezentată diagrama schemei de calcul a coeficienților hidrodinamici  $C_L$  și  $C_D$  fiind dați parametrii geometrici a profilului și unghiul de atac.

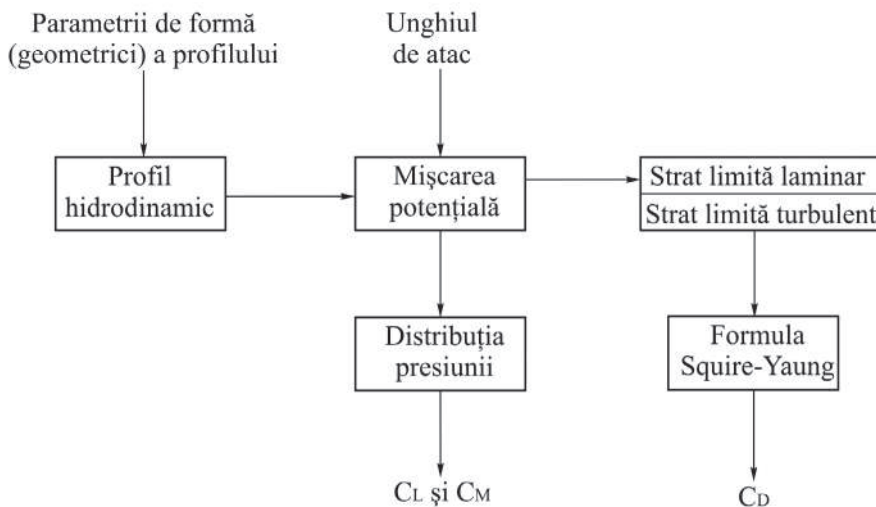


Fig. 2.34. Schema de calcul a coeficienților hidrodinamici.

#### 2.2.3.4. Alegerea profilului hidrodinamic optim al palelor

În scopul de a maximiza performanța turbinei cu pale hidrodinamice se caută profilul hidrodinamic optim al palei. Aplicăm metodele de calcul numeric descrise anterior pentru a calcula coeficienții  $C_{L,ref}$  și  $C_{D,ref}$  pentru profilurile simetrice din librăria de profiluri aerodinamice NACA cu coarda de lungime  $c_{ref} = 1\text{ m}$ . Remarcăm că metoda de calcul converge pentru unghiuri de atac  $\alpha$  care nu depășesc  $20^\circ - 25^\circ$ , în dependență de profilul ales și numărul Reynolds corespunzător ( $Re = 1300000$ ). Pentru unghiuri de atac mai mari decât această valoare critică se iau valorile corespunzătoare unui profil plat. În fig. 2.35 sunt reprezentate câteva din profilurile considerate: NACA 0012, 0016, 63018 și 67015. Coeficienții hidrodinamici de portanță  $C_{L,ref}$  și rezistență  $C_{D,ref}$  în funcție de unghiul de atac, sunt reprezentați în fig. 2.36. Luând în considerație datele prezentate în fig. 2.36, în calitate de profil de referință se alege profilul hidrodinamic NACA 0016. Ulterior, acest profil va fi optimizat cu scopul de a mări performanțele turbinei.

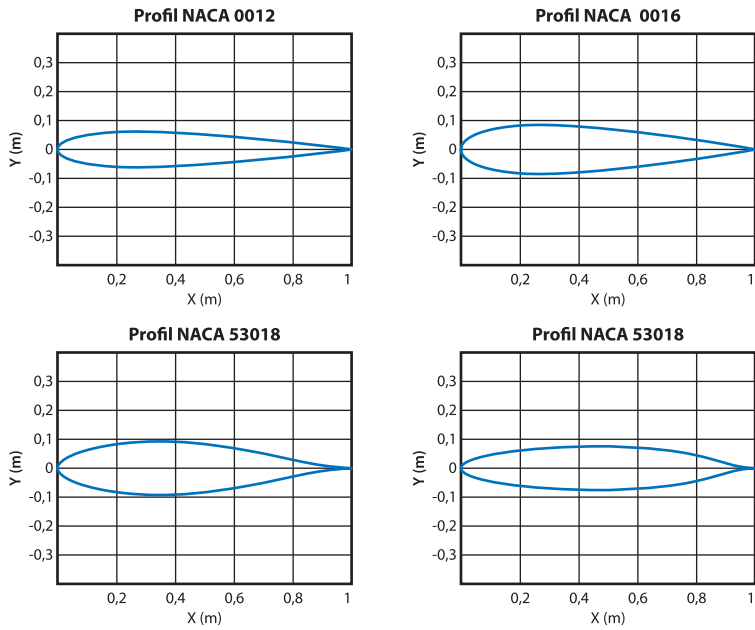


Fig. 2.35. Profile hidrodinamice simetrice NACA 0012, 0016, 63018 și 67015.

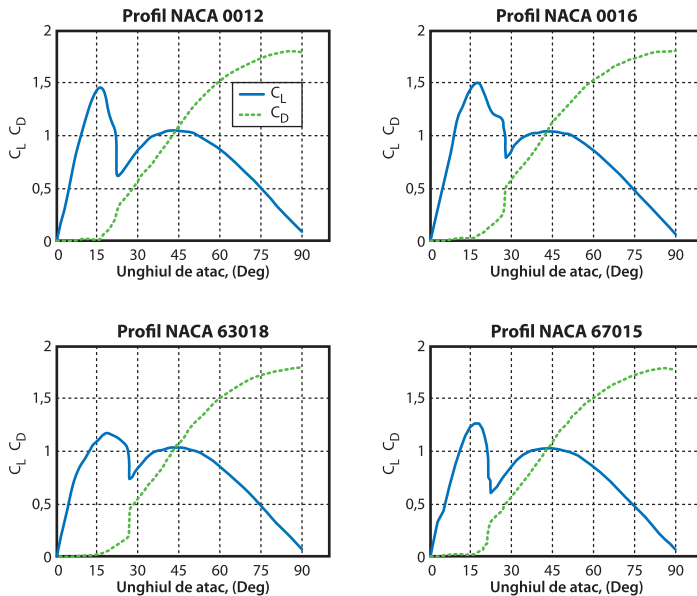


Fig. 2.36. Coeficienții hidrodinamici  $C_L$  și  $C_D$  în funcție de unghiul de atac pentru profilurile NACA 0012, 0016, 63018 și 67015.

### 2.2.3.5. Momentul de torsiune și forțele aplicate asupra rotorului hidrodinamic multipal

În cele ce urmează, calculăm coeficienții hidrodinamici pentru profilul de referință NACA 0016 cu coarda de lungime, spre exemplu,  $c = 1,3 \text{ m}$ . Aplicăm metodele de calcul descrise anterior pentru a calcula coeficienții corespunzători profilului NACA 0016 cu coarda de lungime  $c_{ref} = 1 \text{ m}$ :  $C_{L,ref}$ ,  $C_{M,ref}$  și  $C_{D,ref}$  furnizate de formulele (2.64), (2.65) și (2.108), respectiv. Coeficienții corespunzători profilului cu coarda de lungime  $1,3 \text{ m}$  se calculează din relațiile:

$$C_L = C_{L,ref} \cdot 1,3 ,$$

$$C_M = C_{M,ref} \cdot (1,3)^2 ,$$

$$C_D = C_{D,ref} \cdot 1,3 .$$

În fig. 2.37 sunt reprezentate valorile coeficienților de portanță și rezistență în funcție de unghiul de atac  $\alpha$ . Ținând cont de aceste valori, alegem în calitate de unghi de atac de lucru, unghiul  $\alpha = 18^\circ$  (a se vedea, de asemenea, și fig. 2.35 și 2.36).

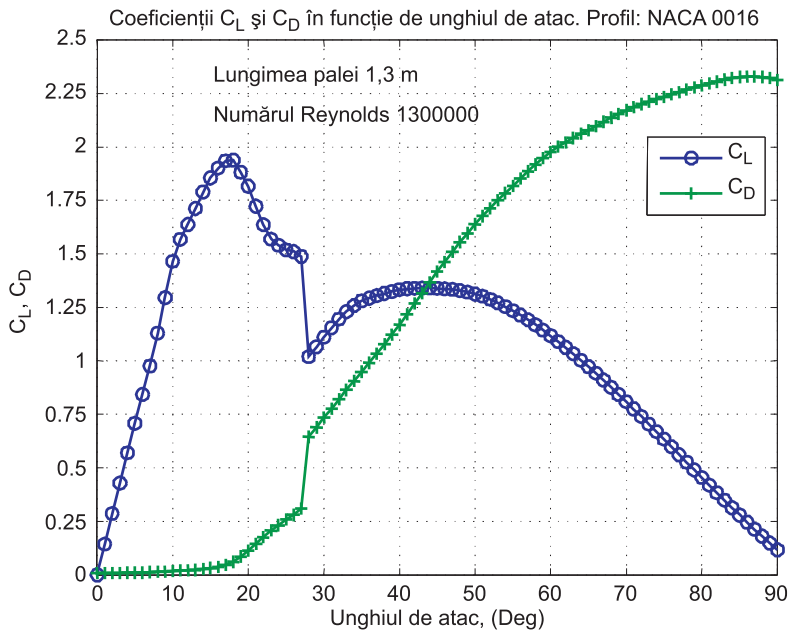


Fig. 2.27. Coeficienții hidrodinamici  $C_L$  și  $C_D$  în funcție de unghiul de atac pentru profilul hidrodinamic NACA 0016.

În timpul mișcării sale, pala își schimbă unghiul de atac în dependență de poziția sa (fig. 2.38). Astfel, în sectorul I, unghiul de atac (unghiul format de pală și curentul de apă) este de  $18^\circ$ ; în regiunea II, unghiul de atac se schimbă de la  $18^\circ$  până la  $-18^\circ$ , însă pala nu contribuie la momentul total dezvoltat la arborele rotorului. În acest sector, extins până la aproximativ  $60^\circ$  pala este purtată liber de curentul de apă, iar re poziționarea ei sub unghiul de  $-18^\circ$  are loc la sfârșitul sectorului III. În sectorul III, unghiul de atac este de  $-18^\circ$ . În sectoarele IV–VI efectul hidrodinamic este minim, iar pala urmează a fi re poziționată de la unghiul  $-18^\circ$  până la unghiul de  $18^\circ$ . În scopul utilizării energiei cinetice în sectoarele IV–VI, s-a propus re poziționarea palei în sectorul IV de la  $18^\circ$  până la  $90^\circ$ , în sectorul V pala rămâne sub unghiul  $90^\circ$ , iar în sectorul VI unghiul de atac revine la valoarea de  $18^\circ$ .

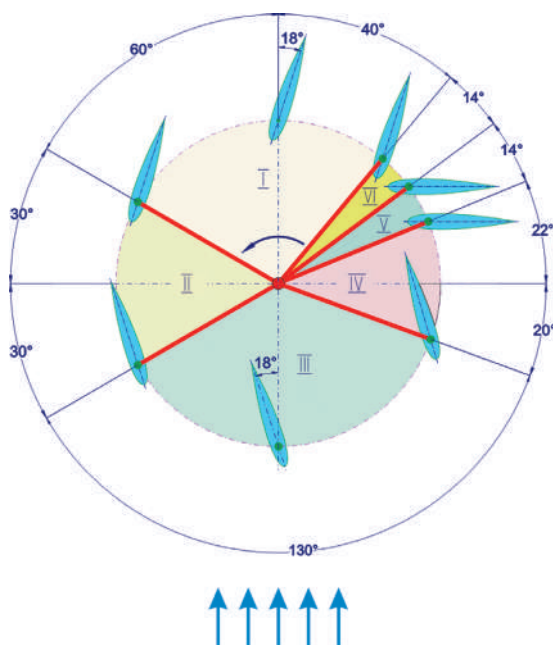


Fig. 2.38. Pozițiile palei și zonele de lucru.

Cunoscând valorile coeficienților hidrodinamici  $C_L$  și  $C_D$ , se calculează prin formulele (2.10) și (2.11), respectiv, forțele de portanță  $F_L$  și de rezistență  $F_D$ , iar formula (2.12) ne furnizează forța hidrodinamică, care acționează asupra palei. În fig. 2.39 sunt reprezentate modulul forței hidrodinamice  $\vec{F}$ , care acționează asupra unei pale, precum și componentele sale tangențiale și normale  $F_{x'}$  și  $F_{y'}$ , în funcție de unghiul de poziționare. Următorii parametri constructivi ai rotorului au fost considerați:

Raza rotorului  $R = 2 \text{ m}$ ;  
 Înălțimea palei submerse  $H = 1,4 \text{ m}$ ;  
 Lungimea palei (coarda)  $c = 1,3 \text{ m}$   
 Unghiul de atac de lucru  $\alpha = 18^\circ$ ;  
 Numărul palelor  $N_{pal} = 5$ .

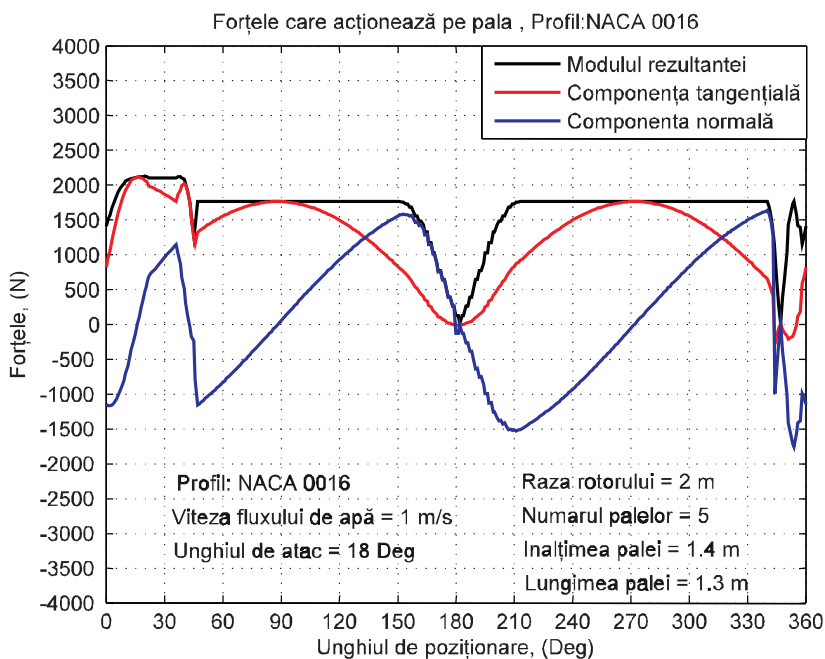


Fig. 2.39. Modulul, componenta tangențială și componenta normală ale forței hidrodinamice pentru o pală a rotorului în funcție de unghiul de poziționare.

În fig. 2.40 este prezentat momentul  $T_{ri}$  dezvoltat de o pală în funcție de unghiul de poziționare, momentul fiind calculat prin formula (2.13), iar fig. 2.41 conține momentul total la arborele rotorului  $T_{r\Sigma}$ , dezvoltat de toate palele în funcție de unghiul de poziționare, moment calculat prin formula (2.14). În fig. 2.42 este prezentat momentul total  $T_{r\Sigma}$  în funcție de unghiul de poziționare pentru trei valori ale vitezei curentului de apă  $V_\infty$ : 1 m/s, 1,3 m/s și 1,6 m/s. În fig. 2.43 se prezintă graficul coeficientului de moment  $C_{M,ref}$  funcție de unghiul de atac  $\alpha$ .



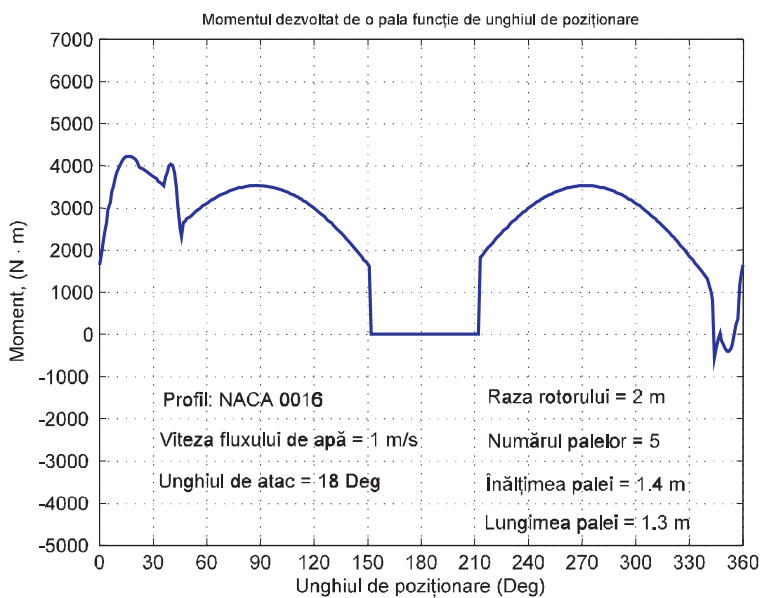


Fig. 2.40. Momentul  $T_{r1}$  dezvoltat de o pală a rotorului în funcție de unghiul de poziționare.

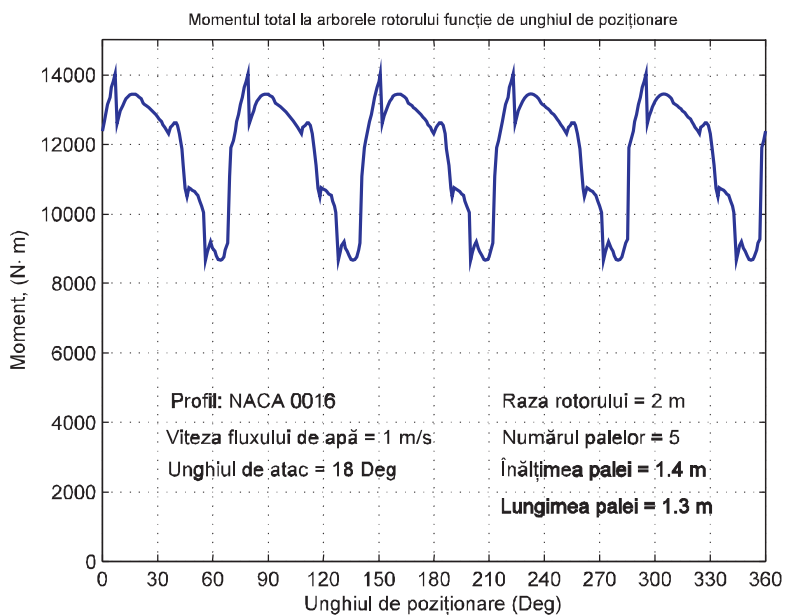


Fig. 2.41. Momentul total  $T_{r2}$  dezvoltat de 5 pale la arborele rotorului în funcție de unghiul de poziționare.

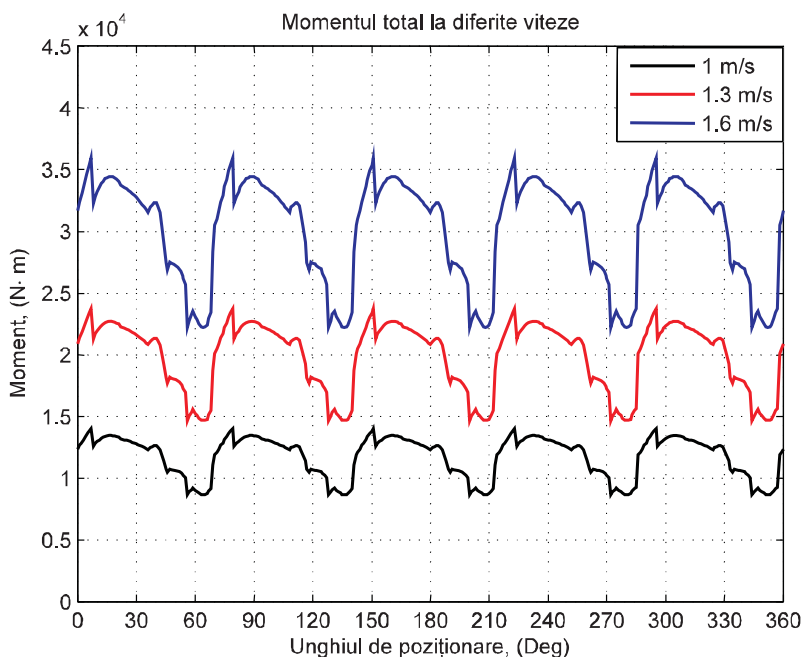


Fig. 2.42. Momentul total  $T_{r\Sigma}$  la arborele rotorului în funcție de unghiul de poziționare la diferite viteze ale curentului de apă.

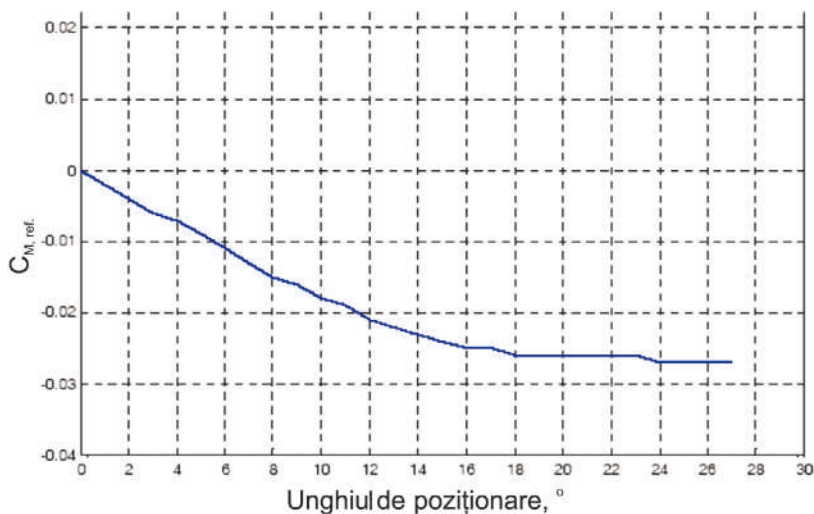


Fig. 2.43. Coeficientul de moment  $C_{M,ref}$  funcție de unghiul de atac pentru profilul NACA 0016.

Luând în considerare faptul că forța hidrodinamică nu este aplicată în originea sistemului de coordonate al palei  $O'$  (fig. 2.44), această forță produce un moment de torsiune, numit moment de tangaj. Acest moment este determinat față de un punct

de referință. Drept punct de referință va fi considerat punctul  $P$  situat la distanța  $\frac{1}{4}$  din coardă de la bordul de atac  $B$  (fig. 2.44). Pentru valorile de lucru ale unghiului de atac  $\alpha = 18^\circ$  se obține  $C_{M,ref} = -0,026$ . Astfel, din relația (2.108) rezultă că  $C_M = -0,0439$ . Momentul de torsiune față de punctul  $P$  este:

$$M = \frac{1}{2} C_M \rho V_\infty^2 c S_p = -39,92 \text{ N} \cdot \text{m}, \quad (2.109)$$

unde  $V_\infty = 1 \text{ m/s}$ ,  $c = 1,3 \text{ m}$  și  $H = 1,4 \text{ m}$ . Componentele forței hidrodinamice în sistemul de coordonate  $O'x''y''$  sunt furnizate de relațiile (2.12). Utilizând valorile  $F_L$  și  $F_D$  obținute anterior, avem:

$$\begin{aligned} F_{x''} &= 1601,2 \text{ N}, \\ F_{y''} &= -413,8 \text{ N}. \end{aligned} \quad (2.110)$$

Atunci

$$|O'P| = |M|/|F_{x''}| = 0,0249 \text{ m} \approx 25 \text{ mm}. \quad (2.111)$$

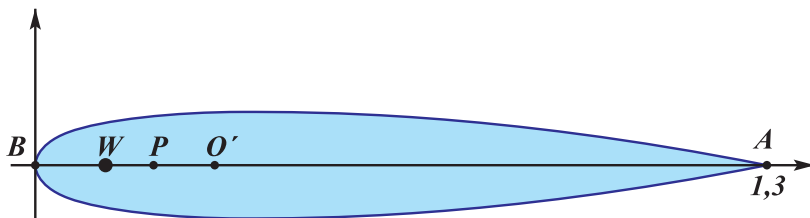


Fig. 2.44. Amplasarea punctului de fixare a palei.

În scopul asigurării stabilității mișcării palei, punctul de fixare  $W$  trebuie ales în intervalul  $25 \text{ mm} \leq |O'W| \leq H$ , unde  $H_{min} \leq H \leq H_{max}$ . Valorile  $H_{min}$  și  $H_{max}$  sunt luate cu condiția ca forța de frecare, care apare în cuplurile cinematice ale mecanismului de orientare, să fie minimă.

Pentru a determina unghiul de atac de lucru optim, se calculează valoarea momentului dezvoltat de o pală și momentul total pentru câteva valori ale unghiului de atac și anume:  $\alpha = 15^\circ, 17^\circ, 18^\circ, 20^\circ$ , (fig. 2.45, fig. 2.46). Astfel, unghiul de atac pentru pala cu profilul hidrodinamic NACA 0016 a fost ales  $\alpha = 18^\circ$ .

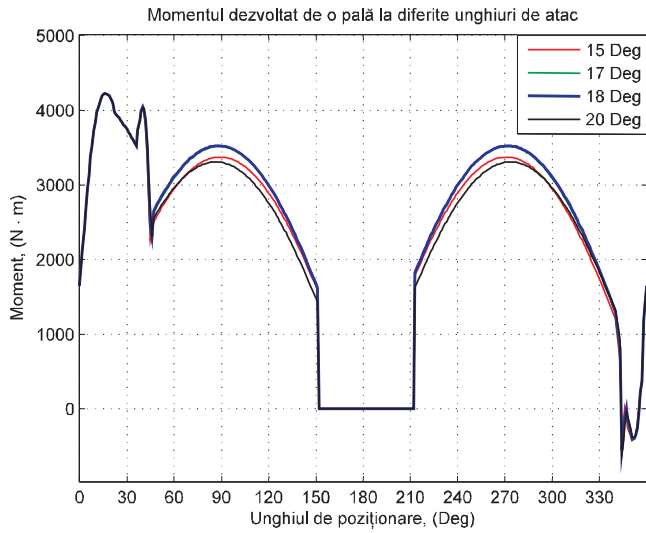


Fig. 2.45. Momentul dezvoltat de o pală  $T_{r,i}$  în funcție de unghiul de poziționare la diferite valori ale unghiului de atac  $\alpha = 15^\circ, 17^\circ, 18^\circ, 20^\circ$ .

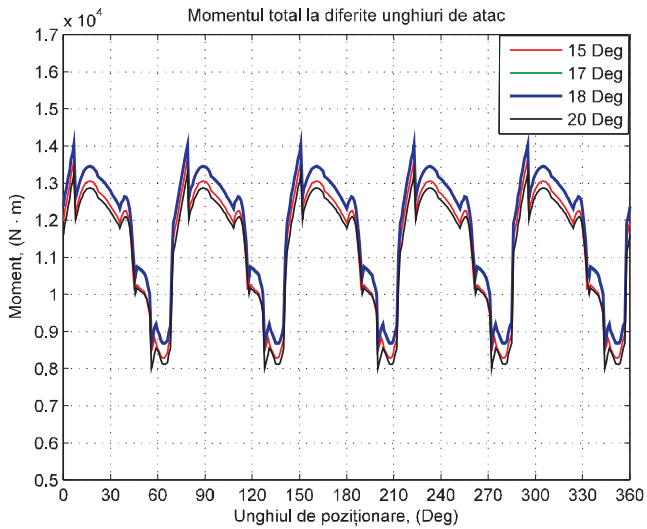
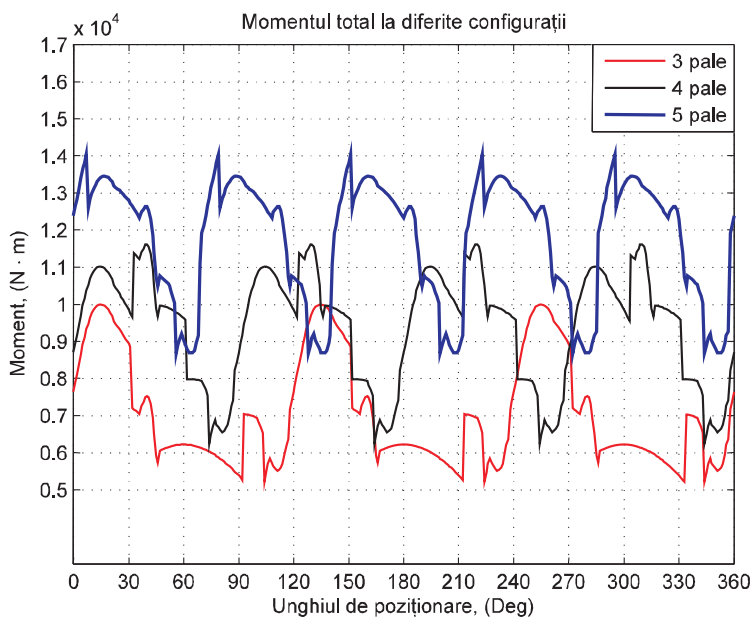


Fig. 2.46. Momentul total  $T_{r,\Sigma}$  în funcție de unghiul de poziționare la diferite valori ale unghiului de atac  $\alpha = 15^\circ, 17^\circ, 18^\circ, 20^\circ$ .



**Fig. 2.47.** Momentul total  $T_{r\sigma}$  dezvoltat la arborele rotorului cu 3, 4 și 5 pale în funcție de unghiul de poziționare.

De asemenea, a fost analizată performanța rotorului cu 3, 4 și 5 pale. Astfel, s-a calculat momentul total dezvoltat la arborele rotorului, rezultatele fiind prezentate în fig. 2.47.

### 2.2.3.6. Optimizarea profilului hidrodinamic NACA 0016

În scopul de a maximiza momentul de torsiune produs de rotorul microhidrocentralei, vom considera optimizarea profilului hidrodinamic. Momentul de torsiune este funcție de forțele hidrodinamice de portanță și rezistență date de formulele (2.10) și (2.11), iar forțele hidrodinamice, prin intermediul coeficienților hidrodinamici, sunt funcții de unghiul de atac  $\alpha$ , numărul Reynolds  $Re$  și forma profilului hidrodinamic. Forma hidrodinamică a profilului a fost selectată din librăria NACA de 4 și 5 cifre (fig. 2.48, 2.49), având drept parametri (ținând cont de simetria profilului) doar grosimea maximă. Unghiul de atac va constitui cel de-al doilea parametru. Scopul acestei optimizări constă în maximizarea forței de portanță, neadmițând totodată, ca momentul de tangaj și forța de rezistență să ia valori foarte mari. Considerăm următoarea problemă de optimizare:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizează } C_L = C_L(\theta, \alpha) \\ &\text{cu constrângeri impuse coeficienților } C_D \text{ și } C_M \end{aligned} \quad (2.112)$$

unde  $\theta$  este grosimea maximă și  $\alpha$  este unghiul de atac. Valorile marginilor inferioare și superioare impuse sunt determinate după cum urmează: valoarea maximă negativă pentru coeficientul de tangaj va corespunde soluției pentru unghiul de atac zero. Valoarea maximă pentru coeficientul de rezistență va corespunde soluției pentru unghiul de atac  $\alpha = 18^\circ$ . De asemenea, am adăugat restricții parametrilor de optimizare:  $10\% \leq \theta \leq 20\%$  și  $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ . Pentru a găsi valorile optime ale funcției  $f = f(x_1, \dots, x_n)$ , folosim metoda iterativă:

Atât timp cât precizia cerută nu este atinsă,

$$\begin{aligned} \text{rezolvă } B_i s_i &= -\nabla f(x_i), \\ x_{i+1} &= x_i + \alpha_i s_i, \end{aligned} \tag{1.103}$$

unde  $\alpha_i$  sunt multiplicatori, iar  $B_i$  sunt aproximațiile pozitiv definite ale Hessianului funcției  $f$ . Derivata parțială a funcției  $f$  în raport cu componenta  $i$ , se aproximează cu ajutorul formulelor de diferențe finite:

$$\frac{\partial f}{\partial x_i}(x) = \frac{f(x + h e_i) - f(x - h e_i)}{2h}, \tag{1.104}$$

unde  $\vec{e}_i$  este vectorul bazei.

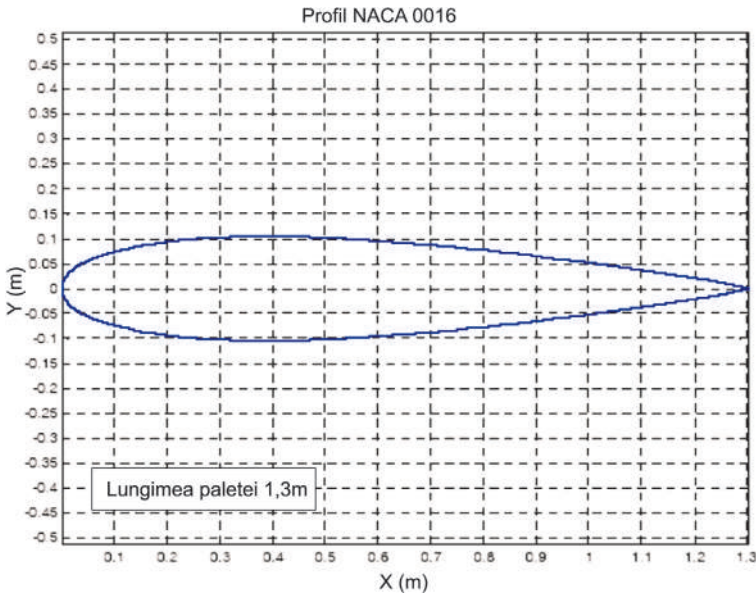


Fig. 2.48. Profilul hidrodinamic de referință NACA 0016.

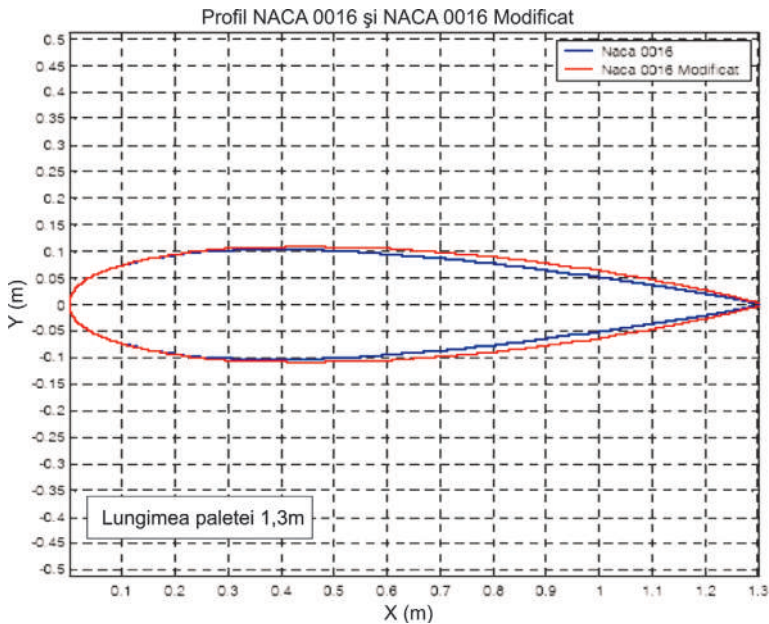


Fig. 2.49. Profilul hidrodinamic de referință NACA 0016 și profilul optimizat.

### 2.2.3.7. Stabilitatea flotantă a microhidrocentralei

Microhidrocentrala este amplasată în fluxul de apă a râului. Poziția palelor față de nivelul apei este asigurată de forțele Arhimede, care acționează asupra palelor flotante. Cavitatea palelor generează o forță Arhimede, care se determină prin relația:

$$F_A = \rho V g, \quad (2.115)$$

unde  $\rho$  este densitatea apei,  $V$  – volumul interior al palei, iar  $g$  – accelerația gravitațională. Analiza traiectoriei mișcării punctelor de aplicare a forței Arhimede  $F_A$  (punctele  $N_p$ ,  $i = 1, 2, 3$  din fig. 2.40) a arătat că distanța de la aceste puncte până la axa rotorului  $O$  va varia în funcție de unghiul de poziționare  $\varphi$ . Astfel, aceste distanțe pentru palele amplasate în semiplanul superior definit de dreapta  $OO'$  diferă de distanțele respective pentru palele amplasate în semiplanul inferior.

Acest lucru duce la apariția unui moment de răsturnare în raport cu axa de simetrie longitudinală a corpurilor flotante:

$$M_r = M_{\Sigma, S} - M_{\Sigma, I}, \quad (2.116)$$

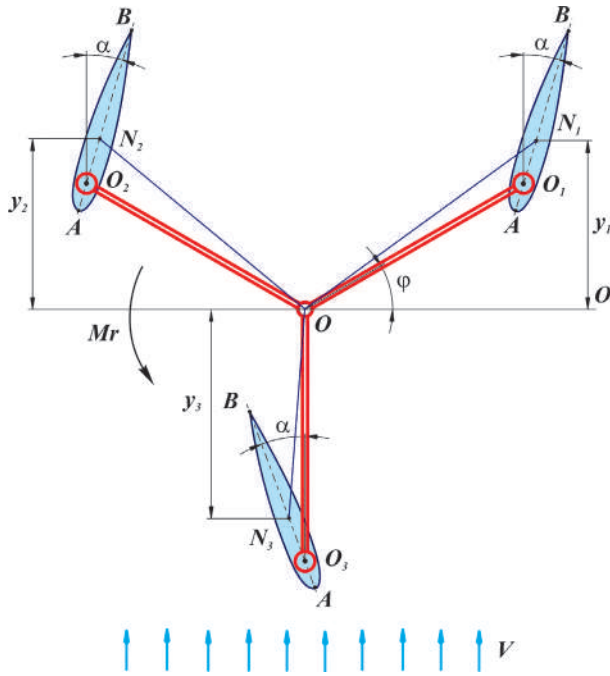


Fig. 2.50. Analiza stabilității flotante.

unde  $M_{\Sigma,S}$  este momentul total dezvoltat de forțele Arhimede, care acționează asupra palelor amplasate momentan în semiplanul superior, iar  $M_{\Sigma,I}$  este momentul total dezvoltat de forțele Arhimede, care acționează asupra palelor amplasate momentan în semiplanul inferior.

Momentele totale dezvoltate de forțele Arhimede, care acționează asupra palelor aflate momentan în semiplanul superior și, respectiv, semiplanul inferior, se determină prin relațiile:

$$M_{\Sigma,S} = \sum F_{A,i} \cdot D_{A,i}, \quad (2.117)$$

unde  $F_{A,i}$  sunt forțele Arhimede, care acționează asupra palelor,  $D_{A,i}$  sunt distanțele de la punctul de aplicare a forței Arhimede până la axa rotorului, iar sumarea se efectuează după toate palele amplasate în semiplanul superior. Similar,

$$M_{\Sigma,I} = \sum F_{A,i} \cdot D_{A,i}. \quad (2.118)$$

Distanțele  $D_{A,i}$  se calculează după formula:

$$D_{A,i}^2 = R^2 + c_A^2 + 2Rc_A \cos(\alpha + \varphi_i), \quad (2.119)$$



unde  $R$  este raza rotorului,  $c_A$  este distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a palei de brațul rotorului,  $\alpha$  este unghiul format de coarda  $AB$  a palei și direcția de curgere a apei, iar  $\varphi_i$  este unghiul format de brațul rotorului și direcția  $OO'$ .

Pentru compensarea acestui moment de răsturnare  $M_r$  se propune amplasarea axei rotorului în planul deplasat la distanța  $e$  față de planul de simetrie longitudinală a corpurilor flotante. Distanța  $e$  se calculează cu relația:

$$e = \frac{\sum_{i=1}^{N_{pal}} y_i}{N_{pal}}, \quad (2.120)$$

unde  $N_{pal}$  este numărul palelor rotorului, iar  $y_i$  este distanța de la centrul de aplicare a forței Arhimede la pala  $i$  până la planul de simetrie longitudinală (fig. 2.40). Pentru fiecare pală, distanța  $y_i$  se calculează prin relația:

$$y_i = c_A \cos \alpha + R \sin\left(\varphi + (i-1) \frac{360^\circ}{n}\right). \quad (2.121)$$

Introducem (2.121) în (2.120) și obținem:

$$e = c_A \cos \alpha \quad (2.122)$$

Punctul de aplicare a forței Arhimede la fiecare pală este centrul de masă al profilului hidrodinamic utilizat, în cazul nostru profilul NACA 0016. Centrul de aplicare a sistemului de forțe Arhimede, care acționează asupra unui număr  $N_{pal}$  de pale submersate, va descrie o traiectorie de migrare generată de rotirea rotorului. Traiectoria de migrare generată de o rotire completă a rotorului cu 3 și 5 pale reprezintă curbe închise prezentate în fig. 2.51,a și 2.51,b. Un punct de pe curba închisă reprezintă poziția centrului de aplicare a sistemului de forțe Arhimede corespunzătoare unei poziții unghiulare concrete a rotorului. Pentru a identifica soluția tehnică de asigurare a stabilității flotante a microhidrocentralei este necesar de a aprecia valorile distanței dintre centrul de aplicare a sistemului de forțe Arhimede și axa de simetrie longitudinală a corpurilor flotante. În fig. 2.42,a,b se prezintă distanța  $e$  ca funcție de unghiul de poziționare  $\varphi$  a rotorului cu 3 pale (a), și respectiv cu 5 pale (b). S-a constatat că în cazul rotorului cu 3 pale distanța  $e$  ia valori cuprinse între  $e_{min} = 0,289 \text{ m}$  și  $e_{max} = 0,363 \text{ m}$ . Calculăm valoarea medie a distanței  $e$  ca funcție de unghiul de poziționare  $\varphi$ : pentru rotoarele cu 3 și 5 pale respectiv, obținem aceeași distanță medie  $e_{med} = 0,33 \text{ m}$ .

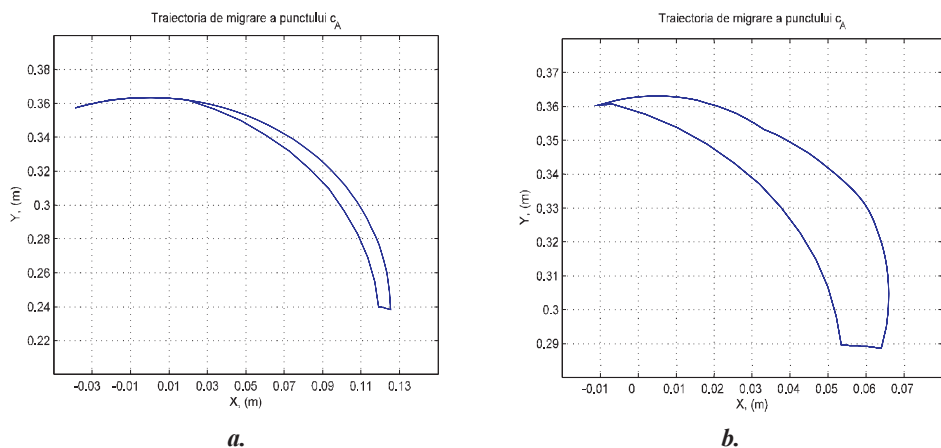


Fig. 2.51. Traectoria de migrare a centrului de aplicare a forțelor Arhimede pentru rotorul cu 3 pale (a) și rotorul cu 5 pale (b).

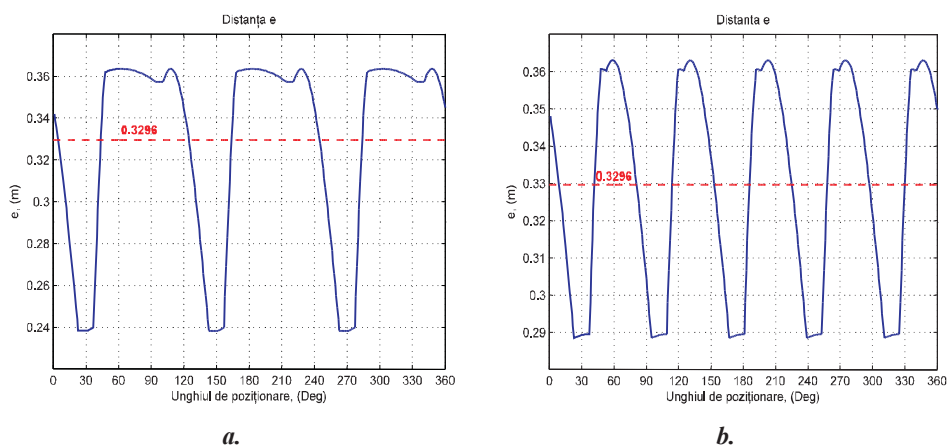


Fig. 2.52. Dependența deplasării  $e$  a centrului de aplicare a forțelor Arhimede de unghiul de poziționare  $\varphi$  a rotorului cu 3 pale (a) și a rotorului cu 5 pale (b).

### Concluzii:

1) Pentru a asigura stabilitatea flotantă a microhidrocentralei este necesar ca axul rotorului cu 3 sau 5 pale respectiv, să fie deplasat de la axa de simetrie longitudinală a corpurilor flotante la cota  $e_{med} = 0,33$  m în direcția opusă cursului apei.

2) Microhidrocentralele ancorate de malul stâng diferă de cele ancorate de malul drept prin construcția fermelor spațiale și anume a elementelor constructive de montare a rotorului hidrodinamic deplasate la cota  $e_{med} = 0,33$  m.

### 2.2.3.8. Turbulența și stabilitatea rotorului hidrodinamic

În fig. 2.53 este prezentat câmpul de viteze a fluidului în jurul profilului NACA0016 la unghiul de atac  $18^\circ$  și numărul Reynolds calculat cu relația:

$$\text{Re} = \frac{\rho c \bar{V}}{\eta} = \frac{c \bar{V}}{\nu}, \quad (2.123)$$

unde densitatea fluidului  $\rho = 998,4 \text{ kg/m}^3$  la temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , viscozitatea cinematică  $\nu = 1,1012 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  și lungimea coardei profilului  $c = 1,3 \text{ m}$ .

Pentru vitezele de curgere a fluidului  $V_\infty = 1 \text{ m/s}$ ,  $1,5 \text{ m/s}$ ,  $2 \text{ m/s}$  obținem următoarele valori ale numărului lui Reynolds  $\text{Re} = 1284600$ ,  $1798400$  și  $2312300$ .

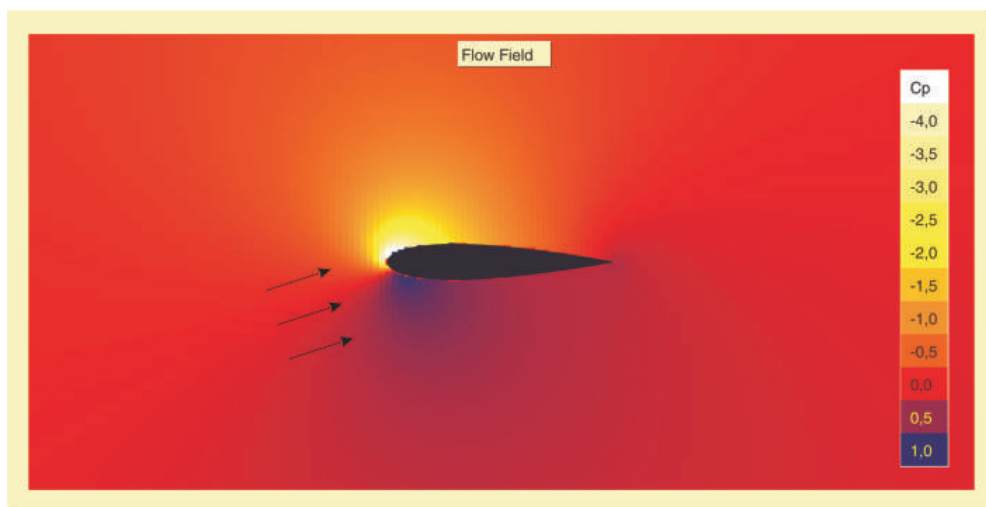


Fig. 2.53. Câmpul de viteze în jurul profilului NACA 0016. la unghiul de atac  $18^\circ$ .

Fig. 2.44 prezintă tranziția și separarea stratului limită pe suprafețele inferioare și superioare ale profilului palei. Punctele T.U. și T.L. desemnează punctele de tranziție de la curentul laminar la curentul turbulent pe suprafața inferioară  $C_{\text{inf}}$  și superioară  $C_{\text{sup}}$  a palei (fig. 2.32). Punctele S.U. și S.L. reprezintă punctele de separare pe suprafața inferioară și superioară, respectiv. Se observă că, în toate cazurile, tranziția de la curgerea laminară la curgerea turbulentă are loc în vecinătatea punctului de stagnare, iar separarea curentului de suprafața profilului este precisă la distanța de aproximativ 40–50% din lungimea coardei palei. Pe suprafața inferioară, tranziția de la curgerea laminară la curgerea turbulentă, precum și separarea stratului limită turbulent vor avea loc în vecinătatea bordului de fugă.

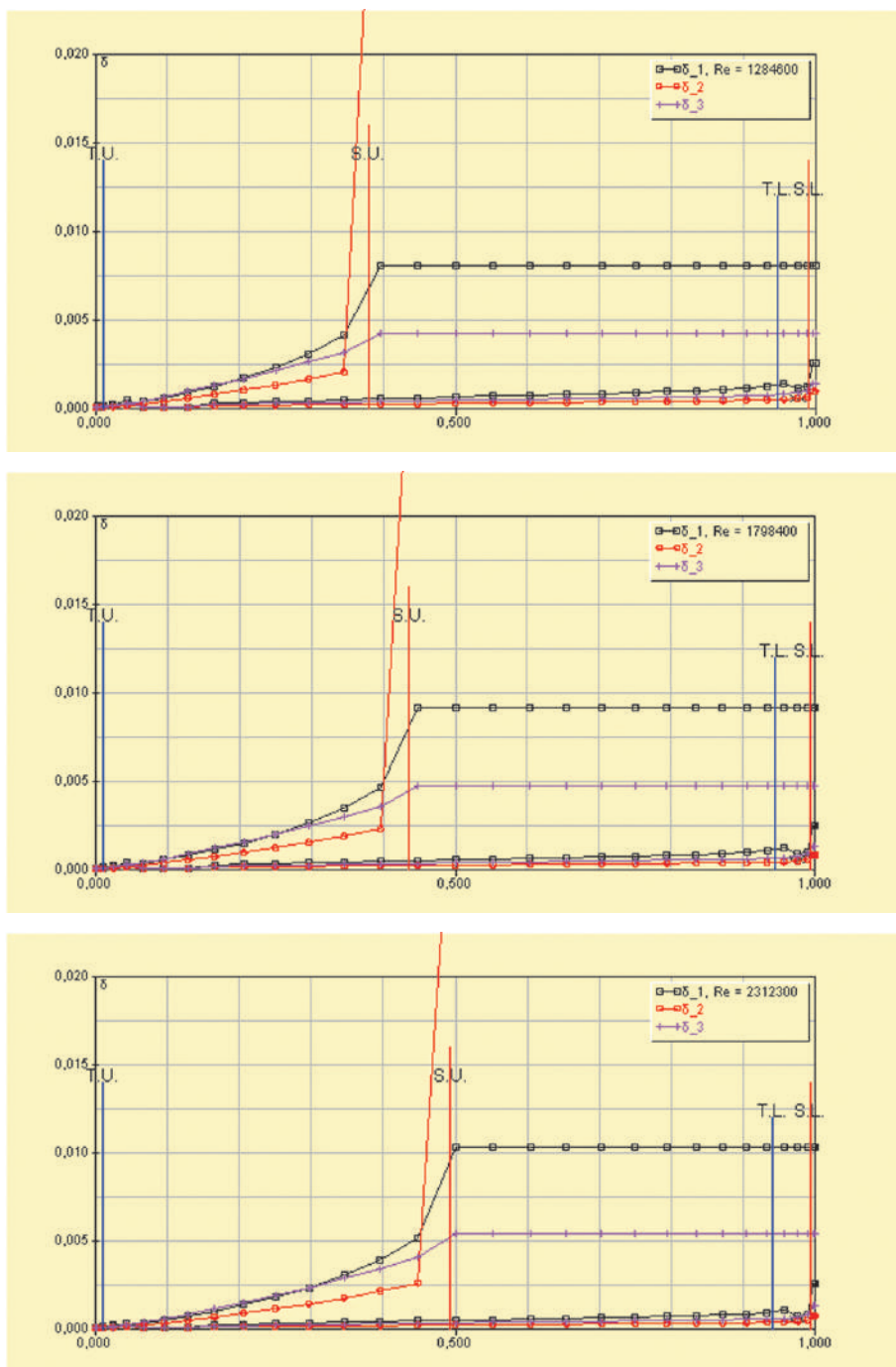


Fig. 2.54. Punctele de tranziție și de separare la vitezele de curgere 1 m/s, 1,5 m/s și 2 m/s.

### 2.2.3.9. Estimarea potențialului energetic convertit la arborele rotorului hidrodinamic multipal

Potențialul energetic al curentului de apă și puterea generată de rotorul micro-hidrocentralei cu ax vertical este estimată prin intermediul următorilor parametri constructivi și funcționali:

- rotor cu 5 pale cu profil hidrodinamic de tip NACA 0016 (fig. 2.50);
- imersiunea efectivă a palei în curentul de apă  $h = 1,4\text{ m}$ ;
- lungimea coardei palei  $l = 1,3\text{ m}$ ;
- lungimea efectivă  $l'$  a coardei palei  $l' = 1\text{ m}$ ;
- diametrul rotorului  $D = 4\text{ m}$ ;
- unghiul de atac al palei în raport cu curentul de apă  $\alpha = 18^\circ$ ;
- unghiul de atac al palei în regiunea neutrală (zona V, fig. 2.38)  $\alpha = 90^\circ$ .

Potențialul energetic al curentului de apă estimat pentru secțiunea corespunzătoare dimensiunilor rotorului este:

$$P = \frac{1}{2} \rho V_\infty^3 S, \quad (2.124)$$

unde  $\rho$  este densitatea fluidului,  $V_\infty$  este viteza curentului de apă, iar  $S = H(D+c')$  este aria secțiunii de gabarit a rotorului (fig. 2.55). Puterea generată de curentul de apă la arborele rotorului se calculează după formula:

$$P_a = PK, \quad (2.125)$$

unde  $P$  este furnizat de relația (2.124), iar  $K$  este coeficientul de eficiență a conversiunii energiei. În tabelul 2.1 este prezentat potențialul energetic al curentului de apă corespunzător suprafeței efective a secțiunii de gabarit a rotorului  $S = 7\text{ m}^2$ ,  $S = 9,15\text{ m}^2$  și  $S = 11,5\text{ m}^2$  funcție de vitezele respective ale curentului de apă. În fig. 2.56 este prezentată puterea convertită la arborele rotorului  $P_a$  în dependență de viteza curentului de apă cu coeficientul de eficiență a conversiunii 50% ( $K = 0,5$ ) pentru diferite suprafețe ale secțiunii de gabarit ale rotorului.

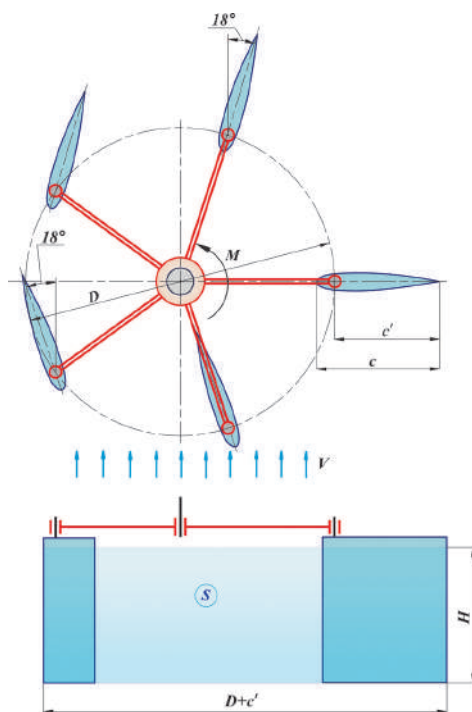


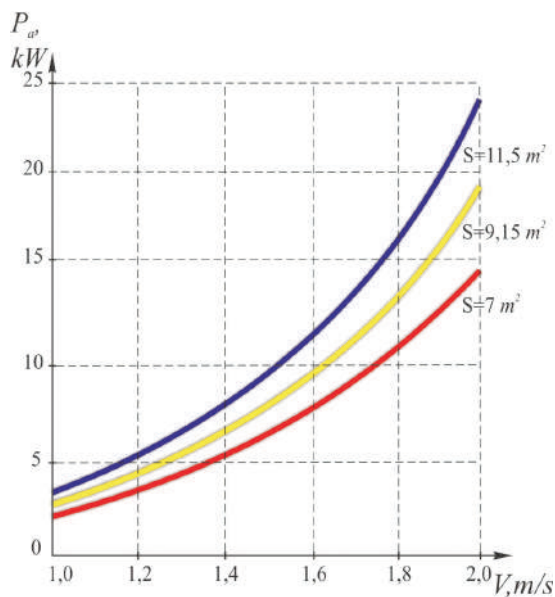
Fig. 2.55.

**Tabelul 2.1.** Potențialul energetic al curentului de apă în funcție de viteza curentului de apă.

Viteza curentului de apă, $V$ , m/s	P, kW ( $S = 7\text{m}^2$ )	P, kW ( $S = 9,15\text{m}^2$ )	P, kW ( $S = 11,5\text{m}^2$ )
1,0	3,5	4,6	5,75
1,1	4,65	6,09	7,653
1,2	6,05	7,9	9,94
1,3	7,68	10,05	12,63
1,4	9,6	12,55	15,78
1,5	11,8	15,44	19,41
1,6	14,3	18,74	23,55
1,7	17,19	22,47	28,25
1,8	20,4	26,68	33,53
1,9	24	31,38	39,44
2,0	28	36,6	46,00

Puterea generată  $P_a$  de rotor sub acțiunea curentului de apă este dată de formula:

$$P_a = T_{r\Sigma} \cdot \omega, \quad (2.126)$$



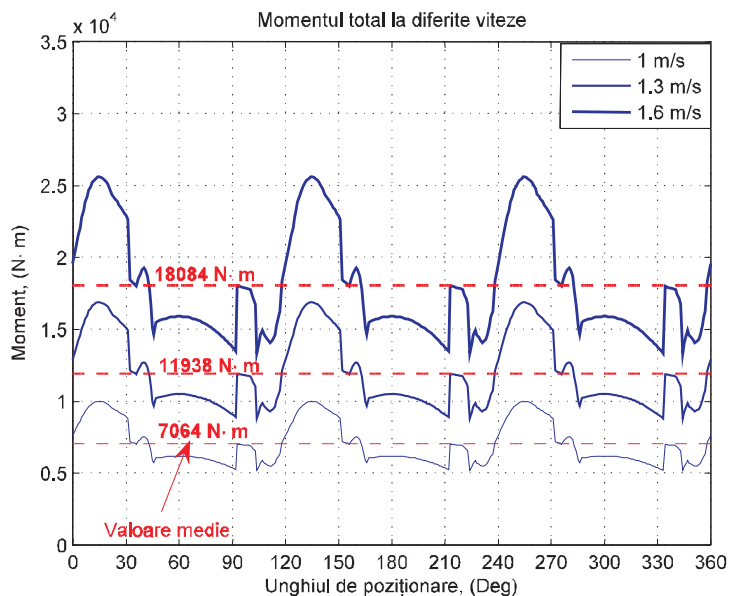
**Fig. 2.56.** Puterea generată la arborele rotorului.

unde  $T_{r\Sigma}$  este momentul total dezvoltat la arborele rotorului furnizat de formula (2.14), iar  $\omega$  este viteza unghiulară a rotorului. În fig. 2.57 este prezentată dependența momentului total  $T_{r\Sigma}$  aplicat la arborele rotorului (cu 3 și 5 pale) de unghiul de poziționare la diferite viteze de curgere a curentului de apă, precum și valoarea medie a momentului total. De exemplu, pentru viteza de curgere  $V_\infty = 1,3\text{ m/s}$ ,  $T_{r\Sigma} = 19893\text{ Nm}$ . Astfel, puterea la arborele rotorului generată de potențialul energetic al apei curgătoare cu viteza  $V_\infty = 1,3\text{ m/s}$  este  $P = 3,84\text{ kW}$ .

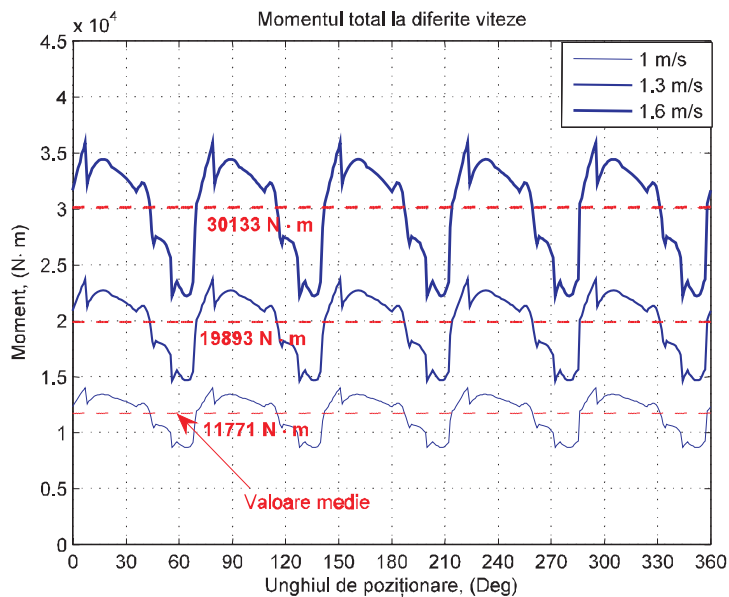
Viteza unghiulară și turația rotorului sunt

$$\omega = \frac{P}{T_{r\Sigma}} = \frac{3840}{19893} = 0,1913\text{ s}^{-1}, \quad (2.127)$$

$$n = \frac{30\omega}{\pi} = 1,843 \text{ min}^{-1}. \quad (2.128)$$



a.



b.

Fig. 2.57. Momentul total versus unghiul de atac la viteze de curgere de 1 m/s, 1,3 m/s și 1,6 m/s, rotor cu 3 pale (a), rotor cu 5 pale (b).

## 2.2.4. Cercetarea interacțiunii palei hidrodinamice cu fluxul de apă

### 2.2.4.1. Modelarea numerică a interacțiunii dintre curentul de apă și pala hidrodinamică cu înveliș metalic: cavă și injectată cu material expandant

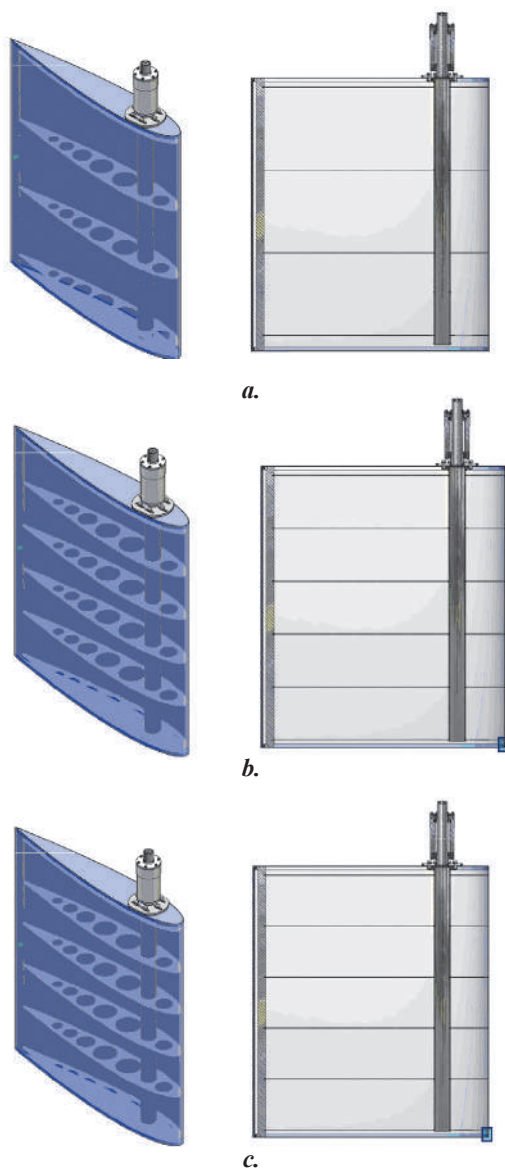


Fig. 2.48. Structura de rezistență a palei cu: 3 (a), 4(b) și 5(c) rigidizări transversale.

Utilizând programul de calcul cu elemente finite ANSYS 11.0 au fost studiate starea de deformare și de tensiune a învelișului palei cu profil hidrodinamic NACA 0016 cu lungimea corzii  $c=1,3$  m și înălțimea  $h=1,5$  m, submersată în curentul de apă și aflată sub acțiunea forțelor hidrodinamice și a presiunii hidrostatice. Calculele au fost efectuate pentru învelișuri metalice și din materiale compozite cu structură de rezistență în formă de plăci rigidizate. În calcul au fost luate presiunea hidrostatică și forța hidrodinamică rezultantă (corespunzătoare vitezei de curgere  $V_{\infty} = 2$  m/s). Astfel valoarea maximă a forțelor care acționează asupra palei este de 11 kN.

Deformațiile se estimează a fi mici și de aceea ne vom plasa în cadrul teoriei elasticității liniare. Învelișul palei poate fi modelat prin intermediul teoriei matematice a plăcilor și anume, teoria plăcii liniar elastice Kirchhoff-Love. Din acest considerent se vor utiliza elemente finite predefinite în ANSYS acceptabile pentru această teorie. Învelișul palei hidrodinamice este izotrop și fabricat din aliaj de aluminiu H37 cu modulul lui Young  $E = 1,97 \cdot 10^{11}$  N/m<sup>2</sup> și coeficientul lui Poisson  $\nu = 0,27$ . Interiorul palei se consideră cav. Învelișul lateral se propune cu grosimile  $S=1$  mm și  $1,5$  mm. Au fost



examineate trei variante a structurii de rezistență a palei: cu 3, 4 și 5 rigidizări transversale (fig. 2.58, a, b, c). Discretizarea adaptivă în elemente finite s-a efectuat prin intermediul elementelor de tip *shell63*. Elementul de tip placă, *shell63*, are 4 noduri, plasate în planul median a plăcii (fig. 2.59). Grosimea elementului,  $S$ , se va considera constantă. Fiecare nod are 6 grade de libertate: deplasările  $u_x$ ,  $u_y$ ,  $u_z$ , și rotațiile  $r_{xy}$ ,  $r_{xz}$ ,  $r_{yz}$ . Sistemul de coordonate local are originea amplasată în primul nod, axele  $x$  și  $y$  fiind plasate în planul median al elementului.

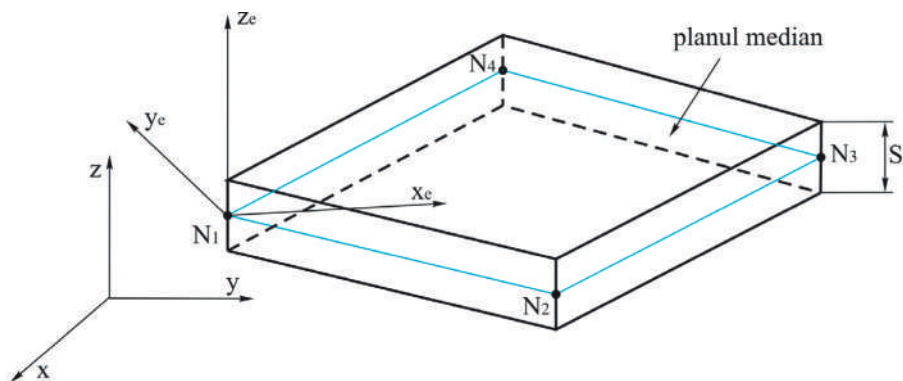


Fig. 2.59. Elementul finit de tip placă *shell63*.

Discretizarea cu 18248 elemente de tip placă și 18683 noduri este prezentată în fig. 2.60,a, iar în fig. 2.60,b sunt prezentate presiunea hidrostatică și forța hidrodinamică aplicate asupra palei discretizate. În fig. 2.61-2.63 se prezintă starea de deformație a palei. În rezultatul analizei numerice a stării de deformație (fig. 2.61, 2.62 și 2.63) a învelișului palelor cu grosimea de 1 mm cu 3, 4 și 5 rigidizări transversale s-a stabilit că deformația învelișului în zonele.

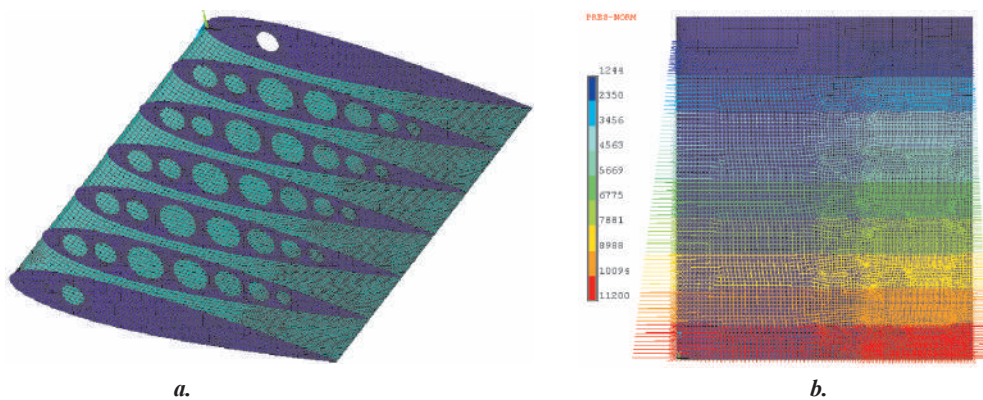


Fig. 2.60. Discretizarea învelișului palei în elemente finite (a), presiunea hidrostatică și forța hidrodinamică aplicate (N) (b).

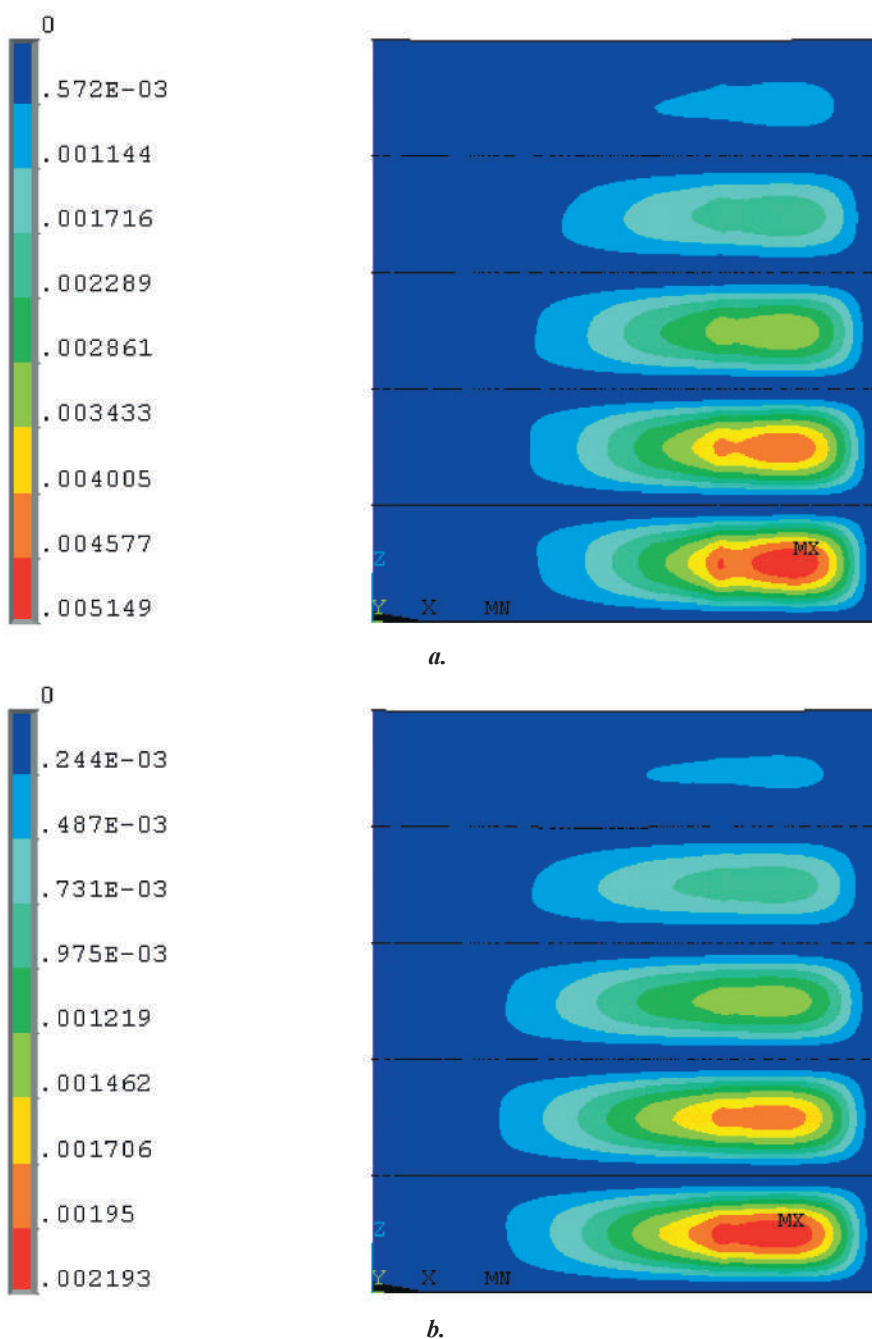


Fig. 2.61. Deplasările în învelișul palei cu profil hidrodinamic NACA 0016 (mm) cu 4 rigidizări transversale și grosimea învelișului  $S = 1$  mm (a) și  $S = 1,5$  mm (b).

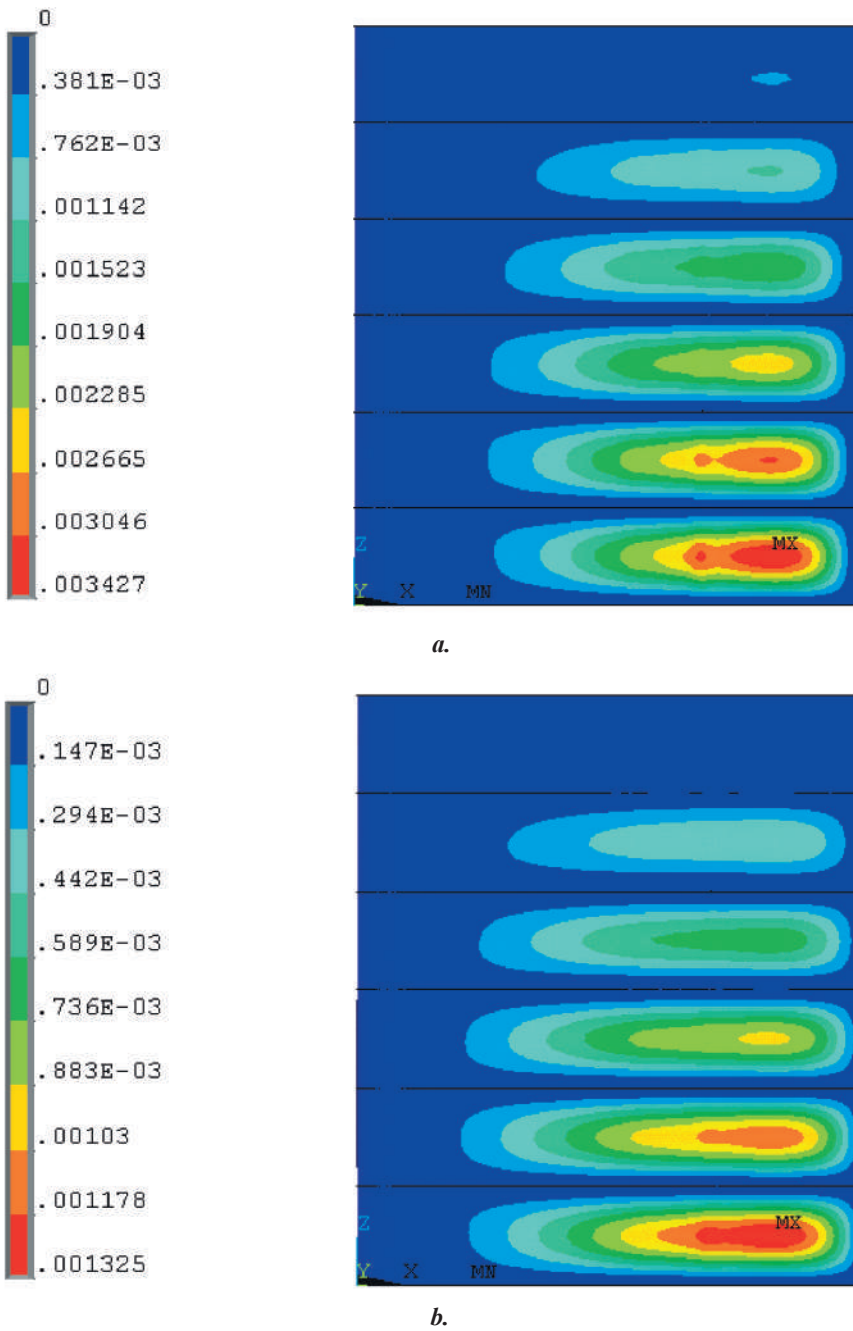
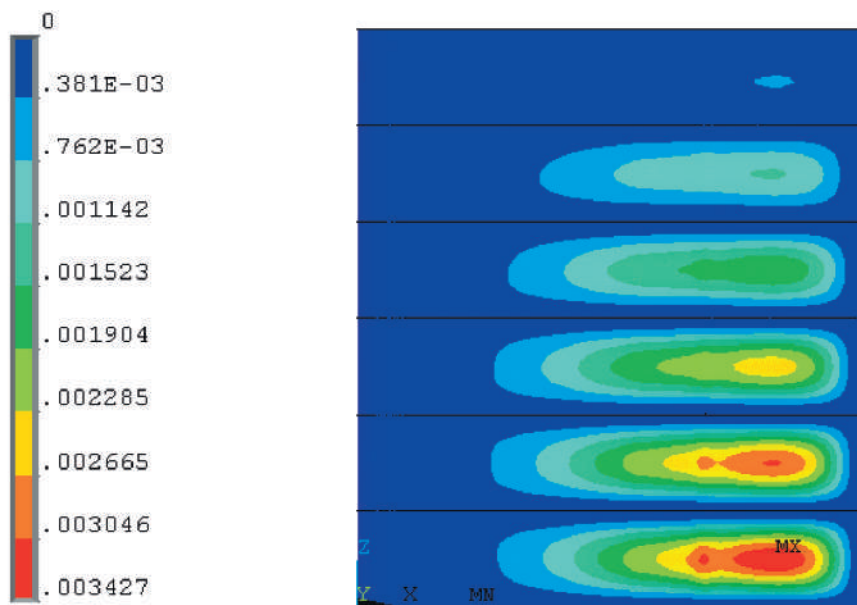
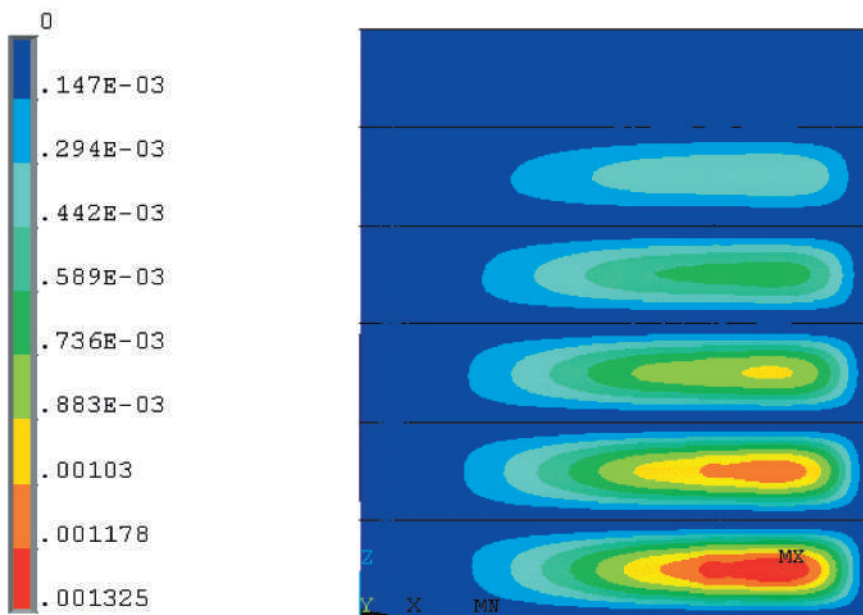


Fig. 2.62. Deplasările în învelișul palei cu profil hidrodinamic NACA 0016 (mm) cu 5 rigidizări transversale cu grosimea învelișului  $S = 1 \text{ mm}$  (a) și  $S = 1,5 \text{ mm}$  (b).



a.



b.

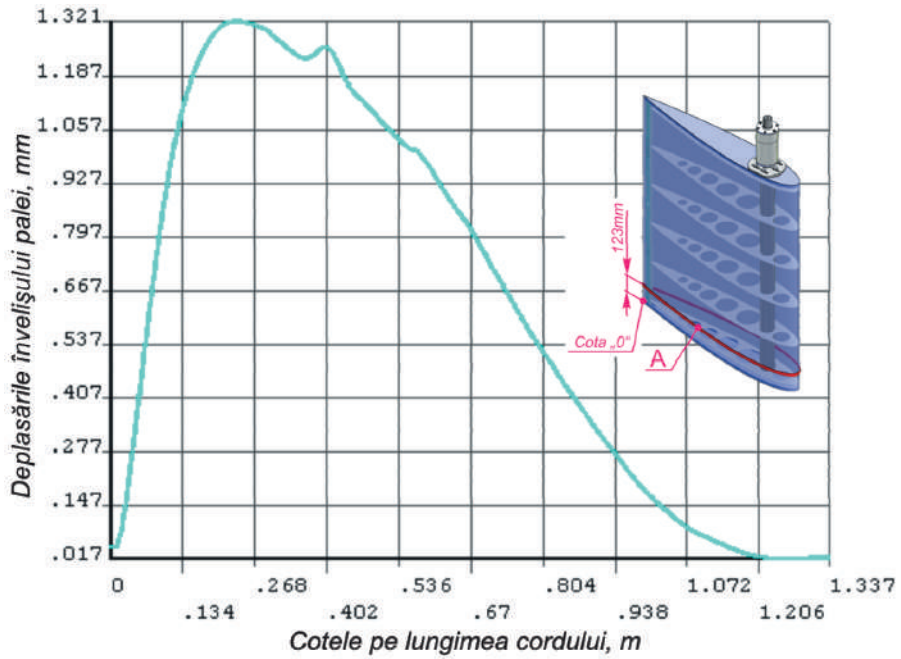
Fig. 2.63. Deplasările în învelișul palei cu profil hidrodinamic NACA 0016 (mm) cu 5 rigidizări transversale cu grosimea învelișului  $S = 1 \text{ mm}$  (a) și  $S = 1,5 \text{ mm}$  (b).

submersate maxim este de 7,8, 5,1 și 3,5 mm. Aceste deplasări locale ale profilului pot influența negativ regimul de curgere a fluidului în zona imediat adiacentă profilului hidrodinamic și implicit asupra eficienței conversiei energiei cinetice a fluxului de apă în energie utilă. Din acest motiv, profilurile cu grosimea învelișului de 1 mm au fost abandonate.

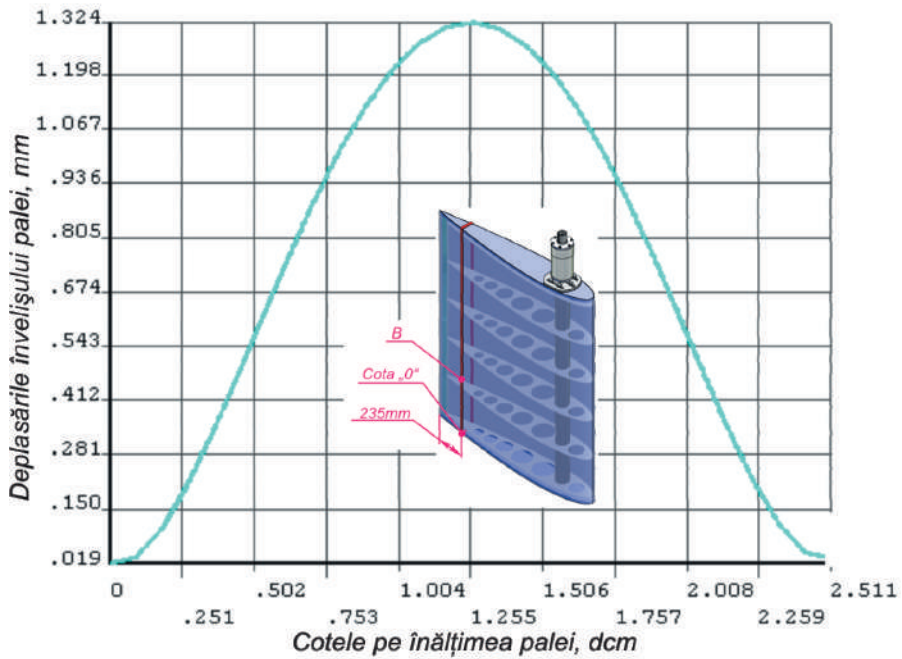
Totodată s-a constatat că deplasările învelișului cu grosimea de 1,5 mm la palele cu 3, 4 și 5 rigidizări transversale s-au redus de 2,1, 2,4 și, respectiv, 2,6 ori și constituie 3,7, 2,1 și 1,3 mm. Palele cu grosimea învelișului de 1,5 mm și 5 rigidizări transversale asigură o deformație maximă de 1,3 mm, acceptabilă din punctul de vedere al minimizării impactului negativ asupra eficienței conversiei energiei cinetice a fluxului de apă în energie utilă. Din acest motiv, în continuare va fi examinată doar structura de rezistență cu 5 rigidizări transversale și înveliș cu grosimea de 1,5 mm fabricat din aliaj de aluminiu H37. Mărirea numărului de rigidizări transversale sau a grosimii tablei pentru înveliș conduc la sporirea costului și greutateii palelor. Eficiența conversiei, determinată de forțele hidrodinamice aplicate palei, depinde de respectarea formei geometrice de proiect a acesteia atât pe lungimea cordului, cât și pe înălțimea palei. De aceea, este necesar de a aprecia valorile deplasărilor pe lungimea cordului și pe înălțimea palei în zonele solicitate maxim de presiunea hidrostatică și forțele hidrodinamice.

În fig. 2.64,a sunt prezentate deplasările învelișului (mm) pe lungimea cordului în secțiunea A, plasată la mijlocul depărtării între două rigidizări transversale. Conform fig. 2.64,a, deplasările maxime sunt localizate la cota de 235 mm și constituie 1,3 mm. Plasarea câmpului deplasărilor corespunde cu porțiunea învelișului cu raza de curbă maximă a profilului în secțiunea A. Zona cu deplasări mai mari de 1 mm este extinsă între cotele de 130 și 530 mm, fapt ce conduce la modificarea locală a unghiului de atac cu  $\pm 0,29^\circ$  – admisibilă din punct de vedere hidrodinamic. În fig. 2.64,b sunt prezentate deplasările în secțiunea B (plasată la cota de 235 mm de la bordul de fugă al palei), în dependență de cotele pe înălțimea palei (0–250 mm) cuprinse între ultimele plăci transversale. Deplasările mai mari de 1mm sunt în intervalul cotelor de înălțime 78÷172mm.

În scopul aprecierii stării de tensiune în învelișul palei cu profil hidrodinamic NACA 0016 și grosimea de 1,5 mm (fig. 2.65,a,b) se consideră tensiunile principale  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  și  $\sigma_3$ , care sunt valorile proprii ale tensorului tensiune aranjate în ordine descrescătoare. În fig.2.65 sunt prezentate tensiunile principale  $\sigma_1$  (a) și  $\sigma_3$ (b). De asemenea, se consideră intensitatea tensiunii, calculată prin relația:

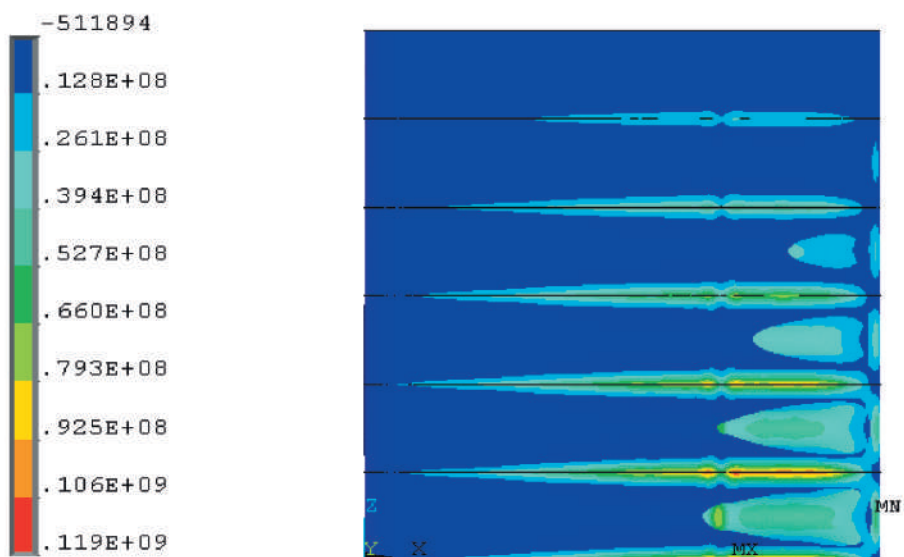


a.

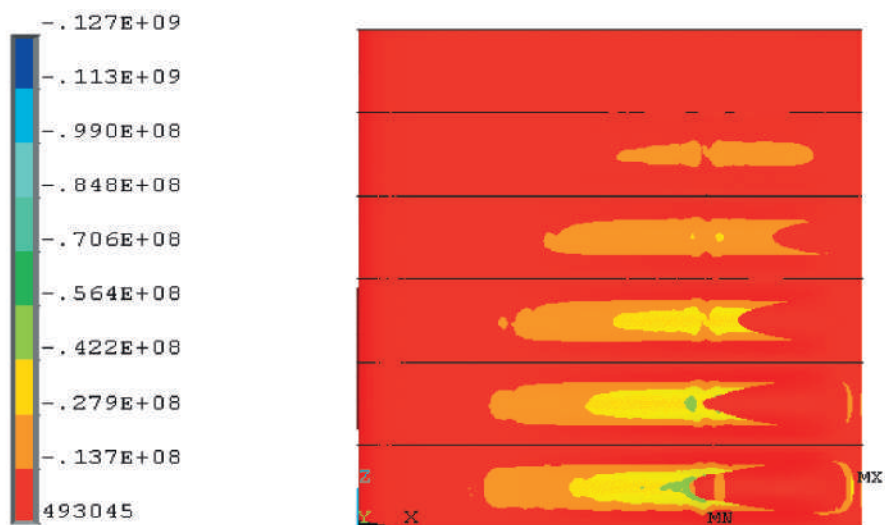


b.

Fig. 2.64. Deplasările în învelișul (mm) pe lungimea cordului în secțiunea A (a) și în secțiunea B (b).



a.



b.

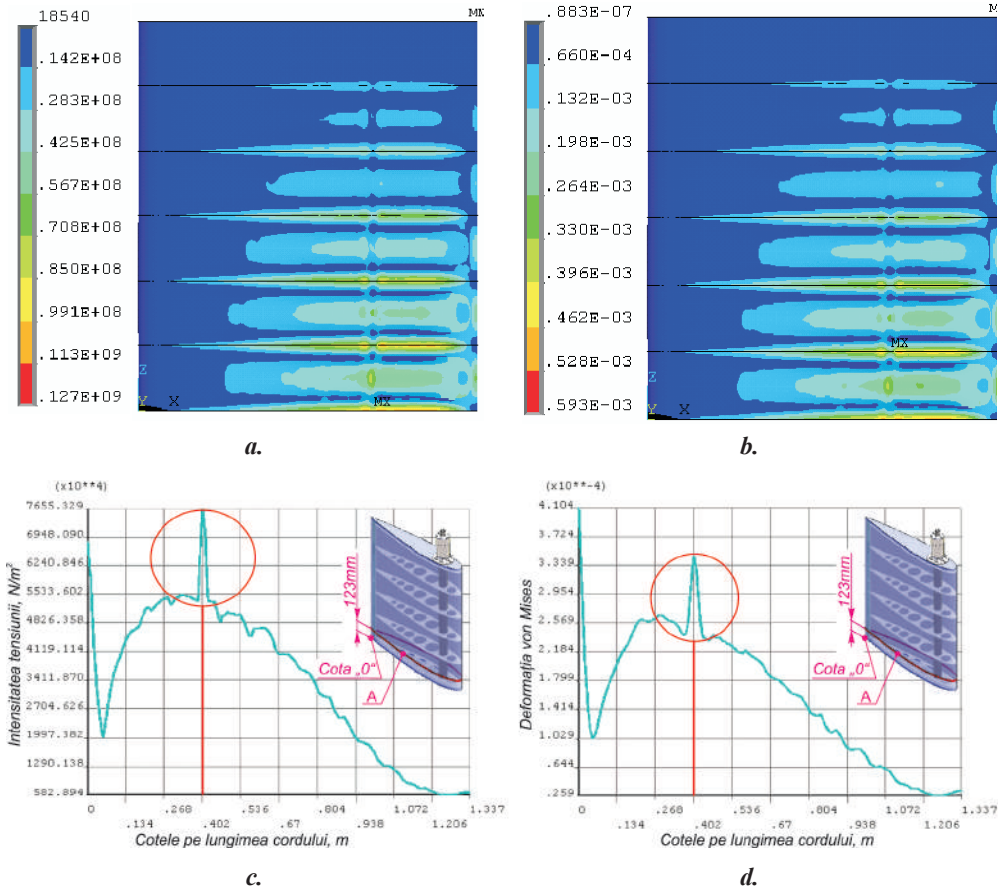
Fig. 2.65. Tensiunile principale (N/m<sup>2</sup>)  $\sigma_1$  (a) și  $\sigma_3$  (b) în învelișul palei cu profil hidrodinamic NACA 0016 cu 5 rigidizări transversale cu grosimea învelișului  $S=1,5 \text{ mm}$ .

$$\sigma_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 \right]^{1/2} \quad (2.129)$$

și deformația Von Mises, dată de relația:

$$\varepsilon_e = \frac{1}{1+\nu} \left( \frac{1}{2} \left( (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_3)^2 \right) \right)^{1/2}, \quad (2.130)$$

unde  $\nu$  este coeficientul Poisson, iar  $\sigma_1, \sigma_2$  și  $\sigma_3$  sunt valorile principale ale tensorului de deformație. În fig. 2.66,a sunt prezentate intensitatea tensiunii  $\sigma_1$



**Fig. 2.66.** Intensitatea tensiunii (N/m<sup>2</sup>)  $\sigma_1$  (a,c) și deformația Von Mises  $\varepsilon_y$  (b,d) în învelișul palei în secțiunea A.

(N/m<sup>2</sup>), iar în fig. 2.66,b – deformația Von Mises ale învelișului palei în secțiunea A, solicitată maxim de forțele de presiune hidrostatică și hidrodinamică. Deoarece solicitarea palei cu forțele hidrodinamice este cu mult mai mică decât sarcina provocată de presiunea hidrostatică, în calcul s-a admis convențional restricția că presiunea efectului hidrodinamic este distribuită uniform pe suprafața palei considerată



cu valoarea sa maximă. Din analiza varierii intensității tensiunii  $\sigma_7$  și deformației Von Mises pe lungimea cordului, se atestă o concentrare a intensității de tensiuni și, implicit, de deformații Von Mises în zona cu cota 402 mm pe lungimea cordului. Cota respectivă este localizată la hotarul de trecere a profilului NACA 0016 de la zona cu raza de curbură mică (cotele 1337–402 mm) la zona cu raza de curbură mai mare (cotele 402–0 mm). De acest comportament al intensității tensiunilor și deformației Von Mises trebuie de ținut cont pentru învelișurile din material compozit, dând grosime variabilă învelișului palei în zona adiacentă cotei 402 mm pe lungimea cordului.

Cercetările prezentate anterior au demonstrat că deplasările în învelișul palei din aliaj de aluminiu H37 cu grosimea de  $S = 1,5 \text{ mm}$  și structura de rezistență cu 5 rigidizări transversale sunt în limita admisibilă (de 1,3 mm, fig. 2.63,b) din punct de vedere al impactului asupra eficienței conversiei.

Totodată, microhidrocentralele funcționează în condiții cu riscuri de deteriorare a învelișului palei lovindu-se cu obiecte plutitoare aleatorii. În aceste cazuri palele fiind cave se vor deermetiza și se vor umple cu apă, fapt ce va la apariția momentelor de răsturnare și implicit la pierderea stabilității flotante a microhidrocentralei. Pentru a evita asemenea situații, care conduc la diminuarea fiabilității funcționării microhidrocentralelor flotante. Este oportun de a injecta în interiorul paletelor hidrodinamice material expandant, spre exemplu, poliuretan cu o anumită densitate. A priori, s-ar putea presupune că în învelișul palei injectate cu material expandant să se modifice atât starea de deformație cât și starea de tensiune.

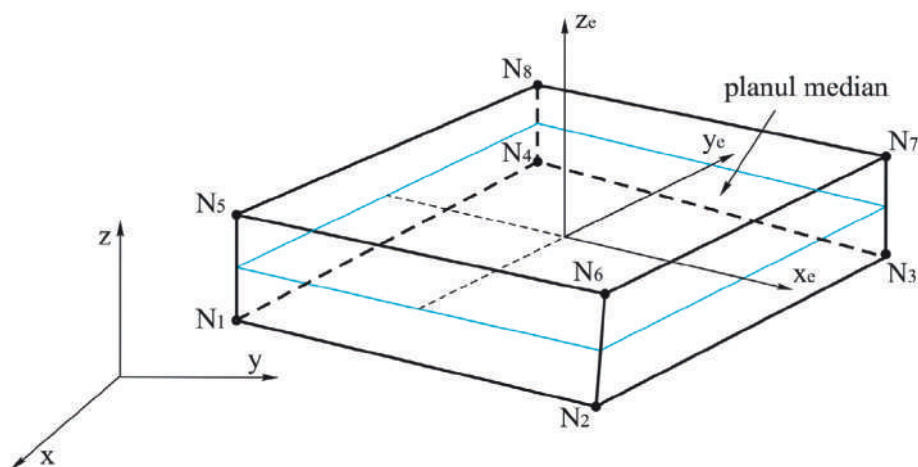


Fig. 2.67. Elementul finit de tip solid-placă Solsh 190.

Din aceste considerente este oportun de a continua cercetările prin modelarea numerică a interacțiunii fluxului de apă cu pala conform metodologiei adoptate anterior. Deoarece, s-a constatat că deplasările maximale ale învelișului palei sunt repartizate între ultimele două rigidizări transversale maximal submersate, în continuare, vom cerceta starea de tensiune și de deformație doar pentru un fragment al palei, care include zona menționată. Materialul espondant urmează a fi modelat cu elemente de tip solid. Așa cum elementele de tip solid au câte 3 grade de libertate în fiecare nod, iar elementele de tip placă au 6 grade de libertate pot apărea incompatibilități între aceste elemente, ceea ce va produce rezultate eronate. Din acest motiv, s-a decis modelarea învelișului cu elemente de tip solid-placă, *Solsh190*. Elementul de tip solid-placă, *Solsh190*, are 8 noduri (fig. 2.67). Grosimea elementului poate fi diferită pentru fiecare muchie  $N_i N_{i+4}$ ,  $i = 1, 2, 3, 4$ . Fiecare nod are 3 grade de libertate: deplasările  $u_x$ ,  $u_y$ ,  $u_z$ . Sistemul de coordonate local are originea amplasată în centrul planului median, axele  $x$  și  $y$  fiind plasate în acest plan. Pentru a compara și valida rezultatele obținute cu elementul *Shell 63* și *Solsh 190*, considerăm inițial pala cavă. Discretizarea fragmentului palei cave cu înveliș metalic cu 13340 elemente și 20785 de noduri este prezentată în fig. 2.68. Starea de deformație în rigidizările transversale este mică în comparație cu starea de deformație din înveliș. Din acest motiv rigidizările nu se vor discretiza, în schimb se vor impune constrângeri grade-lor de libertate nodurilor corespunzător de pe înveliș, și anume: nodurilor de pe linia  $A$  (fig. 2.68) se vor impune constrângerile  $u_x = 0$ ,  $u_y = 0$  și  $u_z = 0$ , iar nodurilor de pe linia  $B$ , constrângerile  $u_x = 0$ ,  $u_y = 0$ . Nodurilor de pe linia  $C$  (fig. 2.68) se impune condiția la limită  $u_z = 0$ . Presiunea hidrostatică și forța hidrodinamică aplicată învelișului palei rămân neschimbate. În fig. 2.70 sunt prezentate deplasările învelișului palei cave cu grosimea  $S = 1,5$  mm fabricată din aliaj de aluminiu H37:  $u_x(a)$ ,  $u_y(b)$  și  $u_z(c)$ . Astfel deplasarea maxima a învelișului este 1,2 mm. Rezultatele obținute sunt similare rezultatelor pentru modelul palei cave întregi modelată cu elementele finite de tip *shell 63* (fig. 2.59). În fig. 2.71 sunt prezentate tensiunile principale ale învelișului palei cave cu grosimea 1,5 mm:  $\sigma_1(a)$ ,  $\sigma_2(b)$  și  $\sigma_3(c)$  (Pa). Valoarea maxima a tensiunilor principale este de aproximativ 94 MPa. Similar discretizării cu elemente *shell 63* (fig. 2.60), se atestă o concentrare a tensiunilor în zona cu cota 402 mm pe lungimea cordului (fig. 2.71).

În continuare considerăm pala cu înveliș metalic fabricat din aliaj de aluminiu H37 cu grosimea 1,5 mm injectată cu material espondant. Presiunea hidrostatică, forțele aplicate, constrângerile și condițiile limită rămân neschimbate. Materialul espondant este poliuretanul cu densitatea  $0,64 \text{ g/cm}^3$ , modulul lui Young  $E = 0,95$  Gpa și coeficientul lui Poisson  $\nu = 0,24$ . Învelișul metalic este modelat cu elemente finite de tip solid-placă *Solsh 190*, iar interiorul palei cu elementul finit de tip solid, tetraedrul clasic cu 4 noduri și trei grade de libertate în fiecare nod: *Solid 45*. Discretizarea cu 13340 elemente *Solsh 190* și 20785 elemente *Solid 45* este prezentată în fig. 2.69.

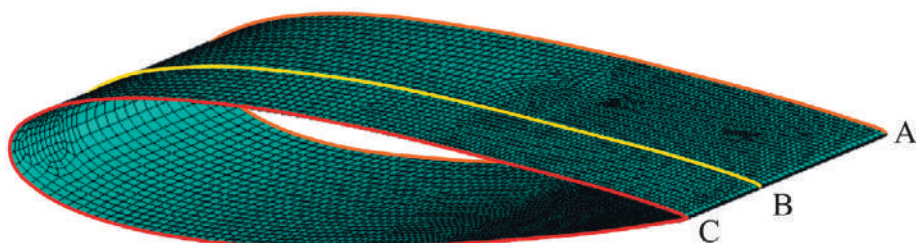


Fig. 2.68. Discretizarea fragmentului de pală cavă cu elemente *Solsh190*

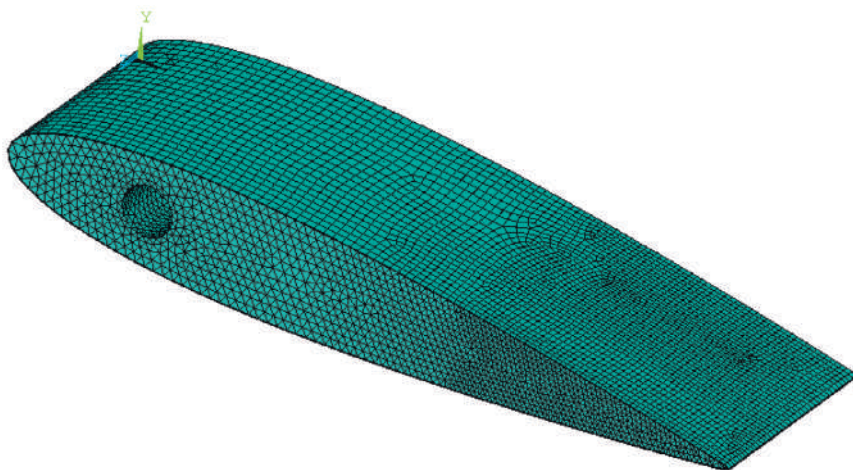


Fig. 2.69. Discretizarea cu elemente *Solsh 190* și *Solid 45* a fragmentului de pală injectată cu material expandant.

În fig. 2.62 sunt prezentate deplasările palei injectate cu material expandant și înveliș metalic cu grosimea  $S = 1,5$  mm:  $u_x$ (a),  $u_y$  (b) și  $u_z$ (c), deplasarea maxima atestată fiind de 0,01 mm. În fig. 2.63 sunt prezentate tensiunile principale:  $\sigma_1$  (a),  $\sigma_2$  (b) și  $\sigma_3$  (c) (Pa). Valoarea maxima a tensiunilor principale este de aproximativ 0,64 MPa.

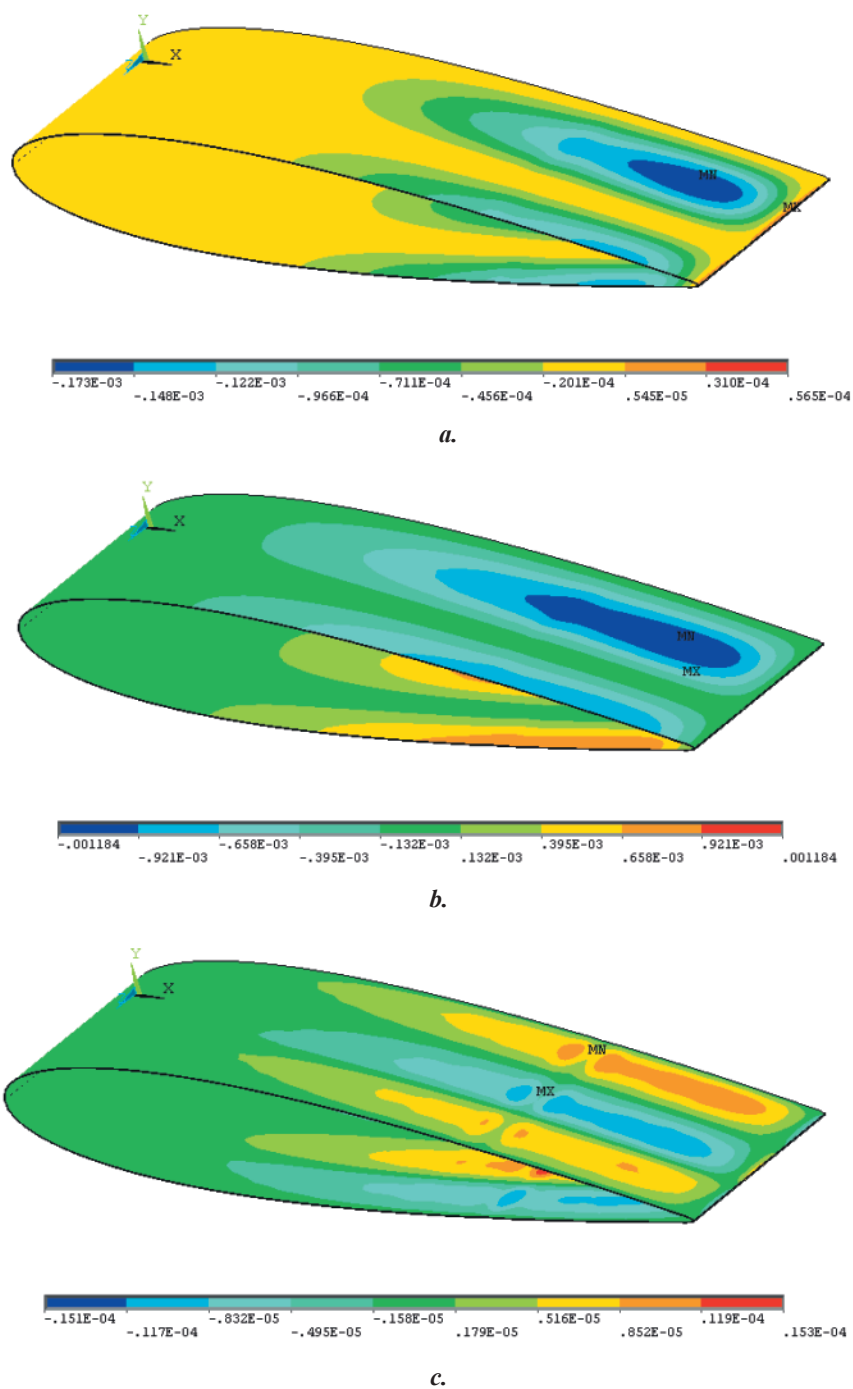
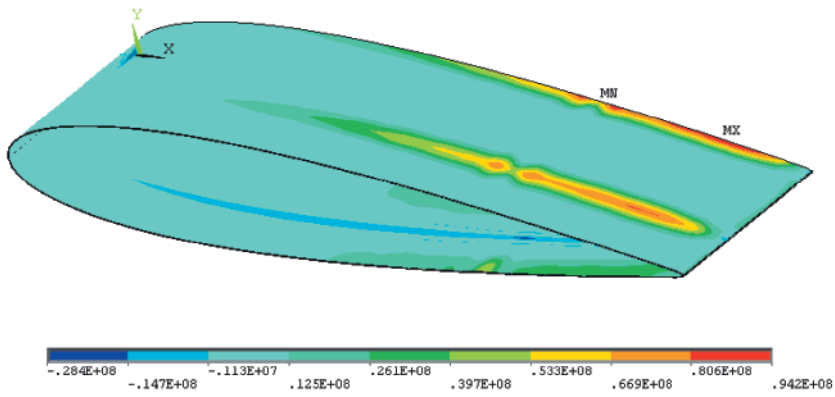
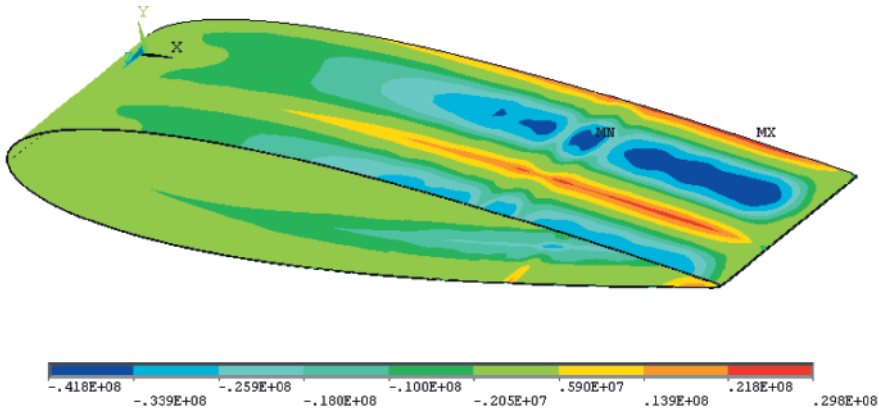


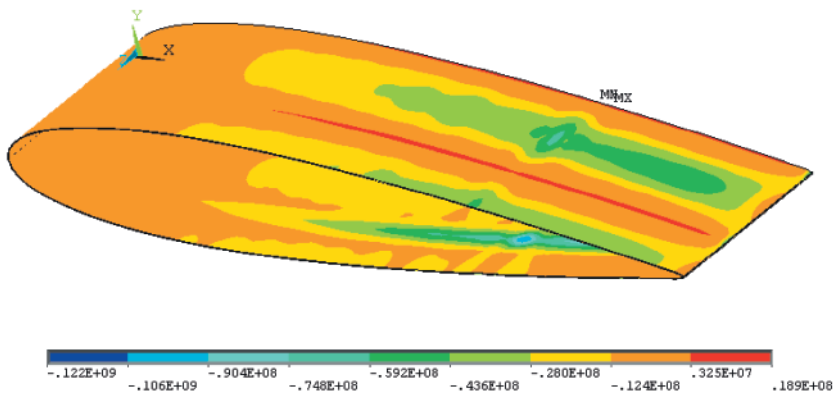
Fig. 2.70. Deplasările palei cave cu înveliș metalic de grosimea 1,5 mm:  $u_x$  (a),  $u_y$  (b) și  $u_z$  (c) (m).



a.



b.



c.

Fig. 2.71. Tensiunile principale ale palei cave cu înveliș metalic de grosimea 1,5 mm:  $\sigma_1$ (a),  $\sigma_2$ (b) și  $\sigma_3$ (c) (Pa).

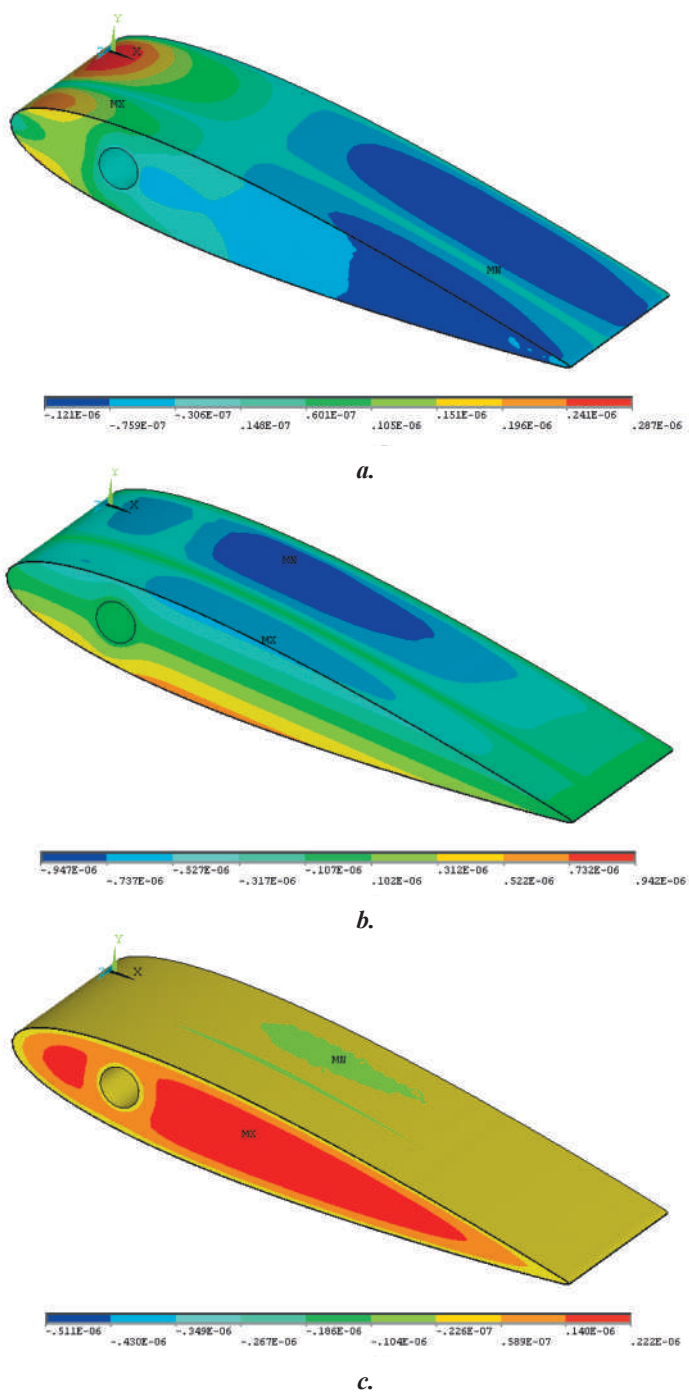


Fig. 2.72. Deplasările palei injectate cu poliuretan și înveliș metalic:  $u_x$  (a),  $u_y$  (b) și  $u_z$  (c) (m).

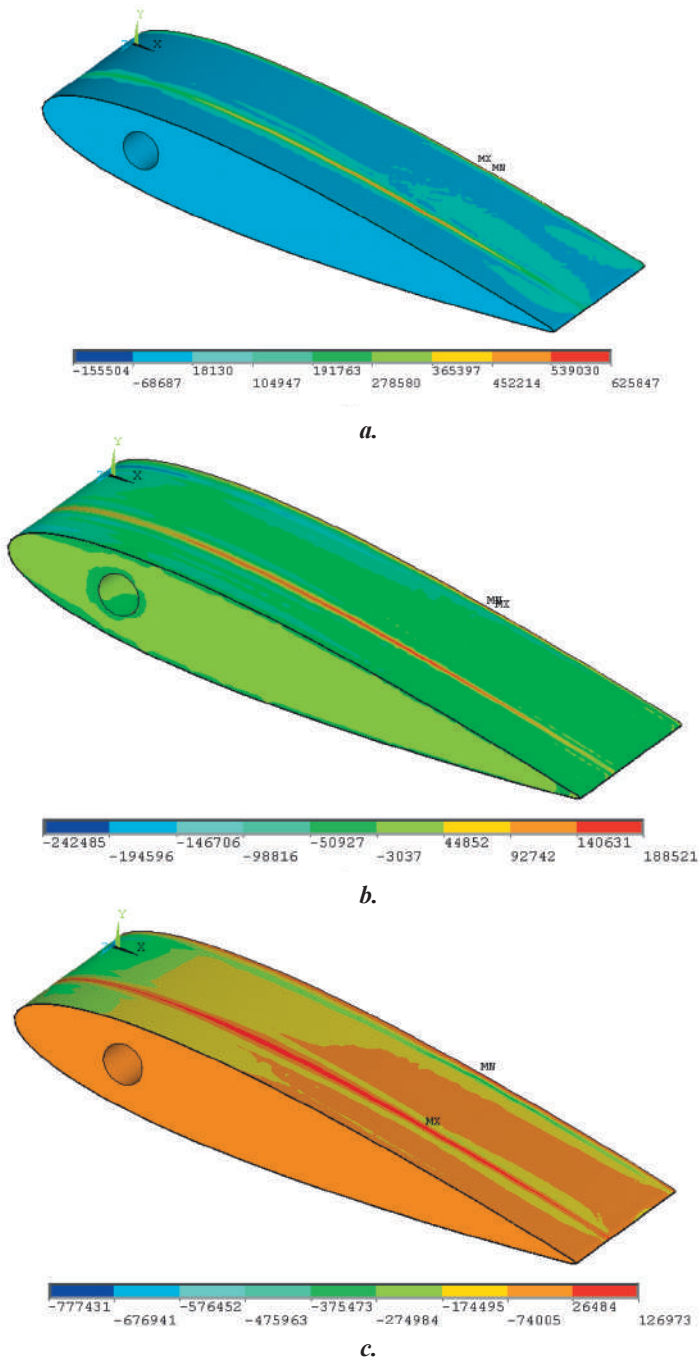


Fig. 2.73. Tensiunile principale ale palei injectate cu poliuretan și înveliș metalic:  $\sigma_1$ (a),  $\sigma_2$ (b) și  $\sigma_3$ (c) (Pa).

### 2.2.4.2. Modelarea numerică a interacțiunii dintre curentul de apă și pala hidrodinamică cu înveliș din material compozit: cavă și injectată cu material expandant

Tehnologia fabricării învelișului paletelor din aliaj de aluminiu necesită tehnologii costisitoare de sudare, utilaj tehnologic special și muncă calificată. În condițiile de exploatare a microhidrocentralelor cu umiditate sporită considerăm mai eficient utilizarea materialelor compozite, care în ultimii ani găsesc o răspândire tot mai largă. Cercetările privind determinarea deplasărilor și tensiunilor s-au efectuat în baza învelișului din aliaj de aluminiu pentru a exclude influența factorilor de neomogenitate a proprietăților fizico-mecanice întâlnite la materiale compozite. Cunoscând distribuția deplasărilor și tensiunilor în învelișuri de aluminiu vom putea compara rezultatele ce le vom obține în continuare.

Considerăm placa laminată din material compozit cu următoarea structură (fig. 2.74): primul strat este format din pânză bidirecțională fabricată din fibră de sticlă de tip *E-glass* și matrice din rășină polieterică; al doilea strat are două substraturi de pânză din fibre de sticlă scurte amplasate aleator în matrice polieterică și un substrat median de armură de polipropilenă; cel de-al treilea strat este iarăși un strat cu pânză din fibră de sticlă scurtă amplasată aleator în matricea din rășină polieterică; ultimul strat este stratul gelcoat.

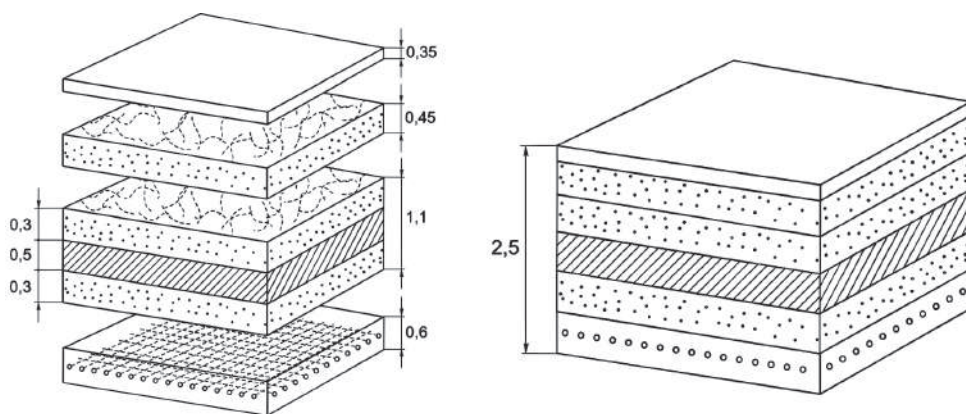


Fig. 2.74. Structura plăcii laminate din material compozit.



Calculul constantelor de material a fost efectuat conform recomandărilor firmei producătoare. Pentru calculul modului lui Young corespunzător unui material compozit se folosește următoarea formulă:

$$E = E_m V_m + E_f V_f, \quad (2.131)$$

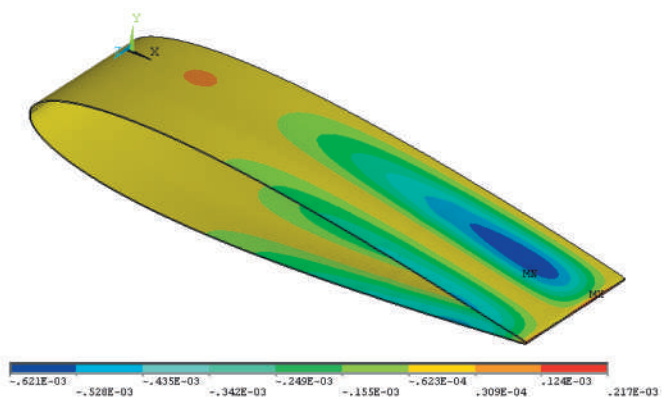
unde  $E_m$  și  $E_f$  sunt modulele lui Young pentru matrice și fibra de sticlă, respectiv, iar  $V_m$  și  $V_f$  sunt cotele volumetrice pentru matrice și fibra. Evident  $V_m + V_f = 1$ . Coeficientul lui Poisson poate fi calculat cu formula

$$\nu_{12} = \nu_m V_m + \nu_f V_f, \quad (2.132)$$

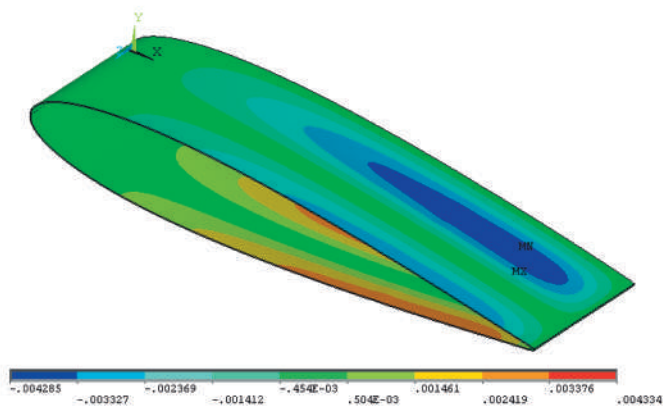
unde  $\nu_m$  și  $\nu_f$  sunt coeficienții lui Poisson pentru matrice și fibră. Pentru placa laminată considerată, cotele volumetrice respective sunt  $V_m = 0,5$  și  $V_f = 0,5$ . Astfel, obținem următoarele valori pentru modulul lui Young  $E = 13,2$  Gpa și pentru coeficientul lui Poisson  $\nu_{12} = 0,3$ .

În același context au fost cercetate pale cu înveliș din materiale compozite mai rezistente la impactul coroziv al apei și mai tehnologice din punct de vedere al fabricării în serie. Cercetările au fost efectuate în baza a două modele: fragmentul palei cave discretizată cu elemente finite de tip placă-solid *Solsh 190* și fragmentul palei injectate cu poliuretan discretizată cu elemente finite *Solsh 190* (învelișul palei) și elemente finite de tip *Solid 45* (interiorul palei). În ambele cazuri învelișul este din placă laminată din material compozit cu grosimea  $S = 2,6$  mm, constantele materiale ale poliuretanului, forțele hidrodinamice, presiunea hidrostatică, constrângerile impuse nodurilor și condițiile la limită rămân neschimbate.

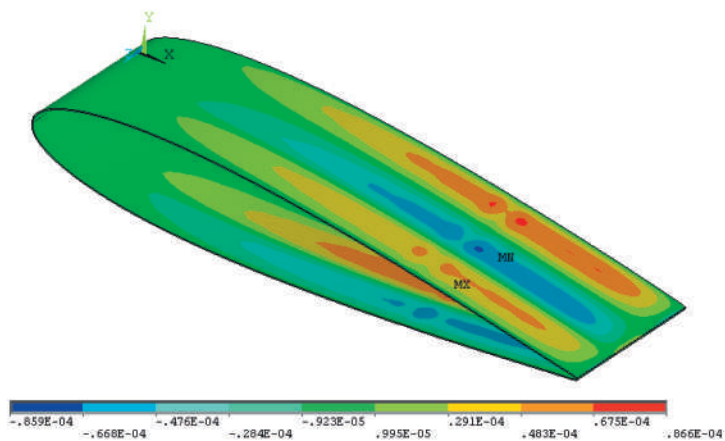
În fig. 2.75 sunt prezentate deplasările fragmentului de pală cavă și înveliș din material compozit cu grosimea  $S = 2,6$  mm:  $u_x$ (a),  $u_y$ (b) și  $u_z$ (c), deplasarea maxima atestată fiind de 4,3 mm. În fig. 2.76 sunt prezentate tensiunile principale:  $\sigma_1$ (a),  $\sigma_2$ (b) și  $\sigma_3$ (c) (Pa). Valoarea maxima a tensiunilor principale este de aproximativ 38 MPa. Se atestă că, starea de deformație și tensiune are o distribuție similară cu pala cavă și înveliș metalic. În fig. 2.77 sunt prezentate deplasările fragmentului de pală injectată cu poliuretan și înveliș din material compozit cu grosimea  $S = 2,6$  mm:  $u_x$ (a),  $u_y$ (b) și  $u_z$ (c), deplasarea maxima atestată fiind de 0,01 mm. În fig. 2.78 sunt prezentate tensiunile principale:  $\sigma_1$ (a),  $\sigma_2$ (b) și  $\sigma_3$ (c) (Pa). Valoarea maxima a tensiunilor principale este de aproximativ 0,22 MPa. Starea de deformație și tensiune are o distribuție similară cu pala injectată cu material expandant și înveliș metalic.



a.

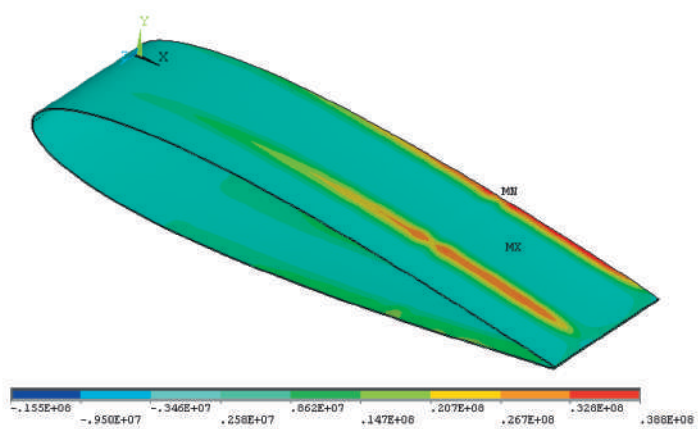


b.

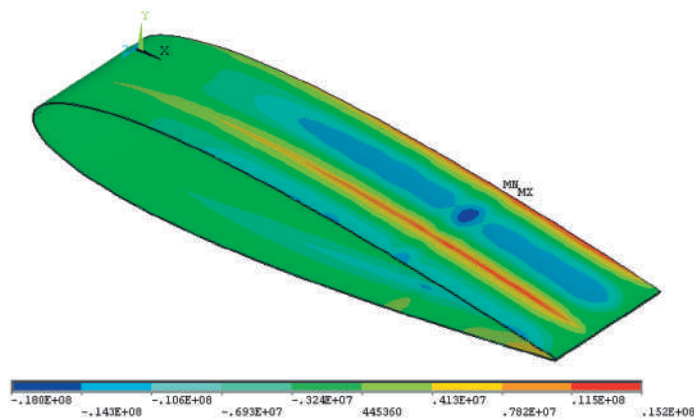


c.

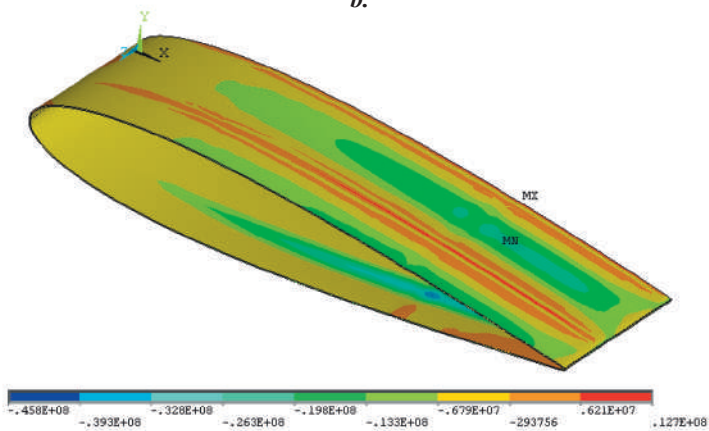
Fig. 2.75. Deplasările palei cave cu inveliș din material compozit:  $u_x$  (a),  $u_y$  (b) și  $u_z$  (c) (m).



a.

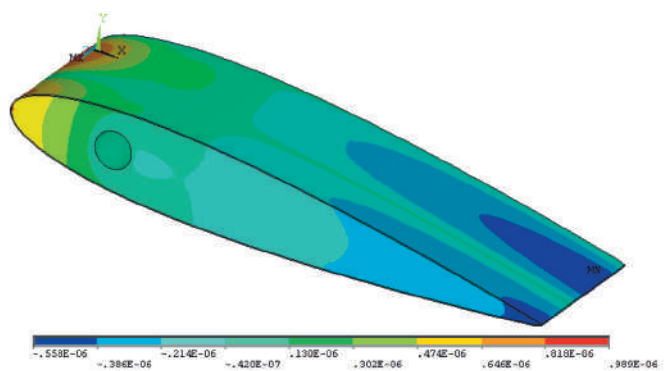


b.

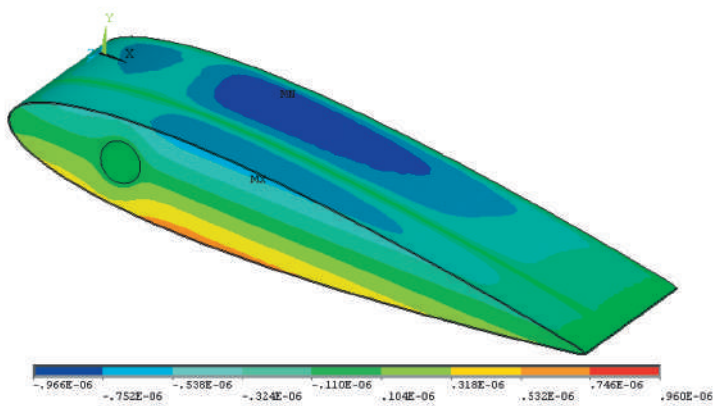


c.

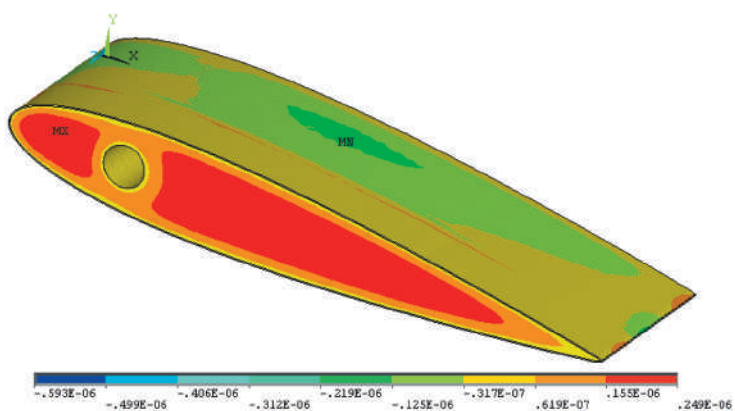
Fig. 2.76. Tensiunile principale ale palei cave cu material compozit:



a.



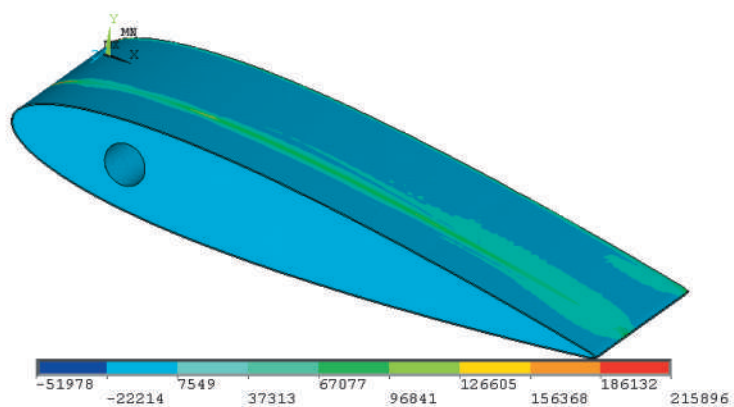
b.



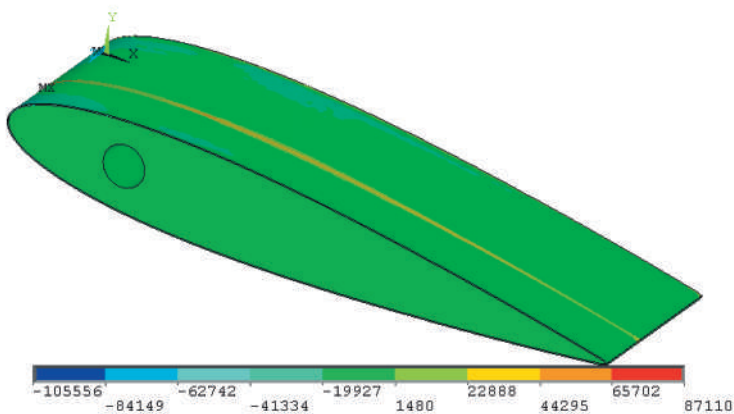
c.

Fig. 2.77. Deplasările palei injectate cu poliuretan și înveliș din material compozit:

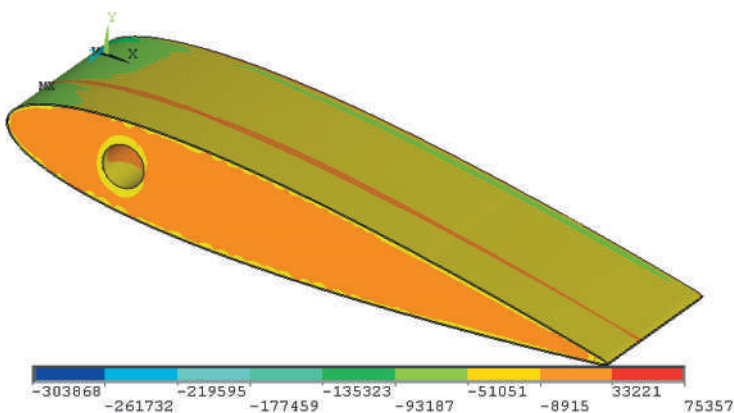
$u_x$  (a),  $u_y$  (b) și  $u_z$  (c) (m).



a.



b.



c.

Fig. 2.78. Tensiunile principale ale palei injectate cu poliuretan și înveliș din material compozit:  $\sigma_1$ (a),  $\sigma_2$ (b) și  $\sigma_3$ (c) (Pa).

### 2.2.5. Elaborarea tehnologiei de fabricare a palelor cu profil hidrodinamic din materiale compozite

Elementul de bază care influențează eficiența de conversie a energiei cinetice a apei este pala cu profil hidrodinamic. Pentru asigurarea eficienței de conversie a energiei cinetice este deosebit de important ca pala, în condiții reale de exploatare, să își păstreze parametrii formei geometrice și de rezistență, stabiliți la faza de cercetări teoretice și de proiectare. La faza elaborării tehnologiei de fabricare, s-a urmărit scopul de a asigura reducerea costului energiei verzi produse, pentru a fi competitivă pe piață. Acest lucru este posibil prin simplificarea construcției palelor cu profil hidrodinamic și modernizarea tehnologiilor de fabricare.

**Fabricarea palelor cu profil hidrodinamic cu înveliș metalic.** Inițial, a fost elaborată o tehnologie de fabricare a palelor, care consta în crearea unei structuri metalice de rezistență și în utilizarea unui înveliș din foaie din aliaj de aluminiu H37 cu grosimea de 1,5 mm (fig. 2.79). Analiza numerică a stării de deformații efectuate în p. 2.2.4 a arătat că sub acțiunea presiunii hidrostatice și a curenților de apă capătul maxim submersat al palei va suporta deformații de aproximativ 1,3 mm. Deformația respectivă nu provoacă o influență considerabilă asupra eficienței de conversie rezultată în urma abaterii profilului palei de la cel teoretic. Însă producerea palelor cu înveliș din aliaj de aluminiu H 37 necesită tehnologii de fabricare costisitoare, cum ar fi lucrările de sudură de colț, ștanțarea plăcilor de rezistență cu profil hidrodinamic cu precizie relativ înaltă etc. Aceste tehnologii necesită utilaj costisitor și muncă calificată, fapt ce conduce implicit la mărirea costului de fabricare al palelor.

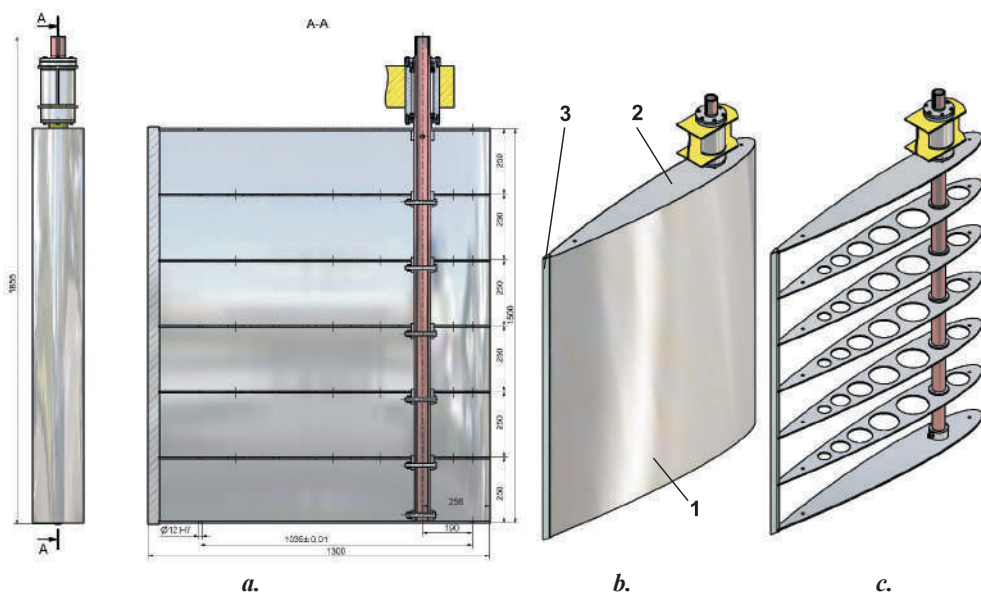


Fig. 2.79. Pală cu structură de rezistență metalică și înveliș metalic.

**Fabricarea palelor cu profil hidrodinamic din materiale compozite.** În scopul majorării performanțelor de conversie a energiei prin intermediul palelor și reducerii costurilor de producție, a fost elaborată o tehnologie modernă de fabricare a palelor din materiale compozite din mase plastice armate cu fibre de sticlă. Fabricarea palelor cu înveliș din materiale compozite a fost realizată în baza recomandărilor tehnologice și constructive argumentate teoretic. În fig.2.80 este prezentat procesul tehnologic de fabricare a palelor în înveliș din materiale compozite. Construcția structurii de rezistență a palei urmează să fie coordonată cu tehnologia de fabricare a învelișului cu profil hidrodinamic al palelor. În acest scop, au fost testate mai multe variante de fabricare a palelor. În final, a fost aleasă varianta de fabricare optimă din punct de vedere al rezistenței și eficienței de cost și anume divizarea învelișului cu profil hidrodinamic pe axa de simetrie. Aceasta permite utilizarea unei singure forme pentru fabricarea ambelor părți ale învelișului. De asemenea, tehnologia prevede fabricarea separată a capetelor frontale și a bordului de fugă ale palei (v. fig. 2.79,b). Structura de rezistență metalică se fabrică ca ansamblu separat (fig. 2.79,c). Această configurație constructivă a palei oferă economie de material și necesită forță de muncă redusă, cu asigurarea calității de fabricare a palei și respectarea parametrilor geometrici obținuți la etapa de calcul teoretic.

Tehnologia elaborată include următoarele etape de bază:

- elaborarea, proiectarea și fabricarea formei (modelului) de confecționare a învelișului palei cu profil hidrodinamic;
- elaborarea, proiectarea și fabricarea structurii de rezistență a palei;
- formarea pe straturi a învelișului din plastic armat cu fibre de sticlă;
- instalarea în formă a învelișului din material compozit, a structurii de rezistență și umplerea spațiului interior cu material expandant (poliuretanic).

**Materiale utilizate pentru fabricarea modelului de formare a învelișului palei.**

Pentru execuția modelului de formare a învelișului paletei au fost utilizate următoarele materiale (fig. 2.80,c) (v. tabelul 2.2):

**Tabelul 2.2.**

Nr.crt	Materiale utilizate la fabricare
1.	Plăci MDF, grosimea 30 mm, 16 mm, 4 mm
2.	Cleiberit D3 (modificare a cleiului PVA)
3.	Chit NOVAL APP
4.	Grund poliuretanic; vopsea poliuretanică
	Pastă de poleire OSKAR'S M100, M50
5.	Agent de separare OSKAR'S W50: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Meriguards MirorGlass nr. 88;</li> <li>– NORSLIP 9600.</li> </ul>



Fig. 2.80. Proces tehnologic de fabricare a paletelor în înveliș din materiale compozite.



iar pentru fabricarea învelișului palei s-au utilizat următoarele materiale:

**Tabelul 2.3.**

Nr.crt	Materiale utilizate la fabricare
1.	Solidificator MEKP (metil-exil-keton-pirexit)
2.	Luperox KI Standard, ATOFINA, France
3.	Rășină polieterică CRYSTIC
4.	Gelcoat /culori albă și neagră)
5.	Fibre de sticlă: – Chapped Strand Mat M440 300/1250E; – Chapped Strand Mat M440 450/1250E.
6.	Scrint Gobain Vetrotex
7.	Woven Rowind
8.	Spray Up Rowind
9.	Alluminium Hydroxide ATH
10.	Clei poliuretanic IMFI (Franța)

Palele au fost executate utilizând tehnologia de infuzie prin vidare.

**Operațiunile tehnologice de fabricare a învelișului (suprafeței de lucru) palei** (fig. 2.80,c) (tabelul 2.4):

**Tabelul 2.4.**

Nr.crt.	Sucesiunea operațiunilor tehnologice
1.	Pregătirea formei (depunerea straturilor de separare în formă de ceară)
2.	Menținerea tehnologică (4 straturi câte 6 ore)
3.	Aplicarea materialului polivinil (Norslipp 9600)
4.	Menținerea tehnologică – 15 min.
5.	Aplicarea substanței gelcoat, obținută din 2 componente (solidificator și gelcoat)
6.	Menținere tehnologică – uscare.
7.	Fabricarea și croirea materialului armat cu fibre de sticlă
8.	Instalarea în formă: stratul I – Woven Rowind; stratul II – Multimatelite 300/600/300; stratul III – Shaped Strand Mat M440/450; stratul IV – Phil ply (material de separare de unifolosiță).
9.	Instalarea țevilor pentru crearea vidului și alimentare cu rășină
10.	Încleierea formei, ermetizarea cu bandă de cauciuc, marca Intafoil SP
11.	Croirea membranei (peliculă poliamid multistrat)
12.	Ermetizarea formei prin: încleierea membranei; crearea “sacului” vidat; instalarea membranei în formă; crearea presiunii de lucru; verificarea la scurgeri prin cusături sau membrană.
13.	Formarea (turnarea rășinii).
14.	Menținere tehnologică (până la polimerizarea completă a rășinii (2...3 ore în dependență de temperatură și alți factori)
15.	Menținere tehnologică pentru eliminarea tensiunilor remanente
16.	Scoaterea din formă
17.	Eliminarea surplusurilor

Același proces tehnologic se utilizează și pentru execuția capacelor frontale ale palei.

**Tabelul 2.5.** Operațiunile tehnologice de fabricare a bordului de fugă al palei:

Nr.crt.	Sucesiunea operațiunilor tehnologice
1.	Pregătirea formei (depunerea straturilor de separare în formă de ceară)
2.	Menținerea tehnologică (4 straturi câte 6 ore)
3.	Aplicarea materialului polivinil (Norslipp 9600)
4.	Menținerea tehnologică – 15 min.
5.	Aplicarea substanței gelcut, obținută din 2 componente (solidificator și gelcut)
6.	Menținere tehnologică – uscare
7.	Fabricarea și croirea materialului armat cu fibre de sticlă
8.	Instalarea în formă: stratul II – Multimatelite 300/600/300; stratul III – Shaped Strand Mat M440/450.
9.	Formarea (turnarea rășinii)
10.	Menținere tehnologică (până la polimerizarea completă a rășinii (2...3 ore în dependență de temperatură și alți factori)
11.	Menținerea tehnologică pentru eliminarea tensiunilor remanente
12.	Scoaterea din formă
13.	Eliminarea surplusurilor

**Asamblarea palei.** Toate componentele învelișului palei – două jumătăți simetrice cu profil hidrodinamic (ale suprafeței de lucru a palei), două capace frontale și bordul de fugă cât și structura metalică de rezistență cu arborele principal se assemblează în interiorul formei, prezentate în fig. 2.80,a (tabelul 2.6).

**Injectarea materialului espandant în cavitatea palelor.** Pentru micșorarea deplasărilor învelișului și asigurarea flotabilității palelor, în caz de deteriorare a învelișului, spațiul interior al palelor se umple cu material espandant.

**Tabelul 2.6.**

1.	Se curăță îmbinările tehnologice
2.	Se instalează în semiformă jumătatea de jos a învelișului
3.	Se instalează corect cu centrarea axului principal structura de rezistență
4.	Se instalează jumătatea de sus a învelișului
5.	Se instalează capacele laterale și bordul de fugă al paletei
6.	Se instalează jumătatea a doua a formei cu fixarea ei rigidă
7.	În capacul lateral de sus se execută găurile tehnologice

În calitate de material espandant a fost ales poliuretanul – un material cu proprietăți optime pentru condițiile de funcționare a palelor. Injectarea materialului espandant se efectuează utilizând forma, în interiorul căreia sunt montate toate componentele palei (v. fig. 2.80,a), în următoarea consecutivitate:

- prin găurile tehnologice speciale în spațiul interior al palei se introduce un tub elastic prin care se injectează poliuretanul în stare lichidă;
- injectarea se efectuează treptat, începând cu ultima secție a palei, separată cu plăcile structurii de rezistență;
- după injectarea întregului spațiu interior al palei cu poliuretan prin găuri tehnologice speciale are loc eliminarea aerului rămas în interiorul palei;
- se astupă găurile tehnologice și se realizează o pauză tehnologică pentru întărire timp de 30 min;
- pala este scoasă din formă după 24 de ore, se elimină surplusurile, suprafețele exterioare ale palei se poleiesc.

În fig. 2.80,b se prezintă o pală fabricată conform tehnologiei descrise.

## 2.2.6. Cercetarea și elaborarea rotorului cu pale hidrodinamice

### 2.2.6.1. Modelarea CFD a interacțiunii rotorului hidrodinamic cu fluxul de apă

Proiectarea organului de lucru s-a efectuat în baza rezultatelor obținute prin modelarea complexă la calculator a unei game variate de profiluri aerodinamice tip NACA, destinate pentru diferite viteze și regimuri de curgere a apei și care asigură eficiență optimă (forță tangențială sumară maximă) în diferite faze de rotire a rotorului. În fig. 2.81,a se prezintă unul din modelele computerizate elaborate ale organului de lucru submersat în fluid. În baza cercetărilor teoretice efectuate au fost elaborate în softul MotionInventor două variante de rotor multipal: rotor cu 3 pale și rotor cu 5 pale. Modelul CAD a fost exportat în softul ANSYS CFX11.0 pentru a simula și cerceta curgerea fluidului în cadrul dinamicii computaționale a fluidului (CFD).

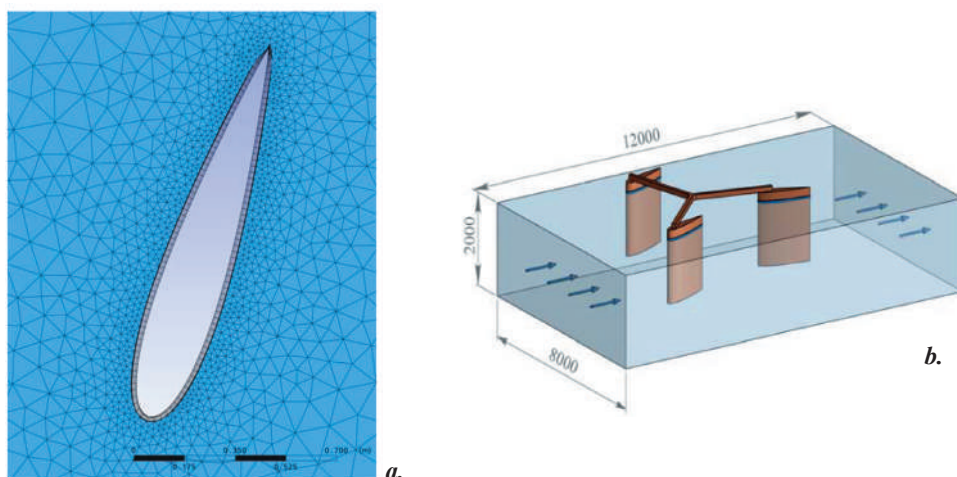


Fig. 2.81. Modelul CAD a rotorului cu 3 pale (a) și discretizarea în vecinătatea palei (b).

Fluidul a fost discretizat prin intermediul a 718176 elemente finite de tip tetraedru și prismă. Suprafața profilului submersat și zonele adiacente, corespunzătoare stratului limită au fost discretizate adaptiv, asigurând o densitate sporită a discretizării în zonele respective (fig. 2.81,b). Viteza fluxului de apă a fost considerată 1,5 m/s. În fig. 2.82 este prezentat câmpul de viteze a fluidului și liniile de curgere. În fig. 2.83 este prezentată distribuția energiei cinetice de turbulență. Se atestă o influență minimă a turbulenței cauzate de pala aflată în superiorul apei asupra palei aflate inferior.

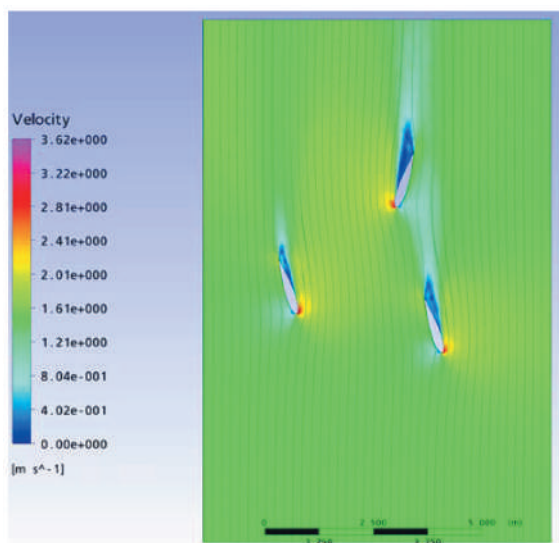


Fig. 2.82. Câmpul de viteze a fluxului de apă.

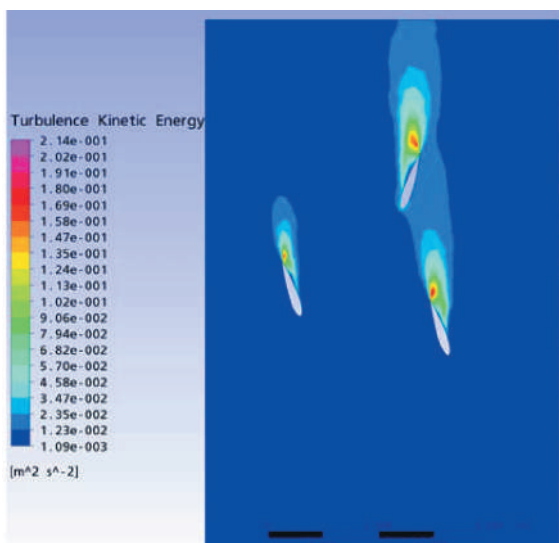


Fig. 2.83. Zonele de turbulență.

### 2.2.6.2. Elaborarea și fabricarea rotoarelor cu 3 și 5 pale hidrodinamice

Rotorul hidrodinamic a fost elaborat în mediul de proiectare Autodesk MotionInventor și este prezentat în fig. 2.84,a – cu 5 pale și în fig. 2.84,b – cu 3 pale. Rotorul hidrodinamic este organul de lucru principal al unei microhidrocentrale și este destinat pentru conversia energiei cinetice a fluxului de apă și transmiterea acesteia prin lanțul cinematic către generatorul electric 1) (fig. 2.84,c).

Din punct de vedere al construcției, rotorul include arborele principal 1 (fig. 2.84,a,b), carcasa cu bare radiale 2, la extremitățile cărora sunt montate palele 3 cu profil hidrodinamic prin intermediul nodului de asamblare 4. Arborele principal 1 și carcasa cu bare 2 sunt asamblate demontabil. Rotorul hidrodinamic reprezintă o structură spațială solicitată complex cu momente de încovoiere și răsucire. Carcasa cu bare radiale este fabricată din profil de aliaj de aluminiu cu dimensiuni calculate să asigure poziționarea de proiect (calculată) a palelor cu abateri minime (săgeata de încovoiere a axelor palelor – până la 5 mm, unghiul de răsucire a barelor radiale  $\pm 1^\circ$ ).

Soluțiile tehnice adoptate în construcția finală a rotorului hidrodinamic au rezultat din cercetări efectuate prin simularea pe calculator, utilizând softurile ANSYS CFX 5.7, subprograme în pachetul de modelare matematică MathCAD ș.a., cu aplicarea sarcinilor posi-

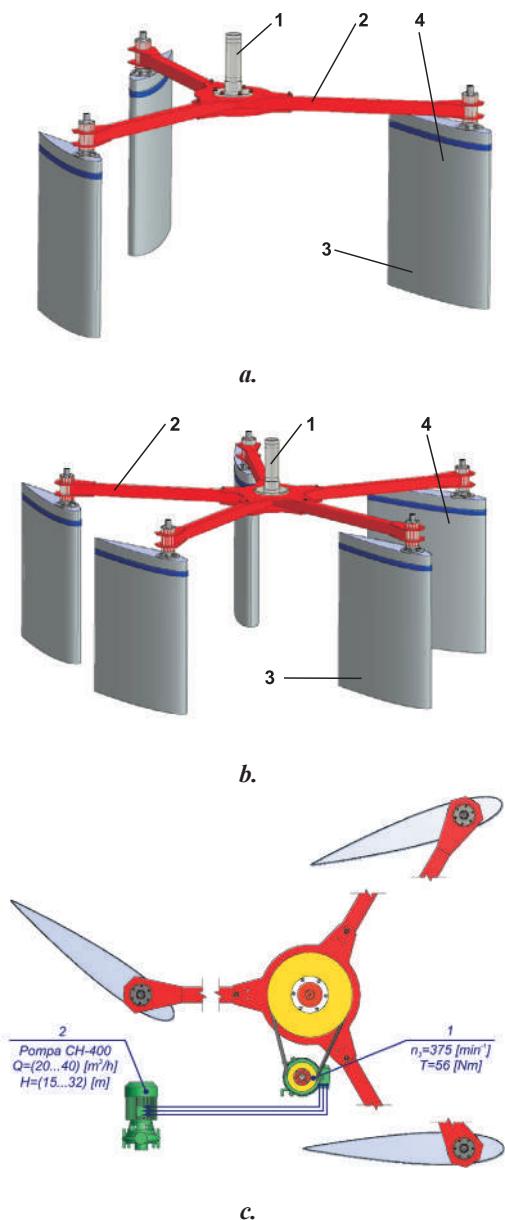


Fig. 2.84. Rotoarele hidrodinamice cu cinci pale (a), cu trei pale (b) și cuplat cinematic cu generatorul 1 (c).



**Fig. 2.85.** Construcția nodului cu rulmenți a rotorului hidrodinamic (a) și mostrele nodului fabricate la întreprinderea REUPIES, SRL, Chișinău.



**Fig. 2.86.** Vederea generală a rotoarelor asamblate (carcasa rotorului – fabricată la întreprinderea MoldovaHidromaș<sup>TM</sup>-SA, Chișinău.

bile în exploatarea reală. Nodul de asamblare 4 permite varierea poziționării paletelor 3 față de axul de rotire al acestora, în scopul asigurării momentului de tangaj optim (soluția tehnică conține elemente Know-How).

La interacțiunea paletelor hidro-dinamice cu fluxul de apă forțele hidrodinamice aplicate la palele formează la axul rotorului un moment de torsiune care, ulterior, se transmite prin lanțul cinematic al microhidrocentralei către generatorul electric (fig.2.84,c). Pentru transmiterea momentului de torsiune către carcasa spațială a microhidrocentralei a fost elaborată construcția nodului de rulmenți prezentat în fig. 2.85,a. Rotorul cu palele se montează rigid pe flanșa arborelui 1 instalat în rulmenții 2, iar prin flanșa corpului 3 este legat cu carcasa spațială a microhidrocentralei. În fig. 2.85,b sunt prezentate două mostre ale nodului cu rulmenți fabricate la întreprinderea REUPIES, SRL, Chișinău, iar în fig. 2.86 sunt prezentate vederile generale ale rotoarelor hidrodinamice asamblate. Carcasele rotorului hidrodinamic au fost fabricate la întreprinderea „MoldovaHidromaș”-SA, Chișinău.

În fig. 2.87 sunt prezentate rotoarele asamblate cu 3 pale (a) și, respectiv, cu 5 pale (b), ambele cu diametrul de amplasare a paletelor  $D = 4\text{ m}$ . Palele cu înălțimea  $h = 1,5\text{ m}$  și lungimea  $l = 1,3\text{ m}$  sunt fabricate din materiale compozite conform tehnologiei descrise în p. 2.2.5.



a.

b.

**Fig. 2.87.** Rotoare cu trei (a) și cinci (b) pale cu profil hidrodinamic, fabricate în Laboratorul Centrului de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile, UTM.

### 2.2.7. Elaborarea, proiectarea și fabricarea pompei centrifuge de turație joasă

Viteza de rotație a rotorului unei microhidrocentrale pentru conversia energiei cinetice a apei în energie mecanică este dependentă de viteza de curgere a curenților de apă și de diametrul rotorului hidrodinamic și constituie doar (2...4)  $\text{min}^{-1}$ . Pentru a transforma și transmite energia convertită de la rotorul hidrodinamic către o pompă hidraulică, este necesar de a multiplica turațiile la arborele acesteia de:

(500 – 250) ori – pentru pompele proiectate să funcționeze la numărul de turații  $n = 1000 \text{ min}^{-1}$ ;

(750 – 375) ori – la numărul de turații  $n = 1500 \text{ min}^{-1}$ ;

(1500 – 750) ori – la numărul de turații  $n = 3000 \text{ min}^{-1}$ .

Multiplicarea turațiilor în intervalul  $i = 250...1500$  pentru asigurarea frecvențelor de turații (1000...3000)  $\text{min}^{-1}$ , la care, de regulă, sunt proiectate pompele hidraulice, nu este convenabilă atât din cauza sporirii pierderilor mecanice în transmisii, cât și din punct de vedere al asigurării compacității construcției minihidrocentralei în ansamblu. Pentru a realiza diferite oportunități de utilizare a microhidrocentralelor ce țin de pomparea apei în continuare se propune un studiu al caracteristicilor de funcționare și al particularităților constructive și funcționale ale pompelor hidraulice aflate în producție la scară mondială. În cazul microhidrocentralelor destinate doar pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie mecanică (de pompare a apei) a fost necesară proiectarea, cercetarea și fabricarea pompelor hidraulice centrifuge de turații joase.

În mediul de proiectare SolidWorks au fost elaborate modelul 3D al pompei centrifuge în 3 trepte, prezentat în fig. 2.88,a, și documentația tehnică, în baza căroră, în colaborare cu întreprinderea „Hidrotehnica” –SA, Chișinău, au fost fabricate, în premieră națională, două prototipuri industriale ale pompei hidraulice PSS 40-10/50, prezentate în fig. 2.89. Cercetările experimentale complexe ale pompelor centrifuge de turație joasă au fost efectuate pe standul de încercări (fig. 2.90) pentru diferite regimuri de funcționare specifice condițiilor de exploatare a lor în componența microhidrocentralelor pentru conversia energiei cinetice a apei. Pompele au fost fabricate în conformitate cu cerințele climatice Y, GOST 15150-69 și de fiabilitate categoria 1, GOST 27.003-90. În cadrul cercetărilor experimentale au fost determinați parametrii energetici de bază, inclusiv emisia de zgomot și vibroactivitatea. Rezultatele cercetărilor experimentale sunt prezentate în fig. 2.91,a,b,c, 2.92,a,b,c și în tabelul 2.7]. Randamentul general al pompei PSS 40-10/50 este  $\eta_p = 0,72$ . Nivelul general al emisiei de zgomot (în aer) la turațiile  $n = 520 \text{ min}^{-1}$  a constituit 53/48 dB/dBA, iar vibroactivitatea maximă a constituit 75 dB.



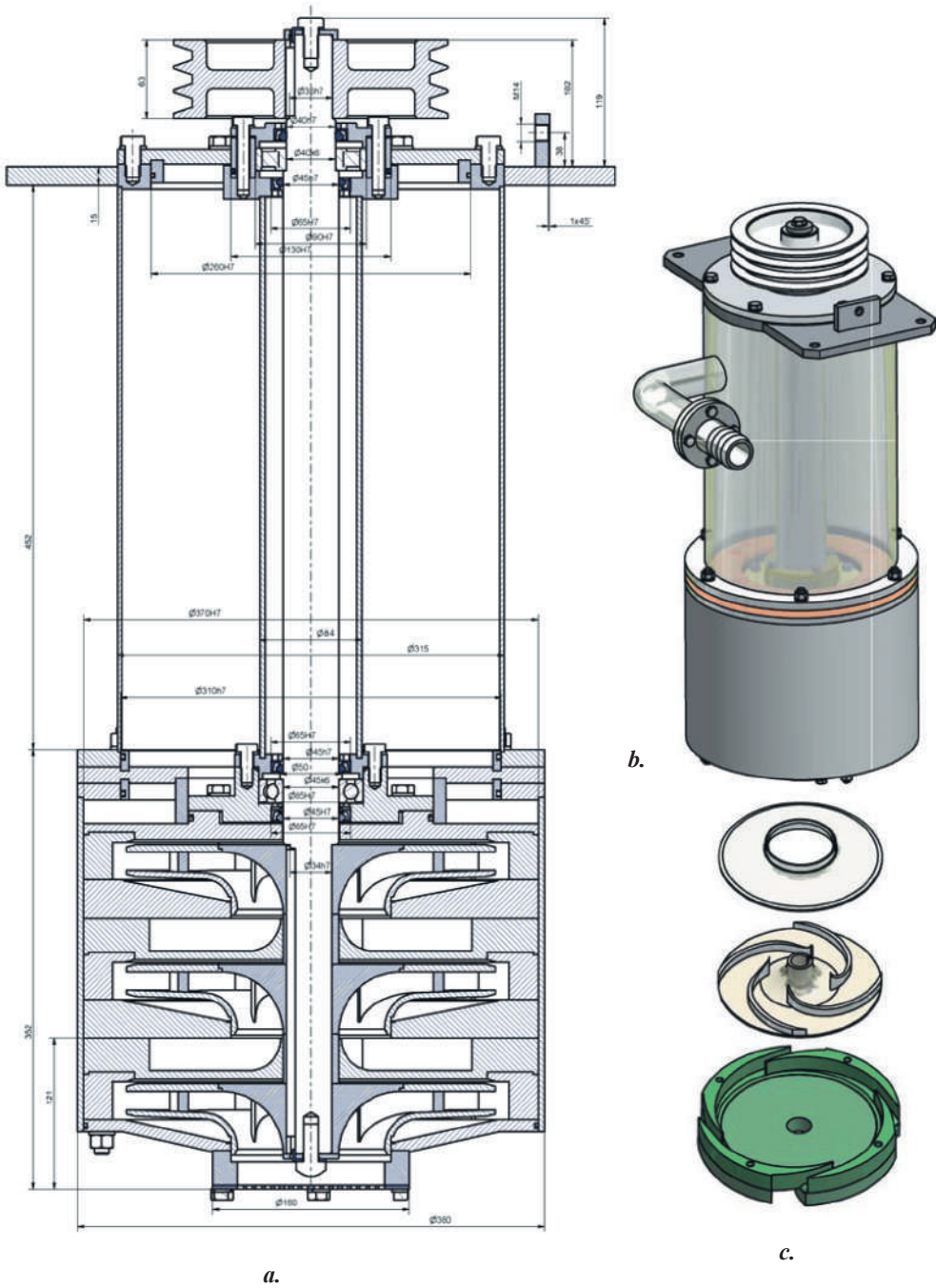


Fig. 2.88. Modelul 3D al pompei centrifuge PSS 40 – 10/50 (a), vederea generală (b) și organele de lucru (c).



Fig. 2.89. Două prototipuri industriale de pompe centrifuge hidraulice fabricate la întreprinderea „Hidrotehnica –SA”, Chișinău.



Fig. 2.90. Standul de încercări experimentale ale pompelor hidraulice PSS 40 – 10/50.

În rezultatul cercetărilor experimentale efectuate pot fi formulate următoarele concluzii.

La frecvența de turații a rotorului hidrodinamic al microhidrocentralei, multiplicată până la  $n \approx 500 \text{ min}^{-1}$  la arborele pompei hidraulice parametrii funcționali ai acesteia, obținuți în cadrul cercetărilor experimentale, sunt satisfăcători și anume:

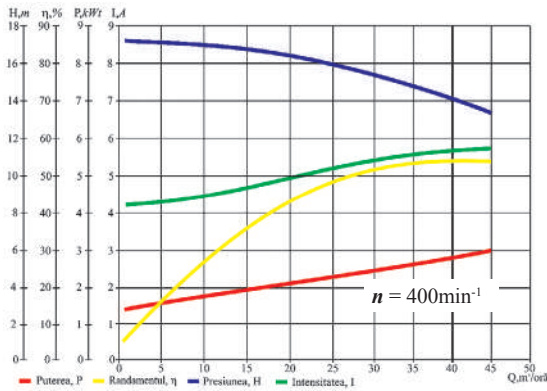
- randamentul mecanic al pompei  $\eta = 0,72$ ;
- productivitatea  $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- înălțimea pompării  $h = 10\text{m}$ ,

și abaterea de la parametrii obținuți teoretic este ne semnificativă.

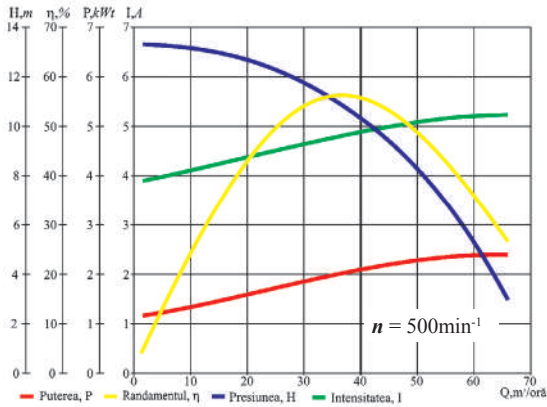
**Tabelul 2.7.** Rezultatele încercărilor experimentale.

Nr. crt.	$Q_{op}$ , $\text{m}^3/\text{h}$	$H_{op}$ , $\text{m}$	I, A	$P_1$ , kW	Randa- mentul $\eta$ , %	$n_{tur.mot.}$ , tur/min	$Q_{pr}$ , $\text{m}^3/\text{h}$	$H_{pr}$ , $\text{m}$	$P_{1pr}$ , kW
1	1,35	13,269	3,917	1,060	4,598	534,6	1,35	13,269	1,060
2	13,50	12,596	4,200	1,400	33,049	531,8	13,50	12,596	1,400
3	22,50	12,246	4,383	1,620	46,278	529,8	22,50	12,246	1,620
4	27,00	11,980	4,517	1,740	50,582	528,8	27,00	11,980	1,740
5	31,50	11,420	4,633	1,860	52,625	527,9	31,50	11,420	1,860
6	36,00	10,666	4,767	1,980	52,768	526,9	36,00	10,666	1,980
7	40,05	10,113	4,817	2,040	54,025	526,1	40,05	10,113	2,040
8	45,00	9,077	4,967	2,160	51,457	525,0	45,00	9,077	2,160
9	49,50	8,042	5,067	2,240	48,355	522,3	49,50	8,042	2,240
10	54,00	6,812	5,117	2,300	43,521	519,6	54,00	6,812	2,300
11	64,80	3,007	5,267	2,420	21,906	513,1	64,80	3,007	2,420

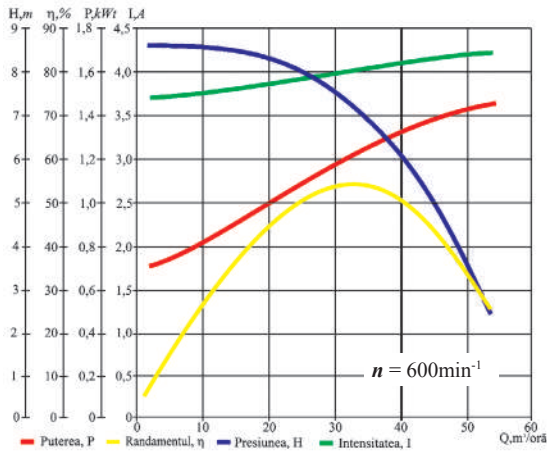
**Notă:** În tabel este prezentat randamentul mecanismului de acționare a standului integru.



a.

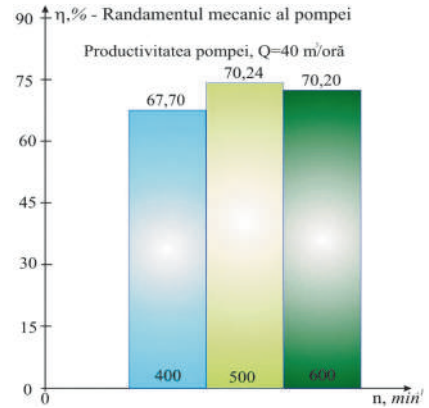


b.

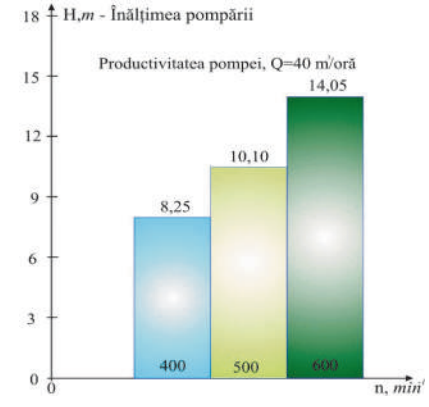


c.

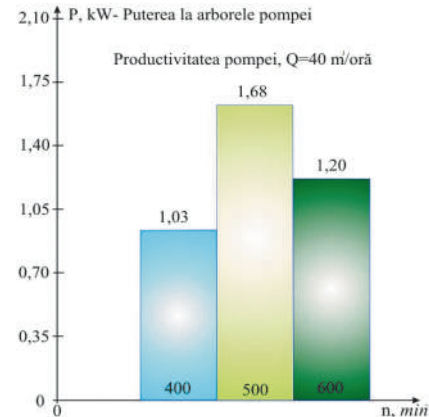
Fig. 2.91. Performanțele pompei pentru diferite regimuri de funcționare.



a.



b.



c.

Fig. 2.92. Analiză comparativă a parametrilor energetici de bază ai pompelor elaborate.

## 2.2.8. Elaborarea, proiectarea și fabricarea microhidrocentrelor flotante pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică

### 2.2.8.1. Aspecte generale

La elaborarea prototipurilor industriale ale microhidrocentrelor pentru conversia energiei cinetice a apei râurilor, au fost luate în considerație următoarele criterii și cerințe:

- excluderea construcției barajelor și implicit a impactului negativ asupra mediului ambiant;
- costuri minime;
- simplitatea construcției și exploatării;
- fiabilitate sporită la suprasolicitări dinamice cauzate de condițiile de exploatare;
- utilizarea materialelor compozite rezistente, inclusiv, în condiții de umiditate sporită;
- reglarea automată a poziției platformei microhidrocentralei la schimbarea nivelului apei.

Soluțiile tehnice adoptate la elaborarea microhidrocentrelor au rezultat din cercetările teoretice și experimentale prezentate în p.2.2.3. Pentru argumentarea unor parametri constructivi și funcționali, au fost efectuate suplimentar modelări numerice și simulări cu utilizarea softurilor ANSYS CFX5.7, subprogramelor elaborate de autori pentru softul MathCAD, AutoDesk MotionInventor ș.a. și anume simularea interacțiunii „*fluid – pală*”, a stabilității flotante, optimizarea profilului hidrodinamic al palelor cu scopul sporirii eficienței conversiei energiei cinetice a apei râului la diferite viteze ale ei cu rotoare cu 3, 4 și 5 pale. La elaborarea microhidrocentrelor s-a utilizat experiența acumulată la stadiul cercetării – proiectării – fabricării stației pilot.

Eficiența exploatării microhidrocentrelor 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 participante în procesul de conversie a energiei cinetice a apei curgătoare în energie utilă.

Pentru satisfacerea obiectivelor și cerințelor consumatorilor de microhidrocentrale, de asemenea, pentru sporirea eficienței conversiei potențialului cinetic al apei curgătoare în zona respectivă a râului, autorii au elaborat următoarele concepte constructive și funcționale bazate pe asamblarea modulară:

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

Microhidrocentralele menționate, concepute modular, permit modificarea destinației și caracteristicilor funcționale prin înlocuirea unor agregate cu altele (generator, pompă, pale cu alt profil hidrodinamic, rotor cu 3 sau 5 pale).

Microhidrocentralele au structura de rezistență similară ca construcție, calculată la rezistență și rigiditate la solicitări dinamice.

Flotabilitatea și menținerea perpendicularității axului rotorului microhidrocentralei la nivelul variabil al apei râului se asigură prin soluții tehnice protejate cu brevete de invenție [7-15].

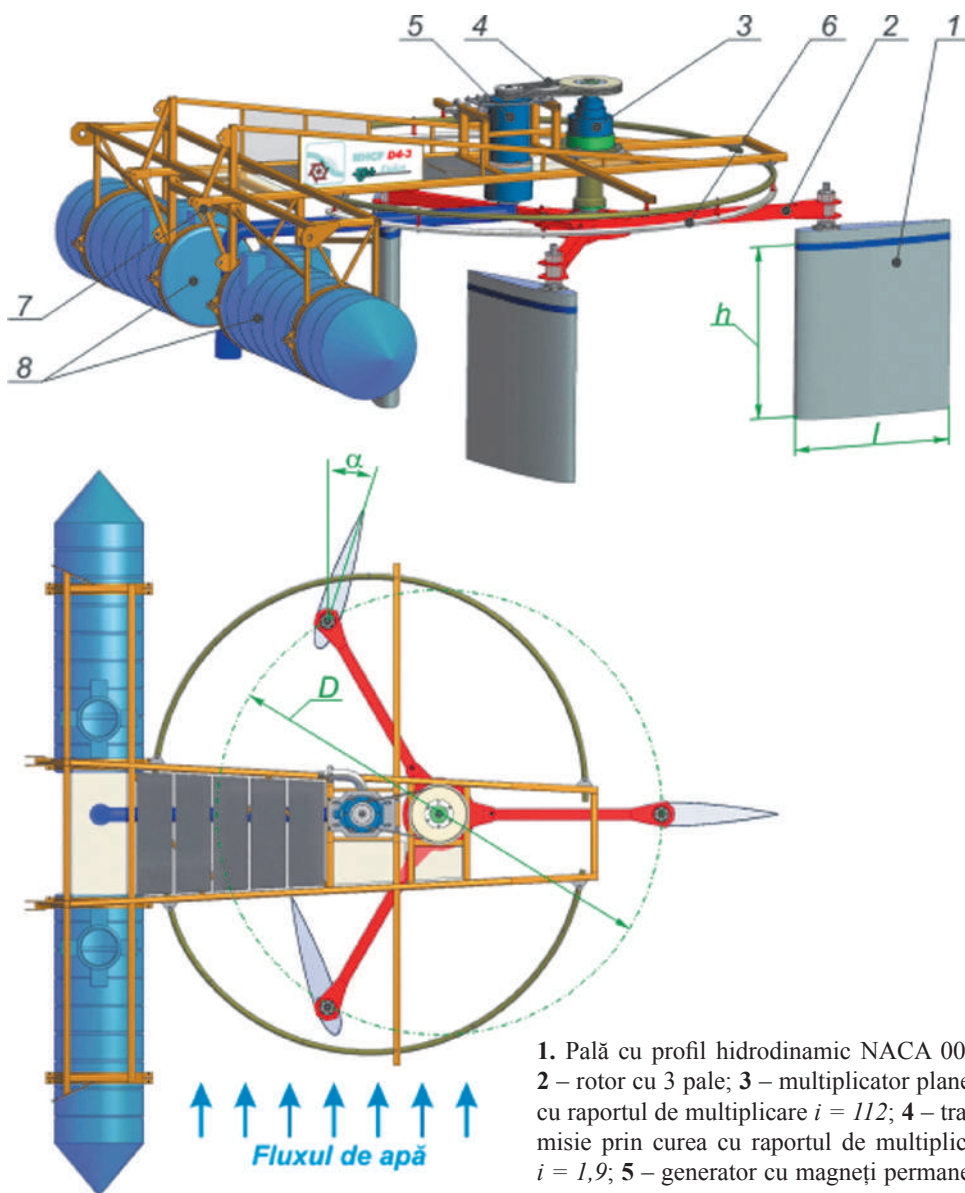
Mecanismul de orientare continuă a palelor la un unghi de atac constant în raport cu direcția torentului de fluid reprezintă Know-How și nu este descris. Organul de lucru principal, de care depinde preponderent cantitatea energiei cinetice convertite în energie utilă, este pala cu profil hidrodinamic NACA 0016, elaborată în baza cercetărilor prezentate în p. 2.2.3.

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  $l = 1,3\text{ m}$  la viteza de curgere a apei  $V = 1...2\text{ m/s}$  poate fi în limitele  $P = 2...19\text{ kW}$  (v. fig. 2.87).

#### ***2.2.8.2. Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului direct în energie mecanică (MHCF D4x1,5 M)***

Acest model de microhidrocentrală este destinat pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie mecanică utilizată pentru pomparea apei în sisteme de irigare, canalizare, aprovizionare cu apă industrială etc. cu debitul  $Q = 40\text{ m}^3/\text{h}$  la înălțimea de pompare  $H = (10 - 15)\text{ m}$ .

**Descrierea statică a microhidrocentralei.** Palele 1 (fig. 2.93) sunt asamblate cu rotorul hidrodinamic 2 prin intermediul lagărelor de rostogolire (de alunecare), pentru a asigura orientarea acestora sub un oarecare unghi de atac  $\alpha$ . Rotorul hidrodinamic 2 este montat pe arborele de intrare al multiplicatorului planetar 3 prin



1. Pală cu profil hidrodinamic NACA 0016;
- 2 – rotor cu 3 pale; 3 – multiplicator planetar cu raportul de multiplicare  $i = 112$ ; 4 – transmisie prin curea cu raportul de multiplicare  $i = 1,9$ ; 5 – generator cu magneți permanenți (caracteristicile – vezi p. 5.4); 6 – pompa centrifugă modelul PSS40–10/50 (caracteristicile – debitul pomparei  $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$  la înălțimea pomparei  $(10...15) \text{ m}$ ; 7 – pontoane din masă plastică; 8 – ghidaj; 9 – carcasă spațială.

**Fig. 2.93.** 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  $H = 10 - 15 \text{ m}$ ). (MHCF D4x1,5 M)

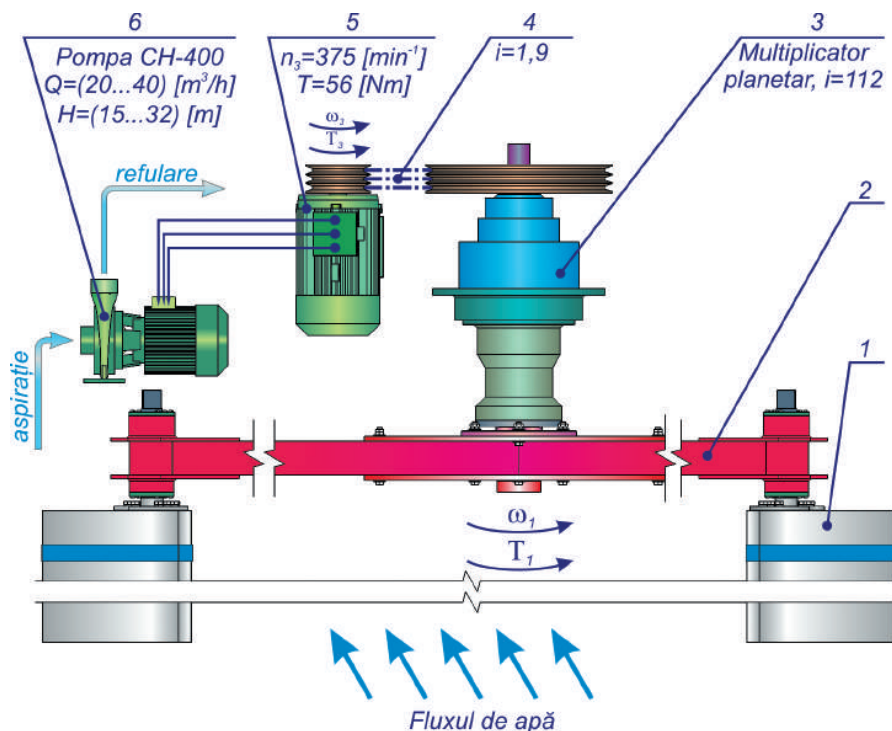


Fig. 2.94. Cinematica microhidrocentralei MHC D4x1,5 M.

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.

**Principiul de funcționare.** Apa curgătoare a râului cu potențialul energetic dependent de viteza de curgere acționează palele cu profil hidrodinamic 1 (fig. 2.94), orientate continuu cu unghiul de atac  $\alpha$ , rotindu-se în mișcarea lor relativă în raport cu rotorul prin intermediul lagărelor montate în corpul 5. Rotorul microhidrocentralei 2 include trei pale orientate cu unghiul de atac  $\alpha$ , 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 repositionează la un unghi de  $90^\circ$  față de curenții de apă sau sunt purtate liber de apă la unghiul  $\alpha = 0$ . 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  $\omega_1$  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, 1.6 și 1.8 m/s și unghiul de atac al paletelor  $\alpha = 18^\circ$  este prezentat în fig. 2.95.

Pentru rotorul cu diametrul  $D = 4 \text{ m}$ , înălțimea paletelor submersată în apă  $h = 1,4 \text{ m}$  și lungimea cordului palei  $l = 1,3 \text{ m}$  momentul de torsiune constituie:  $T_1 = 11938 \text{ Nm}$  la viteza de curgere a apei  $V = 1,3 \text{ m/s}$ ;  $T_1 = 18084 \text{ Nm}$  la  $V = 1,6 \text{ m/s}$ ;  $T_1 = 22887 \text{ Nm}$  la  $V = 1,8 \text{ m/s}$ . Calculele cinematicii și a capacității portante a tuturor elementelor constructive, de asemenea, al parametrilor funcționali și energetici ai microhidrocentralei au fost efectuate la valoarea momentului de torsiune  $T_1 = 18084 \text{ Nm}$ .

Rotorul 2, cuplat rigid prin intermediul arborelui intermediar cu arborele de intrare al multiplicatorului 3, transmite acestuia mișcarea de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_1$  și momentul de torsiune  $T_1$ . Multiplicatorul multiplică turațiile rotorului 2 până la  $n_2 = \frac{30\omega_1}{\pi} i_1 (\text{min}^{-1})$ , unde  $i_1$  reprezintă raportul de multiplicare al multiplicatorului ( $i_1 = 112$ ). Mișcarea de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30} (\text{s}^{-1})$  de la arborele de ieșire al multiplicatorului se transmite prin intermediul transmisiei prin curea 4 arborelui de intrare al pompei centrifuge cu raportul de multiplicare  $i_2 = 2,25$ . În rezultat, arborele de intrare al pompei centrifuge se rotește cu viteza unghiulară  $\omega_3 = \omega_1 \cdot i_1 \cdot i_2 (\text{s}^{-1})$  și este solicitat cu momentul de torsiune:

$$T_3 = \frac{T_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_r}{i_1 \cdot i_2}, (\text{Nm}),$$

unde:  $\eta_1$  este randamentul mecanic al multiplicatorului ( $\eta_1 = 0,9$ );

$\eta_2$  – randamentul mecanic al transmisiei prin curea ( $\eta_2 = 0,95$ );

$\eta_r$  – randamentul mecanic al rulmenților rotorului hidrodinamic ( $\eta_r = 0,99$ ).

Conform cercetărilor experimentale prezentate în p. 2.7 randamentul mecanic al pompei centrifuge este  $\eta_1 = 0,72$  la frecvența de turație nominală

$$n_3 = \frac{30\omega_3}{\pi} = 500 \text{ min}^{-1}.$$

Randamentul mecanic al microhidrocentralei cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a râului direct în energie mecanică considerând toate pierderile mecanice în lanțul ei cinematic constituie (la arborele pompei hidraulice):

$$\eta_\Sigma = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_r = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 0,846.$$

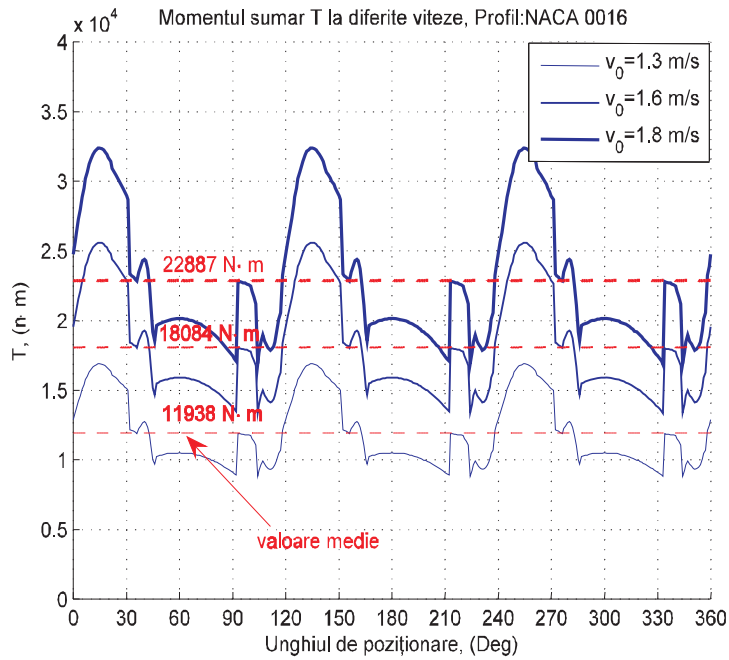


Fig. 2.95. Momentul de torsiune  $T$ , la arborele rotorului hidrodinamic cu pale cu profil NACA 0016.

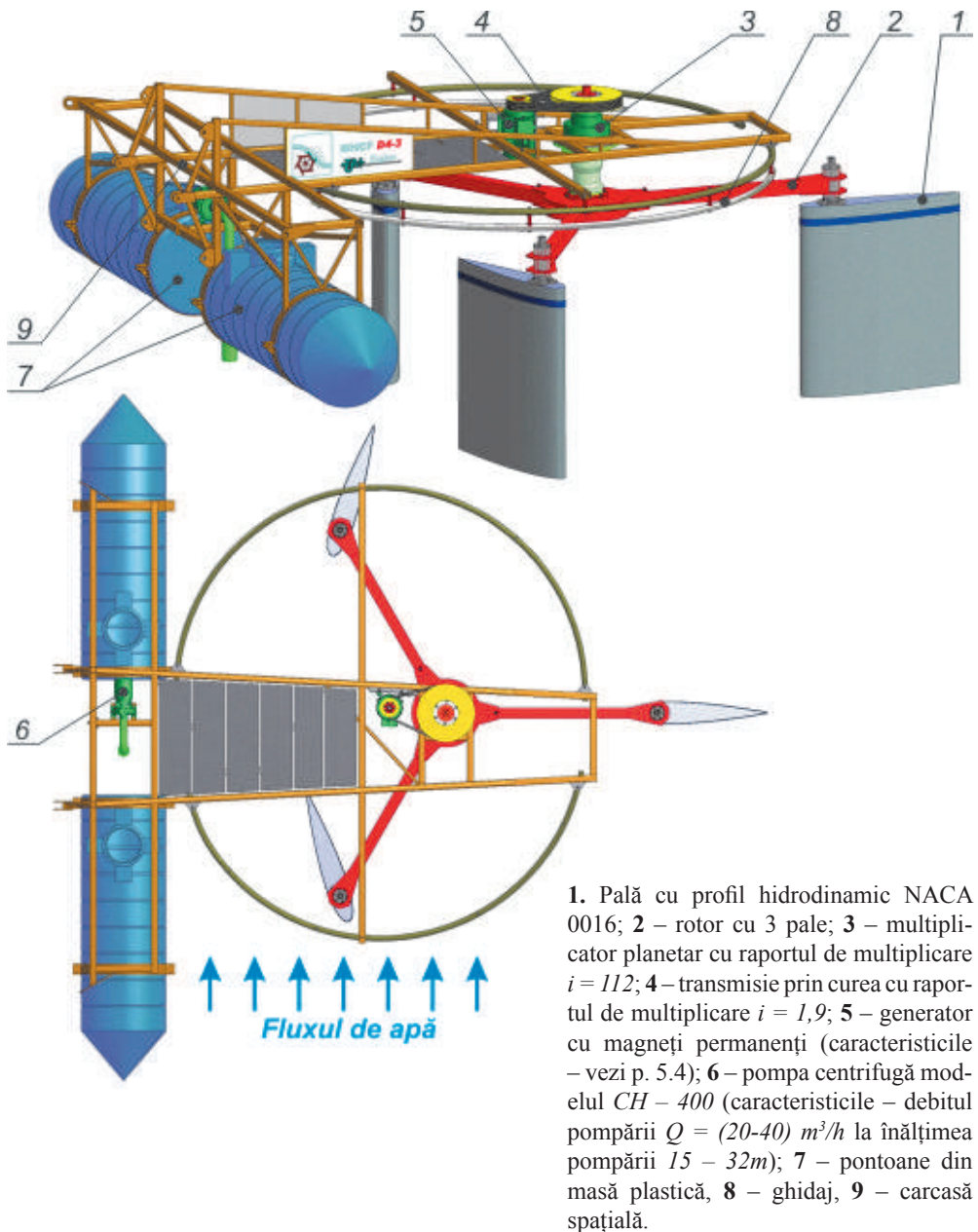


Fig. 2.96. Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a râului în energie mecanică utilizată pentru pomparea apei (debitul  $Q = 40\text{m}^3/\text{h}$ , înălțimea pomparei  $H = 10 - 15$  m).

Deci, microhidrocentrala (MHCF D4x1,5 M) asigură transformarea în energie utilă a 84,6% din potențialul energetic cinetic al apei curgătoare transmis rotorului hidrodinamic. În baza documentației tehnice elaborate a fost fabricat prototipul industrial al microhidrocentralei pentru pomparea apei (fig. 2.96), care diferă de modelul computerizat elaborat prin faptul că rotorul este executat cu 5 pale. Prototipul industrial al microhidrocentralei fabricat este instalat pe poligonul de încercări de pe r. Prut în c. Stoieniști, Cantemir (fig. 2.97). 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 curgere a apei râurilor.



**Fig. 2.97.** Prototipul industrial al microhidrocentralei fabricat instalat pe poligonul de încercări de pe r. Prut în c. Stoieniști, Cantemir.



**Fig. 2.98.** Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a râului în energie electrică și mecanică. (diametrul rotorului  $D = 4$  m, înălțimea submersată a palei  $h = 1,4$  m, lungimea cordului palei  $l = 1,3$  m) (MHCF D4x1,5 ME)

### 2.2.8.3. Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică (MHCF D4x1,5 ME)

Microhidrocentrala cu configurația constructivă MHCF D4x1,5 ME pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică (fig. 2.98) este polifuncțională și poate fi utilizată pentru necesitățile de iluminare electrică a străzilor, încălzirea încăperilor, pomparea apei în sisteme de irigare prin picurare, de asemenea, pentru desecarea terenurilor agricole adiacente râurilor.

Asamblarea paletelor 1 cu profil NACA 0016 în rotorul hidrodinamic 2 și montarea acestuia pe arborele de intrare al multiplicatorului 3 sunt efectuate similar cu minihidrocentrala MHCF D4x1,5 M. Particularitățile cinematice și constructive ale MHCF D4x1,5 ME sunt următoarele: mișcarea de rotație a rotorului hidrodinamic 2 (fig. 2.99) cu viteza unghiulară  $\omega_1$ , prin intermediul multiplicatorului 3 și transmisiei prin curea 4 cu raportul efectiv de multiplicare  $i = 212,8$ , se multiplică până la viteza unghiulară de lucru a generatorului cu magneți permanenți de turații joase 5:

$$\omega_3 = \omega_1 \cdot i_1 \cdot (s^{-1}).$$

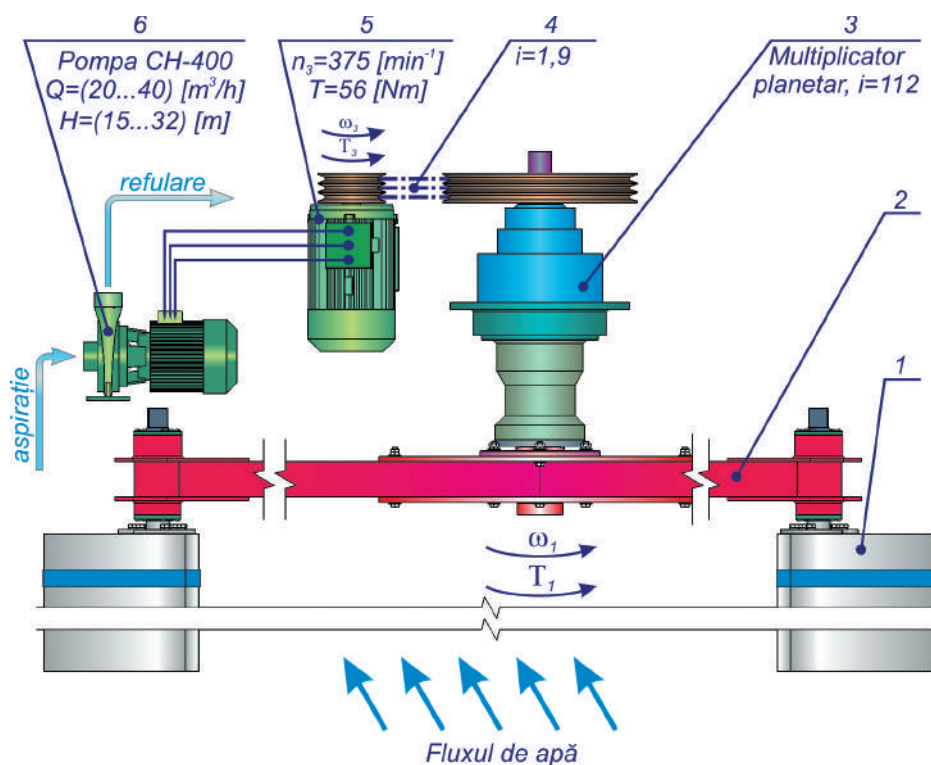


Fig. 2.99. Cinematica microhidrocentralei MHCF D4x1,5 ME.

Momentul de torsiune  $T_3$ , aplicat la rotorul 5, este:

$$T_3 = \frac{T_1 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \eta_r}{i}, (Nm),$$

unde:  $\eta_1$  este randamentul mecanic al multiplicatorului ( $\eta_1 = 0,9$ );

$\eta_2$  – randamentul mecanic al transmisiei prin curea ( $\eta_2 = 0,95$ );

$\eta_r$  – randamentul mecanic al rulmenților rotorului hidrodinamic ( $\eta_r = 0,99$ ).

$i$  – raportul efectiv de multiplicare egal cu produsul rapoartelor de multiplicare a multiplicatorului planetar și transmisiei prin curea.

Energia electrică produsă de generatorul cu magneți permanenți 5 (fig. 2.99) poate fi utilizată atât pentru satisfacerea necesităților în energie ale consumatorului individual, cât și pentru alimentarea cu energie electrică a pompei centrifuge 6 (modelul CH 400) pentru pomparea apei în sisteme de irigare prin picurare sau desecarea terenurilor agricole adiacente râului (cu reamplasarea pompei centrifuge 6).

În cazul producerii energiei electrice, randamentul utilizării energiei, luând în considerație pierderile mecanice în lanțul cinematic al microhidrocentralei, cât și în generatorul cu magneți permanenți, constituie (la bornele generatorului):

$$\eta_\Sigma = \eta_1 \eta_2 \eta_r \eta_g = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,87 = 0,736,$$

iar în cazul pomparei apei (la arborele pompei centrifuge):

$$\eta_\Sigma = \eta_1 \eta_2 \eta_r \eta_g \eta_{me} = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,87 \cdot 0,91 = 0,67,$$

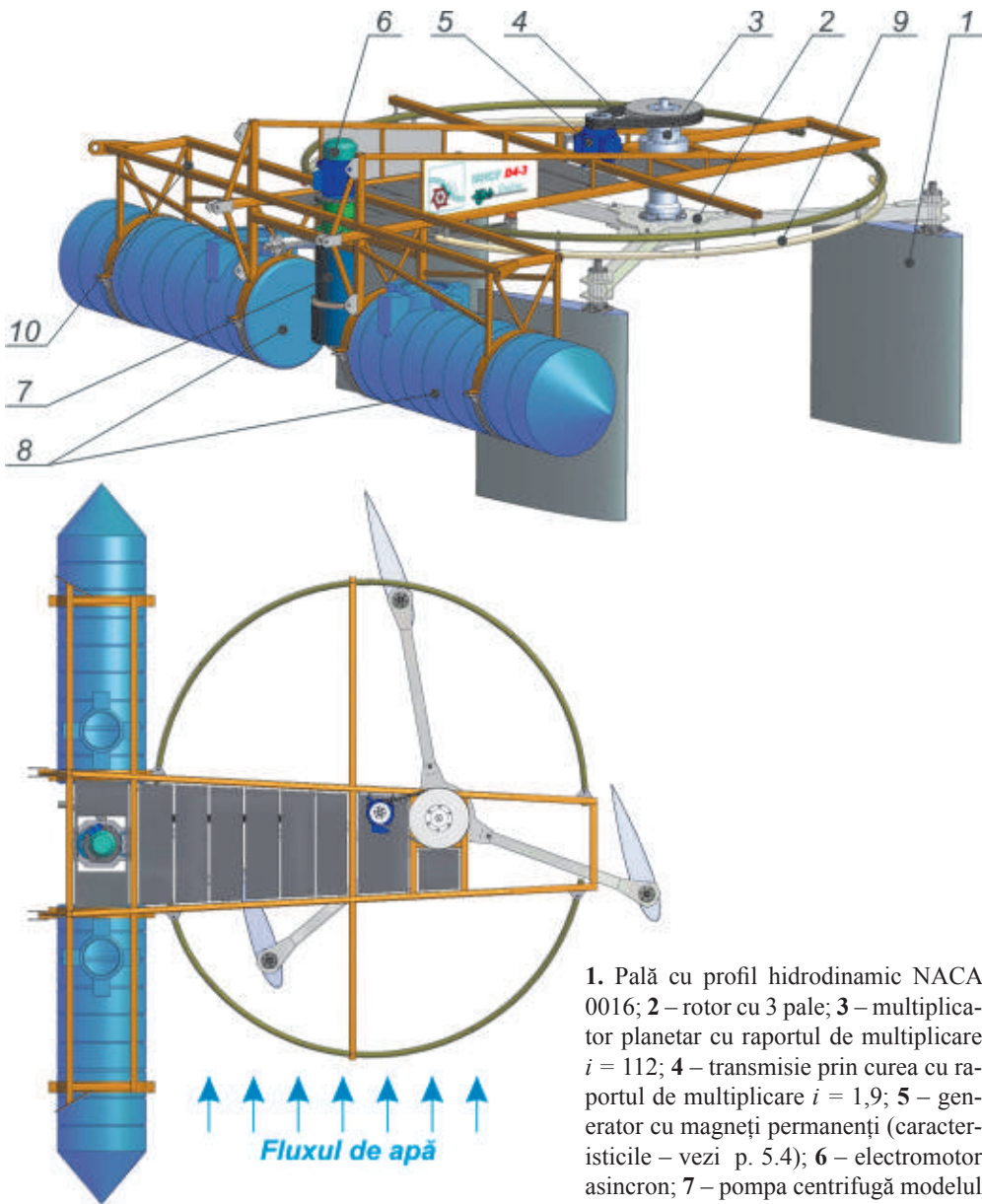
unde:  $\eta_g$  este randamentul generatorului;

$\eta_{me}$  – randamentul motorului electric al pompei hidraulice.

Deci microhidrocentrala MHCF D4x1,5 ME asigură transformarea în energie utilă 73,6% și 67% din potențialul energetic al apei curgătoare captată de rotorul hidrodinamic la producerea energiei electrice și, respectiv, la pomparea apei.

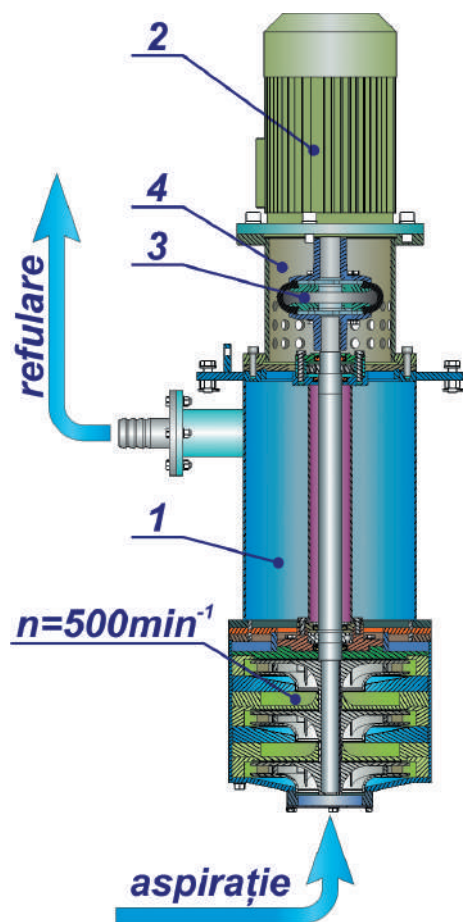
#### **2.2.8.4. Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică la turații mici (MHCF D4x1,5 ME)**

Microhidrocentrala MHCF D4x1,5 ME (fig. 2.100) este destinată pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică și mecanică, cu utilizarea genatorului cu magneți permanenți 5 de turații joase ( $n = 375 \text{ min}^{-1}$ ) și pompei centrifuge 7 în trei trepte PSS 40-10/50 de turații joase ( $n = 500 \text{ min}^{-1}$ ) proiectată special pentru microhidrocentrală și fabricată la S.A. „Hidrotehnica”, Chișinău. Rezultatele cercetării și caracteristicile funcționale la turații joase ale pompei sunt prezente în p. 2.7.

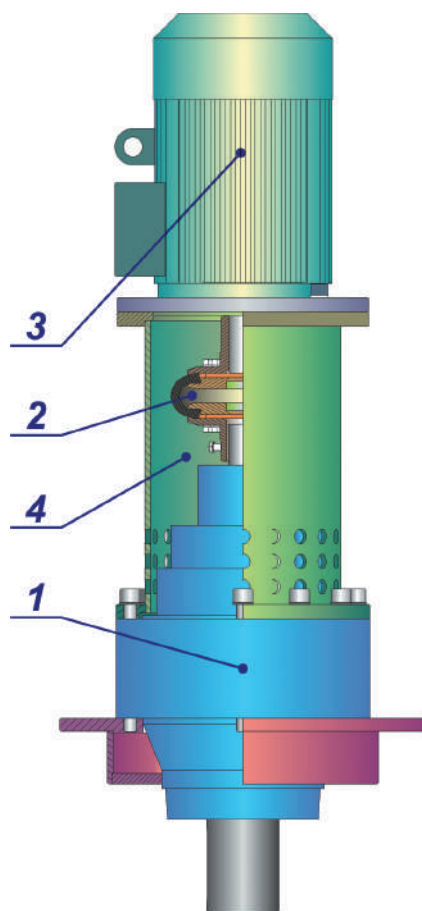


1. Pală cu profil hidrodinamic NACA 0016; 2 – rotor cu 3 pale; 3 – multiplicator planetar cu raportul de multiplicare  $i = 112$ ; 4 – transmisie prin cureauă cu raportul de multiplicare  $i = 1,9$ ; 5 – generator cu magneți permanenți (caracteristicile – vezi p. 5.4); 6 – electromotor asincron; 7 – pompa centrifugă modelul PSS – 40–10/50 (caracteristicile –  $Q$  și  $H$  – vezi p. 5.4.3 ); 8 – pontoane din masă plastică, 9 – ghidaj; 10 – carcasă spațială.

**Fig. 2.100.** Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a râului în energie electrică și mecanică utilizată pentru pomparea apei (diametrul rotorului  $D = 4\text{ m}$ , înălțimea submersată a palei  $h = 1,4\text{ m}$ , lungimea cordului palei  $l = 1,3\text{ m}$ ).



**Fig. 2.101.** Ansamblul mecanismului de acționare a pompei hidraulice PSS 40-10/50 în 3 trepte.



**Fig. 2.102.** Ansamblul mecanismului de acționare a generatorului electric de turajie joasă (MCHF D4x1,5E).

Cinematica și principiul de funcționare al microhidrocentralei sunt analogice microhidrocentralei prezentate în p. 2.2.8.3 (fig. 2.101). Particularitățile constructive ale acestei microhidrocentrale se referă, în special, la ansamblul mecanismului de acționare a pompei centrifuge, prezentat în fig. 2.102 și alimentarea motorului electric 2 de turajie joasă al pompei de la generatorului cu magneți permanenți de turajie joasă 5 (fig. 2.100). Această configurație constructivă poate fi utilizată atât pentru satisfacerea necesităților de irigare cu pomparea apei la înălțimi relativ mici (10...15) m (de exemplu peste barajul râului), cât și pentru efectuarea lucrărilor de desecare a terenurilor agricole adiacente râului. În cazul utilizării microhidrocentralei pentru lucrări de desecare ansamblul mecanismului de acționare a pompei



centrifuge (fig. 2.101) se reamplasează de pe carcasa spațială a microhidrocentralei pe o platformă plutitoare plasată în zona inundată de apă a terenului agricol adiacent râului.

Pompa centrifugă în trei trepte 1 PSS 40-10/50 (fig. 2.101) este cuplată cu motorul electric 2 prin intermediul cuplajului toroidal 3 și, al corpului 4 pentru transmiterea momentului de torsiune reactiv.

Randamentul de utilizare a energiei cinetice transmisă de curentul de apă rotorului hidrodinamic la bornele generatorului cu magneți permanenți, luând în considerare pierderile mecanice atât în lanțul cinematic, cât și în generatorul electric constituie:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_r \cdot \eta_g = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,87 = 0,736,$$

iar la arborele de intrare al pompei hidraulice PSS40–10/50 este:

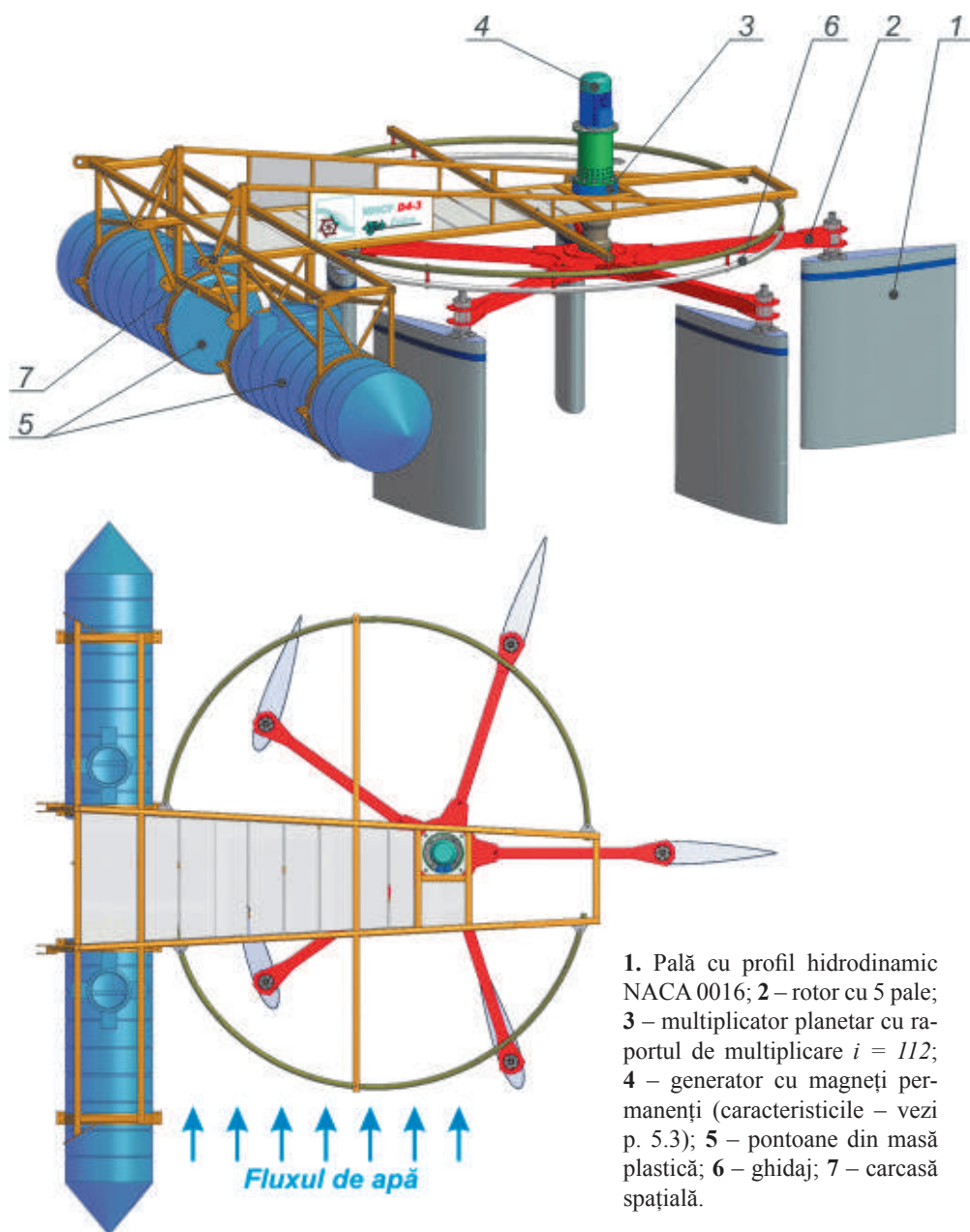
$$\eta_{\Sigma} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_r \cdot \eta_g \cdot \eta_{m.e.} = 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,87 \cdot 0,81 = 0,596.$$

Microhidrocentrala (MHCF D4x1,5 ME) cu configurația respectivă asigură transformarea în energie utilă a 73,6% din potențialul energetic al apei râului la producerea energiei electrice și doar a 59,6% - la pomparea apei. Randamentul relativ mic la pomparea apei se explică prin randamentul mai scăzut al motorului electric de turajie joasă.

### 2.2.8.5. Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică (MHCF D4x1,5E)

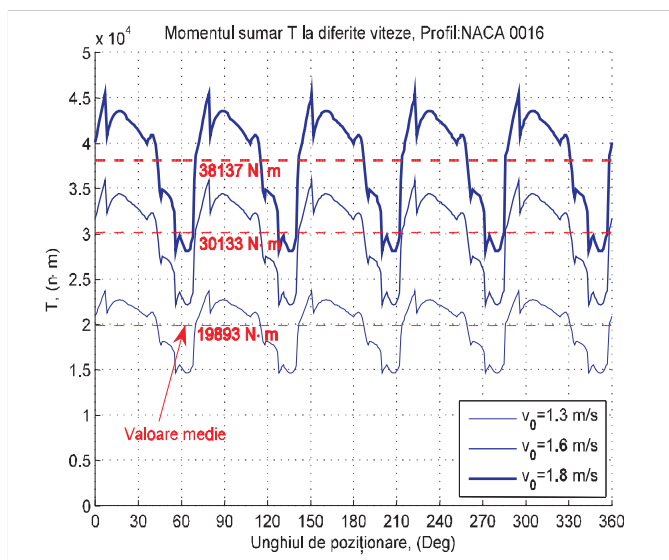
Microhidrocentrala cu configurația prezentată în fig. 2.103 este destinată pentru conversia energiei cinetice a râului doar în energie electrică. Particularitățile construcției sunt următoarele: rotorul hidraulic este constituit din cinci pale 1, iar generatorul cu magneți permanenți 3 (fig. 2.102) este asamblat coaxial cu multiplicatorul planetar 1 prin intermediul cuplajului toroidal 2 și al carcasei 4 pentru preluarea momentului de torsiune reactiv.

Dependența momentului de torsiune sumar  $T_1$  aplicat la axul rotorului cu 5 pale în funcție de viteza de curgere a apei ( $V = 1,3...1,8$ ) m/s este prezentată în fig. 2.104. Calculele cinematic și al capacității portante a tuturor elementelor constructive, inclusiv al parametrilor funcționali și al caracteristicilor tehnice ale microhidrocentralelor au fost efectuate la valoarea momentului de torsiune  $T_1 = 19893 Nm$ , corespunzător vitezei de curgere a apei  $V = 1,3 m/s$  (viteza maximă specifică pentru râurile Prut, Nistru și Răut). Randamentul de utilizare a energiei cinetice transmise, de curentul de apă, rotorului hidraulic poate fi considerat (la bornele generatorului cu magneți permanenți):



**Fig. 2.103.** Microhidrocentrală cu rotor hidrodinamic pentru conversia energiei cinetice a apei râului în energie electrică (diametrul rotorului cu 5 pale  $D = 4\text{ m}$ , înălțimea submersată a palei  $h = 1,4\text{ m}$ , lungimea cordului palei  $l = 1,3\text{ m}$ ).

$$\eta_{\Sigma} = \eta_l \cdot \eta_r \cdot \eta_g = 0,9 \cdot 0,99 \cdot 0,87 = 0,775.$$



**Fig. 2.104.** Momentul de torsiune  $T_t$  la arborele rotorului hidrodinamic cu cinci pale cu profil NACA 0016.

În rezultat, constatăm că minihidrocentrala MHC F D4x1,5E asigură transformarea în energie electrică utilă 77,5 % din potențialul energetic al apei curgătoare transmis rotorului hidrodinamic. În baza documentației tehnice elaborate a fost fabricat prototipul industrial al microhidrocentralei pentru conversia energiei cinetice a apei în energie electrică (fig. 2.105).



**Fig. 2.105.** Prototipul industrial al microhidrocentralei MHC F D4x1,5E.

### 2.2.9. Sistem de irigare integrat cu microhidrocentrală

În rezultatul privatizării terenurilor agricole în Republica Moldova s-a extins substanțial numărul gospodăriilor agricole specializate în creșterea legumelor pe terenuri relativ mici, deseori amplasate în apropierea râurilor. În consecință sistemele de irigare mari au devenit ineficiente, în special, datorită parcelării terenurilor agricole în sectoare mici izolate, inclusiv după destinație. În aceste condiții, alimentarea sistemelor de irigare a terenurilor agricole cu energie electrică de la rețelele electrice publice devine ineficientă, din care motiv diverse surse autonome de energie devin tot mai răspândite.

Pornind de la creșterea continuă a prețurilor la carburanți, de la necesitatea sporirii produselor agricole ecologic pure, iar în multe cazuri de la imposibilitatea utilizării energiei electrice din rețelele de distribuție centralizate, în viitor, un rol important pentru terenurile agricole riverane râurilor va aparține utilizării microhidrocentralelor de putere mică (până la 10 kW). Drept premise avantajoase pentru utilizarea microhidrocentralelor la alimentarea sistemelor de irigare sunt râurile Prut, Nistru și Răut, în luncile cărora se întind numeroase terenuri agricole cu fertilitate sporită. În fig. 2.106 este prezentat sistemul de irigare prin picurare alimentat cu apă pompată de microhidrocentrala elaborată de autori și prezentată în fig. 2.96-2.97.



**Fig. 2.106.** Sistem de irigare prin picurare alimentat cu energie electrică produsă de turbina eoliană

## **Bibliografie**

1. Iqtidar Husain Siddiqui. Water Works and Irrigation System in India during Pre-Mughal Times. *Journal of the Economic and Social History of the Orient*, Vol. 29, No. 1 (Feb., 1986), pp. 52–77.
2. Pacey, Arnold, *Technology in World Civilization: A Thousand-year History*, The MIT Press; Reprint edition (July 1, 1991). ISBN 0262660725.
3. Robert Ingpen și Philip Wilkenson's. *Encyclopedia of Ideas That Changed The World*, published by Viking Studio Books, 1968.
4. [www.nwl.ac.uk/ih/nrfa](http://www.nwl.ac.uk/ih/nrfa)
5. Notice sur la vie et les ouvrages du général J. V. Poncelet, par M. le général Didion. in *Mémoires de l'Académie Nationale de Metz 1870 (50e année / 1868-1869; 2e série)* pp. 101-159.
6. Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochireanu A. *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: eoliană, solară, hidraulică*. Ch., Ed. Tehnica-Infro, 2007, - 592p. (Tipografia Bons Offices).
7. Bostan I., Bogdan V., Dulgheru V., Bostan N., Ciupercă R. Brevet 2288 (MD), CIB F03B7/00. Stație hidraulică; U.T.M. - Nr. 2001 - 0301; Decl. 13. 09. 2001; Publ. BOPI - 2003. – Nr. 10.
8. Bostan I., Dulgheru V., Ciupercă R., Ciobanu O., Ciobanu R. Brevet 2888 (MD), CIB F 03B7/00. Stație hidraulică. U.T.M. – Nr. 2005 0067; Decl.04.03.2005; Publ. BOPI – 2005.- Nr.10.
9. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciobanu O., Sochireanu A. Brevet nr. 2991(MD), CIB F03 B 7/00. Stație hidroelectrică / U.T.M. – Nr. 2005 0136 ; Decl. 16. 05. 2005; Publ. BOPI, 2006.- Nr.2.
10. Bostan I., Dulgheru V., Sochireanu A., Bostan V., Ciobanu O., Ciobanu R. Brevet nr. 2992 (MD), CIB F03 B 7/00. Stație hidraulică / U.T.M. – Nr. 2005 0270; Decl 15.09.2005 ; Publ. BOPI – 2006.- Nr.2.
11. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Trifan N. Brevet nr. 2993 (MD), CIB F03 B 7/00: F 03 B 13/00. Turbină hidraulică / U.T.M. – Nr.2005 0272 ; Decl. 15.09.2005 ; Publ. BOPI – 2006.- Nr. 2.
12. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V. Sochireanu A., Ciobanu O., Ciobanu R. Dicuară I. Stație hidraulică. Brevet nr. 3104 (MD). BOPI nr. 7/2006.
13. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciupercă R. Brevet nr. 2981 (MD), CIB B63 B 35/44: E02 B 17/00. Stație hidraulică / U.T.M. – Nr.2005 0274; Decl. 15. 09. 2005; Publ. BOPI 2006.- Nr.2.

14. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Ciobanu O., Ciobanu R. Brevet nr. 3845 (MD), CIB F 03 B 13/00; F 03 B 7/00. Stație hidraulică / UTM – Nr. 2008 0063. Decl. 5.03. 2008; Publ. BOPI – 2009.- Nr.2.
15. Bostan I., Gheorghe A., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Ciobanu O., Ciobanu R. Brevet nr. 3846 (MD), CIB F03 B13/00; F03B7/00. Stație hidraulică cu ax orizontal / UTM – Nr. 2008 0064. Decl. 5.03. 2008; Publ. BOPI – 2009.- Nr.2.
16. Moran I. An Introduction to Theoretical and Computational Aerodynamics, John Wiley and Sons, 1984.
17. An Introduction to Computational Fluid Dynamics, The Finite Volume Method, H. K. Versteeg and W Malalasekera, Longman, 1995.
18. An Introduction to Fluid Dynamics, Batcelor G. K., Cambridge at the University Press, 1970
19. Jula A., Mogan Gh., Bostan I., Dulgheru V. et al. ECOMECA – ECO- mechanical engineering (monograph). Brașov, Publ. House of „Transilvania” University, Brașov, p.324.
20. Viorel Bostan and Weimin Han. Adaptive Finite Element Solution of Variational. Inequalities with Application in Contact Problems. In Advances in applied mathematics and. global optimization. Volume 17. Printed on springer.com. Springer Science+Business Media, P. 25-107. LLC 2009 ISBN 978-0-387-75713-1 e-ISBN 978-0-387-75714-8.
21. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A. ș.a. Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor. Etapa II: “Cercetarea parametrilor funcționali ai organului de lucru în baza modelului experimental. Calculul elementelor portante și elaborarea constructivă a minihidrocentralei. (Execuție prototip experimental) // Raport științific. Cond. șt.: V. Dulgheru, - Chișinău, 2005. - 112 p.
22. Bostan I., Bostan V., Ciobanu O. Aspecte privind optimizarea constructivă și funcțională a rotoarelor cu palete multiple cu profil hidrodinamic ale paletelor din stațiile de putere mare pentru conversia energiei //Acta Technica Napocensis. Series: Applied Mathematics and Mechanics 50, vol.II. ISSN 1221-5872. P. 255...258.
23. Bostan I., Bostan V., Dulgheru V. Numerical Modelling and Simulation of the Fluid Flow Action on Rotor Blades of the Micro-Hydropower Station. Ovidius University Annual Scientific Journal. Mechanical Engineering Series, Volume VIII, Nr. 1, 19-21 May 2006, Ovidius University Press, Constanța, 2006. ISSN 1223-7221, p.70-78.

24. Bostan I., Bostan V., Dulgheru V. Numerical simulation of the fluid flow interaction with hydrodynamic profile blades of the rotor of micro-hydropower station for river kinetic energy conversion // Pro-Activ Partnership in Creativity for the next Generation / Proceedings / 31<sup>st</sup> Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Science / ARA Doval E. (Coord.) – Quebec Canada. Presses Internationales Polytechnique, 2007, pp. 59-62. ISBN 978-2-553-01412-3.
25. Bostan, I.; Dulgheru, V.; Bogdan V. Ciupercă, R. Minihidrocentrală pentru utilizarea energiei cinetice a apei râurilor // Expoziția Internațională Specializată „INFOINVENT’2001”: Catalog Oficial. - Chișinău: AGEPI, 2001. - P. 27.
26. Bostan I., Bogdan V., Ciupercă R. *Minihidrocentrală pentru utilizarea energiei cinetice a apei râurilor* // Expoziția Internațională Specializată INFOINVENT 2001. Catalog Oficial, p. 27, 2001.
27. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A. Conversion of renewable kinetic energy of water: synthesis, theoretical modeling and experimental evaluation. Phase I. Grant SCOPES IB7320 – 110902/1. Coordonatori: prof.Dr. Adrian Gheorghe (universitatea ETHZ, Zurich, Elveția); acad. Ion Bostan (UTM) // Raport științific intermediar. Faza II U.T.M. - Chișinău, 2005. - 22 p.
28. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Ciobanu O., Ciobanu R., Dicusară I., Trifan N. Floatable Micro-hydropower Station with Adjustable Hydrodynamic Blades // Geneve’2006. 4 - 8 april. Official Catalogue. 2006-P.47.
29. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Ciupercă R., Ciobanu O., Ciobanu R., Trifan N. Minihidrocentrală cu rotor multipal cu ax vertical și palete cu profil hidrodinamic // Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării și Transferului Tehnologic INVENTICA 2006, Iași, 5-9 iulie, 2006, p.570.
30. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sochireanu A., Ciobanu O. Minigidrocentrală s vertical’nym rotorom // Mijdnarodnii salon Vinahodiv ta novyh Tehnologii „Novii Ceas”, 27-29.09 2006g. Sevastopol. Catalog, p.32.
31. Bostan, I., Bostan, V., Sochireanu, A., Trifan N., Ciobanu, O., Ciobanu, R. Micro-hydropower Station with vertical rotor. Salonul Internațional de Invenții și Tehnologii Noi INVENTIKA 2006, București, 3-7.10.2006, p.94.
32. Bostan, I., Bostan, V., Sochireanu, A., Trifan N., Ciobanu, O., Ciobanu, R. Floatable Micro-hydropower Station. Salon International des Inventions, Bruxelles’ 2006. 22 - 26 November. P.57.

33. Bostan, I., Bostan, V. Sochireanu, A., Trifan N. Ciobanu, O. Minigidrocentrali dlea konversii kineticeskoi energii rek bez postroenia damb. 10 Moskovskij Mezhdunarodnyj Salon Promyshlennoj Sobstvennosti. Katalog, 27-30 marta 2007g., p.6.
34. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciobanu O. Minihidrocentrală pentru conversia energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor” // Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării Științifice și Transferului Tehnologic ECOINVENT 2007. 30.05-02.06.2007. Catalog Oficial, p. 27-28, 2007.





## 3. SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI EOLIENE

### 3.1. Din istoria invențiilor în domeniul morilor de vânt

**Perioada până în anul 1970.** Se pare că energia eoliană este prima energie venită să înlocuiască pe cea umană, începuturile folosirii sale fiind cu cca 4000 de ani în urmă, în perioada trecerii de la societatea de vânători la cea de agricultori, pompele de picior fiind utilizate la extragerea apei pentru irigații. Cea mai veche însemnare transmisă până în zilele noastre este paragraful dintr-o colecție de legi emise de regele Hamurabi al Babilonului (1793 – 1750 î.e.n.), în care se spunea: cel ce fură de pe câmp o roată de apă este pedepsit (istoria consideră că roțile de apă erau puse în mișcare de vânt). Morile de vânt (fig. 3.1) erau folosite în Persia cu 200 de ani înainte de a ajunge în Europa. Elicea înaltă din stuf era legată de un stâlp de lemn vertical și se rotea (ca un carusel) sub acțiunea vântului.

În ultimul timp însă, tot mai frecvent se afirmă că cele mai vechi mori au funcționat acum 3000 de ani în Alexandria, părțile lor inferioare (construite din piatră) conservându-se până astăzi (fig. 3.2). Ele se aseamănă cu numeroasele mori de vânt de astăzi din zona mediteraneană. Cele 6 sau 8 pale aveau pânze triunghiulare,



Fig. 3.1. Moară de vânt din Persia, veche de aproape 1500 de ani.



Fig. 3.2. Moară de vânt din Alexandria, veche de aproape 3000 de ani.

simplă din punct de vedere static a pânzelor. Pentru îmbunătățirea curentului incident axa roții de vânt era înclinată cu  $10^{\circ}$ – $20^{\circ}$ , astfel încât în poziția cea mai de jos palele erau mai depărtate față de turnul morii. De aceea, se presupune că grecii aveau anumite cunoștințe de mișcare a aerului. În anul 115, Heron a construit o orgă pusă în mișcare de o pompă având aerul furnizat de o elice cu un număr foarte mare de pale, asemănătoare cu turbinele americane care se pun în mișcare de la cea mai mică adiere a vântului, dar având un număr scăzut de rotații.

viteza de rotație – de 20 rot/min, iar axul elicei nu se putea roti după vânt și nici nu era nevoie, deoarece vântul avea o direcție constantă.

Pe Insula Mallorca, pentru a capta vântul care avea diferite direcții, se instalau serii de mori, fiecare având axul dirijat într-o altă direcție, asigurându-se astfel un randament mai uniform (fig. 3.3).

În insulele Mării Egee, acum 2000 de ani, existau mori de vânt grecești, care reprezentau construcții masive din piatră. Remarcabilă este fixarea



Fig. 3.3. Mori de vânt de pe Insula Mallorca, vechi de aproape 700 de ani.

Rotindu-se sub acțiunea brizei puternice, elicea de pânză a unei mori de vânt era priveliștea nouă și incitantă în Europa sec. al XII-lea. Captând vântul, astfel se obținea o nouă sursă de putere, accesibilă oricui. Constructorii de mori din Evul Mediu au utilizat mult și sursele energetice, improvizând roți pentru morile de apă și micșorând astfel costul măcinatului și al cultivării cerealelor.

Moara de vânt i-a preocupat mult pe oamenii din Epoca Renașterii și din perioada următoare, eliberarea elicei de direcția vântului fiind unul din punctele esențiale ale studiilor și încercărilor lor. Leonardo da Vinci a desenat primul anemometru. De la el au rămas tablouri corecte de curgeri turbulente. Fausto Veranzio din Dalmația s-a preocupat de mori de vânt, independente de direcția vântului, cu ax vertical, ale căror pale erau cu rezistență diferențiată, în partea din față având o rezistență mai mare decât cea din spate.

În Europa Centrală Medievală în secolul al XI-lea, morile de vânt erau atât de răspândite, încât țineau de viața zilnică. Ele erau, în principal, de două tipuri:

- moara germană (apărută la începutul sec. XV);
- moara olandeză.

Moara germană se putea roti pe o capră, elicea avea 6 pale dreptunghiulare (plane), confecționate la început din scânduri de lemn, apoi din pânză de catarg întinsă. Cruciații au răspândit aceste mori de vânt din Ungaria până în Rhodos, de aceea ele s-au conservat și se pot întâlni și astăzi în România, care, după cucerirea Balcanilor de către turci, și-a întrerupt pentru mult timp contactul cultural cu Europa Occidentală.

Moara de vânt olandeză (fig. 3.4) era mai superioară față de cea germană, orientarea după vânt făcându-se mai ușor decât la aceasta din urmă. Perfecționarea ei era stringent cerută de problema desecărilor (începând cu 1408) din Olanda, la această îmbunătățire contribuind mulți oameni de știință renumiți. Ecuția lui Bernoulli a explicat multe procese din funcționarea morilor de vânt. Smeaton, Maclaurin, Paven și Euler au studiat această ecuație tot cu aplicarea la moara de vânt olandeză.



**Fig. 3.4.** Moară de vânt olandeză

În 1648, John Wilkins a proiectat nu numai o moară cu ax vertical, ci și un automobil cu același motor. În sec. al XVII-lea s-au obținut primele progrese veritabile ale turbinelor cu ax vertical, turbina căpătând o roată (stator) care dirija vântul cât mai favorabil spre palele curbate. Ea se numea moară poloneză și a fost descrisă prima dată în 1699. În 1792, scoțianul Meikle a înlocuit pânzele existente prin jaluzele care se deschideau singure când vântul era mai puternic și se închideau la loc când vântul slăbea. Necesitatea majorării randamentului a condus la profilarea și răsucirea paletelor, calculele exacte fiind furnizate de Bernoulli, Smeaton și Euler. Randamentul optim se obține cu 4 pale, acestea explicând faptul că pe toată coasta Mării Baltice până la Sankt-Petersburg se întâlnesc aproape exclusiv mori de vânt cu 4 pale. În ultimii 200 de ani, în afară de dispozitivul de autoorientare, la moara olandeză nu s-a schimbat aproape nimic.

În calitate de aeromotor, elicea eoliană a fost folosită pentru scopuri foarte variate: la mori de vânt, la pompe, la mecanizarea agriculturii (în Tibet, Mongolia și China), la protecția plantelor împotriva maimuțelor și pisicilor sălbatice, producând zgomote care sperie (în Sumatra). Din 1850, ele sunt utilizate ca aerogenerator, deci pentru transformarea energiei eoliene în energie electrică, farul din Héve fiind primul stabiliment de semnalare maritimă, dotat cu un aerogenerator.

În 1829, într-un jurnal englezesc, a apărut descrierea unei elice cu  $n$  pale care se deschideau și se închideau în timpul funcționării ca niște aripi de fluture. Butenstadt a inventat o turbină eoliană cu 16 pale cu ax vertical care, cu ajutorul unui mecanism, se poziționează singură pe direcția vântului. Pentru ca randamentul acesteia să crească, erau necesare pale cu profil aerodinamic modern, de aceea turbina lui Butenstadt este o alternativă a turbinelor americane.

În America, cea mai veche moară de vânt a fost ridicată de spanioli în 1512, în statul Yucatan. În secolul al XVII-lea, în California, funcționau mori de vânt care erau orientate pentru prelucrarea trestiei de zahăr. La sfârșitul secolului al XVII-lea, existau mențiuni despre existența acestor mori în 20 de state americane, ele dând, în 1850, 15% din necesarul de energie. În 1854, Daniel Halladay a construit primele sale mori de vânt cu 150 de pale care se puneau în mișcare chiar la viteze de 0,16 m/s ale vântului. După primul război mondial, s-au construit multe astfel de turbine cu diametrul de 12 m și putere de 15 kW, utilizate la producerea curentului electric, încălzit și pomparea apei potabile. Pentru a rezista și la vânturi puternice, Halladay a împărțit elicea în 6 sectoare, care ieșeau din funcțiune la o anumită tărie a vântului. Numărul mic de rotații al roților sale era totuși suficient pentru întrebunțările menționate, dar pentru producerea de energie electrică sunt necesare viteze unghiulare mai mari. Mult timp europenii au manifestat scepticism față de morile de vânt americane cu un număr atât de mare de pale. Cu toate acestea, anual, se construiesc în America 100 000 de pompe de vânt (aeromotoare) și aerogeneratoare, acestea din urmă având două pale, diametrul de 1,5 m, pe axul lor fiind un mic dinam electric de 200 W și un acumulator care este încărcat de dinam când bate vântul. Produc

lunar câte 50 – 100 kW, adică necesarul de energie pentru iluminat și radio pentru o casă de vacanță (weekend).

Secolul al XIX-lea s-a caracterizat aproape exclusiv prin îmbunătățirea formei palelor, răsucirea fiind deja bine înțeleasă. Francezul Duvand a încercat să rezolve problema curburii, folosind pânze de forma aripilor de pasăre. El a avut ideea să proiecteze pale care se roteau în jurul axei lor, creând astfel premisele turbinei moderne.

Scoaterea apei din mine s-a făcut mult timp cu ajutorul pompelor puse în funcțiune de elice eoliene, până au apărut mașinile cu abur. Cu toate acestea, roata de vânt a continuat să fie folosită și perfecționată. Astfel, celebre sunt contribuțiile danezului La Cour, care, în 1890, a obținut, prin lucrările sale în suflerii, valori constructive precise: înclinarea axei elicei trebuie să fie de aproximativ  $10^\circ$ , suprafața totală a palelor să nu depășească o treime din suprafața discului elicei. El recomandă 4 pale, a căror lățime să fie  $1/4 \div 1/5$  din lungimea palei. Profilul poligonal al palei trebuie să aibă săgeata maximă la distanța  $1/4 \div 1/6$  din coardă față de bordul de atac și ea trebuie să fie doar de  $3 \div 4\%$  din coardă. Înclinarea palei față de planul roții era de  $10^\circ$  la vârf, de  $15^\circ$  – la  $2/3$  din rază, de  $20^\circ$  – la  $1/3$  din rază și de  $25^\circ$  – la butuc. Butucul elicei trebuia să aibă o rază corespunzând unui sfert din lungimea palei. O astfel de elice se rotea deja la viteza vântului de 1,8 m/s și funcționa la randament maxim de la 3000 la 5000 ore pe an. În fig. 3.5 se prezintă o altă variantă a turbinei daneze, elaborată și testată la 1897 la școala Superioră Askov.



Fig. 3.5. Turbină testată în a. 1897 la Școala Superioră Askov, Danemarca.



Fig. 3.6. Turbină eoliană cu 3 pale.



Fig. 3.7. Prima turbină construită conform „Conceptului danez” de J. Juul în localitatea Gedser, Danemarca.



Fig. 3.8. Turbină eoliană, California, 55 kW, 1980 – 1981.

Unul din pionierii turbinelor eoliene este islandezul F. L. Smidth. În fig. 3.6 este prezentată o turbină eoliană cu 3 pale, elaborată în anul 1942. Turbina era dotată cu un rotor cu trei pale cu o construcție optimizată din punct de vedere aerodinamic. Începe era turbinelor eoliene de putere mare.

Cea mai mare turbină eoliană pentru a produce electricitate a fost construită în localitatea Grandpa Knob, Vermont, SUA [3,5]. Turbina cu puterea de 1250 kW, diametrul rotorului 53 m a fost rezultatul final al colaborării inginerilor Smith Putnam, von Karman și den Hartog. Aceasta a fost prima turbină cu puterea mai mare de un megawatt și a servit ca o platformă pentru studii experimentale ale efectelor de oboseală a materialelor pentru pale și turn, ale dinamicii SCEE și ale verificării datelor impuse prin proiect. Totuși, anul reper de demarare a tehnologiei moderne eoliene se consideră 1957, când inginerul danez Johannes Juul realizează prima turbină eoliană cu puterea de 200 kW, construită în nordul Daniei, localitatea Gedster, fig. 3.7 [1]. El a fost primul care a preluat teoria aripei de avion și a transpus-o în construcția turbinelor eoliene. Turbina era instalată pe un turn de 25 m înălțime și avea rotor cu 3 pale. Era dotată cu sistem de autoreglare și stopare automată la depășirea limitei admisibile a vitezei vântului, cu acționare electromecanică pentru orientare și generator asincron. A funcționat până în anul 1967 cu un factor mediu de putere de circa 20%. Ulterior, turbina respectivă a intrat în istorie ca “*turbina Gedser*” sau “*Conceptul danez*”. În prezent, peste 75% din turbinele eoliene de putere medie și mare au

la bază “Conceptul Danez” [2], caracterizat prin rotor cu trei pale subțiri cu profil aerodinamic direcționat spre vânt și care rotește cu o viteză relativ mare – zeci sau sute de rotații per minut în dependență de diametrul elicei. Conceptul inovativ și caracteristicile nivelului tehnic ale acestui model au fost, în curând, recunoscute la scară mondială, Danemarca devine principalul exportator de turbine eoliene și deține peste 33% din piața mondială. Conceptul danez se răspândește rapid. În fig. 3.8 este prezentată o turbină eoliană de 55 kW construită și instalată în California, SUA.

### **Perioada anilor 1970 – 1990.**

Rezultatele experimentelor cu diverse materiale pentru pale au condus la abandonarea oțelului, ca fiind un material prea greu, de asemenea, a aluminiului care nu făcea față solicitărilor dinamice. Frații Gougeon din SUA propun un material pe bază de lemn și rășină de epoxid, care a fost folosit în construcția turbinelor de putere mică și medie. Datorită unei combinații reușite a legislației federale și statale privind facilitățile acordate energiei eoliene, în California încete primul boom eolian – în perioada anilor 1980–1995 au fost instalate 1700 MW putere eoliană (fig. 3.8). Boom-ul californian a avut și o latură negativă – turbinele eoliene utilizate aveau performanțe tehnice proaste, au fost amplasate irațional, ceea ce a generat o neîncredere în energia eoliană. Totodată, piața americană și facilitățile acordate au permis producătorilor europeni să exporte, să testeze diverse tipuri de turbine și să creeze temelia unei tehnologii moderne.

**Perioada 1990 – prezent.** Dezvoltarea energiei eoliene în California nu a fost durabilă. După anularea aproape completă a facilităților, a început o perioadă de stagnare. În schimb, s-au dezvoltat rapid piețele europene. În Germania, la începutul anilor '90, rata de creștere a puterii eoliene atinge cifra de 200 MW/an. Au apărut noi producători în Germania, Spania, SUA. Se dezvoltă noi concepții tehnologice: remarcabila schemă inovațională a generatorului eolian cu cuplare directă (*direct drive generator*), turbina cu viteză variabilă de rotație, sisteme de comandă cu fluxul de putere furnizat în rețea, materiale compozite pentru pale etc. Începe era turbinelor de puteri foarte mari.

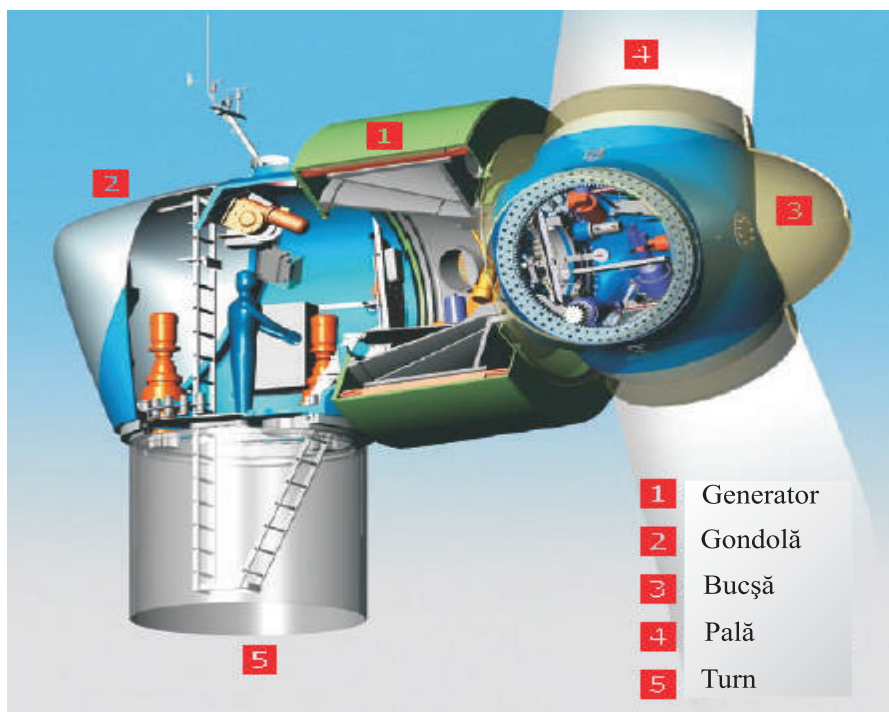
Deși primele prototipuri de turbine eoliene cu puterea mai mare de 1000 kW au fost testate cu mult înainte de anii '80 ai secolului trecut, nici una din ele nu a fost comercializată. Deși au funcționat perioade scurte de timp (vezi tabelul 3.1), ele au servit ca platforme de cercetare experimentală, s-au acumulat cunoștințe noi și s-a creat baza tehnologică pentru un nou salt realizat la sfârșitul secolului XX – începutul secolului XXI.

„*Conceptul danez*” în tehnologia conversiei energiei eoliene a predominat pe piața mondială pe parcursul a circa 25 de ani. Deși proiectele realizate erau diferite, toate aveau următoarele caracteristici comune: trei pale, viteza de rotație constantă a rotorului, frânare aerodinamică (stall) pentru controlul puterii, generator asincron.

**Tabelul 3.1.** Performanțele primelor prototipuri de turbine eoliene cu puterea mai mare de 1,0 MW [3]

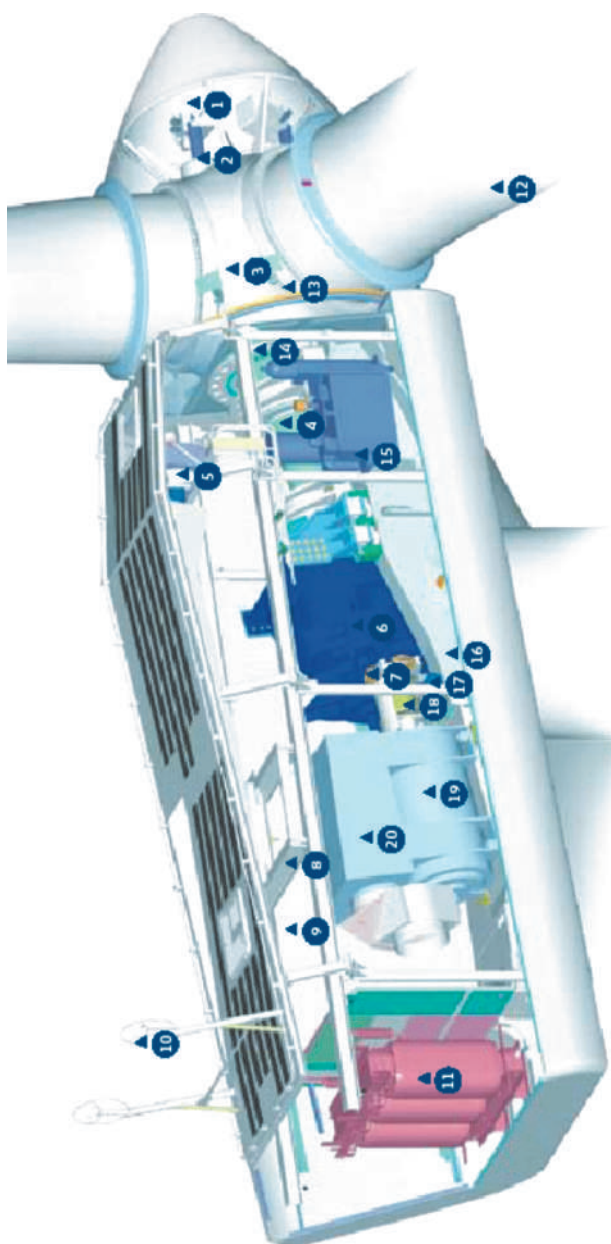
Tip turbină, țara	Puterea nominală, MW	Diametrul rotorului, m	Nr. ore de funcționare	Energia generată, GWh	Anii realizării
Smith-Putnam, SUA	1,25	53	695	0,2	1941– 1945
Mod-1, SUA	2,0	60	-	-	1979 – 1983
Mod-2, SUA	2,5	91	8658	15,0	1982 – 1988
Growian, Danemarca	3,0	100	420	-	1981 – 1987
WEG LS-1, Marea Britanie	3,0	60	8441	6,0	1987 – 1992
Mod-5B, SUA	3,2	98	20561	27,0	1987 – 1992
Ecole, Canada	3,6	64	19000	12,0	1987 – 1993
WTS-4, SUA	4,0	78	7200	16,0	1982 – 1994

Pe piața mondială, preponderent, se comercializau turbine cu puterea nominală de până la 200 kW, palele rotorului erau confecționate din PFS sau lemn plus rășină de epoxid. Apoi, spre sfârșitul secolului al XX-lea, a urmat o creștere a puterii per unitate (fără a schimba „conceptul danez”) – 250, 400, 600 și 750 kW.



**Fig. 3.9.** Turbina Z72 cu cuplare directă și generator sincron cu MP.





- 1- Butucul controlerului; 2 - Cilindrul sistemului de reglare a unghiului de atac; 3 - Bucșa paletelor; 4 - Arbore;  
5 - Răcitor cu ulei; 6 - Multiplicator 1:60; 7 - Frână mecanică; 8 - Macara cu cârucior; 9 - Converter;  
10 - Traductor de viteză; 11 - Transformator; 12 - Pală; 13 - Lagărul palei; 14 - Sistem blocare rotor;  
15 - Unitatea hidraulică; 16 - Fundație; 17 - Reductorul sistemului de viraj;  
18 - Cuplaj disc; 19 - Generator asincron; 20 - Ventilatorul generatorului.

Fig. 3.10. Turbina V80 cu multiplicator și generator asincron.



a.



b.



c.

**Fig. 3.11.** *a* – Turbină eoliană de 2 MW, Danemarca, 1998; *b* – Turbina de vânt Nordex de 2,5 MW; *c* – Montarea turbinei eoliene cu puterea de 5 MW, Germania, Coasta Mării de Nord.

După anul 2000, accentul este pus pe turbine cu puterea mai mare de 1MW. Diametrul rotorului atinge dimensiuni de o 100 m și mai mult. Deși în ideologia constructivă se păstrează unele caracteristici ale „conceptului danez”, în noile proiecte realizate predomină: viteza variabilă a rotorului, controlul puterii prin variația unghiului de atac, cuplarea directă devine tot mai răspândită, materiale pe bază de fibre de carbon se utilizează tot mai frecvent. Ca rezultat, a crescut eficiența de conversie a energiei eoliene în energie mecanică, s-a îmbunătățit calitatea energiei electrice furnizate în rețea, s-a micșorat zgomotul și vibrațiile, au fost excluse problemele ce țin de multiplicator. Piața turbinelor eoliene a devenit mai atractivă, au crescut esențial vânzările și au scăzut costurile specifice. Pentru compararea a

două tehnologii, în figurile 3.9 și 3.10 se prezintă componența gondolelor a două turbine moderne: Z72, Zephiros, Olanda [4], puterea nominală 2000 kW, diametrul rotorului 72 m, viteza vântului la urnire – 3 m/s, viteza nominală – 15 m/s, generator sincron cu magneți permanenți, cuplare directă, viteză variabilă, pitch control, masa gondolei – 61 t și V80, Vestas, Danemarca [1], puterea nominală 2000 kW, diametrul rotorului 80 m, viteza vântului la urnire – 4 m/s, viteza nominală – 15 m/s, generator asincron cu dublă alimentare, cu multiplicator 1:60, viteză variabilă, pitch control, masa gondolei – 67 t. În prima variantă, gondola este cu mult mai robustă și mai ușoară cu 6 t, numărul componentelor și lungimea trenului rotor - generator s-au micșorat considerabil.

În fig. 3.11a se prezintă cea mai revoluționară turbină eoliană de 2 MW, fabricată în Danemarca în a. 1998, iar în fig. 3.11b – o turbină eoliană Nordex cu puterea de 2,5 MW.

Cea mai mare turbină eoliană cu puterea de 5 MW, elaborată de Compania Germană RePower [5], a fost pusă în funcțiune în august 2006 în Zona de Coastă a Mării de Nord și este prima din componența fermei eoliene pilot, amplasată lângă platforma petrolieră „Beatrice” (v. fig. 3.11c).

La ziua de astăzi liderul incontestabil la nivel mondial este comunitatea europeană UE-27 cu o cotă de 65%, urmată de SUA și India (fig. 3.12). O astfel de dezvoltare spectaculoasă nu cunoaște un alt la nivel mondial sector din industria mondială. În anii 2007 - 2010 se preconizează o creștere anuală de peste 21% și către 2010 puterea instalată mondială va atinge 160 000 MW. Cu ocazia lansării Platformei tehnologice europene privind energia eoliană, comisarul UE pe teme de energie A. Piebalgs a menționat [6]: „Energia eoliană este cu siguranță una dintre tehnologiile care se dezvoltă cel mai rapid și joacă un rol important, contribuind la crearea unei politici energetice durabile și competitive în Europa”. În anul 2005, în țările UE s-a produs circa 69,5·106 MWh energie (fig. 3.11). Distribuția puterii instalate electrice eoliene la nivel mondial este de 26 ori mai mare decât consumul de energie electrică a Moldovei în a. 2005. Vântul asigură cu electricitate peste 35 milioane de gospodării din UE, dar foarte puțini cunosc acest lucru – simptom, care indică lipsa de cunoștințe în domeniul tehnologiei respective. La nivel global, către anul 2020 circa 12% din energia electrică produsă, va fi de origine eoliană.

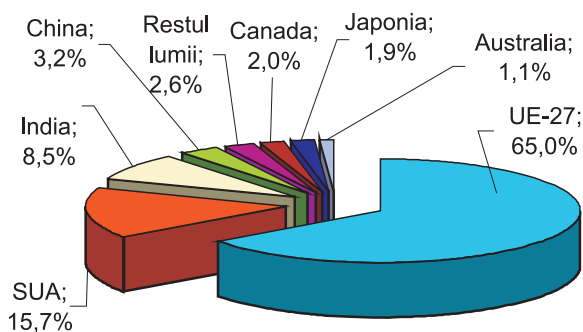


Fig. 3.12. Distribuția puterii instalate la nivel mondial.

### 3.2. Tipuri constructive de turbine eoliene

Turbinele eoliene pot fi clasificate în patru grupe mari, în dependență de puterea dezvoltată la viteza de calcul a vântului, care este cuprinsă între 11 și 15 m/s. Micro-turbinele acoperă puterile cuprinse între 0,05 și 3,0 kW. Turbinele de putere mică au puteri cuprinse între 3 și 30 kW, iar de putere medie – 30-1000 kW. Atât microturbinele, cât și turbinele de putere mică sunt proiectate pentru a funcționa în regim autonom și alimentează cu energie electrică consumatorii dispersați teritorial și neconectați la rețelele electrice publice. În acest scop, turbinele se dotează cu acumuloare de energie electrică și dispozitive de condiționare a energiei – regulatoare și convertoare de frecvență. În a patra grupă sunt incluse turbinele cu puterea mai mare de 1000 kW, numite turbine de mare putere sau turbine multimegawatt. Tendința actuală este majorarea puterii per unitate, majoritatea absolută a turbinelor funcționează în paralel cu rețeaua electrică publică, prioritate se dă turbinelor cu puterea mai mare de 1 MW.

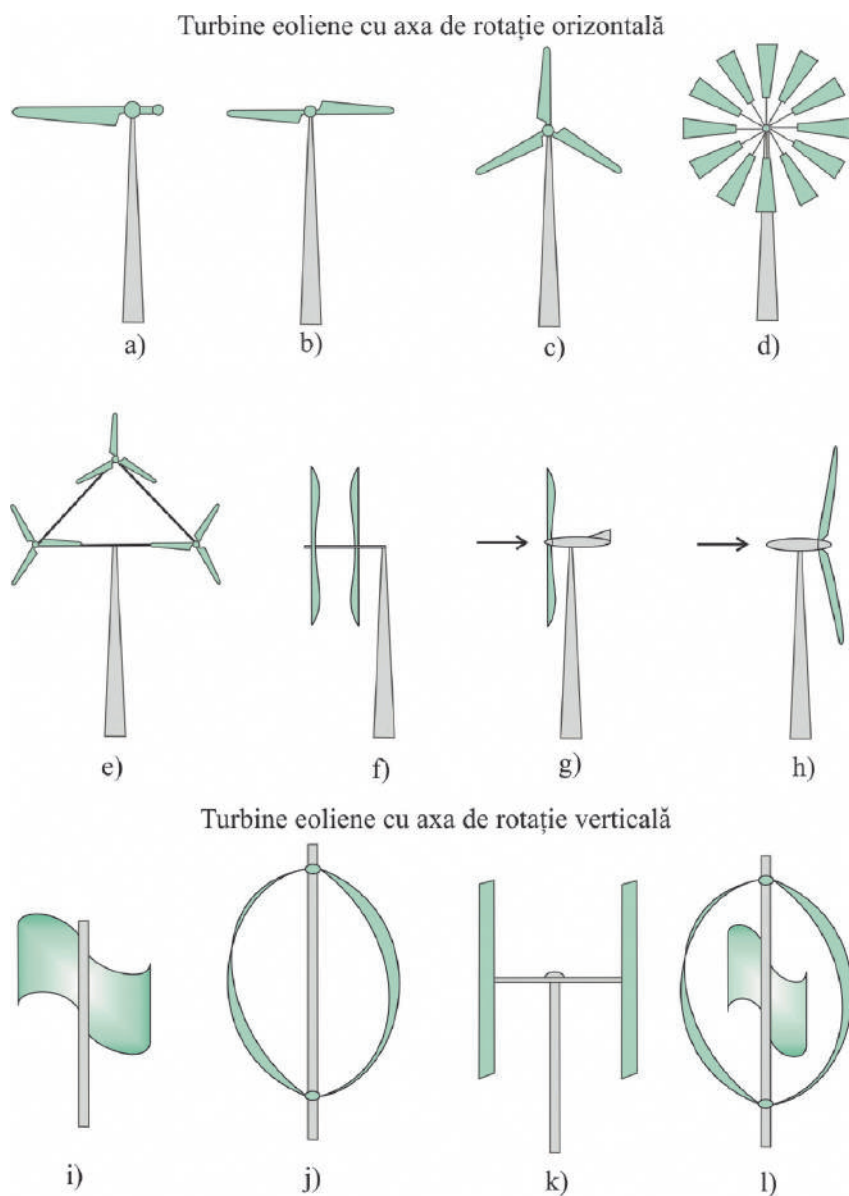
Pe parcursul anilor au fost propuse și patentate sute de scheme constructive ale turbinelor eoliene, dar doar câteva zeci au fost testate, din care doar câteva au penetrat piața de turbine eoliene. În figura 3.11 sunt prezentate cele mai semnificative scheme constructive ale turbinelor eoliene.

**Turbine eoliene: cu axa de rotație orizontală sau verticală?** Răspunsul la întrebarea pusă este în favoarea turbinelor cu axa de rotație orizontală (figura 3.13 a-h). Majoritatea absolută a turbinelor comercializate sunt cu axa orizontală. Axa de rotație a turbinei coincide cu direcția vântului și este paralelă cu suprafața solului. În turbinele cu axa verticală direcția vântului este perpendiculară pe axa de rotație și, respectiv, perpendiculară pe suprafața solului (fig. 3.13, i-l). Deși turbinele cu axa verticală au pierdut competiția, inginerii revin iarăși și iarăși la această schemă constructivă, cauza principală fiind următoarele două avantaje indiscutabile:

- Generatorul, multiplicatorul și alte componente funcționale pot fi amplasate pe suprafața solului, nu sunt necesare gondola și turnul masiv.
- Turbina nu necesită un mecanism special de urmărire a direcției vântului.

Din nefericire, dezavantajele acestor turbine prevalează în comparație cu avantajele:

1. Viteza vântului în stratul limitrof cu suprafața solului este mică. Astfel, facem economii la construcția turnului, dar pierdem în puterea dezvoltată de turbină.
2. Factorul de conversie a energiei vântului în energie mecanică este mai mic.
3. Unele tipuri, ca de exemplu turbina Darrieus sau Evence, nu asigură demararea. Este necesar un motor auxiliar care pornește turbina sau o turbină mică tip Savonius.
4. Turbinele de putere mare necesită cabluri de suport, care măresc considerabil suprafața terenului ocupată.



**Fig. 3.13.** Scheme constructive ale turbinelor eoliene: *a, b, c* – cu una, două și trei pale; *d* – cu multe pale; *e* – cu mai multe rotoare; *f* – cu două rotoare, care rotesc în diferite direcții; *g* – cu rotor în fața turnului și giruetă (up-wind); *h* – cu rotor în spatele turnului cu autoreglare (down-wind); *i* – Savonius; *j* – Darrieus; *k* – Evence; *l* – combinată Darrieus – Savonius.



**Fig. 3.14.** Turbină modernă cu 3 pale



**Fig. 3.15.** Turbină Darreus [27].



**Fig. 3.16.** Turbină tip H, 420 kW, peninsula Crimeia, Ucraina.

În continuare vom descrie succint schemele constructive prezentate în figura 3.13. O caracteristică esențială a turbinelor cu axa orizontală constituie numărul de pale. Ele pot fi cu una, două, trei sau mai multe pale (vezi figura 3.13, a-d. Cu cât mai multe pale are turbina, cu atât este mai mare aria solidă a suprafeței baleiate (măturată) de rotor. În teoria turbinelor eoliene [7] numărul de pale se ia în considerare cu factorul de soliditate, care prezintă raportul dintre aria tuturor palelor și aria baleiată de rotor. Este evident că turbinele cu 1–3 pale au un factor de soliditate mai mic decât turbinele cu 12 sau 18 pale. Cu cât este mai mare factorul de soliditate (rotor cu multe pale), cu atât este mai mică viteza de rotație a turbinei, iar momentul dezvoltat va fi mai mare și invers. Din această cauză, turbinele cu pale puține se folosesc pentru generarea energiei electrice, iar cele cu pale multe – pentru pomparea apei, acționarea ferăstraielei, concașoarelor, valțurilor de măcinat, etc., altfel spus, a mașinilor, care necesită viteze mici de rotație și momente mari la pornire.

Alte scheme constructive ale turbinelor cu axa orizontală sunt prezentate în fig. 3.13 e–h: e – cu multe rotoare; f – cu 2 rotoare, care rotesc în direcții diferite; g – cu rotorul în fața turnului (*up – wind*) și giruetă pentru orientare; cu rotorul în spatele turnului sau cu autoorientare (*down - wind*). În figura 3.14 se prezintă o turbină modernă cu axa orizontală tip V90–2, puterea 2 MW, diametrul rotorului – 90 m [1].

Turbinele cu axa verticală sunt prezentate în figurile 3.13 i–l. Turbina Savonius cu rotor în forma literei S (i), turbina Darrieus cu rotor – elipsă (j), turbina Evence cu rotor tip H (k), cu rotor combinat – Darrieus – Savonius (l). Exemple de turbine cu axa verticală sunt prezentate în figurile 3.15, 3.16.

### 3.3. Turbine eoliene cu ax orizontal a rotorului elaborate de autori

#### 3.3.1. Turbină eoliană cu rotor tripal cu giruetă

Turbinele eoliene mici trebuie să fie cât mai robuste și simple ca construcție, să posede rezistență maximă și mentenanță redusă, eficiență optimă de conversie a energiei eoliene. În baza studiului potențialului energetic eolian și specificului orografic al reliefului Republicii Moldova caracterizat în mare parte de defileuri orientate pe direcția „*Nord-Sud*” colectivul de autori a elaborat conceptul unui rotor cu trei pale cu profil aerodinamic asimetric. Cercetările teoretice ale rotorului elaborat au fost efectuate cu utilizarea softurilor moderne ANSYS CFX5.7 și Autodesk MotionInventor. În rezultat au fost determinați parametrii de bază ai profilului aerodinamic, care caracterizează eficiența conversiei energiei vântului de către palele rotorului.

Luând în considerație faptul că în defileuri direcția vântului predomină pe linia „*Nord-Sud*” cu fluctuații nesemnificative, autorii au conceput un prototip de turbină eoliană cu orientare la vânt prin giruetă. Această turbină are o construcție simplă și nu necesită dispozitive cinematice atât de orientare la vânt cât și de scoatere a rotorului turbinei de sub acțiunea vântului la viteze excesive. Simplificarea construcției turbinei eoliene cu giruetă conduce la diminuarea prețului de cost cu aproximativ 20 - 30% comparativ cu turbinele cu dispozitive cinematice de orientare. În fig. 3.17 este prezentat modelul 3D al rotorului și turbinei eoliene cu giruetă cu parametrii (v. tabelul 3.2) [8].

Alegerea schemei de rotor cu 3 pale asigură o stabilitate dinamică mai mare, minimizând vibrațiile și fonul sonic asociate cu ele, rezultând cu o durată de viață mai mare a tuturor componentelor. Conectarea directă a rotorului la generatorul asigură pornirea rotorului la viteze mai mici ale vântului, producerea unei cantități mai mare de energie, necesită o mentenanță mai puțin pretențioasă decât în cazul turbinelor cu multiplicator. Generatorul cu magneți permanenți proiectat special combină eficiența cu simplitatea constructivă. Învelișul exterior al palelor cu profil aerodinamic asimetric, de asemenea, conul gondolei și girueta sunt confecționate în Laboratorul CESCER, UTM din materiale compozite, armate cu fibre de sticlă prin tehnologii moderne cu utilizarea materialelor:

- Solidificator MEKP (metil-exil-eton-pirexit);
- Luperox K1 Standard, ATOFINA, France;
- Rășină polieterică CRYSTIC;
- Gelcoat /culori albă și neagră);
- Fibre de sticlă: - Scrint Gobain Vetrotex;  
- Woven Rowind;

**Tabelul 3.2.** Parametrii de bază ai turbinei eoliene cu giruetă.

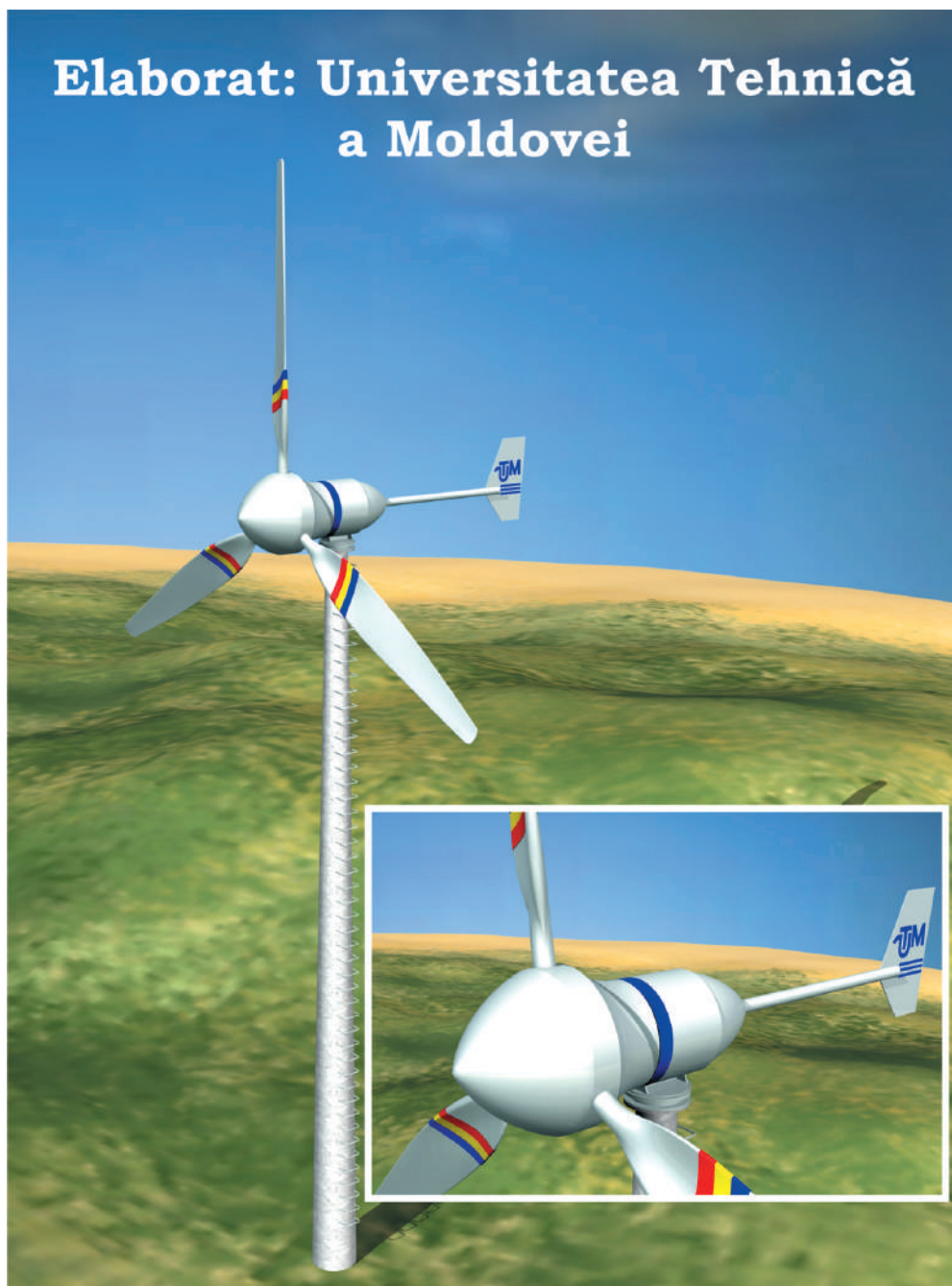
Parametri	
Diametrul rotorului cu pale	8,6 m
Aria baleiată a rotorului	58 m <sup>2</sup>
Numărul de pale	3
Profilul palelor	aerodinamic asimetric
Puterea nominală la viteza vântului de 10 m/s	10 kW
Orientarea la vânt	cu giruetă
Poziționarea palelor	Fixă
Tensiunea	240 V c.c.
Viteza vântului de pornire	2 m/s
Viteza vântului de calcul	10 m/s
Generator	cu magneți permanenți
Acționarea generatorului	Directă
Viteza de rotație, tur/min <sup>-1</sup>	160
Materialul palelor	compozit în baza rășinei armate cu fibre de sticlă
Masa turbinei	335 kg
Turn modular telescopic cu înălțime variabilă	de la 7 până la 18 m
Masa turnului modular	650 kg
Baterie de acumuloare	12V, 200Ah x 20

- Spray Up Rowind;
- Alluminium Hydroxide ATH;
- Clei poliuretanic IMFI (Franța).

Tehnologia fabricării învelișului paletei, giruetei și conului gondolei este similar celei de fabricare a paletelor pentru rotorul multipal al minihidrocentralelor, descris în capitolul 2, p.2.5. În fig. 3.18 este prezentată fotografia conului gondolei și celor trei palete, iar în fig. 3.19 - fotografia unei pale. În fig. 3.19,b se prezintă un mod simplist de testare la rezistență a palelor. Rezistența componentelor din materiale compozite este comparabilă cu cea a construcțiilor metalice și posedă proprietăți și avantaje competitive cum ar fi: e de pornire mici; costuri relativ reduse de producere în serii mici.

Laboratorul CESCER, creat la UTM, este dotat cu utilaj modern, care asigură plener realizarea ciclului de producere a organelor de mașini din materiale compozite în baza tehnologiilor moderne. Posibilitățile tehnologice și dotarea tehnico-materială, cât și computerizarea acestora, permit o mobilitate și diversitate vădită în realizarea operativă a diferitor soluții tehnico-tehnologice și de proiectare-cercetare în domeniul construcției de mașini.





**Fig. 3.17.** Modelul 3D al turbinei eoliene cu giruetă.



*a.*



*b.*



*c.*



*d.*

**Fig. 3.18.** Fabricarea palelor (a,b) și pieselor gondolei (c,d) din materiale compozite în Laboratorul CESCER, UTM.



*a.*



*b.*

**Fig. 3.19.** a – vederea generală a palei finisate; b – pala încastată la standul de încercări la rezistență.

### **3.3.2. Turbină eoliană cu rotor tripal cu servomotor**

Turbinele eoliene cu servomotor posedă capacitatea de urmărire a direcției vântului și scoaterea rotorului cu pale de sub acțiunea vântului la vitezele de vânt ce depășesc valorile (15 - 25) m/s. Avantajele acestor turbine în comparație cu turbinele eoliene cu giruetă sunt:

- stabilitatea poziționării unghiulare a rotorului cu pale în cazul fluctuațiilor dinamice ale direcției curenților de aer;
- protejarea rotorului cu pale la suprasarcini provocate de vânt cu viteze care, depășesc valorile maximale admisibile.

În fig. 3.20 se prezintă modelul 3D al rotorului și vederea generală a turbinei eoliene cu servomotor, elaborată de colectivul de autori. Atât orientarea rotorului la direcția vântului cât și scoaterea acestuia de sub acțiunea curenților de aer se efectuează prin intermediul unui dispozitiv (denumit servomotor), care asigură legătura cinematică a gondolei cu turnul și este comandat de un traductor electronic cu giruetă. La schimbarea direcției vântului girueta se repoziționează unghiular, apare un semnal de abatere și sistemul de comandă pune în acțiune servomotorul, care rotește gondola cu rotor într-o direcție sau alta până la coincidența axului rotorului cu direcția curenților de aer. Stabilitatea poziționării unghiulare a rotorului se asigură prin întârzierea cu un anumit interval de timp a comutării servomotorului după acțiunea rafalei de vânt într-o direcție s-au alta. Durata repoziționării rotorului cu pale perpendicular pe vectorul vitezei fluxului de aer depinde de caracteristicile cinematice ale mecanismului de acționare (servomotorului) și determină, de fapt, stabilitatea repoziționării în timp a gondolei. Caracteristicile cinematice ale servomotorului au fost determinate de dinamica schimbării vectorului vitezei fluxului de aer specific caracteristicilor vântului în Republica Moldova.

Proiectul turbinei eoliene, elaborat de colectivul de autori, a fost realizat în două variante prin fabricare la Centrul Tehnico-științific de Implementare a Tehnologiilor Avansate al Universității Tehnice a Moldovei în cooperare cu Reupies SRL, SA Topaz etc. În fig. 3.21 și 3.22 se prezintă modelul industrial al turbinei eoliene cu servomotor cu turn tubular și, respectiv, telescopic format din ferme metalice. Colectivul de autori a elaborat tehnologia fabricării paletelor și pieselor gondolei din materiale compozite armate cu fibre din sticlă. Paletele rotorului și conul gondolei au fost fabricate din materiale compozite în Laboratorul de Tehnologii Noi al Centrului de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile (CESCER) de la Universitatea Tehnică a Moldovei. Turbina eoliană cu servomotor, prezentată în fig. 3.21 este instalată în campusul Râșcani al Universității Tehnice a Moldovei (Chișinău, str. Studenților 9) și este destinată pentru iluminarea și alimentarea sistemului de irigare a parcului dendrologic adiacent. Turbina eoliană a fost prezentată la diverse saloane internaționale de invenții și transfer tehnologic, unde a fost apreciată la nivel înalt [9-16].

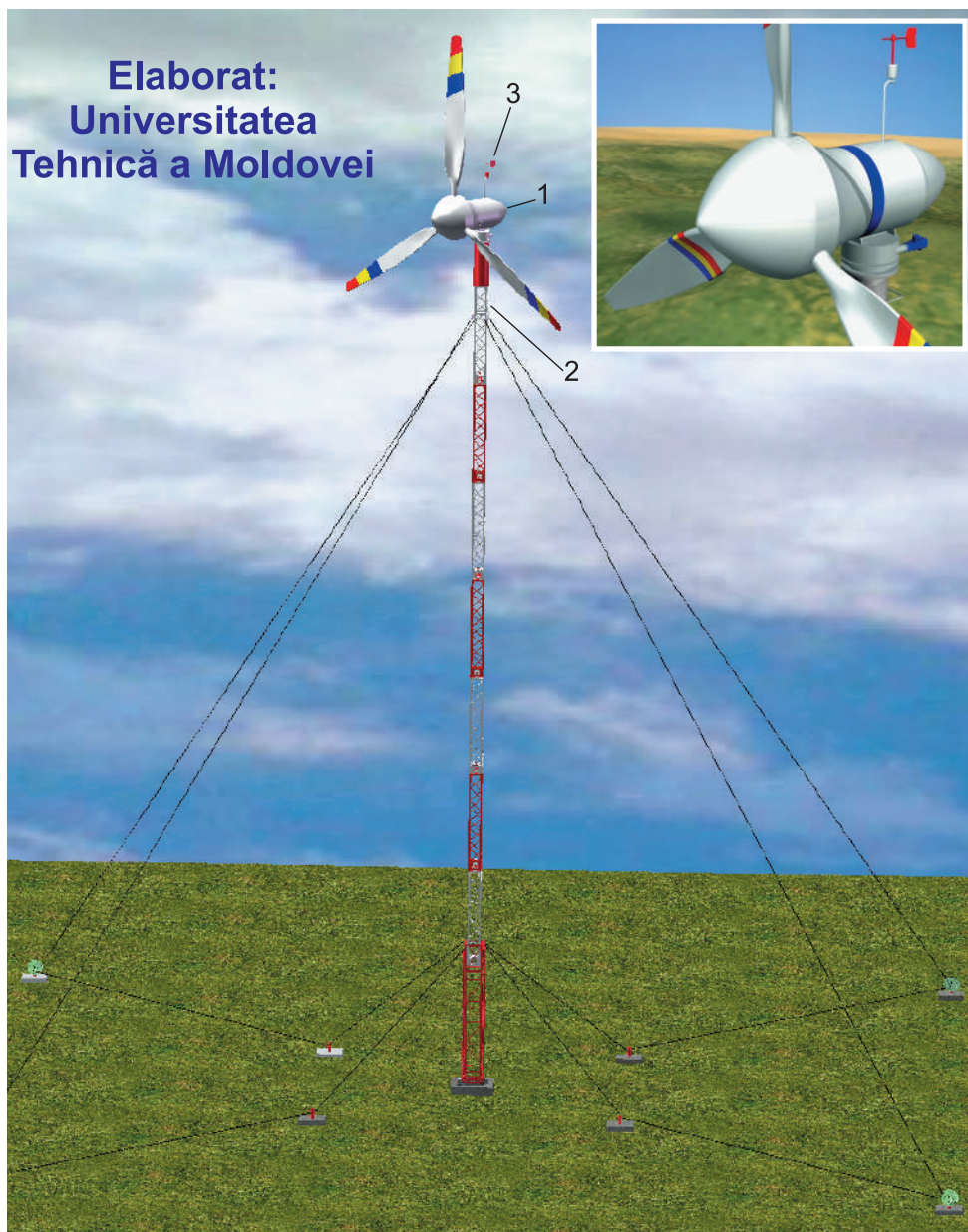


Fig. 3.20. Modelul 3D al turbinei eoliene cu servomotor.

Prin instalarea turbinei eoliene în parcul Universității Tehnice a Moldovei autorii au urmărit și un scop determinant educațional pentru comunitatea studentescă: oportunitățile utilizării „energiei verzi” fără impact negativ asupra mediului ambiant. Parametrii constructivi și funcționali ai turbinei eoliene cu servomotor sunt prezentați în tabelul 3.3.



**Fig. 3.21.** Turbină eoliană cu turn tubular instalată în campusul Râșcani, UTM.



**Fig. 3.22.** Turbină eolană cu turn telescopic din ferme metalice.

Tabelul 3.3. Parametrii de bază ai turbinei eoliene cu servomotor.

Parametri	
Diametrul rotorului cu pale	8,6 m
Aria baleiată a rotorului	58 m <sup>2</sup>
Numărul de pale	3
Profilul palelor	aerodinamic asimetric
Puterea nominală la viteza vântului de 10 m/s	10 kW
Orientarea la vânt	cu servomotor
Poziționarea palelor	fixă
Tensiunea	240 V c.c.
Viteza vântului de pornire	2 m/s
Viteza vântului de calcul	10 m/s
Generator	cu magneți permanenți
Acționarea generatorului	directă
Frecvența turației	160 min <sup>-1</sup>
Materialul palelor	material compozit din rășină armată cu fibre de sticlă
Greutatea turbinei	392 kg
Turn modular telescopic cu înălțime variabilă	de la 7 până la 18 m
Greutatea turnului modular	708 kg
Baterie de acumuloare	12V, 200Ah x 20

În fig. 3.23 este prezentată caracteristica de putere a turbinei și funcția densitate probabilistică a vitezei vântului. Producerea estimată este relativ mică din cauza particularităților amplasamentului: cartier urban cu obstacole pronunțate în direcția sud-vest și nord-est.

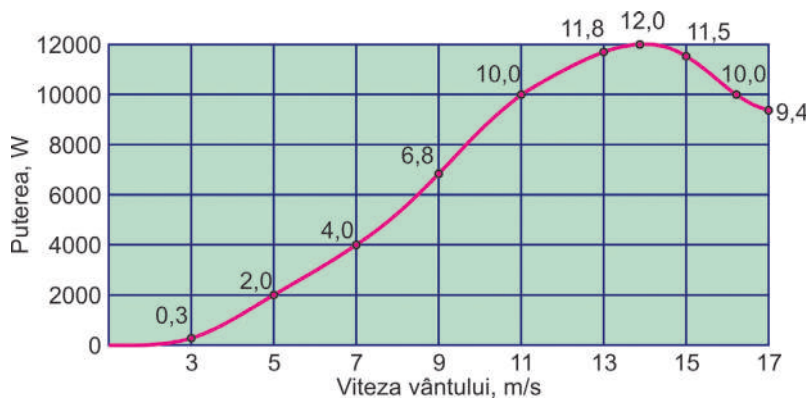


Fig. 3.23. Caracteristica de putere a turbinei eoliene.

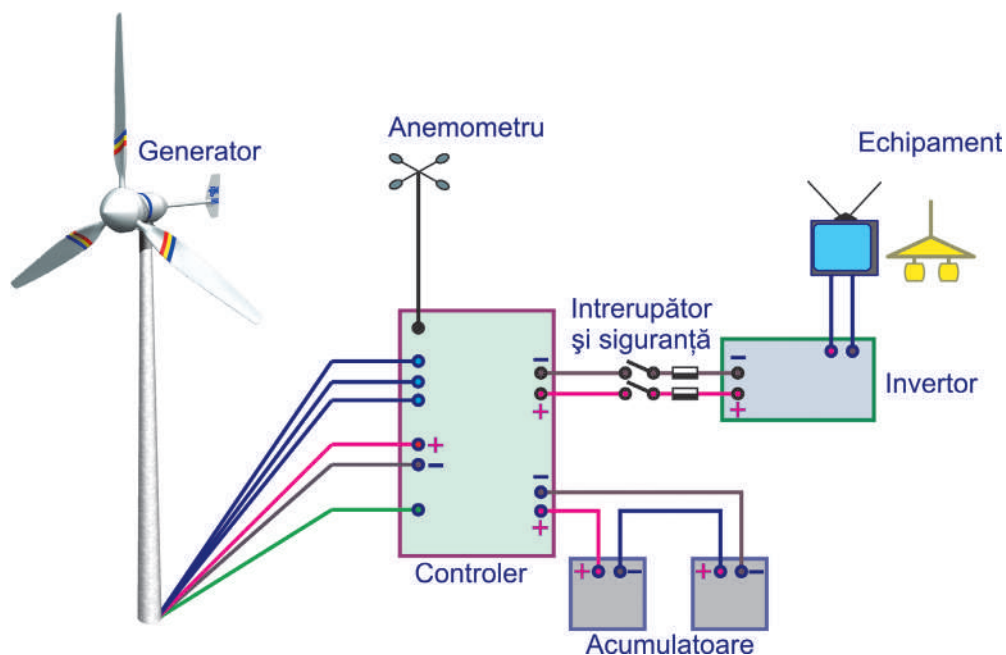


Fig. 3.24. Schemele de conexiune a turbinei eoliene pentru alimentarea sistemului de iluminat.

În fig. 3.24 sunt prezentate schemele de conexiune a turbinei eoliene pentru alimentarea sistemului de iluminat a parcului dendrologic al Universității Tehnice a Moldovei. Construcția turnului este modulară cu avansarea telescopică în înălțime, fapt ce nu necesită macarale de ridicat la modificarea înălțimii de instalare a turbinei. Construcția adoptată a turnului asigură reducerea turbulenței induse de vântul care trece prin turn. Particularitățile constructive ale turbinei corespund posibilităților tehnologice ale industriei locale, fapt ce a permis fabricarea componentelor în raport de (75 - 80)% la întreprinderile industriale autohtone.

### 3.3.3. Turbină eoliană cu rotor elicoidal

O problemă deosebit de importantă, care se află în atenția inventatorilor, este elaborarea rotoarelor eoliene cu eficiență majorată de conversie a energiei eoliene. În acest scop autorii au elaborat schema conceptuală a rotorului elicoidal cu injecție periferică a maselor de aer prin utilizarea efectului aerodinamic. În baza schemei conceptuale au fost elaborate și brevetate o serie de scheme structurale de rotoare elicoidale cu diferiți parametri geometrice și efectuate ample modelări și simulări pe calculator și pe modele reale.



### 3.3.1.1. Aspecte privind descrierea analitică a parametrilor geometrici de bază

Pentru cercetarea teoretică și optimizarea parametrilor geometrici ai turbinei elicoidale a fost elaborat modelul ei matematic. Descrierea deplină este prezentată în lucrările [17,18,19]. În continuare se vor prezenta unele aspecte de descriere analitică a parametrilor geometrici de bază ai turbinei elicoidale. Turbina elicoidală în corespundere cu fig. 3.25,a include axul  $I$ , pe care sunt fixate rigid pe linie elicoidală cu pas constant paletetele 2. Profilul aerodinamic în corespundere cu figura 3.25,b se caracterizează prin partea din față bombată și cea din spate ascuțită. Linia lui medie este locul geometric al centrelor cercurilor înscrise în profil. Parametrii geometrici principali ai profilului sunt:

- grosimea relativă a profilului  $\bar{c}$  este raportul dintre grosimea maximă a profilului și lungimea coardei  $b$ ,  $\bar{c} = c/b$ ;
- concavitatea relativă  $\bar{f}$  este raportul dintre săgeata maximă de încovoiere a curbei axiale și lungimea coardei  $b$ ,  $\bar{f} = f/b$ ;
- curbura profilului se caracterizează prin unghiul de încovoiere a liniei medii  $\varepsilon$ , adică unghiul dintre tangentele duse la linia medie a profilului în părțile lui din față și din spate.

Pozițiile  $\bar{c}$  și  $\bar{f}$  sunt determinate prin abscisele relative  $\bar{x}_f = x/b$  și  $\bar{x}_c = x/b$ . Cunoșcând forța de ascensiune care acționează asupra rețelei de profiluri, putem determina momentele forței, cu care apa acționează asupra turbinei. Poziția reciprocă a profilurilor în rețea se caracterizează prin pasul  $t$ , unghiul de poziție  $\theta$  (unghiul dintre coarda profilului și flancul rețelei), și unghiurile  $\varphi_1$  și  $\varphi_2$  dintre tangentele duse la linia medie a profilului în punctele lui și flancul rețelei. Pasul relativ al rețelei este raportul dintre pasul  $t$  și lungimea coardei  $b$ ,  $t = t/b$ . Valoarea inversă pasului relativ se numește densitatea rețelei  $\varepsilon = 1/t = b/t$ . Poziția profilului rețelei față de direcția apei se caracterizează prin unghiul de atac  $i$ , adică prin unghiul dintre vectorul vitezei și tangenta dusă la linia medie a profilului.

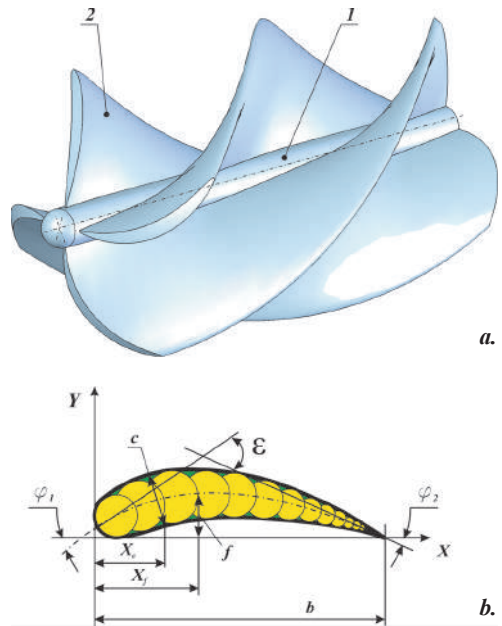


Fig. 3.25. a) Turbină elicoidală. b) Profilul aerodinamic al palei în secțiune normală

Pentru determinarea forțelor dezvoltate de curenții de apă a fost analizată carenarea unei rețele infinite de profiluri de un curent plan paralel permanent de apă. Aplicând către volumul menționat ABCD (fig. 3.26) ecuația cantității de mișcare:

$$F\Delta T = m\bar{\omega}_2 - m\bar{\omega}_1, \quad (3.1)$$

în final au fost determinate forțele care acționează asupra profilului:

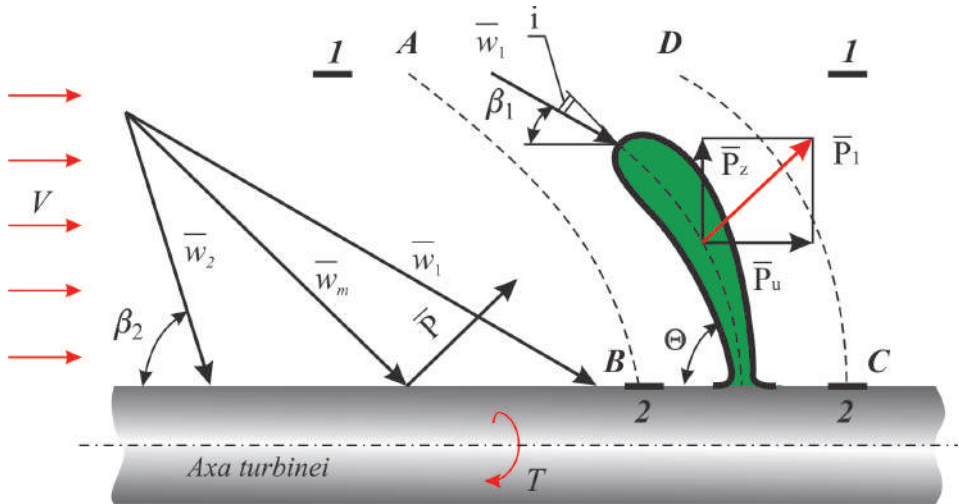


Fig. 3.26. Schema de calcul a forțelor dezvoltate de curenții de apă.

$$P = \sqrt{P_U^2 + P_Z^2} = \rho G \sqrt{\omega_z^2 + [(\omega_{1U} + \alpha\omega_{2U})/2]^2}. \quad (3.2)$$

Direcția vitezei geometrice medii se determină:

$$\operatorname{ctg} \beta_m = \frac{\omega_{mU}}{\omega_{mZ}} = \frac{\omega_{1U} + \omega_{2U}}{2\omega_z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\omega_{1U}}{\omega_z} + \frac{\omega_{2U}}{\omega_z} \right) = \frac{1}{2} (\operatorname{ctg} \beta_1 + \operatorname{ctg} \beta_2). \quad (3.3)$$

Astfel, rezultanta tuturor forțelor care acționează asupra rețelei din partea apei este egală cu produsul dintre densitate, viteza geometrică medie și circulația vitezei în jurul profilului. Direcția ei de acțiune este perpendiculară pe vectorul vitezei geometrice medii a apei.

### 3.3.3.2. Modelarea CFD a interacțiunii palelor cu aerul

Pentru cercetarea multicriterială a turbinei elicoidale au fost elaborate o serie de scheme conceptuale de turbine elicoidale. În fig. 3.27 se prezintă schemele posibile ale turbinelor elicoidale:

- turbină elicoidală cu suprafața exterioară cilindrică și miez cilindric;
- turbină elicoidală cu suprafața exterioară conică și miez cilindric;
- turbină elicoidală cu suprafața exterioară parabolică și miez cilindric;
- turbină elicoidală cu suprafața exterioară cilindrică și miez conic;
- turbină elicoidală cu suprafața exterioară conică și miez conic;
- turbină elicoidală cu suprafața exterioară parabolică și miez conic.

Toate schemele de turbine elicoidale mai pot fi elaborate cu pas constant și variabil al liniilor elicoidale. În acest caz, numărul schemelor posibile de turbine elicoidale ajunge la 12. În urma unei analize cantitative comparative, pentru cercetările multicriteriale ulterioare ale turbinei elicoidale au fost luate la bază două dintre cele mai caracteristice scheme conceptuale :

- turbină elicoidală cilindrică și miez constant (fig. 3.27,a);
- turbină elicoidală conică și miez constant (fig. 3.27,b).

În fig. 3.28 [20,21] se prezintă două modele 3D de rotoare elicoidale, elaborate în softul SolidWorks: rotor elicoidal cilindric cu pas constant al liniei elicoidale și miez cilindric (a) și rotor elicoidal conic cu pas variabil al liniilor elicoidale și miez cilindric.

Primul model este conceptul de bază al rotorului elicoidal, iar modelul al doilea este o modificare a conceptului de bază, apărut în urma studiului literaturii și apoi dezvoltat în modelul matematic elaborat. Scopul simulării acestor două modele a fost cercetarea interacțiunii rotorului elicoidal cu mediul fluid, care a permis alegerea variantei optime pentru studiul de mai departe și dezvoltarea constructivă a acesteia. În continuare, în corespundere cu imaginile din fig. 3.29 se prezintă rezultatele simulării ambelor variante de rotoare elicoidale în succesiunea dezvoltării etapei de simulare [20,21]. În fig. 3.29,a se prezintă divizarea paletelor rotoarelor elaborate în elemente finite tetraedrale și stabilirea presiunii totale pe suprafețele de lucru ale rotorului elicoidal. Analiza comparativă arată că în rotorul elicoidal conic cu pas variabil al liniilor elicoidale distribuția presiunilor este mai optimă (fig.3.29,b). Analiza tablourilor prezentate în fig. 3.29,c,d demonstrează faptul prezenței unor zone mai pronunțate de turbulență a aerului în faza de ieșire a rotorului. Forma de curgere a lichidului în jurul rotorului este mai eficientă în cazul turbinei conice cu pas variabil al liniilor elicoidale (fig. 3.29,e). Analiza tablourilor prezentate în fig. 3.29,c,d demonstrează faptul prezenței unor zone mai pronunțate de turbulență a lichidului în faza de ieșire a rotorului. Analiza multicriterială a turbinelor

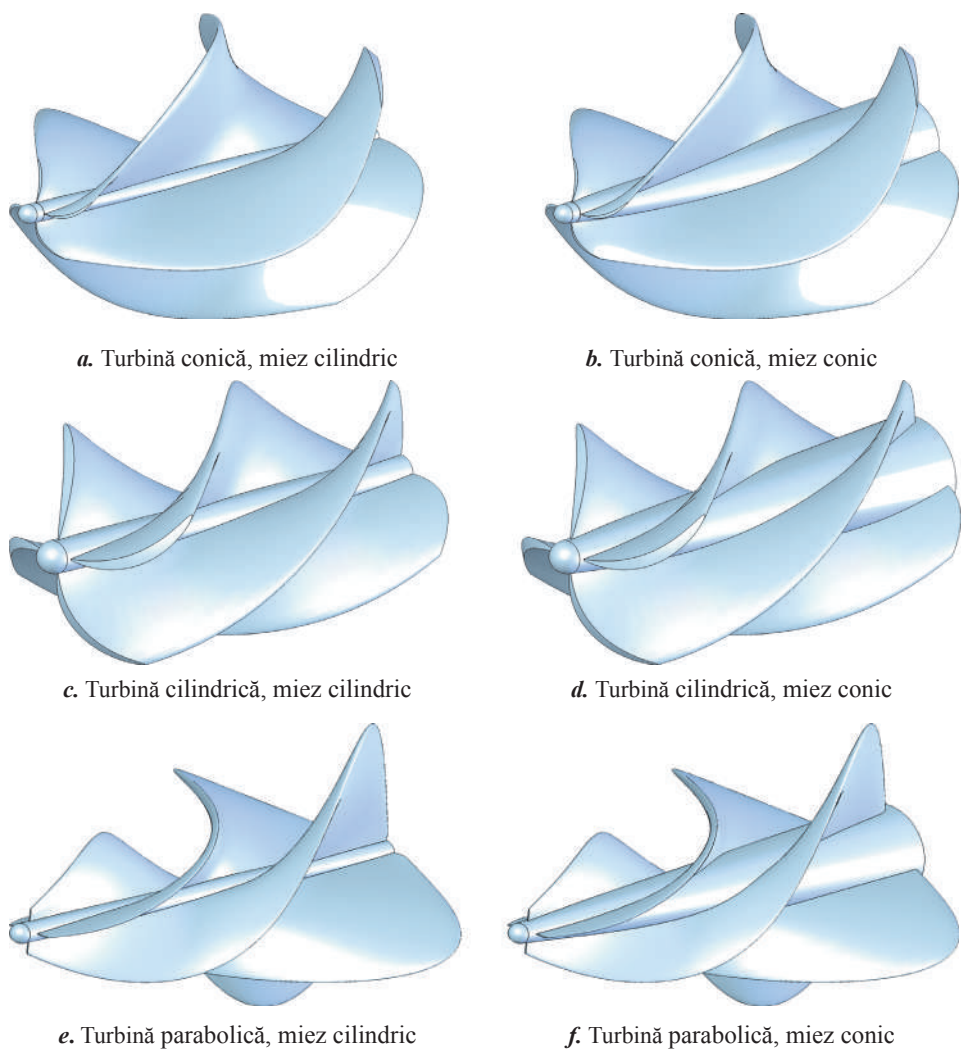


Fig. 3.27. Scheme conceptuale de turbine elicoidale.

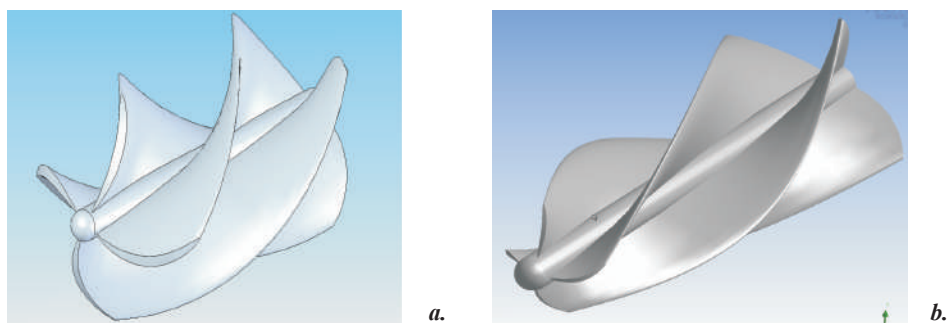
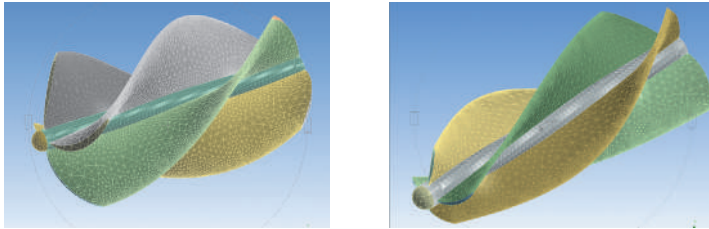
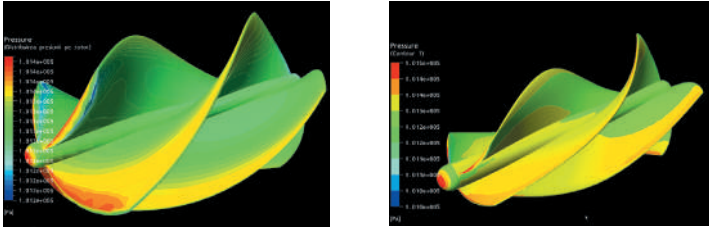


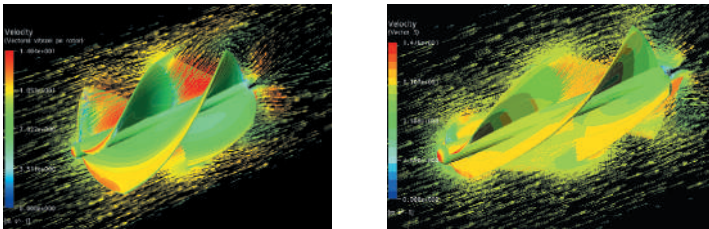
Fig. 3.28. Modelele 3D ale rotorului elicoidal cilindric și conic, mediul de proiectare – SolidWorks.



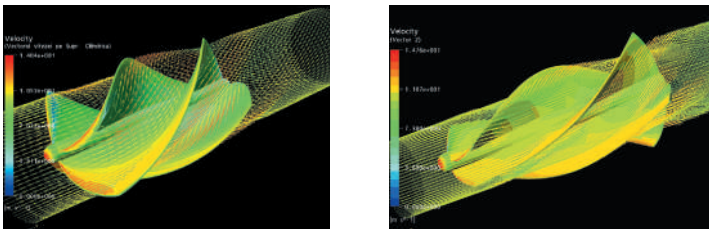
a. Împărțirea rotorului elicoidal în elemente finite (tetraedru), CFX CAD2Mesh.



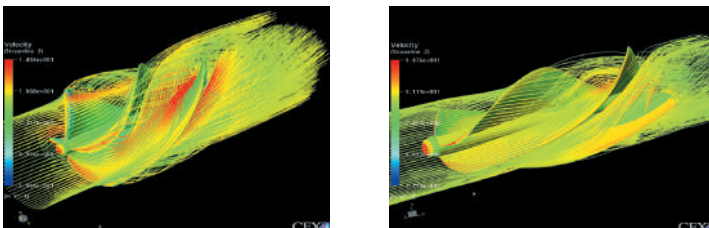
b. Distribuția presiunii totale pe suprafața rotorului elicoidal, CFX Post.



c. Vectorii vitezelor pe o suprafață plană orientată pe lungimea axei de rotație, CFX Post.



d. Vectorii vitezelor pe o suprafață circulară orientată pe lungimea axei de rotație, CFX Post.



e. Forma de curgere a lichidului în jurul rotorului.

Fig. 3.29.

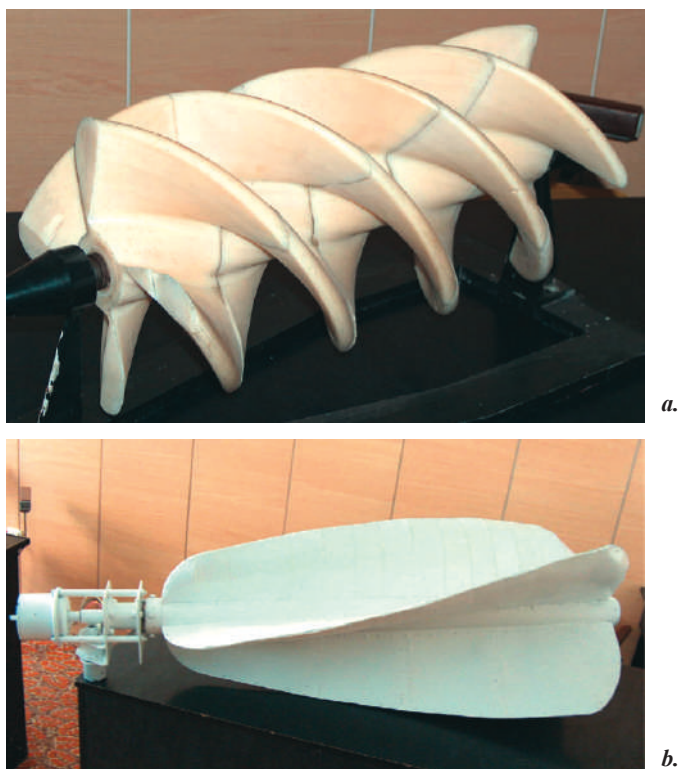


Fig. 3.30. Modelul experimental al turbinei elicoidale: a) cilindrice; b) conice.

elicoidale a permis argumentarea parametrilor geometrici și constructivi, în baza căreia a fost elaborată documentația tehnică a modelelor experimentale. În fig. 3.30 sunt prezentate modelele experimentale ale turbinei elicoidale cilindrice (a) și conice (b) cu miez constant (cilindric) fabricat din masă plastică (caprolon-L) (a) și din material compozit (b). Modelul experimental a fost executat la mașini unelte cu comandă numerică cu utilizarea soft-urilor elaborate în baza cercetărilor. Modelul experimental a fost proiectat secționat în scopul de a permite argumentarea prin cercetări experimentale a coraportului optim al lungimii și diametrului exterior al turbinei din punct de vedere al eficienței conversiei. Trecerea de la parametrii constructivi ai modelelor experimentale ale turbinei la dimensiuni reale se efectuează prin simulări la calculator a influenței parametrilor reali asupra efectelor de frânare la ieșirea curenților de aer din turbină și, implicit, a eficienței conversiei. În fig. 3.31 este prezentată modelul 3D al turbinei eoliene cu rotor elicoidal și prototipul experimental instalat pentru încercări în condiții reale, care a fost prezentat la diverse expoziții internaționale [22]. Actualmente se efectuează ample cercetări privind optimizarea rotorului elicoidal, inclusiv, realizarea și testarea unor soluții cu ax vertical.

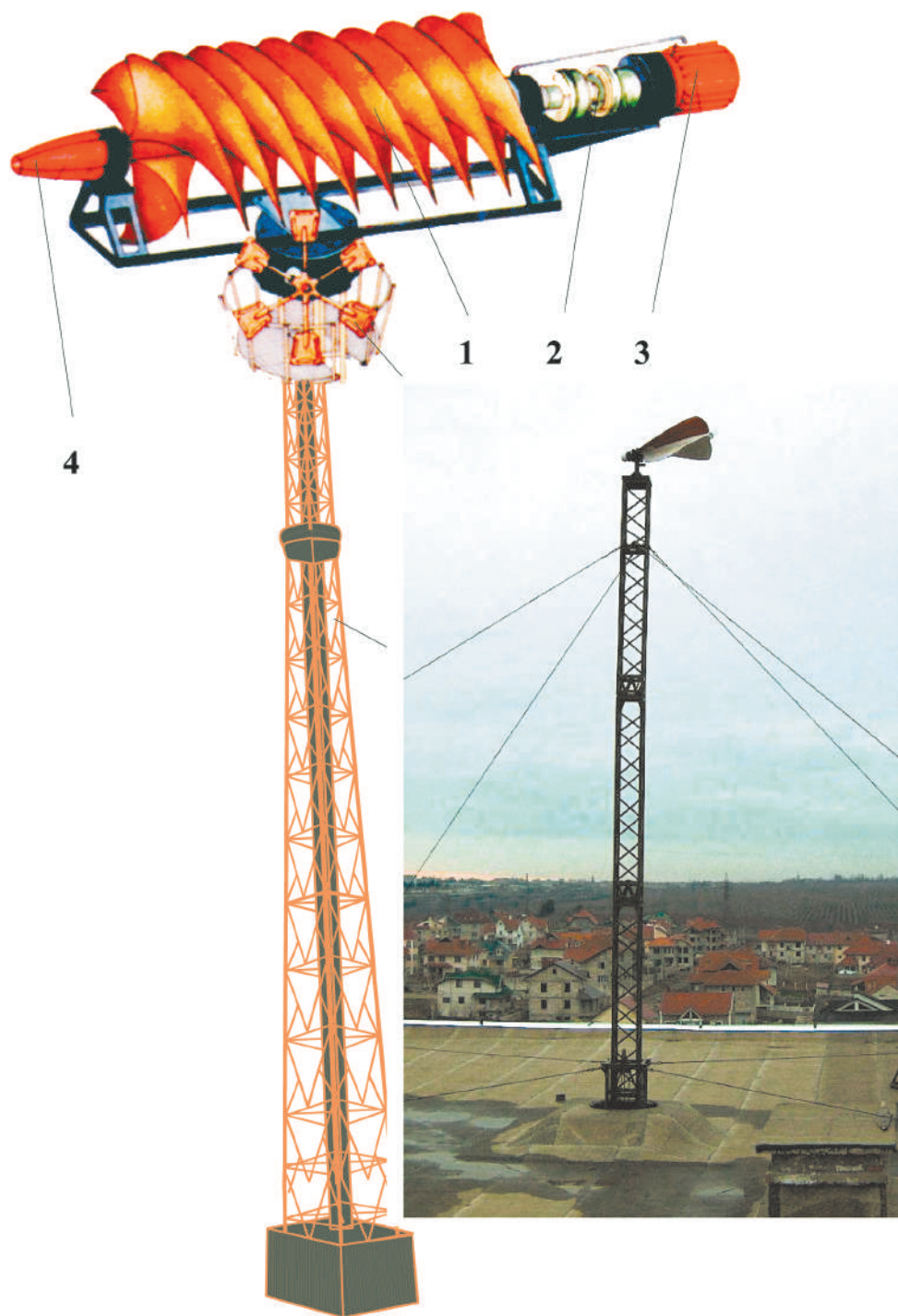


Fig. 3.31. Turbină eoliană cu rotor elicoidal.

## 3.4. Turbine eoliene cu ax vertical al rotorului elaborate de autori

### 3.4.1. Generalități

După cum a fost menționat anterior, principiul de funcționare pentru toate tipurile de TE este același: sub acțiunea fluxului de aer, palele rotorului eolian generează o mișcare de rotație, transformând energia cinetică a vântului în lucru mecanic. Simplitatea principiului privind acest caz oferă un orizont larg pentru mintea creativă a inventatorului, însă numai celui neinițiat în domeniu i s-ar crea impresia că TE prezintă o construcție simplistă.

Din analiza generală a sistemelor de conversie a energiei eoliene, cunoscute în momentul de față, un interes major, cu siguranță, prezintă mașinile eoliene dinamice, la care forța motoare se produce sub formă de mișcare de rotație (TE). În general, în literatura de specialitate, aceste TE sunt tratate conform poziției de orientare a axului principal al organului de lucru față de vectorul de viteză a vântului. Astfel TE pot fi:

- cu axa de rotire a rotorului orizontală (HAWT), fig. 3.32, *a*;
- cu axa de rotire a rotorului verticală (VAWT), fig. 3.32, *b* și *c* [23-26].

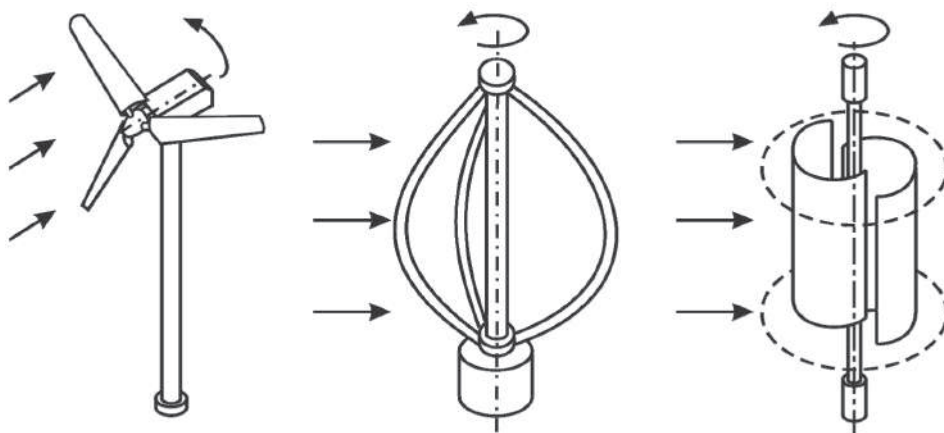


Fig. 3.32. Turbine de vânt tipice: *a* – cu ax orizontal; *b* și *c* – cu ax vertical.

Evident, apare întrebarea: care dintre aceste două principii de funcționare este mai eficient: HAWT sau VAWT? Este dificil de dat un răspuns concret la această întrebare, deoarece ambele sisteme au, în același timp, avantaje și dezavantaje. Dar să le analizăm pe rând.

Cel mai favorizat concept de TE pentru generarea energiei electrice până în prezent este HAWT cu elice (rotor cu două – trei pale de viteză), care posedă un raport



de soliditate mic (raportul dintre aria totală a palelor către suprafața perpendiculară pe direcția vântului, descrisă de rotorul turbinei) și un raport al vitezelor de capăt mare,  $\lambda = \omega R/U_0$ , unde  $R$  este raza palei, iar  $U_0$  – viteza neperturbată a fluxului de aer. Ele funcționează în baza forțelor aerodinamice, care apar pe palele roții la acțiunea fluxului de aer.

Asemenea aripilor de avion, pe palele roții apare o forță de ascensiune care crează momentul de răsucire. Pentru o utilizare mai eficientă a energiei cinetice a vântului, palelor li se atribuie un profil aerodinamic. Acest tip de TE (vezi fig. 3.32,a) posedă un coeficient de utilizare a energiei eoliene sporit (coeficient de putere,  $C_p = 0,35 \dots 0,45$ ), însă momentul dezvoltat este relativ mic în comparație cu alte variante constructive existente. Aici poate fi amintită și roata de vânt multipală „americană” care, în comparație cu rotoarele cu două sau trei pale, posedă o soliditate înaltă și rapoarte ale vitezelor de capăt scăzute, fapt ce permite dezvoltarea momentelor de torsiune relativ mari, favorizând utilizarea acestor turbine pentru pomparea apei. Cu părere de rău, coeficientul de utilizare a energiei eoliene pentru acest caz este relativ scăzut:  $C_{pmax} = 0,18$  (fig. 3.33). Acest fapt se explică prin coeficientul de acoperire sporit, prin forma palelor, care sunt drepte și neprofilate. De asemenea, ele sunt executate, de obicei, din foi de oțel, ceea ce conduce la sporirea greutății specifice a rotorului (fig. 3.34). Cu referire la fig. 3.34, se poate remarca că cele mai

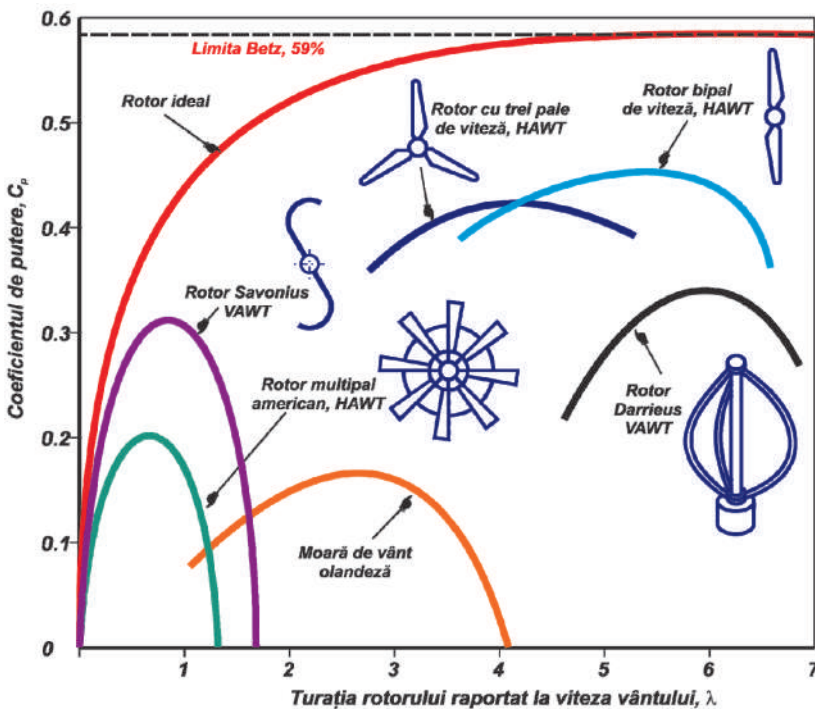


Fig. 3.33. Performanța tipică a TE conform teoriei lui Betz.

eficiente pale sunt cele profilate și răsucite, care posedă caracteristici aerodinamice sporite. Momentul respectiv a fost încă un argument în favoarea dezvoltării și răspândirii acestor TE cu elice, în vederea obținerii energiei electrice prin conversia celei eoliene.

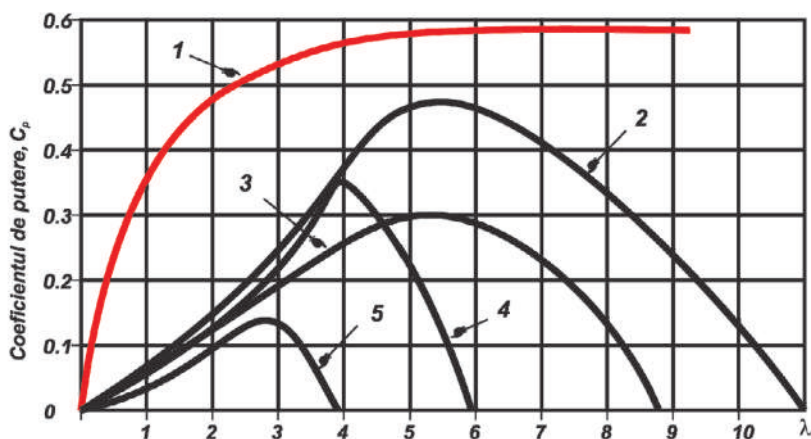


Fig. 3.34. Performanța tipică a diferitelor configurații de HAWT cu elice: 1 – rotor ideal; 2 – pale profilate și răsucite; 3 – pale profilate drepte; 4 – cu vele; 5 – drepte neprofilate.

În același timp HAWT se deosebesc de VAWT prin următoarele aspecte:

- posibilitatea asigurării demarării fără sisteme auxiliare (în comparație cu conceptul Darrieus);
- micșorarea greutății nodurilor electromecanice odată cu creșterea turației organului de lucru;
- micșorarea semnificativă a suprafeței necesare turnului de susținere a organului de lucru;
- coeficient sporit de utilizare a energiei eoliene.

Următorul grup important de TE, cu siguranță, este reprezentată de VAWT. Varietatea largă a soluțiilor tehnice cunoscute a acestor TE începe cu cele din Persia, utilizate câteva mii de ani în urmă și ajungând până la conceptul Darrieus (fig. 3.32, b), cel mai semnificativ din această clasă (inventat în secolul trecut. Turbina Darrieus se bazează pe principiul variației periodice a incidenței. Palele cu profil aerodinamic, ale căror capete sunt fixate de axul central sus și jos, plasat într-un flux de aer, funcție de diferite unghiuri, este supus unor forțe, ale căror intensitate și direcție sunt diferite. Rezultanta acestor forțe determină apariția unui cuplu motor care rotește turbina de vânt. Acest fapt permite majorarea coeficientului de utilizare a energiei eoliene până la  $C_{pmax} = 0,43$ .

Un alt concept din această categorie de TE ar fi Savonius VAWT, care este foarte popular grație simplității constructive și de execuție (fig. 3.32, c). Mult timp această construcție nu a fost luată în seamă pe motivul unui coeficient scăzut de utilizare a energiei eoliene, estimat la 0,12 – 0,15. Studiile mai recente însă au arătat că pentru o geometrie optimă, acest rotor posedă un  $C_p$  de două ori mai înalt decât cel cunoscut (fig. 3.33), fapt care a plasat acest concept dat alături de rotorul Darrieus. Spre deosebire de acesta, rotorul Savonius posedă o soliditate mai înaltă și rapoarte ale vitezelor de capăt scăzute, asigurând dezvoltarea unui moment de pornire sporit. Acest fapt a condus la utilizarea acestuia în calitate de demarator pentru turbinele Darrieus sau pentru aplicații unde este necesar un moment de pornire înalt și turații joase, spre exemplu pomparea apei și, mai rar, pentru obținerea energiei electrice. Tot aici pot fi menționate TE cu tambur și de tip carusel, pentru care coeficientul maxim de utilizare a energiei vântului nu depășește valoarea de 0,192. Din acest motiv, utilizarea și dezvoltarea acestor tipuri de TE nu este recomandată la scară industrială. Este necesar de menționat faptul că avantajul de bază al acestor tipuri de AE este simplitatea constructivă, evident, și un preț mai redus de fabricare. O varietate a TE cu ax vertical sunt cele cu catarg, dar și ele nu au găsit utilizare largă din cauza nesiguranței mecanismelor de demarare și de frânare a stației.

Practica cercetării și utilizării VAWT a arătat că aceste tipuri de TE posedă unele avantaje semnificative în comparație cu HAWT:

- nu necesită mecanisme auxiliare de orientare față de direcția vântului;
- posibilitatea preluării rafalelor de vânt mici;
- poziționarea verticală a axului principal, care oferă posibilitatea amplasării sistemului electromecanic la baza TE. Acest fapt reduce semnificativ cerințele de rezistență și rigiditate față de reazeme și nu limitează greutatea sistemului în ansamblu;
- comoditatea deservirii tehnice;
- tensiunile apărute în rezultatul acțiunii forțelor de greutate cresc direct proporțional în raport cu factorul de scară (pentru cazul varierii dimensiunilor geometrice ale elementelor TE);
- posibilitatea fixării palelor în mai multe poziții, contribuind la diminuarea cerințelor de rezistență și rigiditate față de acestea;
- tehnologie de execuție a palelor relativ simplă.

Analizând literatura de specialitate, se poate afirma că cele mai indicate TE de putere medie și mare ar fi HAWT cu elice rapide cu două – trei pale, studiate până în prezent destul de minuțios și afirmate în exploatare. Însă pentru TE mici, cu siguranță, prioritate ar avea VAWT cu pale profilate, pe motiv că astfel de construcții posedă un coeficient de utilizare a energiei eoliene care se află în aceleași limite

ca și HAWT similare, dar, spre deosebire de acestea, dispun de un șir de avantaje importante (vezi mai sus).

Cele mai interesante lucrări ale inventatorilor în domeniu (în opinia autorilor) se referă la TE cu poziționarea axului verticală (VAWT). În rezultatul analizei de brevete au fost depistate o varietate de soluții tehnice cu referire la aceste TE.

### **3.4.2. Elaborarea conceptuală a turbinei eoliene cu rotor eolian elicoidal cu ax vertical**

În continuare se prezintă două soluții constructive noi ale turbinelor eoliene în baza conceptului H-Darrieus, soluții brevetate de autori [27, 28], care asigură obținerea unor avantaje semnificative, ce vor contribui la îmbunătățirea performanțelor generale ale conceptului menționat. Este vorba despre Rotorul Eolian Elicoidal (REEV) și Rotorul Eolian Elicoidal Combinat (REEV-C). În ambele construcții, persistă elementul elicoidal al palei, fapt care conduce la uniformitatea rotirii organului de lucru, și, respectiv, are loc majorarea coeficientul de utilizare a energiei eoliene.

Turbinele de vânt propuse sunt concepute pentru a funcționa într-un spectru larg al condițiilor climaterice, pentru care temperatura normală de lucru variază în limita  $-40^{\circ}\text{C}$  și  $40^{\circ}\text{C}$ , viteza vântului – între 3 și 25  $m/s$ , iar design-ul structural al turbinelor este conceput pentru a putea rezista la rafale de vânt de cca 50  $m/s$ . Trebuie de menționat faptul că soluțiile constructive propuse pot fi utilizate pentru o gamă largă de puteri ale turbinelor de vânt: de la puteri foarte mici până la câteva sute de kW.

#### **TE cu ax vertical și pale elicoidale (REEV)**

Rotorul TE propuse (fig. 3.35) include axul central 1, poziționat vertical, de care sunt atașate trei pale elicoidale identice 2 cu profil aerodinamic. Sub acțiunea curentului de aer, palele cu profil aerodinamic, amplasate pe linii elicoidale față de axa arborelui central 1, vor intra progresiv în lucru, astfel excluzându-se situația sollicitării simultane a palei pe toată anvergura. Extremitățile acestor pale elicoidale sunt legate prin intermediul a două noduri de legătură cu butucii superior 5 și inferior 6, care se rotesc liber față de axa arborelui central. Capătul de jos al arborelui central este fixat rigid pe turnul TE 8.

Nodurile de legătură, care sunt identice, reprezintă o structură tetraedrică formată din trei pale identice cu profil aerodinamic 4 și, respectiv, spițele 3 care tensionează palele 2 și 4 ale turbinei de vânt. Acest fapt permite obținerea unei structuri integer, constituite din palele elicoidale, nodurile de legătură și arborele central. Grație palelor cu profil aerodinamic din componența nodurilor de legătură, axul turbinei de vânt este antrenat cu un moment de torsiune suplimentar.

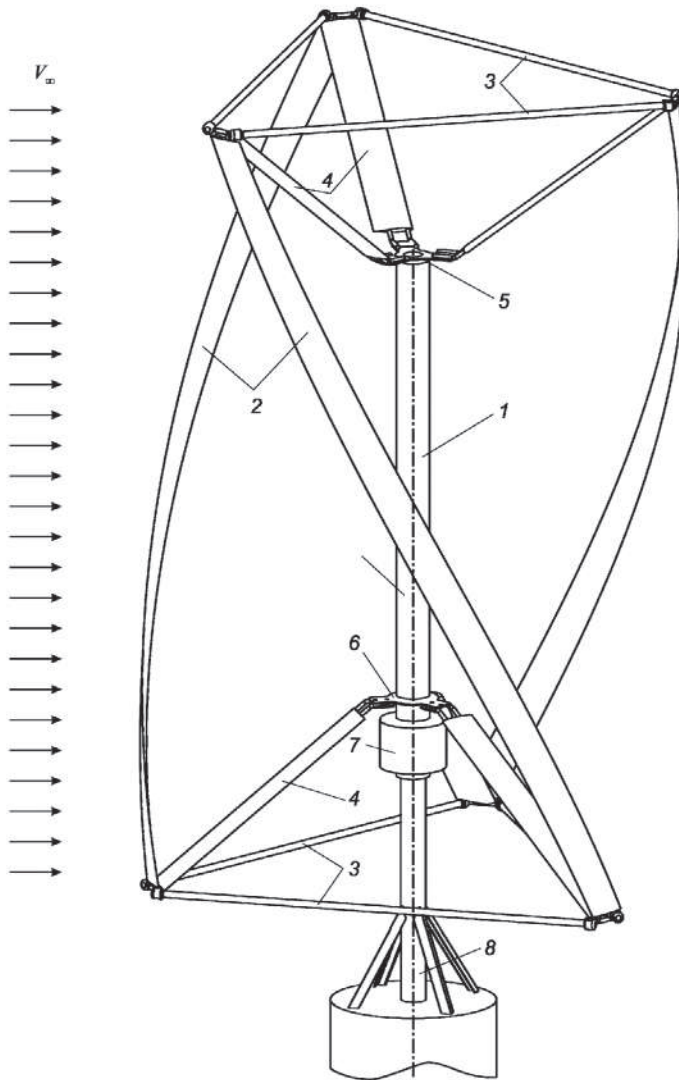


Fig. 3.35. TE cu ax vertical și pale elicoidale (REEV).

Momentul sumar de torsiune, generat de interacțiunea curenților de aer cu palele rotorului eolian, este transmis prin intermediul butucului inferior la generatorul cu magneți permanenți 7, situat, de asemenea, pe arborele central în partea de jos a butucului inferior și cuplat cu acesta din urmă.

Datorită soluțiilor tehnice utilizate în construcția turbinei de vânt propuse, aceasta din urmă posedă următoarele avantaje față de conceptul clasic Darrieus:

- uniformitatea rotirii palelor rotorului, fapt ce sporește eficiența turbinei;
- rezistența la rafale mari ale vântului;
- autodemarare la viteze joase ale vântului;
- nivel de zgomot și vibrații redus, etc.

### **TE cu ax vertical și pale elicoidale combinată (REEV–C)**

Turbina de vânt cu ax vertical combinată (fig. 3.36) include un arbore central fix *I*, poziționat vertical, pe care sunt instalate coaxial două rotoare: în exterior – un rotor în baza conceptului Darrieus; în interior – un rotor în baza conceptului Savonius. Astfel, turbina de vânt propusă prezintă o combinație dintre cele mai reprezentative TE din categoria VAWT.

Rotorul interior este constituit din cel puțin două pale elicoidale pline 2, legate cinematic cu butucul de sus, instalat cu posibilitatea rotirii față de acesta. Rotorul exterior este constituit din trei pale elicoidale 3 cu profil aerodinamic în secțiunea transversală, ale căror capete de sus sunt legate rigid prin intermediul barelor 4 cu osia unui butuc superior 5, instalat cu posibilitatea rotirii în interiorul turnului vertical, iar capetele de jos ale palelor sunt legate prin intermediul barelor 6 cu carcasa butucului central 7, instalat cu posibilitatea rotirii în exteriorul turnului vertical. Legătura dintre rotorul interior și cel exterior se realizează prin intermediul unui cuplaj de înaintare, instalat în butucul central al turbinei de vânt.

Momentul de torsiune generat la interacțiunea turbinei de vânt cu masele de aer este transmis de ambele rotoare către butucul central, care este legat rigid cu rotorul generatorului cu magneți permanenți 8. Legătura dintre rotorul interior și cel exterior poate fi realizată, de asemenea, și prin intermediul unui diferențial, care va realiza sumarea momentelor de torsiune generate de ambele rotoare.

În rezultatul îmbinării acestor două concepte și datorită soluțiilor constructive propuse de către autori, turbina de vânt propusă asigură următoarele avantaje:

- eficiență sporită în zone cu potențial eolian scăzut;
- demararea automată a rotorului exterior la viteze mai joase ale vântului grație rotorului interior, care posedă o soliditate înaltă;
- sumarea momentelor de torsiune generate de ambele rotoare și excluderea frânării din partea rotorului interior;
- uniformitatea rotirii rotorului TE datorită formelor elicoidale ale palelor.

În opinia autorilor, soluțiile constructive ale turbinelor de vânt prezentate corespund în mare măsură cerințelor înaintate către turbinele eoliene de performanță. Acest fapt a impus proiectarea și fabricarea prototipului experimental al turbinei eoliene, care să valideze așteptările.

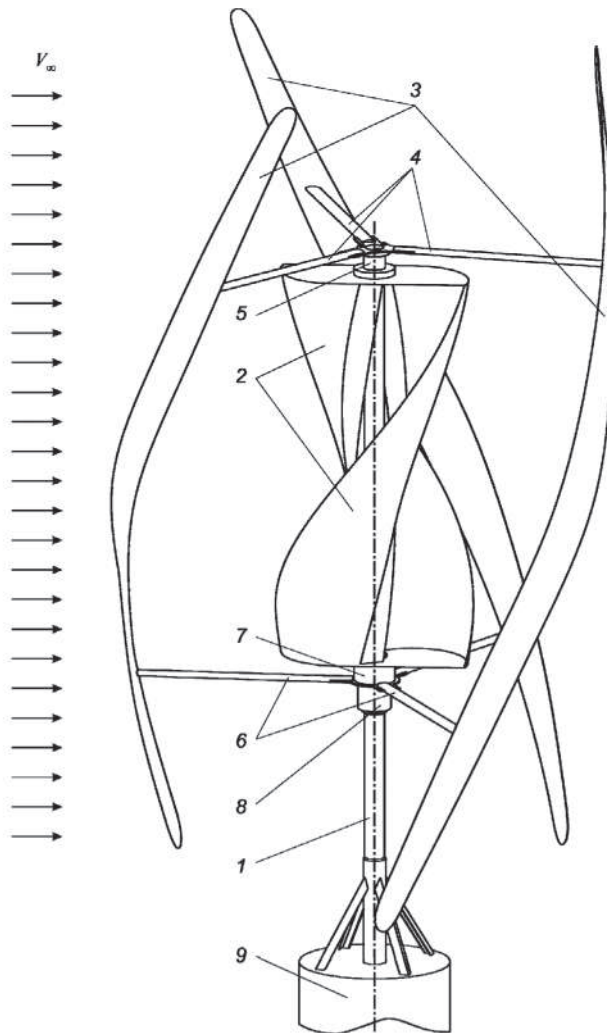


Fig. 3.36. TE cu ax vertical și pale elicoidale combinată (REEV-C).

### 3.4.3. Dezvoltarea modelului aerodinamic al REEV

Deoarece teoria discului activ, utilizată la etapa inițială de estimare a potențialului unei TE, este utilă, în general, pentru înțelegerea proceselor principale ale interacțiunii fluidului cu o TE și a limitărilor funcționale ale acestora (Teoria Betz), ea nu permite determinarea formei optime a palei și a caracteristicilor de performanță ale rotorului eolian. Pentru soluționarea acestor probleme, în a doua jumătate a secolului trecut, au fost propuse mai multe metode care, în linii generale, sunt o dezvoltare a teoriei elementului de pală (elaborat în baza teoriei discului activ) și a teoriei turbionare pentru mici perturbații.

*Modelul unui singur tub de curent*, propus pentru prima oară de către Templin în a. 1974, este modelul primar elaborat în baza teoriei elementului de pală ajustat pentru VAWT. Acest model a fost dezvoltat în două direcții. Prima direcție a fost suplinită de metoda care presupune divizarea unui singur tub de curent în curenți multipli. Această metodă a fost propusă și dezvoltată de către Strickland, a. 1975, fiind denumită ca *modelul tuburilor de curenți multipli*. A doua direcție, care se numește *teoria discului activ dublu* (conceptul lui Lapin), plasează două discuri active în tandem și presupune doi factori de inducție: unul pentru zona din amonte și celălalt pentru zona din avalul rotorului. Aceste două modele prezentate au fost, eventual, combinate într-un model denumit *modelul tuburilor de curent multiple duble* (DMS), propus și dezvoltat de prof. Ecole Polytechnique de Montreal I. Paraschivoiu ș.a., 1983 (fig. 3.37). Deși modelul DMS cunoaște o bună convergență cu datele experimentale, el posedă dezavantajul legat de factorii de inducție. Prin urmare, în cadrul teoriei impulsului este imposibil să se calculeze riguros variația vitezei induse în lungul curgerii. Depășirea acestei probleme poate fi soluționată prin abordarea *modelului DMS cu factori de inducție variabili* (DMSV), constituind o dezvoltare a modelului DMS (fig. 3.37).

O altă modalitate de determinare a vitezelor induse ar fi cu ajutorul vorticității difuzată în dără, utilizată preliminar la calculul elicei propulsive. Astfel, *metoda de tip dără cu vârtejuri* este caracterizată de combinarea mișcării de rotație cu mișcarea de transport din aval, care conduce la formarea unei pânze de vârtejuri cu intensitate variabilă de formă cicloidală. Pentru cazul VAWT, această metodă este încă relativ crudă, deoarece determinarea exactă a vitezelor induse depinde de un număr mare de parametri, iar forma corespunzătoare a pânzelor de vârtejuri constituie o problemă destul de complexă.

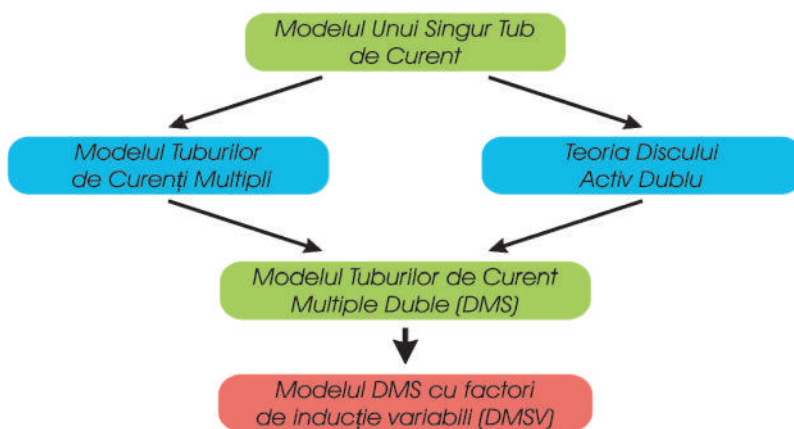


Fig. 3.37. Metode de tip element de pală - impuls.



În rezultatul analizei modelelor de predicție a performanței VAWT, în baza elaborării modelului matematic al REEV a fost acceptat modelul DMS propus de prof. I. Paraschivoiu. În fig. 3.38 este prezentată geometria REEV și secțiunea transversală a acestuia cu aplicarea unui tub de curent elementar, folosit în teoria tuburilor de curent multiple [29–31].

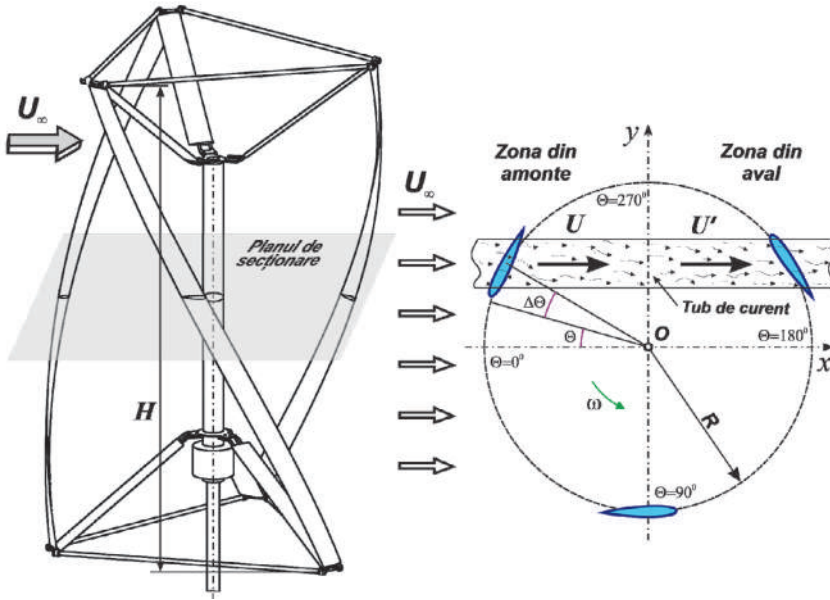


Fig. 3.38. Geometria REEV.

Zona tubului de curent elementar a fluxului de aer, care baleiază rotorul în plan orizontal, este divizată în tuburi de curent multipli, distribuiți uniform pe direcția vântului la un unghi  $\Delta\Theta$  față de axa  $x$ :

$$\Delta\Theta = \frac{2\pi}{m}, \quad (3.4)$$

unde  $m$  este numărul de tuburi de curenți multipli.

### 3.4.3.1. Viteze induse

Modelul DMS presupune un sistem de tuburi de curent multiple divizate în două părți. Curgerea în fiecare tub de curent se presupune acționată de două discuri active în tandem (fig. 3.39): primul disc reprezentând jumătatea din amonte a suprafeței descrise de palele rotorului ( $-\pi/2 \leq \Theta \leq \pi/2$ ) și discul doi care înlocuiește jumătatea din aval a rotorului ( $\pi/2 \leq \Theta \leq 3\pi/2$ ).

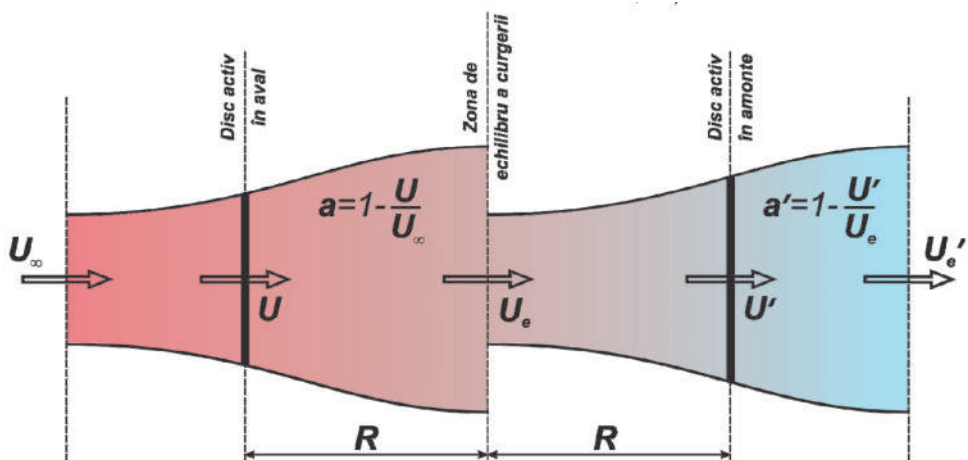


Fig. 39. Modelul discurilor active în tandem.

Determinarea vitezelor induse, care străbat rotorul eolian, constituie o fază importantă la abordarea teoriei discului activ dublu în tandem cu varierea acestora pe înălțimea rotorului. Având în vedere că REEV face parte din categoria TE de putere mică, varierea gradientului vitezei funcție de înălțime nu va fi luată în considerație. Viteza de la infinit amonte  $U_{\infty}$ , care traversează fiecare tub de curent, va scădea în direcție axială, ca urmare a rezistenței opuse de discuri. Astfel, de-a lungul oricărui tub de curent, fluidul capătă patru viteze diferite (fig. 39):

$$\begin{aligned}
 U &= (1 - a) \cdot U_{\infty}; \\
 U_e &= (1 - 2a) \cdot U_{\infty}; \\
 U' &= (1 - a') \cdot U_e = (1 - a') \cdot (1 - 2a) \cdot U_{\infty}; \\
 U'_e &= (1 - 2a') \cdot U_e = (1 - 2a') \cdot (1 - 2a) \cdot U_{\infty}.
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

### 3.4.3.2. Jumătatea din amonte a rotorului

În baza coeficienților aerodinamici cunoscuți (având în vedere că profilul aerodinamic a fost ales preliminar) și schema de calcul prezentată în fig. 3.40, forțele aerodinamice de portanță și rezistență în zona din amonte,  $(-\pi/2 \leq \Theta \leq \pi/2)$  se determină din relațiile:

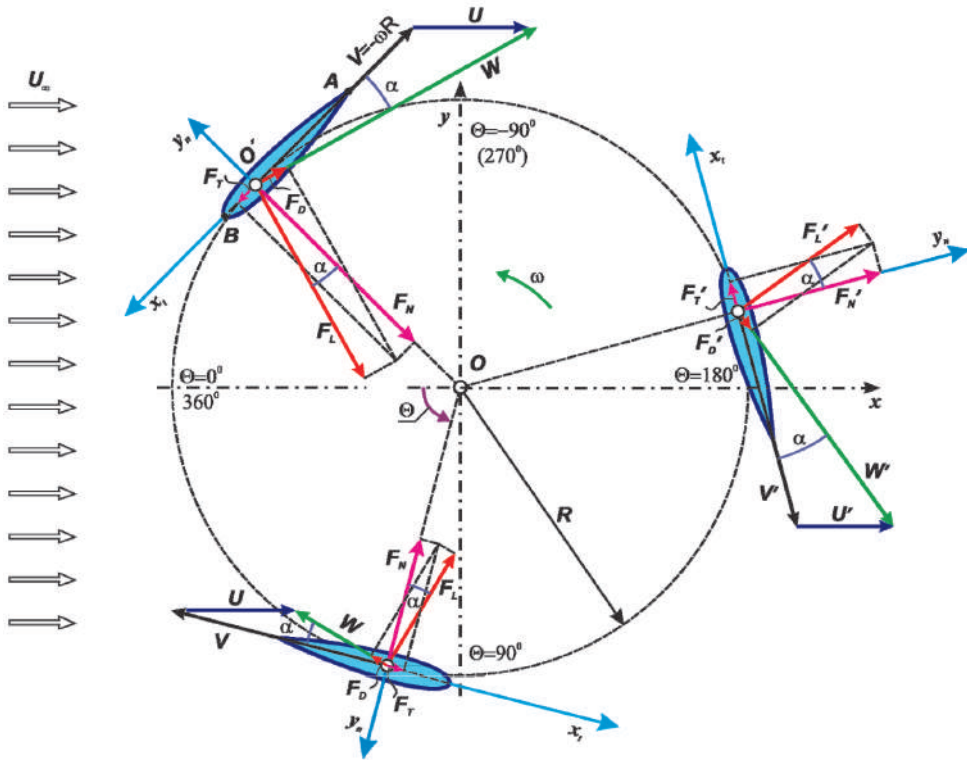


Fig. 3.40. Schema de calcul a REEV, cu prezentarea unghiurilor, forțelor și vectorilor vitezelor.

$$\begin{aligned}
 F_L &= C_L \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_{rel}^2); \\
 F_D &= C_D \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_{rel}^2),
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

unde  $U_{rel}$  este viteza locală relativă a fluxului;

$A_p = cp$  – reprezintă aria suprafeței laterale a palei ( $c$  – lungimea corzii,  $H$  – înălțimea palei);

$C_L$  și  $C_D$  – coeficienții aerodinamici adimensionali, numiți coeficientul de portanță (lift) și coeficientul de rezistență (drag).

Coeficienții aerodinamici  $C_L$  și  $C_D$  sunt funcții de unghiul de atac  $\alpha$ , numărul Reynolds  $Re$  și forma aerodinamică a profilului palei.

Componentele forței aerodinamice în sistemul de coordonate  $O'x_t y_n$  sunt (fig. 3.41):

$$\begin{aligned}
 F_N &= -F_L \cdot \cos \alpha + F_D \cdot \sin \alpha = -C_N \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_{rel}^2); \\
 F_T &= F_L \cdot \sin \alpha - F_D \cdot \cos \alpha = C_T \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_{rel}^2),
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

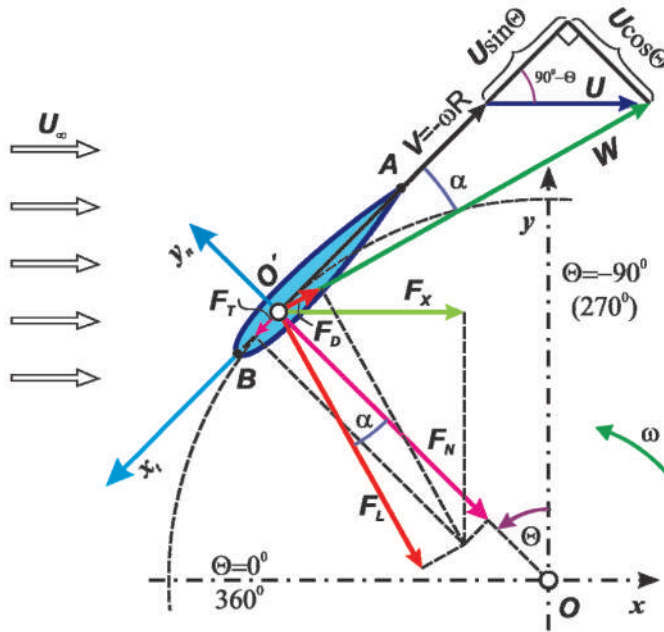


Fig. 3.41. Zona rotorului în amonte.

de unde

$$\begin{aligned} C_N &= C_L \cdot \cos \alpha + C_D \cdot \sin \alpha; \\ C_T &= C_L \cdot \sin \alpha - C_D \cdot \cos \alpha. \end{aligned} \quad (3.8)$$

La determinarea numărului Reynolds, care este un factor adimensional extrem de important în cazul determinării coeficienților aerodinamici, atât locali  $Re_p$ , cât și a turbinei în general  $Re_p$ , se admit următoarele relații de calcul:

$$\begin{aligned} Re_b &= \frac{W \cdot c}{\nu} \approx 7 \times 10^5 \cdot U_{rel} \cdot c; \\ Re_t &= \frac{V \cdot c}{\nu} \approx 7 \times 10^5 \cdot R \cdot \omega \cdot c, \end{aligned} \quad (3.9)$$

unde  $V = -R \cdot \omega$  este viteza de înaintare a elementului de pală, [m/s];

$\nu = 0,000015$  [m<sup>2</sup>/s] – viscozitatea cinematică a aerului;

$c$  – coarda profilului aerodinamic, [m]

Viteza relativă la elementul de pală  $W$  pentru zona cercetată se determină în conformitate cu schema de calcul prezentată în fig. 3.41 și relațiile 3.5:

$$\begin{aligned}
 W &= \sqrt{(U_t + U \cdot \sin \Theta)^2 + (U \cdot \cos \Theta)^2} = \\
 &= U_\infty \sqrt{[\lambda + (1-a) \cdot \sin \Theta]^2 + [(1-a) \cdot \cos \Theta]^2}.
 \end{aligned}
 \tag{3.10}$$

Pentru valori mari ale lui  $\lambda$ , relația de mai sus poate fi aproximată în felul următor:

$$W = U_\infty (\lambda + (1-a) \cdot \sin \Theta). \tag{3.11}$$

Dacă coarda elementului de pală este perpendiculară pe rază, atunci unghiul de incidență local al elementului de pală se poate determina din relația:

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \tan^{-1} \left( \frac{U \cdot \cos \Theta}{U_{rel} + U \cdot \sin \Theta} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{(1-a)U_\infty \cdot \cos \Theta}{R \cdot \omega + (1-a)U_\infty \cdot \sin \Theta} \right) = \\
 &= \tan^{-1} \left( \frac{(1-a) \cdot \cos \Theta}{\lambda + (1-a) \cdot \sin \Theta} \right).
 \end{aligned}
 \tag{3.12}$$

Ca și în cazul pentru determinarea vitezei relative (relația 3.10), unghiul  $\alpha$  pentru valori mari ale lui  $\lambda$  poate fi aproximat astfel:

$$\alpha \approx \frac{(1-a) \cdot \cos \Theta}{\lambda}. \tag{3.13}$$

Forța pe tubul de curent elementar în direcția mișcării fluxului de aer  $F_x$ , la fel ca și componentele normală și tangențială (relația 3.7), pot fi determinate pentru fiecare tub de curent în parte, în dependență de poziția palei în raport cu unghiul  $\Theta$ :

$$F_x(\Theta) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_p \cdot W^2 \cdot (C_N \cdot \sin \Theta - C_T \cdot \cos \Theta). \tag{3.14}$$

Forma adimensională a componentelor normale  $F_N$  și tangențiale  $F_T$  se obține în felul următor:

$$\begin{aligned}
 C_{F_N} &= \frac{F_N}{0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_\infty^2} = C_N \left( \frac{W}{U_\infty} \right)^2; \\
 C_{F_T} &= \frac{F_T}{0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_\infty^2} = C_T \left( \frac{W}{U_\infty} \right)^2,
 \end{aligned}
 \tag{3.15}$$

Forța medie generată de  $\frac{1}{2}$  din palele  $N_{pal}$  ale rotorului, necesară pentru determinarea momentului de torsiune dezvoltat în zona din amonte, poate fi determinată cu ajutorul teoriei elementului de pală, și anume:

$$F_X = \frac{N_{pal}}{2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\pi} \cdot F_X(\Theta). \quad (3.16)$$

Similar se determină și forma adimensională a forței pe tubul de curent elementar  $F_X$ , combinând relațiile 3.7 și 3.14 și 3.15:

$$\begin{aligned} C_{F_X} &= \frac{F_X}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot R \cdot H \cdot U_\infty^2 \cdot \Delta\Theta \cdot \sin\Theta} = \\ &= \frac{\frac{N_{pal}}{2} \cdot \frac{\Delta\Theta}{\pi} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_p \cdot W^2 \cdot (C_N \cdot \sin\Theta - C_T \cdot \cos\Theta)}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot R \cdot H \cdot U_\infty^2 \cdot \Delta\Theta \cdot \sin\Theta} = \\ &= \left( \frac{N_{pal} \cdot c}{R} \right) \cdot \left( \frac{1}{2\pi} \right) \cdot \left( \frac{W}{U_\infty} \right)^2 \cdot (C_N - C_T \cdot \tan^{-1}\Theta) = \\ &= \frac{\sigma}{2\pi} \cdot \left( \frac{W}{U} \right)^2 \cdot (C_N - C_T \cdot \tan^{-1}\Theta). \end{aligned} \quad (3.17)$$

Momentul de torsiune generat de palele din amonte se determină pentru fiecare element în parte în dependență de poziția acestora în raport cu unghiul  $\Theta$ :

$$Q_{am}(\Theta) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_p \cdot W^2 \cdot C_T \cdot R. \quad (3.18)$$

Astfel, valoarea medie a momentului de torsiune generat de  $\frac{1}{2}$  din palele  $N_{pal}$  ale rotorului, la traversarea zonei din amonte, se determină astfel:

$$Q_{am} = \frac{N_{pal}}{2\pi} \cdot \int_{-\pi/2}^{\pi/2} Q_{am}(\Theta) d\Theta, \quad (3.19)$$

iar coeficientul momentului de torsiune pentru zona respectivă:

$$\begin{aligned} C_{Q_{am}} &= \frac{Q_{am}}{\frac{1}{2} \cdot \rho_\infty \cdot U_\infty^2 \cdot A \cdot R} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c \cdot H \cdot R}{\frac{1}{2} \cdot \rho_\infty \cdot D \cdot H \cdot R} \cdot \frac{N_{pal}}{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} C_T \cdot \left( \frac{W}{U_\infty} \right)^2 d\Theta = \\ &= \frac{\sigma}{4\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} C_T \cdot \left( \frac{W}{U_\infty} \right)^2 d\Theta. \end{aligned} \quad (3.20)$$

În conformitate cu relația 3.4 pentru jumătatea din amonte a rotorului avem următoarea relație pentru determinarea coeficientului de putere:

$$C_{P_{am}} = \lambda \cdot C_{Q_{am}}. \quad (3.21)$$

### 3.4.3.3. Jumătatea din aval a rotorului

Pentru a doua jumătate a rotorului în direcția curgerii fluxului de aer ( $\pi/2 \leq \Theta \leq 3\pi/2$ ), componentele forței aerodinamice în sistemul de coordonate  $O'x_n y_n$  sunt (fig. 3.42):

$$\begin{aligned} F'_N &= F'_L \cdot \cos \alpha' + F'_D \cdot \sin \alpha' = C'_N \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_{rel}^2); \\ F'_T &= F'_L \cdot \sin \alpha' - F'_D \cdot \cos \alpha' = C'_T \cdot (0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_{rel}^2), \end{aligned} \quad (3.22)$$

de unde

$$\begin{aligned} C'_N &= C_L \cdot \cos \alpha' + C_D \cdot \sin \alpha'; \\ C'_T &= C_L \cdot \sin \alpha' - C_D \cdot \cos \alpha'. \end{aligned} \quad (3.23)$$

Viteza locală relativă a fluxului de aer  $W'$  pentru zona cercetată se determină în conformitate cu schema de calcul prezentată în fig. 3.42 și relațiile 3.5:

$$\begin{aligned} W' &= \sqrt{(V + U' \cdot \sin \Theta)^2 + (U' \cdot \cos \Theta)^2} = \\ &= U_e \sqrt{[\lambda' + (1 - a') \cdot \sin \Theta]^2 + [(1 - a') \cdot \cos \Theta]^2}, \end{aligned} \quad (3.24)$$

unde  $\lambda' = R \cdot \omega / U$ , este raportul vitezelor la vârful palei pentru zona din aval a rotorului.

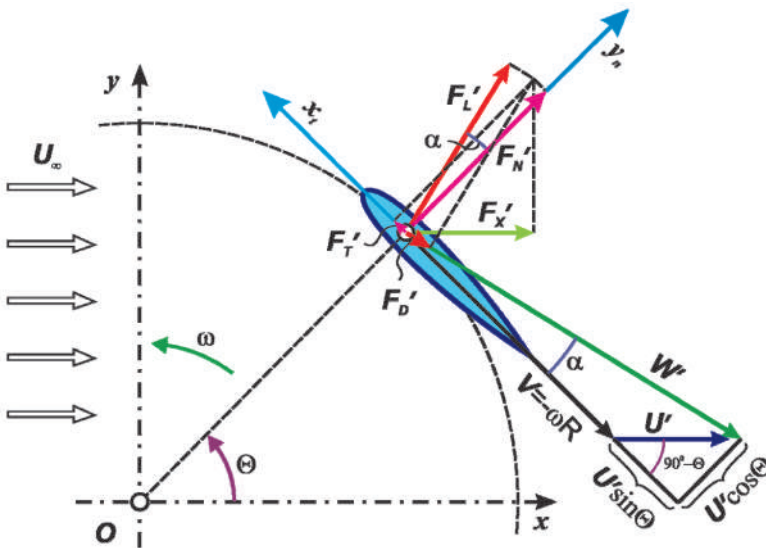


Fig. 3.42. Zona rotorului în aval.

Pentru valori mari ale lui  $\lambda'$  relația de mai sus poate fi aproximată astfel:

$$W' = U_e \left( \lambda' + (1 - a') \cdot \sin \Theta \right). \quad (3.25)$$

Unghiul de incidență al elementului de pală  $\alpha'$  se poate determina în conformitate cu fig. 3.42 din relația:

$$\alpha' = \tan^{-1} \left( \frac{(1 - a') \cdot \cos \Theta}{\lambda' + (1 - a') \cdot \sin \Theta} \right). \quad (3.26)$$

Pentru zona rotorului în aval (fig. 3.42) forța pe tubul de curent elementar în direcția mișcării fluxului de aer  $F'_X$  pentru fiecare pală în raport cu unghiul de azimut  $\Theta$  este:

$$F'_X(\Theta) = F'_N \cdot \cos \Theta - F'_T \cdot \sin \Theta = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_p \cdot W'^2 \cdot (C'_N \cdot \cos \Theta - C'_T \cdot \sin \Theta). \quad (3.27)$$

Forma adimensională a componentelor normale  $F'_N$  și tangențiale  $F'_T$  se obține în felul următor:

$$\begin{aligned} C'_{F_N} &= \frac{F'_N}{0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_\infty^2} = C'_N \left( \frac{W'}{U_\infty} \right)^2; \\ C'_{F_T} &= \frac{F'_T}{0,5 \cdot \rho \cdot A_p \cdot U_\infty^2} = C'_T \left( \frac{W'}{U_\infty} \right)^2, \end{aligned} \quad (3.28)$$

Forța medie generată de palele  $N_{pal}$  a rotorului din jumătatea din aval:

$$F'_X = \frac{N_{pal}}{2} \cdot \frac{\Delta \Theta}{\pi} \cdot F'_X(\Theta), \quad (3.29)$$

iar forma adimensională a forței  $F'_X$ , combinând relațiile 3.22 și 3.27 și 3.29:

$$C'_{F_X} = \frac{F'_X}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot R \cdot H \cdot U_\infty^2 \cdot \sin \Theta} = \frac{\sigma}{2\pi} \cdot \left( \frac{W'}{U_\infty} \right)^2 \cdot (C'_N \cdot \tan^{-1} \Theta - C'_T). \quad (3.30)$$

Momentul de torsiune generat de palele din aval, în dependență de poziția acestora în raport cu unghiul  $\Theta$ , se determină pentru fiecare element în parte:

$$Q_{av}(\Theta) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_p \cdot W'^2 \cdot C'_T \cdot R. \quad (3.31)$$



Valoarea medie a momentului de torsiune în zona din aval a rotorului se determină din relația:

$$Q_{av} = \frac{N_{pal}}{2 \cdot \pi} \cdot \int_{\pi/2}^{3\pi/2} Q_{av}(\Theta) d\Theta, \quad (3.32)$$

iar coeficientul momentului de torsiune pentru zona respectivă:

$$C_{Q_{av}} = \frac{Q_{av}}{\frac{1}{2} \cdot \rho_{\infty} \cdot U_{\infty}^2 \cdot A \cdot R} = \frac{\sigma}{4\pi} \int_{\pi/2}^{3\pi/2} C'_T \cdot \left( \frac{W'}{U_{\infty}} \right)^2 d\Theta. \quad (3.33)$$

Ca și în cazul zonei din amonte, pentru jumătatea din aval a rotorului avem următoarea relație pentru determinarea coeficientului de putere:

$$C_{P_{av}} = \lambda \cdot C_{Q_{av}}. \quad (3.34)$$

Astfel, în final, coeficientul de putere pentru tot ciclul de operare al rotorului este constituit din suma coeficienților de putere din zona rotorului din amonte și aval:

$$C_P = C_{P_{am}} + C_{P_{av}}. \quad (3.35)$$

Volumul mare de calcule, în vederea optimizării parametrilor funcționali ai REEV, necesită elaborarea unui algoritm format dintr-un ciclu de iterații pentru corectarea în trepte a geometriei rotorului eolian pe baza curbelor caracteristice. În acest sens, în baza modelului matematic elaborat, a fost realizat un instrument de calcul numeric pentru proiectarea aerodinamică a REEV. Acest program, scris în mediul MATLAB, a permis determinarea forțelor aerodinamice generate de palele rotorului în mișcare și performanța turbinei pentru diferiți parametri de intrare, fig. 3.43.

Analiza curbelor caracteristice pentru o gamă variată de parametri de intrare au permis determinarea parametrilor cinetostatici și energetici de bază ai REEV, necesari pentru proiectarea constructivă a modelului experimental.

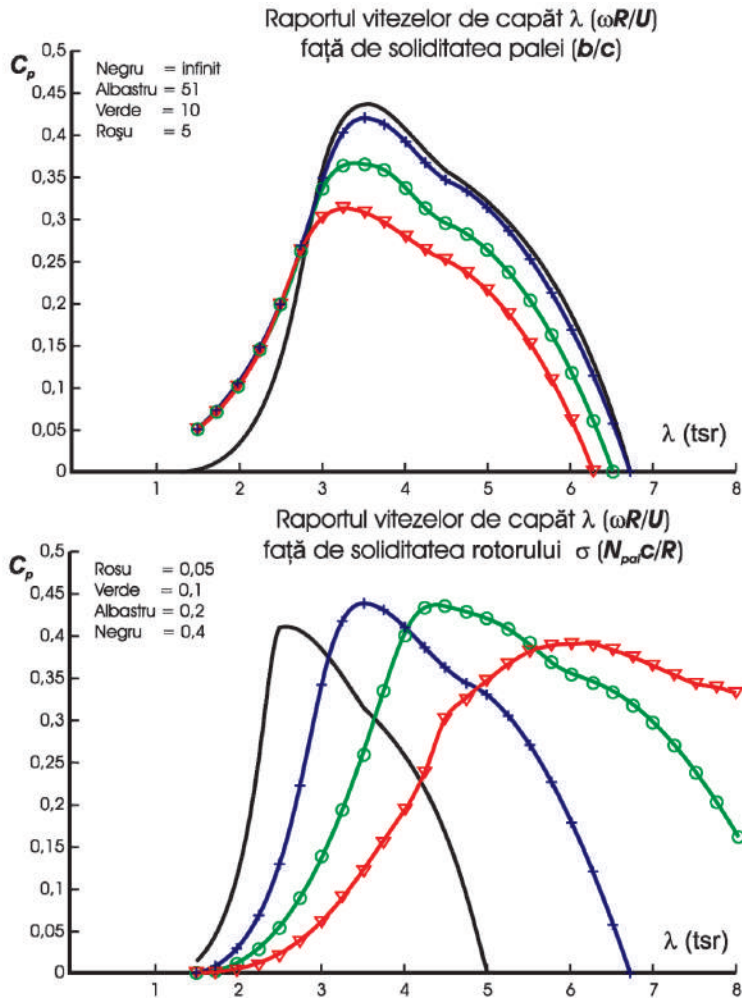


Fig. 3.43. Varierea coeficientului de putere,  $C_p$  pentru diferiți parametri geometrice ai REEV.

### 3.4.3. Elaborarea și fabricarea REEV-C

În baza calculului numeric elaborat anterior, au fost stabilite valorile parametrilor geometrici ai REEV și, în rezultat, a fost proiectată varianta experimentală a rotorului eolian elicoidal cu ax vertical (fig. 3.44) [32,33].

Rotorul exterior:

- Înălțimea - 4,5 m;
- Diametrul - 3,0 m;
- Numărul de pale - 3;
- Coarda pofilului - 0,2 m
- Materialul palelor - compozit.

Rotorul interior:

- Înălțimea - 2,0 m;
- Diametrul - 0,75 m;
- Numărul de pale - 2;
- Materialul palelor - compozit.

Caracteristica de funcționare:

- Viteza de pornire - 3,5 m/s;
- Viteza nominală - 8,0 m/s;
- Viteza max. - 40 m/s;
- Puterea nom. - 1,5 kW;
- Turația max. - 300 min<sup>-1</sup>.

Elaborarea tehnologiei de fabricare a componentelor prototipului industrial al REEV a fost realizată ținând cont de următoarele aspecte:

- construcție relativ simplă și fiabilă;
- fabricarea orientată, pe cât e posibil, spre întreprinderile din țară;
- utilizarea materialelor de construcție ieftine, ușor prelucrabile și cu proprietăți optime în condițiile mediului ambiant;
- asigurarea condițiilor lejere de asamblare și montare a TE în ansamblu;
- cost minim de fabricare, instalare și deservire.

În conformitate cu documentația tehnică elaborată de autor, REEV-C a fost divizat în 4 noduri principale:

- axul central;

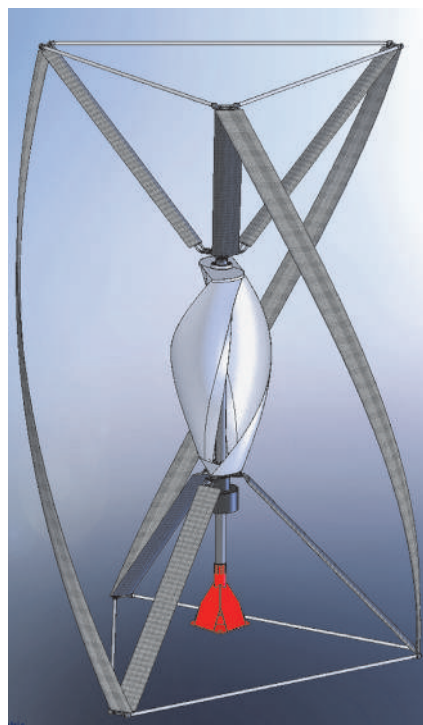


Fig. 3.44. Vederea generală a organului de lucru eolian.

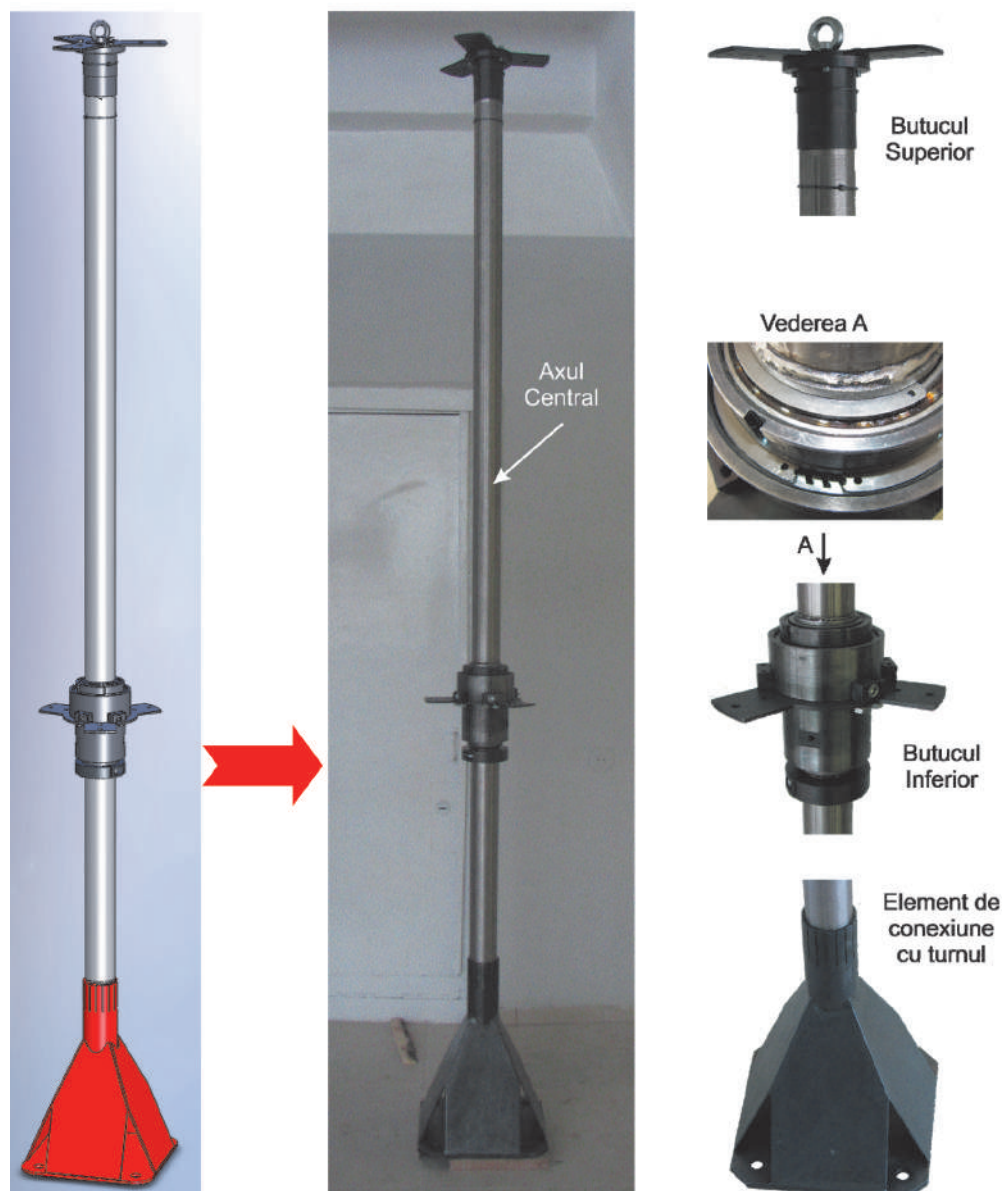


Fig. 3.45. Axul central.

- rotorul interior (demaratorul Savonius);
- rotorul exterior (Darrieus);
- generatorul cu magneți permanenți.

Pentru fabricarea ansamblului axului central, care include butucul superior, butucul inferior și suportul de bază, a fost selectată uzina „Topaz” – S.A. din motiv că aceasta dispune de utilaj performant și personal calificat necesar pentru execuția acestui nod responsabil. Rezultatul acestei colaborări s-a finalizat cu execuția pieselor (în baza documentației tehnice elaborate de către autori), care mai apoi au fost asamblate în laborator, UTM (fig. 3.45).

Butucul superior reprezintă o construcție relativ simplă, menită să susțină partea superioară a palelor organului de lucru eolian. În același timp, butucul de jos are un rol foarte important. Acest nod efectuează legătura dintre rotorul interior (de demarare) și cel exterior (de lucru) și asigură înaintarea celui exterior, care este rapid, față de cel interior, care este mai lent. Acest efect este asigurat de cuplajul de înaintare din componența butucului inferior (v.fig. 3.45).

Importanța rotorului exterior suplinită de dimensiunile mari, forma și elementul elicoidal al palei au impus o atenție sporită la etapa de fabricare a acestuia. Deoarece acestea vor fi executate din materiale composite, tehnologia prevede realizarea formelor de obținere a palelor elicoidale care, la rândul lor, pot fi copiate de pe pala etalon executată prealabil. Având în vedere forma și dimensiunile palei, această problemă nu este deloc simplă. În scopul realizării palei etalon, a fost proiectată o instalație specială (fig. 3.46), care va permite în viitor realizarea palelor cu diferite profiluri aerodinamice și unghiuri de răsucire.

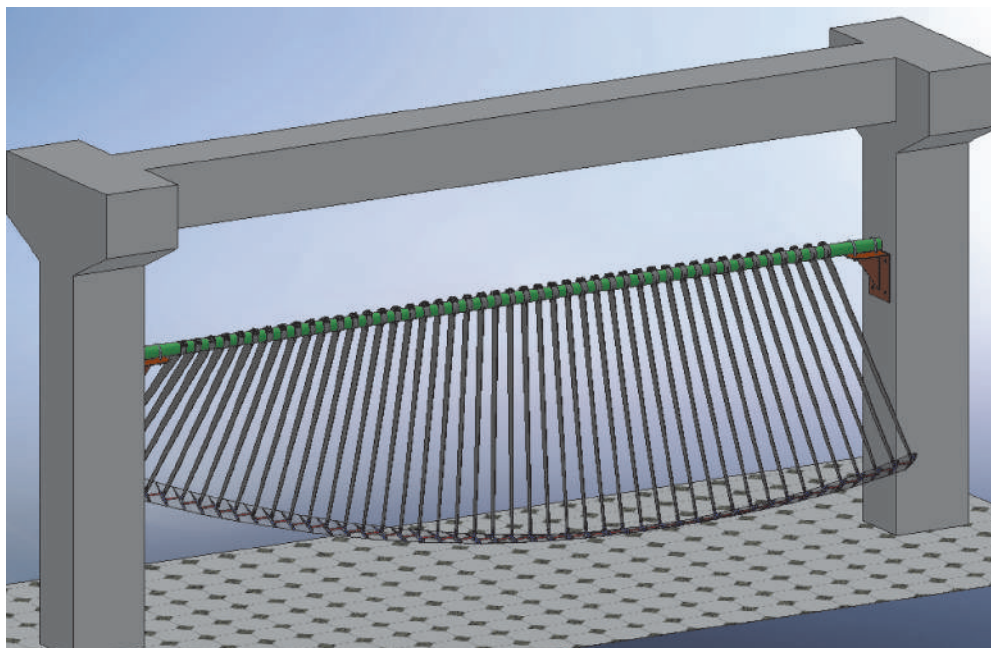


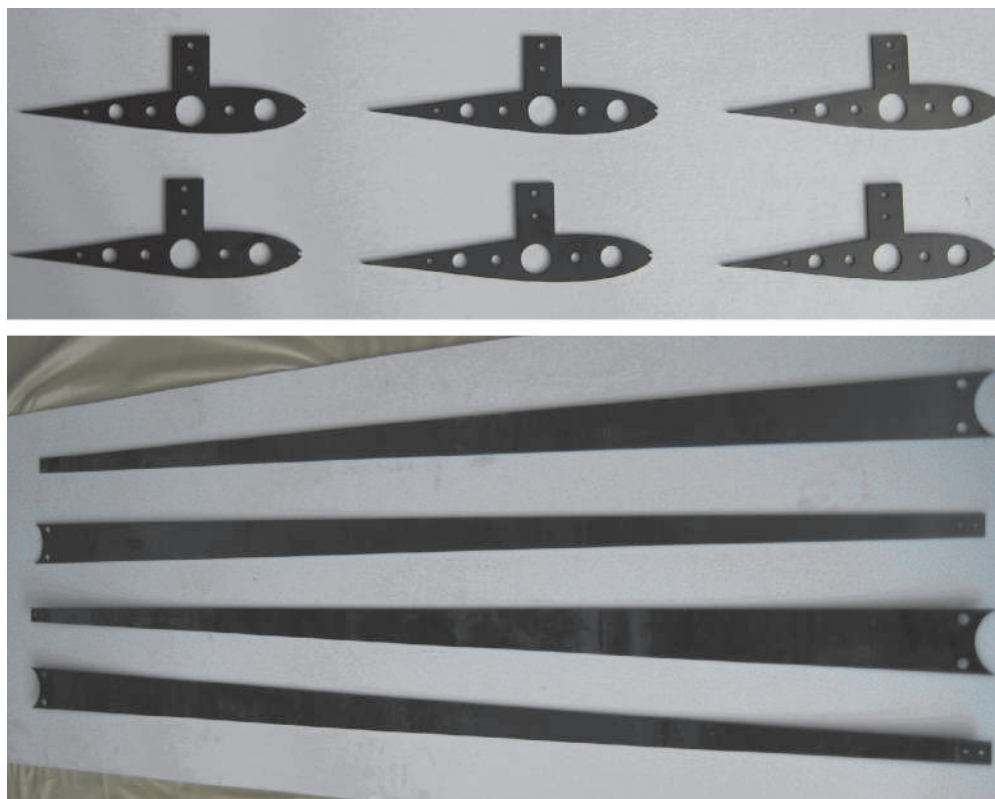
Fig. 3.46. Dispozitiv de generare a palelor organului de lucru eolian.

La elaborarea procedurii de formare tehnologică a paletelor elicoidale s-au luat în evidență următoarele premise:

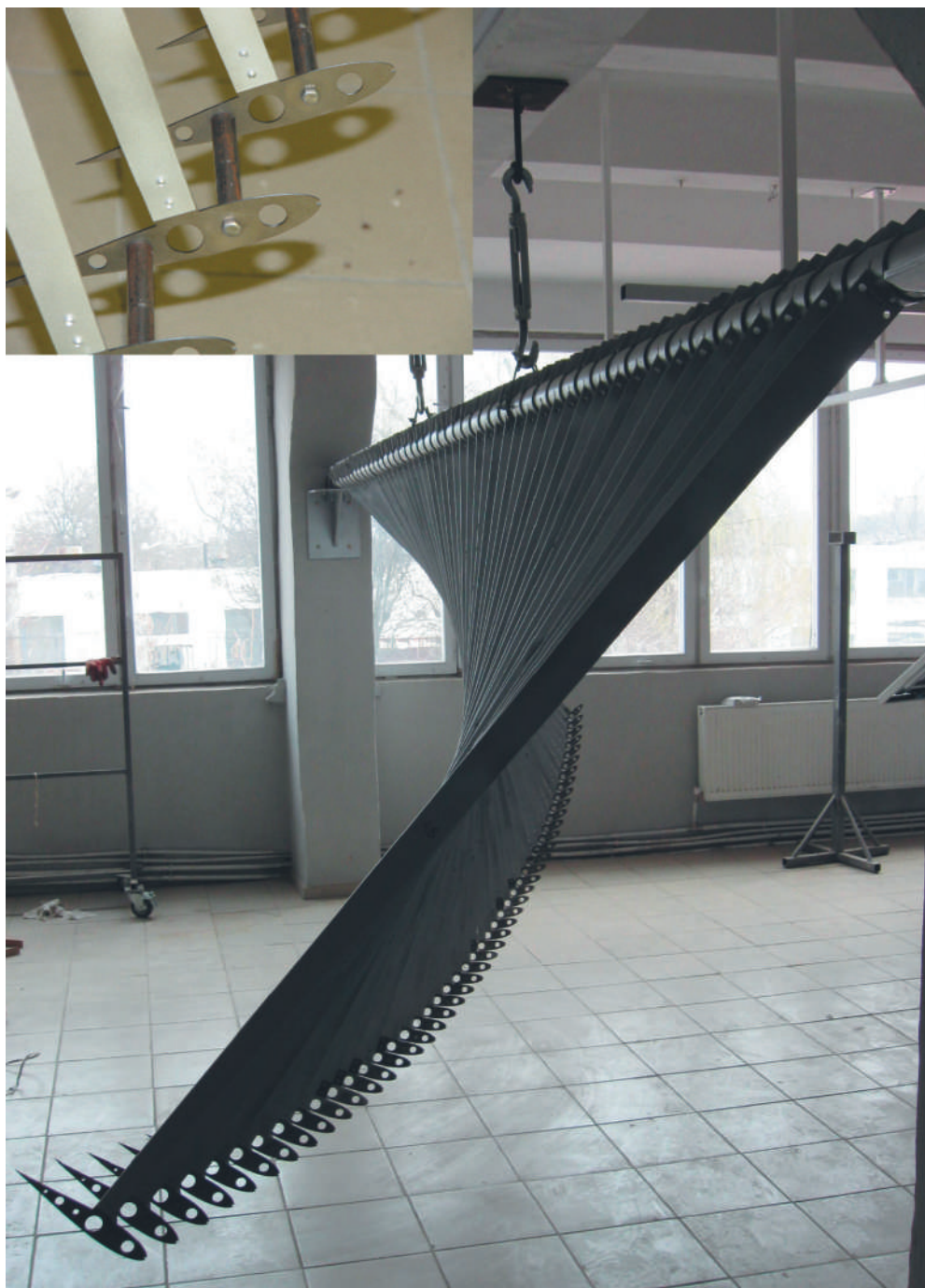
- asigurarea constantă a unghiului de ridicare și în spațiu;
- poziționarea profilelor adiacente în spațiu la aceeași depărtare de axul rotorului;
- orientarea în spațiu a profilelor paletelor cu păstrarea unghiului de atac;
- universalitatea în vederea obținerii paletelor cu diferit unghi de înfășurarea, distanțe variabile de la axa rotorului și profil aerodinamic.

Astfel, dispozitivul proiectat va fi unul universal și va permite obținerea palei etalon cu diverși parametri geometrici, elementul consumabil de fiecare dată fiind doar profilul aerodinamic (executat din placă de oțel cu grosimea de 2 mm) și știfturi de distanțare.

În baza documentației tehnice elaborate, au fost fabricate componentele active principale ale dispozitivului elaborat. Este vorba despre profilul aerodinamic și despre brațul de susținere (fig. 3.47). Aceste două elemente au fost obținute prin debitare laser din foaie de metal cu grosimea 2 mm.



**Fig. 3.47.** Elementele principale ale dispozitivului de generare a paletelor rotorului exterior (Darrieus) obținute prin debitare laser.



**Fig. 3.48.** Asamblarea finală a dispozitivului de formare tehnologică a palelor elicoidale cu profil aerodinamic.

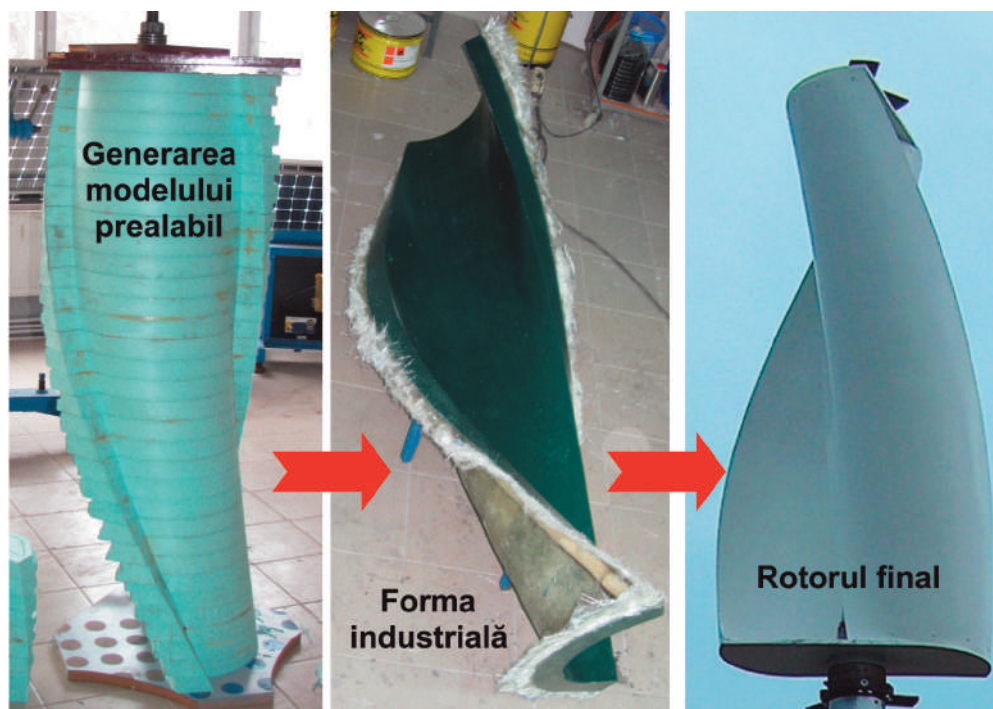


Fig. 3.49. Etapele de pregătire și realizare a rotorului interior (demaratorul Savonius).

Etapă de asamblare finală a dispozitivului de formare tehnologică a palelor elicoidale a fost efectuată în laboratorul specializat al UTM, care se află în cadrul Centrului „ETALON”. Scopul final al autorilor a fost realizarea dispozitivului vizat cu maximă funcționalitate și minim cheltuieli. Astfel, toate nodurile necesare (în afară de debitarea laser) s-au realizat la Uzina „ETALON” din cadrul UTM, cu implicarea studenților, cadrelor ingineresti și a cadrelor didactice. În același timp, în vederea utilizării eficiente a spațiului laboratorului, în calitate de reazeme au fost utilizați pilonii centrali, astfel simplificând și construcția în ansamblu.

În ceea ce urmează se prezintă dispozitivul final de formare tehnologică a palelor elicoidale cu profil aerodinamic (fig. 3.48).

Ca și în cazul palelor elicoidale cu profil aerodinamic, pentru realizarea rotorului interior (Savonius), care are funcția primordială de demarator, de asemenea este necesar de executat o formă specială menită să genereze forma aerodinamică a palelor acestuia. Acest fapt mai este necesar și din aspect economic, fază în care va începe execuția în serie a turbinei eoliene.

Fabricarea rotorului interior (material compozit) a necesitat execuția unui model prealabil menit să genereze forma elicoidală a palelor acestuia. Astfel, în mediul de proiectare 3-D (SolidWorks) a fost realizat proiectul unui dispozitiv pentru tăierea cu fir incandescent a plăcilor din polistiroil expandat. Acest dispozitivul a permis



obținerea elementelor de formare tehnologică a formei prealabile. În rezultatul lipirii plăcilor tăiate, a fost realizat modelul prealabil necesar pentru fabricarea palei etalon și obținerea formei industriale (fig. 3.49).

### 3.4.5. Elaborarea metodologiei de cercetare și testare prealabilă a REEV-C

La baza elaborării metodologiei de cercetare a TE în condiții de vânt natural (*în situ*) a fost luat studiul comportării componentelor sistemului „Fluid-Turbină” la interacțiunea lor și modificarea stării conform sistemului de ecuații Navier-Stokes. În același timp, s-a ținut cont de complexitatea de parametri atât de ordin constructivi ai REEV, cât și de ordin global și local al mișcării fluxului și ale condițiilor de inducere a acestei mișcări în rotor cu o eficiență sporită. Problema a

fost soluționată prin metode de analiză date de teoria generală a sistemelor, care prevede intrări, ieșiri, parametri de comandă și legături inverse (fig. 3.50).

Metoda de cercetare propusă a fost realizată prin aplicarea unui sistem computerizat modern de măsurare și achiziționare a datelor. Acest sistem încadrează canale specializate pentru fiecare tip de caracteristici măsurate (fig. 3.51).

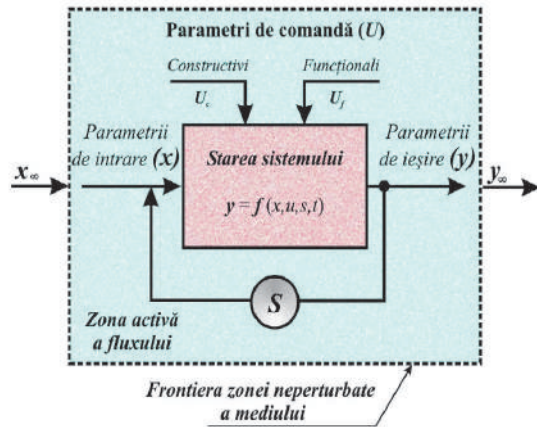


Fig. 3.50. Sistemul „fluid-turbină”.

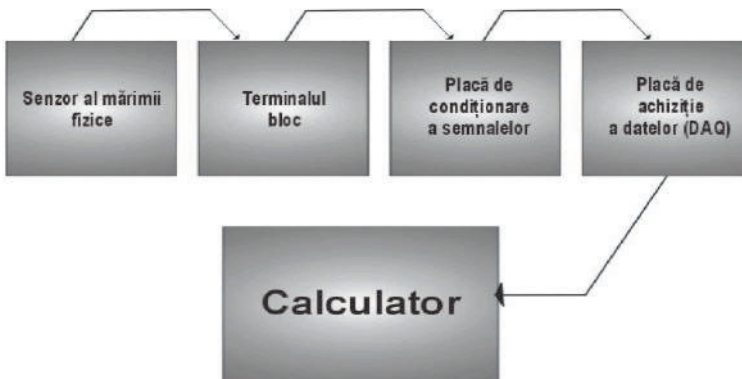


Fig. 3.51. Structura unui canal specializat de captare a datelor experimentale.

Pe parcursul derulării experimentului se măsoară următoarele mărimi fizice:

- viteza vântului în fluxul neperturbat;
- direcția vântului;
- temperatura aerului în mediul de lucru;
- presiunea aerului în mediul neperturbat;
- tensiunea pe fază a GMP;
- intensitatea pe fază a GMP pentru diferite regimuri de încărcare.

În vederea colectării caracteristicilor fluxului neperturbat (primele trei mărimi fizice), a fost achiziționat și montat în apropierea turnului universal de încercări sistemul universal de monitorizare a vântului, integrat ulterior în sistemul LabView (fig. 3.52). În continuare se prezintă REEV instalat pe turnul universal de încercări în condiții de vânt natural (fig. 3.53), iar alături sunt prezentate datele experimentale, obținute prealabil, în comparație cu cele teoretice (fig. 3.54).



Fig. 3.52. Sistem universal de monitorizare a vântului.

Turbinele eoliene cu ax vertical au fost prezentate la diverse saloane de invenții și transfer tehnologic, unde au fost apreciate la nivel înalt [35-44].



Fig. 3.53. Vederea generală a REEV instalat pe turnul universal de încercări.

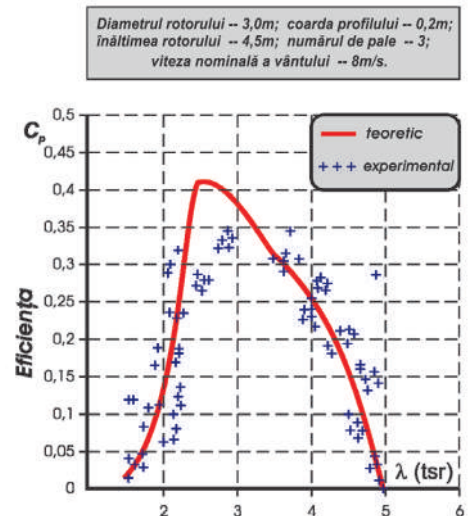


Fig. 3.54. Rezultatele cercetărilor experimentale în condiții de aer liber a REEV.

### 3.5. Sistem de irigare integrat cu turbină eoliană

În rezultatul privatizării terenurilor agricole în Republica Moldova s-a extins substanțial numărul gospodăriilor agricole specializate în creșterea legumelor pe terenuri relativ mici. În consecință sistemele de irigare mari au devenit ineficiente, în special, datorită parcelării terenurilor agricole în sectoare mici izolate, inclusiv după destinație. În aceste condiții, alimentarea sistemelor de irigare a terenurilor agricole cu energie electrică de la rețelele electrice publice devine ineficientă, din care motiv diverse surse autonome de energie devin tot mai răspândite.

Pornind de la creșterea continuă a prețurilor la carburanți, de la necesitatea sporirii produselor agricole ecologic pure, iar în multe cazuri de la imposibilitatea utilizării energiei electrice din rețelele de distribuție centralizate, în viitor, un rol deosebit de important va aparține utilizării turbinelor eoliene de putere mică (până la 10 kW). Drept premise avantajoase pentru utilizarea turbinelor eoliene la alimentarea sistemelor de irigare pot fi următoarele:

- perioada de irigare coincide cu perioada, în care viteza vântului este suficientă pentru satisfacerea necesităților în energie electrică (perioada aprilie – iulie);
- în Republica Moldova există peste 4000 de lacuri de acumulare a apei, râurile Prut, Nistru și Răut, în luncile cărora se întind numeroase terenuri agricole cu fertilitate sporită;
- specificul orografic al reliefului Republicii Moldova creează posibilități de amplasare atât a turbinelor eoliene la înălțimi mai mari decât ale terenului supus irigării, cât și a rezervoarelor speciale de acumulare a apei pentru perioadele, în care viteza vântului nu este suficientă.

În fig. 3.55 este prezentat sistemul de irigare prin picurare alimentat cu energie electrică produsă de turbina eoliană 1 elaborată de autori. Pompa centrifugă 2 cu parametrii de productivitate  $Q$  ( $m^3/h$ ) și înălțimea de pompare  $H$  corespunzători necesităților de irigare este alimentată cu energie electrică produsă de generatorul turbinei eoliene 1. Pompa centrifugă 2 aspiră apa din lac (sau râu) și o pompează în sistem prin intermediul dozatorului de fertilizare 3 și dispozitivului de filtrare 4 conectați consecutiv la conducta de refulare a pompei. Apa fertilizată și filtrată sub presiune este pompată în rețeaua 5 de țevi cu picurători. Sistemul de irigare trebuie să includă și un rezervor de acumulare a apei 6 amplasat la o altitudine mai mare decât terenul irigat. Apa din rezervor poate fi utilizată în perioadele când viteza vântului este insuficientă pentru producerea energiei electrice necesare. Cu condiția lansării pe piață a unor noi generații de acumuloare electrice, mai eficiente și mai ieftine, o alternativă ar putea fi sistemele de irigare dotate cu acumuloare, care se vor încărca în perioadele când irigarea nu este oportună.

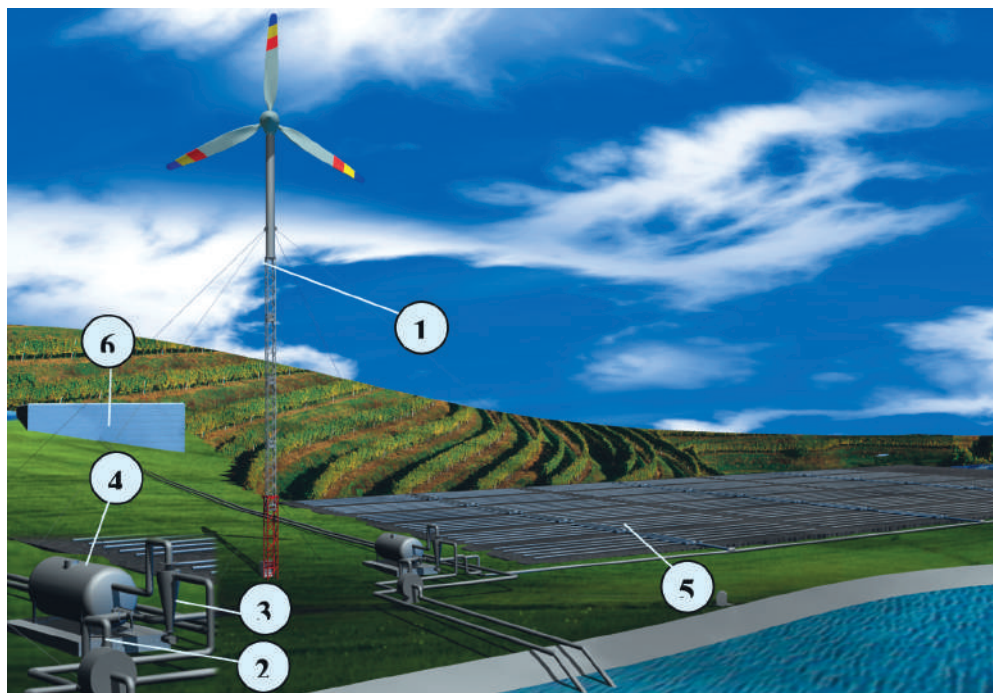


Fig. 3.55. Sistem de irigare prin picurare alimentat cu energie electrică produsă de turbina eoliană.

## Bibliografie

1. [www.vestas.com](http://www.vestas.com). Accesat la 20.09.06
2. <http://www.ewea.org/index.php?id=91> Wind Energy: The facts. An analyses of wind energy in the EU-25. Accesat la 30.04.07.
3. Gipe P. Wind energy comes of age. USA: J. Wiley & Sons, 1995.
4. [www.zephiros.com](http://www.zephiros.com). Accesat la 27.07.07
5. [www.repower.de](http://www.repower.de). Accesat la 26 noiembrie 2007
6. Piebalgs Andris. Energia eoliană pentru viitor. Mesagerul Energetic nr. 66, aprilie 2007, p. 14-16.
7. Lasse G.F. Klimat Moldavskoj SSR. Hidrometeoizdat, L., 1978.- 374 str.
8. I. Bostan, V. Dulgheru, D. Vengher, R.Ciupercă, A. Sochireanu. Brevet nr. 2431 (MD), CIB F 03 D 1/ 00; 7/ 02. Instalație energetică eoliană. UTM. - Nr. 2002 0243; Decl. 10.01.2002; Publ. BOPI - 2004. – Nr.4.
9. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sobor I., Sochireanu A. *Turbina eoliană cu ax orizontal de putere mică*. Medalia de Bronz Expoziția Internațională a Creativității și Inovării. 7-9 mai 2009, Iași, România.

10. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Sobor I., Sochireanu A. *Turbină eoliană cu ax orizontal de putere mică*. Diploma de excelenta si medalia de aur, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca. SC expo Transilvania SA Cluj-Napoca Salonul International al Cercetarii, Inovarii si Inventicii Proinvent editia a VII-a. 31.03 – 02.04. 2009. Cluj-Napoca.
11. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, A. Sochirean. *Turbină de vânt cu ax orizontal de putere mică*. DIPLOMĂ de EXCELENȚĂ și MEDALIE de AUR. Salonul Internațional al Cercetării, Inovării și Inventicii „PROINVENT’ 2009”. // - Cluj-Napoca, 2009.
12. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, A. Sochireanu. *Small power wind turbine with horizontal axle* „EUROINVENT’2009”. DIPLOMA. Awarded BRONZE MEDAL. - Iași, 9/5/2009.
13. I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, A. Sochirean, O. Ciobanu, R. Ciobanu, I. Dicusară. *Vetroelektričeskij agregat maloj mošnosti (10kW)*. MEDALIA de ARGINT. Moscova: Meždunarodnyj salon promyšlennoj sobstvennosti „Arhimed’2009”], 1-3/4/2009.
14. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, A. Sochirean, V. Bostan, I. Dicusară, R. Ciobanu, O. Ciobanu. *Instalație eoliană pentru puteri mici*. DIPLOMA de EXCELENȚĂ. Forumul Inventatorilor Români. Moscova: Meždunarodnyj salon promyšlennoj sobstvennosti „Arhimed’2009”], 1-3/4/2009.
15. I. Bostan, I. Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Turbină de vânt cu ax orizontal de putere mică*. DIPLOMĂ de EXCELENȚĂ și MEDALIE de AUR cu Mențiune Specială. // International Inventions Salon. “PROINVENT’ 2008”. Cluj-Napoca, 2008.
16. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, V. Bostan, R. Ciupercă. *Low power wind turbines* DIPLOMĂ. BRUSSELS – EUREKA! The Belgian and International Trade Fair For Technological Innovation. For the Innovation “”. SILVER MEDAL. - Brussels, 18.11.2009 – 22.11.2009.
17. Bostan I., Sochireanu A., Ciupercă R., Poștaru Gh., Trifan N. A helical turbine system for wind and hydraulic energy recovery// Grant CRDF MP2-3023, 2003. Raport științific. Coordonatori: Dulikravich George Stevo, profesor, Univ. Arlington, Texas, SUA; acad. Bostan I., U.T.M., Chișinău, 2004.
18. Bostan I., Dulgheru V., Ciupercă R., Ciobanu R. Simularea interacțiunii fluidului cu paletelile organelor de lucru ale sistemelor de conversiune a energiilor regenerabile, utilizând mediul ANSYS CFX– 5.7. // ECODESIGN: Seminar Național (2005; Brașov): Seminar Național de organe de mașini: Ecodesign: ed. a XXV-a: Brașov, 9-10 iunie 2005. - Brașov: Ed. Universității “Transilvania”, 2005. - P. 119-126.

19. Bostan I., Dulgheru V., Ciupercă R. *Helical Turbine for Aeolian Systems and Micro-Hidrostation. Product Engineering (Eco-Design, Technologies and Green Energy)*. Published by Springer, 2004, pag. 519 – 527.
20. Bostan I., Dulgheru V., Țopa, M., Oprea A. Brevet nr. 2106 (MD), CIB F 03 D 1/ 06. Turbină elicoidală eoliană / UTM.-Nr. 2000 - 0170; Decl.12.10.2000; Publ. BOPI,2003.- Nr.2.
21. Bostan I., Dulgheru V., Ciupercă R., Ciobanu O. Brevet nr. 2994 (MD), CIB F03 D 1/06. Turbină eoliană elicoidală / U.T.M. – Nr. 2006 006; Decl. 30.12.2004 ; Publ.BOPI –2006.-Nr.2.
22. I. Bostan, V. Dulgheru, A. Toca, R. Ciupercă. *Vetránye agregaty s vintovym rotorom (Wind station with helical rotor) / // “Novoe vremâ“: Meždunarodnyj Salon Izobretenij i Novyh Tehnologij = „Novii Ceas“: Mijdnarodnii Salon Vihahodiv ta Novyh Tehnologii (3<sup>i</sup> ; 26-28.11.2007; Sevastopol ). - Sevastopol, 2007. - P. 34.*
23. I. BOSTAN, V. Dulgheru, I. Dicusară, R. Ciobanu. Brevet nr. 3544 (MD), CIB F 03 D 9/00; F 03 D 11/04; F 03 D 3/06; E 01 F 11/00. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier (variante) / UTM - Nr. 2005 0135. Decl. 16.05.2005; Publ. BOPI – 2008.- Nr.3.
24. I. Bostan, V. Dulgheru, A. Sochirean, I. Dicusară, O. Ciobanu *Turbină eoliană antrenată de traficul rutier // Salonul Internațional de Invenții „ INVENTICA’ 2008”*, Iași, România, (14-24 mai 2008).
25. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Dicusară, R. Ciobanu. *Vetrânaâ turbina, privodimaâ v dejstvie dorožnym dviženiem*. DIPLOM. Nagorodzyet’sâ ZOLOTOUÛ MEDALLÛ za razrabotku. Sevastopol, 27-29 /9/ 2008.
26. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Dicusară, R.Ciobanu. *Aeolian turbine driven by street traffic*. DIPLOMĂ de EXCELENȚĂ și MEDALIE de AUR. INVENTICA’2008. // – Iași, 14-24 /5/ 2008.
27. I. BOSTAN, I.Vișa, V.Dulgeru, R.Ciupercă. Brevet nr. 3817 (MD), CIB F03D3/02. Turbină de vânt cu ax vertical (variante) / UTM - Nr. 2007 0133. Decl. 11.05.2007; Publ. BOPI – 2009.- Nr.1.
28. I. BOSTAN, I.Vișa, V.Dulgeru, R.Ciupercă. Brevet nr. 3847 (MD), CIB F 03 D 3/00. Turbină de vânt cu ax vertical (variante) / UTM - Nr. 2007 0134. Decl. 11.05.2007; Publ. BOPI – 2009.- Nr.2.
29. Bostan, I., Dulgheru, V., Ciupercă, R. *Theoretical aerodynamic analyses of airfoils for use on small wind turbines and selection of optimal profiles for wing of helical wind turbine functional model (Part I, II) / The technical papers from this volume were communicated to the International Scientific Conference Modern Technologies, Quality, Restructuring, T.C.M.R. – 2006, Jassy [LII vol.]. – p. 1281-1288. – ISSN 1011-2855.*

30. Bostan, I., Dulgheru, V., Ciupercă, R. *Turbina elicoidală pentru agregate eoliene și minihidrocentrale* / Asociația Generală a Inginerilor din România; Buletinul AGIR nr.4/2004.–București: AGIR, 2004. p.80-84.–ISSN 1224-7928.
31. Bostan, I., Dulgheru, V., Ciupercă, R. *Computational Modeling of the helical wind rotor's functional parameters in ANSYS CFX-5.7 Software's* / The 30<sup>th</sup> Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences (ARA). – Ch: A.S.E.M., 2005. – p. 531-534. – ISBN 9975-75-313-2.
32. Bostan I., Dulgheru V., Toca A., Ciupercă R. Elaborarea și fabricarea prototipului industrial al turbinei eoliene de putere mică //Surse Noi și Regenerabile de Energie „CNSNRE’ 2008”: Conferință Internațională, (Ed. a IX, 23-25.10.2008, București). – București, 2008.
33. Bostan I., Dulgheru V., Toca A., Ciupercă R. Realizarea prototipului experimental al turbinei de vânt cu ax vertical și pale elicoidale // Buletinul Inst. Politehnic din Iași. Tom. LIV (LVIII). Fasc. 3. Secția Construcției de Mașini. - Iași: Univ. Tehn. “Gh. Asachi”, 2008. – P. 111-118.
34. Poștaru, A., Poștaru, Gh., Ciupercă, R. *Metodă experimental-teoretică de cercetare a turbinelor eoliene* / Lucr. publ. au fost comunicate la conf. șt. Int. TMCR 2003 Chișinău [în 5 vol.]. Vol. IV. – Ch.: Ed. UTM, 2003. – p. 468-471. – ISBN 9975-9748-4-8.
35. I. Bostan, V. Dulgheru, A. Toca, R. Ciupercă. *Turbină de vânt cu ax verticală cu pale elicoidale* // Salonul Internațional al Invențiilor, Cercetării Științifice și Transferului Tehnologic „ECOINVENT’2007”, 30.05-02.06.2007: Catalog Oficial, 2007. - P. 28.
36. Bostan I., Toca A., Dulgheru V., Ciupercă R. *Contributions to the developing of pintle wind turbines with helical blades* DIPLOM III stepeni. Meždunarodnaya naučno-tehničeskaya konferenciya „MAŠINOSTROENIE I TEHNOSFERA XXI VEKA”. Sevastopol, 17-22/9/2007.
37. I. Bostan, I. Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Contributions to the developing of pintle wind turbines with helical blades* // Conference on Sustainable Energy. Proceedings, (2<sup>nd</sup> ; 3-5.07.2008 ; Brașov) – Brașov, 2008. - P. 387-392: fig., tab.
38. I. Bostan, I.Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Turbină de vânt cu ax verticală combinată* /Expoziția Internațională de Invenții și Transfer Tehnologic „PROINVENT’ 2007”, Cluj Napoca, 01-04 aprilie 2008.
39. I. Bostan, I. Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Vertical Axis Wind Turbine with Helical Blades* // The 6<sup>th</sup> International Exhibition (SuZhou) of Inventions, China, 2008.

40. I. Bostan, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Vertical Axis Wind Turbine with Helical Blades* AWARD CERTIFICATE. BRONZE. Cer. NO 06GJ03223. 6<sup>th</sup> International Exhibition (SuZhou) of Inventions. Awarded to: for the Invention. - China, 2008.
41. I. Bostan, I. Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Vertical Axis Wind Turbine with Helical Blades* //The 6<sup>th</sup> International Exhibition (SuZhou) of Inventions, China, 2008.
42. I. Bostan, I. Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Small power wind turbine with vertical axle* „EUROINVENT’2009”. DIPLOMA. BRONZE MEDAL. - Iași, 9/5/2009.
43. Bostan I., Vișa I., Dulgheru V., Ciupercă R. *Turbină eoliană cu ax vertical de putere mică*. Medalia de Bronz. Expoziția Internațională a Creativității și Inovării. 7-9 mai 2009, Iași, România.
44. I. Bostan, I. Vișa, V. Dulgheru, R. Ciupercă. *Vetrânaya turbina s vertical'nym rotorom (Wind station with vertical rotor)* // V<sup>i</sup> Mižnarodnij Salon Vinahodiv ta Novih Tehnologij „Novii Ceas”: (5<sup>i</sup>; 22-26.09.2009; Sevastopol ). - Sevastopol, 2009. - P. 46-47.
45. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, A. Sochireanu. *Small power wind turbine with horizontal axle* „INVENTICA’2009”. DIPLOMA. Awarded GOLD MEDAL. - Iași, 4/6/2009.





## 4. SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI VALURILOR MĂRII ȘI MAREELOR

### 4.1. Generalități

Dacă la sfârșitul secolului al XIX<sup>-lea</sup> cea mai răspândită în prezent energie – electrică – avea un rol auxiliar și neînsemnat în balanța energetică mondială, atunci în 1930 în lume se producea cca 300 miliarde kW/h de energie electrică, iar în 2004 această cifră a ajuns la 21000 de miliarde kW/h [1]. Nivelul material, în cele din urmă și cel spiritual al omenirii, se află în dependență directă cu cantitatea de energie pusă la dispoziție. Legile riguroase ale naturii afirmă că se poate obține energie utilă doar prin schimbarea ei din alte forme. Analiza structurii energeticii mondiale la ziua de astăzi arată că fiecare 4 din 5 kW sunt obținuți, în principiu, prin aceeași metodă, prin care omul primitiv se încălzea, adică prin arderea de combustibili, sau prin folosirea energiei chimice a lor, transformată în energie electrică la termocentrale. Desigur, modurile de ardere a combustibililor au devenit mult mai perfecte.

Dar cele mai mari rezerve de energie sunt acumulate în oceane – o suprafață mare de curenți de apă, care se mișcă neîntrerupt, și acoperă cca 71 % din suprafața planetei. Apele Oceanului Planetar dețin un imens potențial energetic, care poate fi valorificat pentru producerea de energie electrică. Principalele surse de energie oceanică luate în considerare, cel puțin la nivelul tehnicii actuale, se referă la: marea, curenți, valuri, diferențe de temperatură ale straturilor de apă marină. Prima explicație documentată matematic a forțelor mareice a fost dată în anul 1687 de Isaac Newton în *“Philosophiae Naturalis Principia Mathematica”*. Mareele se produc cu regularitate în anumite zone de litoral de pe glob, cu amplitudini care pot ajunge uneori la 14 – 18 m, determinând astfel oscilații lente de nivel ale apelor marine (fig. 4.1). Principiul de utilizare a energiei mareelor în centrale mareomotrice, de altfel singura sursă folosită în prezent din cele enu-



Fig. 4.1. Coastă de țărm după reflux.

merate mai sus, constă în amenajarea unor bazine îndiguite, care să facă posibilă captarea energiei apei, declanșate de aceste oscilații, atât la umplere (la flux), cât și la golire (la reflux).

Utilizarea energiei mărilor și oceanelor lumii se află încă în urma celei eoliene și altor surse regenerabile de energie. Unii spun că decalajul este de cca doua decenii. Probabil, în următorii ani vom asista la apariția unor noi concepte tehnologice, prin care să se poată exploata energia stocată în hidrosfera terestră. În tab. 4.1 [2] se prezintă o analiza comparativă a resurselor energetice funcție de diferiți parametri. Din prezentarea succintă se poate vedea că energia mărilor și oceanelor poate deveni o resursă serioasă pentru a satisface nevoile de energie ale omenirii. În această zonă, probabil, în anii ce vin vom asista la dezvoltări spectaculoase, la apariția de noi idei. Însă trebuie să intervină și factorul politic, cel care poate să creioneze strategii pe termen lung pentru dezvoltarea resurselor alternative de energie. În Uniunea Europeană s-a convenit pomparea energiei electrice în rețea cu 5€/kW (5 eurocenți pe kW) [3]. Protocolul este valabil pentru sistemele de conversiune a energiei valurilor mării cu geamanduri sau cele stabilite de a doua generație de convertori ai energiei valurilor (WEC), care includ un prototip sau o stație pilot.

## 4.2. Aspecte teoretice privind energia valurilor

### 4.2.1. Unele aspecte privind formarea valurilor

Valurile oceanice se comportă foarte imprevizibil. Se vorbește că prima regulă a valurilor, în special, în ocean deschis este că nu există nici o regulă. Este dur să constatăm aceasta, însă un val “normal”, descris ca un simplu proces fizic, este serios deformat de un număr mare de factori, generați de acțiunea forțelor naturii. Cu toate acestea, pentru un inginer din domeniul elaborării sistemelor de conversiune

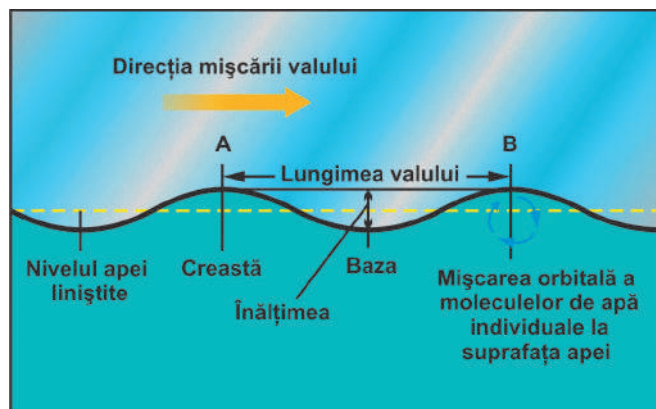


Fig. 4.2. Traiectoria valurilor.

a energiei valurilor mării este strict necesară o descriere, fie și sumară, a acțiunii valurilor. Ceea ce urmează sunt niște exemple de laborator de formare a valurilor. În realitate, modelele alternative ale apei, adâncimile variabile ale apei, curenții inverși, obstacolele naturale și mulți alți factori pot schimba substanțial calea și forma valurilor.

Valurile oceanice de suprafață se propagă orizontal de-a lungul frontierei „aer–mare”. Ele sunt descrise ca fiind valuri progresive orbitale. Ele sunt orbitale fiindcă atunci când valului trece prin mai multe puncte, particulele de apă de sub valuri se mișcă pe o traiectorie orbitală (fig. 4.2) [4]. Ele sunt progresive, de-oarece forma valurilor se mișcă (progresiv) orizontal dintr-o locație în alta. În fig. 4.2 valul se mișcă de la stânga spre dreapta și cauzează mișcarea de rotație a particulelor de apă într-un ciclu de rotație complet la par-curgerea completă a unui val.

Când vântul bate de-asupra apei, el modifică suprafața ei, generând la început unele ondulații, care mai apoi se transformă în valuri. Furtunile apar atunci când vântul bate timp îndelungat în aceeași direcție. În realitate, valurile nu sunt un proces ideal, armonic, dar unul neregular.

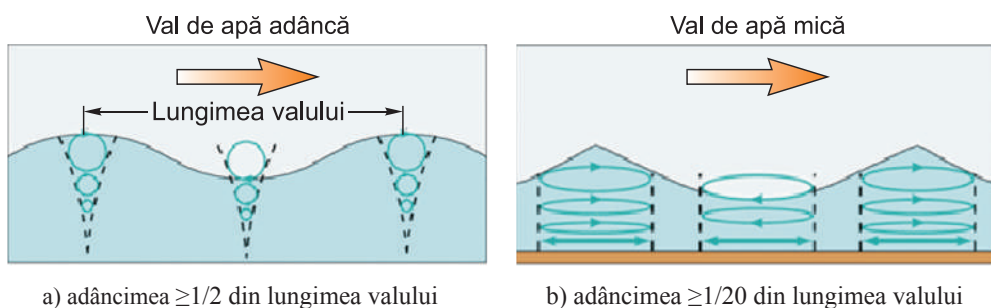


Fig. 4.3. Valuri în ape cu adâncimi mari (a) și mici (b).

De regulă, ele sunt compuse din mai multe valuri suprapuse cu diferite frecvență și viteză [14]. Valurile se comportă în mod diferit în ape cu adâncimi mari și mici. În diagrama din fig. 4.3 [5] se prezintă două cazuri de propagare a undelor valurilor: în ape adânci și mici. În apele adânci, acțiunea valurilor descrește rapid cu creșterea adâncimii (fig. 4.3,b). În apele mici, acțiunea valurilor nu descrește cu mărirea adâncimii (fig. 4.3, b). Funcție de mărirea lor sunt valuri lungi (cu distanțe de 100 m între crestele valurilor) și scurte.

#### 4.2.2. Tipurile și caracteristicile de bază ale valurilor

Valurile au nevoie de timp pentru a se dezvolta, ele nu erup spontan din ocean. Este nevoie de o oarecare viteză a vântului, care să bată pe o anumită distanță o durată considerabilă de timp pentru a forma în sfârșit valurile. Există trei tipuri de valuri: valuri capilare (mici); valuri de mare; valuri intense.

Valurile capilare apar în ape mici când vântul este ușor. Sub acțiunea vântului, ele se transformă în timp în valuri de mare sau valuri intense (fig. 4.5). Valurile de mare sunt create atunci când vântul bate o anumită perioadă cu o anumită viteză. Ele tind mai apoi să devină mai lungi, drepte, după ce vântul încetează să bată. Valurile intense reprezintă valurile care sunt mișcate în orice direcție din originea lor

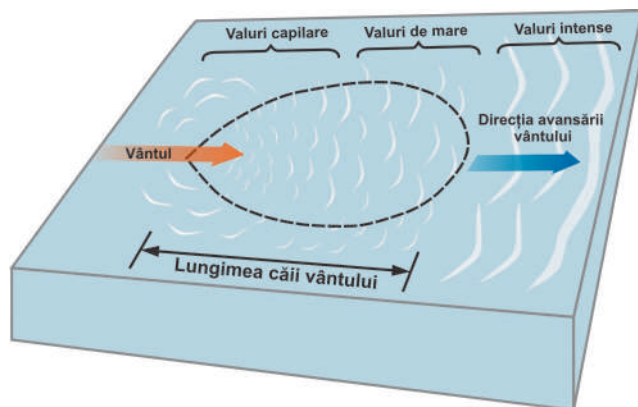


Fig. 4.4. Transformarea valurilor sub acțiunea vântului.

de perioada valului. Conform energiei cumulative distribuite în valurile oceanice, principiul de generare a forțelor și principiul forțelor de amortizare se schimbă când perioada valurilor crește. Cele mai mici valuri (valurile capilare) au perioade  $< 0,1$  s și sunt generate de adieri mici de vânt. Deoarece sunt atât de mici, ele sunt amortizate de tensiunea superficială a apei (v. fig. 4.5). Cele mai răspândite valuri sunt valurile gravitaționale, care au perioade între 1 s și 30 s. Sunt generate de vânt și uragane și sunt amortizate de forțele gravitaționale. Valurile cu perioade mai mari de 5 min sunt valuri lungi și sunt generate de uragane intense și de cutremure de pământ și

și nu sunt relatate la condițiile locale de vânt, cu alte cuvinte, sunt valuri de mare care au fost lăstate timp îndelungat fără vânt. Este o noțiune puțin confuză, fiindcă apa nu lucrează împreună cu valurile, ci numai împreună cu curenții de apă – sunt două elemente exclusive în animația apei. După cum se observă din fig. 4.5, valurile pot fi clasificate funcție

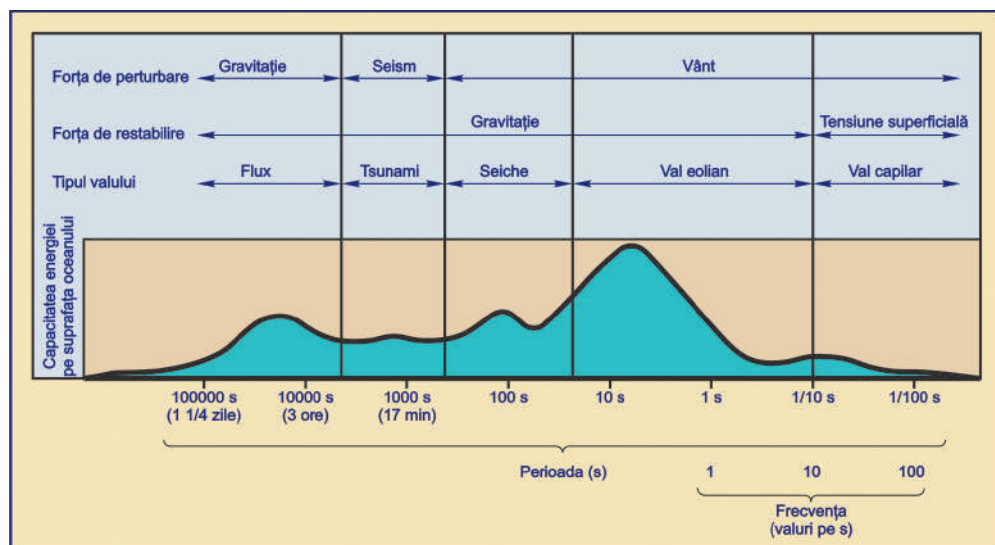


Fig. 4.5. Clasificarea valurilor funcție de perioadă.

sunt liniștite de forțele de gravitație și de forțele Coriolis. Cele mai lungi valuri sunt marea de 12 și 24 ore, generate de Soare și Lună și sunt amortizate de frecarea de fund și de forțele Coriolis.

Detașându-ne puțin de realitate, să încercăm să evidențiem caracteristicile de bază ale valurilor. Există trei factori de bază care urmează să fie luați în considerație la analiza valurilor:

- viteza vântului;
- durata de batere a vântului într-o singură direcție;
- distanța apei deschise, asupra căreia bate vântul.

Toți acești factori lucrează împreună pentru a crea valurile. Cu cât este mai ponderabilă fiecare din aceste variabile în ecuație cu atât sunt mai mari valurile.

Un val oceanic superficial, după cum se observă din fig. 4.2, are formă sinusoidală (cu creste și funduri care au forme identice și o lungime fixată de undă) și progresiv orbital cu particule de apă în val mișcându-se pe o traiectorie orbitală cu un ciclu complet la trecerea unui val complet. Valurile sunt caracterizate de următoarele caracteristici (fig. 4.2, 4.3). Distanța dintre două creste adiacente este definită ca **lungime de undă** ( $L$ ). Distanța pe verticală de la vârful crestei până la punctul inferior al fundului adiacent este definită ca **înălțimea valului** ( $H$ ). Timpul necesar crestei pentru a ajunge din punctul A în punctul B este definit ca **perioada valului** ( $T$ ). Numărul creștelor care trec prin punctul A sau B în fiecare secundă este definită ca **frecvența valului** ( $f$ ) (frecvența este o mărime inversă perioadei). Și, în final, viteza cu care creasta valului se mișcă orizontal pe suprafața oceanului este definită ca **rapiditatea sau viteza de fază a valului** ( $c$ ).

Particulele de apă din val au diferite modele de mișcare. Într-un val normal este o mișcare orbitală a particulelor de apă. Aceasta este cel mai bine demonstrat de un dop plutitor pe apă. Când valul crește, dopul de plută se rotește pe loc (este atras de mișcarea orbitală). Acesta este o mișcare foarte pasivă, deoarece mișcarea liniară a particulei valului slăbit este foarte agresivă, de aceea este foarte distructivă. Imaginile din fig. 4.6 demonstrează mișcarea orbitală a dopului de plută care plutește pe apă când valul trece de la stânga la dreapta. Poziția plutei, în realitate, este neschimbată, efectuând doar o ușoară rotație.



Fig. 4.6. Mecanismul mișcării orbitale a particulelor de apă.

### 4.2.3. Valurile și vântul

Relația dintre vânt și valuri este foarte importantă, de aceea a fost elaborat un sistem de clasificare nou care a încorporat relațiile dintre valuri și viteza vântului. Acest sistem, numit Scara lui Beaufort, a fost elaborat în anul 1805 de amiralul Francis Beaufort al Marinei Britanice. În [6] se prezintă observațiile amiralului asupra stării mării la diferite viteze ale vântului. Deoarece vântul cauzează formarea valurilor de apă, este mai ușor de înțeles mecanismul formării lor. Pentru o mare perfect liniștită, vântul, practic, nu există. La o anumită viteză a vântului, straturile de la suprafață încep a se mișca, formând mici ondulații. Interesant este faptul că aceste ondulații nu se mișcă

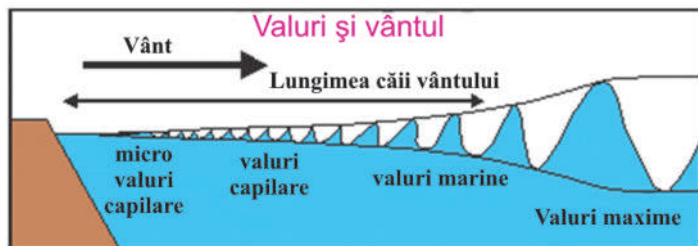


Fig. 4.7. Mecanismul de formare a valurilor.

exact în direcția vântului, ci sub un unghi de  $70-80^\circ$  față de direcția vântului. Ondulațiile la viteza minimă de  $0,23 \text{ m/s}$  cresc până la vălurele și încep să se miște în direcția vântului. În fig. 4.7 evoluția formării valurilor sub acțiunea vântului. La viteza vântului de  $7-11 \text{ km/h}$ , aceste valuri se mișcă la un unghi de  $30^\circ$  față de direcția vântului. Vântul, cu un anumit grad de turbulență, atinge suprafața apei și începe transferul de energie valurilor. Funcție de durată și distanță, dimensiunile valurilor se măresc pătratic până la maxim. Atunci când valoarea maximă a dimensiunii valurilor este atinsă, ele se mișcă mai încet decât vântul.

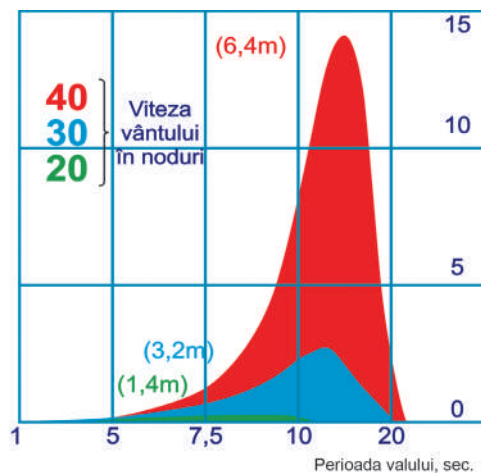


Fig. 4.8. Spectrul de energie totală dezvoltată de valuri pentru diferite viteze ale vântului.

La o anumită viteză a vântului, straturile de la suprafață încep a se mișca, formând mici ondulații. Interesant este faptul că aceste ondulații nu se mișcă

Atunci când viteza vântului crește, cantitatea de energie transferată apei crește cu mult mai rapid, proporțional cu puterea a 4<sup>a</sup> a vitezei vântului. Diagrama din fig. 4.8 indică energia spectrului de energie pentru viteze ale vântului de 20, 30, 40 noduri. Suprafața de sub curbe reprezintă energia totală a stării mării. Scara verticală este amplitudinea valului măsurată ( $Ax_A$ ) în  $\text{m}^2$ . O influență majoră asupra formării valurilor are așa-numitul parametru „Distanța de dezvoltare a valurilor”. În tabelul 5.3 sunt prezentați parametrii valului la diferite viteze ale vântului și distanța de dezvoltare a valurilor (scara Beaufort).

#### 4.2.4. Unele aspecte privind teoria valurilor

Valurile oceanice de suprafață sunt valuri mecanice, care se propagă de-a lungul interfeței „apă – aer”. Forțele de amortizare sunt produse de gravitație și pot fi referite la valuri gravitaționale superficiale. Când vântul bate, presiunea și forțele de frecare perturbă echilibrul suprafeței oceanului. Aceste forțe transferă energia vântului la apă, formând valuri. În cazul unui plan monocromatic liniar în apele adânci particulele de la suprafață se mișcă pe traiectorii circulare, creând valuri oceanice de suprafață ca o combinație de mișcări longitudinale (înainte și înapoi) și transversale (sus și în jos).

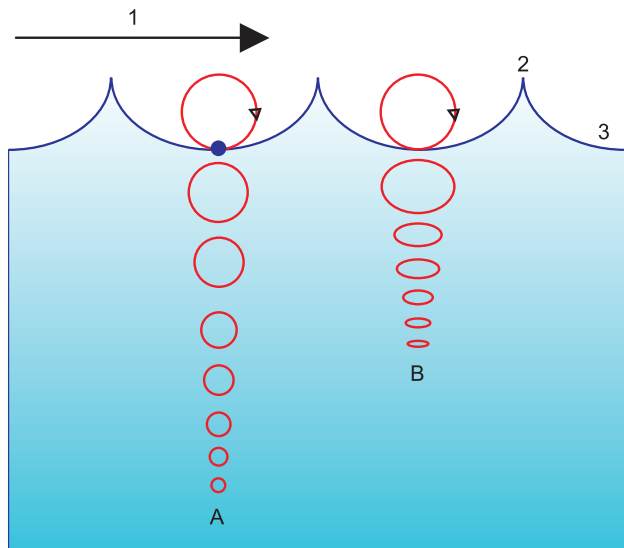


Fig. 4.9. Schema particulelor de apă în valurile apelor adânci propagării valurilor.

Dacă valurile se propagă în ape mici (unde adâncimea este mai mică de  $1/20$  lungimi ale valului) traiectoriile acestor particule sunt comprimate în elipse (B-fig.4.9)[6]. Când amplituda (înălțimea) valului crește, traiectoriile particulelor nu mai au forme alungite închise; mai degrabă, după trecerea fiecărei creste, particulele sunt deplasate puțin mai înainte, comparativ cu poziția anterioară, fenomen cunoscut ca **impulsul Stokes**. Conceptul fizic este prezentat în fig. 4.10.

Când adâncimea în ocean crește, raza mișcării circulare descrește. La o adâncime egală cu o jumătate din lungimea valului  $\lambda$ , mișcarea orbitală se reduce la zero. Viteza valului superficial este bine aproximată prin relația:

$$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi} + \tanh\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right)}, \quad (4.1)$$

unde:  $c$  este viteza de fază;  $\lambda$  – lungimea valului;  
 $d$  – adâncimea valului;  
 $g$  – accelerația de gravitație.

În apele adânci unde  $d \geq \frac{1}{2}\lambda$ , atunci  $\frac{2\pi d}{\lambda} \geq \pi$  și tangenta hiperbolică atinge 1,  $c$  în m/s se aproximează cu  $1,25\sqrt{g\lambda}$ , unde  $\lambda$  se măsoară în m. Această expresie

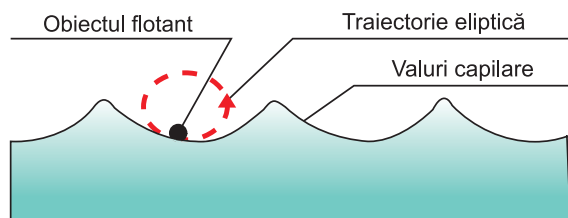


Fig. 4.10. Conceptul fizic al lucrului valurilor.

demonstrează că valurile cu diferite lungimi lucrează la diferite viteze. Cele mai rapide valuri în timpul uraganelor sunt cele cu cea mai mare lungime. În rezultat, când, după uragan valurile ajung la țărm, primele ajung valurile de lungime mare.

Mișcarea valurilor oceanice poate fi capturată de sisteme de energie a valurilor. Densitatea energetică (pe unitate de suprafață) a unor valuri sinusoidal regulate a apei pentru densitatea  $\rho$ , accelerația de gravitație  $g$  și lungimea valului  $h$ , care este egală cu două amplitude  $a$  se determină cu relația:

$$E = \frac{1}{8} \rho g h^2 = \frac{1}{2} \rho g a^2. \quad (4.2)$$

Viteza de propagare a acestei energii este viteza de grup. O aplicație practică importantă a științei valurilor este soluționarea 3D a ecuației crestei valului în timp [6].

Ecuatiile care descriu apele mici (numite și ecuațiile Saint Venant) sunt un set de ecuații care descriu curgerea sub acțiunea forței superficiale orizontale în fluid. Aceste ecuații pot fi utilizate în modelările atmosferice și oceanice, dar sunt mai simple decât ecuațiile primitive. Modelele ecuațiilor apelor mici au doar un nivel vertical, deci ele nu pot compensa orice factor care variază cu înălțimea. În general, valurile mari conțin mai multă energie. Energia valului este determinată de înălțimea valului, viteza valului, lungimea valului și densitatea apei. Mărimea valului este determinată de viteza vântului, de distanța la care vântul excită valurile, de adâncime și de topografia locației. Mișcarea valurilor este cea mai înaltă la suprafață și se reduce exponențial pe măsura creșterii adâncimii, însă energia valului este prezentă ca presiunea valurilor în apele adânci.

Energia potențială a unui set de valuri este proporțională cu înălțimea și pătratul perioadei valului. Valurile cu perioade mai mari au lungimi relativ mai mari și sunt mai rapizi. Energia potențială este egală cu energia cinetică (atunci când poate fi convertită). Energia valului se exprimă în kW/m (în locații de tip “linie de țărm”) și se calculează cu relația:

$$P = 0,5H^2T, \quad (4.3)$$

unde  $H$  este înălțimea valului, m;  $T$  – perioada valului, în s.

Relația de mai jos permite calcularea energiei produse de val. Excluzând valurile create de uragane mari, cele mai mari valuri au înălțimea de 15 m și au perioada de



15 sec. Conform acestei formule, astfel de valuri conțin aproximativ 1700 kW de energie potențială pe fiecare metru de lungime a valului. Locațiile cu cel mai mare potențial energetic al valurilor vor avea un flux de energie mai mic decât cel de mai sus: posibil cca 50kW/m.

**Câtă energie se poate obține din val?** Teoria liniară a valului presupune că mișcarea apei printr-un punct este sinusoidală. Perioada  $T$  pentru un val care trece prin acest punct poate fi exprimată prin:

$$T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}}, \quad (4.4)$$

unde  $\lambda$  este lungimea valului (m);  $g$  – gravitația ( $\text{kg/m}^2$ ).

Energia care se conține în val poate fi exprimată prin ecuația:

$$P = \frac{\rho g^2 a^2 T}{8\pi}, \quad (4.5)$$

unde  $a$  este amplitudinea (înălțimea) valului.

Conform tehnologiilor existente sunt trei tipuri de colectare a energiei valurilor:

- cu ajutorul sistemelor cu geamanduri;
- sisteme conturate fixate;
- coloane de apă oscilante.

**Ecuția valului.** Ecuția valului este o ecuație diferențială care descrie evoluția valului armonic în timp. Ecuția are forme ușor diferite funcție de modul cum valul este transmis și de mediul prin care trece. Considerând că un val unidimensional se mișcă de-a lungul unei axe  $x$  cu viteza  $v$  și amplitudinea  $a$  (care în general depinde de  $x$  și  $t$ ), ecuația este:

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 a}{\partial x^2}. \quad (4.6)$$

Tridimensional ecuația va fi:

$$\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 a}{\partial t^2} = \Delta a, \quad (4.7)$$

unde  $\Delta$  este Laplasian.

Soluția generală pentru ecuația valului într-o dimensiune a fost obținută de d'Alembert:

$$a(x, t) = F(x - vt) + G(x + vt) \quad (4.8)$$

Ecuția poate fi privită ca două pulsații care trec prin lungimea  $x$  în direcții diferite:  $F$  în direcția  $+x$ , și  $G$  – în direcția  $-x$ . Dacă vom substitui  $x$  cu direcțiile  $x, y, z$ , poate fi descrisă propagarea tridimensională a valului.

**Valurile migratoare.** Valurile care se mișcă se numesc valuri migratoare, sau valuri progresive și au disturbanța care variază funcție de timpul  $t$  și de distanță:

$$y(z, t) = A(z, t) \sin(kz - \omega t + \phi), \quad (4.9)$$

unde  $A(z, t)$  este amplituda suprafeței valului;  $k$  este numărul valului și  $\phi$  este faza.

Viteza de fază a acestui val va fi:

$$v_p = \frac{\omega}{k} = \lambda f, \quad (4.10)$$

unde  $\lambda$  este lungimea valului.

Ca și în cazul altor tipuri de unde, energia valurilor este proporțională cu pătratul înălțimii lor. De exemplu, un val de 3 m înălțime are de 9 ori mai multă energie decât un val de 1 m înălțime. Valurile au direcție și viteză. Valurile marelce cauzate de erupțiile vulcanului subacvatic din Chile în mai 1960 a parcurs distanța de 6000 mile marine (11.000 km) până la Noua Zeelandă în aproximativ 12 de ore, atingând viteza de aproximativ 900 km/h.

Relația dintre viteza valurilor superficiale lungi și adâncimea lor în apele mici se prezintă prin formula:

$$c^2 = gd \frac{p_2 - p_1}{p_2} \quad (4.11)$$

unde  $c$  este viteza valului;  $g$  – accelerația căderii libere (9.8066 m/s<sup>2</sup>);  $d$  – adâncimea valului, m;  $p_2$  – densitatea apei (=1);  $p_1$  – densitatea aerului.

Relația arată că viteza valurilor crește odată cu creșterea adâncimii valurilor și diferența relativă a densităților mediilor. Pentru ocean cu adâncimea de 4000 m viteza va fi:

$$v \approx \sqrt{10 \times 40000} = 200 \text{ km} / \text{s} = 720 \text{ km} / \text{h}. \quad (4.12)$$

În apele adânci relația între viteza valurilor superficiale lungi și adâncimea lor se prezintă prin formula:

$$l = \frac{gt^2}{2\pi}, \quad (4.13)$$

unde  $l = tc$  pentru toate cazurile de valuri. Înclocuind în ecuația de mai sus obținem:

$$c = \frac{gt}{2\pi} \text{ ori } t = 0,641c \text{ (s)}, \quad (4.14)$$

unde  $t$  este perioada valului (s),  $f$  – frecvența valurilor;  $l$  – lungimea valurilor (m). Se poate calcula  $c$  și  $l$  prin perioada valurilor  $t$  (s):

$$c = 1,56t \text{ (m/s)} = 5,62 \text{ (km/h)}, \quad l = 1,56t^2 \text{ (m)}.$$

Aceste valuri cu perioada de 10 s, care se mișcă cu viteza de 56 km/h cu lungimea valului de aproximativ 156 m poate produce în 24 de ore valuri cu perioade de 17 s și lungimi de 450 m.

### 4.3. Sisteme tehnice de captare a energiei valurilor elaborate de autor

Între sursele de energie curate și nonpoluante, energia valurilor mărilor și oceanelor este una dintre cele mai abundente și valorificabile. Potențialul energiei valurilor este estimat la 219 gigawat de-a lungul Coastei Uniunii Europene, sau mai mult de 180 TW/h fiecare an. Diferite dispozitive au fost elaborate pe parcursul anilor pentru extragerea energiei valurilor, exploatând forța de ridicare a valurilor cu ajutorul corpurilor flotante.

În pofida faptului că Republica Moldova nu este riverană unei mări sau ocean, domeniul în cauză prezintă interes, în primul rând, sub aspectul colaborării internaționale. Luând în considerație importanța domeniului în Centrul de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile (CESCER) al Universității Tehnice a Moldovei se efectuează cercetări, care se află la stadiul incipient. În acest plan, au fost elaborate, la nivel conceptual, o serie de soluții tehnice de instalații pentru captarea energiei valurilor, care sunt protejate cu 6 brevete de invenție. În viitor, se preconizează elaborarea, în baza acestor invenții, a unor modele de laborator și testarea lor în condiții de laborator.

#### 4.3.1. Instalații de conversie a energiei valurilor

##### 4.3.1.1. Instalații tip turn fix și corpuri plutitoare

Instalațiile de acest tip fac parte din categoria centralelor energetice de litoral și se bazează pe utilizarea unui turn fix și a unor corpuri plutitoare, legate articulat cu turnul. În continuare vor fi examinate două soluții tehnice brevetate de autori. Instalația (fig. 4.11,a,b) [7] include corpul plutitor 1, legat cu ajutorul batiului 2 cu turnul 3,

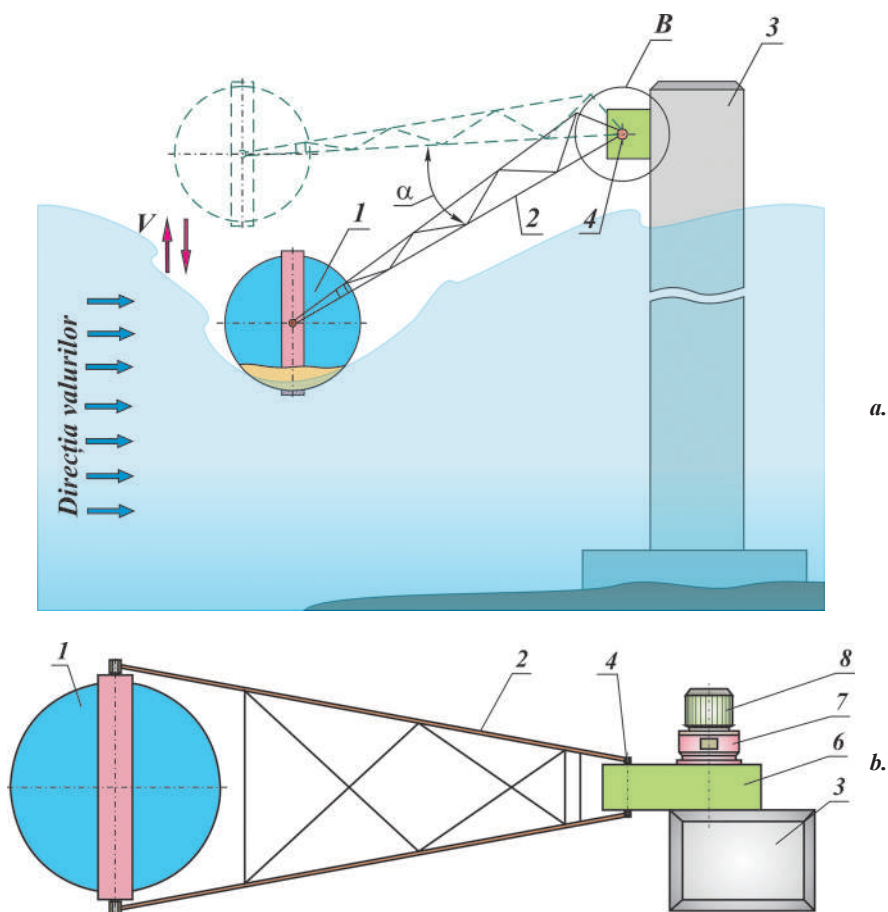


Fig. 4.11. Instalație pentru conversia energiei valurilor.

prin intermediul arborelui 4, formând împreună cu sectorul dințat 5 (fig. 4.11) o pârghie. Sectorul 5 este legat cinematic cu roțile dințate ale transmisiei 6. Mișcarea alternativă de rotație a sectorului 5 este transformată, prin intermediul transmisiei 6 în mișcare de rotație unisens a arborelui de ieșire, iar arborele de ieșire al mecanismului de transformare a mișcării 6, este legat, prin intermediul unui multiplicator 7, cu un generator electric 8. În scopul uniformizării mișcării de rotație pe arborele de ieșire al multiplicatorului 7 este fixat un volant. La deplasarea valurilor cu o anumită perioadă  $\lambda$  în direcția indicată în fig. 4.11,a, corpul plutitor 1 va efectua mișcări în plan vertical. La o perioadă a valului, corpul va efectua o mișcare egală cu înălțimea valului (amplitudinea). Elementul de forță de ridicare, dezvoltat de corpul plutitor la mișcarea verticală, se determină cu ecuația lui Morison:

$$dF = \pi\rho \frac{D}{4} C_M v^2 + \frac{\rho}{2} DC_D |v|v, \quad (4.16)$$

unde  $D$  este diametrul corpului rotitor,

$\rho$  – densitatea fluidului;

$v$  – viteza de ridicare a corpului plutitor;

$C_M$  și  $C_D$  – coeficienți, care depind de forma geometrică a corpului, numărul Reynolds și numărul lui Keulegan–Carpenter (pot fi determinați empiric, experimental sau prin modelare CFD la calculator).

În continuare, forța sumară  $F_p$ , dezvoltată de corpul plutitor  $1$ , se va transmite prin brațele  $l_1$  și  $l_2$  la sectorul dințat  $5$ :

$$F_5 = F_1 \frac{l_1}{l_2}. \quad (4.17)$$

Momentul de torsiune dezvoltat de această forță va fi transmis prin angrenajul  $6$  și multiplicatorul  $7$  generatorului electric  $8$ . Mișcarea alternativă de rotație a barelor  $7$  și, respectiv, a sectorului dințat  $5$ , se transformă și se multiplică prin angrenajul  $6$  și multiplicatorul  $7$  în mișcare de rotație continuă, care este transmisă generatorului electric  $8$ . Energia valurilor este

pulsatoare în limite foarte largi și periodicitatea este mare – de la 1–2 secunde până la 10–20 secunde. În acest caz, pentru funcționarea normală a stației este necesar un volant. În general, energia valurilor este constantă pentru o perioadă lungă de timp – de câteva ore. Pentru a reduce neuniformitatea rotirii rotorului generatorului electric  $8$  și pentru a îmbunătăți calitatea curentului produs, pe arborele de ieșire al multiplicatorului  $7$  este amplasat volantul  $10$ . Soluția propusă prezintă avantajul unei construcții simple, ușor de întreținut și cu randament ridicat. Datorită asigurării unui braț de acțiune a forțelor de ridicare a valurilor, la arborele de intrare se transmite un moment multiplicat, fapt ce asigură o majorare a energiei transformate.

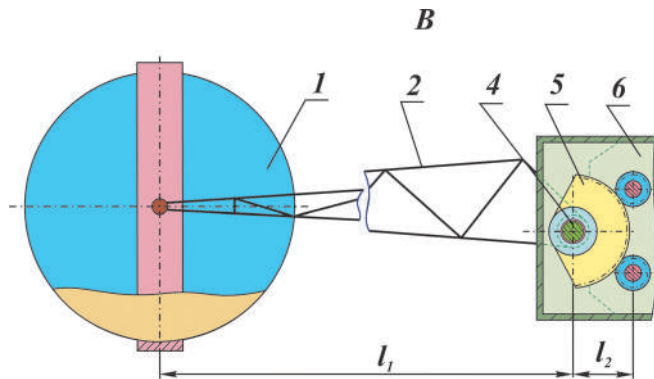


Fig. 4.12. Instalație pentru conversia energiei valurilor cu sumator al mișcărilor alternative.

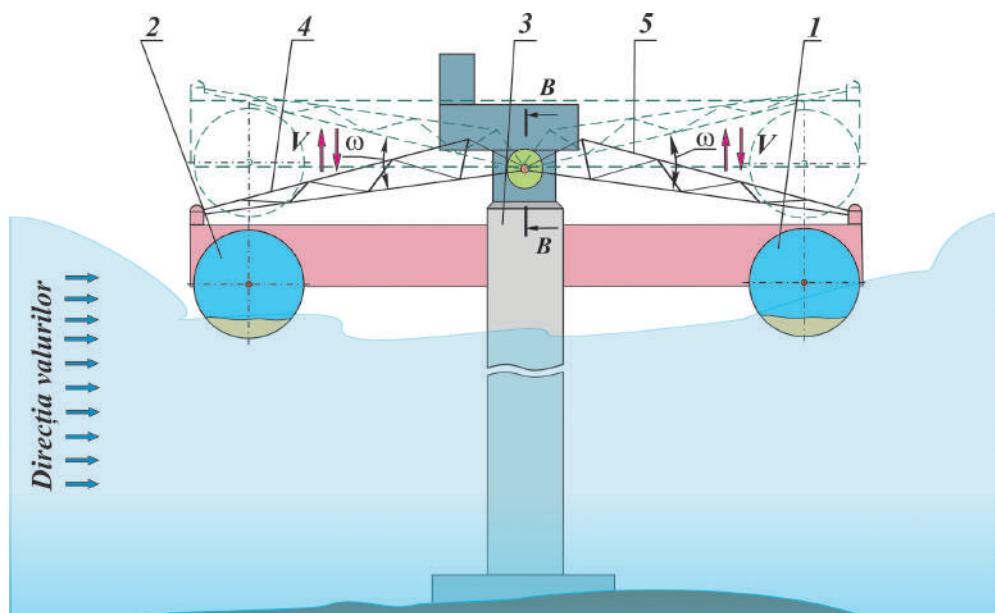


Fig. 4.13. Instalație pentru conversia energiei valurilor.

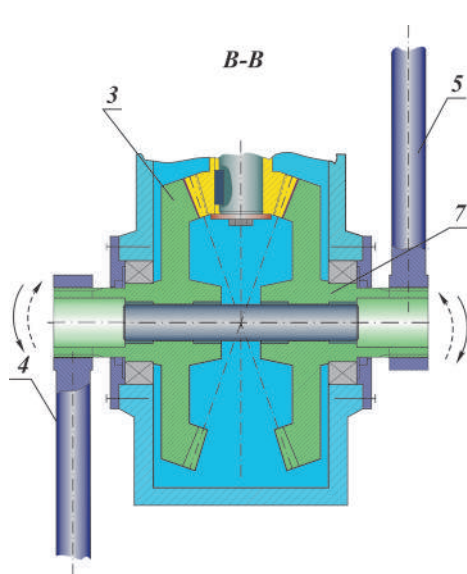


Fig. 4.14. Sumator al mișcărilor alternative de rotație și transformarea lor în mișcare unisens pentru sisteme de conversie a energiei valurilor.

În instalația (fig. 4.13) [8], corpurile plutitoare sferice sau cilindrice 1 și 2 sunt amplasate de ambele părți ale turnului fix 3 și legate cu el articulat prin intermediul a două brațe 4 și 5. Deoarece brațele 4 și 5 vor fi antrenate de corpurile plutitoare 1 și 2 în mișcări alternative de rotație cu direcții diferite, pentru adunarea acestor mișcări a fost elaborat un sumator de mișcare cu roțile dințate conice 6 și 7, legate fix cu brațele 4 și 5 (fig. 4.14). Mișcarea sumară se multiplică și se transmite generatorului electric în mod similar instalației din fig. 4.11. Corpurile plutitoare sferice sau cilindrice 1 și 2 pot fi executate în forma unui singur corp plutitor toroidal care, având o suprafață de contact cu apa mai mare, va asigura un coeficient majorat de conversie a energiei valurilor. De asemenea, amplasarea simetrică a brațelor față de turnul fix îi asigură instalației stabilitate.

#### 4.3.2.2. Instalații tip DUCK

Instalațiile de acest tip fac parte din categoria centralelor energetice plutitoare și se bazează pe utilizarea unor corpuri plutitoare legate în lanț articulat. Principiul de funcționare al acestui tip de instalații a fost descris în p.5.4 al prezentului capitol.

Instalația prezentată în fig. 4.15 [9] reprezintă o variantă a instalației de tip „DUCK” și include corpurile flotabile 1, amplasate pe arborele fix 2 (fig. 4.16), care este ancorat cu cablul de ancorare 3. Corpul flotabil 1 include carcasa 4 de formă ovală, executată din material plastic, având partea submersată în apă cu dimensiuni mai mari decât partea exterioară. Carcasa 4 este instalată pe arborele fix 2 cu posibilitatea rotirii alternative limitate față de el. Pe capătul arborelui fix 2 este instalat un disc 5 și o bară cu două găuri executate la o distanță între ele, prin care este trecut cablul de ancorare 3. Centrul de greutate al corpului plutitor „DUCK” este deplasat spre partea de jos a lui prin umplerea lui cu material masiv. În carcasa 4 este amplasat un mecanism de sumare a mișcărilor de rotație alternative numit sumator.

Sumatorul (fig. 4.17) include roata conică 6 angrenată cu pinionul conic 7, pe flanșa interioară a căruia este executată suprafața toroidală 8, cu care contactează discurile 9 și 10, osiile cărora sunt legate articulat cu bucea 11, fixată rigid pe carcasa generatorului electric 12. Discurile 9 și 10 contactează cu părțile diametral opuse cu suprafața toroidală a roții de fricțiune 13. Pe butucul roții de fricțiune 13, legată rigid cu rotorul generatorului electric 12, este fixat un mecanism inerțional 14, legat cinematic printr-un sistem de pârghii cu osiile discurilor 9 și 10. Acest mecanism inerțional asigură uniformizarea vitezei de rotație a roții de fricțiune.

Teoria liniară a undelor arată că mișcarea unui punct de la suprafața valurilor este sinusoidală. La deplasa-

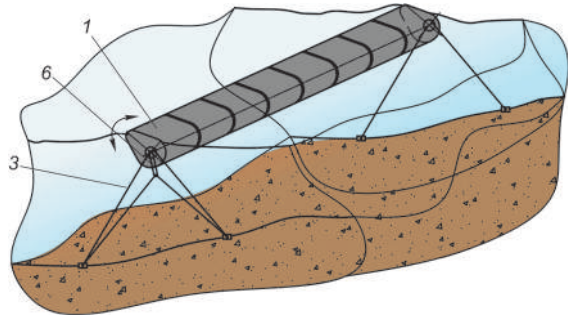


Fig. 4.15. Instalație plutitoare pentru conversia energiei valurilor (tip DUCK).

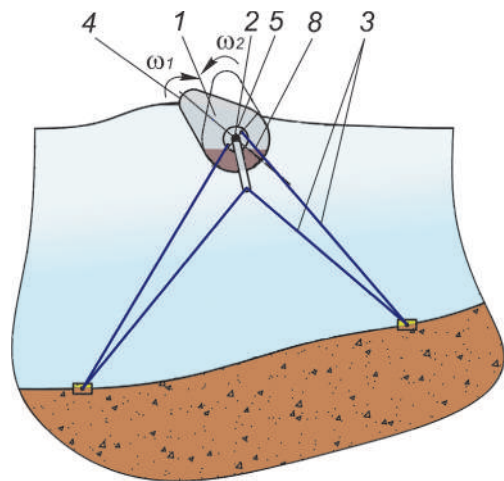
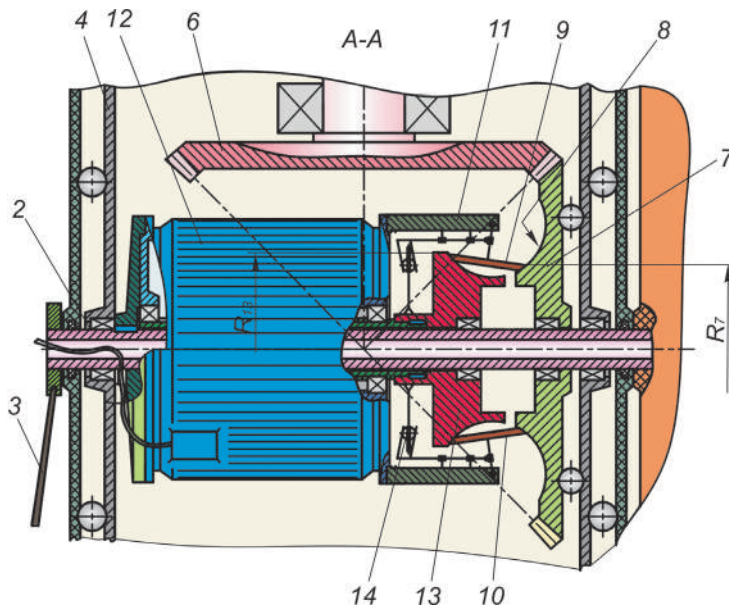


Fig. 4.16. Corpul plutitor tip DUCK (cu contra-greutate pentru readucerea lui în poziție inițială).



**Fig. 4.17.** Sumator al mișcărilor alternative de rotație în baza transmisiei dințate conice și a variatorului toroidal cu fricțiune pentru sisteme de conversie a energiei valurilor.

rea valurilor cu o anumită lungime de undă  $\lambda$  în direcția indicată în fig.4.15, 4.16, corpul plutitor 1 va efectua mișcări alternative de rotație în jurul axei arborelui fix 2. Perioada  $T$  a unei valului, care mișcă un punct, poate fi exprimată prin expresia:

$$T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}}, \quad (4.18)$$

unde  $\lambda$  este lungimea de undă (m).

Puterea conținută într-un val poate fi exprimată în funcție de lungimea de undă (kW/m) prin următoarea expresie:

$$P = \frac{\rho g^2 a^2 T}{8\pi}, \quad (4.19)$$

unde  $a$  este amplitudinea valului (m).

Această putere acumulată în valul de apă poate fi transformată în energie electrică cu ajutorul corpurilor plutitoare 1 (fig. 5.41). Mișcarea de rotație  $\omega_1$  a corpului plutitor 1 generată de valul de apă cât și mișcarea de rotație  $\omega_2$  la revenirea lui sub acțiunea contragreutății se transmite carcasi rotitoare 4 a sumatorului (fig. 4.17), în care aceste două mișcări de rotație alternativă se sumează într-o mișcare de rotație unisens.



În sumatorul prezentat în fig. 4.17 mișcarea de rotație a pinionului conic 6 se transmite prin intermediul discurilor 9 și 10 roții de fricțiune 13 și, în continuare, rotorului generatorului 12. Raportul de transmitere sumar este:

$$i_{\Sigma} = i_{\Sigma 1} \cdot i_{2var}, \quad (4.20)$$

unde

$$i_{2var} = \frac{R_{13var}}{R_{7var}}, \quad (4.21)$$

iar  $R_{13var}$  și  $R_{7var}$  sunt razele de contact ale discurilor 9 și 10 cu suprafețele toroidale ale roților de fricțiune 7 și 13.

În rezultat se va modifica raportul de transmitere și uniformiza turația la rotorul generatorului electric. Cinematica sumatorului permite egalizarea parțială a valorilor componentelor vitezei unghiulare sumare a rotorului generatorului electric compuse de componentele  $\omega_1$  și  $\omega_2$ , și, deci, îmbunătățirea calității curentului electric produs.

În instalația de captare a energiei valurilor [10] spre deosebire de instalația precedentă readucerea corpurilor Duck 1 în poziția inițială se efectuează prin intermediul unui sistem de elemente arcuite 2 instalate între flanșa discului rotitor 3 și a părții fixe 4 (fig. 4.18). O parte din energia înmagazinată în aceste elemente arcuite la decompresia lor readuce elementele DUCK în poziția inițială (de până la acțiunea valului). Sumarea mișcărilor alternative de rotație se efectuează prin intermediul unui sumator bazat pe utilizarea transmisiilor planetare precesionale coaxiale 18 în mai multe trepte și a unui sistem de cuplaje unisens (fig. 4.19). Acest sistem conduce la egalizarea parțială ca valoare a componentelor vitezei unghiulare sumare a arborelui-manivelă și, deci, îmbunătățirea calității curentului electric produs.

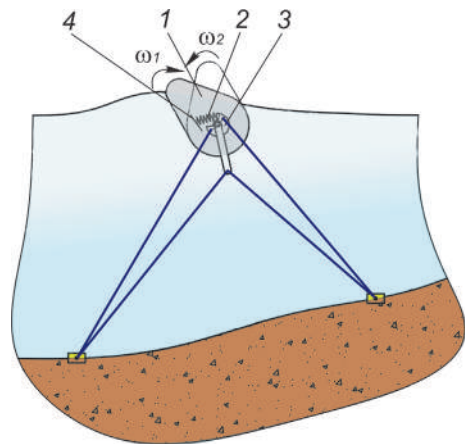


Fig. 4.18. Corpul plutitor tip DUCK (cu elemente arcuite pentru readucerea în poziție inițială).

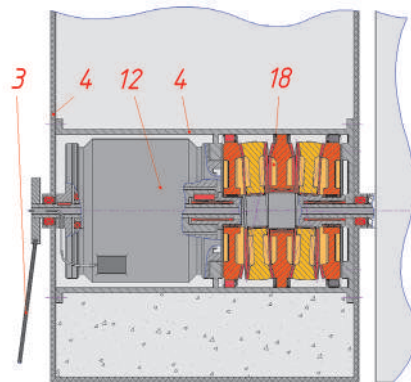


Fig. 4.19. Sumator al mișcărilor alternative de rotație cu transmisie precesională pentru sistemul de conversie a energiei valurilor.

### 4.3.2. Mecanisme de sumare a mișcărilor de rotație alternativă pentru instalații de conversie a energiei valurilor

În majoritatea instalațiilor de conversie a energiei valurilor amplituda unei valurilor este transformată în mișcare alternativă de rotație. Generatoarele electrice au, însă, nevoie de mișcare de rotație unisens și multiplicată. În acest scop se utilizează mecanisme speciale pentru transformarea mișcării.

**Mecanismul pentru transformarea mișcării** (fig.4.20,a,b) [11] include arborele de intrare 1, pe care este instalat sectorul dințat 2, și două trepte de transmisii cu roți dințate. Prima treaptă include roata dințată 3, fixată pe arborele 4, roata dințată 5, în butucul căreia este amplasat cuplajul unisens 6. Roata dințată 7 este fixată pe arborele 8, pe care este fixată roata dințată 9. Roata dințată 10 este fixată pe arborele de ieșire 11. Treapta a doua include roata dințată 12, fixată rigid pe arborele 13, pe care, prin intermediul cuplajului unisens 14 este instalată roata dințată 15. Cuplajul unisens 14 este instalat pe arbore cu funcționare în sens opus comparativ cu cuplajul unisens 6. Arborele de intrare 1 este acționat prin două fluxuri de manivela 16. Mișcarea alternativă de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_1$  se transmite de la manivela 16 prin arborele de intrare 1 la sectorul dințat 2. De la sectorul dințat 2 mișcarea alternativă de rotație se transmite concomitent la două trepte de transmisii cu roți dințate. În prima treaptă mișcarea alternativă de rotație de la sectorul dințat 2 este preluată prin angrenare de roata dințată 3 și se transmite prin arborele 4 - cuplajul unisens 6 la roata dințată 5. De la roata dințată 5 mișcarea de rotație numai într-un singur sens cu viteza unghiulară  $\omega_4$  (sensul mișcării de rotație corespunde cu direcția mișcării de rotație, în care cuplajul unisens 6 cuplează arborele 4 cu roata dințată 5) se transmite prin angrenare cu roata dințată 7 prin arborele 8 la roata dințată 9. De la roata dințată 9 mișcarea de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_8$  se transmite prin angrenare cu roata dințată 10 la arborele de ieșire 11. În a doua treaptă mișcarea alternativă de rotație de la sectorul 2 este preluată prin angrenare de roata dințată 12 și transmisă prin arborele 13 – cuplajul unisens 14 la roata dințată 15. De la roata dințată 15 mișcarea de rotație numai într-un singur sens cu viteza unghiulară  $\omega_{13}$  (sensul mișcării de rotație corespunde cu direcția mișcării de rotație în care cuplajul unisens 14 cuplează arborele 13 cu roata dințată 15) se transmite prin angrenare cu roata dințată 10 la arborele de ieșire 11. Cuplajele unisens 6, 14 sunt montate astfel ca mișcarea alternativă de rotație într-o direcție să fie transmisă de pe arborele 4 pe roata dințată 5, iar în direcție opusă să fie transmisă de pe arborele 13 pe roata dințată 15. Astfel pe arborele de ieșire 11 se obține o mișcare de rotație continuă într-o singură direcție cu viteza unghiulară  $\omega_{11}$ . Pentru ca viteza unghiulară  $\omega_{11}$  transmisă de treptele de transmisie unu și doi pe arborele de ieșire 11 să fie egală este necesar să se respecte egalitatea:

$$i_{2,3} \cdot i_{5,7} \cdot i_{9,10} = i_{2,12} \cdot i_{15,10} \quad (4.22)$$

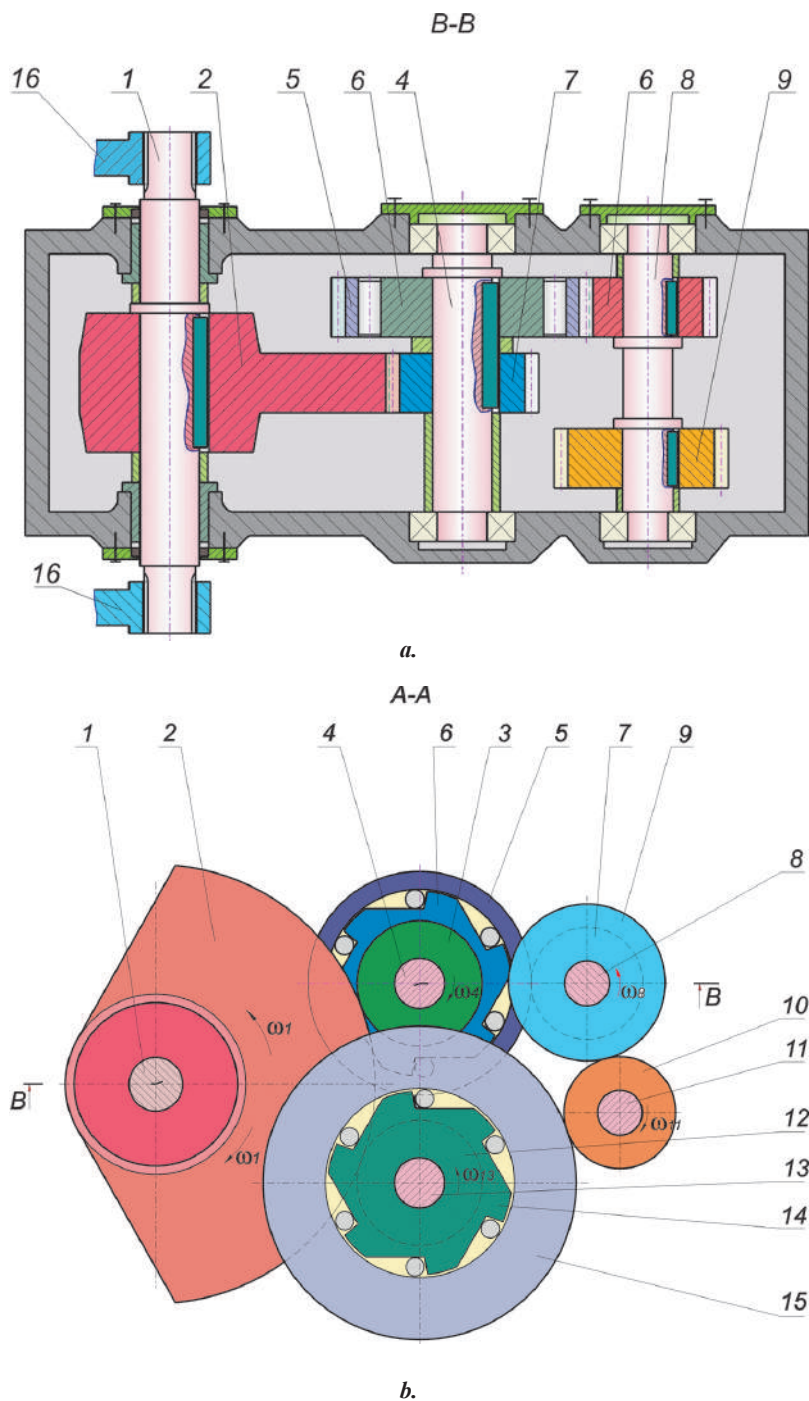


Fig. 4.20. Mecanism pentru transformarea mișcării de rotație alternative în mișcare de rotație unisens pentru sistemul de conversie a energiei valurilor.

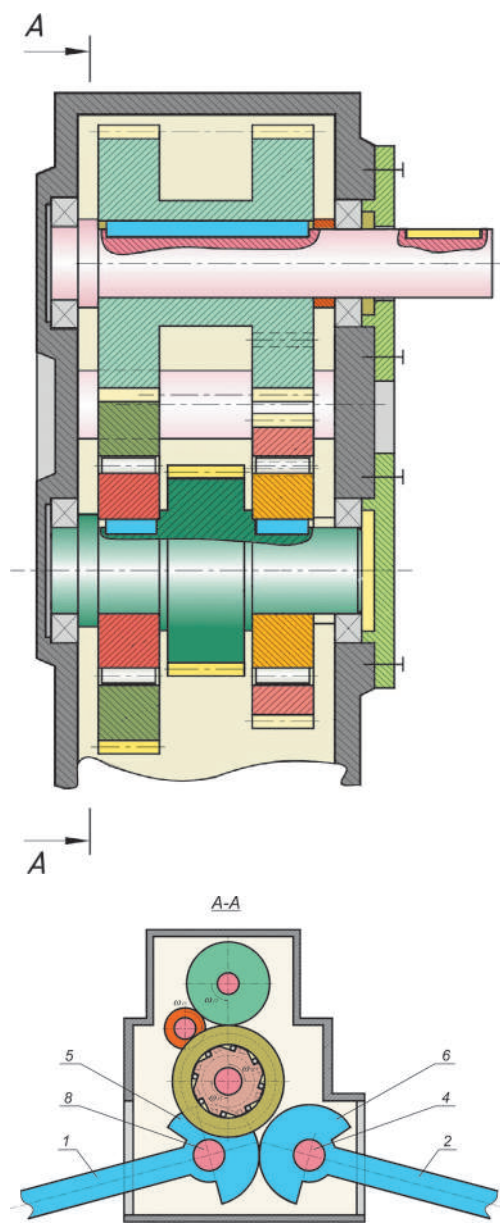


Fig. 4.21. Mecanism pentru transformarea mișcării alternative de rotație în mișcare de rotație unisens pentru sistemul de conversie a energiei valurilor.

unde  $i_{2,3}$  este raportul de transmitere al treptei roților dințate 2 și 3;

$i_{5,7}$  – raportul de transmitere al treptei roților dințate 5 și 7;

$i_{9,10}$  – raportul de transmitere al treptei roților dințate 9 și 10;

$i_{2,12}$  – raportul de transmitere al treptei roților dințate 2 și 12;

$i_{15,10}$  – raportul de transmitere al treptei roților dințate 15 și 10.

Construcția mecanismului elaborat asigură la ieșire obținerea unei mișcări mai uniforme, dinamicitate redusă și fiabilitate sporită.

**Mecanismul pentru transformarea mișcării** (fig. 4.21)[11] funcționează analogic mecanismului din fig.4.20. Acest mecanism se deosebește constructiv prin asigurarea transmiterii energiei valurilor prin două fluxuri separate de la două corpuri plutitoare. Această posibilitate este asigurată prin pârghiile 1 și 2, fixate pe arborii 3 și 4 și angrenate între ele prin intermediul sectoarelor dințate 5 și 6. Sumarea mișcărilor alternative de rotație și transformarea lor în mișcare de rotație unisens este analogică mecanismului prezentat în fig. 4.20.


**În mecanismul pentru transformarea mișcării** [12] transmiterea energiei valurilor se efectuează, de asemenea, prin două pârghii angrenate între ele printr-un sistem de roți dințate conice. Sumarea mișcărilor alternative de rotație și transformarea lor în mișcare de rotație unisens este analogică mecanismului prezentat în fig. 4.20.

## **Bibliografie**

1. <http://www.renewableenergyaccess.com/rea/news>
2. Pat McCULLEN, ESBI; Bob MEIR, UK; Aodhan FITZGERALD, Marine Institute; Paul BREWSTER, ClearPower Technology. Ocean Energy: Development & Evaluation Protocol. Always work to plan but be prepared to improvise. Part 1 : Wave Power HMRC. September 2003.
3. Rudkin, E.J. and Loughnan, G.L. (2001); Vortec – the marine energy solution; Marine Renewable Energy Conference 2001; Newcastle, UK.
4. Garrison, I. Introductory Oceanography. Chapter 10. Ocean Waves & Standing Waves. Reading Assignment. <http://www4.ncsu.edu/eos/users/c/ceknowle/public/chapter10/part1.html>
5. J. Floor Anthoni. Oceanography: waves. 2000. [www.seafriends.org.nz/oceano/waves.htm](http://www.seafriends.org.nz/oceano/waves.htm)
6. Jay Holben Understanding and Utilizing the Secrets of Waves <http://www.boat-safe.com/nauticalknowhow/Dry>
7. I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, R. Ciobanu, O. Ciobanu, A. Sochireanu. Brevet nr. 2989 (MD), CIB F 03 B 13/12; F 03 B 13/18. Stație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică / UTM - Nr. 2005 0063 Decl. 04.03.2005; Publ. BOPI – 2006.- Nr.2.
8. I. Bostan, F. Ionescu, V. Dulgheru, V. Bostan, T. Cozma, A. Sochireanu. Brevet nr. 2990 (MD), CIB F 03 B 13/12; F 03 B 13/18. Instalație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică / UTM - Nr. 2005 0066. Decl. 04.03.2005; Publ. BOPI – 2006.- Nr.2.
9. I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, I. Dicusară, T. Cozma. Brevet nr. 3542 (MD), CIB F 03 B 13/10; F 03 B 13/14; E 02 B 9/08 Instalație de conversiune a energiei valurilor (variante) / UTM - Nr. 2005 0134. Decl. 16.5.2005; Publ. BOPI – 2008.- Nr.3.
10. I. Bostan, V. Dulgheru, T. Cozma, R. Ciobanu, O. Ciobanu. Brevet nr. 3543 (MD), CIB F 03 B 13/10; F 03 B 13/14; E 02 B 9/08. Instalație de conversiune a energiei valurilor (variante) / UTM - Nr. 2005 0160. Decl. 06.06.2005; Publ. BOPI – 2008.- Nr.3.
11. I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, R. Ciobanu, A. Sochireanu. Brevet nr. 3017 (MD), CIB F 16 H 21/40. Mecanism de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de / UTM - Nr. 2005 0076. Decl. 15.03.2005; Publ. BOPI – 2006.- Nr.3.
12. I. Bostan, V. Dulgheru, V. Bostan, T. Cozma, A. Sochireanu. Brevet nr. 2996 (MD), CIB F 16 H 21/40 Mecanism pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională (variante) / UTM - Nr.2005 0075. Decl.15.03.2005; Publ. BOPI – 2006.- Nr.2.




## 5. POSTERE CU INVENȚII PREZENTATE LA EXPOZIȚII „CERCETARE, INOVARE ȘI TRANSFER TEHNOLOGIC”. APECIERI INTERNAȚIONALE



# Technical University of Moldova

Chișinău



## HYDRAULIC STATION

**Achievements of Exhibition:**  
*EUROEX 2004 - gold medal;*  
*ECOINVENT 2005, Iași - gold medal;*  
*INNOVENT 2005, 2005 - 2 gold medals;*  
*Genova 2001, 2004 - 2 silver medals.*

**Technical characteristics**

- Utilization of hydrodynamic effect of NACA aerodynamic profiles.
- Automatic positioning of NACA-type blades depending on water stream direction.
- KNOW - HOW in systematic optimization: NACA profile - variable positioning of blades depending on the speed and flowing regime of water - parameters of blades position control device.
- KNOW - HOW in technical solutions:
  - diminishing water turbulence in particular zones of blades action;
  - provision of blade position steadiness under an entering angle which is optimal for efficient energy conversion;
  - diminishing of the forces, which have a negative influence on the joints of the cinematic chain;
  - total neutralization of the hydrodynamic effect (M=0).

**Ion BOSTAN, Dr. Sc., Academician, Prof., rector;**  
**Valeriu DULGHERU, Dr. Sc. Assoc. Prof., Head of the Department;**  
**Viorel BOSTAN, Ph.D. senior lecturer; Anatol SOCHIREANU, university lecturer;**  
**Oleg CIOBANU, postgraduate student; Radu CIOBANU, postgraduate student;**  
**Nicolae TRIFAN, university lecturer.**

**Patents nr.:**  
**2991 MD,**  
**2992 MD,**  
**2993 MD.**

Rotor diameter, m	1.4	Streaming speed of water, m/s	1	1.3	1.6
Number of blades	5	Rotor torque moment, Nm	1200	1900	2600
Blade dimensions:		Multiplying ratio	273.5	273.5	273.5
- Chord length, m	1.3	Permanent magnets generator power, kW	1.8	3.0	4.8
- Root height of blade, m	1.8	Hydraulic pump efficiency, %	1200	2000	3200

**Permanent magnets generator**

**Orientation device of blades with KNOW-HOW elements**

**Electromechanical module "Planetary precessional multiplier-permanent magnets generator"**

**Multiplier with Novicov gearing**

**Adjustable blades rotor**

**Blade with hydrodynamic NACA profile**

**Centrifugal pump**

**Curvilinear shape of blades provide rotor high efficiency.**


**Jolting mechanism between micro-hydro-power station and river bank provide vertical position to the principal axle for any level of flowing water.**

**N=300-500 min;  
Q=40 m<sup>3</sup>/hours.**

**Pilot installation of hydraulic station is at the fabrication phase and will be mounted on Prut River, near Stoienesti village, Cantemir district, in June 2006.**

*Technical University of Moldova*  
*Str. Stefan cel Mare, 168*  
*MD 2004, Chișinău*  
*Republic of Moldova*

*Tel: (3732)23-78-61*  
*44-50-88*  
*Fax: (3732)44-50-88*  
*e-mail: precesie.cud@mail.tum.md*





# Universitatea Tehnică a Moldovei

## MICROHIDROCENTRALĂ PENTRU CONVERSIA ENERGIEI CINETICE A APEI RÂURILOR



Ion BOSTAN, Dr. hab. academician, profesor universitar, rector;  
 Valeriu DULGHERU, Dr. hab., conferențiar universitar, șef catedră;  
 Viorel BOSTAN, dr. conferențiar universitar; Anatol SOCHIREANU, dr. lector superior;  
 Oleg CIOBANU, lector universitar; Radu CIOBANU, lector universitar;  
 Nicolae TRIFAN, lector superior.



Aprecieri Expoziții:  
 NRCT 2008, China - medalie de argint;  
 FOOD & DRINKS, FOOD TECHNOLOGY,  
 Molitexpo 2008 - diplomă.

### PROTOTIPUL INDUSTRIAL AL MICROHIDROCENTRALEI CU CINCI PALE



Pompă centrifugă



$N=500-500 \text{ min}^{-1}$ ;  
 $Q=40 \text{ m}^3/\text{ora}$ .

Multipliator precesional



### PROTOTIPUL INDUSTRIAL AL MICROHIDROCENTRALEI CU TREI PALE



Mecanismul de legătură a microhidrocentralei cu vârful axului principal poziție verticală în orice nivel al apei curgătoare.

#### Caracteristica tehnică

Diametrul rotorului, m	4
Numărul paletelor	5
Dimensiunile paletelor:	
- Lungimea cordului, m	1,3
- Înălțimea efectivă a paletelor, m	1,4
Viteza de curgere a apei, m/s	1 1,3 1,6
Momentul de torsiune la rotor, Nm	1200 1900 2800
Raportul de multiplicare	273,5 273,5 273,5
Productivitatea pompei hidraulice, m <sup>3</sup> /24ore; înălțimea pomparei 10m	1200 2000 3200

#### Caracteristica tehnică

Diametrul rotorului, m	4
Numărul paletelor	3
Dimensiunile paletelor:	
- Lungimea cordului, m	1,3
- Înălțimea efectivă a paletelor, m	1,4
Viteza de curgere a apei, m/s	1 1,3 1,6
Momentul de torsiune la rotor, Nm	1200 1900 2800
Raportul de multiplicare	273,5 273,5 273,5
Puterea generatorului cu magneti permanenți, kW	3 5,5 10

#### Caracteristica nivelului tehnic

- Utilizarea efectului hidrodinamic al profilului aerodinamic NACA.
- Positionarea automată a paletelor cu profil NACA funcție de cursul apei.
- KNOW - HOW în optimizarea sistemică: profil NACA - poziționarea variabilă a paletelor funcție de viteza și regimul de curgere a apei - parametrii mecanismului de dirijare a poziției paletelor.
- KNOW - HOW în soluțiile tehnice:
  - de diminuare a turbulenței apei în zonele individuale de acțiune ale paletelor;
  - de asigurare a stabilității poziției paletelor la unghiul de atac optim pentru conversiunea eficientă a energiei;
  - de diminuare a șarjelor cu influența negativă asupra cuplului lanțului cinematic;
  - de neutralizare integră a efectului hidrostatic ( $M=0$ ).

### COMPONENTE FABRICATE ALE PROTOTIPULUI INDUSTRIAL A MICROHIDROCENTRALEI

Generator electric cu flux radial cu magneti permanenți



$P=10 \text{ kW}$ ;  
 $n=375 \text{ min}^{-1}$ .

- Puterea dezvoltată - 3-10 kW pentru viteza de curgere a apei  $v=1-1,6 \text{ m/s}$ ;  
 - Eficiența înaltă - coeficientul Betz - până la 0,5 (teoretic este 0,593), asigurat de orientarea optimă a paletelor față de cursanții de apă și utilizarea profilului hidrodinamic al paletelor.

Rotorul cu trei pale



Universitatea Tehnică a Moldovei  
 Bd. Ștefan cel Mare, 168  
 MD 2004, Chișinău Republica Moldova

Tel: (373 22) 50-99-88  
 Fax: (373 22) 50-99-39  
 e-mail: precesia.cud@mail.utm.md





Universitatea Tehnică a Moldovei



# MINIHIDROCENTRALĂ CU AX VERTICAL

**Autori:** Ion BOSTAN, Dr. hab. academician, profesor universitar, rector;  
Valeriu DULGHERU, Dr. hab., conferențiar universitar, șef catedră;  
Viorel BOSTAN, dr. lector superior; Anatol SOCHIREANU, lector universitar;  
Oleg CIOBANU, doctorand; Radu CIOBANU, doctorand;  
Ion DICUSARA, lector universitar.

**Aprecieri la expoziții:**  
EUROEX 2001 - medalie de aur;  
ECONVENT 2003, Iași - medalie de aur;  
INNOVENT 2003, 2005 - 2 medalii de aur;  
GENEVA 2001, 2004, 2006 - 1 medalie de aur și 2 medalii de argint;  
INVENTICA, 2006, Iași - 1 medalie de aur.

**Destinație:** Crearea minihidrocentralei în baza utilizării energiei cinetice a apei râurilor pentru producerea energiei electrice, mecanice (pentru irigare) sau mixte (pentru produ-cerea energiei electrice și irigare).

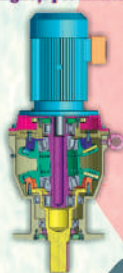
**Avantaje:**

- Autoreglarea organului de lucru în dependență de nivelul și cursul apei curgătoare;
- Lipsa barajelor care exclude impactul ecologic negativ;
- Poziționarea verticală automată a axului principal la diferite niveluri ale apei curgătoare.

**Soluție:** Organ de lucru în formă de ax principal vertical, pe care sunt fixați arbori orizontali cu număr par de palete cu poziționare autoreglabilă față de cursul și nivelul apei curgătoare.

**Stadiu:** Model experimental al minihidrocentralei. Stația pilot se află în stadiu de fabricare.

Modul electromecanic "Multiplicator planetar precesional-generator cu magneți permanenți"

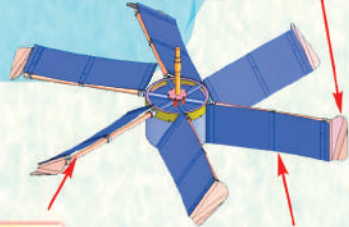


+ Mecanismul de legătură a minihidrocentralei cu țărnul asigură axului principal poziție verticală la orice nivel al apei curgătoare.

Minihidrocentrală cu ax vertical

+ Forma aripioarelor și amplasarea lor relativă față de suprafața de lucru a paletelor, de asemenea, legătura cinematică a paletelor amplasate în zone diametral opuse, asigură rezistență minimă a paletelor la mișcarea ei împotriva curenților de apă.

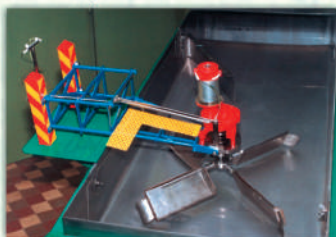
Rotor cu palete reglabile



+ Construcția rotorului cu palete amplasate liber pe osii fixe asigură minihidrocentralei simplitate constructivă și rigiditate.

+ Forma geometrică a paletelor și cinematica organului de lucru asigură poziționarea autoreglabilă a paletelor față de nivelul și cursul apei curgătoare.

Modelul experimental al minihidrocentralei



Universitatea Tehnică a Moldovei  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău Republica Moldova

Tel: (373 22) 44-50-88  
Fax: (373 22) 44-50-88  
e-mail: procesia.cad@mail.utm.md







Технический Университет Молдовы



## ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ МАЛОЙ МОЩНОСТИ (10 кВт)

### Авторы:

Ион БОСТАН, академик АН Молдовы, д.т.н., профессор, ректор;  
Валериу ДУЛГЕРУ, д.т.н., заведующий кафедры; Ион Собор, к.т.н.;  
Виорел БОСТАН, к.т.н.; Анатол СОКИРЯНУ, к.т.н.; Ион ДИКУСАРЕ, ст. преп.;  
Раду ЧОБАНУ, лектор; Олег ЧОБАНУ, лектор.

### Цель:

Разработка ветроэлектрических установок для использования возобновляемых ресурсов в Республике Молдова.

### Короткий обзор:

Ветродвижитель включает в себя ротор с тремя лопастями с аэродинамическим асимметричным профилем. Ориентация по ветру осуществляется посредством серводвигателя. Производимая мощность при номинальной скорости ветра 11 м/с составляет около 10 кВт.

Патент:  
№ 2994  
МД.

### Область применения:

Может быть использовано в системах для преобразования ветряной энергии с низкой скоростью ветра.

### Стадия разработки:

Изготовлен и испытан в реальных условиях промышленный образец агрегата.

### Награды, полученные на выставках:

Серебряная медаль на Международном Салоне Изобретений, Eureka, Bruxel, 2008.



#### Параметры

Диаметр ротора	8,6 м
Узловая поверхность ротора	58 м <sup>2</sup>
Число лопастей	3
Профиль лопастей	аэродинамический асимметричный
Номинальная мощность	10 кВт
Ориентация по ветру	посред. серводвигателя
Наклон лопастей	регулируемый
Напряжение	240В п.п.
Стартовая скорость ветра	2 м/с
Расчётная скорость ветра	10 м/с
Генератор	трёхфазный с пост. магнит.
Привод генератора	прямой
Скорость вращения, мин <sup>-1</sup>	160
Материал лопастей	Композитный материал
Масса ветродвигателя	392 кг
Максимальная телескоп. вышка с перемен. высотой	от 7 до 18м
Масса вышки	708 кг
Аккумуляторная батарея	12В, 200Ач x 20



Технический Университет Молдовы  
Пр. Штефан чел Маре, 168  
МД 2004, Кишинёв, Республика Молдова

Tel: (373 22) 44-99-88  
Fax: (373 22) 44-99-39  
e-mail: precesia.cad@mail.utm.md





# Universitatea Tehnică a Moldovei

## INSTALAȚIE PENTRU TRANSFORMAREA ENERGIEI VALURILOR ÎN ENERGIE ELECTRICĂ



### Autorii:

Ion BOSTAN, Dr. hab. academician, profesor universitar, rector  
Florin IONESCU, Dr. inginer, profesor, Univ. de Științe Aplicate, Konstanz, Germania  
Valeriu DULGHERU, Dr. hab., conferențiar universitar, șef catedră  
Viorel BOSTAN, dr. lector superior; Anatol SOCHIREANU, lector universitar  
Oleg CIOBANU, doctorand; Radu CIOBANU, doctorand  
Tudor COZMA, doctorand

Brevete de invenție: Nr. 2989 MD, 2990 MD

**Scopul:** Elaborarea instalației mecanice pentru conversia eficientă a energiei valurilor mării în energie electrică.

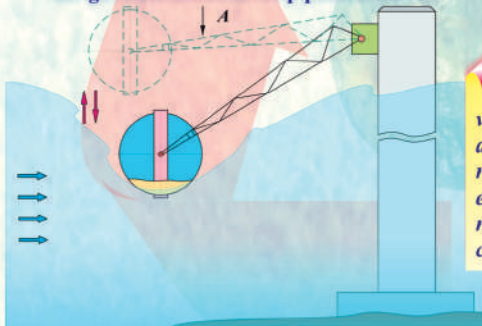
**Soluție:** Utilizarea efectului fizic - forța Arhimede, care acționează asupra corpurilor flotabile, pentru transformarea mișcării ondulatorii ale valurilor în energie mecanică sau electrică.

**Avantaje:**

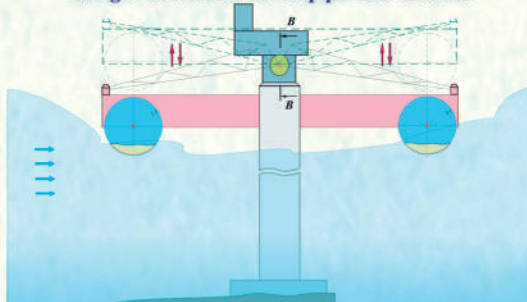
- construcție simplă, ușor de întreținut;
- randament ridicat;
- mișcare uniformă de rotație a rotorului

**Stadiu:** Model computerizat.

Instalația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică cu un corp plutitor sferic



Instalația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică cu un corp plutitor toroidal



Conversia doar a 0.01% din energia globală a valurilor și oceanelor ar satisface toate necesitățile în energie a omenirii la nivelul actual de consum.

Vederea A



Generator de curent electric

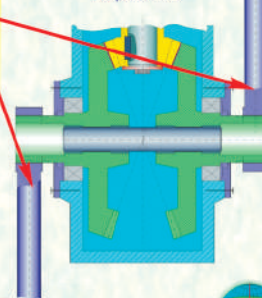


Amplasarea în lanțul cinematic al mecanismului de transformare a mișcării a unui volant legat cinematic cu arborele de ieșire al multiplicatorului asigură rotire relativ uniformă a rotorului generatorului.

Transmisia mișcării de la pârghii la arborele de intrare al sumatorului

Transmisia sarcinii la arborele de intrare prin două toroane (prin două elemente de fixare) asigură capacitate portantă ridicată.

Secțiunea B-B



Universitatea Tehnică a Moldovei  
Bd. Ștefan cel Mare, 168  
MD 2004, Chișinău, Republica Moldova

Tel: (373 22) 44-50-88  
Fax: (373 22) 44-50-88  
e-mail: precesia.cud@mail.utm.md



6

**DESCRIERI  
DE INVENȚII  
ALE AUTORILOR**









MD 3847 B1 2009.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3847** <sup>(13)</sup> **B1**  
(51) Int. Cl.: *F03D 3/00* (2006.01)  
*F03D 3/06* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2007 0134 (22) Data depozit: 2007.05.11</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2009.02.28, BOPI nr. 2/2009</p>
<p>(71) <b>Solicitanți:</b> UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN BRAȘOV, RO (72) <b>Inventatori:</b> BOSTAN Ion, MD; VIȘA Ion, RO; DULGHERU Valeriu, MD; CIUPERCĂ Rodion, MD (73) <b>Titulari:</b> UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN BRAȘOV, RO</p>	

(54) Turbină de vânt cu ax vertical (variante)

(57) **Rezumat:**

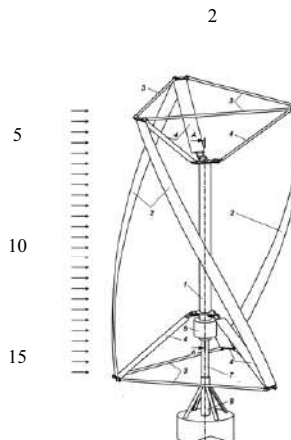
Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiei eoliene, și anume la turbinele de vânt cu ax vertical de tip Darrieus.

Turbina de vânt cu ax vertical, conform primei variante, conține un arbore vertical rotitor (1), niște pale (2) legate rigid cu el prin elemente de fixare, fiecare pală (2) având forma elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală. Elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare (4) cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale paletelor (2) turbinei cu arborele (1). Totodată capetele de sus și de jos ale paletelor (2) sunt legate articulat între ele prin bare horizontale de tensionare (3).

Turbina de vânt cu ax vertical, conform variantei a doua, conține un ax vertical cu un butuc superior și un butuc inferior, cu care sunt legate prin elemente de fixare palele (2). Axul vertical este executat în formă de o bară fixă pe care sunt amplasați cu posibilitatea rotirii libere butucul superior și cel inferior. Elementele de fixare leagă capetele de sus și de jos ale paletelor (2) turbinei cu butucul superior și inferior corespunzător. Butucul superior este amplasat cu posibilitatea deplasării coaxiale pe axul vertical.

Revendicări: 4

Figuri: 4



MD 3847 B1 2009.02.28

## MD 3847 B1 2009.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la domeniul mașinilor de conversiune a energiei eoliene, și anume la turbinele de vânt cu ax vertical de tip Darrieus.

Se cunoaște o turbină de vânt, care include un arbore central poziționat vertical, pale cu profil aerodinamic simetric, spițe de susținere a palelor, elemente adiționale. Această turbină este preconizată să funcționeze eficient în limita raportului de viteze la vârful palei  $\lambda=2,5..4$  [1].

Dezavantajul acestei turbine constă în eficiența scăzută în limita vitezelor joase ale vântului.

Se cunoaște de asemenea o turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore vertical rotitor, o serie de pale curbe cu profil aerodinamic în secțiune transversală, liniile medii ale cărora în plan vertical sunt paralele axei arborelui vertical rotitor, iar capetele lor sunt legate rigid între ele prin intermediul a două noduri de legătură, constituite dintr-un set de bare-aripă orizontale de tensionare, iar cu capetele arborelui vertical rotitor sunt legate prin intermediul unui set de elemente care, împreună cu barele-aripă, formează configurații triunghiulare [2].

Această turbină de vânt posedă o rigiditate relativ scăzută la viteze ridicate ale vântului, ceea ce provoacă vibrații sporite, care pot conduce eventual la distrugerea acesteia.

Cea mai apropiată soluție este turbina de vânt cu ax vertical, care conține un arbore central vertical rotitor și pale de formă elicoidală cu profil aerodinamic în secțiunea transversală, capetele de sus și de jos ale cărora sunt cuplate rigid prin elemente de fixare la acest arbore [3].

Dezavantajul acestei soluții tehnice constă în eficiența relativ scăzută, fapt care nu-i permite să funcționeze eficient în zone cu un potențial energetic eolian scăzut, iar rotirea rotorului este caracterizată de un grad relativ de neuniformitate.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este sporirea eficienței de conversiune a energiei eoliene în zone cu un potențial de vânt scăzut, asigurarea uniformității rotirii palelor, majorarea fiabilității și reducerea nivelului de vibrații.

Instalația, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că turbina de vânt cu ax vertical conține un arbore vertical rotitor, niște pale legate rigid cu el prin elemente de fixare, fiecare pală având forma elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală. Elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale palelor turbinei cu arborele. Totodată capetele de sus și de jos ale palelor sunt legate articulat între ele prin bare orizontale de tensionare.

Turbina de vânt cu ax vertical, conform primei variante, poate conține pale de fixare de sus și de jos legate cu arborele prin vergele de tensionare.

Turbina de vânt cu ax vertical, conform variantei a doua, conține un ax vertical cu un butuc superior și un butuc inferior, cu care sunt legate prin elemente de fixare niște pale de formă elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală. Axul vertical este executat în formă de bară fixă pe care sunt amplasați cu posibilitatea rotirii libere butucul superior și cel inferior. Elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale palelor turbinei cu butucul superior și inferior, corespunzător. Capetele de sus și de jos ale palelor sunt legate articulat între ele prin bare orizontale de tensionare, iar butucul superior este amplasat cu posibilitatea deplasării coaxiale pe axul vertical.

Turbina de vânt cu ax vertical, conform variantei a doua, poate conține pale de fixare de sus și de jos, legate cu butucul superior și inferior, corespunzător, prin vergele de tensionare.

Particularitățile invenției exclud necesitatea unui mecanism de orientare la direcția vântului și unui mecanism de franare în cazul rafalelor mari de vânt, asigură un grad înalt de uniformitate a rotirii organului de lucru, fapt care reduce nivelul vibrațiilor și zgomotului turbinei de vânt.

Rezultatul invenției constă în conversia energiei eoliene în energie electrică sau mecanică cu un coeficient sporit de conversiune, în baza unei construcții relativ simple cu un număr redus de redundanțe structurale.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...4, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală a turbinei de vânt cu ax vertical;
- fig. 2, secțiunea A-A din fig. 1;
- fig. 3, variantă a turbinei de vânt cu butuc superior, instalat cu posibilitatea rotirii și deplasării axiale;
- fig. 4, vederea B-B din fig. 3.

Turbina de vânt cu ax vertical, conform primei variante a invenției (fig. 1), conține un arbore vertical rotitor 1, o serie de pale înclinate elicoidale 2 cu profil aerodinamic în secțiunea transversală, capetele cărora sunt legate între ele dintr-un set de bare orizontale de tensionare 3, totodată sunt legate rigid cu arborele prin elemente de fixare 4 în formă de pale cu profil aerodinamic care, la rândul său, sunt rigidizate prin vergele de tensionare 5 (fig. 2). Arborele vertical rotitor 1 este legat rigid cu rotorul generatorului electric 6, care, la rândul său, este amplasat pe bara fixă verticală 7, instalată rigid pe turnul

## MD 3847 B1 2009.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la domeniul mașinilor de conversiune a energiei eoliene, și anume la turbinele de vânt cu ax vertical de tip Darrieus.

5 Se cunoaște o turbină de vânt, care include un arbore central poziționat vertical, pale cu profil aerodinamic simetric, spițe de susținere a palelor, elemente adiționale. Această turbină este preconizată să funcționeze eficient în limita raportului de viteze la vârful palei  $\lambda=2,5...4$  [1].

Dezavantajul acestei turbine constă în eficiența scăzută în limita vitezelor joase ale vântului.

10 Se cunoaște de asemenea o turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore vertical rotitor, o serie de pale curbe cu profil aerodinamic în secțiune transversală, liniile medii ale cărora în plan vertical sunt paralele axei arborelui vertical rotitor, iar capetele lor sunt legate rigid între ele prin intermediul a două noduri de legătură, constituite dintr-un set de bare-aripă orizontale de tensionare, iar cu capetele arborelui vertical rotitor sunt legate prin intermediul unui set de elemente care, împreună cu barele-aripă, formează configurații triunghiulare [2].

15 Această turbină de vânt posedă o rigiditate relativ scăzută la viteze ridicate ale vântului, ceea ce provoacă vibrații sporite, care pot conduce eventual la distrugerea acesteia.

Cea mai apropiată soluție este turbina de vânt cu ax vertical, care conține un arbore central vertical rotitor și pale de formă elicoidală cu profil aerodinamic în secțiunea transversală, capetele de sus și de jos ale cărora sunt cuplate rigid prin elemente de fixare la acest arbore [3].

20 Dezavantajul acestei soluții tehnice constă în eficiența relativ scăzută, fapt care nu-i permite să funcționeze eficient în zone cu un potențial energetic eolian scăzut, iar rotirea rotorului este caracterizată de un grad relativ de neuniformitate.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este sporirea eficienței de conversiune a energiei eoliene în zone cu un potențial de vânt scăzut, asigurarea uniformității rotirii palelor, majorarea fiabilității și reducerea nivelului de vibrații.

25 Instalația, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că turbina de vânt cu ax vertical conține un arbore vertical rotitor, niște pale legate rigid cu el prin elemente de fixare, fiecare pală având forma elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală. Elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale palelor turbinei cu arborele. Totodată capetele de sus și de jos ale palelor sunt legate articulat între ele prin bare orizontale de tensionare.

30 Turbina de vânt cu ax vertical, conform primei variante, poate conține pale de fixare de sus și de jos legate cu arborele prin vergele de tensionare.

35 Turbina de vânt cu ax vertical, conform variantei a doua, conține un ax vertical cu un butuc superior și un butuc inferior, cu care sunt legate prin elemente de fixare niște pale de formă elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală. Axul vertical este executat în formă de bară fixă pe care sunt amplasați cu posibilitatea rotirii libere butucul superior și cel inferior. Elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale palelor turbinei cu butucul superior și inferior, corespunzător. Capetele de sus și de jos ale palelor sunt legate articulat între ele prin bare orizontale de tensionare, iar butucul superior este amplasat cu posibilitatea deplasării coaxiale pe axul vertical.

40 Turbina de vânt cu ax vertical, conform variantei a doua, poate conține pale de fixare de sus și de jos, legate cu butucul superior și inferior, corespunzător, prin vergele de tensionare.

45 Particularitățile invenției exclud necesitatea unui mecanism de orientare la direcția vântului și unui mecanism de franare în cazul rafalelor mari de vânt, asigură un grad înalt de uniformitate a rotirii organului de lucru, fapt care reduce nivelul vibrațiilor și zgomotului turbinei de vânt.

Rezultatul invenției constă în conversia energiei eoliene în energie electrică sau mecanică cu un coeficient sporit de conversiune, în baza unei construcții relativ simple cu un număr redus de redundanțe structurale.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1..4, care reprezintă:

50 - fig. 1, vederea generală a turbinei de vânt cu ax vertical;

- fig. 2, secțiunea A-A din fig. 1;

- fig. 3, variantă a turbinei de vânt cu butuc superior, instalat cu posibilitatea rotirii și deplasării axiale;

- fig. 4, vederea B-B din fig. 3.

55 Turbina de vânt cu ax vertical, conform primei variante a invenției (fig. 1), conține un arbore vertical rotitor 1, o serie de pale înclinate elicoidale 2 cu profil aerodinamic în secțiunea transversală, capetele cărora sunt legate între ele dintr-un set de bare orizontale de tensionare 3, totodată sunt legate rigid cu arborele prin elemente de fixare 4 în formă de pale cu profil aerodinamic care, la rândul său, sunt rigidizate prin vergele de tensionare 5 (fig. 2). Arborele vertical rotitor 1 este legat rigid cu rotorul generatorului electric 6, care, la rândul său, este amplasat pe bara fixă verticală 7, instalată rigid pe turnul

60



MD 3847 B1 2009.02.28

4

8 turbinei de vânt și coaxială cu arborele vertical rotitor 1. Capetele de sus ale palelor 2 sunt legate articulat cu barele horizontale de tensionare 3 și elementele de fixare 4, formând un unghi de răsucire față de capătul de jos al palei, transformând palele în suprafețe elicoidale. Cu alte cuvinte planul care conține barele horizontale de tensionare 3 din partea de sus a turbinei este rotit la un unghi ascuțit (în fig. 1 este egal cu 60°) față de planul care conține barele horizontale de tensionare 3 din partea de jos a turbinei.

5 Turbina de vânt cu ax vertical, conform variantei a doua a invenției (fig. 3, 4), conține un arbore vertical rotitor 1, o serie de pale înclinate elicoidale 2 cu profil aerodinamic în secțiune transversală, capetele cărora sunt legate între ele printr-un set de bare horizontale de tensionare 3, totodată capetele de jos ale palelor înclinate elicoidale 2 cu profil aerodinamic, prin elemente de fixare 4 în formă de pale cu profil aerodinamic, rigidizate prin vergele de tensionare 5, sunt legate rigid cu un butuc inferior 9, legat rigid cu rotorul generatorului electric 6. Iar capetele de sus ale palelor înclinate elicoidale 2 cu profil aerodinamic, prin elemente de fixare 4 în formă de pale cu profil aerodinamic, rigidizate prin vergele de tensionare 5, sunt legate articulat cu un butuc superior 10, amplasat cu posibilitatea rotirii în jurul axei sale și deplasării axiale față de bara fixă verticală 7. Arcul de compresiune 11 din interiorul barei fixe verticale 7 asigură revenirea în poziția inițială a butucului superior 10.

15 Turbina de vânt funcționează în modul următor.

Sub acțiunea curenților de aer, seria de pale elicoidale 2 cu profil aerodinamic, înclinate față de axa arborelui vertical rotitor 1, conform primei variante a invenției, vor intra progresiv în funcțiune, excluzând astfel situația solicitării palei simultan pe toată lungimea bordului de atac. Barele horizontale de tensionare 3 realizează legătura articulată a capetelor palelor 2 cu arborele vertical rotitor 1, obținându-se astfel o structură integră flexibilă între pale 2, noduri de legătură cu bare horizontale de tensionare 3, elementele de fixare 4 și arborele vertical rotitor 1. Această soluție permite eliminarea redundanțelor structurale din structura turbinei, fapt ce asigură majorarea fiabilității, reducerea nivelului de vibrații și zgomot.

25 Procesul de recuperare a energiei mecanice a maselor de aer (de conversiune a energiei curenților de aer) include trei componente:

- energia mecanică obținută în urma apariției forței portante, generate de profilul aerodinamic al palelor 2 și elementelor de fixare 4 cu profil aerodinamic;
- energia mecanică obținută în urma acțiunii directe a curenților de aer asupra unor porțiuni ale suprafeței paletelor în diferite faze de rotire a rotorului vertical;
- energia mecanică obținută din efectul geometric de elice al paletei;
- o parte din curenții de aer vor circula pe suprafața liniei elicoidale a palei din capătul de jos al palei spre capătul ei de sus, generând o forță utilă suplimentară asupra palei, care se transformă într-un moment de torsiune aplicat la rotorul vertical rotitor.

35 Cele expuse mai sus se exprimă prin relația matematică:

$$T_{\Sigma} = T_l + T_p + T_e,$$

unde:

$T_l$  este momentul de torsiune generat de forța portantă a profilului aerodinamic al palelor 2 și elementelor de fixare 4 cu profil aerodinamic;

40  $T_p$  - momentul de torsiune generat de acțiunea frontală a curenților de aer pe porțiuni de suprafață ale palei;

$T_e$  - momentul de torsiune generat de efectele geometrice *bandă Möbius-suprafață unilateral*.

Momentul de torsiune sumar este transmis rotorului generatorului electric 6 și transformat în energie electrică.

45 Sub acțiunea forțelor centrifuge generate de rafalele de vânt, conform variantei a doua a invenției (fig. 3), butucul superior 10 se va deplasa axial deformând arcul de compresiune 11 și se va roti în jurul axei sale. Ca rezultat, datorită legăturii articulate a butucului superior 10 cu elementele de fixare 4 cu pale 2, care își vor schimba unghiul de înclinare față de axa arborelui vertical rotitor și simultan unghiul elicei, fapt ce va reduce momentul de torsiune sumar și va micșora numărul de turații ale turbinei, reducând riscul distrugerii turbinei.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- amplasarea palei pe o linie elicoidală față de axa centrală asigură un grad înalt de uniformitate a rotirii turbinei de vânt și sporește eficiența acesteia;
- legătura capătului de sus al palei cu nodul de legătură cu un unghi de răsucire față de capătul de jos al palei o transformă într-o suprafață elicoidală, fapt ce îi asigură palei o eficiență sporită de conversiune a energiei maselor de aer ca urmare a mișcării unei părți ale maselor de aer pe linia elicoidală de-a lungul palei.

55 - execuția nodurilor de legătură în formă de tetraedru sporește stabilitatea turbinei de vânt, fapt care-i permite să funcționeze cu zgomot și vibrații reduse și, nu în ultimul rând, să reziste la rafale mari ale vântului fără utilizarea unui sistem adăugător de frânare;

60

## MD 3847 B1 2009.02.28

5

- includerea în componența nodurilor de legătură a palelor cu profil aerodinamic asigură obținerea unui moment de torsiune suplimentar în urma interacțiunii cu masele de aer, conduce la micșorarea momentului de pornire a turbinei de vânt, fapt care permite exploatarea acesteia în zone cu un potențial de vânt relativ scăzut;

5

- legătura articulată a capetelor de sus ale palelor cu un butuc superior amplasat liber pe o bară verticală cu posibilitatea rotirii în jurul axei sale și deplasării de-a lungul axei barei verticale fixe permite modificarea unghiului de înclinare a palelor și a setului de elemente cu profil aerodinamic sub acțiunea unor forțe centrifuge, care depășește o valoare critică generală de rafale puternice de vânt, fapt ce asigură protecția turbinei la viteze mari ale vântului;

10

- legăturile articulate ale palelor cu elementele nodului de legătură și cu arborele vertical rotitor asigură un anumit grad de flexibilitate elementelor turbinei, reduce gradul de solicitare a turbinei ca rezultat al eliminării din structura ei a unor redundanțe structurale, fapt ce reduce nivelul de vibrații și zgomot, mărind totodată fiabilitatea turbinei.

15

### (57) Revendicări:

20

1. Turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore vertical rotitor, niște pale legate rigid cu el prin elemente de fixare, fiecare pală având forma elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală, **caracterizată prin aceea că** elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale palelor turbinei cu arborele, totodată capetele de sus și de jos ale palelor sunt legate articulat între ele prin bare orizontale de tensionare.

25

2. Turbină de vânt cu ax vertical, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** palele de fixare de sus și de jos sunt legate cu arborele prin vergele de tensionare.

30

3. Turbină de vânt cu ax vertical, care conține un ax vertical cu un butuc superior și un butuc inferior, cu care sunt legate prin elemente de fixare niște pale de formă elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea transversală, **caracterizată prin aceea că** axul vertical este executat în formă de o bară fixă pe care sunt amplasați cu posibilitatea rotirii libere butucul superior și cel inferior, elementele de fixare sunt executate în formă de pale de fixare cu profil aerodinamic și leagă capetele de sus și de jos ale palelor turbinei cu butucul superior și inferior, corespunzător, totodată capetele de sus și de jos ale palelor sunt legate articulat între ele prin bare orizontale de tensionare, iar butucul superior este amplasat cu posibilitatea deplasării coaxiale pe axul vertical.

35

4. Turbină de vânt cu ax vertical, conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că** palele de fixare de sus și de jos sunt legate cu butucul superior și inferior, corespunzător, prin vergele de tensionare.

40

### (56) Referințe bibliografice:

1. EP 1413748 A1 2004.04.28
2. US 2004120820 A1 2004.06.24
3. WO 2005010355 A1 2005.02.03

Sef Secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

SPATARU Leonid

Redactor:

UNGUREANU Mihail

MD 3847 B1 2009.02.28

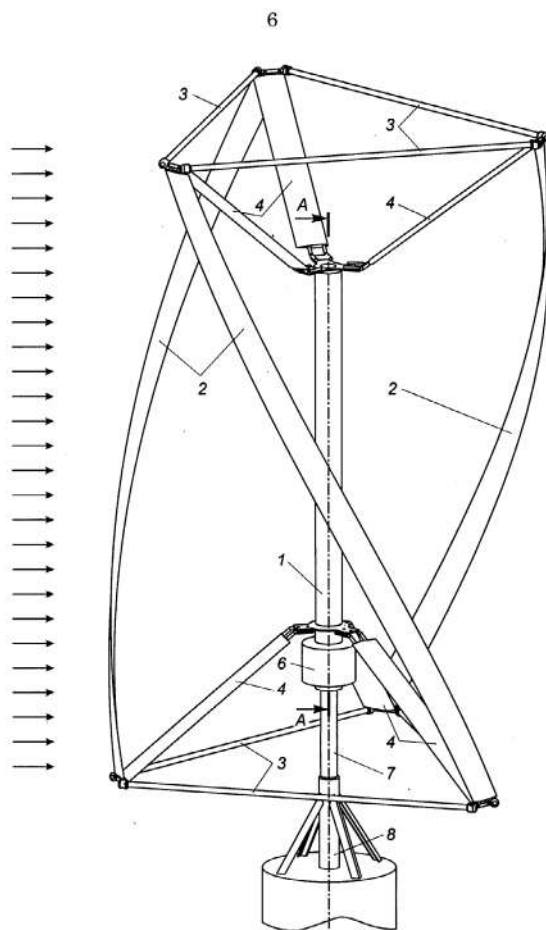


Fig. 1

MD 3847 B1 2009.02.28

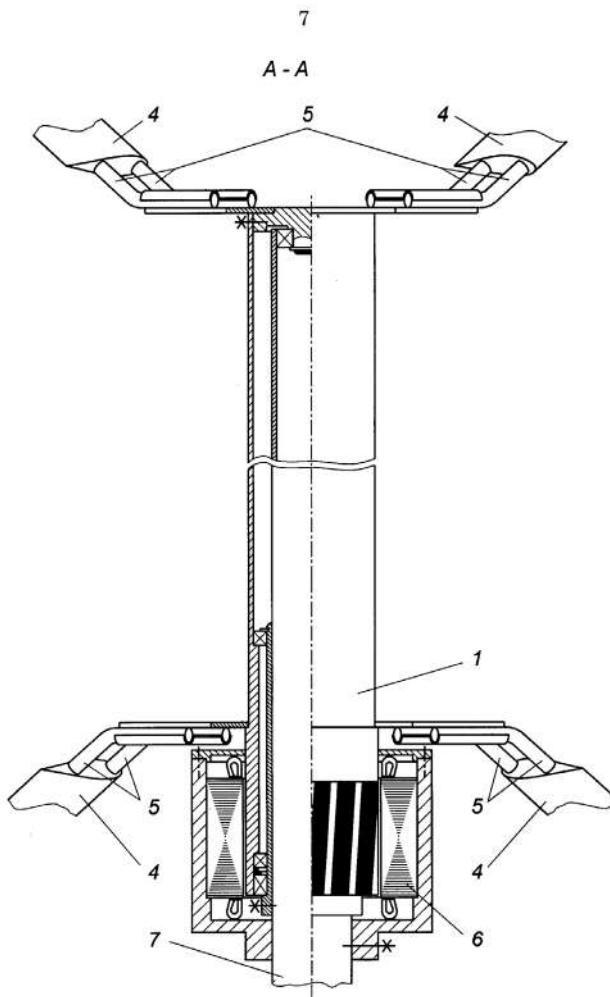


Fig. 2

MD 3847 B1 2009.02.28

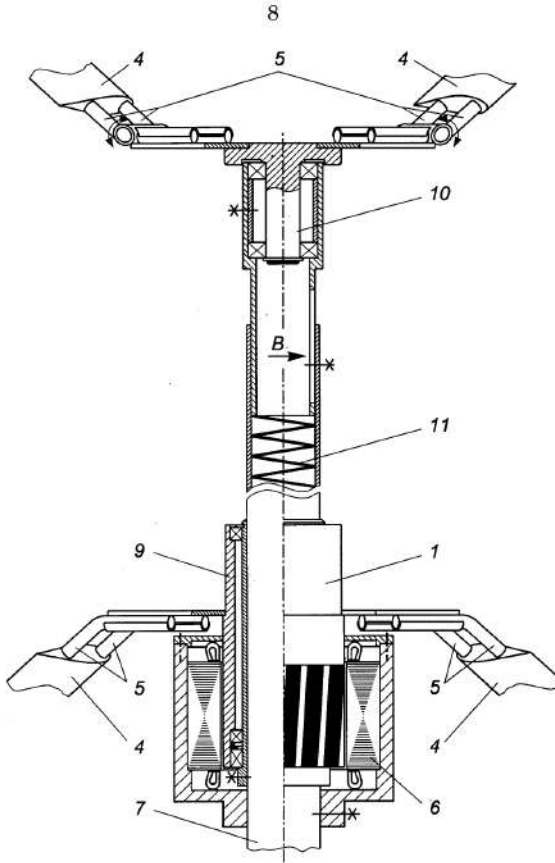


Fig. 3



Fig. 4





MD 3846 F1 2009.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3846** (13) **F1**  
(51) Int. Cl.: *F03B 13/00* (2006.01)  
*F03B 7/00* (2006.01)  
*F03B 13/18* (2006.01)  
*F03B 13/22* (2006.01)  
*F03B 17/06* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2008 0064 (22) Data depozit: 2008.03.05</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2009.02.28, BOPI nr. 2/2009</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; GHEORGHE Adrian, CH; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; SOCHIREANU Anatol, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) **Stație hidraulică cu ax orizontal**

(57) Rezumat:

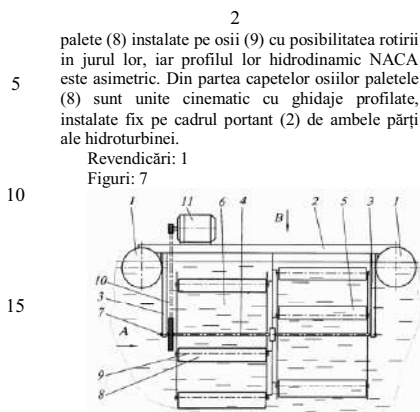
Invenția se referă la stațiile hidraulice de conversiune a energiei cinetice a apei curgătoare a raurilor.

Stația hidraulică cu ax orizontal include un cadru portant (2), care este amplasat pe un mijloc flotant și în partea de jos a căruia este montată o hidroturbină cu ax (4) orizontal, legată cu un generator electric (11) de turajie joasă. Hidroturbina constă din două secții (5, 6) separate, montate pe axul (4) ei. Fiecare secție (5, 6) include câte un propulsor cu palete (8) montate pe reazeme, propulsoarele fiind deplasate una față de alta cu un unghi, iar fiecare paletă (8) are în secțiune normală un profil hidrodinamic NACA. Noutatea invenției constă în aceea că mijlocul flotant este executat în formă de două flotoare (1), fixate din două părți ale cadrului portant (2). Axul (4) hidroturbinei este instalat în lagăre pe două suporturi (3) fixate în partea de jos a cadrului portant (2), înălțimea cărora este aleasă astfel, ca propulsoarele să fie submerse. Fiecare propulsor include cel puțin trei

palete (8) instalate pe osii (9) cu posibilitatea rotirii în jurul lor, iar profilul lor hidrodinamic NACA este asimetric. Din partea capetelor osilor paletele (8) sunt unite cinematic cu ghidaje profilate, instalate fix pe cadrul portant (2) de ambele părți ale hidroturbinei.

Revendicări: 1

Figuri: 7



MD 3846 F1 2009.02.28

## MD 3846 F1 2009.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la stațiile hidraulice de conversiune a energiei cinetice a apei curgătoare a raurilor.

5 Este cunoscută o hidroturbină cu reazeme pe arbori fixați într-un cadru, un formator de curenți, partea de fund a căruia este instalată sub un unghi ascuțit față de curenții de apă, lungimea căruia depășește de două ori diametrul hidroturbinei. Cadru este instalat pe sprijine, cu posibilitatea deplasării față de ele, este legată cu țărmul prin intermediul unui cablu și unui element articulat, care împreună formează sistemul de țărm de amplasare a agregatului în curentul de apă [1].

10 Dezavantajul acestei hidroturbine este construcția complicată și eficiența de conversie a energiei cinetice a apei relativ redusă.

Cea mai apropiată soluție este stația hidraulică destinată pentru transformarea energiei cinetice a apei curgătoare a râurilor în energie electrică. Stația hidraulică conține o turbină orizontală secționată, fiecare secțiune incluzând câte două palete cu profil hidrodinamic, amplasate în zone diametral opuse, și fixate rigid pe axul principal. Fiecare secție este fixată pe axul principal cu o anumită defazare unghiulară. În partea din față, de ambele părți ale rotorului sunt fixate confuzoare. Axul principal este instalat pe structură de rezistență. Stația hidraulică poate funcționa eficient împreună cu alte surse de energie (de ex. centrală electrică Diesel), reducând radical consumul de motorină sau înlocuind-o pe ultima în caz de accident. Parametrii hidrologici principali, care asigură funcționare eficientă a stației hidraulice sunt diapazonul de curgere a apei raurilor - 1,8...3,3 m/s; adâncimea raului - cel puțin de 1,5 m; lățimea sectorului cu această adâncime - cel puțin de 10 m. Puterea la ieșire la viteze de curgere a apei raurilor între 1,8...2,5 m/s este de la 10 până la 30 kW, la tensiuni de curent continuu cu trei faze 220/380 V cu frecvența 50 Hz. Gabaritele stației hidraulice în varianta submersibilă: lungimea - 5 m, lățimea - 3 m, înălțimea - 2 m [2].

25 Dezavantajul constă în aceea că eficiența stației hidraulice examinate este relativ redusă din cauza că paletele secțiunilor rotorului sunt fixe (nereglabile).

Problema pe care o rezolvă invenția este lărgirea posibilităților funcționale, creșterea eficienței și simplificarea construcției.

30 Stația hidraulică, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un cadru portant, care este amplasat pe un mijloc flotant și în partea de jos a căruia este montată o hidroturbină cu ax orizontal, legată cu un generator electric de turajie joasă. Hidroturbina constă din două secții separate, montate pe axul ei, fiecare secție incluzând câte un propulsor cu palete montate pe reazeme, propulsoarele fiind deplasate una față de alta cu un unghi, iar fiecare paletă având în secțiune normală un profil hidrodinamic NACA. Mijlocul flotant este executat în formă de două flotoare, fixate din două părți ale cadrului portant. Axul hidroturbinei este instalat în lagăre pe 35 două suporturi fixate în partea de jos a cadrului portant, înălțimea cărora se alege astfel ca propulsoarele să fie submerse. Fiecare propulsor include cel puțin trei palete instalate pe osii cu posibilitatea rotirii în jurul acestora, iar profilul lor hidrodinamic NACA este asimetric, extradosul și partea comprimată ale cărora se află de aceeași parte a liniei de coardă. Din partea capetelor osiilor paletele sunt unite cinematic cu ghidaje profilate, instalate fix pe cadrul portant de ambele părți ale hidroturbinei.

40 Rezultatul invenției constă în asigurarea unui grad sporit de conversie a energiei cinetice disponibile a apei, deoarece la formarea momentului de torsiune sumar participă practic toate paletele, chiar și cele care se mișcă împotriva curenților de apă, acestea generând forța de portanță a profilului hidrodinamic.

45 Asamblarea rotorului din două secțiuni, instalate pe un arbore comun cu defazare unghiulară de 180° asigură reducerea substanțială a neuniformității rotirii rotorului.

Execuția paletelor 8 cu profil aerodinamic asimetric, în care extradosul și partea comprimată a profilului hidrodinamic se află de aceeași parte a liniei de coardă a profilului, asigură o eficiență de conversie mai mare la vitezele mici de curgere a apei unui rau.

50 Orientarea paletelor 8 în poziții optime din punct de vedere al conversiei energiei cinetice a apei față de curenții de apă permite majorarea coeficientului de conversiune a energiei cinetice a apei (coeficientul Betz).

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...7, care reprezintă:

- 55 - fig. 1, schema principală a stației hidraulice cu ax orizontal;  
- fig. 2, vederea A din fig. 1 (varianta 1);  
- fig. 3, vederea A din fig. 1 (varianta 2);  
- fig. 4, profilul hidrodinamic asimetric al paletei;  
- fig. 5, schema de funcționare a rotorului multipal cu profil drept al paletelor;  
- fig. 6, schema de ancorare a stației hidraulice cu ax orizontal;  
60 - fig. 7, schema tridimensională a stației hidraulice cu ax orizontal.



## MD 3846 F1 2009.02.28

4

5 Stația hidrolică cu ax orizontal include corpuri flotante 1 (fig. 1), pe care este fixat un cadru  
portant 2. Pe partea de jos a cadrului portant 2, prin intermediul a două suporturi 3, este instalat axul  
4, pe care sunt fixate rigid cu un unghi de defazăre egal cu  $180^\circ$  secțiunile 5 și 6 ale rotorului orizontal 7.  
Secțiunile 5 și 6 ale rotorului 7 includ palete 8 instalate pe osii orizontale 9, cu posibilitatea rotirii în  
10 jurul axelor sale. Paletetele 8 au profil hidrodinamic asimetric în secțiune normală (fig. 4) și sunt  
orientate în poziții optime față de curenții de apă din punct de vedere al conversiei energiei cinetice a  
apei curgătoare de un mecanism de orientare (fig. 2, fig. 3). Turația de la ax 4 este multiplicată prin  
intermediul unei transmisii cu curea 10 și este transmisă generatorului electric de turație joasă 11.  
15 Pentru râurile cu adâncime suficientă a apei, paletetele 8 sunt orientate conform schemei din fig. 2,  
realizându-se amplasarea paletei de jos în poziție cu suprafață maximă atacată de curenții de apă. În  
cazul râurilor cu adâncime mică a apei, paletetele 8 vor fi orientate conform schemei din fig. 3,  
realizându-se amplasarea paletei de sus în poziție cu suprafață maximă atacată de curenții de apă.  
Cadrul portant 2 este ancorat de țârm prin intermediul cablurilor 12. Pentru a împiedica deplasarea  
stației hidrolice de curenții de apă, ea este legată suplimentar de fundul râului prin intermediul  
15 cablurilor 13.

Stația hidrolică cu ax orizontal funcționează în modul următor.

20 Sub acțiunea curenților de apă, paleta de jos (conform schemei din fig. 2) și cea de sus (conform  
schemei din fig. 3) efectuează conversia energiei cinetice a apei, folosind forța de presiune a  
curenților de apă, exercitată asupra suprafeței maxime, aflate sub acțiunea acestor curenți. Restul  
paletelor efectuează conversia energiei cinetice a apei, folosind atât forța de presiune a curenților de  
apă exercitată asupra proiecției suprafeței paletei pe planul vertical, cât și forța de portanță a profilului  
hidrodinamic. Momentul de torsiune și viteza unghiulară sumară sunt transmise axului 4. Mișcarea de  
25 rotație a axului este multiplicată prin intermediul transmisiei cu curea 10 și transmisă rotorului  
generatorului electric de turație joasă 11.

Execuția paletelor 8 cu profil hidrodinamic asimetric, în care extradusul paletei și partea  
comprimată se află de aceeași parte a liniei de coardă a profilului, asigură o forță de portanță mai  
mare a profilului hidrodinamic la viteze mici ale curenților de fluid, caracteristice curgerii apei unui  
rau.

30 Submersarea secțiunilor rotorului orizontal în apă asigură participarea simultană a tuturor  
paletelor la procesul de conversie a energiei cinetice a apei, folosind atât forța de presiune a curenților  
de apă asupra paletei, cât și efectul hidrodinamic al paletelor, care generează forța portantă a  
profilului hidrodinamic.

## MD 3846 F1 2009.02.28

5

### (57) Revendicări:

- 5 Stație hidraulică cu ax orizontal, care include un cadru portant, care este amplasat pe un mijloc flotant și în partea de jos a căruia este montată o hidroturbină cu ax orizontal, legată cu un generator electric de turație joasă, totodată hidroturbina constă din două secții separate, montate pe axul ei, fiecare secție incluzând câte un propulsor cu palete montate pe reazeme, propulsoarele fiind deplasate una față de alta cu un unghi, iar fiecare paletă având în secțiune normală un profil hidrodinamic NACA, **caracterizată prin aceea că** mijlocul flotant este executat în formă de două
- 10 floatoare, fixate din două părți ale cadrului portant, axul hidroturbinei este instalat în lagăre pe două suporturi fixate în partea de jos a cadrului portant, înălțimea cărora se alege astfel ca propulsoarele să fie submerse; fiecare propulsor include cel puțin trei palete instalate pe osii cu posibilitatea rotirii în jurul acestora, iar profilul lor hidrodinamic NACA este asimetric, extradusul și partea comprimată ale cărora se află de aceeași parte a liniei de coardă; totodată din partea capetelor osiilor paletele sunt
- 15 unite cinematic cu ghidaje profilate, instalate fix pe cadrul portant de ambele părți ale hidroturbinei.

20

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2187691 C2 2002.08.20
2. RU 2247859 C1 2005.03.10

Șef Secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

CAISIM Natalia

Redactor:

UNMGUREANU Mihail

MD 3846 F1 2009.02.28

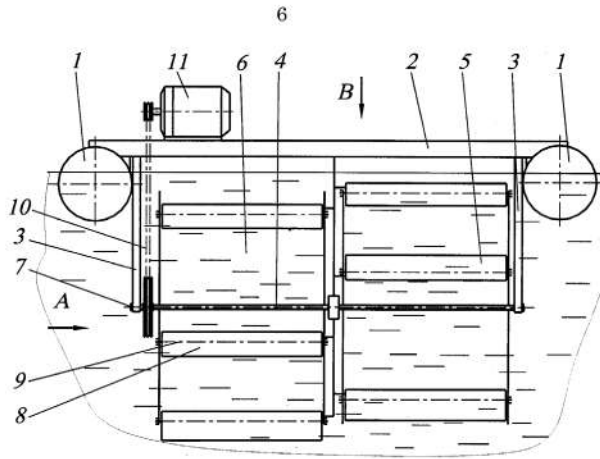


Fig. 1

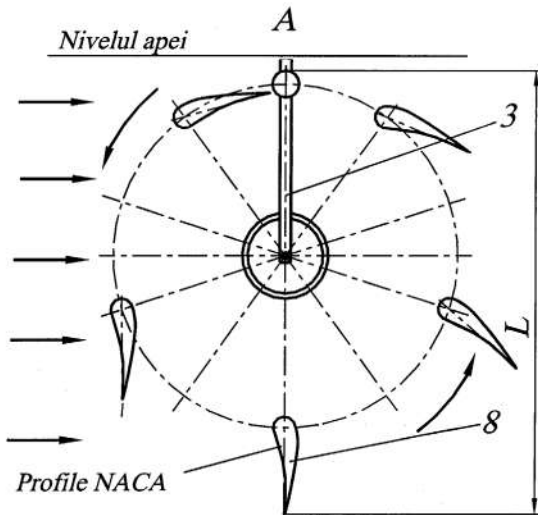


Fig. 2

MD 3846 F1 2009.02.28

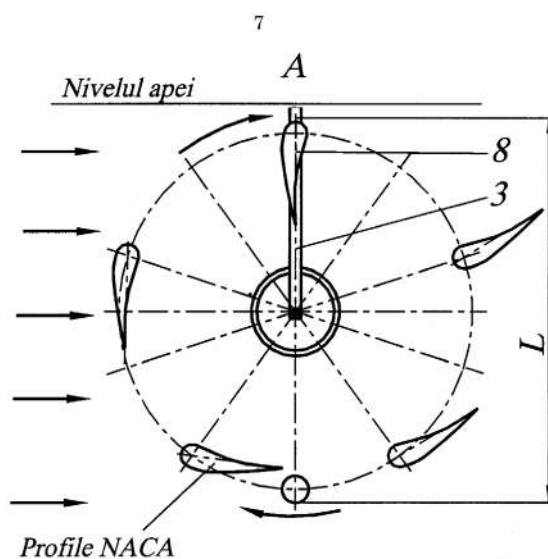


Fig. 3

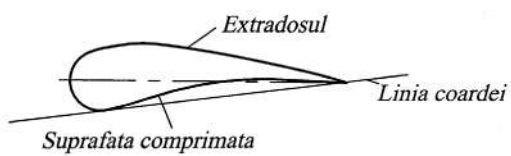


Fig. 4

MD 3846 F1 2009.02.28

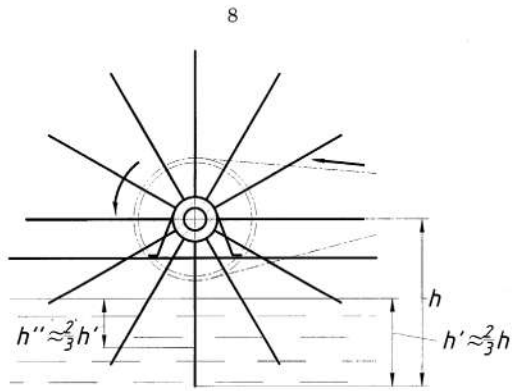


Fig. 5

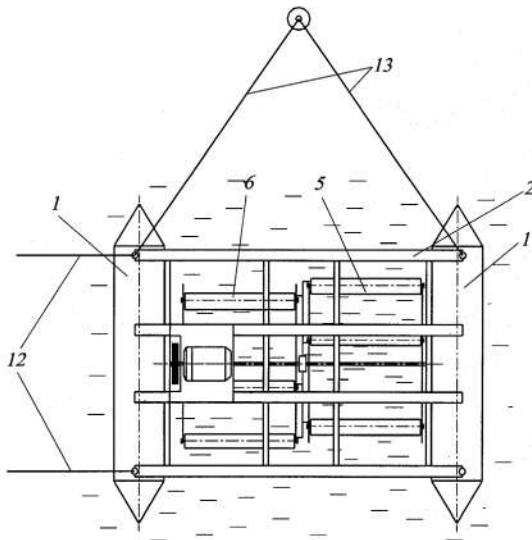


Fig. 6

**MD 3846 F1 2009.02.28**

9

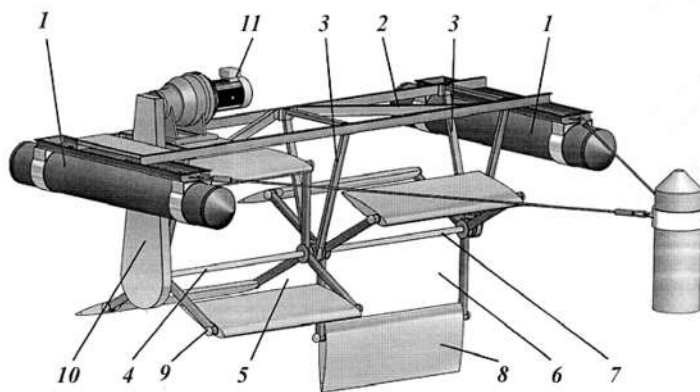


Fig. 7



REPUBLICA MOLDOVA

**AGEPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

Nr. 3845

**ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND PROTECȚIA INVENȚIILOR, AGENȚIA DE STAT PENTRU  
PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE**

**Stație hidraulică**

**Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD**

**Data depozit: 2008.03.05**

**DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE  
INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET DE INVENȚIE**

**CONFIRM PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI**

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3845 F1 2009.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3845** (13) **F1**  
(51) Int. Cl.: *F03B 13/00* (2006.01)  
*F03B 7/00* (2006.01)  
*F03B 13/18* (2006.01)  
*F03B 13/22* (2006.01)  
*F03B 17/06* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2008 0063 (22) Data depozit: 2008.03.05</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2009.02.28, BOPI nr. 2/2009</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; SOCHIREANU Anatol, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

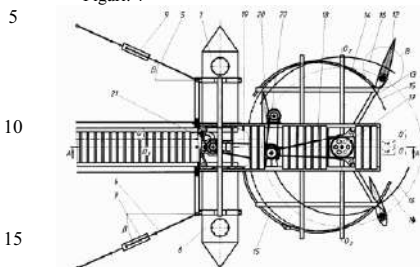
(54) Stație hidrolică  
(57) Rezumat:

Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la stațiile hidrolice ce utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Stația hidrolică conține o platformă, amplasată pe două flotoare (7, 8), fixate la ea din partea țărmlui, și ancorată de mal cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei printr-o structură metalică de cadru și tiranți (5, 6), dotați cu regulatori de întindere (9), conținând de asemenea, plasați pe platformă și legați cinematic unul cu altul, un generator electric (22), o pompă hidrolică, un multiplicator (17) și o turbină, care include un arbore vertical legat cu multiplicatorul (17) și de care sunt fixate radial bare orizontale (13) cu palete (12) cu profil hidrodinamic. Stația hidrolică este executată cu posibilitatea fixării ei pe malul stâng sau drept al râului. Turbina este montată pe platformă astfel, încât axa arborelui ei, aflată în planul  $O_2 - O_2$ , perpendicular axei orizontale de simetrie a flotoarelor  $O_1 - O_1$ , este deplasată față de axa  $O_1 - O_1$  cu valoarea „-e”, în cazul ancorării pe malul stâng al râului, și cu valoarea „+e”, în cazul ancorării pe

malul drept al râului. Pe platformă sunt instalate ghidaje (14, 15) pentru orientarea paletelor (12) în funcție de direcția de curgere a apei.

Revendicări: 2  
Figuri: 4



MD 3845 F1 2009.02.28



MD 3845 F1 2009.02.28

3

**Descriere:**

Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la stațiile hidraulice ce utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Este cunoscută turbina hidraulică cu ax vertical, care conține un arbore de ieșire vertical, care include cel puțin o bară ce se extinde în direcție axială. Fiecare bară conține cel puțin o pală fixată mobil și orientată astfel că acțiunea fluidului efectuează rotirea arborelui. Sunt montate patru palete fixate pe osii orizontale. Invenția permite reducerea momentului de rezistență a fluidului și creșterea momentului de torsiune [1].

Dezavantajul acestei turbine hidraulice constă în aceea că, deși are o construcție relativ simplă și eficiență relativ ridicată, turbina dezvoltă un moment de torsiune relativ mic.

Cea mai apropiată soluție este centrala hidroelectrică, care conține o platformă, amplasată pe corpuri flotante și, instalat de o parte a rotorului turbinei spre malul râului și fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea și cinematic legate unul cu altul un generator, un multiplicator și o turbină, care include un ax vertical legat cu multiplicatorul, de care sunt fixate radial bare orizontale cu palete cu profil hidrodinamic [2].

Dezavantajul constă în aceea că, deși are o eficiență relativ sporită de conversie a energiei cinetice a apei curgătoare, stația hidraulică posedă stabilitate flotantă redusă datorită faptului că axa rotorului turbinei se află în planul de simetrie longitudinală a corpurilor flotante, atunci când centrul sumar al aplicării forțelor Arhimede asupra paletelor cave se află la o distanță „e” de planul de simetrie longitudinală a corpurilor flotante. Acest fapt generează un moment de răsturnare a platformei. Totodată această înclinare a platformei împreună cu rotorul turbinei conduce la reducerea eficienței de conversie a energiei cinetice a apei, cauzată de abaterea poziției paletelor față de curenții de apă de la cea optimă calculată.

Problema pe care o rezolvă invenția este majorarea eficienței de conversie a energiei cinetice a apei și asigurarea stabilității flotante a stației hidraulice.

Stația hidraulică înălțură dezavantajele sus-menționate prin aceea că aceasta conține o platformă, amplasată pe un corp flotant, fixat la ea din partea țărmlui, și ancorată de mal cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei printr-o structură metalică de cadru și tiranți dotați cu regulatori de întindere, conținând de asemenea, plasați pe platformă și legați cinematic unul cu altul, un generator electric, o pompă hidraulică, un multiplicator și o turbină, care include un arbore vertical legat cu multiplicatorul și de care sunt fixate radial bare orizontale cu palete cu profil hidrodinamic. Corpul flotant include două flotoare. Stația este executată cu posibilitatea fixării ei pe malul stâng sau drept al râului. Turbina este montată pe platformă, astfel încât axa arborelui ei, aflată în planul  $O_2 - O_2$ , perpendicular axei orizontale de simetrie a flotoarelor  $O_1 - O_1$ , este deplasată față de axa  $O_1 - O_1$  cu valoarea „-e”, în cazul ancorării pe malul stâng al râului și cu valoarea „+e”, în cazul ancorării pe malul drept al râului, unde:

$$e = c_M \cdot \cos \alpha,$$

în care  $c_M$  este distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a paletei de bara orizontală a turbinei,

$\alpha$  - unghiul format de coarda paletei și direcția de curgere a apei.

Pe platformă sunt instalate, cu posibilitatea schimbării poziției lor în dependență de direcția curgerii apei, la un unghi de  $180^\circ$  în jurul axei orizontale de simetrie a rotorului  $O_1 - O_1$ , ghidaje pentru orientarea paletelor.

Doi tiranți sunt amplasați în planul vertical ce trece prin axa orizontală de simetrie a arborelui turbinei  $O_1 - O_1$ , paralel și la distanțe egale de planul de simetrie al structurii metalice de cadru, alți doi tiranți sunt plasați spațial simetric față de planul  $O_1 - O_1$ , iar fiecare tirant formează cu acesta un unghi ascuțit, totodată punctele de legătură ale tiranților cu platforma și corpul flotant se află pe același plan.

Stația hidraulică conform invenției asigură următoarele avantaje:

- Amplasarea centrului rotorului turbinei la o distanță stabilită față de planul de simetrie longitudinală a corpurilor flotante asigură stabilitate flotantă stației hidraulice și grad de conversie sporit ca urmare a reducerii abaterii poziției paletelor față de poziția optimă calculată;

- Ancorarea corpurilor flotante de mal prin intermediul a 4 tiranți dotați cu regulatori de întindere, două dintre care sunt amplasați în plan vertical, care trece prin axa de simetrie orizontală a rotorului  $O_1 - O_1$ , altele două fiind amplasate de ambele părți ale planului  $O_1 - O_1$ , formand cu acest plan un unghi ascuțit permite reglarea poziției verticale a axei rotorului turbinei și a poziției rotorului față de direcția curenților de apă;

- Instalarea ghidajelor pentru orientarea paletelor față de direcția curenților de apă cu rotirea lor la unghiul de  $180^\circ$  în jurul axei de simetrie longitudinală a pontoanelor  $O_1 - O_1$  în cazul ancorării de malul drept al râului comparativ cu ancorarea de malul stâng asigură o stabilitate flotantă sporită

## MD 3845 F1 2009.02.28

4

- stației hidraulice, precum și o reducere a abaterii poziției paletelor față de curenții de apă de la cea optimă.
- Invenția se explică prin figurile 1...4, care reprezintă:
- fig. 1, schema principală a stației hidraulice (vedere frontală);
  - fig. 2, schema principală a stației hidraulice (vedere de sus);
  - fig. 3, schema cu distanțele de la punctele de aplicare a forțelor Arhimede până la axa rotorului (vedere de sus);
  - fig. 4, vederea mărită a unei palete cu indicarea punctului de aplicare a forței Arhimede și a centrului de rotire a paletei.
- Stația hidraulică include o platformă 1 (fig. 1) legată articulat de țârm prin intermediul unei structuri de rezistență 2, tiranților 3 și 4, amplasați paralel la planul de simetrie al structurii de rezistență 2 de ambele părți ale ei, și tiranților 5 și 6, legați de corpurile flotante 7 și 8 cu formarea unui unghi ascuțit între axa tiranților 5, 6 și planul perpendicular pe axa corpurilor flotante 7 și 8. Pentru reglarea lungimii, tiranții 3, 4, 5 și 6 sunt dotați cu regulatori de întindere 9. Corpurile flotante 7 și 8 sunt amplasate de o parte (din partea țârmului) a rotorului 10 turbinei 11, care include palete cave cu profil hidrodinamic 12, instalate cu posibilitatea rotirii pe capetele barelor horizontale 13 și legate cinematic cu ghidajele 14 mecanismului de orientare (în cazul ancorării stației hidraulice de malul stâng al râului) și ghidajele 15 (în cazul ancorării stației hidraulice de malul drept al râului). În procesul rotirii rotorului 10, punctele de aplicare ale forțelor Arhimede  $F_A$ , care acționează asupra paletelor cave 12, se vor deplasa pe traiectoria 16. Pe platformă 1 este instalat de asemenea un multiplicator 17, arborele conducător al căruia este legat rigid cu rotorul 10 turbinei 11. Arborele condus al multiplicatorului 17 este legat prin transmisiile cu curea 18, 19 și 20 cu pompa hidraulică 21 și, respectiv, cu generatorul electric de turaj joasă 22.
- Stația hidraulică funcționează în modul următor.
- Turbina cu rotor 10 și palete 12 este amplasată în fluxul de apă a râului. Poziția lor față de nivelul apei este asigurată de forțele Arhimede, care acționează asupra corpurilor flotante 7 și 8 și asupra părții frontale ale paletelor 12, care sunt executate cave. Poziția verticală a rotorului 10 turbinei 11 este asigurată prin reglarea lungimii tiranților 3 și 4 prin intermediul regulatorilor de întindere 9. Reglarea poziției platformei 1 cu rotor 10 în plan orizontal se efectuează cu ajutorul tiranților 5 și 6, legați cu corpurile flotante 7 și 8 la un unghi ascuțit  $\beta$  și regulatorii de întindere 9. Pentru asigurarea forțelor de întindere minime în tiranții 3 și 4, dar și pentru minimizarea distanței de legătură a lor cu țârmul, se recomandă alegerea unghiului ascuțit  $\beta = 30...45^\circ$ .
- Cavitata paletelor 12 generează o forță Arhimede, care se determină cu relația:
- $$F_A = \rho v g,$$
- unde:
- $\rho$  este densitatea apei;
  - $v$  - volumul interior al paletei;
  - $g$  - accelerația gravitațională.
- Analiza traiectoriei mișcării punctului de aplicare a forței Arhimede  $F_A$  arată că distanța de la acest punct până la planul, care trece prin axa rotorului 10 pentru paletele 12 care se mișcă împotriva curenților de apă (partea stângă a rotorului) este mai mică decât aceleași distanțe pentru paletele 12, amplasate momentan de partea dreaptă a rotorului 10. Aceasta conduce la apariția unui moment de răsturnare:
- $$M_r = M_{\Sigma as} - M_{\Sigma ad},$$
- unde:
- $M_{\Sigma as}$  este momentul sumar dezvoltat de forțele Arhimede, care acționează asupra paletelor, amplasate momentan de partea stângă a rotorului;
  - $M_{\Sigma ad}$  - momentul sumar dezvoltat de forțele Arhimede, care acționează asupra paletelor, amplasate momentan de partea dreaptă a rotorului.
- Momentele sumare dezvoltate de forțele Arhimede, care acționează asupra paletelor, aflate momentan de partea stângă a rotorului și, respectiv, de partea dreaptă a rotorului se determină cu relațiile:
- $$M_{\Sigma as} = \Sigma F_{Ai} \cdot l_{si} \text{ și } M_{\Sigma ad} = \Sigma F_{Ai} \cdot l_{di},$$
- unde:
- $F_{Ai}$  sunt forțele Arhimede, care acționează asupra paletelor 12, amplasate momentan de partea stângă a rotorului;
  - $l_{si}$  - lungimea distanțelor de la punctul de aplicare a forței Arhimede pe partea frontală a paletelor 12 amplasate momentan de partea stângă a rotorului;
  - $l_{di}$  - lungimea distanțelor de la punctul de aplicare a forței Arhimede pe partea frontală a paletelor 12 amplasate momentan de partea dreaptă a rotorului.

## MD 3845 F1 2009.02.28

5

Aceste distanțe se calculează după formula:

$$l^2 = R^2 + c_M^2 + 2Rc_M \cos(\alpha + \varphi),$$

5

unde:

R - raza rotorului;

$c_M$  - distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a palei de rotorul turbinei;

10

$\alpha$  - unghiul format de coarda palei și direcția de curgere a apei;

$\varphi$  - unghiul format de brațul rotorului și direcția perpendiculară cursului apei.

Pentru compensarea acestui moment de răsturnare  $M_r$  se propune amplasarea axei rotorului 10 în planul  $O_1-O_1$  deplasat la distanța e față de planul de simetrie longitudinală a corpurilor flotante  $O_1-O_1$ . Distanța e se calculează cu relația:

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

15

unde n este numărul paletelor rotorului, iar  $y_i$  este distanța de la centrul de aplicare a forței Arhimede la paleta i până la planul de simetrie longitudinală (fig. 3). Pentru fiecare paletă distanța  $y_i$  se calculează cu relația

$$y_i = c_M \cos \alpha + R \sin(\varphi + (i - 1) \frac{360^\circ}{n}),$$

unde:

20

R - raza rotorului;

$c_M$  - distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a paletei de rotorul turbinei,  $O_i N_i$  în fig. 3, 4;

$\alpha$  - unghiul format de coarda paletei și direcția de curgere a apei;

$\varphi$  - unghiul format de brațul rotorului și direcția perpendiculară cursului apei;

25

n - numărul paletelor rotorului.

Astfel, distanța e se calculează cu relația:

$$e = c_M \cdot \cos \alpha,$$

unde  $c_M$  este distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a paletei de rotorul turbinei, iar  $\alpha$  este unghiul format de coarda paletei și direcția de curgere a apei.

30

În cazul ancorării stației hidraulice de malul drept al râului este necesar ca ghidajele 14 să fie rotite în jurul axei  $O_1-O_1$  la unghiul de  $180^\circ$ , ocupând poziția ghidajelor 15.

## MD 3845 F1 2009.02.28

6

### (57) Revendicări:

1. Stație hidrolică, care conține o platformă, amplasată pe un corp flotant, fixat la ea din partea țărmlui, și ancorată de mal cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei printr-o structură metalică de cadru și tiranți dotați cu regulatori de întindere, conținând de asemenea, plasați pe platformă și legați cinematic unul cu altul, un generator electric, o pompă hidrolică, un multiplicator și o turbină, care include un arbore vertical legat cu multiplicatorul și de care sunt fixate radial bare orizontale cu palete cu profil hidrodinamic, **caracterizată prin aceea că** corpul flotant include două flotoare; stația este executată cu posibilitatea fixării ei pe malul stâng sau drept al râului, totodată turbina este montată pe platformă, astfel încât axa arborelui ei, aflată în planul  $O_2 - O_2$ , perpendicular axei orizontale de simetrie a flotoarelor  $O_1 - O_1$ , este deplasată față de axa  $O_1 - O_1$  cu valoarea „e”, în cazul ancorării pe malul stâng al râului și cu valoarea „+e”, în cazul ancorării pe malul drept al râului, unde:

$$e = c_M \cdot \cos \alpha,$$

15 în care  $c_M$  este distanța dintre punctul de aplicare a forței Arhimede și punctul de fixare a paletelor de bara orizontală a turbinei,  $\alpha$  este unghiul format de coarda paletelor și direcția de curgere a apei, totodată pe platformă sunt instalate, cu posibilitatea schimbării poziției lor, în dependență de direcția curgerii apei, la un unghi de  $180^\circ$  în jurul axei orizontale de simetrie a rotorului  $O_1 - O_1$ , ghidaje pentru orientarea paletelor.

20 2. Stație hidrolică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** doi tiranți sunt amplasați în planul vertical ce trece prin axa orizontală de simetrie a arborelui turbinei  $O_1 - O_1$ , paralel și la distanțe egale de planul de simetrie al structurii metalice de cadru, alți doi tiranți sunt plasați spațial simetric față de planul  $O_1 - O_1$  și fiecare tirant formează cu acesta un unghi ascuțit, totodată punctele de legătură ale tiranților cu platforma și corpul flotant se află pe același plan.

25

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 7083382 B2 2003.10.02
2. MD 2992 G2 2006.02.28

<b>Șef Secție:</b>	SĂU Tatiana
<b>Examinator:</b>	CAISIM Natalia
<b>Redactor:</b>	UNGUREANU Mihail

MD 3845 F1 2009.02.28

8

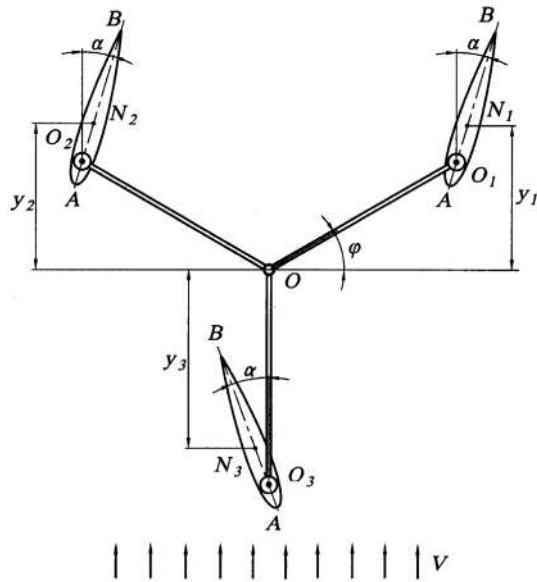


Fig. 3

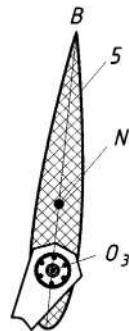


Fig. 4

MD 3845 F1 2009.02.28

7

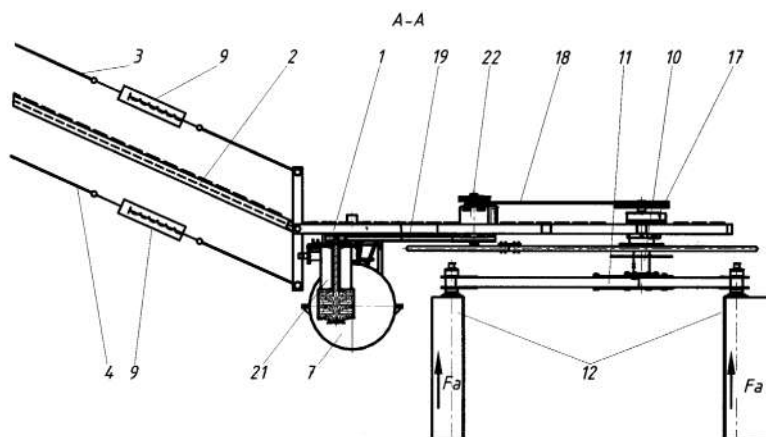


Fig. 1

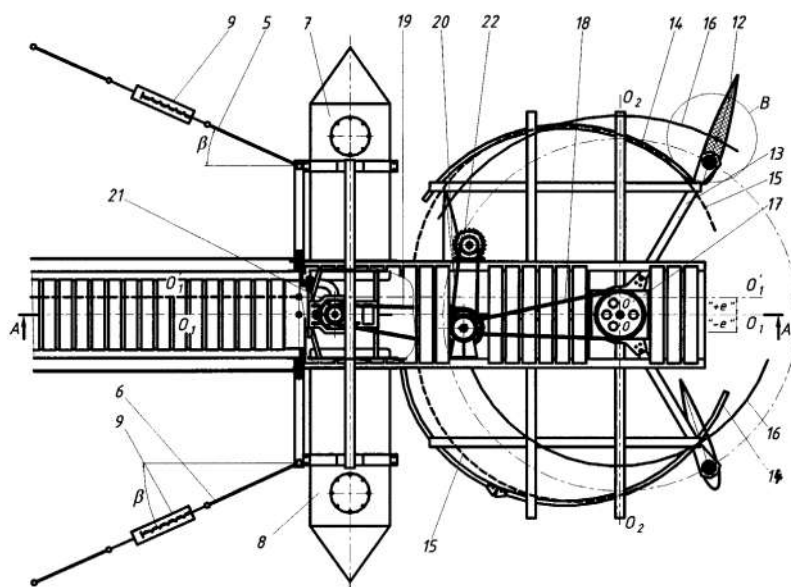


Fig. 2



REPUBLICA MOLDOVA

AGPI

AGENTIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALA

# BREVET DE INVENȚIE

Nr. 3817

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND PROTECȚIA INVENȚIILOR, AGENTIA DE STAT PENTRU  
PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE

Turbină de vânt cu ax vertical (variante)

Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

Data depozit: 2007.05.11

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE  
INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET DE INVENȚIE

CONFIRM PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

DIRECTOR GENERAL

CHIȘINĂU



MD 3817 B1 2009.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3817 (13) B1  
(51) Int. Cl.: F03D 3/02 (2006.01)

## (12) BREVET DE INVENȚIE

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării	
(21) Nr. depozit: a 2007 0133 (22) Data depozit: 2007.05.11	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2009.01.31, BOPI nr. 1/2009
(71) Solicitanți: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN BRAȘOV, RO (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; VIȘA Ion, RO; DULGHERU Valeriu, MD; CIUPERCĂ Rodion, MD (73) Titulari: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD; UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN BRAȘOV, RO	

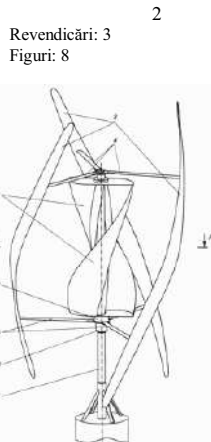
### (54) Turbină de vânt cu ax vertical (variante)

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la mașinile de conversiune a energiei eoliene, și anume la turbinele de vânt cu ax vertical de tip Darrieus.

Turbina de vânt cu ax vertical conține un turn vertical fix (1), pe care este instalat liber un arbore rotitor de bază (2) cu niște pale (3), legate rigid cu el, fiecare pală (3) având forma alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară a axei longitudinale. În spațiul dintre pale (3) sunt amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale (8), fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază (2) și legat cu el prin intermediul unui cuplaj unisens. Arborele rotitor de bază (2) este legat rigid cu arborele generatorului electric (10). În variantele a II și a III, arborele rotitor de bază (2) și arborele rotitor suplimentar sunt legați cu arborele generatorului electric (10) prin intermediul unui diferențial sinusoidal cu bile sau cu roți dințate conice.

Turbina de vânt cu ax vertical permite conversiunea energiei eoliene în energie electrică sau mecanică cu un coeficient sporit de conversiune.



MD 3817 B1 2009.01.31



## MD 3817 B1 2009.01.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la dispozitivele de conversiune a energiei eoliene, și anume la turbinele de vânt cu ax vertical de tip Darrieus.

Se cunoaște o turbină de vânt cu ax vertical, care include un arbore cu pale cu profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară a axei longitudinale. În spațiul dintre pală și arbore sunt amplasate niște spițe ce măresc rigiditatea paletelor și elemente adiționale. Această turbină este preconizată să funcționeze eficient în limita raportului de viteze la vârful palei  $\lambda = 2,5 \dots 4$ .

Această turbină dispune însă de o eficiență relativ scăzută în limita vitezelor scăzute ale vântului [1].

Se cunoaște de asemenea o turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore cu o serie de pale curbe cu profil aerodinamic în secțiunea transversală, liniile medii ale cărora sunt paralele axei arborelui vertical, capetele de sus și de jos ale cărora sunt fixate de arbore.

Această turbină dispune de asemenea de o eficiență de conversiune relativ scăzută, fapt care nu-i permite să funcționeze eficient în zone cu un potențial energetic eolian scăzut [2].

Cea mai apropiată soluție este turbina de vânt cu ax vertical, care conține un arbore rotitor, niște pale legate rigid cu el, fiecare pală având forma alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară a axei longitudinale.

Dezavantajul acestei soluții tehnice constă într-o eficiență de conversiune relativ scăzută [3].

Problema pe care o rezolvă invenția constă în sporirea eficienței de conversiune a energiei eoliene în zonele cu un potențial de vânt scăzut.

Dispozitivul, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un turn vertical fix, pe care este instalat liber un arbore rotitor de bază, niște pale legate rigid cu el, fiecare pală având forma alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară a axei longitudinale. În spațiul dintre pale sunt amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale, fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază și legat cu el prin intermediul unui cuplaj unisens.

Dispozitivul, conform variantei a doua a invenției, conține de asemenea un generator electric, iar în spațiul dintre pale pot fi amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale, fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază, pe capătul de jos al arborelui rotitor suplimentar este fixat un disc, pe suprafața de jos a căruia este executată o canelură sinusoidală închisă cu cel puțin două amplitudini, iar pe flanșa de sus a arborelui generatorului electric este fixat un alt disc, pe suprafața frontală a căruia, orientată spre suprafața de jos a celui alt disc, este executată o altă canelură sinusoidală închisă cu un număr de amplitudini mai mic decât la canelura sinusoidală închisă de pe primul disc, totodată între discuri este amplasată o colivie cu caneluri drepte radiale, legată rigid cu arborele rotitor de bază, iar între caneluri sunt amplasate bile.

Dispozitivul, conform variantei a treia a invenției, conține un generator electric și un diferențial cu roți dințate conice, în spațiul dintre pale fiind amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale, fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază, arborele rotitor suplimentar este legat cu unul din elementele mobile ale diferențialului cu roți dințate conice, arborele rotitor de bază este legat cu al doilea element mobil al diferențialului cu roți dințate conice, iar arborele generatorului electric, amplasat perpendicular la arborele rotitor de bază, este legat mobil cu al treilea element mobil al diferențialului cu roți dințate conice.

Particularitățile invenției permit amplasarea în spațiul interior format de pale a paletelor suplimentare legate cu arbore suplimentar, ceea ce permite majorarea puterii generate de turbină. Legătura printr-un cuplaj unisens a arborelui de bază cu cel suplimentar exclude frânarea arborelui generatorului electric la puterea mică a vântului.

Rezultatul invenției constă în amplasarea optimă din punct de vedere constructiv și funcțional prin combinarea arborelui de bază cu cel suplimentar și a legăturii acestora printr-un cuplaj unisens, ceea ce permite creșterea puterii generate de generatorul electric.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...8, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală a turbinei de vânt cu ax vertical combinată;
- fig. 2, secțiunea A-A din fig. 1;
- fig. 3, subsansamblurile de bază ale turbinei în secțiune longitudinală;
- fig. 4, secțiunea B-B din fig. 3;
- fig. 5, cuplajul unisens în secțiune longitudinală;
- fig. 6, secțiunea C-C din fig. 5;
- fig. 7, secțiunea D-D din fig. 5;
- fig. 8, varianta turbinei cu diferențial conic.

Turbina de vânt cu ax vertical conține un turn vertical fix 1, pe care este instalat liber un arbore rotitor de bază 2 cu niște pale 3, legate rigid în partea de sus prin bare 4 cu flanșa arborelui 5, instalat cu

## MD 3817 B1 2009.01.31

4

5 posibilitatea rotirii în interiorul turnului vertical fix 1, iar în partea de jos prin bare 6 cu arborele rotitor de bază 2, fiecare pală 3 are o formă alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară axei longitudinale. Pe arborele rotitor de bază 2 este amplasat coaxial un arbore rotitor suplimentar 7, legat cu el prin intermediul unui cuplaj unisens 9, pe care sunt fixate fără spațiu cel puțin

10 două pale elicoidale 8 amplasate suplimentar în spațiul dintre palele 3 de formă alungită elicoidală. Arborele rotitor de bază 2 este legat rigid cu arborele generatorului electric 10. În variantele II și III, arborele rotitor de bază 2 și arborele rotitor suplimentar sunt legați cu arborele generatorului electric 10 prin intermediul unui diferențial sinusoidal cu bile sau cu roți dințate conice.

15 În varianta II este executat un cuplaj unisens 9, alcătuit dintr-un disc 11 fixat în partea de jos a arborelui rotitor suplimentar 7, pe suprafața frontală de jos a căruia este executată o canelură sinusoidală închisă 12 cu cel puțin două amplitudini, spre care este îndreptată suprafața frontală a unui disc 13 ce este fixat pe flanșa de sus a arborelui generatorului electric 10, cu canelură sinusoidală închisă 14 cu un număr mai mic decât la canelura sinusoidală închisă 12 a discului 11 fixat în partea de jos a arborelui rotitor suplimentar 7. În canelurile sinusoidale închise 12 și 14, precum și în canelurile drepte radiale 15 ale separatorului 16 legat rigid cu arbore rotitor de bază 2 sunt amplasate bile 17.

20 În varianta III, în partea de jos a turnului vertical fix 1 este executat un cuplaj unisens 9, alcătuit dintr-o roată conică 18 legată rigid cu partea de jos a arborelui suplimentar 7, o roată conică 19 legată rigid cu partea de jos a arborelui de bază 2. Roțile conice 18 și 19 angrenează simultan cu pinionul satelit conic 20 instalat pe osia 21 fixată în carcasa rotitoare 22 pe care este fixată roata dințată conică 23 care angrenează cu un pinion conic 24, legat rigid cu arborele generatorului electric 10.

Turbina de vânt cu ax vertical funcționează în modul următor.

25 În urma interacțiunii curenților de aer cu palele 3 alungite elicoidale cu profil aerodinamic ce vor roti arborele 5 și arborele rotitor de bază 2 care, la rândul său, prin intermediul cuplajului unisens 9 îi comunică o viteză inițială de rotație arborelui suplimentar 7, cu palele elicoidale fără spațiu 8, care are un moment de pornire mai mare. După ce arborele suplimentar 7 cu palele elicoidale fără spațiu 8, sub acțiunea curenților de aer, va atinge viteză de rotație optimă, momentul de torsiune generat de el va fi transmis prin cuplajul unisens 9, arborelui rotitor de bază 2, totodată momentul de torsiune sumat de la acești doi arbori va fi transmis arborelui generatorului electric 10.

30 În varianta II, în scopul pornirii mai ușoare a arborelui rotitor suplimentar 7, care are un moment de pornire mai mare, turația arborelui rotitor de bază 2 va fi transmisă prin intermediul unei transmisii diferențiale sinusoidale cu bile pentru mărirea momentului de torsiune la pornirea arborelui suplimentar 7. În continuare, când ambii arbori vor atinge viteză de rotație optimă, transmisia sinusoidală va funcționa în regim de diferențial, efectuând sumarea mișcărilor de rotație de la ambii arbori și transmiterea acesteia la arborele generatorului electric 10.

35 Astfel, turbina de vânt cu ax vertical va permite pornirea mai ușoară a arborelui rotitor suplimentar și mărirea eficienței de conversiune.

40 În varianta III, în scopul pornirii mai ușoare a arborelui rotitor suplimentar 7, care are un moment de pornire mai mare, turația arborelui rotitor de bază 2 va fi transmisă prin intermediul unei transmisii diferențiale cu roți dințate conice pentru mărirea momentului de torsiune la pornirea arborelui suplimentar 7. În continuare, când ambii arbori vor atinge viteză de rotație optimă, transmisia diferențială alcătuită din roți dințate conice va efectua sumarea mișcărilor de rotație de la ambii arbori și se va transmite către arborele generatorului electric 10 ce poate fi amplasat orizontal.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

45 - permite conversiunea energiei eoliene în energie electrică sau mecanică cu un coeficient sporit de conversiune, datorită utilizării unei construcții hibride, care permite utilizarea energiei eoliene într-o gamă largă de viteze a curenților de aer;

- dispune de o construcție relativ simplă care nu necesită mecanism de direcționare a vântului și mecanism de frânare în cazul unor rafale puternice de vânt.

50

## MD 3817 B1 2009.01.31

5

### (57) Revendicări:

5 1. Turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore rotitor de bază, niște pale legate rigid cu el, fiecare pală având forma alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară axei longitudinale, **caracterizată prin aceea că** în spațiul dintre pale sunt amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale, fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază și legat cu el prin intermediul unui cuplaj unisens.

10 2. Turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore rotitor de bază, niște pale legate rigid cu el, fiecare pală având forma alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară axei longitudinale, **caracterizată prin aceea că** conține un generator electric, în spațiul dintre pale sunt amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale, fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază, pe capătul de jos al arborelui rotitor suplimentar este fixat un disc, pe suprafața de jos a căruia este executată o canelură sinusoidală închisă cu cel puțin 15 două amplitudini, iar pe flanșa de sus a arborelui generatorului electric este fixat un alt disc, pe suprafața frontală a căruia, orientată spre suprafața de jos a celui alt disc, este executată o altă canelură sinusoidală închisă cu un număr de amplitudini mai mic decât la canelura sinusoidală închisă de pe primul disc, totodată între discuri este amplasată o colivie cu caneluri drepte radiale legată rigid cu arborele rotitor de bază, iar între caneluri sunt amplasate bile.

20 3. Turbină de vânt cu ax vertical, care conține un arbore rotitor de bază, niște pale legate rigid cu el, fiecare pală având forma alungită elicoidală și profil aerodinamic în secțiunea perpendiculară axei longitudinale, **caracterizată prin aceea că** conține un generator electric și un diferențial cu roți dințate conice, în spațiul dintre pale sunt amplasate suplimentar cel puțin două pale elicoidale, fixate fără spațiu de un arbore rotitor suplimentar, care este amplasat coaxial cu arborele rotitor de bază, arborele rotitor 25 suplimentar este legat cu unul din elementele mobile ale diferențialului cu roți dințate conice, arborele rotitor de bază este legat cu al doilea element mobil al diferențialului cu roți dințate conice, iar arborele generatorului electric, amplasat perpendicular la arborele rotitor de bază este legat mobil cu al treilea element mobil al diferențialului cu roți dințate conice.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. EP 1413748 A1 2004.04.28
2. US 2004120820 A1 2004.06.24
3. WO 2005/010355 A1 2005.02.03

<b>Șef Secție:</b>	SĂU Tatiana
<b>Examinator:</b>	SPATARU Leonid
<b>Redactor:</b>	UNGUREANU Mihail

MD 3817 B1 2009.01.31

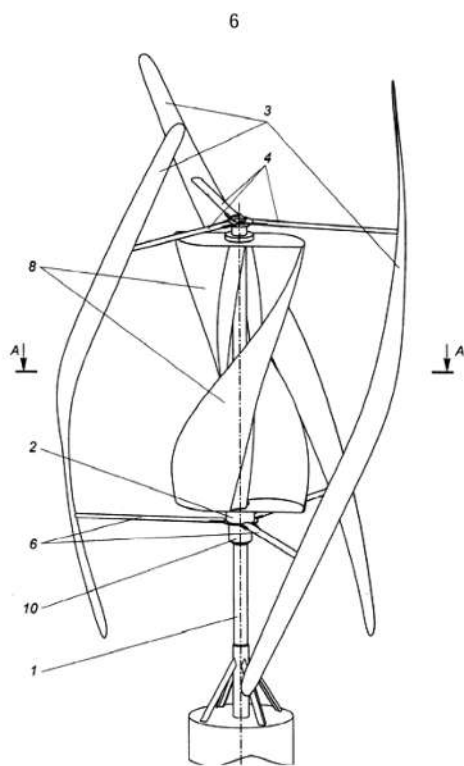


Fig. 1

A-A

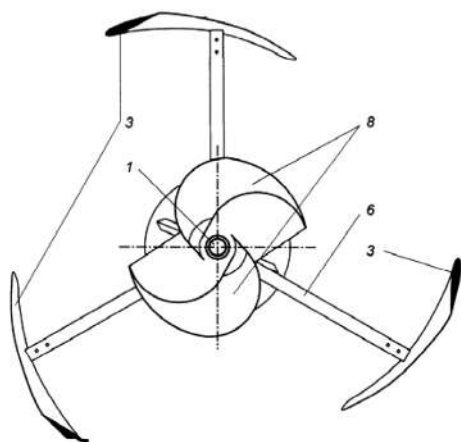


Fig. 2

MD 3817 B1 2009.01.31

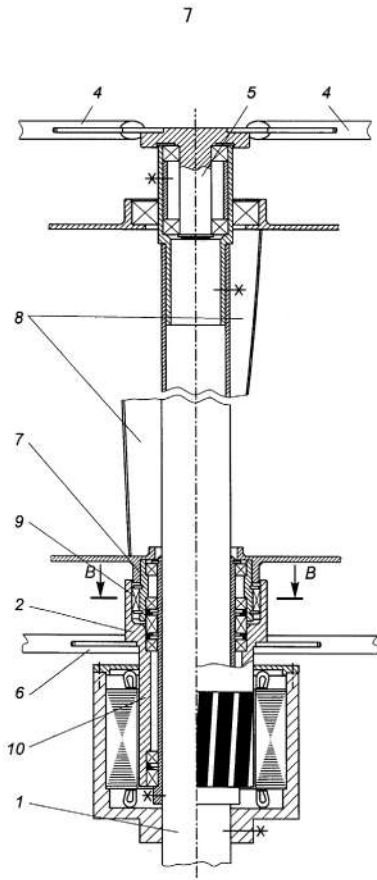


Fig. 3

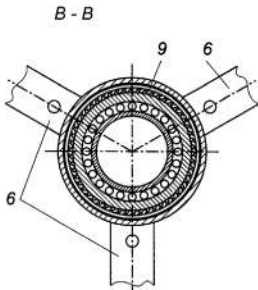


Fig. 4

MD 3817 B1 2009.01.31

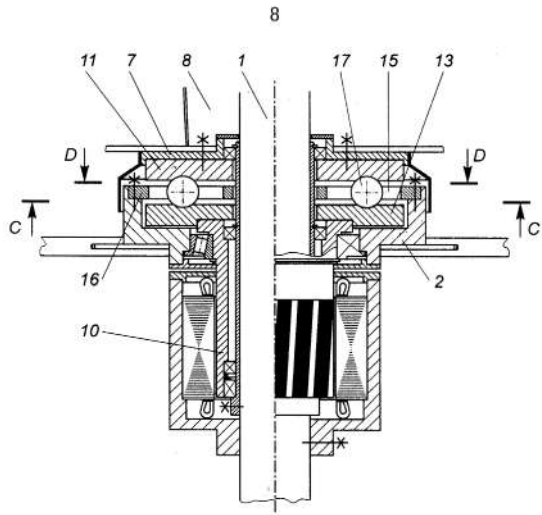


Fig. 5

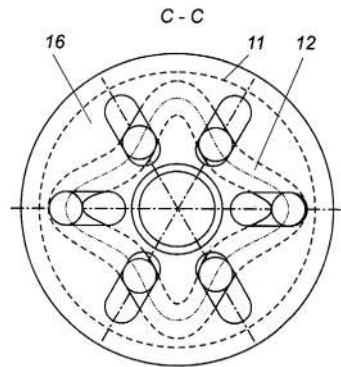


Fig. 6

MD 3817 B1 2009.01.31

9

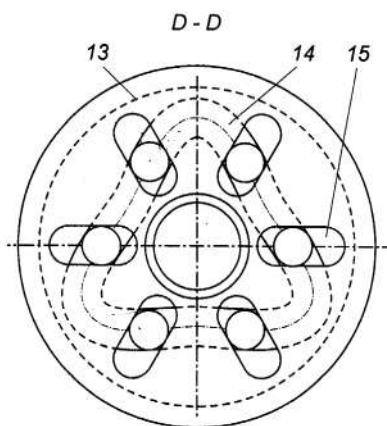


Fig. 7

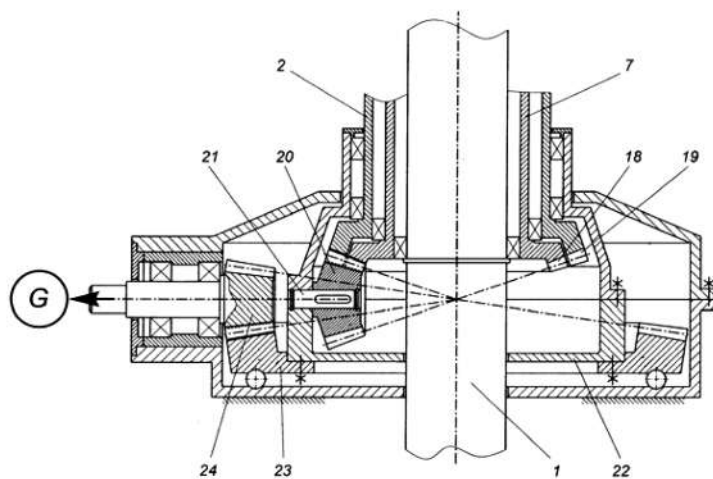


Fig. 8



REPUBLICA MOLDOVA

**AGPI** AGENTIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALA

# BREVET DE INVENȚIE

Nr. 3810

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND PROTECȚIA INVENȚIILOR, AGENTIA DE STAT PENTRU  
PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE

**Panou solar pliant**

**Titular:** UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD

**Data depozit:** 2007.11.07

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE  
INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET DE INVENȚIE

CONFIRM PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

DIRECTOR GENERAL

CHIȘINĂU



MD 3810 G2 2009.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3810** <sup>(13)</sup> **G2**  
(51) Int. Cl.: *B64G 1/44* (2006.01)  
*H01L 31/00* (2006.01)  
*F24J 2/42* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. depozit: a 2007 0309 (22) Data depozit: 2007.11.07	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2009.01.31, BOP1 nr. 1/2009
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; MALCOCI Iulian, MD; RUSU Eugen, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) **Panou solar pliant**

(57) **Rezumat:**

1  
Invenția se referă la domeniul energiei, și anume la conversiunea energiei solare în energie electrică pentru alimentarea sistemelor cu restricții dimensionale.

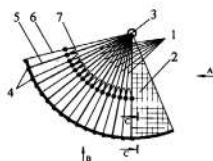
Panoul solar pliant include o carcasă, formată din secțiuni (1), pe care sunt montate celule fotovoltaice (2). Secțiunile (1) carcasei sunt executate în formă de sectoare de disc, unite între ele prin intermediul unei osii (3) plasate în centrul razei de curbură a sectoarelor de disc cu posibilitatea suprapunerii acestora și a unor ghidaje (4) plasate la periferia circulară a fiecărui sector de disc. Flanșele (5 și 6) secțiunilor (1) carcasei sunt legate între ele prin intermediul unor elemente (7) executate din

2  
material cu memoria formei, care în stare activă formează cercul carcasi.

5  
Revendicări: 1  
Figuri: 5

10

15





## MD 3810 G2 2009.01.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la domeniul energiei, și anume la conversiunea energiei solare în energie electrică pentru alimentarea sistemelor cu restricții dimensionale.

Se cunoaște o instalație de deschidere a bateriei solare, executată în formă de plăci legate articulat, dotate cu fixatoare, care mențin panoul în stare deschisă și plăci elastice de acoperire. În scopul lărgirii posibilităților de exploatare a instalației de deschidere a panoului în poziție de lucru se folosesc elemente elastice în calitate de elemente de umbră a sistemului de orientare a panoului bateriilor solare [1].

Dezavantajele acestei instalații constau în construcția relativ complicată și posibilitățile funcționale reduse.

Se cunoaște, de asemenea un panou solar, care include o carcasă, module fotovoltaice cu un strat de dielectric, aplicat pe partea dorsală și o suprafață portantă compusă din elemente elastice, care conțin pereți intermodulari, legați cu carcasa și suprafața portantă, formând celule, legate între ele cu segmente de coardă prin partea dorsală a modulelor fotovoltaice [2].

Dezavantajele acestei instalații constau în dimensiunile mari în stare pliantă și în complexitatea mecanismului de depliere a panoului.

Problema pe care o rezolvă invenția este reducerea dimensiunilor panoului solar în stare pliantă și simplificarea mecanismului lui de depliere în poziție de funcționare.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că panoul solar pliant include o carcasă formată din secțiuni pe care sunt montate celule fotovoltaice. Noutatea constă în aceea că secțiunile carcsei sunt executate în formă de sectoare de disc, unite între ele prin intermediul unei osii plasate în centrul razei de curbura a sectoarelor de disc cu posibilitatea suprapunerii acestora și a unor ghidaje plasate la periferia circulară a fiecărui sector de disc, totodată flanșele secțiunilor carcsei sunt legate între ele prin intermediul unor elemente executate din material cu memoria formei, care în stare activă formează cercul carcsei.

Rezultatul invenției constă în simplificarea operațiilor de transport a panourilor solare, care de regulă au o suprafață mare, în special important pentru aparate cosmice de zbor, și în aducerea rapidă a panoului solar prin intermediul unor mecanisme simple în stare de funcționare.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...5, care reprezintă:

- fig. 1, panoul solar pliant în stare pliantă (de transport);
- fig. 2, vederea A din fig. 1;
- fig. 3, vederea B din fig. 1;
- fig. 4, panoul solar pliant în stare depliată (de funcționare);
- fig. 5, secțiunea C-C din fig. 4.

Panoul solar pliant include o carcasă formată din secțiuni 1, pe care sunt montate celule fotovoltaice 2. Secțiunile 1 carcsei sunt executate în formă de sectoare de disc, unite între ele prin intermediul unei osii 3 plasate în centrul razei de curbura a sectoarelor de disc cu posibilitatea suprapunerii acestora și a unor ghidaje 4 plasate la periferia circulară a fiecărui sector de disc. Flanșele 5 și 6 secțiunilor 1 carcsei sunt legate între ele prin intermediul unor elemente 7 executate din material cu memoria formei, care în stare activă formează cercul carcsei.

Panoul solar pliant funcționează în felul următor. După transportare, fie în condiții terestre, fie în condiții cosmice, panoul solar pliant este amplasat în zona de lucru, în cazul unui aparat cosmic de zbor panoul solar este scos în afara aparatului de zbor, iar osia 3 este fixată în locașurile respective. Pentru a aduce panoul solar în starea de funcționare, elementele 7 din material cu memoria formei sunt încălzite de la o sursă de curent până la temperatura transformărilor intercrystaline ale materialului cu memoria formei (pentru nitinol NiTi este egală cu 149°). La această temperatură, elementele din nitinol 7 își „aduc aminte” forma imprimată în memorie (de exemplu, forma rectilinie), rotind secțiunea vecină la un unghi  $\varphi$ , corespunzător laturii opuse, egală cu lungimea elementului în stare rectilinie (cum a fost memorizată) (fig. 4). Pentru o mai bună rigiditate pe parcursul rotirii secțiunilor 1, la periferiile circulare ale lor sunt fixate pe capetele secțiunii precedente ghidajele 4 pe care luncă capătul circular al secțiunii următoare. La îndreptarea ultimului element 7 panoul solar ia forma unui cerc (fig. 4), fiind pregătit pentru conversia energiei solare fotovoltaice.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- dimensiuni minime în stare pliantă (de transportare sau depozitare);
- legarea segmentelor între ele cu elemente din material cu memoria formei permite aducerea lejeră și rapidă a panoului în stare de funcționare;
- utilizarea elementelor din material cu memoria formei pentru rotirea segmentelor panoului în poziție de lucru asigură simplitate constructivă și fiabilitate înaltă.

## MD 3810 G2 2009.01.31

4



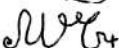
### (57) Revendicări:

5 Panou solar pliant, care include o carcasă, formată din secțiuni, pe care sunt montate celule fotovoltaice, **caracterizat prin aceea că** secțiunile carcasei sunt executate în formă de sectoare de disc, unite între ele prin intermediul unei osii plasate în centrul razei de curbură a sectoarelor de disc cu posibilitatea suprapunerii acestora și a unor ghidaje plasate la periferia circulară a fiecărui sector de disc, totodată flanșele secțiunilor carcasei sunt legate între ele prin intermediul unor elemente executate din material cu memoria formei, care în stare activă formează cercul carcasei.

10

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 94037584 A 1996.06.27
2. RU 2085450 C1 1997.07.27

Șef Secție:		SĂU Tatiana
Examinator:		GULPA Alexei
Redactor:		UNGUREANU Mihail

**MD 3810 G2 2009.01.31**

5

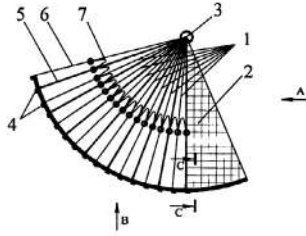


Fig. 1

A

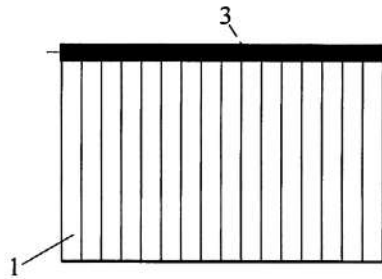


Fig. 2

B

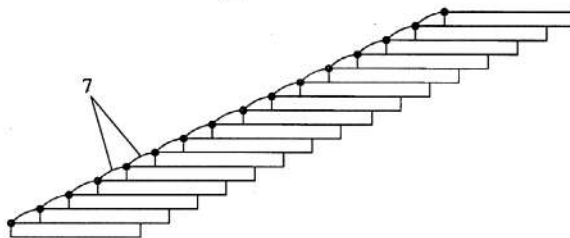


Fig. 3

**MD 3810 G2 2009.01.31**

6

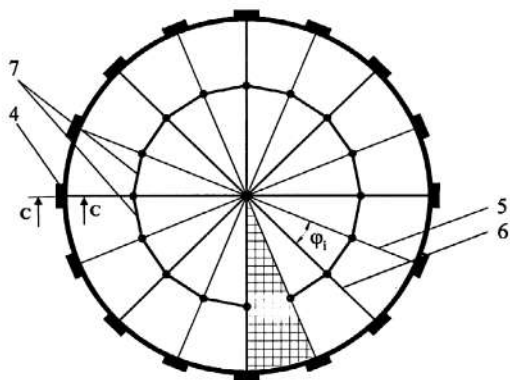


Fig. 4

C - C

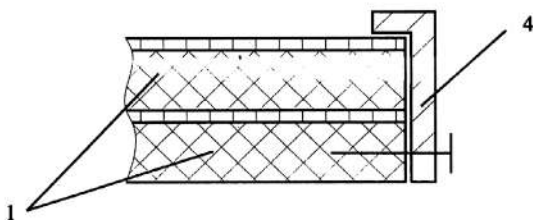


Fig. 5

Brevetul este eliberat pe răspunderea solicitantului și este valabil de la 2007.11.07 până la 2027.11.07 pe teritoriul Republicii Moldova cu condiția plății taxelor anuale legale de menținere în vigoare a brevetului de invenție



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3600**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3600 G2 2008.05.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) **3600** (13) **G2**  
(51) Int. Cl.: *B60K 16/00* (2006.01)  
*F24J 2/42* (2006.01)  
*F02G 1/044* (2006.01)  
*F03G 6/06* (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0309 (22) Data depozit: 2005.10.28 (41) Data publicării cererii: 2007.04.30, BOPI nr. 4/2007</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.05.31, BOPI nr. 5/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; VIȘA Ion, RO; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD; CIOBANU Radu, MD; CIOBANU Oleg, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) **Instalație solară cu motor Stirling**

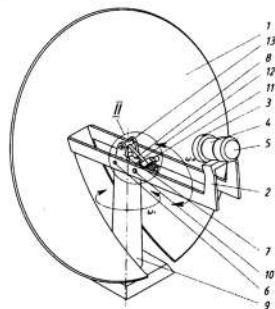
(57) **Rezumat:**

Invenția se referă la instalațiile termoelectrice fără arderea combustibilului și emisia de CO<sub>2</sub>, și anume la instalațiile de conversiune a energiei solare fără elemente fotovoltaice.

Instalația solară cu motor Stirling include un concentrator solar (1) cu oglinzi, instalat rigid pe capătul unui cadru (2), pe celălalt capăt al căruia sunt fixați cu posibilitatea varierii unghiului de înclinare față de concentratorul solar (1) un receptor de căldură cu elemente de termoemisie (3), un motor Stirling (4) și un generator electric (5). Axa comună a generatorului electric (5) a motorului Stirling (4) și a receptorului de căldură (3) trece prin centrul geometric al concentratorului solar (1). Cadru (2) este legat articulat cu furca (7) unei platforme rotitoare (8), instalată pe un suport vertical fix (9). Pe cadru (2) este instalat articulat un mecanism de reglare (11) a poziției instalației în plan meridional. Motorul Stirling (4) este executat cu cel puțin trei cilindri cu pistoane, amplasate pe circumferință. Pistoanele sunt legate prin tije cu flanșa înclinată a roții dințate centrale a unui multiplicator precesional, care transformă mișcarea de

translație alternativă a pistoanelor în mișcare de rotație a roții dințate centrale, care, în consecință, este multiplicată și transmisă rotorului generatorului electric (5).

Revendicări: 3  
Figuri: 9



MD 3600 G2 2008.05.31

## MD 3600 G2 2008.05.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la instalațiile termoenergetice fără arderea combustibilului și emisia de CO<sub>2</sub>, și anume la instalațiile de conversiune a energiei solare fără elemente fotovoltaice.

5 Se cunoaște o instalație solară cu motor Stirling pentru generarea energiei, care include lentile Fresnel pentru colectarea căldurii solare, un conductor din sticlă cuarț pentru ghidarea căldurii colectate de lentile, un motor Stirling, antrenat de sursa de căldură colectată și un generator electric antrenat de motorul Stirling [1].

10 Soluția cunoscută prezintă interes la nivel conceptual. Însă lipsa mecanismelor de orientare la soare în două planuri (meridional și latitudinal) nu asigură o eficiență înaltă de conversiune a energiei solare.

Se cunoaște, de asemenea, o instalație energetică solară, care include un concentrator, un receptor de căldură cu module de termoemisie, asigurare cu țevi de căldură izolate termic, zonele de evaporare ale cărora reprezintă anozii modulelor de termoemisie, iar zonele de condensare reprezintă încălzitoarele motorului Stirling cu electrogenerator [2].

15 Dezavantajul acestei instalații constă de asemenea în aceea că nu sunt rezolvate problemele orientării instalației solare la soare, iar conectarea directă a motorului Stirling la electrogenerator, fără utilizarea unei transmisii mecanice, reduce eficacitatea instalației și posibilitățile ei funcționale.

20 Cea mai apropiată soluție este instalația solară cu motor Stirling, care include un concentrator solar cu oglinzi, instalat cu posibilitatea rotirii în jurul axei verticale pe un suport vertical, un receptor de căldură cu module de termoemisie asigurate cu țevi izolate de căldură, regenerator și răcitor a agentului de lucru a motorului Stirling, instalat pe o structură metalică cu posibilitatea varierii unghiului de înclinare față de concentratorul solar, care include cilindri și pistoane, legate cu mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație, arborele de ieșire al căruia este legat cu rotorul generatorului electric [3].

25 Dezavantajul acestei soluții constă în structura complicată, eficiența și posibilitățile funcționale relativ reduse.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției, mărirea eficienței și lărgirea posibilităților funcționale.

30 Instalația solară, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un concentrator solar cu oglinzi, instalat rigid pe capătul unui cadru, pe celălalt capăt ale căruia sunt fixați cu posibilitatea varierii unghiului de înclinare față de concentratorul solar un receptor de căldură cu elemente de termoemisie, asigurate cu țevi de căldură izolate, un regenerator și un răcitor a agentului de lucru al motorului Stirling cu cilindri și pistoane, legate prin tije cu mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație, iar cadrul este montat cu posibilitatea rotirii pe un suport vertical. Motorul Stirling este executat cu cel puțin trei cilindri cu pistoane, axele cărora sunt amplasate pe circumferință, cadrul este legat articulat prin intermediul unei osii cu o furcă fixată pe o platformă, instalată pe un lagăr axial și legată rigid cu un arbore, instalat pe rulmenți în interiorul suportului vertical, arborele platformei este legat cu arborele condus al unui reductor precesional, care include un arbore înclinat, legat rigid cu rotorul motorului electric, pe care este instalat liber un satelit cu două coroane dințate, de o parte a căruia este amplasată o roată dințată conică legată rigid cu carcasa, iar din altă parte este amplasată o roată dințată conică mobilă, cu care este legat cu posibilitatea deplasării axiale un arbore înclinat tubular, pe care este instalat liber un alt satelit cu două coroane dințate, de o parte a căruia este amplasată o roată dințată conică legată rigid cu carcasa, iar de altă parte este instalată o roată dințată conică mobilă legată rigid cu arborele condus. Cadrul este legat suplimentar cu furca prin intermediul unei osii, pe care este fixat un motor electric și un reductor precesional, în butucul roții mobile a căreia este instalată excentric față de axa roții dințate conice mobile o piuliță, iar în piuliță este amplasat un șurub, al doilea capăt al căruia este legat rigid cu o osie, instalată articulat în furcă și paralel cu osia, care leagă articulat cadrul de furcă.

50 Mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație, poate include o flanșă înclinată a unei roți dințate conice, care este legată cinematic cu capetele tijelor pistoanelor și cu o roată satelit plată cu dinți în formă de role, instalată pe un arbore înclinat, legat rigid cu rotorul unui generator electric, totodată roata satelit plată este legată cinematic cu o roată dințată conică, numărul dinților căreia este egal cu numărul de role conice ale roții satelit plate.

55 Mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație, poate include tije suplimentare, unite articulat cu tijele pistoanelor și legate prin articulații sferice cu flanșa exterioră a unei roți satelit plată, de o parte a căreia se află o roată dințată conică fixă, iar de altă parte este amplasată o roată dințată conică mobilă, legată rigid cu arborele de ieșire.

## MD 3600 G2 2008.05.31

4

Particularitățile invenției permit:

- utilizarea motorului Stirling cu cel puțin 3 cilindri amplasați pe circumferință, pistoanele cărora efectuează mișcări alternative cu cursă redusă asigură sporirea eficienței de transformare a energiei termice a agentului de lucru în energie mecanică (cursa redusă a pistonului necesită o cantitate mică de energie termică pe perioada unui ciclu), echilibrare dinamică;
- instalarea între motorul Stirling și generatorul electric a unui multiplicator precesional, generatorul mișcării de precesie a căruia este legat cinematic cu pistoanele motorului Stirling asigură eficiența sporită de generare a energiei electrice și simplitate constructivă mecanismului de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație multiplicată;
- legătura directă a pistoanelor motorului Stirling cu flanșa roții satelit plată asigură transformarea mișcării de translație alternativă în mișcarea precesională a roții satelit plate și transformarea ulterioară a mișcării de precesie în mișcare de rotație redusă, necesară unor mașini de lucru, utilizând o construcție simplă;
- realizarea mișcării de urmărire precisă a mișcării soarelui în plan latitudinal prin utilizarea unui motor reductor precesional în două trepte (care asigură un raport de transmisie foarte mare  $\approx 0,5$  rotații într-o zi), arborele înclinat al treptei a două fiind amplasat liber în direcție axială asigură un grad înalt de concentrare a razelor solare, care cad asupra concentratorului solar cu oglinzi, fapt ce permite majorarea eficienței instalației prin utilizarea unui mecanism de orientare la soare relativ simplu;
- realizarea mișcării de urmărire precisă a mișcării soarelui în plan meridional prin utilizarea unui motor reductor precesional și a unei transmisii elicoidale dezaxate, piulița căreia este amplasată în butucul roți dințate conice mobile, excentric față de axa roții dințate conice mobile și axa șurubului, unul din capetele căruia este legat articulat în plan meridional cu suportul vertical și asigură majorarea eficienței instalației prin utilizarea unui mecanism de orientare la soare în plan meridional relativ simplu.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...9, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală tridimensională a instalației solare cu motor Stirling;
- fig. 2, vederea frontală a instalației solare cu motor Stirling;
- fig. 3, vederea laterală a instalației și schema de concentrare a razelor solare pe receptor;
- fig. 4, construcția motorului Stirling cu transmisie precesională;
- fig. 5, vederea I din fig. 4 cu o transmisie precesională, care funcționează în regim de multiplicator;
- fig. 6, vederea I din fig. 4 cu o transmisie precesională, care funcționează în regim de reductor;
- fig. 7, vederea II din fig. 1;
- fig. 8, vederea III din fig. 2;
- fig. 9, vederea IV din fig. 8.

Instalația solară cu motor Stirling conține un concentrator solar 1, fixat rigid pe unul din capetele cadrului 2, pe celălalt capăt al căruia este instalat fix un receptor de căldură 3 cu elemente de termoemisie a razelor solare, un motor Stirling 4 și un generator electric 5. Axa comună a generatorului electric 5, a motorului Stirling 4 și a receptorului de căldură 3 trece prin centrul geometric al concentratorului solar 1. Cadrul 2 este legat articulat printr-o osie 6 cu furca 7 unei platforme rotitoare 8, instalată pe un suport vertical 9 instalat fix. Pe cadru 2 este instalat articulat pe o osie 10 un mecanism de reglare a poziției instalației în plan meridional 11, șurubul 12 căruia este legat rigid cu osia 13 instalată articulat pe furcă 7, paralel și la o distanță oarecare față de osia 6. Motorul Stirling 4 (fig. 4) include o cameră interioară 14 a receptorului de căldură 3, regeneratoarele 15 legate cu răcitorul 16 și cu camerele cilindrilor 17 prin conducte 18. Pistoanele 19 sunt legate prin tije 20 cu pistoanele de ghidare 21, care, la rândul lor, sunt legate articulat cu tijele 22. Tijele 22 pot fi legate în transmisia precesională 23 (fig. 5) cinematic, prin bile 24 - cu flanșa înclinată 25 a roții dințate conice 26, legată cinematic cu o roată satelit 27 cu dinți în formă de role conice 28, care, la rândul său, este legată cinematic cu o altă roată dințată conică 29, legată fix cu carcasa 30. Roata satelit plată 27 este instalată liber pe un arbore înclinat 31, care este legat cu rotorul unui generator electric 32. În transmisia precesională (fig. 6), tijele 22 pot fi legate prin articulație sferică 33 cu flanșa exterioară 34 a roții satelit plată 35 cu dinți în formă de role 36, de o parte a căruia este instalată roata dințată conică fixă 37, legată cu carcasa 38, iar de altă parte - roata dințată conică mobilă 39, instalată fix pe arborele 40 legat în continuare cu mașina de lucru 41.

Mecanismul de orientare a stației solare în plan meridional (fig. 7) include un motor electric 42, un rotor 43 executat cav și este legat rigid cu discul 44 și cu o flanșa înclinată 45, care prin corpuri de rulare 46 este legată cinematic cu flanșa blocului satelit 47 cu coroanele dințate cu role 48 și 49.



**MD 3600 G2 2008.05.31**

5

care sunt legate cinematic cu o roata dințată conică 50, fixată rigid într-o carcasă 51 și, respectiv, cu o roata dințată conică mobilă 52. Pe un capăt al butucului roții dințate conice 52, pe bucșa sferică 53 este amplasată liber flanșa blocului satelit 47, iar în cavitatea celuilalt capăt al butucului roții dințate conice 52 este fixată rigid o piuliță 54, suprafața filetată a căreia este executată cu excentricitatea  $\Delta e$  față de axa șurubului 12, amplasat în gaura filetată a piuliței 54, diametrul căreia este mai mare decât diametrul șurubului 12. Șurubul 12 este amplasat în interiorul butucului roții dințate conice 52 și al cavității rotorului 43 motorului electric 42. Un capăt al șurubului 12 este instalat pe un sprijin 55, iar celălalt capăt este legat rigid cu osia 13 instalată pe sprijine 56 în furcă 7. Carcasa 51 este legată articulat cu cadrul 2 prin intermediul osiilor 57 și lagărelor 58.

10 Mecanismul de orientare a stației solare în plan latitudinal (fig. 8) include un motor-reductor precesional 59, arborii conduși 60 și 61 al căruia pot fi legați prin intermediul cuplajelor unisens 62 sau 63 cu axul 64, instalat pe lagăre 65 în cavitatea suportului vertical 9 și legat rigid cu platforma rotitoare 8, instalată pe lagărul axial 65, pe flanșa suportului vertical 9. Motor-reductorul precesional 59 include un motor electric 67, rotorul căruia este legat rigid cu un arbore înclinat 68, pe suprafața înclinată a căruia este amplasat liber un bloc satelit 69 cu coroane cu role 70 și 71, care sunt legate cinematic cu o roată dințată conică 72, legată rigid cu o carcasă 73 și, respectiv, cu o roată dințată conică 74, legată cu un arbore înclinat 75 cu posibilitatea unor microdeplasări ale ultimului în direcție axială. Arborele înclinat 75 este legat rigid cu arborele condus 61. Pe arborele înclinat 75 este amplasat liber un bloc satelit 76, coroanele cu role 77 și 78 ale căruia sunt legate cinematic cu o roată dințată conică 79, fixată rigid în carcasă 73 și, respectiv, cu o roată dințată conică 80, legată rigid cu arborele condus 60.

Instalația solară cu motor Stirling funcționează în modul următor:

25 Razele solare (fig. 3) reflectate de oglinzile concentratorului solar 1 sunt colectate de receptorul 3 cu elemente de termoemisie, care transmite căldură în camera interioară a receptorului de căldură 3. În consecință, are loc încălzirea gazului în cilindrul 17 motorului Stirling la un volum aproximativ constant, apoi are loc dilatarea gazului la o temperatură aproximativ constantă, datorită acesteia gazul trece prin tubul 18 în regeneratorul 15 și răcitorul 16, unde are loc răcirea gazului și comprimarea acestuia, ceea ce conduce la micșorarea volumului ocupat. După ce gazul răcit se întoarce în zona fierbinte, procesul se repetă. Mișcarea de translație a pistonului 19 este transmisă, prin tija 20, pistonul de ghidaj 21 și tija 22 transmisiei precesionale 23. În cazul necesității multiplicării mișcării de rotație a arborelui de ieșire a transmisiei precesionale (la transformarea energiei termice solare în energie electrică) tijele 22 acționează asupra flanșei înclinate 25 a roții dințate 26. La un ciclu complet de lucru a motorului Stirling (toate pistoanele 19 au efectuat câte un ciclu de mișcare alternativă de translație) roata dințată conică 26 va efectua o rotație completă în jurul axei sale. În continuare, în urma angrenării dinților roților dințate conice 26 cu rolele conice 28 ale roții satelit plate 27, la rotirea roții dințate conice cu un unghi egal cu pasul unghiular roata satelit plată 27 va efectua un ciclu complet de precesie, care prin intermediul arborelui înclinat 31 se transformă într-o turație a rotorului generatorului electric 32. Gradul de multiplicare va fi:

$$i_{1s} = -\frac{Z_{28} - Z_{26}}{Z_{28}},$$

40 unde:  $Z_{28}$  – numărul de role conice 28;  
 $Z_{26}$  – numărul de dinți ai roții dințate conice 26.  
 Totodată  $Z_{28} = Z_{26} \pm 1$ , iar  $Z_{28} = Z_{29}$ .

Astfel, la un ciclu complet de lucru a motorului Stirling (la o turație a roții dințate conice 26), rotorul motorului electric se va roti cu turația  $n_m = Z_{26}$ .

45 În cazul transformării energiei termice solare în lucru mecanic al mașinii de lucru, când este necesară reducerea mișcării de rotație a arborelui de ieșire al transmisiei precesionale, mișcarea de translație a tijelor 22 se transmite prin articulația sferică 33 roții satelit plată 35, care va efectua mișcare de precesie în jurul centrului de precesie O. În urma angrenării roților 36 cu dinții roților fixă 37 și mobilă 39, ultima se va roti cu gradul de reducere:

$$50 \quad i_{2s} = -\frac{Z_{36}}{Z_{39} - Z_{36}},$$

unde:  $Z_{36}$  – numărul roților conice,  
 $Z_{39}$  – numărul dinților roții dințate conice 39.  
 Totodată  $Z_{37} = Z_{36}$ , iar  $Z_{36} = Z_{39} \pm 1$ .

Mișcarea de rotație redusă se transmite mai departe mașinii de lucru 41.

55

## MD 3600 G2 2008.05.31

6

Pentru asigurarea unui grad înalt de conversiune a energiei solare în energie termică este necesară orientarea permanentă a concentratorului solar la soare, care trebuie efectuată în două planuri: meridional și latitudinal.

- 5 Traiectoria mișcării soarelui pe cer poate fi divizată în 2 componente: mișcarea de rotație în jurul pământului (rotație latitudinală) și mișcarea de rotație în plan meridional (ridicarea soarelui pe cer).

Orientarea stației în plan meridional se efectuează în modul următor.

- 10 La funcționarea electromotorului 42 numărul de turații se reduce în angrenajul precesional format din roțile dințate  $Z_{50}$ ,  $Z_{48}$ ,  $Z_{49}$  și  $Z_{52}$ . Cu gradul de reducere:

$$i_m = - \frac{Z_{48} \cdot Z_{52}}{Z_{50} \cdot Z_{49} - Z_{48} \cdot Z_{52}},$$

unde:  $Z_{48}$ ,  $Z_{49}$  – numerele de role ale coroanelor cu role 48 și 49 ale blocului satelit 47;

$Z_{50}$ ,  $Z_{52}$  – numerele de dinți ai roților dințate conice 50 și 52.

- 15 În continuare mișcarea de rotație redusă a roții dințate 52, prin intermediul piuliței excentrice 54, se va transforma în mișcare de translație a șurubului 12, care se va reduce suplimentar în angrenajul „piuliță dezaxată 54-șurub 12”, deoarece pasul piuliței poate fi luat mult mai mic decât pasul șurubului, deci, la o rotație a piuliței dezaxate 54 șurubul 12 se va deplasa cu valoarea egală cu pasul filetelui piuliței. Deci raportul de transmisie sumar va fi:

$$i_{\Sigma} = i_m \cdot i_{i,s-p},$$

- 20 unde  $i_{i,s-p}$  este raportul de transmisie al transmisiei șurub-piuliță dezaxată.

$$i_{i,s-p} = \frac{P_s}{P_{p,d}},$$

unde:  $P_s$  – pasul șurubului;

$P_{p,d}$  – pasul piuliței dezaxate.

- 25 În final, cadrul 2, împreună cu concentratorul solar și subsansamblul „receptor de căldură 3-motor Stirling 4-generator electric 5”, se va roti în plan meridional urmărind traiectoria mișcării soarelui pe cer: până la masă, odată cu ridicarea soarelui pe cer, concentratorul solar și subsansamblul „receptor de căldură-motor Stirling-generator electric” își vor mări unghiul de înclinare față de orizontală, atingând unghiul maxim la poziția maximă de sus a soarelui. După amiază, unghiul de înclinare a subsansamblurilor stației solare se va reduce până la unghiul minim corespunzător asfințitului soarelui.

Pentru diferite zone de amplasare a instalațiilor solare pe globul pământesc acest unghi este diferit. Pentru zona ecuatorului unghiul de înclinare crește de la  $0 \rightarrow 90^\circ$ , apoi scade  $90^\circ \rightarrow 0$ .

Rotirea stației solare în plan latitudinal se efectuează în modul următor.

- 35 Mișcarea de rotație a rotorului motorului electric 67 se transforma prin intermediul arborelui înclinat 68 în mișcare precesională a blocului satelit 69. În urma angrenării coroanelor cu role 70 și 71 cu roțile dințate conice 72 și 74, ultima se va roti cu raportul de transmisie:

$$i_{1l} = - \frac{Z_{70} \cdot Z_{74}}{Z_{72} \cdot Z_{71} - Z_{70} \cdot Z_{74}},$$

unde:  $Z_{70}$ ,  $Z_{71}$  sunt numărul roților coroanelor 70 și 71;

$Z_{72}$ ,  $Z_{74}$  – numerele dinților roților dințate conice 72 și 74.

- 40 Mișcarea de rotație redusă a roții dințate 74 se transformă în continuare prin intermediul arborelui înclinat 75 în mișcare de precesie a blocului satelit 76. Ca rezultat al angrenării coroanelor cu role 77 și 78 cu roțile dințate conice 79 și 80, ultima, împreună cu arborele condus 60, se va roti cu gradul de reducere:

$$i_{2l} = - \frac{Z_{77} \cdot Z_{80}}{Z_{79} \cdot Z_{78} - Z_{77} \cdot Z_{80}},$$

- 45 unde:  $Z_{77}$ ,  $Z_{78}$  – numerele de role ale coroanelor 77 și 78;

$Z_{79}$ ,  $Z_{80}$  – numerele de dinți ai roților dințate conice 79 și 80.

Raportul de transmisie sumar va fi:

$$i_{\Sigma l} = i_{1l} \cdot i_{2l}.$$

- 50 Deci, mișcarea de rotație redusă a arborelui condus 60 se va transmite prin cuplajul unisens 62, axului 64 platformei rotitoare 8 și mai departe cadrului 2, concentratorului solar 1 și subsansamblul

## MD 3600 G2 2008.05.31

7

„receptor de căldură 3-motor Stirling 4-generator electric 5, montat pe el”, asigurând urmărirea soarelui în plan latitudinal.

5 Întoarcerea instalației în poziția inițială, corespunzătoare răsăritului soarelui, se efectuează prin schimbarea direcției de rotire a rotorului motorului electric 67. În acest caz mișcarea de rotație redusă cu gradul de reducere  $i_{11}$  se va transmite prin intermediul cuplajului unisens 63 și axul 64, platformei rotitoare 8.

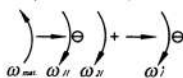
Vom ilustra rotirea instalației solare pe baza următorului exemplu:

10 Să admitem că motorul electric 67 are turația  $n_{67} = 1500 \text{ min}^{-1}$ . Perioada cea mai lungă cu soare a zilei este de 15 ore, ceea ce reprezintă 0,63 din 24 ore sau corespunde unghiului de rotire de  $238^\circ$  sau 0,63 rotații a instalației în jurul axei sale. Deci raportul de transmitere sumar necesar va fi:

$$i_{\Sigma} = \frac{n_{67}}{n_{61}} = \frac{1500 \text{ min}^{-1}}{1/24 \cdot 60 \cdot \text{min}^{-1}} = 2.160.000.$$

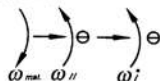
15 Pentru realizarea acestui raport de transmisie este necesar un reductor precesional în 2 trepte. Deoarece prima treaptă se utilizează pentru reîntoarcerea instalației în timpul nopții în poziție inițială (corespunzătoare răsăritului soarelui), vom asigura un raport de transmisie mai mare în treapta a 2<sup>a</sup>.

Alegerea numerelor de dinți ale roților din treptele 1 și 2 trebuie să asigure rotirea instalației solare în direcție inversă la schimbarea direcției de rotire a rotorului motorului electric. Acesta se realizează în următoarea combinație. În direcția de lucru:



20 direcția de rotire a arborelui 60 va fi inversă direcției de rotire a rotorului motorului electric 67.

La schimbarea direcției de rotire a rotorului motorului electric:



25 direcția de rotire a arborelui 61, care se transmite prin intermediul cuplajului unisens 61 axului 64 și platformei rotitoare 8, va fi inversă direcției de rotire de lucru a instalației solare.

Numărul de dinți ai roților dințate ale treptei a 2<sup>a</sup> va constitui:

$$Z_{79}=48; Z_{77}=49; Z_{78}=50; Z_{80}=49 \cdot i_{21}=+2401,0$$

atunci raportul de transmisie al primei trepte va fi:

$$i_{11} = \frac{2160.000}{2401} = 899,6.$$

Acest raport de transmisie este realizat de roțile dințate cu numerele de dinți:

30  $Z_{72}=30; Z_{70}=31; Z_{71}=30; Z_{74}=29 \cdot i_{11} = - 899,6.$

Astfel instalația solară este readusă relativ rapid în poziția inițială, corespunzătoare răsăritului soarelui.

35 Corectarea mișcărilor de rotație ale instalației solare în plan meridional și latitudinal, necesitatea căreia este generată de schimbarea traiectoriei mișcării soarelui pe parcursul anului calendaristic, este efectuată de un sistem computerizat de comandă.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

40 • Funcționează în regim automat, fără intervenția operatorului. Se pune în funcțiune fiecare dimineată la răsăritul soarelui și funcționează pe parcursul întregii zile, urmărind soarele, trecând în stare de repaos la asfințitul soarelui, fiind readusă în poziție inițială, corespunzătoare răsăritului soarelui.

45 • Motorul Stirling reprezintă un sistem închis, alimentat cu gaz (de exemplu hidrogen) care circulă în ea încălzindu-se și răcindu-se consecutiv. Schimbarea presiunii la încălzirea gazului în volum aproape constant mișcă pistoanele care, legate cu multiplicatorul precesional, rotesc rotorul generatorului electric sau, legate cu reductorul precesional rotesc cu viteză redusă, arborele mașinii de lucru.

• Randamentul instalației solare calculat de la razele solare până la energia electrică în rețea depășește 30%.

• Aspectul ecologic al instalației solare este asigurat și de materialele utilizate pentru construcția ei, care pot fi ușor reciclate fără a dăuna mediul ambiant.

50

## MD 3600 G2 2008.05.31

8

### (57) Revendicări:

1. Instalație solară cu motor Stirling, care include un concentrator solar cu oglinzi, instalat rigid pe capătul unui cadru, pe celălalt capăt ale căruia sunt fixați cu posibilitatea varierii unghiului de înclinare față de concentratorul solar un receptor de căldură cu elemente de termoemisie, asigurate cu țevi izolate de căldură, un regenerator și un răcitor a agentului de lucru al motorului Stirling cu cilindri și pistoane, legate prin țije cu mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație, iar cadrul este montat cu posibilitatea rotirii pe un suport vertical, **caracterizată prin aceea că** motorul Stirling este executat cu cel puțin trei cilindri cu pistoane, axele cărora sunt amplasate pe circumferință, cadrul este legat articulat prin intermediul unei osii cu o furcă fixată pe o platformă, instalată pe un lagăr axial și legată rigid cu un arbore, instalat pe rulmenți în interiorul suportului vertical, arborele platformei este legat cu arborele condus al unui reductor precesional, care include un arbore înclinat, legat rigid cu rotorul motorului electric, pe care este instalat liber un satelit cu două coroane dințate, de o parte a căruia este amplasată o roată dințată conică legată rigid cu carcasa, iar din altă parte este amplasată o roată dințată conică mobilă, cu care este legat cu posibilitatea deplasării axiale un arbore înclinat tubular, pe care este instalat liber un alt satelit cu două coroane dințate, de o parte a căruia este amplasată o roată dințată conică legată rigid cu carcasa, iar de altă parte este instalată o roată dințată conică mobilă legată rigid cu arborele condus, totodată cadrul este legat suplimentar cu furca prin intermediul unei osii, pe care este fixat un motor electric și un reductor precesional, în butucul roții mobile a căreia este instalată excentric față de axa roții dințate conice mobile o piuliță, iar în piuliță este amplasat un șurub, al doilea capăt al căruia este legat rigid cu o osie, instalată articulat în furcă și paralel cu osia, care leagă articulat cadrul de furcă.

2. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație include o flanșă înclinată a unei roți dințate conice, care este legată cinematic cu capetele tijelor pistoanelor și cu o roată satelit plată cu dinți în formă de role, instalată pe un arbore înclinat, legat rigid cu rotorul unui generator electric, totodată roata satelit plată este legată cinematic cu o roată dințată conică, numărul dinților căreia este egal cu numărul de role conice ale roții satelit plate.

3. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** mecanismul de transformare a mișcării alternative de translație în mișcare de rotație, include țije suplimentare, unite articulat cu țijele pistoanelor și legate prin articulații sferice cu flanșa exterioară a unei roți satelit plată, de o parte a căreia se află o roată dințată conică fixă, iar de altă parte este amplasată o roată dințată conică mobilă, legată rigid cu arborele de ieșire.

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 6775982 B1 2004.08.17
2. RU 2013715 1994.05.30
3. Andraka Chuck. Solar Araz to use Stirling Engine.  
<http://www.membrana.ru/articles/technic/2004/11/22/131300.html>

MD 3600 G2 2008.05.31

9

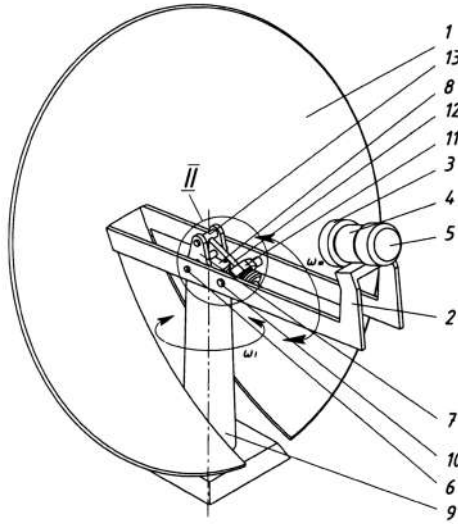


Fig. 1

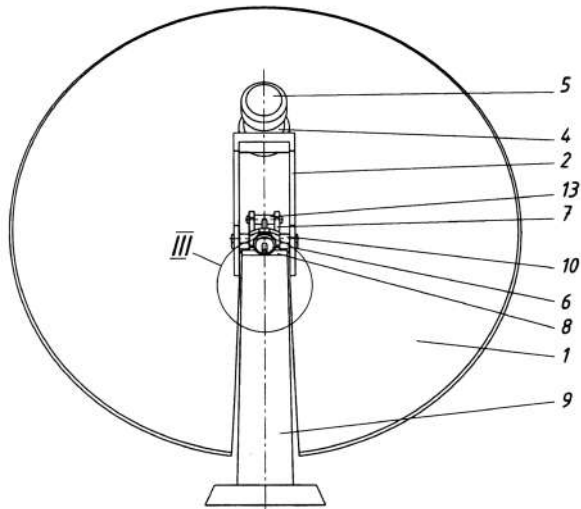


Fig. 2

# MD 3600 G2 2008.05.31

10

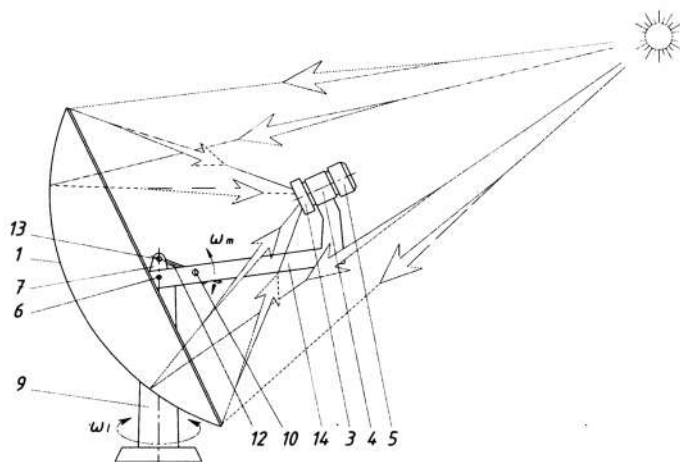


Fig. 3

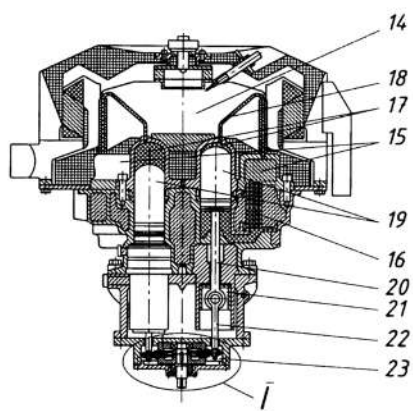


Fig. 4

MD 3600 G2 2008.05.31

11

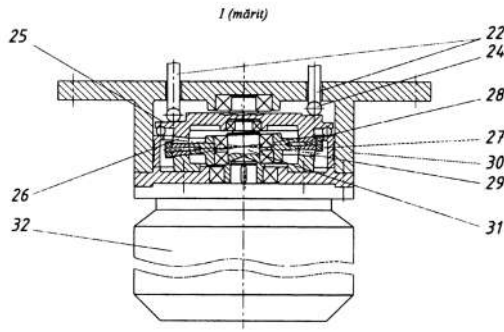


Fig. 5

I (mărit)

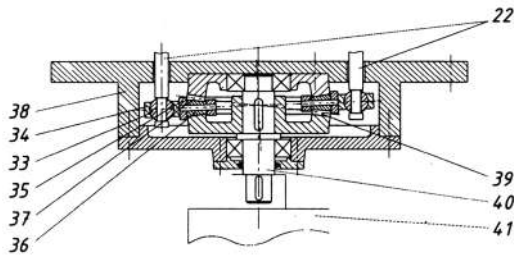
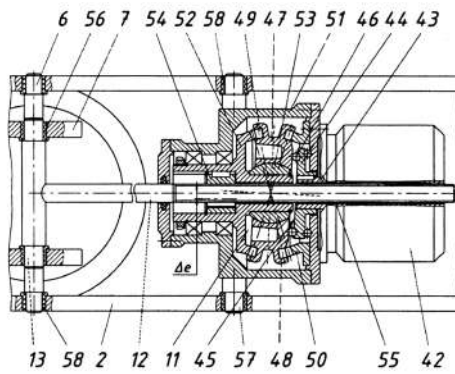


Fig. 6

II (mărit)



# MD 3600 G2 2008.05.31

12

Fig. 7

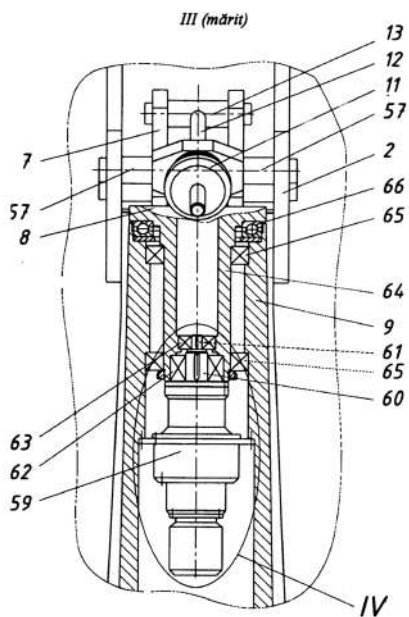


Fig. 8

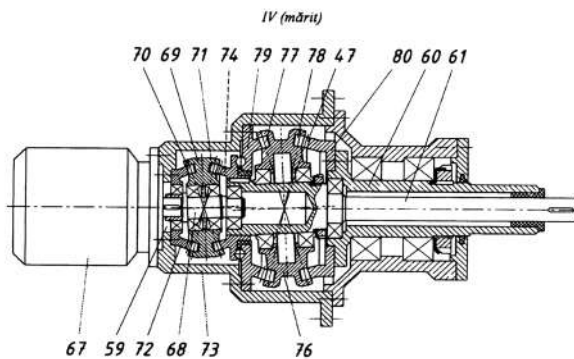


Fig. 9





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3544**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 3544 G2 2008.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3544 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F03D 9/00 (2006.01)  
F03D 11/04 (2006.01)  
F03D 3/06 (2006.01)  
E01F 11/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0135 (22) Data depozit: 2005.05.16 (41) Data publicării cererii: 2006.10.31, BOPI nr. 10/2006</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.03.31, BOPI nr. 3/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Turbină eoliană antrenată de traficul rutier (variante)

(57) Rezumat:

Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiei vântului în energie electrică, în special, la conversiunea energiei curenților de aer antrenați de traficul rutier.

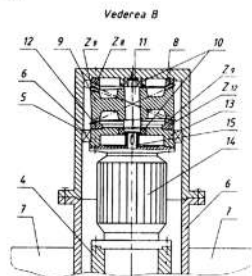
Turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform primei variante, include o bază, pe care este montat un ax vertical fix (4), pe care este fixată o manta. În manta este instalat un generator electric (14), rotorul (15) căruia este legat cu un arbore (6) cu palete (7). Noutatea constă în aceea că arborele (6) cu palete (7) este executat cav și este instalat pe axul vertical fix (4) pe lagăre (5). Profilul paletelor (7) în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbură a căreia este mai mică la extremitățile paletei (7), iar numărul paletelor (7) este de cel puțin două. În partea de sus a arborelui cav (6), în interior este fixată o roată dințată mobilă (8), legată cinematic printr-un bloc satelit (9) cu roata dințată fixă (12), legată rigid cu mantaua generatorului electric (14). Arborele manivelă (11), pe care este amplasat blocul satelit (9), este legat rigid cu rotorul (15) generatorului electric (14).

În turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a doua, arborele manivelă este

legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu un volant, care este fixat pe rotorul generatorului electric.

În turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a treia, roata mobilă este executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contactele de fricțiune ale blocului satelit cu roata de fricțiune fixă.

Revendicări: 3  
Figuri: 11



MD 3544 G2 2008.03.31

## MD 3544 G2 2008.03.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiei vântului în energie electrică, în special, la conversiunea energiei curenților de aer antrenati de traficul rutier.

5 Este cunoscută turbina eoliană, care include un ax vertical, pe care este instalată o carcasă rotitoare cu palete curbilunii pe lungimea lor [1]. Având o construcție relativ simplă, generatorul de vând cunoscut nu posedă eficiență înaltă.

10 De asemenea este cunoscută turbina eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este fixată o carcasă, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, care se rotește, în special, de la curenți orizontali de aer. Turbina este de asemenea asigurată suplimentar cu un organ de lucru, care asigură conversiunea energiei curenților verticali de aer [2]. Soluția cunoscută posedă o eficiență relativ scăzută, deoarece paletele nu au profilul adecvat. De asemenea, lipsa multiplicatorului nu asigură regim de lucru optim generatorului de curent electric datorită turației joase. Asigurarea turbinei cu încă un rotor conduce la complicarea construcției.

15 Problema pe care o rezolvă invenția propusă este mărirea eficienței, simplificarea construcției și asigurarea compacității.

20 Problema se rezolvă prin aceea că turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform primei variante, include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta. În manta este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete. Noutatea constă în aceea că arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre. Profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbură a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două. În partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată dințată mobilă, legată cinematic printr-un bloc satelit cu roata dințată fixă, legată rigid cu rotorul generatorului electric. Arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat rigid cu rotorul generatorului electric.

25 În turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a doua, arborele manivelă este legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu un volant, care este fixat pe rotorul generatorului electric.

30 În turbina eoliană antrenată de traficul rutier, conform variantei a treia, roata mobilă este executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contactele de fricțiune ale blocului satelit cu roata de fricțiune fixă.

Realizarea invenției constă în următoarele:

35 - Execuția paletelor în formă de spirală logaritmică pe lungimea lor asigură un coeficient sporit de utilizare a energiei curenților de aer formați de traficul rutier;  
 - Execuția cavă a rotorului cu palete în care sunt amplasați multiplicatorul precesional și generatorul electric asigură o capacitate și simplitate constructivă;  
 - Instalarea unui volant pe rotorul generatorului electric asigură uniformitatea rotirii lui și, în consecință, îmbunătățirea calității curentului electric produs;  
 - Execuția multiplicatorului în formă de transmisie precesională cu fricțiune asigură simplificarea construcției turbinei eoliene în întregime.

40 Invenția se explică prin desenele din fig. 1...11, care reprezintă:

- fig. 1, magistrala auto cu amplasarea turbinelor eoliene antrenate de traficul rutier în spațiul din mijloc, dintre direcțiile de circulație;  
 - fig. 2, autostrada cu dublu sens, cu amplasarea pe periferie a turbinelor eoliene antrenate de traficul rutier;

45 - fig. 3, turbina eoliană antrenată de traficul rutier;

- fig. 4, vederea A (de sus) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier cu 2 palete;

- fig. 5, vederea A (de sus) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier cu 3 palete;

- fig. 6, vederea B (în secțiune) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier;

50 - fig. 7, vederea B (în secțiune, conform altei construcții) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier;

- fig. 8, vederea B (în secțiune, conform altei construcții) din fig. 3 a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier;

- fig. 9, schema pentru calculul raportului de transmitere al multiplicatorului precesional cu contacte de fricțiune;

55 - fig. 10, schema acțiunii curenților de aer asupra suprafeței de lucru a paletei turbinei eoliene antrenate de traficul rutier amplasate la periferia autostrăzii;

- fig. 11, schema acțiunii curenților de aer asupra suprafeței de lucru a palei turbinei eoliene antrenate de traficul rutier, amplasate în spațiul din mijloc, dintre direcțiile de circulație.

## MD 3544 G2 2008.03.31

4

Turbina eoliană antrenată de traficul rutier (conform fig. 3, 6) include o bază 3, pe care este fixat un ax vertical fix 4, pe care, pe lagăre 5 este instalat un arbore cav 6 cu palete 7, profilul cărora este descris de o spirală logaritmică. În partea superioară a arborelui cav 6 este fixată roata dințată mobilă 8 a multiplicatorului precesional, un bloc satelit 9, lagăre 10, un arbore manivelă 11 și o roată dințată fixă 12. Ultima este fixată prin intermediul unei flanșe 13 de carcasa generatorului electric 14 fixat pe axul vertical fix 4. Arborele manivelă 11 este legat rigid cu rotorul 15 generatorului electric 14.

În varianta turbinei eoliene antrenată de traficul rutier (conform fig. 7), legătura dintre arborele manivelă 11 și rotorul 15 generatorului electric este realizată prin intermediul cuplajului unisens 16 și a volantului 17.

În varianta turbinei eoliene antrenată de traficul rutier (conform fig. 8), roata mobilă 18 este executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contacte de fricțiune cu blocul satelit 19, cu roata de fricțiune fixă 20.

Principiul de funcționare al turbinei eoliene antrenate de traficul rutier:

De la curenții de aer generați de autovehicule 1, turbina eoliană antrenată de traficul rutier 2 va primi o mișcare de rotație în jurul axului vertical fix 4. Mișcarea de rotație, prin intermediul arborelui cav 6 și a roții dințate mobile 8 legată rigid cu el, se va transmite blocului satelit 9 instalat pe arborele manivelă 11. La rotirea roții dințate mobile 8, datorită angrenajului precesional, care în cazul dat funcționează în regim de multiplicator, la rotirea roții mobile 8 la un unghi egal cu pasul unghiular al dinților, blocului satelit 9 va efectua un ciclu complet de precesie, care se transmite arborelui manivelă, transformându-se în mișcare de rotație multiplicată a arborelui manivelă 11. Raportul de multiplicare (conform fig. 6) se determină cu relația:

$$i = -\frac{Z_9''}{Z_8 - Z_9''},$$

unde:  $Z_8$ ,  $Z_9'$ ,  $Z_9''$ ,  $Z_{12}$  - numărul de dinți ai roții dințate mobile 8, ai blocului satelit 9 și ai roții dințate fixe 12;

$$Z_9'' = Z_8 + 1,$$

$$\text{iar } Z_9' = Z_{12}.$$

În acest caz angrenajul  $Z_9'$ ,  $Z_{12}$  joacă rolul doar de cuplaj (exercită legătura cinematică dintre blocul satelit, care efectuează mișcare de precesie, și partea fixă (arborele vertical fix 4)).

Mișcarea de rotație multiplicată a arborelui manivelă 11 va fi transmisă rotorului 15 generatorului electric 14.

Principiul de funcționare a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier (conform fig. 7) este analog celui descris anterior. Diferența constă în aceea că pentru a uniformiza mișcarea de rotație a rotorului 15 generatorului electric 14, arborele manivelă 11 este legat cu rotorul 15 prin intermediul unui cuplaj unisens 16 și volantul 17. Raportul de multiplicare în cazul când  $Z_9' = Z_{12} + 1$  și  $Z_9'' = Z_8 + 1$  se determină cu relația:

$$i = -\frac{Z_9' \cdot Z_8}{Z_{12} \cdot Z_9'' - Z_9' \cdot Z_8}.$$

Dacă după trecerea autovehiculului turbina cu palete își va încetini turațiile, datorită cuplajului unisens 16 și volantului 17, rotorul 15 generatorului electric 14 va continua să se rotească din inerție.

Principiul de funcționare a turbinei eoliene antrenate de traficul rutier (conform fig. 8) este analog cazului precedent. Diferența constă în aceea că roțile multiplicatorului precesional sunt executate fără dinți, iar mișcarea este transmisă prin contacte de fricțiune. Raportul de multiplicare este determinat de razele suprafețelor în punctele de contact (v. fig. 9) și se calculează cu relația:

$$i = -\frac{R_{19}' \cdot R_{18}}{R_{20} \cdot R_{19}'' - R_{19}' \cdot R_{18}}.$$

unde:  $R_{20}$ ,  $R_{18}$  sunt razele de contact ale roților centrale mobilă 18 și fixă 20;

$R_{19}'$ ,  $R_{19}''$  - razele de contact ale coroanelor dințate ale blocului satelit 19.

Execuția paletei în formă curbilinie descrisă pe lungimea ei de o spirală logaritmică asigură o eficiență sporită. Masele de aer antrenate de traficul rutier 1 acționează asupra suprafeței paletei 7 turbinei 2, antrenând-o în mișcare de rotație (v. fig. 10). La rotirea palei din poziția I în poziția II, curenții de aer vor aluneca pe lungimea paletei, nimerind în zona periferică, care formează o cuvă, asigurând astfel o preluare mai completă a energiei acumulate de curenții de aer  $V_d$  până la ieșirea lor din contact cu paleta.

## MD 3544 G2 2008.03.31

5

- Totodată curenții de aer, care acționează asupra părții periferice a paletei amplasate în partea diametral opusă (care se rotește împotriva curenților de aer), datorită curburii inverse vor aluneca mai lejer în afara zonei de acțiune a paletei, opunând o rezistență minimă la rotirea paletei împotriva curenților de aer. O parte dintre curenții de aer, care acționează pe partea paletei cu curbura mare, amplasată mai aproape de
- 5  
10  
15  
20  
25  
30
- axa de rotație, vor aluneca parțial pe suprafața paletei, nimerind pe cealaltă paletă  $V_s$  și participând împreună cu curenții de aer direcți  $V_d$  la rotirea paletei. Deoarece o spirală Arhimed reprezintă traiectoria mișcării uniforme a unui punct pe lungimea unui vector, care, la rândul său, se rotește uniform în jurul unei axe imaginare (care coincide cu punctul amplasat pe extremitatea cu rază minimă a spiralei), acest lucru va asigura o rotație mai uniformă a paletelor în jurul axului vertical fix.
- În cazul turbinei amplasate în zona de mijloc a traficului rutier (v. fig. 11), care este supusă acțiunii curenților de aer din ambele părți, efectul va fi dublu. Curenții de aer, antrenați de traficul rutier dintr-o direcție, vor antrena în mișcare de rotație o paletă, iar curenții de aer, antrenați de traficul rutier din direcția opusă vor antrena cealaltă paletă.
- Pentru a evita apariția unei zone moarte ale turbinei (de exemplu, poziția paralelă a ambelor palete față de autostradă), turbina poate fi executată cu 3 palete (v. fig. 5).
- Turbinele eoliene amplasate de-a lungul traficului rutier pot fi între ele în funcție de necesități. De asemenea, pentru a asigura alimentarea încontinuu a consumatorilor cu energie electrică (și în perioadele când traficul rutier este lipsă), grupurile de turbine eoliene pot fi conectate la acumuloare.
- În concluzie putem afirma că invenția propusă dispune de o eficiență sporită, compacitate și construcție relativ simplă.
- Turbina eoliană antrenată de traficul rutier poate fi utilizată pe scară largă pentru:
- Iluminarea traseului și alimentarea sistemelor de semnalizare;
  - Iluminarea localurilor mici, amplasate pe marginea drumului (locuri de parcare temporară, WC-uri, buticuri etc.);
  - Încălzirea părții carosabile în scopul prevenirii formării poleiului (în special, în zonele care cer reducerea vitezei de circulație (punctele de frontieră, de control vamal, de plată (pe autostrăzile private etc.))
- Paletele turbinei pot fi colorate în culorile statului pe teritoriul căruia trece autostrada. În perspectiva unificării statelor europene (în Uniunea Europeană) culorile paletelor vor avea și o funcție informativă pentru participanții la traficul rutier.

## MD 3544 G2 2008.03.31

6

### (57) Revendicări:

1. Turbină coliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, **caracterizat prin aceea că** arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre; profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbură a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două: în partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată dințată mobilă, legată cinematic printr-un bloc satelit cu roata dințată fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric, iar arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat rigid cu rotorul generatorului electric.

2. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, **caracterizat prin aceea că** arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre; profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbură a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două: în partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată dințată mobilă, legată cinematic printr-un bloc satelit cu roata dințată fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric, iar arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu un volant, care este fixat pe rotorul generatorului electric.

3. Turbină eoliană antrenată de traficul rutier, care include o bază, pe care este montat un ax vertical fix, pe care este fixată o manta, în care este instalat un generator electric, rotorul căruia este legat cu un arbore cu palete, **caracterizat prin aceea că** arborele cu palete este executat cav și este instalat pe axul vertical fix pe lagăre; profilul paletelor în secțiune longitudinală este descris de o spirală logaritmică, raza de curbură a căreia este mai mică la extremitățile paletei, iar numărul paletelor este de cel puțin două: în partea de sus a arborelui cav, în interior este fixată o roată mobilă, executată în formă de roată de fricțiune, legată cinematic prin contactele de fricțiune ale blocului satelit cu roata de fricțiune fixă, legată rigid cu mantaua generatorului electric, iar arborele manivelă, pe care este amplasat blocul satelit, este legat rigid cu rotorul generatorului electric.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. WO 2005003553 2005.01.13
2. WO 0131196 2001.05.03

MD 3544 G2 2008.03.31

7

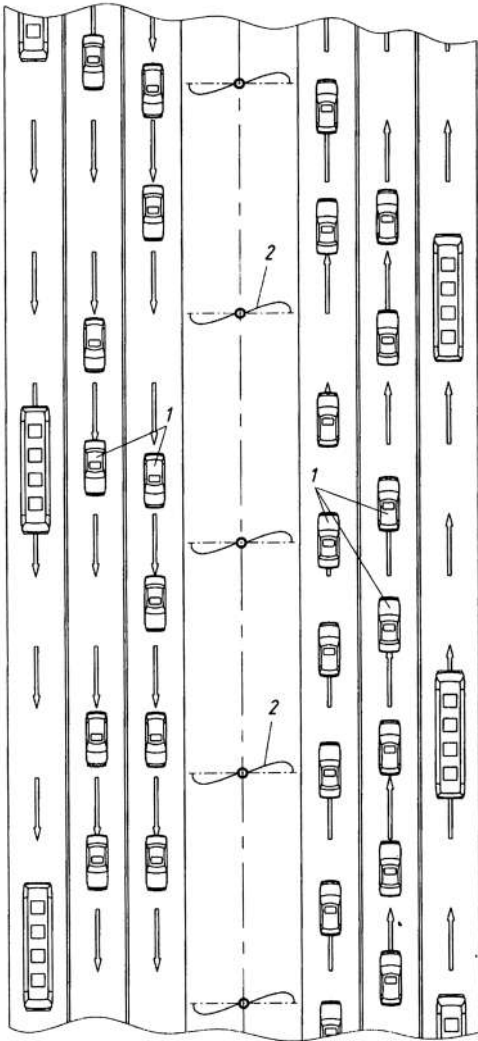


Fig. 1

MD 3544 G2 2008.03.31

8

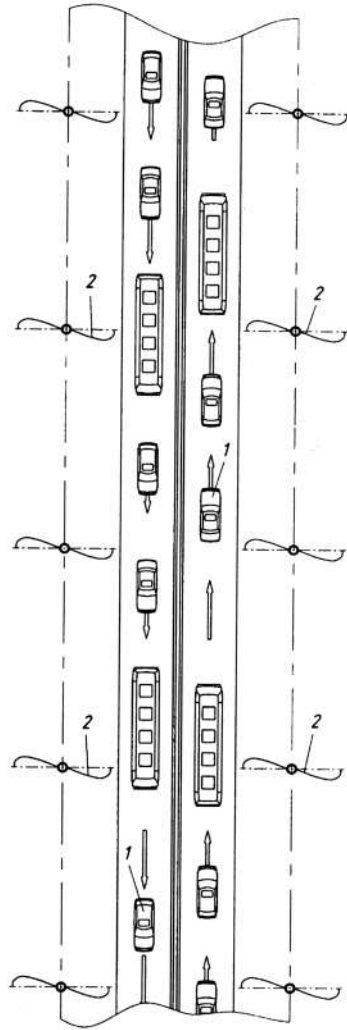


Fig. 2

MD 3544 G2 2008.03.31

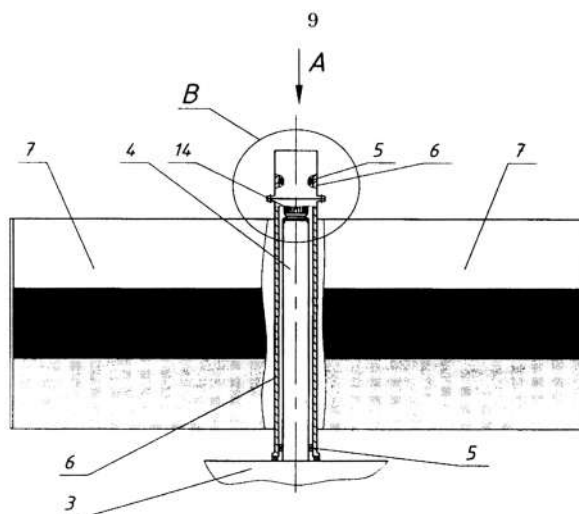


Fig. 3

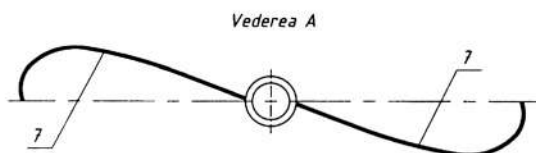


Fig. 4

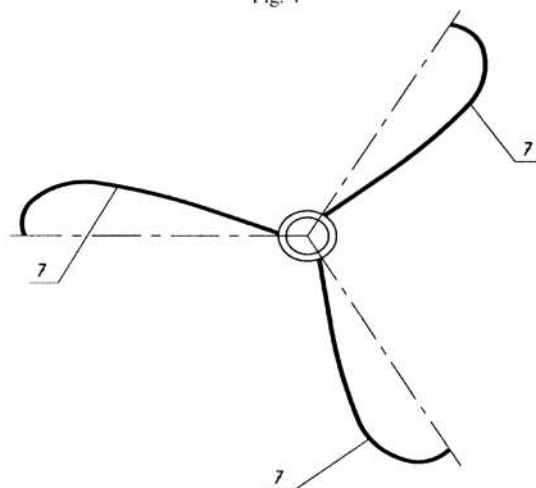


Fig. 5



MD 3544 G2 2008.03.31

10

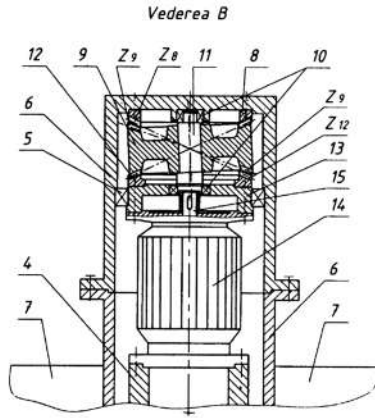


Fig. 6

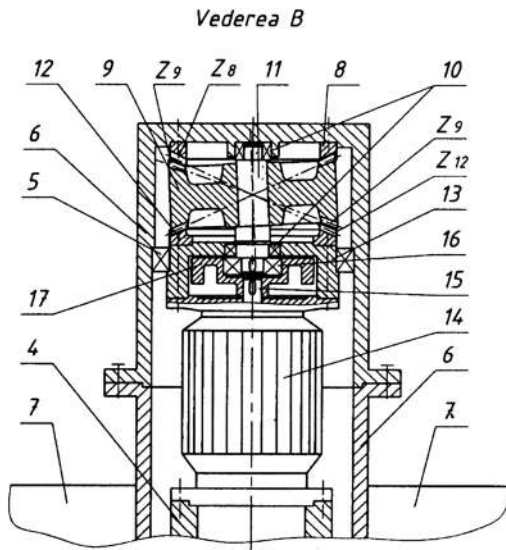


Fig. 7

MD 3544 G2 2008.03.31

11

Vederea B

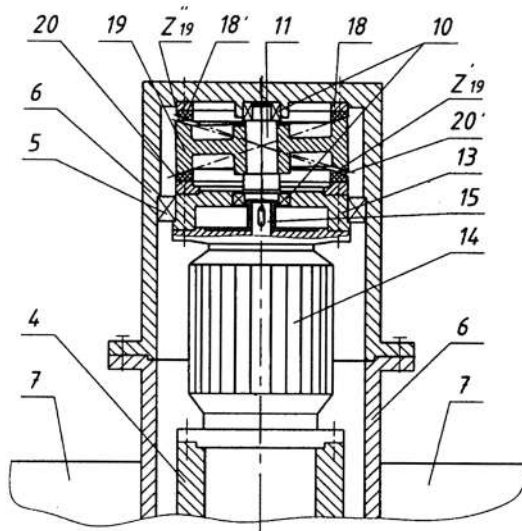


Fig. 8

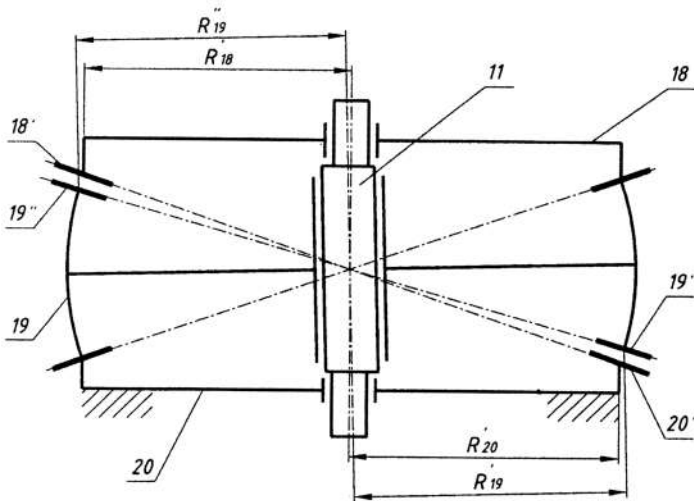


Fig. 9

**MD 3544 G2 2008.03.31**

12

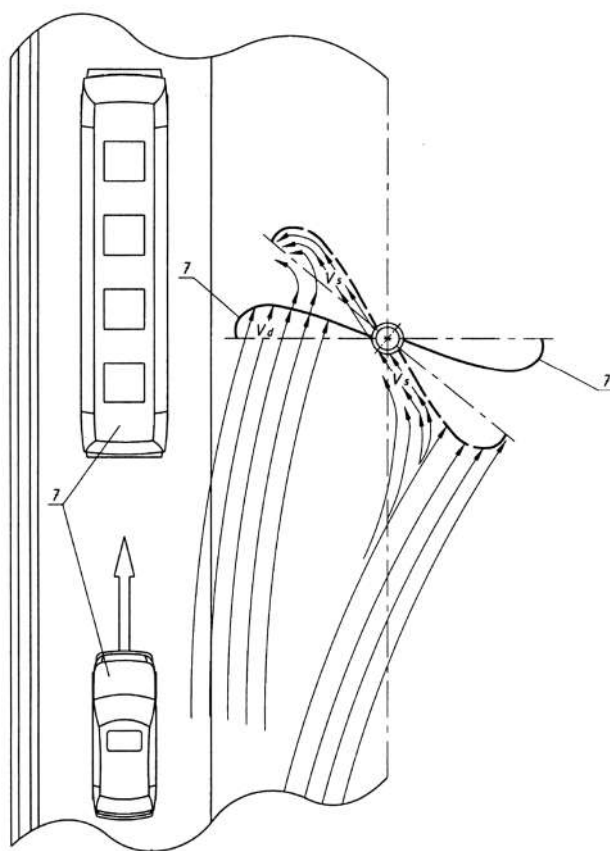


Fig. 10

MD 3544 G2 2008.03.31

13

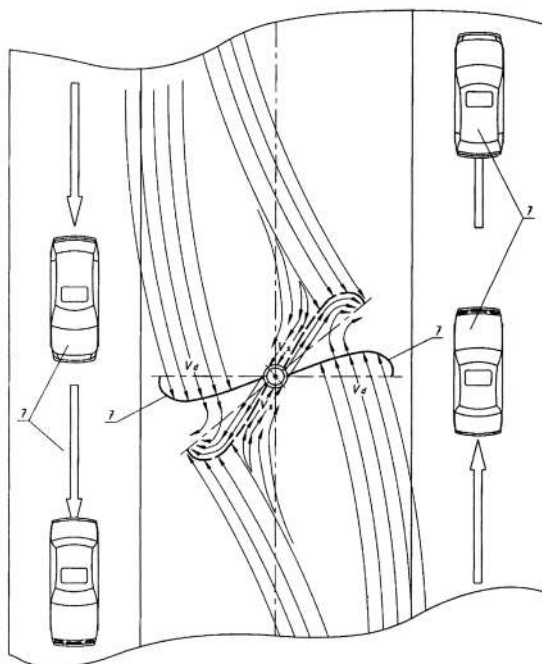


Fig. 11



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3543**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3543 G2 2008.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3543 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F03B 13/10 (2006.01)  
F03B 13/14 (2006.01)  
E02B 9/08 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2005 0160 (22) Data depozit: 2005.06.06 (41) Data publicării cererii: 2007.01.31, BOPI nr. 1/2007	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.03.31, BOPI nr. 3/2008
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; COZMA Tudor, MD; CIOBANU Radu, MD; CIOBANU Oleg, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Instalație de conversiune a energiei valurilor (variante)

(57) Rezumat:

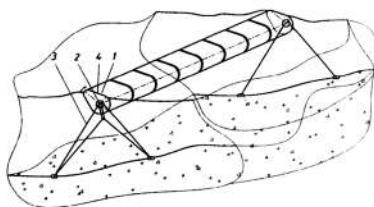
Invenția se referă la energetică, și anume la instalațiile de conversiune a energiei valurilor.

Instalația de conversiune a energiei valurilor include cel puțin un corp flotabil (1), amplasat pe un arbore fix (2), ancorat cu cablu (3). Corpul flotabil (1) include o carcasă (4) de formă ovală, executată din material plastic și instalată cu posibilitatea rotației limitate față de arborele fix (2). În corpul flotabil (1) este amplasată o transmisie mecanică ce include o transmisie conică în două trepte care, prin intermediul cuplajelor unisens, transformă mișcarea de rotație alternativă neuniformă în mișcare de rotație continuă, relativ uniformă a arborelui. Mișcarea de rotație obținută se transmite rotorului generatorului electric prin

intermediul unui volant și unui cuplaj unisens sau prin intermediul unui variator toroidal.

Revendicări: 2  
Figuri: 7

5  
10  
15



MD 3543 G2 2008.03.31

## MD 3543 G2 2008.03.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la energetică, și anume la instalațiile de conversiune a energiei valurilor.

Între sursele de energie nepoluante, energia valurilor mărilor și oceanelor este una dintre cele mai abundente și valorificabile. Potențialul energiei valurilor este estimat la 219 GW de-a lungul coastei 5 țărilor Uniunii Europene, sau mai mult de 180 TW/ore/an. Pe parcursul anilor, pentru extragerea energiei valurilor au fost elaborate diverse sisteme pentru conversiunea energiei valurilor cu ajutorul corpurilor flotante.

Este cunoscută instalația de conversiune a energiei valurilor, care include corpuri plutitoare, un arbore de preluare a puterii, un mecanism de transformare a mișcării de translație alternativă în mișcare de rotație 10 a arborelui condus. Corpurile plutitoare în număr de cel puțin două sunt amplasate în zone diametral opuse față de arborele condus, iar mecanismul de transformare a mișcării include o roată cu clichet, fixată pe arborele condus și elementele oscilatorii. Fiecare element oscilatoriu este fixat pe corpul plutitor corespunzător. La deplasarea corpurilor plutitoare, roata cu clichet împreună cu arborele condus se rotesc continuu într-o direcție [1].

Instalația examinată posedă o serie de dezavantaje, cum ar fi: construcția complicată, randamentul 15 relativ redus și calitate proastă a energiei electrice obținute, cauzate de neuniformitatea mișcării de rotație a arborelui condus.

Este cunoscută, de asemenea, instalația pentru conversiunea energiei valurilor, care include o carcasă alcătuită din două elemente concave, prin centrul căreia culisează un ax susținut de lagăre. Platforma este 20 determinată să revină la poziția inițială cu ajutorul unui arc, pentru a transmite forța prin intermediul unei danturi și a unor roți cuplate cu clichete, către un bloc de roți dințate și un generator electric [2].

Instalația dată are o eficiență relativ redusă și înregistrează o neuniformitate a mișcării de rotație.

Soluția cea mai apropiată este instalația de conversiune a energiei valurilor, care include cel puțin un corp flotabil cu o carcasă ovală executată din plastic, instalată pe un arbore fix, ancorat de fundul mării. În 25 interiorul carcasei este amplasată transmisia mecanică cu elemente de transformare a mișcării alternative de rotație în mișcare de rotație continuă și un generator electric. Corpurile flotabile includ un mecanism de reîntoarcere a lor în poziția inițială [3].

Instalația dată nu asigură uniformitatea mișcării de rotație a rotorului generatorului electric, fapt ce 30 conduce la calitatea joasă a energiei electrice obținute. Pe lângă aceasta, transmisia mecanică și mecanismul de transformare a mișcării alternative de rotație în mișcare de rotație continuă sunt relativ complicate.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției și mărirea eficienței.

Instalația, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea 35 că include cel puțin un corp flotant, în interiorul căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a mișcării de rotație alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric. Transmisia include o carcasă, unită cu corpul flotant și legată cinematic prin intermediul a două cuplaje unisens, amplasate învers unul față de altul, cu două roți dințate conice, legate cinematic în zone diametral opuse cu doi pinioni conici, doi arbori instalați pe rulmenți și fixați 40 perpendicular de arborele fix, pe capetele exterioare ale cărora sunt fixați pinionii conici, iar pe capetele interioare - câte o roată dințată conică, care sunt legate cinematic cu un alt pinion conic. Generatorul electric este fixat pe arborele fix, iar cel de-al treilea pinion conic este instalat liber pe axul fix și legat cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens cu rotorul generatorului electric pe care este montat un volant.

Instalația, conform altei variante a invenției, include cel puțin un corp flotant, în interiorul căruia sunt 45 amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a mișcării de rotație alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric. Transmisia include o carcasă, unită cu corpul flotant și legată cinematic prin intermediul a două cuplaje unisens, amplasate învers unul față de altul, cu două roți dințate conice, legate cinematic în zone diametral opuse cu doi pinioni conici, doi arbori instalați pe rulmenți și fixați perpendicular de arborele fix, pe capetele exterioare ale cărora 50 sunt fixați pinionii conici, iar pe capetele interioare - câte o roată dințată conică, care sunt legate cinematic cu un alt pinion conic, instalat liber pe axul fix, o roată de fricțiune legată rigid cu rotorul generatorului electric, fixat pe arborele fix. Pe flanșele diametral opuse ale celui de-al treilea pinion conic și roții de fricțiune sunt executate suprafețe toroidale, cu care contactează cel puțin două discuri instalate pe osii în zone diametral opuse, poziția unghiulară a cărora este reglabilă față de centrul fix al suprafeței 55 toroidale. Pe butucul roții de fricțiune sunt fixate perpendicular la axa lui niște culise cu bile inerțiale, care au posibilitatea mișcării de translație de-a lungul acestor culise și sunt amplasate între flanșele a două discuri cu suprafețe conice, legate prin intermediul unor bare articulate cu osiile discurilor, iar numărul discurilor este egal cu numărul culiselor, bilelor inerțiale și a barelor articulate.

## MD 3543 G2 2008.03.31

4

Invenția prezintă avantajul unei construcții relativ simple ușor de întreținut, care asigură eficiență ridicată și calitate înaltă a energiei electrice obținute.

Legarea pinionului conic cu rotorul generatorului electric prin intermediul unui cuplaj unisens exclude efectele de frânare a rotorului atunci când viteza de rotație a rotorului e mai mare decât viteza de rotație a pinionului conic. Utilizarea unui variator toroidal în lanțul cinematic dintre pinionul conic și rotorul generatorului electric permite modificarea raportului de transmisie și uniformizarea turației la rotorul generatorului electric. Acest lucru va permite egalizarea parțială ca valoare a componentelor vitezei unghiulare sumare a rotorului generatorului electric și, în rezultat, îmbunătățirea calității curentului electric produs.

Transmiterea fluxului de putere de la carcasa corpului plutitor prin intermediul a două angrenaje conice asigură simultan o capacitate portantă ridicată și dimensiuni reduse.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...7, care reprezintă:

- fig. 1, vederea generală a instalației de conversiune a energiei valurilor;

- fig. 2, vederea generală a corpului plutitor;

- fig. 3, secțiunea A-A din fig. 2;

- fig. 4, secțiunea B-B din fig. 3;

- fig. 5, secțiunea C-C din fig. 3;

- fig. 6, secțiunea D-D din fig. 3;

- fig. 7, secțiunea A-A din fig. 2 în altă variantă.

Instalația de conversiune a energiei valurilor include corpuri flotante 1 amplasate pe un arbore fix 2, care este ancorat cu cablu de ancorare 3 (fig. 1). Corpul flotant 1 (fig. 2) include o carcasa 4 ovală executată din material plastic, având partea aflată în apă cu dimensiuni mai mari decât partea exterioară. Carcasa 4 este instalată pe arborele fix 2 cu posibilitatea rotirii alternative limitate față de el. Pe arborele fix 2 este instalată rigid o bara 6 cu o gaură, iar pe capătul arborelui fix 2 este instalat un disc 5, în partea de jos a căruia sunt executate alte două găuri. Prin gaura barei 6 și prin găurile discului 5 este trecut cablul de ancorare 3. În partea de jos a carcasi 4, mai jos de centrul de greutate, este prevăzut un spațiu umplut cu material greu. În carcasa 4 (fig. 3) este amplasată o transmisie de formă conică 7, care include carcasa rotitoare 8, legată rigid cu carcasa 4 corpului flotant 1 în care sunt amplasate roțile dințate conice 9 și 10, legate cinematic cu carcasa rotitoare 8 prin intermediul unor cuplaje unisens 11 și 12, amplasate invers unul față de altul (un cuplaj funcționează într-o direcție, altul – în cealaltă direcție). Roțile dințate conice 9 și 10 angrenează simultan din două părți în zone diametral opuse cu pinionii conici 13 și 14, fixați pe arborii 15 și 16. Arborii 15 și 16 sunt instalați pe rulmenții 17 și 18 în carcasa 19 și 20, legate cu arborele fix 2. Pe capătul interior al arborilor 15 și 16 sunt instalate rigid roțile conice 21 și 22, care angrenează cu pinionul conic 23, legat cinematic prin intermediul cuplajului unisens 24 cu butucul volantului 25, instalat fix pe rotorul 26 generatorului electric 27, carcasa căruia este legată prin flanșă 28 cu arborele fix 2.

În altă variantă a transmisiei instalației (fig. 7), roțile conice 21 și 22 angrenează cu pinionul conic 29, pe flanșă interioară a căruia este executată suprafața toroidală 30, cu care contactează discurile 31 și 32, instalate pe osiile 33 și 34, care sunt legate articulat cu bucea 35, fixată rigid de carcasa generatorului electric 27. Discurile 31 și 32 contactează cu partea diametral opusă cu suprafața toroidală 36 a roții de fricțiune 37. Pe butucul roții de fricțiune 37 fixate rigid perpendicular la axa lui, culisele 38 și 39 cu bilele inerționale 40 și 41, sunt amplasate între discurile cu suprafețe conice 42 și 43, legate rigid cu barele articulate 44 și 45. Ultimele sunt legate articulat cu osiile 33 și 34. Roata de fricțiune 37 este legată rigid cu rotorul 26 generatorului electric 27.

Instalația de conversiune a energiei valurilor funcționează în modul următor.

Teoria liniară a undelor arată că mișcarea unui punct de la suprafața valurilor este sinusoidală. La deplasarea valurilor cu o anumită lungime de undă  $\lambda$  în direcția indicată în fig. 1 și 2, corpul plutitor 1 va efectua mișcări alternative de rotație în jurul arborelui fix 2. Perioada  $T$  a unei valului, care mișcă un punct poate fi exprimată prin expresia:

$$T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}}$$

unde  $\lambda$  este lungimea de undă;

Puterea conținută într-un val poate fi exprimată în funcție de lungimea de undă (kW/m) prin următoarea expresie:

$$P = \frac{\rho g^2 a^2 T}{8\pi}$$

unde  $a$  este amplitudinea valului.

Această putere acumulată în valul de apă poate fi transformată în energie electrică cu ajutorul corpurilor plutitoare 1. Mișcarea de rotație  $\omega$ , a carcasi 4 (la împingerea corpului plutitor de valul de apă



**MD.3543 G2 2008.03.31**

5

5 în mișcare și revenirea lui sub acțiunea contragreutății (fig.2) se transmite carcasa rotitoare 8 (fig. 3), iar prin cuplajele unisens 11 și 12 – roților conice 9 și, respectiv, 10. În cazul când carcasa rotitoare 8 este legată cu roata dințată conică 9 prin cuplajul unisens 11, roata dințată conică va efectua mișcare de rotație, care se va transmite prin pinionii conici 13 și 14 arborilor 15 și 16 și mai departe prin roțile dințate conice 21 și 22 se transmite pinionului 23. Mișcarea de rotație multiplicată a pinionului 23 se transmite prin intermediul cuplajului unisens 24 și prin volantul 25 rotorului 26 generatorului 27. Instalarea fixă a volantului 25 pe rotor 26 asigură uniformizarea relativă a mișcării de rotație a rotorului 26 generatorului electric, fapt ce asigură calitate satisfăcătoare a energiei electrice obținute. Legarea pinionului conic 23 cu rotorul 26 prin intermediul cuplajului unisens 24 exclude momentele de frânare a rotorului 26 atunci când viteza de rotație a rotorului e mai mare (datorită inerției volantului 25) decât viteza de rotație a pinionului conic 23. În cazul când corpul plutitor 1 se va roti în direcție opusă, legătura carcasi rotitoare 8 cu roata conică 10 se va efectua prin intermediul cuplajului unisens 12. Principiul de transmitere a mișcării este similar cazului sus menționat.

10 Rotorul 26 generatorului electric 27 se va roti cu raportul sumar de transmisie

15 
$$i_{\Sigma 1} = \frac{Z_{13}}{Z_9} \cdot \frac{Z_{23}}{Z_{21}},$$

unde  $Z_9$ ,  $Z_{21}$ ,  $Z_{13}$ ,  $Z_{23}$  sunt numerele de dinți ale roților dințate conice 9 și 21, și respectiv, ai pinionilor conici 13 și 23.

20 În varianta instalației din fig. 7 mișcarea de rotație a pinionului conic 29 se transmite prin intermediul discurilor 31 și 32 roții de fricțiune 37 și, în continuare, rotorului 26. Raportul sumar de transmisie este egal

$$i_{\Sigma 1} \cdot i_{2\text{var}},$$

unde

$$i_{2\text{var}} = \frac{R_{36\text{var}}}{R_{30\text{var}}},$$

25 unde  $R_{36\text{var}}$  și  $R_{30\text{var}}$  sunt razele de contact ale discurilor 31 și 32 cu suprafețele toroidale 30 și, respectiv, 36.

30 Pentru uniformizarea mișcării neuniforme de rotație a roții de fricțiune 37 este necesară reglarea vitezei prin reglarea poziției unghiulare a discurilor 31 și 32. În acest scop osiile tijelor sunt legate articulat prin intermediul barelor 44 și 45 cu bilele inerționale 41 și 42. La rotirea roții de fricțiune 37 cu turație mai înaltă, bilele inerționale se vor deplasa de la centrul de rotație spre periferie. Această mișcare, în urma înclinării suprafețelor de contact ale discurilor 43 și 44, se va transforma în mișcare de translație a barelor 44 și 45 de-a lungul ghidajelor, rotind astfel osiile 33 și 34 în jurul centrelor fixe de rotație, schimbând razele de contact ale discurilor 31, 32 cu suprafețele toroidale 30 și 36. În consecință, se va modifica raportul de transmisie și se va uniformiza turația rotorului generatorului electric. Acest lucru va permite egalizarea parțială ca valoare a componentelor vitezei unghiulare sumare a rotorului generatorului electric generate de componentele  $\omega_1$  și  $\omega_2$ , deci, va permite și îmbunătățirea calității curentului electric produs.

## MD 3543 G2 2008.03.31

6

### (57) Revendicări:

5 I. Instalație de conversiune a energiei valurilor, care include cel puțin un corp flotant, în interiorul  
căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a mișcării de rotație  
alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric, **caracterizată prin**  
**aceea că** transmisia include o carcasă, unită cu corpul flotant și legată cinematic prin intermediul a două  
10 cuplaje unisens, amplasate invers unul față de altul, cu două roți dințate conice, legate cinematic în zone  
diametral opuse cu doi pinioni conici, doi arbori instalați pe rulmenți și fixați perpendicular de arborele  
fix, pe capetele exterioare ale cărora sunt fixați pinionii conici, iar pe capetele interioare - câte o roată  
dințată conică, care sunt legate cinematic cu un alt pinion conic, totodată, generatorul electric este fixat pe  
arborele fix, iar cel de-al treilea pinion conic este instalat liber pe axul fix și legat cinematic prin  
intermediul unui cuplaj unisens cu rotorul generatorului electric pe care este montat un volant.

15 2. Instalație de conversiune a energiei valurilor, care include cel puțin un corp flotant, în interiorul  
căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a mișcării de rotație  
alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric, **caracterizată prin**  
**aceea că** transmisia include o carcasă, unită cu corpul flotant și legată cinematic prin intermediul a două  
20 cuplaje unisens, amplasate invers unul față de altul, cu două roți dințate conice, legate cinematic în zone  
diametral opuse cu doi pinioni conici, doi arbori instalați pe rulmenți și fixați perpendicular de arborele  
fix, pe capetele exterioare ale cărora sunt fixați pinionii conici, iar pe capetele interioare - câte o roată  
dințată conică, care sunt legate cinematic cu un alt pinion conic, instalat liber pe axul fix, o roată de  
fricțiune legată rigid cu rotorul generatorului electric, fixat pe arborele fix, pe flanșele diametral opuse ale  
celui de-al treilea pinion conic și roții de fricțiune sunt executate suprafețe toroidale, cu care contactează  
25 cel puțin două discuri instalate pe osii în zone diametral opuse, poziția unghiulară a cărora este reglabilă  
față de centrul fix al suprafeței toroidale, totodată pe butucul roții de fricțiune sunt fixate perpendicular la  
axa lui niște culise cu bile inerțiale, care au posibilitatea mișcării de translație de-a lungul acestor culise și  
sunt amplasate între flanșele a două discuri cu suprafețe conice, legate prin intermediul unor bare  
articulate cu osiile discurilor, iar numărul discurilor este egal cu numărul culiselor, bilelor inerțiale și a  
barelor articulate.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2021947 C1 1994.10.30
2. RO 119417 B1 2004.10.29
3. US 4134023 A1 1979.01.09

MD 3543 G2 2008.03.31

7

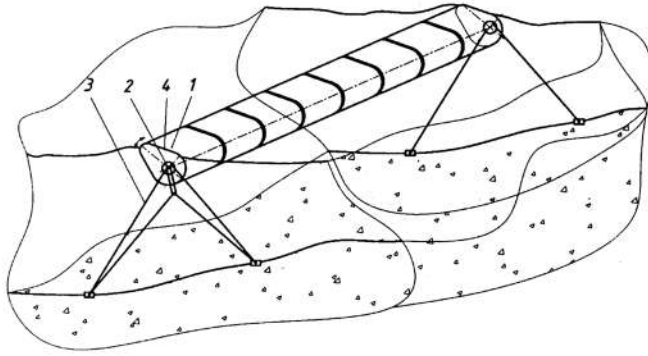


Fig. 1

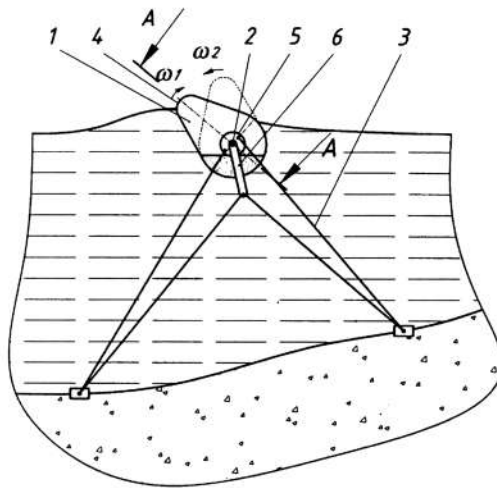


Fig. 2

MD 3543 G2 2008.03.31

8

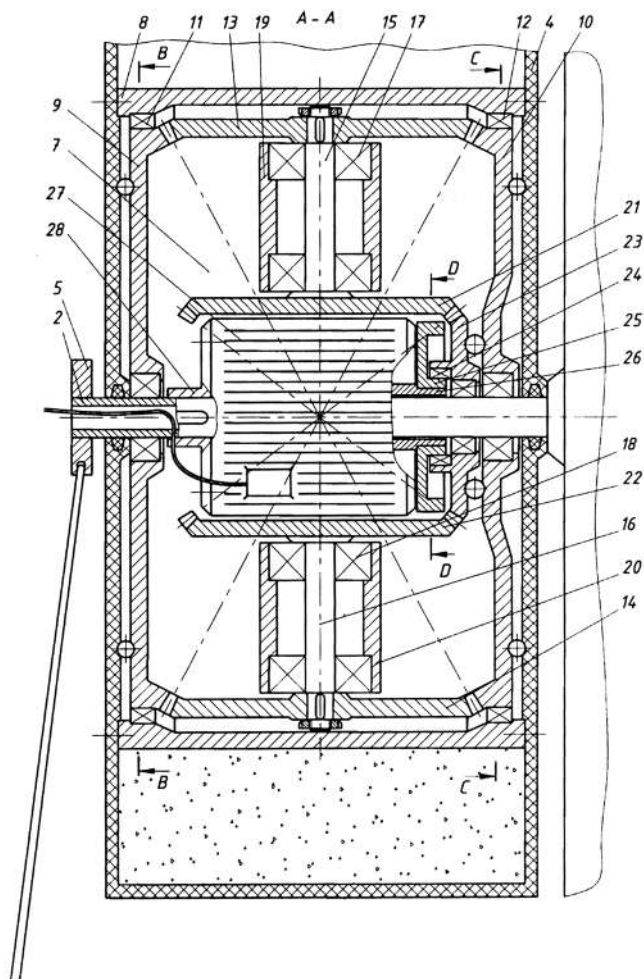
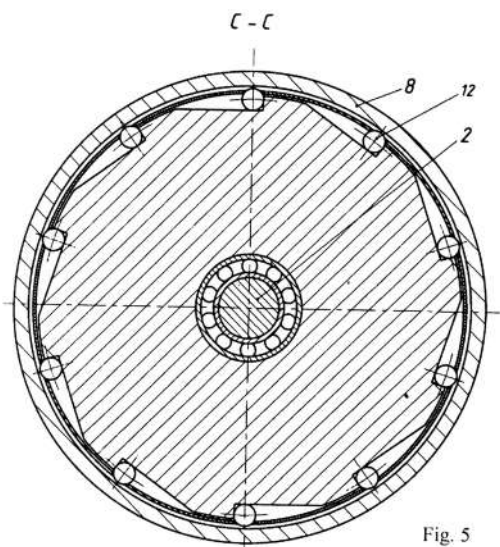
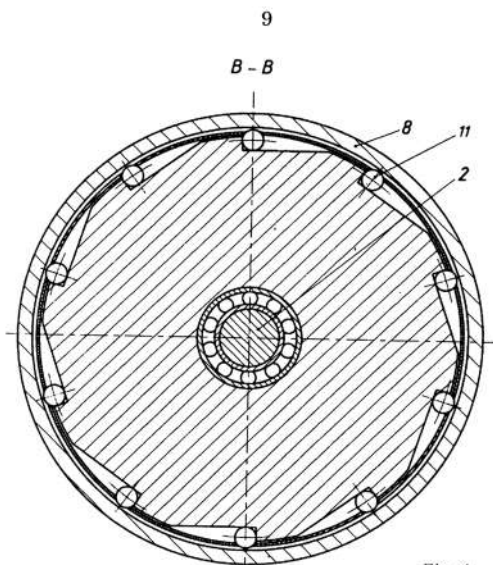


Fig. 3

MD 3543 G2 2008.03.31



**MD 3543 G2 2008.03.31**

10

*D - D*

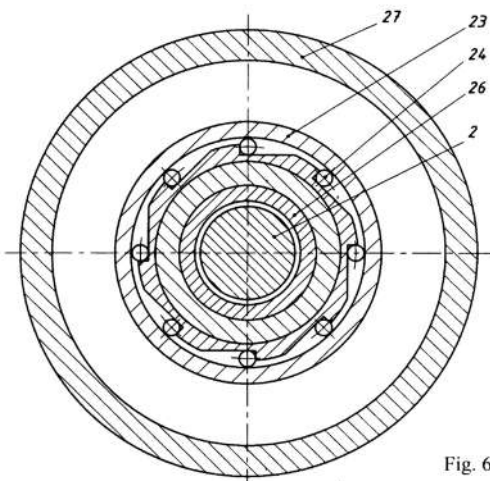


Fig. 6

*A-A (varianta II)*

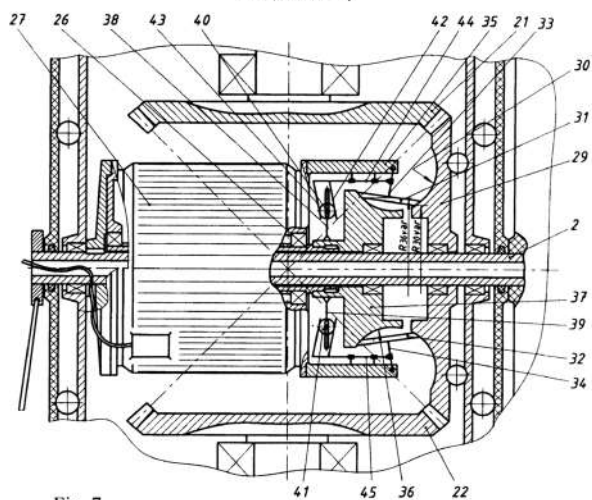


Fig. 7



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3542**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 3542 G2 2008.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3542 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F03B 13/10 (2006.01)  
F03B 13/14 (2006.01)  
E02B 9/08 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0134 (22) Data depozit: 2005.05.16 (41) Data publicării cererii: 2006.10.31, BOPI nr. 10/2006</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2008.03.31, BOPI nr. 3/2008</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; DICUSARĂ Ion, MD; COZMA Tudor, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Instalație de conversiune a energiei valurilor (variante)

(57) Rezumat:

MD 3542 G2 2008.03.31

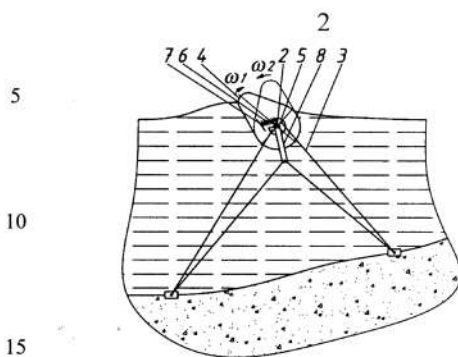
1

Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiilor regenerabile, și anume la instalațiile de conversiune a energiei valurilor.

Instalația de conversiune a energiei valurilor include cel puțin un corp flotabil, amplasat pe un arbore fix (2), ancorat. Corpul flotabil include o carcasă (4) ovală executată din masă plastică, care este instalată pe arborele fix (2) cu posibilitatea rotației alternative limitate față de el. În carcasă (4) este amplasată o transmisie mecanică, executată în formă de multiplicator precesional cu unul sau două blocuri satelit care, prin intermediul cuplajelor unisens, transformă mișcarea de rotație alternativă neuniformă în mișcare de rotație continuă relativ uniformă. Mișcarea de rotație obținută se transmite rotorului generatorului electric.

Revendicări: 2

Figuri: 11





## MD 3542 G2 2008.03.31

### Descriere:

3

Invenția se referă la instalațiile de conversiune a energiilor regenerabile, și anume la instalațiile de conversiune a energiei valurilor.

5 Intre sursele de energie nonpoluante, energia valurilor mărilor și oceanelor este una dintre cele mai abundente și valorificabile. Potențialul energiei valurilor este estimat la 219 GW de-a lungul coastei țărilor Uniunii Europene, sau mai mult de 180 TW/ore/an. Pe parcursul anilor pentru extragerea energiei valurilor au fost elaborate diverse sisteme pentru conversia energiei valurilor cu ajutorul corpurilor flotante.

10 Se cunosc instalații de captare a energie mișcării undulatorii a valurilor și conversiunea ei în energie electrică. Primul brevet eliberat în domeniul instalațiilor de conversie a energiei valurilor a fost obținut aproximativ 400 de ani în urmă în Franța. Un interes deosebit către sursele regenerabile de energie a apărut în ultimii 30 de ani, inclusiv în domeniul instalațiilor de conversie a energiei valurilor.

15 Este cunoscută instalația energetică de conversie a energiei valurilor [1], care include corpuri plutitoare, un arbore de preluare a puterii, un mecanism de transformare a mișcării de translație alternativă în mișcare de rotație a arborelui condus. Corpurile plutitoare în număr de cel puțin două sunt amplasate în zone diametral opuse față de arborele condus, iar mecanismul de transformare a mișcării include o roată cu clichet, fixată pe arborele condus și elementele oscilatorii. Fiecare element oscilatoriu este fixat pe corpul său plutitor. La deplasarea corpurilor plutitoare, roata cu clichet împreună cu arborele condus se rotește într-o direcție.

20 Instalația posedă astfel de dezavantaje, cum ar fi: construcția complicată, randament relativ redus și calitate proastă a energiei electrice obținute, cauzată de neuniformitatea mișcării de rotație a arborelui condus.

25 Este cunoscută, de asemenea, instalația pentru conversiunea energiei valurilor [2], care include o carcasă alcătuită din două elemente concave, prin centrul căreia culisează un ax susținut de lagăre. Platforma este determinată să revină la poziția inițială cu ajutorul unui arc pentru a transmite forța prin intermediul unei danturi și al unor roți cuplate cu niște clicheti, către un bloc de roți dințate și un generator electric.

30 Având astfel de avantaje ca compacitate și simplitate constructivă relativă, instalația examinată posedă totuși o fiabilitate relativ redusă, randament scăzut și neuniformitate a mișcării de rotație.

35 Soluția cea mai apropiată este instalația de conversiune a energiei valurilor [3], inventată de profesorul Stephe Salter. Ea include cel puțin un corp flotabil cu o carcasă ovală executată din plastic, instalată pe un arbore fix, ancorat de fundul mării. În interiorul carcasei sunt amplasate transmisia mecanică cu elemente de transformare a mișcării de rotație alternative neuniforme în mișcare de rotație continuă și un generator electric. Corpurile flotabile includ un mecanism de reîntoarcere a lor în poziția inițială.

40 Pe lângă avantajele evidente cum ar fi randamentul relativ ridicat (coeficientul de utilizare a energiei acumulate a valurilor disponibile de valorificare atinge cca. 90%) instalația nu asigură uniformitatea mișcării de rotație a rotorului generatorului electric, fapt ce conduce la calitatea joasă a energiei electrice obținute. De asemenea, transmisia mecanică și mecanismul de transformare a mișcării de rotație alternative neuniforme în mișcare de rotație continuă sunt relativ complicate.

Problema pe care o rezolvă invenția solicitată este simplificarea construcției și majorarea uniformității mișcării de rotație.

45 Instalația, conform primei variante a invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include cel puțin un corp flotant, în interiorul căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a mișcării de rotație alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric. Transmisia include o carcasă unită cu corpul flotant, un bloc satelit cu două coroane dințate, instalat pe un arbore-manivelă și legat cinematic din ambele părți cu două roți dințate centrale. Prima roata dințată centrală este legată periodic prin intermediul a două cuplaje unisens cu funcționare în direcții opuse cu carcasa transmisiei și, respectiv, cu partea imobilă a generatorului electric fixată pe arborele fix. A doua roata dințată centrală este legată periodic prin intermediul a două cuplaje unisens cu funcționare în direcții opuse cu carcasa transmisiei și, respectiv, cu arborele fix. Arborele-manivelă este fixat rigid pe rotorul generatorului electric, iar cuplajul care leagă prima roată dințată centrală cu carcasa transmisiei și cuplajul care leagă a doua roată dințată centrală cu carcasa transmisiei sunt instalate în direcții de funcționare opuse.

55 Instalația, conform altei variante a invenției, include cel puțin un corp flotant, în interiorul căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a mișcării de rotație alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric. Transmisia include o carcasă unită cu corpul flotant, un bloc intermediar cu două coroane dințate, legat rigid cu

## MD 3542 G2 2008.03.31

4

carcasa rotitoare a transmisiei, în părțile laterale ale blocului intermediar sunt amplasate două blocuri satelit cu câte două coroane dințate, cu același număr de dinți, care sunt instalate liber pe porțiuni înclinate ale unui arbore-manivelă, iar unghiurile lor de înclinare sunt egale ca valoare și de semn opus. Primul bloc satelit este plasat de partea generatorului electric și este legat cinematic, respectiv, cu o coroană dințată a blocului intermediar și cu o roată dințată, care este legată prin intermediul unui cuplaj unisens cu carcasa transmisiei, iar numărul de dinți ai roții dințate este egal cu numărul de dinți ai coroanei dințate respective a blocului intermediar și este cu o unitate mai mică decât numărul de dinți ai coroanelor dințate ale primului bloc satelit. Al doilea bloc satelit este plasat de cealaltă parte a blocului intermediar și este legat cinematic, respectiv, cu cealaltă coroană dințată a blocului intermediar și cu o a doua roată dințată, care este legată prin intermediul unui cuplaj unisens cu carcasa transmisiei, numărul de dinți ai celei de-a doua roată dințată este egal cu numărul de dinți ai coroanei dințate respective a blocului intermediar și este cu o unitate mai mare decât numărul dinților coroanelor dințate ale celui de-al doilea bloc satelit. Generatorul electric este fixat pe arborele fix, iar arborele-manivelă este fixat rigid pe rotorul generatorului electric.

Invenția prezintă avantajul unei construcții simple, ușor de întreținut, care asigură un randament ridicat și o calitate înaltă a energiei electrice obținute.

Execuția transmisiei mecanice în formă de multiplicator precesional asigură compacitate, simplitate constructivă și randament relativ ridicat.

Execuția multiplicatorului precesional cu un bloc intermediar de roți dințate, două blocuri satelit și roți dințate centrale, amplasate de o parte și de alta a blocului intermediar de roți dințate, permite obținerea rapoartelor de transmisie diferite la mișcarea carcasei rotitoare într-o direcție sau alta, fapt ce permite compensarea neuniformității rotirii carcasei rotitoare într-o direcție sau alta.

Execuția blocurilor satelit cu același număr al dinților coroanelor dințate, care angrenează cu roți dințate, care, de asemenea, au același număr de dinți, asigură o capacitate portantă ridicată la dimensiuni de gabarit mici.

Amplasarea blocurilor satelit pe părți înclinate ale arborelui manivelă, unghiurile de înclinare a cărora sunt egale ca valoare, dar cu semn opus, asigură compensarea sarcinilor axiale, care acționează asupra blocului intermediar de roți dințate.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...11, care reprezintă:

fig. 1 - vederea generală a instalației de conversiune a energiei valurilor;

fig. 2 - vederea generală a corpului plutitor;

fig. 3 - vederea generală a corpului plutitor în altă variantă;

fig. 4 - secțiunea A-A din fig. 3;

fig. 5 - vederea mărită din fig. 4;

fig. 6 - secțiunea B-B din fig. 4;

fig. 7 - secțiunea C-C din fig. 4;

fig. 8 - secțiunea D-D din fig. 4;

fig. 9 - secțiunea A-A din fig. 3 în altă variantă;

fig. 10 - secțiunea E-E din fig. 9;

fig. 11 - secțiunea F-F din fig. 9.

Instalația de conversiune a energiei valurilor include corpuri flotabile 1 amplasate pe un arbore fix 2, care este ancorat cu cablu de ancorare 3 (fig. 1). Corpul flotabil 1 (fig. 2) include o carcasă 4 ovală executată din material plastic, având partea aflată în apă de dimensiuni mai mari decât partea exterioară. Carcasa 4 este instalată pe arborele fix 2 cu posibilitatea rotirii alternative limitate față de el. Pe capătul arborelui fix 2 este instalat un disc 5 cu un sector eliminat, în care sunt amplasate elemente elastice 6, un capăt al cărora este fixat în discul 5, iar celălalt capăt – într-un suport 7 fixat pe carcasa 4. Pe arborele fix 2 este instalată rigid o bară 8 cu gaură, iar în partea de jos a discului 5 sunt executate două găuri. Prin gaura barei 8 și prin găurile discului 5 este trecut cablul de ancorare 3. În partea de jos a carcasei 4, mai jos de centrul de greutate este prevăzut un locaș implut cu material greu (fig. 3).

În carcasa 4 (fig. 4, 5) este amplasată transmisia executată în formă de multiplicator planetar precesional 9, care include carcasa rotitoare 10, legată rigid cu carcasa 4 a corpului flotabil 1, în care este amplasat un bloc satelit 11 cu coroane dințate 12 și 13, instalat pe un arbore-manivelă 14, legat rigid cu rotorul unui generator electric 15. Coroana dințată 12 angrenează cu roata dințată centrală 16, care este legată cinematic periodic prin cuplaje unisens 17 (fig. 6) și 18 (fig. 7), instalate în direcții de funcționare opuse, cu carcasa rotitoare 10 și respectiv cu partea imobilă a generatorului electric 15, fixată prin flanșă 19 de arborele fix 2. Coroana dințată 13 angrenează cu roata dințată centrală 20, care este legată cinematic prin intermediul unui cuplaj unisens 21 cu carcasa rotitoare 10, iar prin cuplajul unisens 22 cu arborele fix 2. Cuplajele unisens 21 și 22 sunt instalate în direcții de funcționare opuse (fig. 8). Totodată cuplajele unisens 17 și 22 sunt instalate în același regim de funcționare, iar cuplajele 18 și 21 sunt instalate în direcții de funcționare opuse cuplajelor 17 și 22.

MD 3542 G2 2008.03.31

5

În altă variantă a instalației (fig. 9), în carcasa rotitoare 10 a corpului flotabil 1 este amplasat un bloc intermediar 23 cu coroanele dințate 24 și 25, care este legat rigid cu carcasa rotitoare 10. De o parte și de alta a unui bloc intermediar 23 sunt amplasate blocuri satelit 27 și 28, instalate pe porțiuni înclinate 29 și 30 ale arborelui-manivelă 31, legat rigid cu rotorul generatorului electric 15. Unghiurile de înclinare al părților înclinate 29 și 30 sunt egale ca valoare și de semn opus. Blocul satelit 27 include coroanele dințate 32 și 33 cu același număr de dinți, care angrenează cu coroana dințată 24 a blocului intermediar 23 și, respectiv, cu roata dințată centrală 34, legată prin intermediul unui cuplaj unisens 35 (fig. 10) cu carcasa rotitoare 10. Numărul de dinți ai roții dințate centrale 34 este egal cu numărul de dinți ai coroanei dințate 24 a blocului intermediar 23 și este cu o unitate mai mică decât numărul dinților coroanelor dințate 32 și 33 ale blocului satelit 27. Blocul satelit 28 include coroanele dințate 36 și 37 cu același număr de dinți, care angrenează cu coroana dințată 25 a blocului intermediar 23 și, respectiv cu roata dințată centrală 38, legată prin intermediul cuplajului unisens 39 (fig. 11) cu carcasa rotitoare 10. Numărul de dinți ai roții dințate centrale 38 este egal cu numărul de dinți ai coroanei dințate 25 a blocului intermediar 23 și este cu o unitate mai mare decât numărul dinților coroanelor dințate 36 și 37 ale blocului satelit 28.

15 Instalația de conversiune a energiei valurilor funcționează în modul următor:

Teoria liniară a undelor arată că traiectoria mișcării unui punct de la suprafața valurilor este sinusoidală. La deplasarea valurilor cu o anumită lungime de undă  $\lambda$ , corpul plutitor 1 va efectua mișcări alternative de rotație în jurul arborelui fix 2. Perioada unei valului poate fi exprimată astfel:

20 
$$T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}},$$

unde  $\lambda$  este lungimea de undă m.

Puterea conținută într-un val poate fi exprimată în funcție de lungimea de undă (kW/m) prin următoarea expresie:

25 
$$P = \frac{\rho g^2 \alpha^2 T}{8\pi},$$

este  $\alpha$  unde amplitudinea valului m.

Puterea acumulată în valul de apă poate fi transformată în energie electrică cu ajutorul corpurilor plutitoare 1. Mișcarea de rotație  $\omega_1$  (la împingerea corpului plutitor de valul de apă în mișcare și revenirea lui sub acțiunea elementelor elastice 6 (fig. 2) sau a contragreutății (fig. 3) carcsei 4) se transmite (fig. 4) carcsei rotitoare 10 prin cuplajele unisens 17 (într-o direcție) și 21 (în altă direcție). În cazul când carcasa rotitoare 10 este legată cu roata dințată centrală 20, prin cuplajul unisens 21, roata dințată centrală va efectua mișcare de rotație, care se va transmite prin coroana dințată 12 blocului satelit 11, transformându-se în mișcare de precesie în jurul centrului de precesie a blocului satelit 11 (blocul satelit 11 este legat cinematic cu partea fixă prin coroana dințată 13, roata dințată centrală 16 și cuplajul unisens 18). Mișcarea precesională a blocului satelit 11, amplasat liber pe arborele manivelă 14, se va transforma în mișcare de rotație a ultimului. La rotirea roții dințate centrale 20 cu un unghi egal cu pasul unghiular al dinților blocul satelit 11, se va efectua un ciclu întreg de precesie, care se va transforma într-o turație a arborelui manivelă. Raportul de multiplicare se determină cu ajutorul relației

40 
$$i_1 = \frac{Z_{13}Z_{16}}{Z_{20}Z_{12} - Z_{13}Z_{16}},$$

unde  $Z_{12}$  și  $Z_{13}$  sunt numărul de dinți ai coroanelor dințate 12 și, respectiv, 13 ai blocului satelit 11;

$Z_{16}$ ,  $Z_{20}$  – numărul dinților roților dințate centrale 16 și 20.

La rotirea carcsei rotitoare 10 în direcție inversă  $\omega_2$  va funcționa cuplajul unisens 7, care leagă roata dințată 16 cu carcasa rotitoare 10 și cupajul unisens 22, care leagă roata dințată centrală 20 cu arborele fix 2. În acest caz principiul de funcționare este similar cazului precedent, iar raportul de transmitere se determină cu ajutorul relației:

45 
$$i_2 = \frac{Z_{12}Z_{20}}{Z_{13}Z_{16} - Z_{12}Z_{20}},$$

Luând în considerație că viteza unghiulară  $\omega_1$  a corpului plutitor 1 la mișcarea corpului plutitor mânat de valul de apă este mai mare decât viteza unghiulară  $\omega_2$  a corpului plutitor 1 la revenirea lui în poziția inițială, pentru a uniformiza relativ mișcarea de rotație sumară  $\omega$  a rotorului generatorului electric 15 trebuie să fie respectată condiția  $i_2 > i_1$ . Această condiție poate fi respectată prin alegerea numărului dinților coroanelor dințate și coraportului între ele:  $Z_{16} = Z_{12} \pm 1$  și  $Z_{20} = Z_{13} \pm 1$ .

## MD 3542 G2 2008.03.31

6

Instalația de conversiune a energiei valurilor (fig. 9) funcționează în modul următor.

- 5 Mișcarea de rotație alternativă a carcasi 10 este transmisă blocului intermediar 23 legat rigid cu carcasa rotitoare 10. La rotirea carcasi rotitoare 10 în direcția vitezei unghiulare  $\omega_1$ , roata dințată centrală 38 va fi legată prin cuplajul unisens 39 cu carcasa rotitoare 10. Cuplajul 35 în acest caz nu va efectua legătura roții 34 cu carcasa rotitoare 10, și, deci, angrenajul coroanelor 24, 33, 32 și coroana dințată a roții dințate centrale 34 nu va funcționa. Blocul intermediar 23 cu coroana danturată 25 se va roti ca un tot întreg cu roata dințată centrală 38 (numărul dinților  $Z_{25}=Z_{38}$ ), impunând blocul satelit 28
- 10 cu coroanele dințate 36 și 37 ( $Z_{36}=Z_{37}$  și  $Z_{36}=Z_{25}+1$ ) să efectuează o mișcare precesională. La rotirea blocului intermediar 23 împreună cu roata dințată centrală 38 cu un unghi egal cu pasul unghiular al unui dinte, blocul satelit 28 va efectua un ciclu complet de precesie, care se transformă într-o rotație a arborelui-manivelă 31, care se transmite rotorului generatorului electric 15. Raportul de transmitere se determină cu ajutorul relației:

$$15 \quad i_1' = \frac{Z_{36}}{Z_{25}-Z_{36}} = Z_{36} \text{ (pentru } Z_{36}=Z_{25}+1\text{)}.$$

- La rotirea carcasi rotitoare 10 în direcția unghiulară  $\omega_2$  cuplajul 39 nu va funcționa (angrenajul coroanelor 25, 36, 27, și a coroanei dințate a roții dințate centrale 38 nu va fi realizat, deoarece lipsește legătura roții dințate centrale 38 cu carcasa rotitoare 10). Cuplajul 35 va efectua legătura roții dințate centrale 34 cu carcasa rotitoare 10. Blocul intermediar 23 cu coroana dințată 24 se va roti ca un tot întreg (numărul dinților), impunând blocul satelit 27 cu coroanele dințate 32 și 33 ( $Z_{32}=Z_{33}$ ) să efectueze mișcare de precesie. În continuare principiul de funcționare este similar cazului precedent. Raportul de transmisie se determină cu ajutorul relației:

$$i_2' = -\frac{Z_{32}}{Z_{34}-Z_{32}}.$$

- 25 Deoarece  $\omega_1 > \omega_2$ , este necesară realizarea condiției  $i_2' > i_1'$ . Acest lucru este posibil prin alegerea argumentată a numărului dinților coroanelor  $Z_{34}$ ,  $Z_{32}$ ,  $Z_{33}$ ,  $Z_{24}$  și  $Z_{25}$ ,  $Z_{36}$ ,  $Z_{37}$ ,  $Z_{38}$ .

Acest lucru permite egalizarea parțială ca valoare a componentelor vitezei unghiulare sumare a arborelui-manivelă generate de componentele  $\omega_1$  și  $\omega_2$ , și, deci, îmbunătățirea calității curentului electric produs.

- 30 Amplasarea blocurilor satelit 27 și 28 pe porțiuni înclinate ale arborelui manivelă, unghiul de înclinare al cărora este egal ca valoare și de semn opus, asigură compensarea forțelor axiale care acționează asupra blocului intermediar 23, fapt ce mărește fiabilitatea instalației în întregime. Numărul egal de dinți al coroanelor  $Z_{34}=Z_{24}$  și  $Z_{32}=Z_{33}$  pe de o parte și  $Z_{25}=Z_{38}$  și  $Z_{36}=Z_{37}$  asigură transmiterea momentului de torsiune prin două tamente, fapt ce permite majorarea capacității portante a instalației.

35

MD 3542 G2 2008.03.31

7

(57) Revendicări:

5 I. Instalație de conversiune a energiei valurilor, care include cel puțin un corp flotant, în  
interiorul căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a  
mișcării de rotație alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric,  
**caracterizată prin aceea că** transmisia include o carcasă unită cu corpul flotant, un bloc satelit cu  
două coroane dințate, instalat pe un arbore-manivelă și legat cinematic din ambele părți cu două roți  
10 dințate centrale; prima roată dințată centrală este legată periodic prin intermediul a două cuplaje  
unisens cu funcționare în direcții opuse cu carcasa transmisiei și, respectiv, cu partea imobilă a  
generatorului electric fixată pe arborele fix; a doua roată dințată centrală este legată periodic prin  
intermediul a două cuplaje unisens cu funcționare în direcții opuse cu carcasa transmisiei și, respectiv,  
cu arborele fix; totodată, arborele-manivelă este fixat rigid pe rotorul generatorului electric, iar  
15 cuplajul care leagă prima roată dințată centrală cu carcasa transmisiei și cuplajul care leagă a doua  
roată dințată centrală cu carcasa transmisiei sunt instalate în direcții de funcționare opuse.

2. Instalație de conversiune a energiei valurilor, care include cel puțin un corp flotant, în  
interiorul căruia sunt amplasați un arbore fix ancorat, o transmisie cu elemente de transformare a  
mișcării de rotație alternativă a corpului flotant în mișcare de rotație continuă și un generator electric,  
**caracterizată prin aceea că** transmisia include o carcasă unită cu corpul flotant, un bloc intermediar  
20 cu două coroane dințate, legat rigid cu carcasa rotitoare a transmisiei, în părțile laterale ale blocului  
intermediar sunt amplasate două blocuri satelit cu câte două coroane dințate, cu același număr de  
dinți, care sunt instalate liber pe porțiuni înclinate ale unui arbore-manivelă, iar unghiurile lor de  
înclinare sunt egale ca valoare și de semn opus; primul bloc satelit este plasat de partea generatorului  
electric și este legat cinematic, respectiv, cu o coroana dințată a blocului intermediar și cu o roată  
25 dințată, care este legată prin intermediul unui cuplaj unisens cu carcasa transmisiei, iar numărul de  
dinți ai roții dințate este egal cu numărul de dinți ai coroanei dințate respective a blocului intermediar  
și este cu o unitate mai mică decât numărul de dinți ai coroanelor dințate ale primului bloc satelit; al  
doilea bloc satelit este plasat de cealaltă parte a blocului intermediar și este legat cinematic, respectiv,  
cu cealaltă coroană dințată a blocului intermediar și cu o a doua roată dințată, care este legată prin  
30 intermediul unui cuplaj unisens cu carcasa transmisiei, numărul de dinți ai celei de-a doua roată dințată  
este egal cu numărul de dinți ai coroanei dințate respective a blocului intermediar și este cu o  
unitate mai mare decât numărul dinților coroanelor dințate ale celui de-al doilea bloc satelit, totodată,  
generatorul electric este fixat pe arborele fix, iar arborele-manivelă este fixat rigid pe rotorul genera-  
torului electric.

35

(56) Referințe bibliografice:

1. RU 2021947 C1 1994.10.30
2. RO 119417 B1 2004.10.29
3. US 4134023 A1 1979.01.09

MD 3542 G2 2008.03.31

8

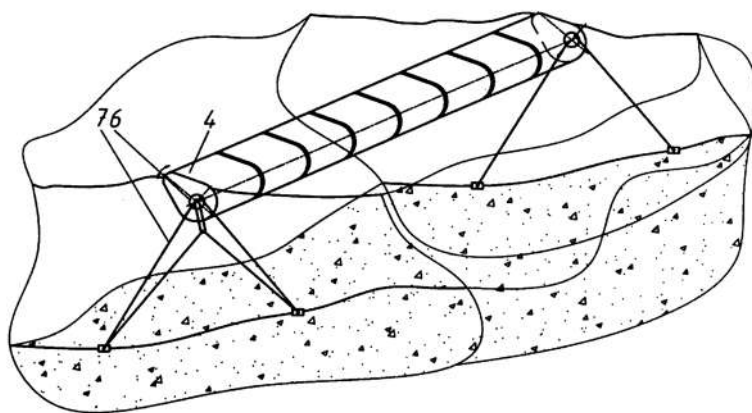


Fig. 1

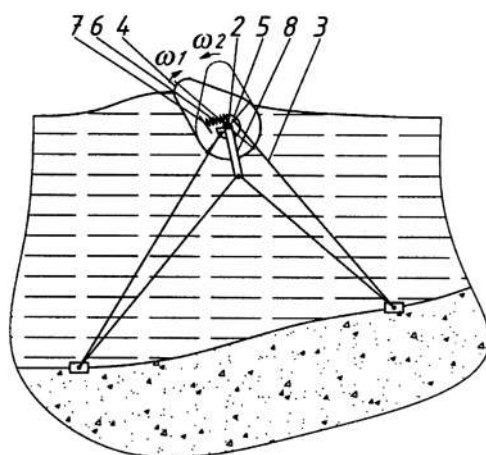


Fig. 2

MD 3542 G2 2008.03.31

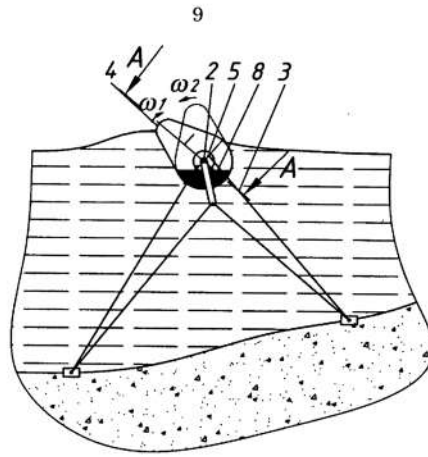


Fig. 3

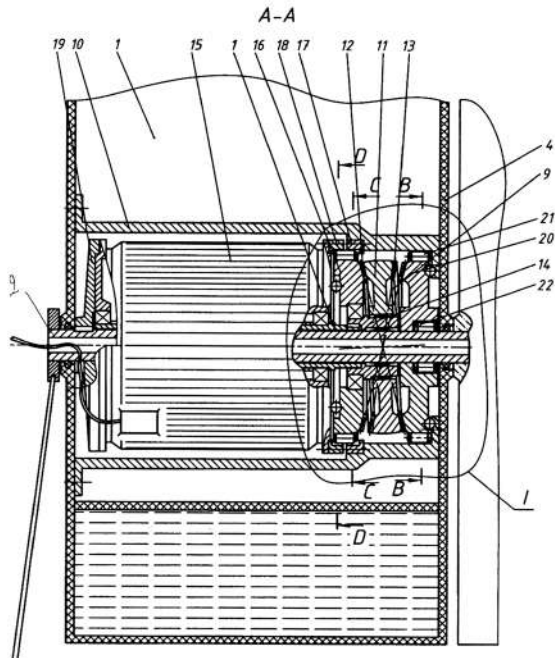


Fig. 4





MD 3542 G2 2008.03.31

12

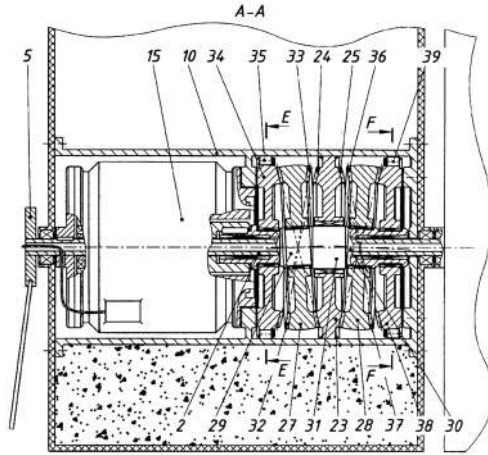


Fig. 9

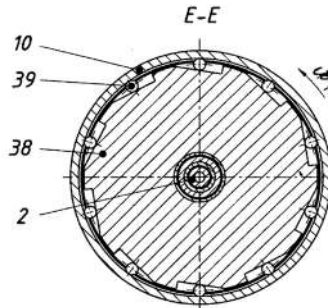


Fig. 10

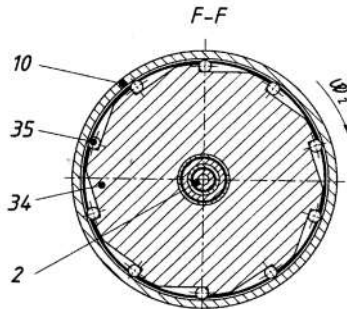


Fig. 11



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3104**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET. CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

*S. Novac*

**CHIȘINĂU**



MD 3104 G2 2006.07.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3104<sup>(13)</sup> G2  
(51) Int. Cl.: F03B 7/00 (2006.01)  
F16H 1/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

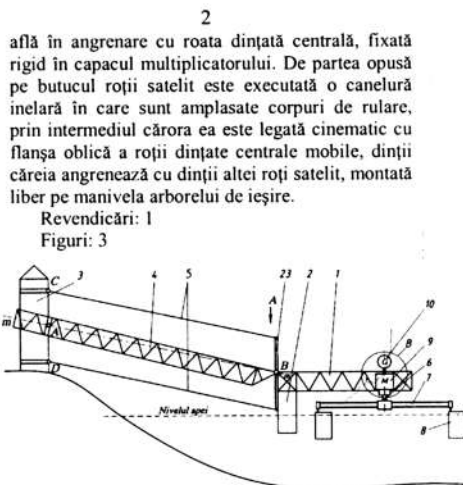
<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0273 (22) Data depozit: 2005.09.15</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.07.31, BOPI nr. 7/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; SOCHIREANU Anatol, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Stație hidroenergetică

(57) Rezumat:

Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la stații hidraulice cu rotor vertical, și este destinată pentru transformarea energiei cinetice a curentului apei râurilor în energie electrică.

Stația hidroenergetică include un rotor cu palete 8 amplasat vertical, legat cinematic cu un multiplicator și un generator electric, instalate pe o platformă 1, care este montată pe un corp flotant, amplasat între rotor și, legat articulat cu el, o structură metalică 4, prin intermediul căreia ea este legată de pilonii de ancorare 3, amplasați pe țârm. Pe platforma 1 este fixată rigid o bară 23, capetele căreia sunt legate prin două cabluri amplasate paralel cu unul dintre pilonii de ancorare 3. Noutatea constă în aceea că corpul flotant include două flotoare 2 fixate pe partea longitudinală a platformei 1, simetric referitor la întărirea structurii metalice 4. Paletele 8 ale rotorului sunt executate cave. Rotorul este legat rigid cu arborele de intrare al multiplicatorului, care include o bucsă sferică, fixată pe arborele de intrare și cinematic legată prin intermediul bilelor, amplasate în canelurile executate pe partea ei laterală, cu, montată pe arborele de intrare al multiplicatorului, roata satelit, care se



Revendicări: 1  
Figuri: 3

## MD 3104 G2 2006.07.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la stațiile hidraulice cu rotor vertical, și este destinată pentru transformarea energiei cinetice a curentului apei râurilor în energie electrică.

5 Este cunoscută o stație hidraulică, care include o platformă fixată pe o bază de țârm cu posibilitatea reglării poziției față de nivelul apei curgătoare, pe care este amplasat un generator electric și un multiplicator, cu care este legat axul vertical, la capătul liber al căruia este montată o turbină, care conține osii cu palete fixate la capete. Turbina conține suplimentar o bușcă cavă. Paletele sunt fixate pe osii alternativ, sub un unghi mai mic de 90° față de planul perpendicular arborelui vertical, și sunt dotate cu aripioare, care sunt fixate rigid pe capetele lor, sub un anumit unghi față de planul lor.

10 Platforma este montată pe baza de țârm cu ajutorul unui mecanism articulat cu patru elemente [1].  
Având numai patru palete de formă plană și una din osii executată din două părți, această stație o posedă eficiență și fiabilitate relativ redusă, dar o construcție complicată.

15 Mai este cunoscută stația hidraulică, care include un rotor cu palete, amplasat vertical, legat cinematic cu un multiplicator și un generator electric, instalate pe o platformă, care este montată pe un corp flotant, amplasat între rotor și, legat articulat cu el, o structură metalică, prin intermediul căreia ea este legată de pilonii de ancorare amplasați pe țârm, totodată, pe platformă este fixată rigid o bară, capetele căreia sunt legate prin două cabluri amplasate paralel cu unul dintre pilonii de ancorare [2].

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției, majorarea fiabilității și eficienței.

20 Stația hidraulică înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un rotor cu palete amplasat vertical, legat cinematic cu un multiplicator și un generator electric, instalate pe o platformă, care este montată pe un corp flotant, amplasat între rotor și, legat articulat cu el, o structură metalică, prin intermediul căreia ea este legată de pilonii de ancorare amplasați pe țârm, totodată pe platformă este fixată rigid o bară, capetele căreia sunt legate prin două cabluri amplasate paralel cu unul dintre pilonii de ancorare.

25 Noutatea constă în aceea că corpul flotant include două floatoare fixate pe partea longitudinală a platformei, simetric referitor la întărirea structurii metalice. Paletele rotorului sunt executate cave, iar rotorul este legat rigid cu arborele de intrare al multiplicatorului, care include o bușcă sferică, fixată pe arborele de intrare și cinematic legată prin intermediul bilelor amplasate în canelurile executate pe partea ei laterală, cu, montată pe arborele de intrare al multiplicatorului, roata satelit, care se află în angrenare cu roata dințată centrală, fixată rigid în capacul multiplicatorului, iar de partea opusă, pe butucul roții satelit este executată o canelură înelară în care sunt amplasate corpuri de rulare, prin intermediul cărora ea este legată cinematic cu flanșa oblică a roții dințate centrale mobile, dinții căreia angrenează cu dinții altei roți satelit, montată liber pe manivela arborelui de ieșire.

30 Rezultatul invenției constă în următoarele:  
- executarea paletelor cave în variantă flotantă permite reducerea numărului corpurilor flotante, ele îndeplinind și funcția corpurilor flotante pentru menținerea platformei minihidrocentralei la suprafața apei;

35 - fixarea pe platformă a unei bare, prin intermediul căreia, a două cabluri și a unei structuri metalice este legată articulată de pilonii de ancorare de pe țârm, astfel ca ramurile cablurilor să fie paralele între ele și cu linia de legătură a articulațiilor structurii metalice, ceea ce asigură o poziție verticală permanentă rotorului cu ax vertical cu palete, la diferite nivele ale apei;

40 - executarea multiplicatorului în formă de transmisie precesională cu două roți satelit, satelitul de la treapta de ieșire fiind amplasat pe o manivelă, și două roți dințate centrale, amplasate succesiv permite lărgirea substanțială a posibilităților cinematice ale multiplicatorului precesional.

45 Invenția se explică prin desenele din fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, schema principală a stației hidraulice cu rotor vertical;

- fig. 2, vederea A (vezi fig. 1);

- fig. 3, vederea B (vezi fig. 1).

50 Stația hidraulică cu rotor vertical include platforma 1, instalată pe corpurile flotante 2 și ancorată de țârm de pilonii de ancorare 3, prin intermediul structurii metalice 4 și a cablurilor 5. Pe platforma 1, din partea pilonilor de ancorare este fixată o bară 6. Pe platforma 1 este fixat rotorul cu axul vertical 6, care include barele 7 cu palete cave 8, cu axe verticale de rotire și profil aerodinamic, multiplicatorul 9 precesional și generatorul electric 10. Multiplicatorul 9 include arborele de intrare 11, legat rigid cu bușca sferică 12 cu caneluri, și în canelurile executate în butucul roții satelit 13 în care sunt amplasate bilele 14 amplasate, de asemenea și, în separatorul 15. Roata satelit 13 angrenează cu roata dințată centrală fixă 16, legată rigid cu capacul 17. Din partea opusă a roții satelit 13 este amplasată pe corpuri de rulare 18 roata dințată centrală mobilă 19 cu flanșa înclinată 20, care angrenează cu roata satelit 21 instalată pe rulmenți pe manivela 22, care este legată rigid cu rotorul generatorului electric 10, fixat pe carcasa 24. Pe arborele de intrare 11 este instalat rotorul cu ax vertical 6. Pe platforma 1 din partea

**MD 3104 G2 2006.07.31**

4

pilonilor de ancorare 3 este fixată bara 23, capetele căreia sunt legate prin intermediul cablurilor 5 cu unul dintre pilonii de ancorare 3.

5 Stația hidraulică cu rotor vertical funcționează în modul următor: mișcarea de rotație a rotorului cu ax vertical 6, generată de curenții de apă, care acționează asupra paletelor 8 cu profil aerodinamic, este transmisă arborelui de intrare 11 și mai departe, prin bilele 14 – roții satelit 13. Ultima, în urma angrenării cu roata dințată 16, care are număr diferit de dinți ( $Z_{13} \neq Z_{16} \pm 1$ ), va fi impusă să efectueze o mișcare de precesie în jurul centrului de precesie „O<sub>1</sub>”. La rotirea arborelui de intrare 11 și a roții satelit 13 la un unghi egal cu pasul unghiular al dinților roții satelit 13, ultima va efectua un ciclu complet de precesie, care, prin intermediul corpurilor de rulare 18 și flanșei înclinate 20, se transformă într-o rotație a roții centrale 19. Raportul de transmitere (de multiplicare) din această treaptă va fi egală cu:

$$i_1 = -\frac{Z_{13}}{Z_{16} - Z_{13}},$$

unde:  $Z_{13}$  este numărul de dinți ai roții satelit 13;

$Z_{16}$  – numărul de dinți ai roții dințate centrale 16.

15 Această mișcare de rotație multiplicată se transmite roții satelit 21. Datorită diferenței de dinți între roata centrală 19 și roata satelit 21 ( $Z_{19} = Z_{21} \pm 1$ ), la rotirea roții centrale 19, la un unghi egal cu pasul unghiular al dinților roții dințate centrale 19, roata-satelit 21 va efectua un ciclu complet de mișcare de precesie în jurul centrului de precesie „O<sub>2</sub>”. Mișcarea de precesie a roții 22 este transformată în mișcare de rotație a manivelei 22. Raportul de transmitere (de multiplicare) din treapta examinată va fi egală cu:

$$i_2 = -\frac{Z_{21}}{Z_{16} - Z_{21}},$$

20 unde:  $Z_{21}$  este numărul de dinți ai roții satelit 21;

$Z_{19}$  – numărul de dinți ai roții dințate centrale 19.

Raportul de transmitere (multiplicare) sumar va fi:

$$i_{\Sigma} = i_1 \cdot i_2$$

25 De exemplu, pentru raportul de transmitere  $i_1 = i_2 \approx 30$  (acest raport de multiplicare este eficient pentru transmisia precesională, la rapoarte de transmisie mai mari apare fenomenul de autofrânare) raportul sumar de multiplicare poate atinge nivelul  $i = 900$ . Deci, la rotirea rotorului cu ax vertical 6 cu turația  $n_6 \approx 1,5 \div 2,0$  (la viteza de curgere a apei  $V \approx 1 \div 1,3 \text{ m/s}$ ), turația rotorului va fi:

$$n_{22} = n_6 \cdot 900 = (1,5 \div 2,0) \cdot 900 = (1350 \div 1800) \text{ min}^{-1},$$

30 o turație specifică majorității generatoarelor existente. Legarea platformei 1 de pilonii de ancorare 3, prin intermediul barei 23 și cablurilor paralele 5, care sunt, de asemenea, paralele cu linia  $m-m$  (linia amplasării articulațiilor de legătură a structurii metalice 4 cu bara 23 și, respectiv, pilonul de ancorare 3), asigură o poziție verticală axei rotorului cu ax vertical 6, la orice nivel al apei râului. Cablurile 5 împreună cu bara 23 și pilonul de ancorare 3 formează un mecanism – paralelogram, fapt ce asigură paralelismul barei 23 și a pilonului de ancorare 3, dar și a axei rotorului 6.

35 Legarea platformei 1 în plan orizontal de pilonii de ancorare 3 prin intermediul structurii metalice 4 articulate și cablurilor 5 permite detensionarea structurii metalice 4 prin reglarea tensionării legăturii cu cablurile 5 cu elemente compensatoare.

Deoarece paletele 8 sunt executate cave, ele joacă rolul de corpuri flotante care, împreună cu corpurile flotante 2, asigură flotabilitatea stației hidraulice.

40

## MD 3104 G2 2006.07.31

5

### (57) Revendicare:

Stație hidrolică, care include un rotor cu palete amplasat vertical, legat cinematic cu un multiplicator și un generator electric, instalate pe o platformă, care este montată pe un corp flotant, amplasat între rotor și, legat articulat cu el, o structură metalică, prin intermediul căreia ea este legată de pilonii de ancorare, amplasați pe țârm, totodată pe platformă este fixată rigid o bară, capetele căreia sunt legate prin două cabluri amplasate paralel cu unul dintre pilonii de ancorare, **caracterizată prin aceea că** corpul flotant include două flotoare fixate pe partea longitudinală a platformei, simetric referitor la întărirea structurii metalice, paletele rotorului sunt executate cave, iar rotorul este legat rigid cu arborele de intrare al multiplicatorului, care include o bucă sferică, fixată pe arborele de intrare și cinematic legată prin intermediul bilelor amplasate în canelurile executate pe partea ei laterală, cu, montată pe arborele de intrare al multiplicatorului, roata satelit, care se află în angrenare cu roata dințată centrală, fixată rigid în capacul multiplicatorului, iar de partea opusă pe butucul roții satelit este executată o canelură înclărată în care sunt amplasate corpuri de rulare, prin intermediul cărora ea este legată cinematic cu flanșa oblică a roții dințate centrale mobile, dinții căreia angrenează cu dinții altei roți satelit, montată liber pe manivela arborelui de ieșire.

20

### (56) Referințe bibliografice:

1. MD 2288 C2 2003.10.31
2. MD 2992 F1 2006.02.28

MD 3104 G2 2006.07.31

6

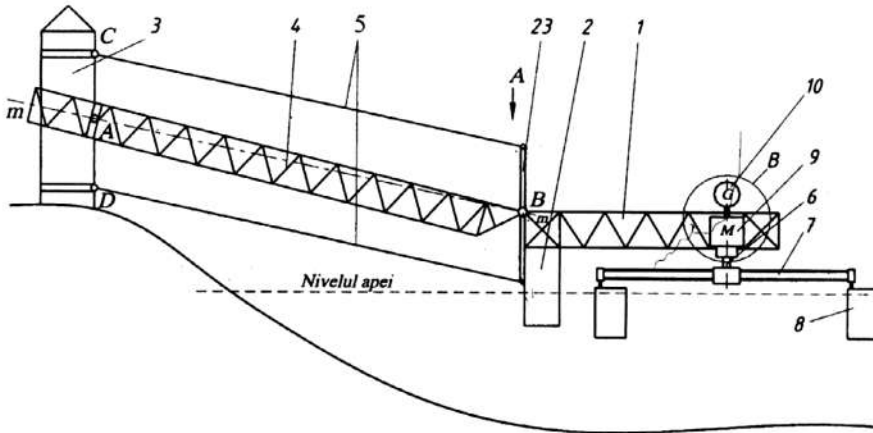


Fig. 1

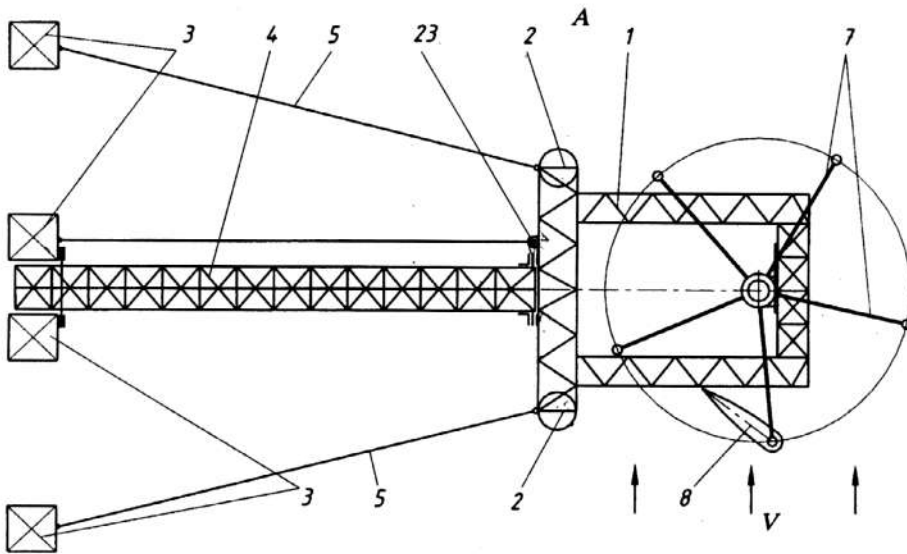


Fig. 2

MD 3104 G2 2006.07.31

7

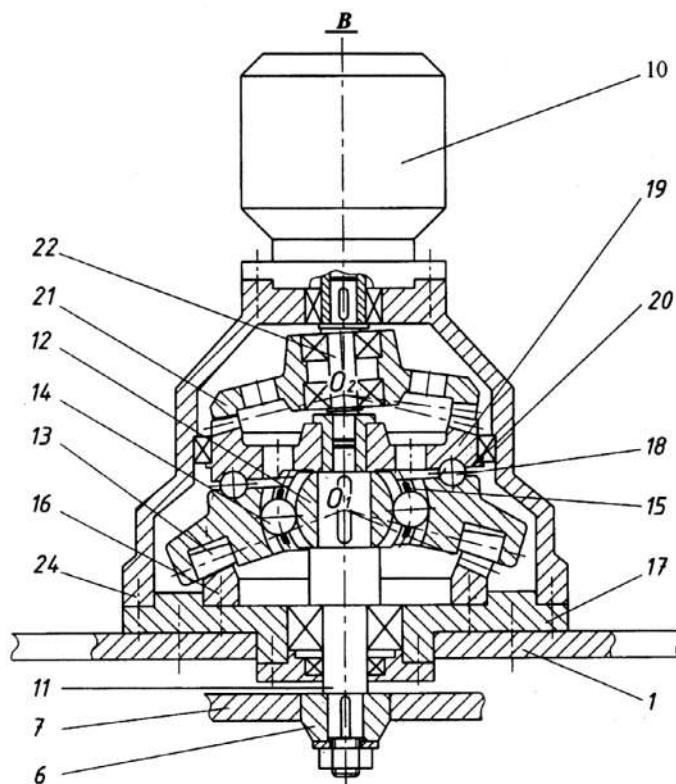


Fig. 3





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 3017**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 3017 G2 2006.03.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 3017 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F16H 21/40 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0076 (22) Data depozit: 2005.03.15</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.03.31, BOPI nr. 3/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; CIOBANU Radu, MD; SOCHIREANU Anatol, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Mecanism de transmitere a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație

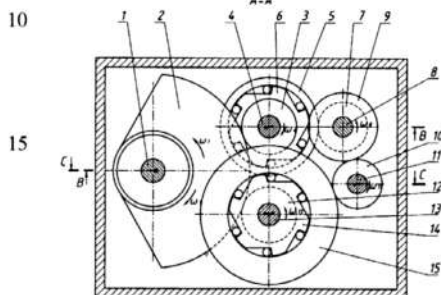
(57) Rezumat:

Invenția se referă la construcția de mașini și poate fi folosită în mecanismele de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație.

Mecanismul de transmitere a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație conține un corp, arbori de ieșire (1), de intrare (8) și un transformator de mișcare în două trepte, care include roți dințate. Noutatea constă în aceea că pe arborele de intrare (1) este fixat rigid sectorul dințat (2), care se află concomitent în angrenaj cu două roți dințate (3) și (12), fiecare dintre care este fixată rigid pe arborele primei (4) și, respectiv, pe arborele celei de a doua trepte (13). Pe arborele (4) treptei întâi, prin intermediul unui ambreiaj unisens (6) fixat rigid pe el, este montată adăugător roata dințată (5), care se află în angrenaj cu roata dințată (7) montată pe arborele de ieșire (8). Pe arborele (13) treptei a doua, prin intermediul unui ambreiaj unisens (14) fixat rigid pe el, este fixată adăugător, opus ambreiajului unisens (6), o roată dințată (15) care se află în angrenaj cu roata dințată intermediară

(10), care se află în angrenaj cu roata dințată (9), fixată pe arborele de ieșire (8). Raportul de transmitere a primei trepte este egal cu raportul de transmitere a treptei a doua.

Revendicări: 1  
Figuri: 3



MD 3017 G2 2006.03.31

MD 3017 G2 2006.03.31

3

**Descriere:**

Invenția se referă la construcția de mașini și poate fi folosită în mecanismele de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație.

5 Este cunoscut dispozitivul pentru transformarea mișcării rectilinii alternative în mișcare de rotație și invers, care include un singur rotor și cel puțin două transmisii planetare, în care suporturile pentru sateliți sunt amplasate pe aceeași manivelă. Dispozitivul examinat permite transformarea mișcării de translație în mișcare de rotație și invers, însă construcția este complicată și conține multe elemente [1].

10 De asemenea este cunoscut mecanismul de transmitere a mișcării, care include o carcasă, un arbore de intrare, care efectuează mișcare alternativă de rotație, arbore de ieșire, două trepte de transmisii cu roți dințate, roata dințată centrală a primei trepte fiind fixată rigid pe arborele de intrare și legată cinematic cu două roți dințate identice cu degete-manivelă, amplasate simetric față de axele de rotație ale arborelui de intrare, iar roata dințată centrală a treptei a doua este fixată rigid de arborele de ieșire și este legată cinematic cu două roți dințate identice cu degete-manivelă, amplasate simetric față de axa de rotație a arborelui de ieșire, totodată degetele-manivelă ale primei trepte sunt legate în perechi cu degetele-manivelă ale treptei a doua, prin intermediul culbutoarelor [2].

15 Dezavantajele principale ale mecanismului cunoscut constau în construcția compusă și fiabilitate redusă datorită prezenței culbutoarelor în construcție, ele generând sarcini dinamice la viteze sporite.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției și majorarea fiabilității.

20 Problema se soluționează prin aceea că mecanismul de transmitere a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație conține un corp, arbori de ieșire, de intrare și un transformator de mișcare în două trepte, care include roți dințate, totodată pe arborele de intrare este fixat rigid sectorul dințat, care se află concomitent în angrenaj cu două roți dințate, fiecare dintre care este fixată rigid pe arborele primei și, respectiv, pe arborele celei de a doua trepte, totodată pe arborele treptei întâi, prin intermediul unui ambreiaj unisens fixat rigid pe el, este montată adăugător roata dințată, care se află în angrenaj cu una din cele două roți dințate, montate pe arborele de ieșire, iar pe arborele treptei a doua, prin intermediul unui ambreiaj unisens fixat rigid pe el, este fixată adăugător, opus ambreiajului unisens, o roată dințată care se află în angrenaj cu roata dințată intermediară, care se află în angrenaj cu altă roată dințată fixată pe arborele de ieșire, totodată, raportul de transmitere a primei trepte este egal cu raportul de transmitere a treptei a doua.

30 Avantajul constă în reducerea dinamicii sarcinii în mecanism în urma faptului că nu conține mecanisme cu bare. Acest lucru asigură mecanismului o fiabilitate sporită.

Excluderea mecanismelor cu bare (culbutoare, manivele etc.) din construcția mecanismului și execuția elementelor mobile în formă de roți dințate asigură simplificarea construcției, o compacitate și o uniformitate mai înaltă a mișcării.

35 Invenția se explică prin figurile 1...3, care reprezintă:

- Figura 1, vederea frontală a mecanismului de transmitere a mișcării;
- Figura 2, secțiunea B-B din figura 1;
- Figura 3, secțiunea C-C din figura 1.

40 Mecanismul de transmitere a mișcării (fig. 1, 2, 3) include arborele de intrare 1, pe care este instalat sectorul dințat 2, și două trepte de transmisii cu roți dințate. Prima treaptă include roata dințată 3, fixată pe arborele 4, roata dințată 5, în butucul căreia este amplasat cuplajul unisens 6. Roata dințată 7 este fixată pe arborele 8, pe care mai este fixată roata dințată 9. Roata dințată 10 este fixată pe arborele de ieșire 11. Treapta a doua include roata dințată 12, fixată rigid pe arborele 13, pe care, prin intermediul cuplajului unisens 14, este instalată roata dințată 15. Cuplajul unisens 14 este instalat pe arbore cu funcționare în sens opus comparativ cu cuplajul unisens 6. Arborele de intrare 1 este acționat prin două fluxuri de manivelă 16.

45 Mecanismul de transmitere a mișcării funcționează în modul următor: mișcarea alternativă de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_1$  se transmite de la manivela 16 prin arborele de intrare 1 la sectorul dințat 2. De la sectorul dințat 2, mișcarea alternativă de rotație se transmite concomitent la două trepte de transmisii cu roți dințate. În prima treaptă, mișcarea alternativă de rotație de la sectorul dințat 2 este preluată prin angrenare de roata dințată 3 și se transmite prin arborele 4, cuplajul unisens 6, la roata dințată 5. De la roata dințată 5 mișcarea de rotație unisens cu viteza unghiulară  $\omega_4$  (sensul mișcării de rotație corespunde cu direcția mișcării de rotație, în cadrul căreia cuplajul unisens 6 cuplează arborele 4 cu roata dințată 5) se transmite prin angrenare cu roata dințată 7, prin arborele 8, la roata dințată 9. De la roata dințată 9, mișcarea de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_8$  se transmite prin angrenare cu roata dințată 10, la arborele de ieșire 11. În treapta a doua, mișcarea alternativă de rotație de la sectorul 2 este preluată prin angrenare de roata dințată 12 și transmisă prin arborele 13, cuplajul unisens 14 la roata dințată 15. De la roata dințată 15, mișcarea de rotație unisens cu viteza unghiulară  $\omega_{13}$  (sensul mișcării de rotație corespunde cu direcția mișcării de rotație în care cuplajul unisens 14 cuplează arborele 13 cu roata dințată 15) se transmite prin

## MD 3017 G2 2006.03.31

4

angrenare cu roata dințată 10 la arborele de ieșire 11. Cuplajele unisens 6, 14 sunt montate astfel ca mișcarea alternativă de rotație într-o direcție să fie transmisă de pe arborele 4, pe roata dințată 5, iar în direcție opusă să fie transmisă de pe arborele 13 pe roata dințată 15. Astfel pe arborele de ieșire 11 se obține o mișcare de rotație continuă într-o singură direcție cu viteza unghiulară  $\omega_{11}$ . Ca viteza unghiulară  $\omega_{11}$  transmisă de treptele de transmisie unu și doi pe arborele de ieșire 11 să fie egală, este necesar să se respecte egalitatea:

$$i_{2,3} \cdot i_{5,7} \cdot i_{9,10} = i_{2,12} \cdot i_{15,10}$$

unde  $i_{2,3}$  este raportul de transmitere al treptei roților dințate 2 și 3;

$i_{5,7}$  - raportul de transmitere a treptei roților dințate 5 și 7;

10  $i_{9,10}$  - raportul de transmitere a treptei roților dințate 9 și 10;

$i_{2,12}$  - raportul de transmitere a treptei roților dințate 2 și 12;

$i_{15,10}$  - raportul de transmitere a treptei roților dințate 15 și 10.

15 Astfel, invenția propusă asigură transformarea mișcării alternative de rotație a unui element de intrare, în mișcare de rotație continuă, lucru necesar în diverse procese tehnologice. De menționat că construcția mecanismului propus de transmitere a mișcării asigură la ieșire obținerea unei mișcări mai uniforme. De asemenea, asigură simplificarea construcției mecanismului de transmitere a mișcării, reducerea caracterului dinamic al forțelor din mecanism și, prin urmare, creșterea fiabilității mecanismului în întregime.

20

### (57) Revendicare:

25 Mecanism de transmitere a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație, care conține un corp, arbori de ieșire, de intrare și un transformator de mișcare în două trepte, care include roți dințate, caracterizat prin aceea că pe arborele de intrare este fixat rigid sectorul dințat, care se află concomitent în angrenaj cu două roți dințate, fiecare dintre care este fixată rigid pe arborele primei și, respectiv, pe arborele celei de a doua trepte, totodată pe arborele treptei întâi, prin intermediul unui ambreiaj unisens fixat rigid pe el, este montată adăugător roata dințată, care se află în angrenaj cu una din cele două roți dințate, montate pe arborele de ieșire, iar pe arborele treptei a doua, prin intermediul unui ambreiaj unisens fixat rigid pe el, este fixată adăugător, opus primei, o roată dințată care se află în angrenaj cu roata dințată intermediară, care se află în angrenaj cu altă roată dințată fixată pe arborele de ieșire, totodată raportul de transmitere a primei trepte este egal cu raportul de transmitere a treptei a doua.

35

### (56) Referințe bibliografice:

1. WO 02/059503 A1 2002.08.01
2. RU 2239739 C2 2004.11.10

MD 3017 G2 2006.03.31

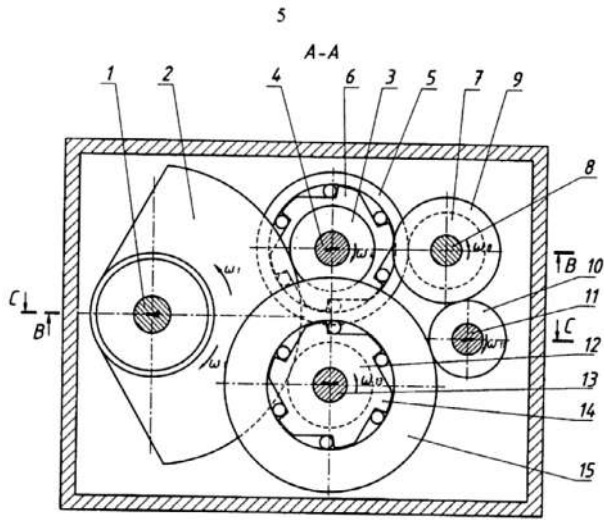


Fig. 1

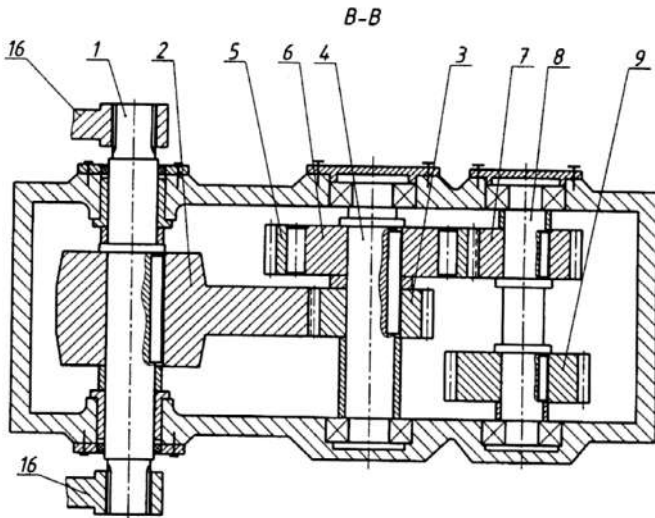


Fig. 2

**MD 3017 G2 2006.03.31**

6

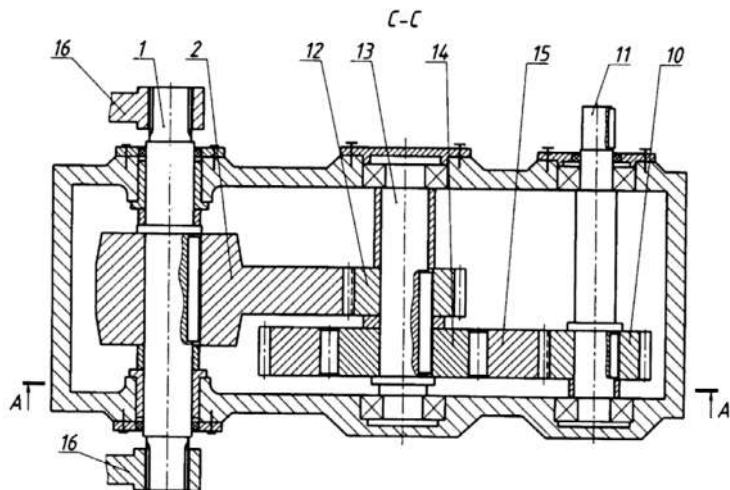


Fig. 3



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2996**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2996 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2996 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F16H 21/40 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0075 (22) Data depozit: 2005.03.15</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOPI nr. 2/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; COZMA Tudor, MD; SOCHIREANU Anatol, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Mecanism pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională (variante)

(57) Rezumat:

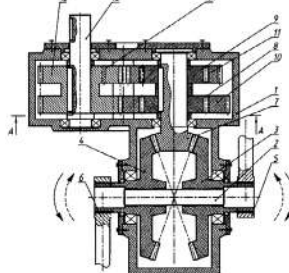
Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la mecanismele de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională.

Mecanismul conform primei variante este executat în formă de transmisie dințată, care include, instalate pe arborele de intrare 2, la capetele căruia sunt fixate pârghii turnante 5 și 6, două roți dințate conice 3 și 4 cu un număr egal de dinți, care angrenează simultan cu pinionul conic dințat 7, legat rigid cu arborele intermediar, axa căruia este perpendiculară axei arborelui de intrare 2. Pe arborele intermediar sunt amplasate două roți dințate cilindrice 10 și 11, montate prin intermediul a două ambreiaje unisens 8 și 9 montate în contrasens unul față de altul, fiecare fiind instalat în butucul fiecăreia dintre ele. Roata 10 angrenează cu o roată dințată 12 instalată pe arborele de ieșire 13, iar roata 11 este legată cu roata 12 prin roata dințată intermediară 14.

Mecanismul conform variantei a doua se caracterizează prin aceea că include două sectoare dințate, legate cinematic între ele, și instalate rigid pe doi arbori de intrare. Sectoarele dințate angrenează cu pinionul conducător, fixat rigid pe arborele intermediar, pe ambele părți ale cărui sunt

amplasate două roți dințate, montate prin intermediul a două ambreiaje unisens montate în contrasens unul față de altul, fiecare fiind instalat în butucul fiecăreia dintre ele, totodată una dintre roți angrenează cu o roată dințată instalată pe arborele de ieșire, iar alta este legată cu această roată prin roata dințată intermediară.

Revendicări: 2  
Figuri: 4



MD 2996 G2 2006.02.28



## MD 2996 G2 2006.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, și anume la mecanismele de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională.

5 Este cunoscut motorul pendular cu pistoane, care include o carcasă, în care este executat un canal toroidal cu orificii de admisiune și evacuare, în care este amplasat un piston circular, mișcarea de rotație alternativă a căruia este transmisă unui sistem de roți dințate și ambreiaje de depășire. Mecanismul utilizat permite transformarea mișcării de rotație alternativă a pistonului în mișcare de rotație continuă a arborelui de ieșire [1].

10 Este cunoscut, de asemenea, mecanismul de transformare a mișcării, care include o bielă legată rigid cu pistoanele mașinii, două manivele fixate pe arbore, planurile de rotație ale cărora sunt paralele, un mecanism de sincronizare, executat în formă de două roți dințate conice fixate pe arbori și care interacționează cu o roată dințată conică [2].

15 Este cunoscută de asemenea instalația pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație, care include o carcasă, două trepte de transmisii care conțin două manivele, fiecare dintre care este legată cinematic cu roți dințate din fiecare treaptă, instalate pe arbori, iar între ele sunt legate cu roți dințate fixe. Instalația descrisă asigură reducerea relativă a debalantei [3].

Dezavantajul instalației constă în aceea că posedă o construcție complicată cu multe elemente și roți dințate, fiabilitate redusă și randament relativ scăzut.

20 De asemenea, este cunoscută instalația pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională executată în formă de transmisie dințată [4].

Dezavantajul acestei instalații constă în fiabilitatea redusă, capacitate portantă redusă și grad majorat de neuniformitate a mișcării.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției și majorarea capacității portante.

25 Mecanismul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că, conform primei variante, este executat în formă de transmisie dințată. Noutatea constă în aceea că mecanismul include, instalate pe arborile de intrare, la capetele căruia sunt fixate pârghii turnante, două roți dințate conice cu un număr egal de dinți, care angrenează simultan cu pinionul conic dințat, legat rigid cu arborile intermediar, axa căruia este perpendiculară axei arborelui de intrare; pe arborile intermediar sunt amplasate două roți dințate cilindrice, montate prin intermediul a două ambreiaje de depășire, montate în contrasens unul față de altul, fiecare fiind instalat în butucul fiecăreia dintre ele, totodată una dintre roți angrenează cu o roată dințată instalată pe arborile de ieșire, iar alta este legată cu această roată prin roata dințată intermediară.

30 Mecanismul conform variantei a doua este executat în formă de transmisie dințată. Noutatea constă în aceea că mecanismul include două sectoare dințate, legate cinematic între ele, și instalate rigid pe doi arbori de intrare, sectoarele dințate angrenează cu pinionul conducător, fixat rigid pe arborile intermediar, pe ambele părți ale cărui sunt amplasate două roți dințate, montate prin intermediul a două ambreiaje de depășire montate în contrasens unul față de altul, fiecare fiind instalat în butucul fiecăreia dintre ele, totodată, una dintre roți angrenează cu o roată dințată instalată pe arborile de ieșire, iar alta este legată cu această roată prin roata dințată intermediară.

40 Rezultatul constă în simplificarea construcției și în sporirea capacității portante. Acest lucru asigură mecanismului o fiabilitate sporită.

Transmiterea sarcinii la arborile de intrare prin două torige (prin două pârghii turnante) asigură o capacitate portantă ridicată.

Utilizarea ambreiajelor de depășire cu role asigură o fiabilitate ridicată și un nivel de zgomot redus.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...4, care reprezintă:

- 45 - fig. 1, vederea generală a mecanismului conform primei variante;  
 - fig. 2, secțiunea A-A din fig. 1;  
 - fig. 3, vederea generală a mecanismului conform variantei a doua;  
 - fig. 4, secțiunea A-A din fig. 3.

50 Mecanismul pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională (fig. 1 și 2) include carcasa 1, arborile de rotație 2, două roți dințate conice 3 și 4, care au un număr egal de dinți. Pe roțile dințate conice 3 și 4 sunt fixate pârghiile turnante 5 și 6. Roțile dințate conice 3 și 4 angrenează cu un pinion conic dințat 7, pe care sunt instalate două ambreiaje de depășire 8 și 9 montate în contrasens unul în raport cu altul și amplasate în butucii a două roți dințate 10 și 11. Roata dințată 10 este legată cinematic prin intermediul unei alte roți dințate 12 cu arborile de ieșire 13, iar a doua roată dințată 11 este legată cinematic printr-o roată dințată intermediară 14 cu roata dințată 12 fixată pe arborile de ieșire 13.

55 Mecanismul pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională (fig. 3 și 4) include o carcasă 1, doi arbori de intrare 2 și 3, legați rigid cu două sectoare dințate 4 și 5, legate cinematic între ele. Sectorul dințat 4 angrenează cu un pinion dințat 6, pe care sunt amplasate de ambele

## MD 2996 G2 2006.02.28

4

părți ale sectorului dințat, câte o roată dințată 7 și 8, legate cu arborele pinion prin intermediul a două ambreiaje de depășire 9 și 10, unul dintre care este amplasat în butucul roții dințate 7, iar al doilea este instalat în butucul celei de a doua roți dințate 8, în poziție inversă celui al ambreiaj de depășire. Roata dințată 7 cu ambreiajul de depășire 9 este legată cinematic prin intermediul unui pinion dințat 11 intermediar cu o roată dințată 12 fixată rigid pe arborele de ieșire 13, iar cealaltă roată dințată 8 - cu ambreiajul de depășire 10 este legată cinematic direct cu roata dințată 12 fixată pe arborele de ieșire 13.

Mecanismul pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională, conform primei variante, funcționează în felul următor.

Pârghiile turnante 5 și 6 efectuează o mișcare alternativă de rotație, fiind legate rigid cu roțile dințate conice 3 și 4 și transmit mișcarea de rotație alternativă pinionului conic dințat 7, care, la rândul său, transmite mișcare de rotație alternativă la ambele ambreiaje de depășire 8 și 9. Mișcarea roții dințate conice 7 într-o direcție se transmite prin intermediul ambreiajului de depășire 8 roții dințate 10, apoi, prin roata dințată 12 - la arborele de ieșire 13. La rotirea roții conice 7 în altă direcție, ambreiajul de depășire 9 va transmite mișcarea de rotație roții dințate 11 care, prin roata intermediară 14 și roata dințată 12, va transmite mișcarea de rotație arborelui 13.

Ca viteza unghiulară  $\omega_{13}$  transmisă de treptele de transmisie unu și doi la arborele de ieșire 13 să fie egală este necesar să se respecte egalitatea:

$$i_{4,7} \cdot i_{11,14} \cdot i_{4,12} = i_{4,7} \cdot i_{10,12}, \text{ unde:}$$

$i_{4,7}$  este raportul de transmisie al treptei roților dințate conice 4 și 7;

$i_{11,14}$  - raportul de transmisie al treptei roților dințate 11 și 14;

$i_{4,12}$  - raportul de transmisie al treptei roților dințate 14 și 12;

$i_{10,12}$  - raportul de transmisie al treptei roților dințate 10 și 12.

Mecanismul de transformare a mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație unidirecțională, conform variantei a doua, funcționează în felul următor.

Arborii de intrare 2 și 3 efectuează mișcări alternative de rotație, fiind legați rigid între ei cu două sectoare dințate 4 și 5. Mișcarea de rotație alternativă de la sectorul dințat 4 se transmite arborelui pinion dințat 6. Roată dințată 7 legată cu arborele pinion 6 prin intermediul ambreiajului de depășire 9 primește o mișcare inversă, care se transmite prin pinionul dințat 11 și roata dințată 12 arborelui de ieșire 13. La schimbarea direcției de rotație, mișcarea de rotație de la arborele pinion 6 se transmite prin intermediul ambreiajului de depășire 10 roților dințate 8 și 12 arborelui de ieșire 13.

Ca viteza unghiulară  $\omega_{13}$  transmisă de treptele de transmisie unu și doi la arborele de ieșire 13 să fie egală este necesar să se respecte egalitatea:

$$i_{4,6} \cdot i_{7,11} \cdot i_{11,12} = i_{4,6} \cdot i_{8,12}, \text{ unde:}$$

$i_{4,6}$  este raportul de transmisie al treptei sectorul dințat 4 și roata dințată 6;

$i_{7,11}$  - raportul de transmisie al treptei roților dințate 7 și 11;

$i_{11,12}$  - raportul de transmisie al treptei roților dințate 11 și 12;

$i_{8,12}$  - raportul de transmisie al treptei roților dințate 8 și 12.

Astfel, invenția propusă asigură transformarea mișcării alternative de rotație a unui element de intrare în mișcare de rotație unidirecțională, lucru necesar în diverse procese tehnologice. De menționat că construcția mecanismului de transmisie a mișcării propus asigură la ieșire transmisie unui moment de torsiune mai mare, obținerea unei mișcări mai uniforme și o construcție mai simplă.

## MD 2996 G2 2006.02.28

5

### (57) Revendicări:

5 1. Mecanism pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație uni-  
10 direcțională, executat în formă de transmisie dințată, **caracterizat prin aceea că** include instalate pe  
arborele de intrare, la capetele căruia sunt fixate pârghii turnante, două roți dințate conice cu un număr egal  
de dinți, care angrenează simultan cu pinionul conic dințat, legat rigid cu arborele intermediar, axa căruia  
este perpendiculară axei arborelui de intrare; pe arborele intermediar sunt amplasate două roți dințate  
15 cilindrice, montate prin intermediul a două ambreiaje unisens montate în contrasens unul față de altul,  
fiecare fiind instalat în butucul fiecăreia dintre ele, totodată una dintre roți angrenează cu o roată dințată  
instalată pe arborele de ieșire, iar alta este legată cu această roată prin roata dințată intermediară.

2. Mecanism pentru transformarea mișcării de rotație alternativă în mișcare de rotație uni-  
15 direcțională, executat în formă de transmisie dințată, **caracterizat prin aceea că** include, două sectoare  
dințate, legate cinematic între ele, și instalate rigid pe doi arbori de intrare, sectoarele dințate angrenează cu  
pinionul conducător, fixat rigid pe arborele intermediar, pe ambele părți ale cărui sunt amplasate două roți  
dințate, montate prin intermediul a două ambreiaje unisens montate în contrasens unul față de altul, fiecare  
fiind instalat în butucul fiecăreia dintre ele, totodată una dintre roți angrenează cu o roată dințată instalată  
20 pe arborele de ieșire, iar alta este legată cu această roată prin roata dințată intermediară.

20

### (56) Referințe bibliografice:

1. WO 99/28597 A1 1998.08.24
2. RU 2003106946 A1 2004.11.20
3. RU 2224935 C1 2004.02.27
4. RU 2223430 C2 2004.02.10

MD 2996 G2 2006.02.28

6

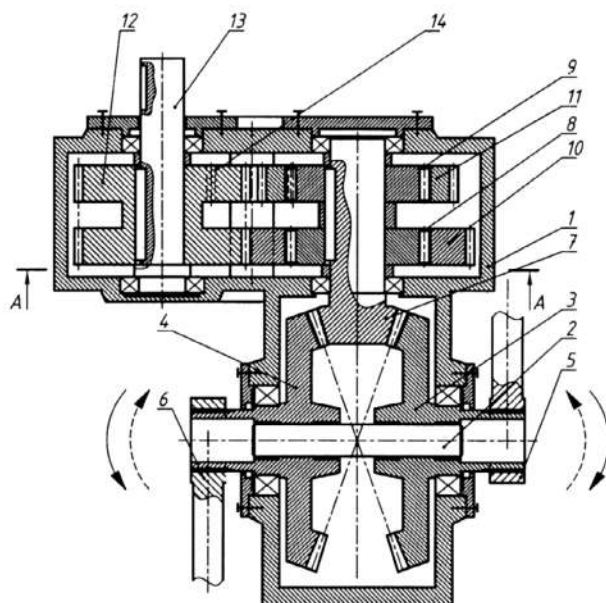


Fig. 1

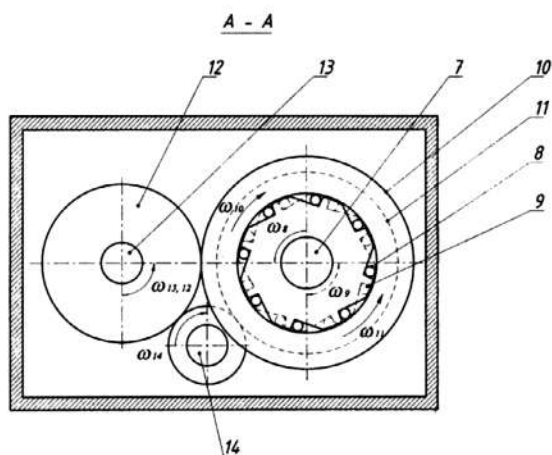


Fig. 2





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2994**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2994 C2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2994 (13) C2  
(51) Int. Cl.: F03D 1/06 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2005 0006 (22) Data depozit: 2004.12.30	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOPI nr. 2/2006
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CIUPERCĂ Rodion, MD; CIOBANU Oleg, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Turbină eoliană elicoidală (variante)

(57) Rezumat:

Invenția se referă la energetica eoliană, și anume la motoare eoliene elicoidale.

Turbina eoliană elicoidală în prima variantă conține un arbore cilindric, pe care sunt fixate palete elicoidale cu suprafață aerodinamică. Turbina este executată îngustată la un capăt și poate fi de formă conică sau paraboloidală.

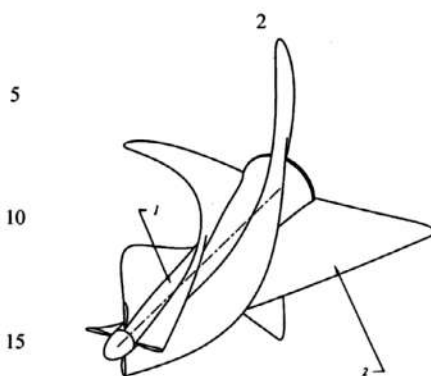
În varianta a doua turbina eoliană elicoidală (2) și arborele (1) sunt executate îngustate la un capăt, direcția îngustării lor fiind aceeași, și pot fi de formă conică sau paraboloidală.

Părțile frontală și din spate ale fiecărei palete pot fi teșite sub un unghi de 40...60° față de axa turbinei sau executate în formă de arc.

Rezultatul constă în majorarea coeficientului de utilizare a energiei eoliene și funcționarea mai eficientă la viteze mici ale vântului.

Revendicări: 8

Figuri: 8



## MD 2994 C2 2006.02.28

3

**Descriere:**

Invenția se referă la energetica eoliană, și anume la motoare eoliene elicoidale.

Se cunoaște o instalație eoliană cu turbină elicoidală, care include un arbore, pe care sunt fixate pe linie elicoidală palete, amplasate, la rândul lor, într-o țevă. În spatele turbinei este executată o directoare conică pentru ieșirea aerului. Această instalație asigură un coeficient de utilizare a energiei eoliene relativ înalt [1].

Dezavantajul instalației constă în aceea că are o construcție complicată, cu multe elemente auxiliare, fapt ce condiționează reducerea fiabilității și randamentului turbinei.

Cea mai apropiată soluție este turbina, ce conține un arbore, pe care sunt fixate rigid pe linie elicoidală cu pas constant palete, care au în secțiune normală profil-aripă [2].

Dezavantajul acestei soluții tehnice constă în neuniformitatea distribuției presiunii pe paletele rotorului, fapt care duce la utilizarea neeficientă a întregii suprafețe de lucru și, respectiv, la un coeficient de utilizare a energiei vântului redus la viteze mici ale vântului.

Problema pe care o rezolvă invenția este majorarea coeficientului de utilizare a energiei eoliene și funcționarea mai eficientă la viteze mici ale vântului.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că, conform primei variante, conține un arbore cilindric, pe care sunt fixate palete elicoidale cu suprafață aerodinamică. Turbina este executată îngustată la un capăt și poate fi de formă conică sau paraboloidală. În varianta a doua turbina eoliană elicoidală și arborele sunt executate îngustate la un capăt, direcția îngustării lor fiind aceeași, și pot fi de formă conică sau paraboloidală. Părțile frontală și din spate ale fiecărei palete pot fi teșite sub un unghi de  $40...60^\circ$  față de axa turbinei sau executate în formă de arc.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...8, care reprezintă:

- fig. 1, turbină de formă exterioară conică și arbore cilindric;
- fig. 2, turbină de formă exterioară conică și arbore cilindric, vedere frontală;
- fig. 3, turbină de formă exterioară conică și arbore conic;
- fig. 4, turbină de formă exterioară conică și arbore conic, vedere frontală;
- fig. 5, turbină de formă exterioară paraboloidală și arbore paraboloidal;
- fig. 6, turbină de formă exterioară paraboloidală și arbore paraboloidal, vedere frontală;
- fig. 7, turbină cu palete elicoidale teșite în părțile frontală și din spate sub un unghi față de axa turbinei;
- fig. 8, turbină cu palete elicoidale executate în părțile frontală și din spate sub formă de arc.

Turbina eoliană elicoidală (fig. 1) este constituită, în principal, dintr-un arbore 1, pe care sunt fixate rigid pe linie elicoidală palete 2 cu profil aerodinamic. Forma exterioară a turbinei poate fi conică (fig. 1, 2, 3, 4) sau paraboloidală (fig. 5, 6). Forma paraboloidală este realizată pe o suprafață inițială conică. În același timp, arborele 1, pe care sunt fixate paletele 2, poate fi executat cilindric (fig. 1, 2), conic (fig. 3, 4) sau paraboloidal pe o suprafață inițială conică (fig. 5, 6, 7, 8). Direcția conicității arborelui trebuie să coincidă cu direcția conicității suprafeței exterioare a turbinei.

Într-o altă variantă a turbinei eoliene, paletele elicoidale 2 sunt teșite în partea lor frontală și din spate sub un unghi de  $40...60^\circ$  (fig. 7) sau sub formă de arc (fig. 8), coarda căruia formează cu axa arborelui 1, pe care sunt fixate paletele 2, un unghi de  $50...75^\circ$ .

Turbina funcționează în modul următor.

Curenții frontali ai fluxului de aer acționează cu o anumită viteză inițială asupra paletelor 2. La curgerea acestora printre paletele turbinei o parte de energie se transmite paletelor, astfel diminuându-se viteza lor. Pentru a reduce efectul frânării din cauza diferenței vitezelor curentului de aer de-a lungul turbinei eoliene, forma exterioară a acesteia se execută conică sau paraboloidală. Efectul de reducere a frânării are loc datorită distribuției mai uniforme a presiunii vântului pe suprafețele paletelor. Totodată, pentru majorarea acestui efect, arborele 1, pe care sunt fixate palete 2, este executat conic sau paraboloidal. Aceste forme ale arborelui duc la orientarea eficientă a liniilor de curgere a fluidului.

La intrarea curenților de aer în turbină are loc o majorare considerabilă a rezistenței frontale cauzate de partea frontală a paletelor, orientate perpendicular pe direcția vântului. Pentru reducerea acestui efect negativ paletele în partea lor frontală se teșesc sub un unghi de  $40...60^\circ$  sau sunt executate sub formă de arc, coarda căruia formează cu axa arborelui, pe care sunt fixate paletele, același unghi de teșire.

Teșirea paletelor în partea lor din spate sub un unghi de  $50...75^\circ$  sau executarea lor sub formă de arc, coarda căruia formează cu axa arborelui, pe care sunt fixate paletele, același unghi de teșire, minimizează efectul de turbulență în spatele turbinei. Aceasta contribuie la diminuarea frânării turbinei eoliene elicoidale cauzate de efectele de turbulență sporită din această zonă.



## MD 2994 C2 2006.02.28

4

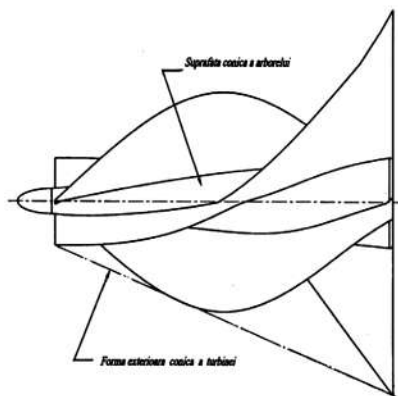
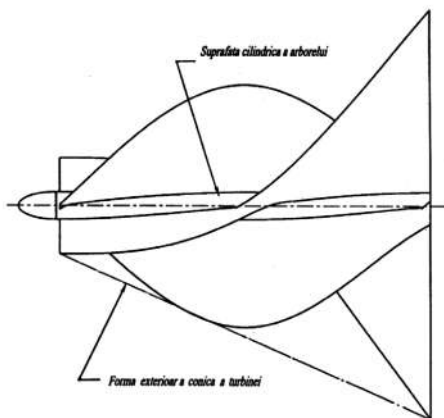
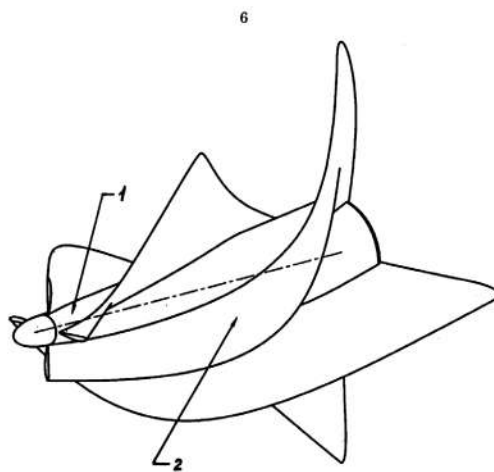
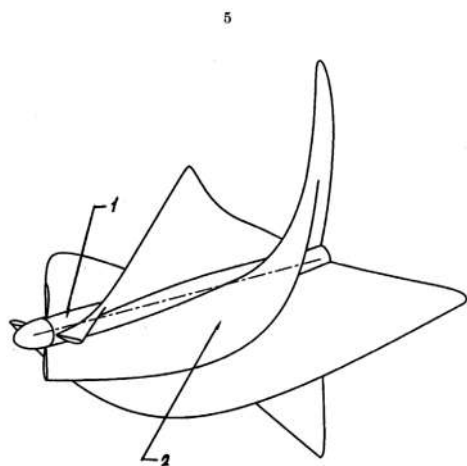
### (57) Revendicări:

1. Turbină eoliană elicoidală, ce conține un arbore cilindric, pe care sunt fixate palete elicoidale cu suprafață aerodinamică, **caracterizată prin aceea că** turbina este executată îngustată la un capăt.
2. Turbină eoliană elicoidală conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** este executată de formă conică.
3. Turbină eoliană elicoidală conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** este executată de formă paraboloidală.
4. Turbină eoliană elicoidală, ce conține un arbore, pe care sunt fixate palete elicoidale cu suprafață aerodinamică, **caracterizată prin aceea că** turbina și arborele sunt executate îngustate la un capăt, direcția îngustării lor fiind aceeași.
5. Turbină eoliană elicoidală conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că** turbina și arborele sunt executate de formă conică.
6. Turbină eoliană elicoidală conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că** turbina și arborele sunt executate de formă paraboloidală.
7. Turbină eoliană elicoidală conform revendicărilor 1...6, **caracterizată prin aceea că** părțile frontală și din spate ale fiecărei palete sunt teșite sub un unghi de 40...60° față de axa turbinei.
8. Turbină eoliană elicoidală conform revendicărilor 1...6, **caracterizată prin aceea că** părțile frontală și din spate ale fiecărei palete sunt executate sub formă de arc.

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 4600360 A 1986. 07.15
2. MD 2106 C2 2002.07.31

MD 2994 C2 2006.02.28



**MD 2994 C2 2006.02.28**

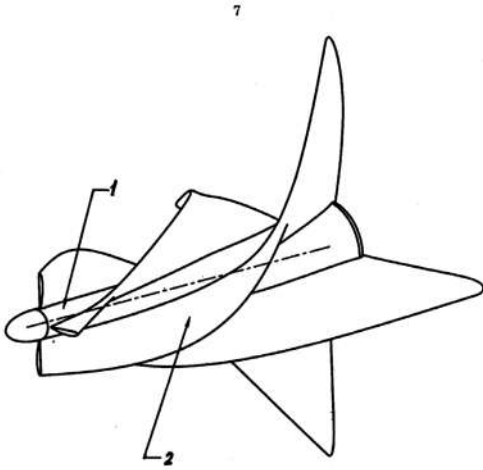


Fig. 5

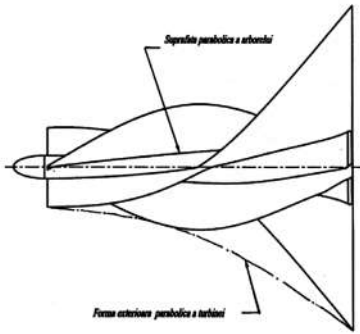


Fig. 6

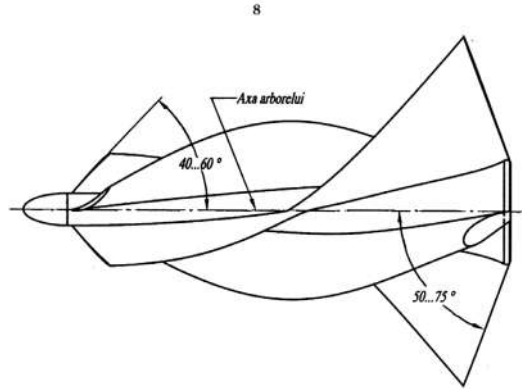


Fig. 7

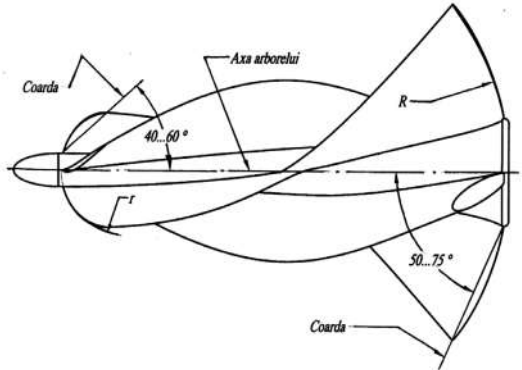


Fig. 8



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2993**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 2993 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2993<sup>(13)</sup> G2  
(51) Int. Cl.: F03B 7/00 (2006.01)  
F03B 13/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0272 (22) Data depozit: 2005.09.15</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOP1 nr. 2/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; SOCHIREANU Anatol, MD; TRIFAN Nicolae, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Hidroturbină

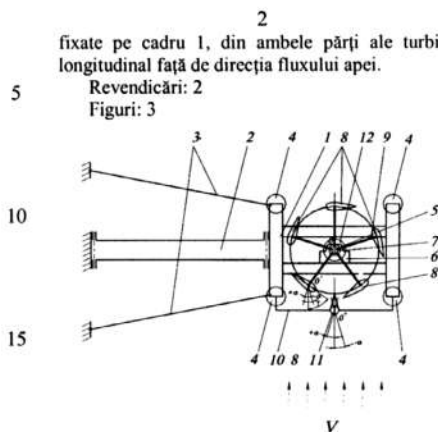
(57) Rezumat:

Invenția se referă la energetică, și anume la stațiile hidraulice, ce utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Turbina hidraulică conține, amplasată pe un cadru 1, care este fixat pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, o axă verticală portantă 5, pe care sunt fixate radial bare horizontale 9 cu palete 8. Noutatea invenției constă în aceea că numărul paletelor este impar, iar fiecare paletă, suprafața căreia este executată aerodinamică, este montată cu posibilitatea rotirii pe axă, vertical fixată pe capătul liber al fiecărei bare horizontale. Turbina include suplimentar un dispozitiv de reglare a poziției paletelor, care include mecanismul lor de rotație 12 și, legat cu acesta, un traductor 11 ce determină direcția fluxului apei, care este executat în formă de placă, fixată liber pe axa verticală, în fața turbinei, relativ la direcția fluxului apei. Traductorul 11 ce determină direcția fluxului apei este amplasat între elementele plutitoare 4,

fixate pe cadru 1, din ambele părți ale turbinei, longitudinal față de direcția fluxului apei.

Revendicări: 2  
Figuri: 3



## MD 2993 G2 2006.02.28

3

## Descriere:

Invenția se referă la energetică, și anume la stațiile hidraulice ce utilizează energia cinetică a fluxului apei.

5 Este cunoscută soluția apropiată, care include o hidroturbină, care include o coloană turnantă, pe care sunt instalate în mai multe rânduri palete, un mecanism de rotație a paletelor la un unghi de până la 90°. O parte din paletele din fiecare rând sunt în poziție orizontală, altă parte în poziție verticală [1]. Hidroturbina permite majorarea relativă a randamentului, însă are o construcție complicată.

10 În calitate de soluția cea mai apropiată a fost aleasă hidroturbina ce conține, amplasată pe un cadru fixat pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, o axă verticală portantă, pe care sunt fixate radial bare orizontale cu palete. Rotorul este legat prin intermediul unui cuplaj cu arborele de intrare al multiplicatorului, iar arborele de ieșire al multiplicatorului este legat cu rotorul generatorului electric. Rotorul cu palete este amplasat în interiorul unei hidroturbine, ancorate prin cabluri [2]. Având o construcție relativ simplă, hidroturbina analizată posedă o eficiență scăzută.

15 Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea randamentului.

Problema se rezolvă prin aceea că conform primei variante hidroturbina conține, amplasată pe un cadru fixat pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, o axă verticală portantă, pe care sunt fixate radial bare orizontale cu palete, numărul paletelor este impar, iar fiecare paletă, suprafața căreia este executată aerodinamică, este montată cu posibilitatea rotirii pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei bare orizontale, totodată hidroturbina include suplimentar un dispozitiv de reglare a poziției paletelor, care include mecanismul lor de rotație și, legat cu acesta, un traductor ce determină direcția fluxului apei, care este executat în formă de placă fixată liber pe axa verticală, în fața hidroturbinei, relativ la direcția fluxului apei.

20 Conform variantei a doua, traductorul ce determină direcția fluxului apei este amplasat între elementele plutitoare, fixate pe cadru, din ambele părți ale hidroturbinei, longitudinal față de direcția fluxului apei.

Esența invenției constă în următoarele:

- instalarea paletelor pe bare orizontale cu posibilitatea rotirii în jurul axelor lor permite utilizarea mai completă a potențialului hidroenergetic, asigurând mărirea randamentului hidroturbinei;

30 - includerea unui dispozitiv de reglare a poziției paletelor, care include mecanismul lor de rotație și, legat cu acesta, un traductor ce determină direcția fluxului apei, care este executat în formă de placă, fixată liber pe axa verticală, în fața hidroturbinei, relativ la direcția fluxului apei asigură majorarea suplimentară a randamentului hidroturbinei.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...3, care reprezintă:

35 - fig. 1, schema principală a hidroturbinei;

- fig. 2, schema de rotație a paletelor;

- fig. 3, schema schimbării direcției vitezei fluxului apei.

Hidroturbina (fig. 1) conține un cadru 1, care este fixat pe o culee 2 menținută de cablurile 3 cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, și instalată pe elementele plutitoare 4, o axă verticală portantă 5, amplasată pe cadrul 1 și legată de arborele multiplicatorului 6 și a generatorului electric 7. Axa verticală portantă 5 conține un număr impar de palete 8, suprafața cărora este executată aerodinamică, care sunt montate cu posibilitatea rotirii pe axe verticale  $O'' - O'''$  (fig. 2), fixate pe capătul liber al fiecărei bare orizontale 9. Pe cadrul 1 în partea din față (prin care trece fluxul apei) este instalată rigid bara 10, pe care este fixat în fața hidroturbinei relativ la direcția fluxului apei un traductor 11, care are posibilitatea rotirii libere în jurul axei verticale  $O'' - O'''$ , legat cu mecanismul de rotație 12, ce determină direcția fluxului apei. Traductorul 11 este executat în formă de placă, amplasată între elementele plutitoare 4, fixate pe cadrul 1, din ambele părți ale hidroturbinei, longitudinal față de direcția fluxului apei.

Hidroturbina funcționează în modul următor. Fluxul apei se mișcă în direcția indicată de vectorul  $V_0$  (fig. 3). Unghiul de atac al paletelor este unghiul  $\gamma$ , format de coarda suprafeței aerodinamice și liniile de acțiune ale vectorului fluxului apei  $v_0v_0$ , și care este dependent de forma suprafeței aerodinamice și poziția în plan a acesteia, determinată de unghiul  $\phi$ . La schimbarea direcției torentelor de apă datorită schimbării debitului de apă și a albiei râului vectorul vitezei apei  $V_1$  (sau  $V_2$ ) va devia cu unghiul  $\Delta\alpha$ , modificându-se unghiul de atac  $\gamma$ . Pentru păstrarea unghiului de atac optim conversiei este necesară corecția poziției tuturor paletelor cu unghiul  $\pm\alpha$ . La schimbarea direcției fluxului apei cu unghiul  $\pm\alpha$  conform vectorului  $V_1$  (după linia de acțiune  $v_1v_1$ ) sau conform vectorului  $V_2$  (după linia de acțiune  $v_2v_2$ ) concomitent poziționarea tuturor paletelor 8 se corectează cu unghiul  $\pm\alpha$  cu ajutorul mecanismului de rotație 12.

$$\gamma_{1,2} = \gamma \pm \Delta\alpha$$

## MD 2993 G2 2006.02.28

4

### (57) Revendicări:

5 1. Turbină hidraulică care conține, amplasată pe un cadru, fixat pe o culee cu posibilitatea  
reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, o axă verticală portantă, pe care sunt fixate radial  
bare orizontale cu palete, **caracterizată prin aceea că** numărul paletelor este impar, iar fiecare paletă,  
suprafața căreia este executată aerodinamică, este montată cu posibilitatea rotirii pe axă, fixată verti-  
cal pe capătul liber al fiecărei bare orizontale, totodată turbina include suplimentar un dispozitiv de  
10 reglare a poziției paletelor, care include mecanismul lor de rotație și, legat cu acesta, un traductor ce  
determină direcția fluxului apei, care este executat în formă de placă, fixată liber pe axa verticală, în  
fața turbinei, relativ la direcția fluxului apei.

15 2. Turbină hidraulică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** traductorul ce deter-  
mină direcția fluxului apei este amplasat între elementele plutitoare, fixate pe cadru, din ambele părți  
ale turbinei, longitudinal față de direcția fluxului apei.

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2138681 C1 1999.09.27
2. MD 2288 C 2003.10.30

MD 2993 G2 2006.02.28

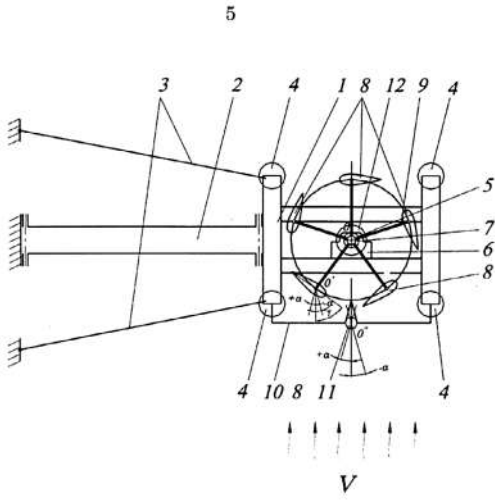


Fig. 1

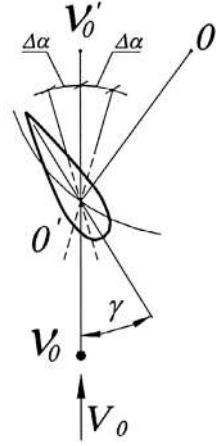


Fig. 2

6

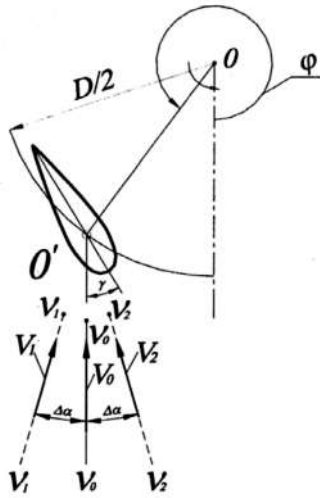


Fig. 3





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2992**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELLECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2992 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2992 (13) G2  
(51) Int.Cl. F03B 7/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0270 (22) Data depozit: 2005.09.15</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOPI nr. 2/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; SOCHIREANU Anatol, MD; BOSTAN Viorel, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Stație hidrolică

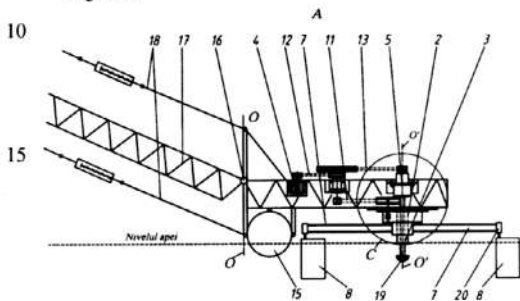
(57) Rezumat:

Invenția se referă la energetică, și anume la stațiile hidrolice, care utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Stația hidrolică include o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legate unul cu altul, un generator 4, un multiplicator 2 și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă 3 legată cu multiplicatorul 2, montată pe ea pe lagăre o bucușă 6, în care sunt fixate radial bare orizontale 7 cu palete 8. Noutatea invenției constă în aceea că numărul paletelor este impar, iar fiecare paletă 8, suprafața căreia este executată aerodinamică, este montată liber pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele orizontale 7. Bucușă 6 este legată cu roata dințată de intrare a multiplicatorului, iar arborele de ieșire a multiplicatorului este legat printr-o transmisie prin curea 12 cu generatorul electric 4. Stația include suplimentar instalată pe axa portantă verticală 3 deasupra platformei o pompă centrifugă 5, țeava de aspirație a căreia este amplasată în canalul central, executat în axa portantă verticală 3, iar mecanismul de acționare este realizat prin inter-

mediul transmisiei cu curea 11 de la arborele de ieșire a multiplicatorului 2. Dispozitivul de fixare a platformei pe culee include o structură metalică de cadru 17 și tiranți 18, dotați cu regulatori de întindere a acestora.

Revendicări: 2  
Figuri: 4



## MD 2992 G2 2006.02.28

3

### Descriere:

Invenția poate fi utilizată în hidroenergetică, și anume la stațiile hidraulice utilizează energia cinetică a fluxului apei.

5 Este cunoscută soluția apropiată care include un element flotabil cu o platformă, pe care este instalată o turbină hidraulică. Stația hidroelectrică este amplasată în curenții curgători de apă în spații ale râului separate prin pereți de direcționare a curenților de apă și este ancorată cu ajutorul unor elemente flexibile [1]. Având o construcție relativ simplă, stația hidraulică examinată posedă o eficiență scăzută. De asemenea, principiul ei de funcționare necesită ancorarea ei de fundul râului în zone cu viteza maximă de curgere a apei, fapt ce creează unele probleme la realizarea locurilor de ancorare. De  
10 asemenea, construirea pereților de direcționare a curenților de apă conduce la apariția unui dezechilibru ecologic.

Este, de asemenea, cunoscută o stație hidraulică, care include o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legate unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă legată cu multiplicatorul, montată pe ea pe lagăre, o bușă în care sunt fixate radial bare horizontale cu palete. Platforma este montată pe baza de țârm cu ajutorul unui mecanism articulată cu patru elemente [2]. Având numai 4 palete cu formă plană și una din bare executată din două părți, stația examinată posedă o eficiență și fiabilitate relativ redusă și o construcție relativ complicată.

Problema pe care o rezolvă invenția este lărgirea posibilităților funcționale, creșterea eficienței și  
20 simplificarea construcției.

Problema se rezolvă prin aceea că stația hidraulică include o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legate unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă legată cu multiplicatorul, montată pe ea pe lagăre, o bușă în care sunt fixate radial bare horizontale cu palete.  
25 Noutatea invenției constă în aceea că numărul paletelor este impar, iar fiecare paletă, suprafața căreia este executată aerodinamică, este montată liber pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele horizontale. Bușă este legată cu roata dințată de intrare a multiplicatorului, iar arborele de ieșire a multiplicatorului este legat printr-o transmisie prin curea cu generatorul electric, totodată stația include suplimentar, instalată pe axa portantă verticală deasupra platformei, o pompă centrifugă, țeava de aspirație a căreia este amplasată în canalul central, executat în axa portantă verticală, iar mecanismul de acționare este realizat prin intermediul transmisiei cu curea de la arborele de ieșire a multiplicatorului.

În stația hidraulică din altă variantă, dispozitivul de fixare a platformei pe culee include o structură metalică de cadru și tiranți dotați cu regulatori de întindere a acestora.

Esența invenției constă în următoarele:

- 35 - Execuția turbinei cu axă verticală și suprafață aerodinamică a paletelor, care au axe verticale de rotație permite majorarea coeficientului de conversie a energiei cinetice a apei;  
- Legarea turbinei prin intermediul unei bușe cu roata dințată de intrare a multiplicatorului asigură simplitatea constructivă;  
- Execuția axei portante verticale cu un canal central și amplasarea în acest canal a țevii de aspirație  
40 a pompei centrifuge asigură simplificarea construcției și reducerea gabaritelor.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...4, care reprezintă:

- fig. 1, schema principală a stației hidraulice;  
- fig. 2, vederea A din fig. 1;  
- fig. 3, vederea B din fig. 1;  
45 - fig. 4, vederea C din fig. 2.

Stația hidraulică (fig. 1,2) include platforma 1, pe care sunt fixate: multiplicatorul 2, axul vertical cu canal central 3, generatorul electric 4 și pompa centrifugă 5. Pe axa verticală portantă cu canal central 3 este instalată pe rulmenți bușă 6. Pe capătul inferior al bușei 6 sunt fixate rigid barele horizontale 7, pe capătul liber al cărora sunt instalate vertical, cu posibilitatea rotirii în jurul axelor sale, paletelile 8 cu suprafața aerodinamică simetrică. Pe capătul superior al bușei 6 este fixată rigid roata dințată de intrare 9, care angrenează cu pinionul 10, legat cinematic prin transmisiile cu curea 11 și 12 cu generatorul electric 3, iar prin intermediul transmisiilor cu curea 11 și 13 – cu pompa centrifugă 5, țeava de aspirație a căreia este amplasată în canalul central al axului vertical 3 (fig. 4). Structura metalică 1 cu nodurile instalate pe ea este fixată pe un corp plutitor 15 și este legat articulată de țârm cu articulația 16, prin intermediul structurii metalice de cadru 17 și legăturilor flexibile 18, paralele între ele, dotate cu regulatori de întindere a acestora. Pe capătul inferior al axei verticale portante cu canal central 3 este fixat mai jos de nivelul apei, elementul de filtrare 19. Osiile paletelor 8 sunt legate cu mecanismul 20 de orientare a paletelor 8 față de curenții de apă. Paletelile cu suprafață aerodinamică simetrică (fig. 3) formează cu barele horizontale 7 un unghi  $\alpha$ .

## MD 2992 G2 2006.02.28

4

5 Stația hidrolică funcționează în modul următor: la mișcarea curenților de apă  $V$ , presiunea apei acționează asupra suprafeței de lucru a paletelor 8, care antrenează în mișcare de rotație bușca 6 și roata dințată de intrare 9. În continuare, în funcție de necesități, mișcarea de rotație, multiplicată în angrenajul roților dințate 9 și 10 și transmisiile prin curea 11 și 12 se transmite generatorului electric de turație joasă 4 (în cazul necesității în energie electrică) sau prin transmisiile cu curea 11 și 13 – pompei centrifuge 5 (în cazul necesităților de pompare a apei). În cazul când necesitățile în pomparea apei sunt mai mici decât cele maxime, stația hidrolică poate produce simultan atât energie electrică, cât și energie mecanică (de pompare a apei).

10 Asamblarea țevii de aspirație 14 a pompei 5 în cavitatea axului vertical cu canal central 3 permite reducerea gabaritelor transmisiilor de curea 11 și 13, deoarece, conform altei scheme de amplasare, țeava de aspirație ar trebui amplasată în afara zonei de lucru a rotorului.

Legătura articulată a platformei 1 cu țărul prin intermediul structurii metalice de cadru 17 și legăturilor flexibile 18, care sunt paralele între ele, asigură paralelismul planului de legătură O – O cu axa O – O a axului vertical cu canal central 3, la diferite niveluri ale apei.

15 Execuția paletelor 8 cu suprafața aerodinamică simetrică și înzestrarea lor cu mecanismul 20 de orientare a poziției lor față de curenții de apă permite mărirea coeficientului de conversiune a energiei cinetice a apei (coeficientul Betz).

20

### (57) Revendicări:

1. Stație hidrolică, care include o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legate unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă legată cu multiplicatorul, montată pe ea pe lagăre o bușcă, în care sunt fixate radial bare horizontale cu palete, **caracterizată prin aceea că** numărul paletelor este impar, iar fiecare paletă, suprafața căreia este executată aerodinamică, este montată liber pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele horizontale, bușca este legată cu roata dințată de intrare a multiplicatorului, iar arborele de ieșire a multiplicatorului este legat printr-o transmisie prin curea cu generatorul electric, totodată stația include suplimentar instalată pe axa portantă verticală deasupra platformei, o pompă centrifugă, țeava de aspirație a căreia este amplasată în canalul central, executat în axa portantă verticală, iar mecanismul de acționare este realizat prin intermediul transmisiei cu curea de la arborele de ieșire a multiplicatorului.

2. Stație hidrolică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** dispozitivul de fixare a platformei pe culee include o structură metalică de cadru și tiranți, dotați cu regulatori de întindere a acestora.

35

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2088724 C1 1997.08.27
2. MD 2288 C 2003.10.30

MD 2992 G2 2006.02.28

5

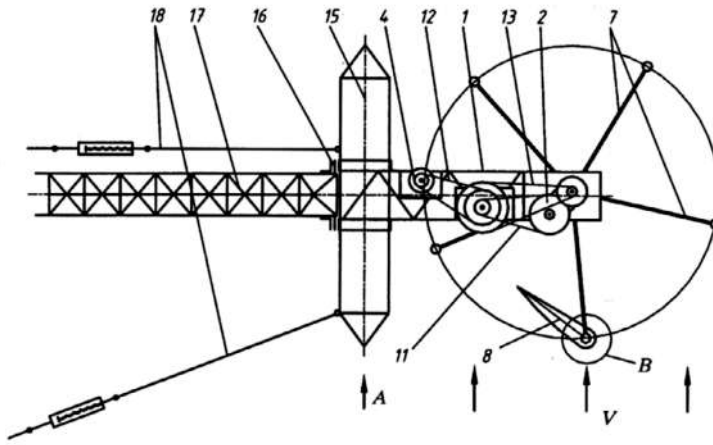


Fig. 1

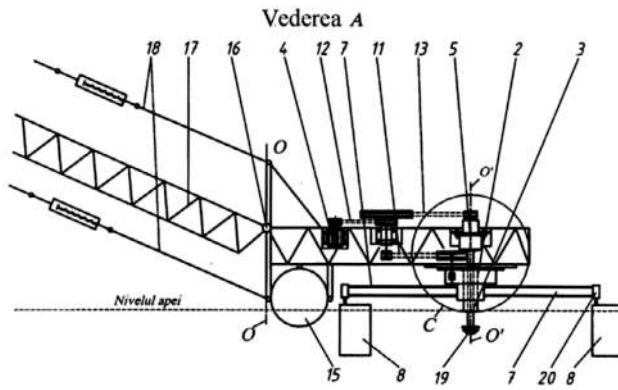


Fig. 2

MD 2992 G2 2006.02.28

6

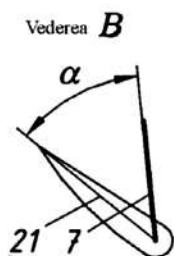


Fig. 3

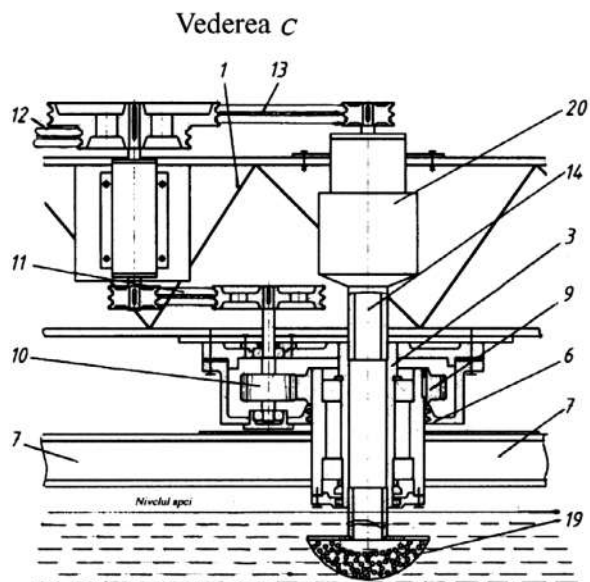


Fig. 4



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2991**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2991 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2991 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F03B 7/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

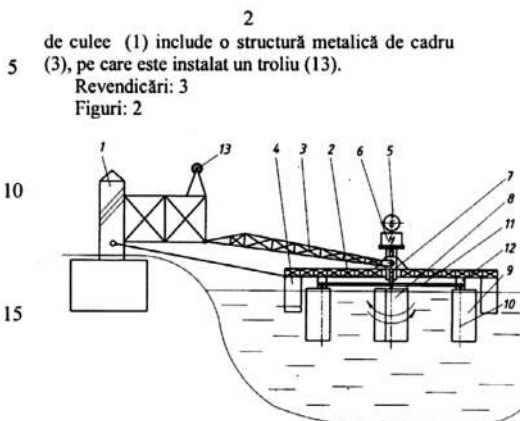
(21) Nr. depozit: a 2005 0136 (22) Data depozit: 2005.05.16	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOPI nr. 2/2006
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; CIOBANU Oleg, MD; SOCHIREANU Anatol, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Centrală hidroelectrică

(57) Rezumat:

Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la centrale hidroelectrice, care utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Centrala hidroelectrică conține o platformă (2), fixată pe o culee (1) cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasați pe ea și legați cinematic unul cu altul un generator (5), un multiplicator (6) și o turbină (8), care include o axă verticală (7) legată cu multiplicatorul (6), de care sunt fixate radial bare orizontale (11) cu palete (9). Platforma (2) este instalată pe corpuri plutitoare (4), iar fiecare paletă (9), suprafața căreia este executată hidrodinamică, este montată pe o axă (10), fixată vertical pe capătul liber al fiecăreia dintre barele orizontale (11). Fiecare paletă (9) este legată cinematic cu un mecanism de rotire (12) și poate fi executată cavă. Dispozitivul de fixare a platformei





MD 2991 G2 2006.02.28

3

**Descriere:**

Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la centralele hidroelectrice, care utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Se cunoaște o turbină hidroaolică cu ax vertical, care conține un arbore de ieșire vertical, ce include cel puțin o bară, care se extinde în direcție axială. Fiecare bară conține cel puțin o pală fixată mobil și orientată, astfel încât acțiunea fluidului efectuează rotirea arborelui. Invenția permite reducerea momentului de rezistență a fluidului și creșterea momentului de torsiune [1].

Această turbină hidroaolică, având o construcție simplă și o eficiență înaltă, dezvoltă un moment de torsiune relativ mic.

Cea mai apropiată soluție este centrala hidroelectrică, care conține o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei și, plasați pe ea, legați cinematic unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină, care include o axă verticală legată cu multiplicatorul, de care sunt fixate radial bare horizontale cu palete. Platforma este montată pe o bază de pe țarm cu ajutorul unui mecanism articulat cu patru elemente [2].

Având numai 4 palete de formă plană și una din osii executată din două părți, centrala hidroelectrică posedă eficiență și fiabilitate redusă, precum și o construcție complicată.

Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției, sporirea eficienței și rigidității.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasați pe ea și legați cinematic unul cu altul un generator, un multiplicator și o turbină, care include o axă verticală legată cu multiplicatorul, de care sunt fixate radial bare horizontale cu palete. Platforma este instalată pe corpuri plutitoare, iar fiecare paletă, suprafața căreia este executată hidrodinamică, este montată pe o axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele horizontale, totodată, fiecare paletă este legată cinematic cu un mecanism de rotire. Paletele sunt executate cave, iar dispozitivul de fixare a platformei de culee include o structură metalică de cadru, pe care este instalat un trolui.

Centrala hidroelectrică conform invenției asigură următoarele avantaje:

- construcția turbinei cu palete, amplasate liber în poziție verticală pe osii fixe, asigură centrale hidroelectrice simplificate constructivă, rigiditate și eficiență în utilizarea energiei cinetice a fluxului apei;

- forma hidrodinamică a paletelor și orientarea lor în poziții stabile față de direcția mișcării apei asigură creșterea eficienței utilizării energiei cinetice, datorită transformării parțiale a forței de ridicare a profilului hidrodinamic în forță utilă.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, schema principală a centralei hidroelectrice;

- fig. 2, vederea de sus a turbinei cu palete cu profil hidrodinamic.

Centrala hidroelectrică (fig. 1) include o culee 1, o platformă 2 legată articulat de culee 1 cu o structură metalică de cadru 3, și instalată pe corpurile plutitoare 4. Pe platformă 2 este instalat un generator 5 și un multiplicator 6, arborele conducător al căruia este legat rigid cu axa verticală 7 a turbinei 8. Turbina 8 (fig. 2) include palete 9 montate pe axe 10 și fixate cu partea de sus în capetele libere ale barelor horizontale 11 cu posibilitatea rotirii în jurul axelor lor. Poziția paletelor 9 (unghiul  $\alpha$ ) față de direcția de curgere a apei este asigurată de mecanismul de rotire 12. Platforma 2 este asigurată suplimentar cu un trolui 13 fixat pe o structură metalică de cadru 3.

Centrala hidroelectrică funcționează în modul următor.

Turbina 8 cu palete cave 9 este amplasată în fluxul de apă al râului. Poziția lor față de nivelul apei este reglată de corpurile plutitoare 4 și de ele înseși. Pentru deservirea tehnică a turbinei 8, care necesită scoaterea ei din apă, este utilizat trolui 13. Paleta 9 (fig. 2) este poziționată la un unghi  $\alpha$  față de cursul apei, unghiul este variabil în funcție de poziția acesteia față de direcția de curgere a apei.

Componentele forței  $F$  care acționează asupra paletelor sunt date de formulele:

$$F_x = C_x \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S, \quad F_y = C_y \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S,$$

unde  $\rho$  este densitatea apei;

$v$  – viteza liniară a fluxului de apă;

$s$  – aria paletelor;

iar  $C_x$ ,  $C_y$  sunt coeficienții de portanță și de rezistență ai profilului paletelor. Coeficienții  $C_x$  și  $C_y$  depind de unghiul de atac  $\alpha$  (unghiul dintre paletă și direcția fluxului de apă) și forma profilului paletelor și se determină fie experimental, fie prin calcule numerice. Momentul de torsiune dezvoltat de o paletă este dat de formula:

## MD 2991 G2 2006.02.28

4

$$M = F r \cdot \frac{d}{2} = (\cos \gamma \cdot F_y - \sin \gamma \cdot F_x) \frac{d}{2},$$

unde  $F_x$  este proiecția forței  $F$  pe tangenta traiectoriei de mișcare a axei paletei.

Puterea generală include și componenta generată de forța de rezistență  $F_h$ . Puterea sumară generată de turbină se compune din puterile generate de fiecare paletă în parte. Momentan doar una din palete nu va genera moment pozitiv (ea va genera un moment negativ – de rezistență).

Deci, puterea generată de turbina propusă va depăși substanțial puterea produsă de turbinele existente la aceiași parametri geometrici (dimensiuni ale paletelor) și cinematici ai apei. Centrala hidroelectrică permite transformarea energiei cinetice a fluxului apei în energie mecanică sau electrică cu un coeficient sporit de utilizare a energiei cinetice a fluxului apei.

10

### (57) Revendicări:

1. Centrală hidroelectrică, care conține o platformă, fixată pe o culee cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasați pe ea și legați cinematic unul cu altul un generator, un multiplicator și o turbină, care include o axă verticală legată cu multiplicatorul, de care sunt fixate radial bare horizontale cu palete, **caracterizată prin aceea că** platforma este instalată pe corpuri plutitoare, iar fiecare paletă, suprafața căreia este executată hidrodinamică, este montată pe o axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecăreia dintre barele horizontale, totodată, fiecare paletă este legată cinematic cu un mecanism de rotire.

15

2. Centrală hidroelectrică, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** paletele sunt executate cave.

20

3. Centrală hidroelectrică, conform revendicării 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** dispozitivul de fixare a platformei de culee include o structură metalică de cadru, pe care este instalat un troliu.

25

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 2003185666 A1 2003.10.02

2. MD 2288 C2 2003.08.31

MD 2991 G2 2006.02.28

5

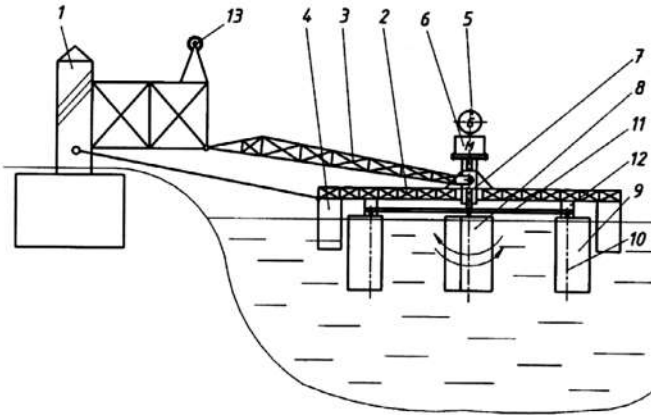


Fig. 1

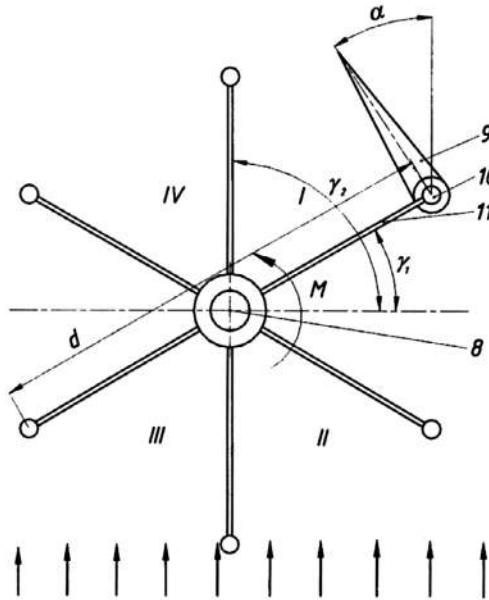


Fig. 2



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2990**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2990 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2990<sup>(13)</sup> G2  
(51) Int. Cl.: F03B 13/12 (2006.01)  
F03B 13/18 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0066 (22) Data depozit: 2005.03.04</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOP1 nr. 2/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; IONESCU Florin, DE; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; COZMA Tudor, MD; SOCHIREANU Anatolie, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Instalație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică  
(variante)

(57) Rezumat:

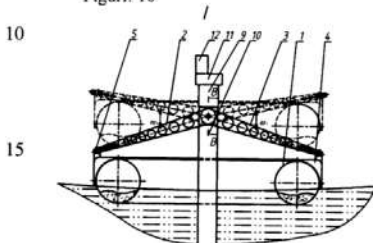
Invenția se referă la hidrotehnică și anume la conversiunea energiei valurilor marine în energie electrică.

Instalația conform primei variante include un montanț 10, un corp plutitor 1, care este legat cu el prin elemente de fixare 4 și 5, care sunt legate prin intermediul transmisiei dințate 9 cu multiplicatorul 11 și generatorul electric. Corpul plutitor 1 este executat în formă toroidală și este amplasat coaxial față de montanț 10, față de care, din ambele lui părți, diametral opus, sunt amplasate două elemente de fixare 4 și 5 a corpului plutitor 1 în formă de grinzi de cadru, care cu unele capete sunt fixate articulat de corpul plutitor 1. Transmisia dințată 9 conține două roți dințate conice, fiecare fiind legată rigid cu celelalte capete ale elementelor de fixare 4 și 5. Roțile dințate conice au un număr egal de dinți, sunt amplasate pe un arbore și se află în angrenare cu roata dințată conică, legată cu arborele de intrare a multiplicatorului 11.

Instalația conform variantei a doua se caracterizează prin aceea că transmisia dințată conține două

sectoare dințate, fiecare fiind legat rigid cu celălalt capăt al fiecărui din două elemente de fixare corespunzător, este montat pe unul din doi arbori amplasați paralel și este legat cu unul din doi arbori de intrare ai multiplicatorului.

Revendicări: 2  
Figuri: 10



MD 2990 G2 2006.02.28

## MD 2990 G2 2006.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la hidrotehnică, și anume la conversiunea energiei valurilor marine în energie electrică.

5     Între sursele de energie curate și nonpoluante, energia valurilor mărilor și oceanelor este una dintre cele mai abundente și valorificabile. Potențialul energiei valurilor este estimat la 219 gigawat de-a lungul coastei Uniunii Europene, sau mai mult de 180 terawat ore fiecare an. Pe parcursul anilor au fost elaborate diverse dispozitive pentru valorificarea energiei valurilor, exploatând forța de ridicare a valurilor cu ajutorul corpurilor flotante.

10    Sunt cunoscute diverse instalații de captare a energiei mișcării ondulatorii a valurilor și de conversiune a ei în energie electrică. Instalația cunoscută pentru conversiunea energiei valurilor include un montanț, de care sunt legate articulat corpuri plutitoare, capetele cărora sunt legate cu pistoanele unor pompe, cilindrii cărora sunt fixați în montanț. Uleiul sub presiune este pompat într-un hidromotor, care este legat cu un generator de curent electric [1].

15    Dezavantajul acestei instalații constă în construcția relativ compusă, precum și în aceea că instalația nu corespunde criteriului care vizează impactul ecologic asupra mediului ambiant în cazul unor accidente ce conduc la scurgeri de ulei.

20    Mai este cunoscută platforma marină ce transformă energia valurilor în energie electrică, care conține o carcasă compusă din două elemente concave, prin centrul căreia culisează un ax susținut de lagăre. Platforma este determinată să vină în poziție inițială cu ajutorul unui arc conic. Forța de ridicare a valului este transmisă prin intermediul unui sector dințat și al unor roți cuplate, prin clichete, la un bloc de roți dințate și prin intermediul unui generator [2].

25    Dezavantajul constă în aceea că având o construcție relativ simplă, instalația nu asigură un coeficient suficient de utilizare a energiei valurilor, iar pierderile de putere în angrenaje și cuplaj fiind destul de mari.

30    Soluția cea mai apropiată o constituie instalația pentru conversiunea energiei valurilor în energie electrică, care include un montanț, un corp plutitor, amplasat între ghidaje și legat cinematic prin intermediul unor grinzi de cadru cu arborele de intrare a transmisiei dințate, pe care sunt instalate prin cuplaje unisens roți dințate cu care angrenează barele [3].

35    Dezavantajele instalației sus-menționate constau în aceea că puterea generată de aceasta este limitată de dimensiunile corpurilor plutitoare, de pierderile de energie la frecare dintre corpurile de rulare și ghidaje, cremalieră și roți dințate, cuplaje cu clichet. Pe lângă aceasta, construcția instalației este destul de complicată.

Problema pe care o rezolvă invenția este ridicarea eficacității instalației și simplificarea construcției.

40    Instalația conform primei variante înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include un montanț, un corp plutitor, care este legat cu el prin elemente de fixare, care sunt legate prin intermediul transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric. Noutatea constă în aceea că corpul plutitor este executat în formă toroidală și este amplasat coaxial față de montanț, față de care, din ambele lui părți, diametral opuse, sunt amplasate două elemente de fixare ale corpului plutitor în formă de grinzi de cadru, care sunt fixate articulat cu unele capete de corp plutitor, iar transmisia dințată conține două roți dințate conice, fiecare fiind legată rigid cu celelalte capete ale elementelor de fixare, totodată, roțile dințate conice au un număr egal de dinți, sunt amplasate pe un arbore și se află în angrenare cu roata dințată conică, legată cu arborele de intrare al multiplicatorului.

45    Instalația conform variantei a doua include un montanț, un corp plutitor, care este legat cu el prin elemente de fixare, care sunt legate prin intermediul transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric. Noutatea constă în aceea că corpul plutitor este executat în formă toroidală și este amplasat coaxial față de montanț, față de care, din ambele lui părți, diametral opuse, sunt amplasate două elemente de fixare ale corpului plutitor în formă de grinzi de cadru, care sunt fixate articulat cu unele capete de corp plutitor, iar transmisia dințată conține două roți dințate conice, fiecare fiind legată rigid cu celelalte capete ale elementelor de fixare, iar transmisia dințată conține două sectoare dințate, fiecare fiind legat rigid cu celălalt capăt al fiecărui din două elemente de fixare, corespunzător, este montat pe unul din doi arbori amplasați paralel și este legat cu unul din doi arbori de intrare ai multiplicatorului.

50    Rezultatul invenției constă în aceea că instalația posedă o construcție relativ simplă, ușor de întreținut și un randament sporit. Datorită asigurării cu două brațe de acțiune a forțelor de ridicare a valurilor și a suprafeței mai mari de contact a corpului plutitor toroidal cu apa, la arborele de intrare al mecanismului de transformare a mișcării se transmite un moment multiplicat, fapt ce asigură o sporire a volumului energiei transformate.

Invenția se explică prin figurile 1... 10, care reprezintă:

55    - fig. 1, vederea generală a instalației pentru conversiunea energiei valurilor în energie electrică (prima variantă);

MD 2990 G2 2006.02.28

4

- fig. 2, vederea I din fig. 1;
- fig. 3, varianta poziției înclinate a corpului toroidal plutitor din fig. 1;
- fig. 4, vederea A din fig. 1;
- fig. 5, secțiunea B-B din fig. 2 (legătura elementelor de fixare cu transmisia dințată);
- 5 - fig. 6, vederea generală a instalației pentru conversiunea energiei valurilor în energie electrică (variante a doua);
- fig. 7, vederea I din fig. 6;
- fig. 8, varianta poziției înclinate a corpului toroidal plutitor din fig. 6;
- fig. 9, vederea A din fig. 6;
- 10 - fig. 10, secțiunea B-B din fig. 7 (legătura elementelor de fixare cu mecanismul de transformare a mișcării).

Instalația pentru conversiunea energiei valurilor în energie electrică (fig. 1, 2, 3, 4, 5) include un corp plutitor 1 executat toroidal, care este legat prin grinzile de cadru 2 și 3, elementele de fixare 4 și 5 și roțile dințate conice 6 și 7 cu arborele de intrare 8 al transmisiei dințate 9. Transmisia dințată 9 este fixată pe montantul 10. Arborele de ieșire al transmisiei dințate 9 este legat prin multiplicatorul 11 cu rotorul generatorului electric 12. Pentru reducerea neuniformității rotirii rotorului generatorului electric 12 este prevăzut un volant.

În instalația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică (fig. 6, 7, 8, 9, 10) grinzile de cadru 2 și 3 sunt legate cu arborii 13 și, respectiv, 14 ai transmisiei dințate 15.

20 Instalația pentru conversiunea energiei valurilor în energie electrică conform fig. 1, 2 funcționează în modul următor.

La deplasarea valurilor cu o anumită perioadă  $\lambda$  corpul plutitor 1 va efectua mișcări în plan vertical. La o perioadă a valului corpul va efectua o mișcare egală cu înălțimea valului (amplituda). Elementul de forță de ridicare dezvoltat de corpul plutitor se determină cu ecuația lui Morison

$$25 \quad dF = \pi \rho \frac{D}{4} C_M v + \frac{\rho}{2} D C_D |v|v,$$

unde  $D$  este diametrul corpului plutitor,

$\rho$  – densitatea fluidului;

$v$  – viteza de ridicare a corpului plutitor;

30  $C_M$  și  $C_D$  – coeficienți care depind de forma geometrică a corpului, numărul Reynolds și numărul lui Keulegan-Carpenter (pot fi determinați empiric, experimental sau prin modelare CFD la calculator).

În continuare, forța sumară  $F$  dezvoltată de corpul plutitor 1 se va transmite prin grinzile de cadru 2 și 3 și roțile dințate conice 6 și 7 la arborele de intrare 8 al transmisiei dințate 9. Momentul de torsiune dezvoltat de această forță este transmis prin intermediul transmisiei dințate 9 și multiplicatorul 11 rotorului generatorului electric 12.

35 Mișcarea alternativă de rotație a barelor 4, 5 și, respectiv roțile dințate conice 6 și 7 se transformă și se multiplică prin transmisia dințată 9 și multiplicatorul 11 în mișcare de rotație continuă, care este transmisă rotorului generatorului electric 12. Energia valurilor reprezintă o pulsare în limite foarte largi, caracterizată de o periodicitate destul de mare – de la 1...2 s până la 10...20 s. Energia produsă de valuri este constantă pentru o perioadă lungă de timp – de câteva ore. Pentru a reduce neuniformitatea rotirii rotorului generatorului electric 12, pe arborele de ieșire al multiplicatorului 11 este amplasat un volant.

În instalația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică conform fig. 6, forța generată de corpul plutitor toroidal 1 se transmite prin arborii 13 și 14 la transmisia dințată 15. În continuare, principiul de funcționare este similar instalației din fig. 1.

45 Transmiterea simultană a forței generate de corpul plutitor 1 prin intermediul a două grinzi de cadru, asigură un coeficient sporit de utilizare a energiei valurilor, iar amplasarea simetrică a grinzilor de cadru în raport cu structura fixă asigură stabilitate întregii instalații.

## MD 2990 G2 2006.02.28

5

### (57) Revendicări:

- 5 1. Instalație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică, care include un montanț,  
un corp plutitor, care este legat cu el prin elemente de fixare, care sunt legate prin intermediul  
transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric, **caracterizată prin aceea că** corpul plutitor  
este executat în formă toroidală și este amplasat coaxial față de montanț, față de care, din ambele lui  
10 părți, diametral opus, sunt amplasate două elemente de fixare a corpului plutitor în formă de grinzi de  
cadru, care cu unele capete sunt fixate articulat de corpul plutitor, iar transmisia dințată conține două  
roți dințate conice, fiecare fiind legată rigid cu celelalte capete ale elementelor de fixare, totodată roțile  
dințate conice au un număr egal de dinți, sunt amplasate pe un arbore și se află în angrenare cu roata  
dințată conică, legată cu arborele de intrare a multiplicatorului.
- 15 2. Instalație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică, care include un montanț,  
un corp plutitor, care este legat cu el prin elemente de fixare, care sunt legate prin intermediul  
transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric, **caracterizată prin aceea că** corpul plutitor  
este executat în formă toroidală și este amplasat coaxial față de montanț, față de care, din ambele lui  
părți, diametral opus, sunt amplasate două elemente de fixare a corpului plutitor în formă de grinzi de  
20 cadru, care cu unele capete sunt fixate articulat de corpul plutitor, iar transmisia dințată conține două  
roți dințate conice, fiecare fiind legată rigid cu celelalte capete ale elementelor de fixare, iar transmisia  
dințată conține două sectoare dințate, fiecare fiind legat rigid cu celălalt capăt al fiecărui din două  
elemente de fixare corespunzător, este montat pe unul din doi arbori amplasați paralel și este legat cu  
unul din doi arbori de intrare ai multiplicatorului.
- 25

### (56) Referințe bibliografice:

1. WO 02/075151 A1 2002.09.26
2. WO 2004/113718 A1 2004.12.29
3. RU 2221933 C2 2004.01.20



MD 2990 G2 2006.02.28

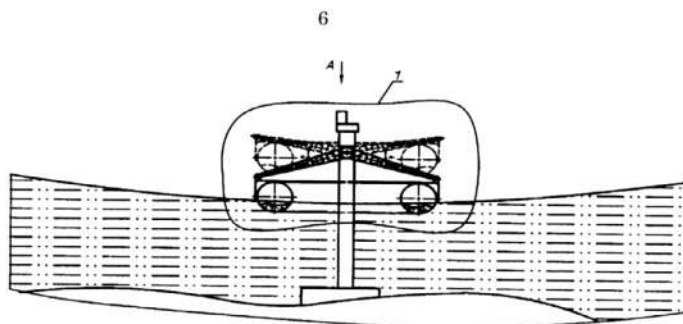


Fig. 1

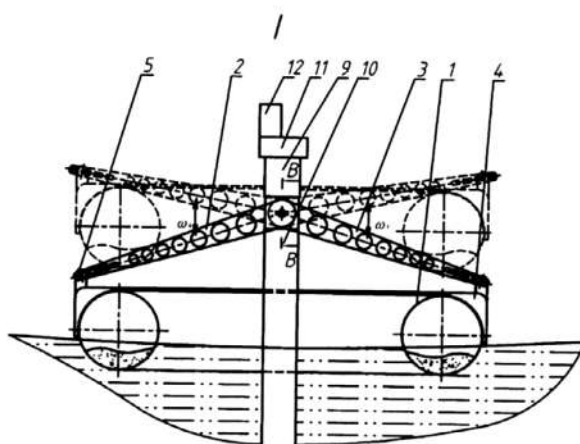


Fig. 2

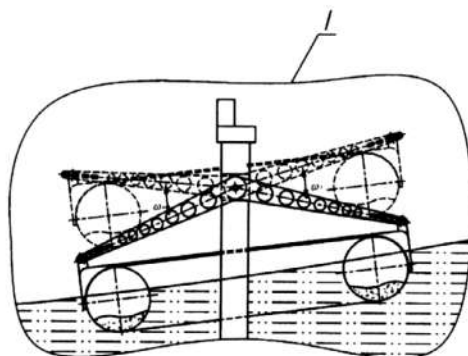


Fig. 3

MD 2990 G2 2006.02.28

7

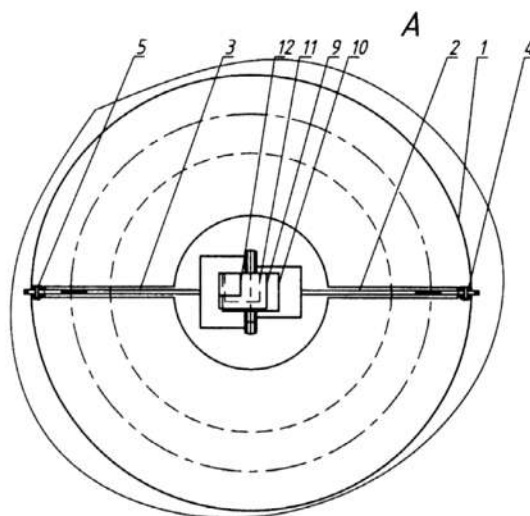


Fig. 4

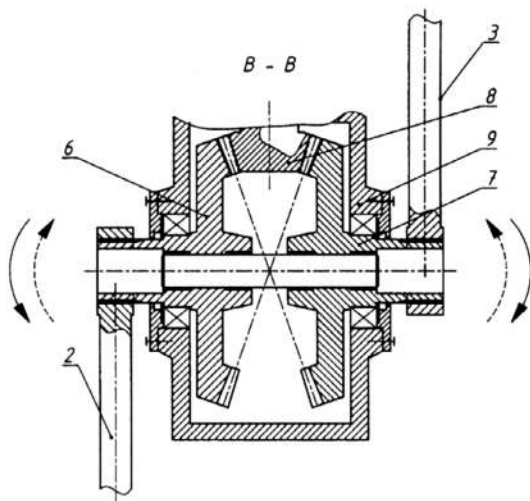


Fig. 5

MD 2990 G2 2006.02.28

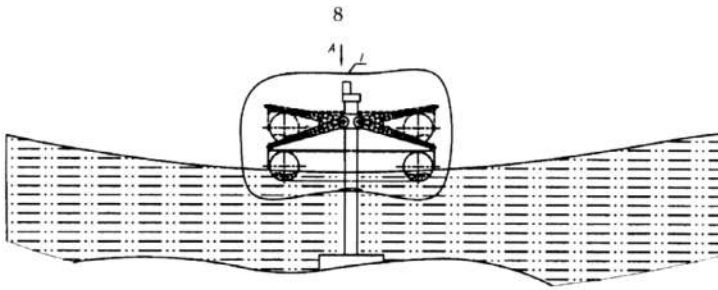


Fig. 6

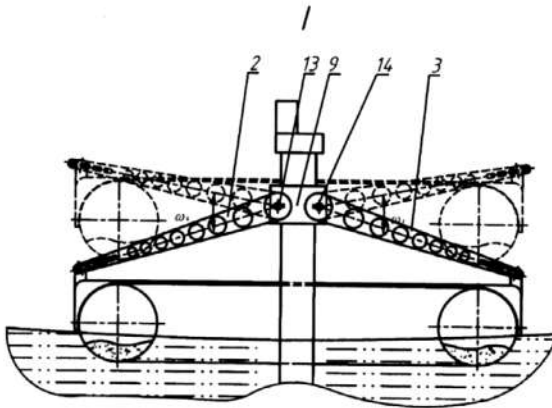


Fig. 7

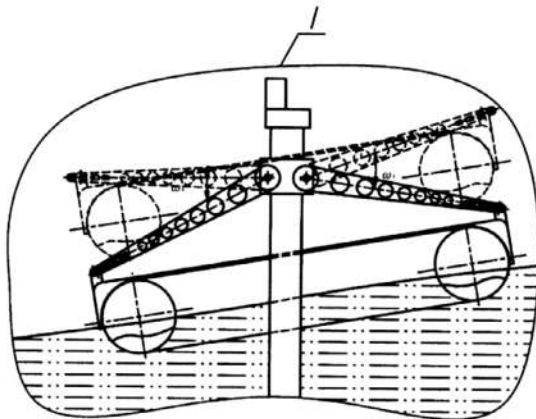


Fig. 8

MD 2990 G2 2006.02.28

9

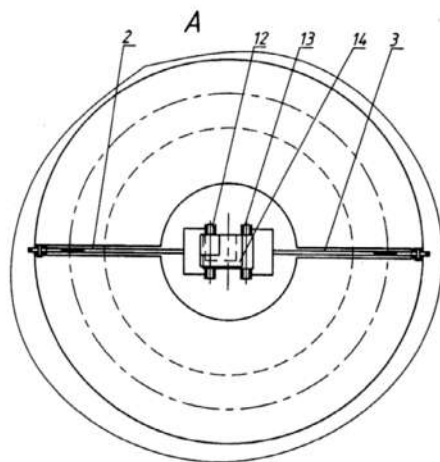


Fig. 9

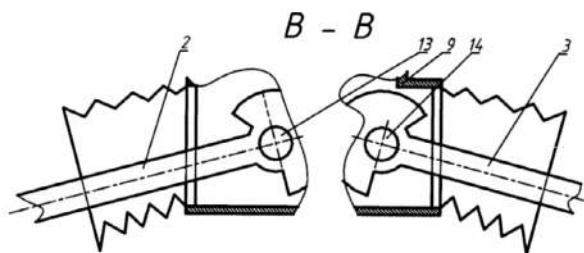


Fig. 10



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2989**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2989 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2989 (13) G2  
(51) Int.Cl. F03B 13/12 (2006.01)  
F03B 13/18 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2005 0063 (22) Data depozit: 2005.03.04	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOP1 nr. 2/2006
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD; SOCHIREANU Anatol, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

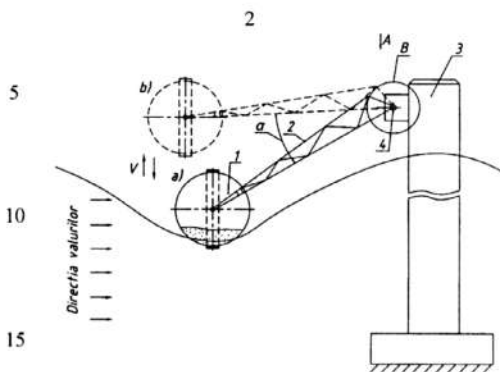
(54) Stație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la hidroenergetică, și anume la conversiunea energiei valurilor marine în energie electrică.

Stația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică include un montanț 3, un corp plutitor 1 și un dispozitiv de fixare 2 la el, care este legat prin intermediul transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric. Noutatea invenției constă în aceea că montanțul 3 este executat cu o coloană, dispozitivul de fixare 2 la el a corpului plutitor 1 include o grindă de cadru, fixat de el articulat cu un capăt, iar transmisia dințată include un sector dințat, legat rigid cu un alt capăt al grindei de cadru, totodată pe arborele condus al multiplicatorului este montat suplimentar un volanț.

Revendicări: 4  
Figuri: 1



## MD 2989 G2 2006.02.28

3

### Descriere:

Prezenta invenție se referă la hidrotehnică, și anume la conversiunea energiei valurilor în energie electrică.

5 Între sursele de energie curate și nepoluante, energia valurilor mărilor și oceanelor este una dintre cele mai abundente și valorificabile. Potențialul energiei valurilor este estimat la 219 gigawatt de-a lungul coastei Uniunii Europene, sau mai mult de 180 terawatt-ore fiecare an. Pe parcursul anilor pentru extragerea energiei valurilor au fost elaborate diferite dispozitive, exploatând forța de ridicare a valurilor cu ajutorul corpurilor flotante.

10 Se cunosc instalații de captare a energiei mișcării undulatorii a valurilor și convertirea ei în energie electrică. Instalația pentru transformarea energiei valurilor [1] include o structură fixă, de care sunt legate articulat corpuri plutitoare, capetele cărora sunt legate cu pistoanele unor pompe, cilindrii cărora sunt fixați într-o structură fixă. Uleiul sub presiune este pompat într-un hidromotor, care este legat cu un generator de curent electric. Pe lângă construcția relativ complicată, instalația nu corespunde criteriului care vizează impactul ecologic asupra mediului ambiant în cazul unor avarii ce conduc la scurgerea uleiului.

15 Instalația pentru convertirea energiei valurilor [2] include un număr de elemente de bază care sunt unite între ele prin elemente elastice, formând un convertor de energie în formă de bară, care este ancorată de fundul mării. Fiecare element de bază conține un element tubular, cu care sunt legate niște plăci, amplasate vertical în adâncime pentru a utiliza energia unor mase mari de apă. În fața plăcilor sunt amplasate elementele plutitoare, care sunt legate cu plăcile printr-o legătură rigidă și altele două legături ajustabile hidraulic, care reprezintă pompe hidraulice. Mișcările verticale și înclinările de la planul vertical ale elementelor plutitoare se transformă în energie de pompare a pompelor și, ulterior în energie electrică sau mecanică. Pentru mărirea eficienței, în fața elementelor flotabile sunt plasați senzori, care comunică computerului caracteristicile valului pentru a poziționa elementele flotabile față de val. Asigurând o oarecare creștere a coeficientului de utilizare a energiei valurilor, instalația examinată posedă o construcție complicată și nu asigură o protecție sigură a mediului acvatic.

25 Soluția cea mai apropiată este stația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică [3], care include un montan, un corp plutitor și un dispozitiv de fixare la el, care este legat prin intermediul transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric. Puterea generată de această instalație este limitată de dimensiunile corpurilor plutitoare, de pierderile de energie la frecarea între corpurile de rulare și ghidaje, cremalieră și roți dințate, cuplaje de clichet. De asemenea, construcția instalației este relativ complicată.

Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea eficienței și reducerea impactului ecologic.

35 Problema se rezolvă prin aceea că stația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică include un montan, un corp plutitor și un dispozitiv de fixare la el, care este legat prin intermediul transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric, montantul este executat cu o coloană, dispozitivul de fixare la el a corpului plutitor include o grindă de cadru, fixat de el articulat cu un capăt, iar transmisia dințată include un sector dințat, legat rigid cu un alt capăt al grindei de cadru, totodată pe arborele condus al multiplicatorului este montat suplimentar un volanț.

40 Invenția prezintă avantajul unei construcții simple, ușor de întreținut și cu randament ridicat. Datorită asigurării unui braț de acțiune a forțelor de ridicare ale valurilor la arborele de intrare se transmite un moment multiplicat, fapt ce asigură o majorare a energiei transformate.

Amplasarea în lanțul cinematic al mecanismului de transformare a mișcării a unui volanț legat cinematic cu arborele de ieșire al multiplicatorului asigură o rotire relativ uniformă a rotorului generatorului.

45 Invenția se explică prin figurile 1...4, care reprezintă:

- fig. 1, schema principală a stației pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică cu un singur corp plutitor;

- fig. 2, vederea A din fig. 1;

- fig. 3, elementul I din fig. 1;

50 - fig. 4, elementul II din fig. 2.

Stația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică (fig. 1,2,3,4) include un corp plutitor 1 legat prin intermediul grindei de cadru 2 cu montantul 3, prin intermediul arborelui 4, formând, împreună cu sectorul dințat 5, o pârghie. Sectorul 5 este legat cinematic cu roțile dințate ale transmisiei dințate 6. Mișcarea alternativă de rotație a sectorului dințat 5 este transformată prin intermediul transmisiei dințate 6 în mișcare de rotație a arborelui de ieșire, iar arborele de ieșire al mecanismului de transformare a mișcării 6 este legat prin intermediul unui multiplicator 7 cu un generator electric 8. Pe arborele de ieșire 9 al multiplicatorului 8 este fixat volanțul 10.

Stația pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică funcționează în modul următor: la deplasarea valurilor cu o anumită perioadă  $\lambda$  în direcția indicată în fig. 11, corpul plutitor 1 va efectua

## MD 2989 G2 2006.02.28

4

mișcări în plan vertical. La o perioadă a valului, corpul va efectua o mișcare egală cu înălțimea valului (amplituda). Elementul de forță de ridicare dezvoltat de corpul plutitor se determină cu ecuația lui Morisson

$$dF = \pi \rho \frac{D}{4} C_M v^2 + \frac{\rho}{2} D C_D |v| v,$$

- unde  $D$  este diametrul corpului rotitor,  
 5  $\rho$  – densitatea fluidului;  
 $v$  – viteza de ridicare a corpului plutitor;  
 $C_M$  și  $C_D$  – coeficienți, care depind de forma geometrică a corpului, numărul Reynolds și numărul lui Keulegan-Carpenter (pot fi determinate empiric, experimental sau prin modelare CFD la calculator).  
 10 În continuare forța sumară  $F_f$  dezvoltată de corpul plutitor  $l$ , se va transmite prin brațele  $l_1$  și  $l_2$  la sectorul dințat 5:

$$F_s = F_f \frac{l_1}{l_2}.$$

Momentul de torsiune dezvoltat de această forță va fi transmis prin transmisia dințată 6 și multiplicatorul 7 rotorului generatorului electric 8.

- 15 Mișcarea alternativă de rotație a barelor 7 și, respectiv, a sectorului dințat 5, se transformă și se multiplică prin transmisia dințată 6 și multiplicatorul 7 în mișcare de rotație continuă, care este transmisă rotorului generatorului electric 8. Energia valurilor este pulsatoare în limite foarte largi, iar periodicitatea este mare – de la 1...2 secunde, până la 10...20 secunde. În acest caz, pentru funcționarea normală a stației este necesar un volant. În general, energia conținută de către valuri este constantă pentru o perioadă lungă de timp – câteva ore. Pentru a reduce neuniformitatea rotirii rotorului generatorului electric 8 și a  
 20 îmbunătăți calitatea curentului produs, pe arborele de ieșire al multiplicatorului 7 este amplasat volantul 10.

Invenția prezintă avantajul unei construcții simple, ușor de întreținut și cu randament ridicat. Datorită asigurării unui braț de acțiune a forțelor de ridicare a valurilor la arborele de intrare se transmite un moment multiplicat, fapt ce asigură o majorare a energiei transformate.

25

### (57) Revendicare:

- 30 Stație pentru transformarea energiei valurilor în energie electrică, care include un montanț, un corp plutitor și un dispozitiv de fixare la el, care este legat prin intermediul transmisiei dințate cu multiplicatorul și generatorul electric, **caracterizată prin aceea că** montanțul este executat cu o coloană, dispozitivul de fixare la el a corpului plutitor include o grindă de cadru, fixat de el articulat cu un capăt, iar transmisia dințată include un sector dințat, legat rigid cu un alt capăt al grindei de cadru, totodată pe arborele condus al multiplicatorului este montat suplimentar un volant.

35

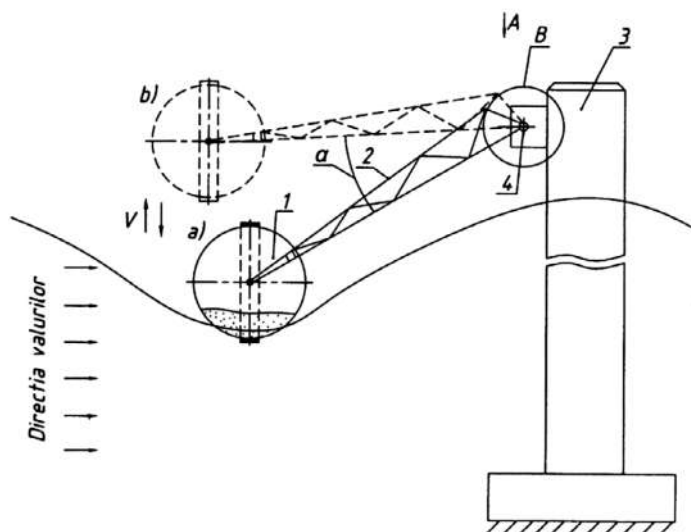
### (56) Referințe bibliografice:

1. US 4258270 1981.03.24
2. WO 2004/113718 A1 2004.12.29
3. US 4184335 1980.01.22



MD 2989 G2 2006.02.28

5





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2981**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET. CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2981 G2 2006.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2981 (13) G2  
(51) Int. Cl.: B63B 35/44 (2006.01)  
E02B 17/00 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

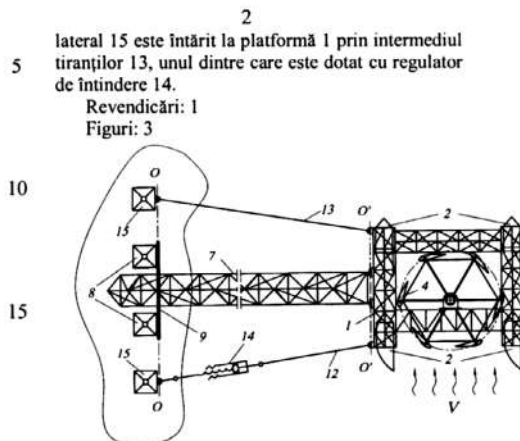
<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0274 (22) Data depozit: 2005.09.15</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.02.28, BOPI nr. 2/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Viorel, MD; CIUPERCĂ Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Stație hidroavionică

(57) Rezumat:

Invenția se referă la energetică, și anume la stațiile hidroavionice, care utilizează energia cinetică a fluxului apei.

Stația hidroavionică include o platformă 1 fixată pe o culee prin intermediul unei structuri metalice de cadru 7 cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legați unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă, legată cu multiplicatorul, pe care sunt fixate radial bare orizontale cu palete. Fiecare paletă este montată liber pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele orizontale. Platforma 1 este montată pe patru corpuri flotante 2. Dispozitivul de fixare a platformei pe culee, structura metalică de cadru 7 a căruia este montată articulată cu două grade de libertate la doi piloni 8, care sunt plasați din două părți ale lui, incluzând suplimentar doi piloni laterali 15, care sunt plasați simetric pe aceeași linie cu ei, totodată fiecare pilon



## MD 2981 G2 2006.02.28

3

### Descriere:

Invenția se referă la energetică, și anume la stațiile hidraulice, care utilizează energia cinetică a fluxului apei.

5 Este cunoscută o stație hidraulică, care include o secție plutitoare în formă de catamaran cu două corpuri flotabile, unite respectiv de o platformă, pe care este fixat sistemul de conversie hidroenergetic în formă de rotor amplasat în interiorul unei țevi de concentrare hidraulică, în scopul majorării coeficientului de conversie a energiei fluxului de apă. Catamaranul este fixat în apa curgătoare a râului prin intermediul unui sistem ancoră-cablu [1].

10 Dezavantajul constă în necesitatea amplasării hidrocentralei în zona de îngustare maximă a râului, sau în necesitatea aplicării unui sistem adăugător de îngustare artificială pentru a fi poziționată în zona cu viteză maximă a curentului de apă.

15 Este de asemenea cunoscută o instalație hidraulică, care include secții plutitoare din beton scufundate în apă și secții de sprijin cu elemente de ancorare, care includ unul sau mai mulți piloni din beton, care ajung la suprafața secției plutitoare și platformei metalice. Instalația plutitoare este susținută de un sistem de troliuri fixate pe elementele de ancorare [2].

Dezavantajul instalației constă în construcția complicată și în faptul că nu asigură compensarea eforturilor suplimentare ce apar în sistemul de ancorare.

20 De asemenea este cunoscută o instalație hidraulică care include o platformă fixată pe o culee prin intermediul unei structuri metalice de cadru cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasați pe ea, cinematic legați unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă, legată cu multiplicatorul, pe care sunt fixate radial bare orizontale cu paletă [3].

Dezavantajul instalației sus-menționate constă în stabilitatea ei redusă.

25 Problema pe care o rezolvă invenția este simplificarea construcției stației hidraulice, asigurarea stabilității acesteia și reducerea tensionării elementelor de ancorare.

30 Dispozitivul înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include o platformă fixată pe o culee prin intermediul unei structuri metalice de cadru cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legați unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă, legată cu multiplicatorul, pe care sunt fixate radial bare orizontale cu paletă. Noutatea constă în aceea că fiecare paletă este montată liber pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele orizontale; platforma este montată pe patru corpuri flotante, iar dispozitivul de fixare a platformei pe culee, structura metalică de cadru a căruia este montată articulat cu două grade de libertate la doi piloni, care sunt plasați din două părți ale lui, include suplimentar doi piloni laterali, care sunt plasați simetric pe aceeași linie cu ei, totodată fiecare pilon lateral este întărit la platformă prin intermediul tiranților, unul dintre care este dotat cu regulator de întindere.

35 Rezultatul invenției constă în autopозиționarea stației hidraulice față de nivelul apei curgătoare, construcția relativ simplă și reducerea tensionării elementelor de ancorare.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...3, care reprezintă:

- 40 - fig. 1, vederea de sus a stației hidraulice;  
- fig. 2, vederea frontală a stației hidraulice;  
- fig. 3, schema subsansamblului de articulație cu două grade de libertate.

45 Stație hidraulică (fig. 1, 2) include platforma 1, amplasată de patru corpuri flotante 2, pe una dintre fermele căreia este instalat un rotor cu ax vertical 3 cu paletă verticale 4, instalate fix pe osii orizontale, și cuplat cu multiplicatorul 5, care transmite turația multiplicată generatorului 6. Platforma 1 este legată de țârm cu ajutorul unei structuri metalice de cadru 7 unită articulat cu ea, la mijlocul ei, de doi piloni de ancorare 8, pe care este fixată rigid osia 9 cu buca de ghidare 10 și opritorul 11 (fig.3). Totodată articulația, care leagă structura metalică de cadru 7 de pilonii de ancorare 8 are două grade de libertate – mișcarea de rotație și de translație a structurii metalice de cadru 7 în raport cu osia fixă 9. Capetele platformei 1 sunt legate suplimentar cu tiranții 12 și 13, unul dintre care include regulatorul de întindere 14 de alți doi piloni de ancorare 15.

50 Conform procedurii de ancorare a corpurilor plutitoare, punctele de legătură ale structurii metalice de cadru 7 și tiranților 12 și 13 cu pilonii de ancorare se află pe aceeași linie O-O. De asemenea, punctele de legătură ale tiranților 12 și 13 și structurii metalice de cadru 7 cu platforma 1 se află pe aceeași linie O'-O'. Totodată liniile O-O și O'-O' se află într-un singur plan. Acest procedeu permite detensionarea elementelor de legătură a stației hidraulice cu pilonii de ancorare de pe țârm.

55 Ancorarea stației hidraulice se efectuează în modul următor: la mișcarea curenților de apă V presiunea exercitată asupra palelor verticale 4 și corpurilor flotante 2 tinde să deplaseze platforma 1 pe direcția de curgere a râului. Pentru prevenirea acestei deplasări, structura metalică de cadru 7 unește, pe

## MD 2981 G2 2006.02.28

4

de o parte, platforma 1 din partea inferioară cu o articulație de rotație, ceia ce-i permite acesteia autopoziționarea față de nivelul râului N-N și pe malul râului de pilonii de ancorare 8, pe care este fixată rigid osia 9. Pentru asigurarea funcționalității nodului de legătură dintre structura metalică de cadru 7 și pilonii de ancorare 8, pe osia 9 este amplasată o bucsă de ghidare 10, care formează cu osia 9 un cuplu de rotație, iar cu structura metalică de cadru 7, prin intermediul opritorului 11 – un cuplu de translație.

Pentru compensarea eforturilor în tiranții 12 și 13 este utilizat regulatorul de întindere 14. Efortul de compensare al regulatorului de întindere trebuie să fie mai mare decât efortul efectiv din tirant, necesar pentru fixarea stației hidraulice  $F_{comp.} = F_{ef.} + \Delta F$ . În cazul apariției unor sarcini suplimentare, generate de valuri mai mari, de unele corpuri plutitoare întâmplătoare (copaci ș.a.) regulatorul de întindere 14 compensează această majorare de sarcină.

Realizarea legăturii stației hidraulice prin intermediul unei structuri metalice și a doi tiranți, unul dintre care este dotat cu un regulator de întindere, asigură simplitatea construcției și stabilizarea sarcinilor în elementele de legătură.

Astfel, dispozitivul de ancorare propus permite excluderea tensionării tiranților și structurii metalice la varierea nivelului apei și la apariția valurilor.

20

### (57) Revendicare:

1. Stație hidraulică, care include o platformă fixată pe o culee prin intermediul unei structuri metalice de cadru cu posibilitatea reglării poziției sale față de nivelul fluxului apei, plasate pe ea, cinematic legați unul cu altul, un generator, un multiplicator și o turbină amplasată vertical, care include o axă verticală portantă, legată cu multiplicatorul, pe care sunt fixate radial bare horizontale cu palete, caracterizată prin aceea că fiecare paletă este montată liber pe axă, fixată vertical pe capătul liber al fiecărei dintre barele horizontale; platforma este montată pe patru corpuri flotante, iar dispozitivul de fixare a platformei pe culee, structura metalică de cadru a căruia este montată articulat cu două grade de libertate la doi piloni, care sunt plasați din două părți ale lui, include suplimentar doi piloni laterali, care sunt plasați simetric pe aceeași linie cu ei, totodată fiecare pilon lateral este întărit la platformă prin intermediul tiranților, unul dintre care este dotat cu regulator de întindere.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2088724 C1 1997.08.27
2. RU 2133690 C1 1999.07.27
3. MD 2288 C2 2003.10.31

MD 2981 G2 2006.02.28

5

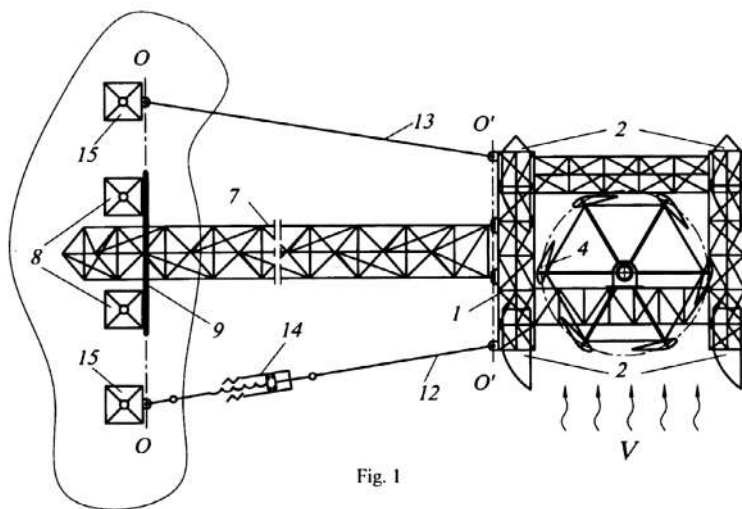


Fig. 1

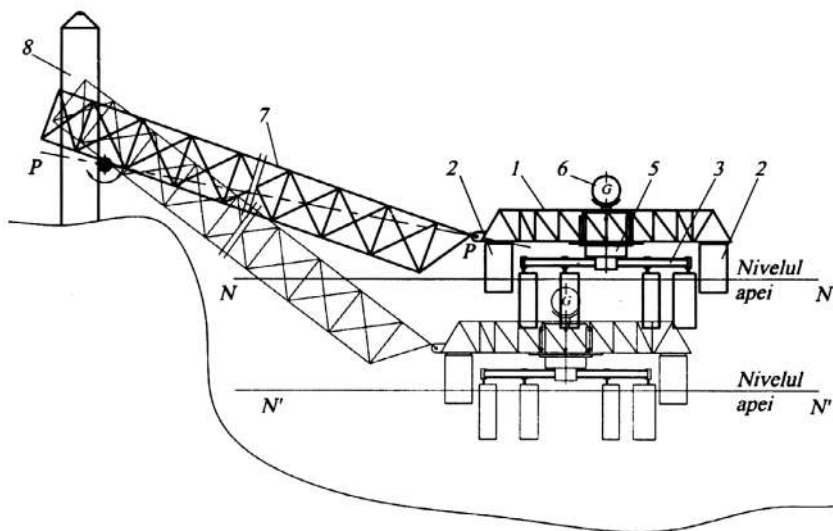


Fig. 2

**MD 2981 G2 2006.02.28**

6

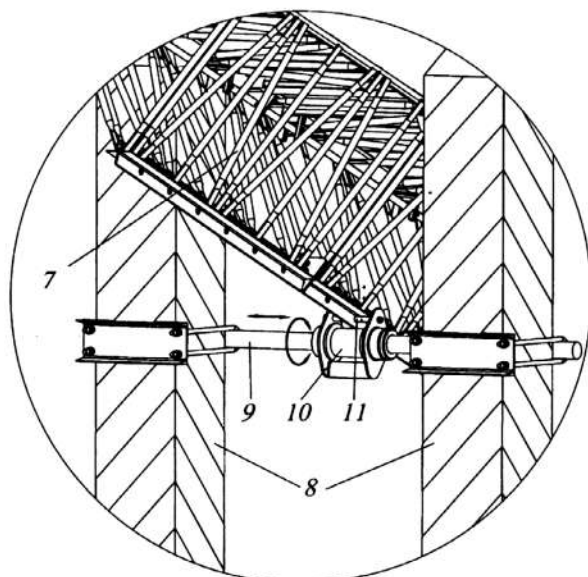


Fig. 3



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2965**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**





MD 2965 C2 2006.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2965 (13) C2

(51) Int. Cl.: F24J 2/42 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

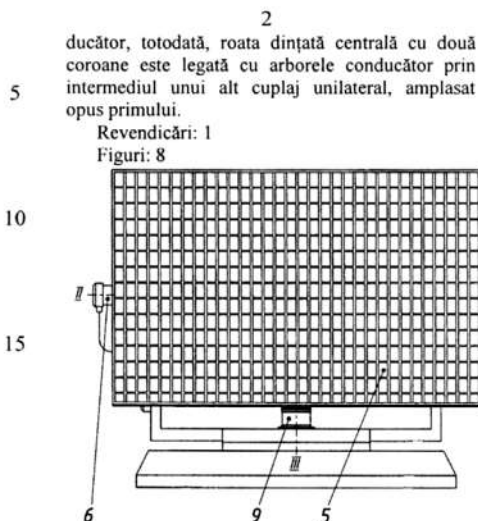
<p>(21) Nr. depozit: a 2004 0304 (22) Data depozit: 2004.12.28</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2006.01.31, BOPi nr. 1/2006</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; DICUSARĂ Ion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

(54) Instalație solară cu autoorientare

(57) Rezumat:

Invenția se referă la energetică, și anume la instalațiile pentru transformarea energiei solare în electrică.

Instalația solară cu autoorientare include un receptor de energie solară, legate cu acesta, mecanisme de orientare în direcție orizontală și verticală, precum și un sistem de dirijare a mecanismelor de orientare, care asigură o recepționare incontinuu a energiei solare pe parcursul unei întregi zi însorite, într-un regim optim, indiferent de latitudinea geografică și anotimp. Noutatea constă în aceea că receptorul de energie solară este executat în formă de panou solar 5, iar fiecare din mecanismele de orientare conține un servomotor 6 și un reductor precesional în două trepte 9, care include un arbore manivelă, pe care sunt montați doi sateliți cu două coroane instalați pe sectoarele lui înclinate, unghiurile de înclinare ale cărora sunt opuse unul față de altul și egale cu unghiul de precesie, o roată dințată centrală cu două coroane cu autoînștalare în direcție axială, amplasată între sateliți, două roți dințate laterale cu o coroană, una dintre care este fixă și este plasată din partea servomotorului, iar cealaltă este mobilă și legată prin intermediul unui cuplaj unilateral cu arborele con-



Revendicări: 1  
Figuri: 8

## MD 2965 C2 2006.01.31

3

**Descriere:**

Invenția se referă la energetică, și anume la instalațiile pentru transformarea energiei solare în energie electrică.

Este cunoscut transformatorul de energie heliomecanică [1], care include o bază fixă, pe care este fixat axul de rotire. Rotorul transformatorului este în formă de cruce și conține montați verticali și umeri orizontali. Pe umeri sunt amplasate greutatea de dezechilibrare, cave, cu posibilitatea deplasării axiale de-a lungul umerilor. Pe una din greutatea este fixată rigid o cremalieră care intră în angrenare cu un pinion, care angrenează la rândul său cu o roată dințată de diametru mai mare. Pinionul și roata dințată sunt amplasați cu posibilitate de a se roti pe osii amplasate pe reazeme legate cu montantul. Roata dințată angrenează cu o altă cremalieră fixată rigid de elementul de lucru executat din metal cu proprietate de memorare a formei. Greutatea de dezechilibrare amplasată pe al doilea umăr prin intermediul unui arc este fixată de reazemul rigid amplasat la extremitatea umărului. Greutățile de dezechilibrare sunt legate între ele prin intermediul unei tije, care trece prin cavitatea din montant. Pe extremitatea umărului este amplasată articulată, cu posibilitatea de rotire, o bară. Bara este fixată de greutatea de dezechilibrare cu un cablu de oțel prin intermediul unui scripete. Înaintea crucii, paralel la ea, cu orientare la sud, este amplasat un deflector, amplasat pe un montant fixat rigid de bază. Soluția dată posedă posibilități de orientare reduse și o construcție relativ complicată, ceea ce îi reduce fiabilitatea.

O soluție mai apropiată este instalația solară cu autoorientare [2], care include un receptor de energie solară, legate cu acesta, mecanisme de orientare în direcție orizontală și verticală, precum și un sistem de dirijare a mecanismelor de orientare, care asigură o recepționare incontinuu a energiei solare pe parcursul unei întregi zi însoțite, într-un regim optim, indiferent de latitudinea geografică și anotimp.

Având avantajele menționate mai sus, soluția tehnică analizată posedă însă o construcție relativ complicată, fapt ce îi reduce fiabilitatea.

Problema, pe care o rezolvă prezenta invenție, este simplificarea construcției și sporirea fiabilității.

Problema invenției se rezolvă prin aceea că în instalația solară cu autoorientare, care include un receptor de energie solară, legate cu acesta, mecanisme de orientare în direcție orizontală și verticală, precum și un sistem de dirijare a mecanismelor de orientare, care asigură o recepționare incontinuu a energiei solare pe parcursul unei întregi zi însoțite, într-un regim optim, indiferent de latitudinea geografică și anotimp. Receptorul de energie solară este executat în formă de panou solar, iar fiecare din mecanismele de orientare conține un servomotor și un reductor precesional în două trepte, care include un arbore manivelă, pe care sunt montați doi sateliți cu două coroane, instalați pe sectoarele lui înclinate. Unghiurile de înclinare ale sectoarelor înclinate sunt opuse unul față de altul și egale cu unghiul de precesie. Reductorul precesional în două trepte include de asemenea o roată dințată centrală cu două coroane cu autoinstalarie în direcție axială, amplasată între sateliți, două roți dințate laterale cu o coroană, una dintre care este fixă și este plasată din partea servomotorului, iar cealaltă este mobilă și legată prin intermediul unui cuplaj unilateral cu arborele conducător. Roata dințată centrală cu două coroane este legată cu arborele conducător prin intermediul unui alt cuplaj unilateral opus primului.

Esența invenției constă în următoarele:

- reductoarele precesionale în două trepte asigură raporturi de transmitere mari cu efectul de autofrânare, ceea ce împiedică mișcarea necontrolată a panoului cu baterii solare;

- prezența cuplajelor unilaterale asigură reîntoarcerea rapidă a panoului cu baterii solare în poziția inițială „zorii zilei”, ceea ce micșorează livrarea de energie către servomotoare;

- executarea arborelui manivelă cu direcția înclinării diferită a axelor asigură o echilibrare parțială a forțelor în angrenaje;

- construcția coaxială oferă mecanismelor de orientare compactitate;

- sistemul de comandă permite orientarea panoului cu baterii solare în orice anotimp al anului și la orice latitudine a globului, în dependență de informația introdusă;

- sistemul de dirijare evită erorile cauzate de umbrirea temporară a soarelui;

- numărul mic de elemente sporește fiabilitatea construcției;

- instalația are o construcție modulară, ceea ce îi simplifică construcția.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...8, care reprezintă:

- în fig. 1, vederea generală a instalației solare cu autoorientare;
- în fig. 2, vederea din spate a instalației solare cu autoorientare din fig. 1;
- în fig. 3, vederea din dreapta a instalației solare cu autoorientare din fig. 1;
- în fig. 4, vederea din stânga a instalației solare cu autoorientare din fig. 1;
- în fig. 5, vederea din față a instalației solare cu autoorientare din fig. 1;
- în fig. 6, vederea I mărită a reductorului precesional în două trepte din fig. 2 și 3;
- în fig. 7, vederea A-A a cuplajului unilateral a roții dințate mobile din fig. 6;
- în fig. 8, vederea B-B a cuplajului unilateral a blocului de roți dințate centrale din fig. 6.

MD 2965 C2 2006.01.31

4

Instalația solară cu autoorientare (fig. 1) include baza fixă 1, furca 2, axul orizontal 3, reazemele 4, panoul cu baterii solare 5, servomotorul orizontal 6, reductorul precesional în două trepte 7, servomotorul vertical 8, reductorul precesional în două trepte 9, sistemul de comandă 10. Reductoarele precesionale 7 includ cuplajul 11, arborele manivelă 12 cu sectoarele înclinate 14 și 14, blocul de roți dințate centrale 15, blocul satelit din stânga 16, blocul satelit din dreapta 17, roata dințată mobilă 18, roata dințată fixă 19, arborele conducător 20. Roata dințată mobilă 18 include coroana dințată 21, blocul satelit 16 – coroanele dințate 22 și 23, blocul de roți dințate centrale 15 – coroanele dințate 24 și 25, blocul satelit 17 – coroanele dințate 26 și 27, și roata dințată fixă 19 – coroana dințată 28. Reductoarele precesionale în două trepte 7 și 9 includ, de asemenea, cuplajul unilateral 29 și cuplajul unilateral de sens opus 30. Corpul reductorului precesional în două trepte constă din virola 31, capacul din dreapta 32 și capacul din stânga 33, servomotorul 6 este fixat de corpul reductorului precesional în două trepte, prin intermediul flanșei 34.

Instalația solară cu autoorientare funcționează în felul următor: la primirea semnalelor numerice de la sistemul de comandă 10 (fig. 1), prin intermediul servomotorului orizontal 6 și reductorului precesional în două trepte 7, axului orizontal 3 împreună cu reazemele 4 și panoul cu baterii solare 5, i se comunică mișcare de rotație în jurul axei orizontale II-II. Concomitent recepționează semnale numerice servomotorul vertical 8, care, prin intermediul reductorului precesional în două trepte 9 (fig. 3), comunică furcii 2, care se reazemă cu posibilitate de rotire pe baza fixă 1, o mișcare de rotație în jurul axei verticale III-III. Combinarea simultană a acestor două mișcări permite panoului cu baterii solare 5 să fie orientat în permanență perpendicular razelor solare. Totodată, sistemul de comandă include în memorie informații privind locul de amplasare a instalației solare cu autoorientare (latitudinea și longitudinea), înălțimea soarelui deasupra orizontului și durata fiecărei zile pe parcursul unui an.

Mișcările de rotație lente, necesare pentru rotirea bateriilor solare în plan orizontal și vertical, condiționate de mișcarea soarelui, sunt realizate de reductoarele precesionale în două trepte 7 și 9 în felul următor: mișcarea de rotație de la servomotor, prin intermediul cuplajului 11, este transmisă arborelui manivelă 12, care prin sectoarele înclinate 13 și 14 comunică blocurilor satelit 16 și 17 mișcări precesionale. În urma angrenării coroanelor dințate 28 și 27 a roții dințate fixe 19 și, respectiv, a blocului satelit 17, și a coroanelor dințate 26 și 25 ale blocului satelit 17 și, respectiv, a blocului de roți dințate centrale 15, acesta din urmă se va roti cu raportul de transmitere:

$$i_1 = -\frac{Z_{27}Z_{25}}{Z_{28}Z_{26} - Z_{27}Z_{25}}$$

unde:  $Z_{26}$  și  $Z_{27}$  este numărul de dinți ai coroanelor dințate ale blocului satelit 17;  $Z_{28}$  și  $Z_{25}$  – numărul de dinți ai roții dințate fixe 19 și ai coroanei dințate ale blocului de roți dințate centrale 15.

În consecință, blocul de roți dințate centrale 15 se va roti cu turația:

$$n_{15} = \frac{n_{\text{servomotorului}}}{i_1}$$

În urma angrenării coroanelor dințate 24 și 23 ale blocului de roți dințate centrale 15 și, respectiv, a blocului satelit 16 și a coroanelor dințate 22 și 21 ale blocului satelit 16 și respectiv – roții dințate mobile 18, aceasta din urmă se va roti față de blocul de roți dințate centrale 15 cu raportul de transmitere:

$$i_2 = -\frac{Z_{23}Z_{21}}{Z_{24}Z_{22} - Z_{23}Z_{21}}$$

unde:  $Z_{22}$  și  $Z_{23}$  este numărul de dinți ai coroanelor dințate ale blocului satelit 16;  $Z_{21}$  și  $Z_{24}$  – numărul de dinți ai roții dințate mobile 19 și, respectiv, ai coroanei dințate a blocului de roți dințate centrale 15.

În consecință, roata dințată mobilă 18 se va roti cu turația:

$$n_{18} = \frac{n_{\text{servomotorului}}}{i_{\text{total}}}$$

unde:  $i_{\text{total}}$  este raportul de transmitere total care îl vom avea la rotirea roții dințate mobile 18:

$$i_{\text{total}} = i_1 \cdot i_2$$

Cuplajul unilateral 29 asigură în reductorul precesional în două trepte cuplarea treptei cu raport de transmitere mare ( $i_{\text{total}}$ ) și respectiv turații mici ( $n_{18}$ ) la rotirea în direcția mișcării soarelui (panoul cu baterii solare va urma traiectoria mișcării soarelui, fiind orientat permanent perpendicular razelor solare).

## MD 2965 C2 2006.01.31

5

La inversarea mișcării rotorului servomotorului, cuplajul unilateral 29 nu va funcționa, iar cuplajul unilateral 30 va asigura cuplarea treptei cu raport de transmitere mai redus ( $i_i$ ) și turații mai mari ( $n_{i3}$ ), și reducerea rapidă a panoului cu baterii solare în poziția inițială (zorii zilei).

5 Realizarea reductorului precesional 7 și 9 în două trepte asigură obținerea unor mișcări de rotație lente, similare componentelor mișcării soarelui pe bolta cerească.

Amplasarea liberă flotantă a blocului de roți centrale 15 pe arborele manivelă 12 între blocurile satelit 16 și 17 asigură compensarea influenței erorilor de execuție și asamblare, de asemenea, o distribuție mai uniformă a sarcinilor dinamice în angrenaj.

10 Executarea porțiunilor 13 și 14 cu unghi de înclinare  $\Theta$ , orientat în direcții opuse, asigură compensarea forțelor axiale din angrenajele 23-24 și 25-26, fapt ce reduce simțitor acțiunea momentului de încovoiere asupra arborelui manivelă 12.

15

### (57) Revendicare:

Instalație solară cu autoorientare, care include un receptor de energie solară, legate cu acesta, mecanisme de orientare în direcție orizontală și verticală, precum și un sistem de dirijare a mecanismelor de orientare, care asigură o recepționare incontinuuă a energiei solare pe parcursul unei întregi zi însorite, într-un regim optim, indiferent de latitudinea geografică și anotimp, **caracterizată prin aceea că** receptorul de energie solară este executat în formă de panou solar, iar fiecare din mecanismele de orientare conține un servomotor și un reductor precesional în două trepte, care include un arbore manivelă, pe care sunt montați doi sateliți cu două coroane instalați pe sectoarele lui înclinate, unghiurile de înclinare ale cărora sunt opuse unul față de altul și egale cu unghiul de precesie, o roată dințată centrală cu două coroane cu autoinstalare în direcție axială, amplasată între sateliți, două roți dințate laterale cu o coroană, una dintre care este fixă și este plasată din partea servomotorului, iar cealaltă este mobilă și legată prin intermediul unui cuplaj unilateral cu arborele conducător, totodată, roata dințată centrală cu două coroane este legată cu arborele conducător prin intermediul unui alt cuplaj unilateral opus primului.

30

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2086863 C1 1997.08.10
2. RU 2147358 C1 2000.04.10

MD 2965 C2 2006.01.31

6

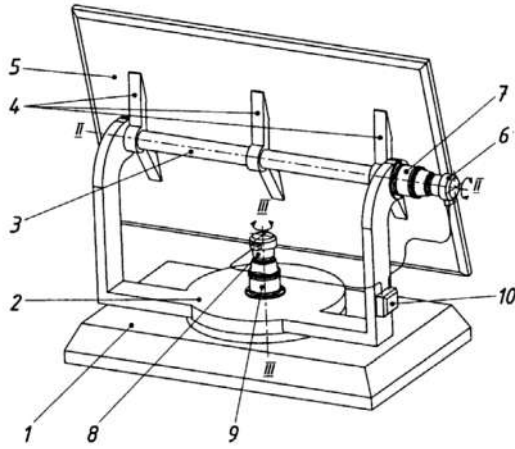


Fig. 1

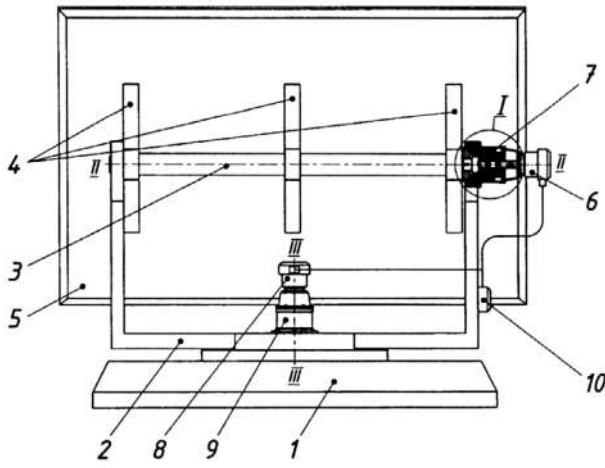


Fig. 2

MD 2965 C2 2006.01.31

7

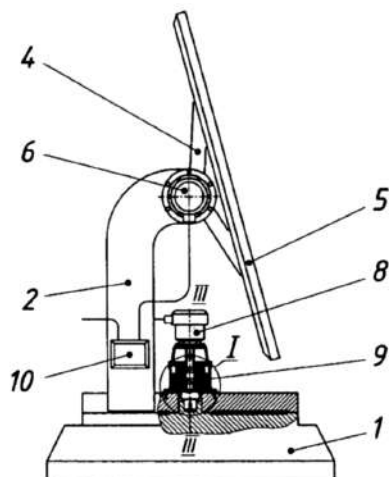


Fig. 3

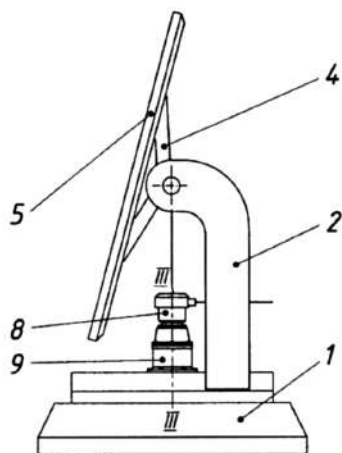


Fig. 4

MD 2965 C2 2006.01.31

8

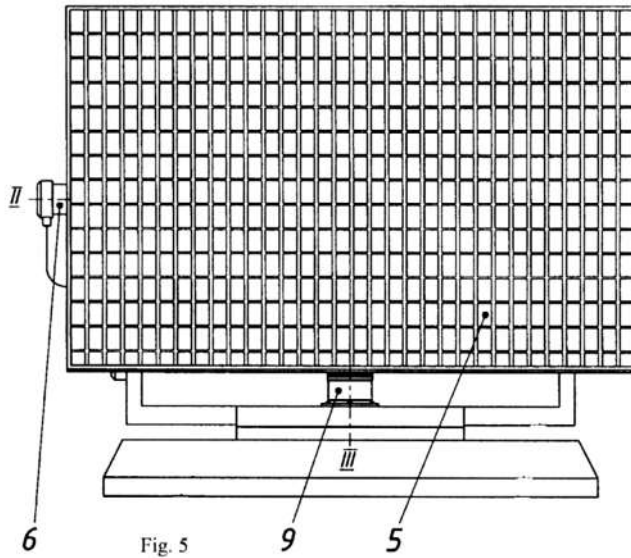


Fig. 5

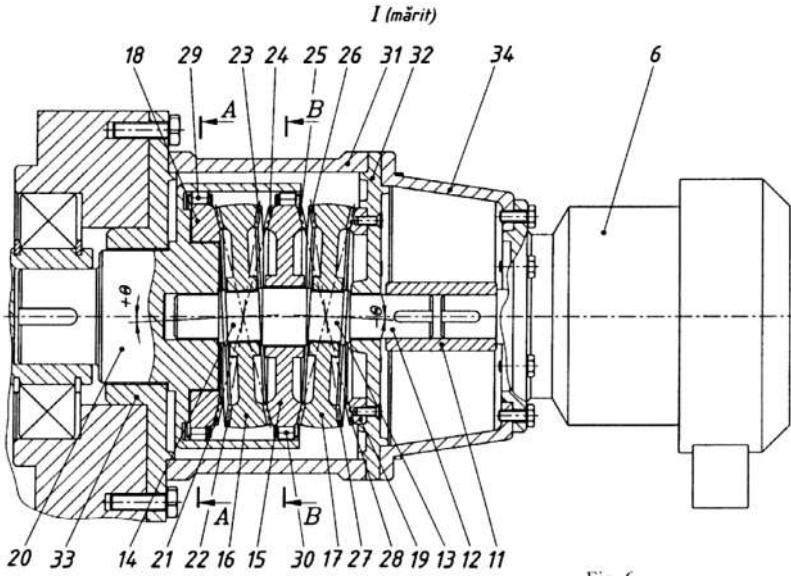


Fig. 6

MD 2965 C2 2006.01.31

9

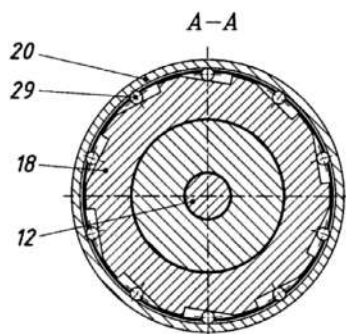


Fig. 7

B-B

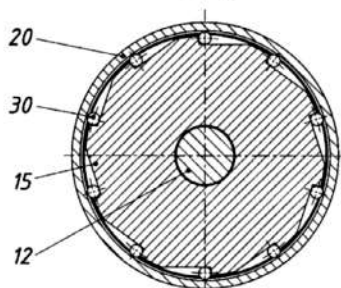


Fig. 8





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2916**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2916 G2 2005.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2916 (13) G2

(51) Int. Cl.: F03B 7/00 (2006.01)

## (12) BREVET DE INVENȚIE

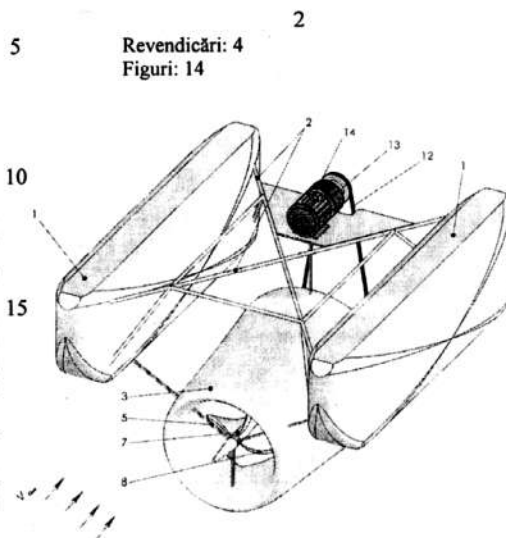
(21) Nr. depozit: a 2005 0065 (22) Data depozit: 2005.03.04	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.11.30, BOPI nr. 11/2005
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CARTOFEANU Vasile, MD; CIUPERCĂ Radu, MD; CIOBANU Oleg, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

### (54) Centrală hidroelectrică flotantă

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la hidroenergetică și poate fi utilizată la producerea energiei electrice în gospodării individuale.

Centrala hidroelectrică flotantă conține, instalate paralel unul altuia pe o ramă (2), două pontoane (1) cu elemente de ancorare și una sau mai multe turbine axiale (7) amplasate uniform într-un rând, arborele fiecărei turbine fiind unit printr-o transmisie prin curea (12) cu un electrogenerator (14), fixat în partea ei din spate. Turbina este unită cu electrogeneratorul printr-un multiplicator (13), este executată în formă de palete elicoidale (8) cu mai multe începuturi și este montată în lagăre cu interstițiu față de un corp (3), suprafața interioară a căruia este executată cu confuzor la intrare și difuzor la ieșire, iar cea exterioară – de formă conică. Roata de curea, instalată pe arborele turbinei, conține spițe, numărul cărora este egal cu numărul paletelor elicoidale ale turbinei, iar secțiunile peretelui corpului, paletelor elicoidale și a spițelor roții de curea au profil hidrodinamic.



## MD 2916 G2 2005.11.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la hidroenergetică și poate fi utilizată la producerea energiei electrice în gospodării individuale sătești, utilizând energia cinetică a apei râului, fără construirea barajelor sau a altor instalații auxiliare.

5 Este cunoscută o turbină hidrolică dublă, amplasată în apă în stare flotantă, ancorată printr-un lanț. Ea conține două turbine, în care liniile elicoidale au direcții opuse. Acest fapt permite compensarea momentului turnant și îi asigură stației o mai bună stabilitate în curenții de apă fără a necesita structuri rigide stabilizatoare [1].

10 Este cunoscută, de asemenea, o centrală hidroelectrică flotantă, care include două corpuri flotante, legate între ele cu o structură de rezistență, și elemente de ancorare. Pe structura de rezistență sunt fixate roți hidrolice cu palete, cuplate prin transmisii de curea cu generatorul electric [2].

Această centrală posedă un coeficient redus de utilizare a energiei cinetice a apei curgătoare, precum și o construcție relativ complicată.

15 Cea mai apropiată soluție este centrala hidroelectrică flotantă, care conține, instalate paralel unul altuia pe o ramă, pontoane cu elemente de ancorare și una sau mai multe turbine axiale, amplasate uniform într-un rând, arborele fiecărei turbine este unit printr-o transmisie prin curea cu un electrogenerator, fixat în partea ei din spate. Arborii, la rândul lor, sunt legați cinematic cu pompe, cuplate cu un electrogenerator [3].

20 Această centrală hidroelectrică posedă un coeficient redus de utilizare a energiei cinetice a apei curgătoare, cauzat de instabilitatea poziționării organelor de lucru pe arborii flexibili.

Problema pe care o rezolvă invenția este majorarea coeficientului de utilizare a energiei cinetice a curențului de apă și simplificarea construcției.

25 Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține, instalate paralel unul altuia pe o ramă, două pontoane cu elemente de ancorare și una sau mai multe turbine axiale amplasate uniform într-un rând, arborele fiecărei turbine fiind unit printr-o transmisie prin curea cu un electrogenerator, fixat în partea ei din spate. Turbina este unită cu electrogeneratorul printr-un multiplicator, este executată în formă de palete elicoidale cu mai multe începuturi și este montată în lagăre cu interstițiu față de un corp, suprafața interioară a căruia este executată cu confuzor la intrare și difuzor la ieșire, iar cea exterioară – de formă conică, roata de curea, instalată pe arborele turbinei, conține spițe, numărul cărora este egal cu numărul de palete elicoidale ale turbinei, totodată secțiunile peretelui corpului, paletelor elicoidale și a spițelor roții de curea sunt executate cu profil hidrodinamic. Lagărele sunt montate în corp prin intermediul suporturilor, secțiunea cărora este executată cu profil hidrodinamic. Turbina poate fi executată conică cu pasul liniei elicoidale schimbător, ce se mărește în direcția ieșirii și montată în corp astfel încât diametrul ei mai mare este amplasat la intrare. Turbina mai poate fi executată paraboloidală și montată în corp astfel încât diametrul ei mai mare să fie amplasat la intrare, iar partea frontală de la intrare a fiecărei palete este ascuțită.

Centrala hidroelectrică flotantă asigură următoarele avantaje:

- 40 - executarea turbinei în formă de rotor elicoidal cu suprafața exterioară cilindrică, conică sau paraboloidală cu pas constant sau variabil asigură o eficiență sporită;
- executarea confuzorului în partea anterioară de formă conică cu pereți curbilini cu curbură în interior asigură majorarea coeficientului Betz (poate fi majorat până la 2) și eficienței turbinei;
- executarea suporturilor arborelui rotorului cu profil hidrodinamic în părțile anterioară și posterioară ale turbinei asigură reducerea turbulenței fluidului;
- 45 - amplasarea rotoarelor elicoidale în confuzoare cu asigurarea unui interstițiu față de pereții confuzorului asigură majorarea eficienței în urma unei injectări suplimentare a fluidului în interiorul rotorului;
- executarea confuzorului cu pereți de formă hidrodinamică și cu intrare și ieșire conică asigură majorarea coeficientului de conversie a energiei cinetice a apei curgătoare și, ca rezultat, creșterea eficienței turbinei;
- 50 - executarea roții de curea cu spițe cu profil hidrodinamic, numărul cărora este egal cu numărul începuturilor rotorului elicoidal, asigură reducerea rezistenței spițelor la trecerea fluidului prin ele, obținerea unui moment de torsiune suplimentar;
- executarea rotoarelor elicoidale, amplasate de o parte și de alta a planului de simetrie al centralei hidrolice flotante, cu direcție opusă a liniilor elicoidale asigură reducerea momentului de rotație reactiv al turbinei și stabilitatea stației în curenții de apă.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...14, care reprezintă:

- fig. 1, stația hidroelectrică flotantă cu un singur rotor elicoidal;
- fig. 2, vederea A din fig. 1;

## MD 2916 G2 2005.11.30

- fig. 3, vederea B din fig. 1;
  - fig. 4, secțiune cu planul C-C din fig. 2;
  - fig. 5, centrala hidroelectrică flotantă cu două rotoare elicoidale;
  - fig. 6, vederea A din fig. 5;
  - 5 - fig. 7, vederea B din fig. 5;
  - fig. 8, centrala hidroelectrică flotantă cu trei rotoare elicoidale;
  - fig. 9, vederea A din fig. 8;
  - fig. 10, vederea B din fig. 8;
  - fig. 11, rotor elicoidal cu forma exterioară conică și pasul schimbător al liniei elicoidale;
  - 10 - fig. 12, rotor elicoidal cu forma exterioară paraboloidală;
  - fig. 13, vederea I din fig. 12;
  - fig. 14, schema de ancorare a centralei hidroelectrice flotante.
- Centrala hidroelectrică flotantă conform fig. 1, 2, 3 și 4 include pontoane 1, legate între ele cu o ramă 2, de care este legat un corp 3 cu profil hidrodinamic al pereților 4 în secțiune, în care este amplasat pe suporturi 5, 6 un rotor elicoidal 7 cu profil hidrodinamic al paletelor 8. Spițele suporturilor 5, 6 sunt executate cu profil hidrodinamic cu rezistență minimă la acțiunea curenților de apă. Suprafața interioară a corpului 3 este executată cu confuzor la intrare și difuzor la ieșire, iar cea exterioară este executată de formă conică. Pe capătul din spate al arborelui rotorului elicoidal 7 este fixată o roată de curea 9, cu un număr de spițe 10, egal cu numărul paletelor 8. Spițele au profil hidrodinamic 11 în secțiune normală. Roata de curea este legată prin intermediul unei curele 12 cu arborele multiplicatorului 13, fixat de flanșa electrogeneratorului 14, fixat pe rama 2.
- Centrala hidroelectrică flotantă conform fig. 5, 6 și 7 include două corpuri 15, 16 cu confuzoare și difuzoare, legate cu o ramă 17. În corpurile 15, 16 sunt instalate rotoare elicoidale 18, 19, paletetele 20, 21 cărora sunt amplasate pe linie elicoidală în direcții opuse (linia elicoidală a paletelor 20 are o direcție, iar a paletelor 21 – direcție opusă). Pe capetele din spate ale rotoarelor elicoidale 18, 19 sunt fixate roțile de curea 22, 23, legate cu roata de curea, fixată pe arborele multiplicatorului 13.
- Centrala hidroelectrică flotantă conform fig. 8, 9 și 10 include trei corpuri 24, 25 și 26 cu confuzoare și difuzoare, legate cu o ramă 27. În corpurile 24, 25 și 26 sunt instalate rotoare elicoidale 28, 29 și 30. Paletetele 31, 33 rotoarelor elicoidale 28, 30 au aceeași direcție a liniei elicoidale, iar paletetele 33 rotorului 29 – direcție opusă a liniilor elicoidale. Pe capetele din spate ale rotoarelor elicoidale 28, 30 sunt fixate roțile de curea 34, 35 cu o singură canelură, iar pe capătul rotorului 29 – o roată de curea 36 cu trei caneluri. Rotoarele elicoidale 28, 30 sunt legate cinematic cu rotorul elicoidal 29 prin curelele 37, 38, iar roata de curea 36 transmite mișcarea de rotație prin intermediul curelei 39 la roata de curea 40, fixată pe arborele multiplicatorului 13.
- 35 Rotorul elicoidal (fig. 11) are suprafața exterioară 41 conică, iar pasul liniei elicoidale a paletelor 42 este schimbător și se mărește în direcția ieșirii.
- Rotorul elicoidal (fig. 12) are suprafața exterioară 43 paraboloidală, iar paletetele 44 în partea lor frontală 45 sunt ascuțite (fig. 13).
- Centrala hidroelectrică flotantă este ancorată cu ajutorul ancorelor 46, 47 (fig. 14).
- 40 Centrala hidroelectrică flotantă, conform fig. 1, funcționează în modul următor.
- Curenții de apă pătrund prin partea anterioară a confuzorului corpului 3 în rotorul elicoidal 7. Datorită profilului hidrodinamic al pereților 4 ai confuzorului corpului 3 curenții de apă obțin un surplus de viteză și acționează asupra paletelor 8, asigurând rotirea rotorului elicoidal 7. Mișcarea de rotație a rotorului elicoidal 7 se transmite prin curea 12 arborelui multiplicatorului 13. Mișcarea de rotație multiplicată se transmite electrogeneratorului 14. Datorită faptului că numărul de spițe 10 ale roții de curea este egal cu numărul paletelor rotorului elicoidal 7 rezistența exercitată de curenții de apă la ieșirea din rotorul elicoidal 7 va fi minimă. De asemenea, se va reduce efectul de turbulență. Datorită profilului hidrodinamic al spițelor 10 roții de curea 9 se va obține o mișcare de rotație suplimentară de la spițele roții de curea, care se va transmite roții de curea 9. Datorită interstițiului între pereții interiori ai confuzorului corpului 3 și suprafața exterioară a paletelor are loc o injecție suplimentară a curenților de apă periferici, fapt ce duce la o creștere a coeficientului de utilizare a energiei cinetice a curenților de apă.
- 50 Centrala hidroelectrică flotantă, conform fig. 5, funcționează în modul următor.
- Datorită orientării liniilor elicoidale ale paletelor 20 și 21 în direcții opuse momentele reactive de la rotoarele elicoidale 18 și 19 se vor compensa reciproc, asigurându-se astfel stabilitatea centralei în curenții de apă curgătoare și eliberarea ancorelor 44 și 45 de forțele laterale de reacție. Momentul de torsiune de la rotoarele elicoidale 18 și 19 se transmite prin intermediul roții de curea 23 arborelui multiplicatorului 13.
- 60 Centrala hidroelectrică flotantă conform fig. 8 funcționează similar centralei din fig. 1. Orientarea liniilor elicoidale ale paletelor 31, 32 pe o parte și ale paletelor 33 pe altă parte în direcții opuse asigură o compensare parțială a momentului turnant de reacție al centralei în întregime. Momentele de

## MD 2916 G2 2005.11.30

5

torsiune de la roțile de curea 34, 35 se transmit prin intermediul curelelor 37, 38 roții de curea 36 cu trei caneluri. De la roata de curea 36 momentul de torsiune sumar (de la rotoarele elicoidale 28, 29, 30) este transmis roții de curea 40, fixată pe arborele multiplicatorului 13.

5 Executarea suprafeței exterioare a rotorului elicoidal de formă conică (fig. 11) și paraboloidală (fig. 12) asigură o ieșire mai efektivă a apei din turbină și reduce posibilitatea apariției turbulenței. Executarea paletelor cu pas schimbător al liniei elicoidale (fig. 1) asigură reducerea fenomenelor de frânare la trecerea apei prin rotoarele elicoidale. Executarea părții din față 45 a paletelor 44 ascuțită reduce rezistența frontală a rotorului elicoidal 7 la intrarea apei în confuzor.

10 Centrala hidroelectrică flotantă permite transformarea energiei cinetice a apei curgătoare în energie mecanică sau electrică cu un coeficient sporit de utilizare a energiei apei (până la 2), executarea unei construcții relativ simple și cu stabilitate sub acțiunea curenților de apă curgătoare.

### 15 (57) Revendicări:

1. Centrală hidroelectrică flotantă, care conține, instalate paralel unul altuia pe o ramă, două pontoane cu elemente de ancorare și una sau mai multe turbine axiale amplasate uniform într-un rând, arborele fiecărei turbine fiind unit printr-o transmisie prin curea cu un electrogenerator, fixat în partea ei din spate, **caracterizată prin aceea că** turbina este unită cu electrogeneratorul printr-un multiplicator, este executată în formă de palete elicoidale cu mai multe începuturi și este montată în lagăre cu interstițiu față de un corp, suprafața interioară a căruia este executată cu confuzor la intrare și difuzor la ieșire, iar cea exterioară – de formă conică, roata de curea, instalată pe arborele turbinei, conține spițe, numărul cărora este egal cu numărul de palete elicoidale ale turbinei, totodată secțiunile peretelui corpului, paletelor elicoidale și a spițelor roții de curea sunt executate cu profil hidrodinamic.

25 2. Centrală hidroelectrică flotantă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** turbina este executată conică cu pasul liniei elicoidale schimbător, ce se mărește în direcția ieșirii și este montată în corp astfel încât diametrul ei mai mare este amplasat la intrare.

30 3. Centrală hidroelectrică flotantă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** turbina este executată paraboloidală și este montată în corp astfel încât diametrul ei mai mare este amplasat la intrare, iar partea frontală de la intrare a fiecărei palete este ascuțită.

35 4. Centrală hidroelectrică flotantă conform revendicărilor 1 - 3, **caracterizată prin aceea că** lagărele sunt montate în corp prin intermediul suporturilor, secțiunea cărora este executată cu profil hidrodinamic.

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 2002/0088222 A1 2002.06.11
2. FR 1175566 A 1959.03.27
3. SU 1784071 A1 1992.12.23

**MD 2916 G2 2005.11.30**

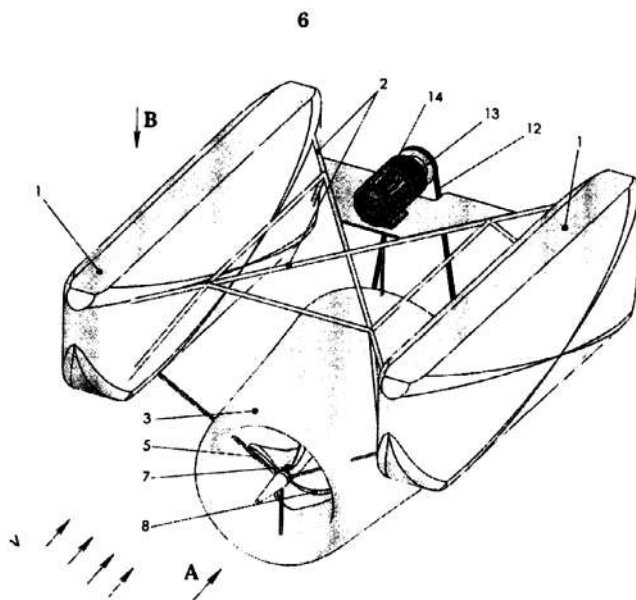


Fig. 1

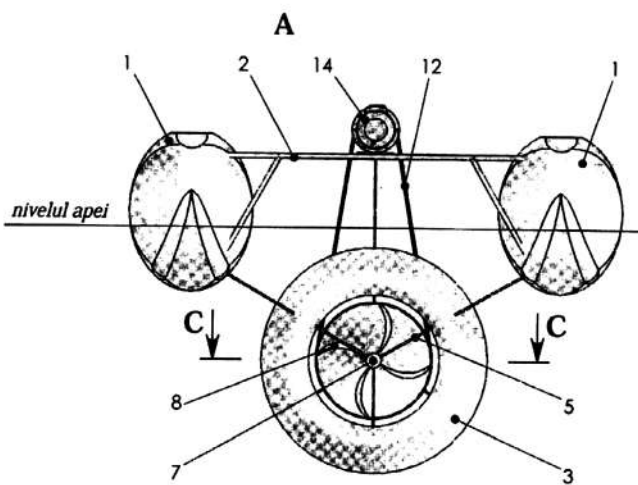


Fig. 2

**MD 2916 G2 2005.11.30**

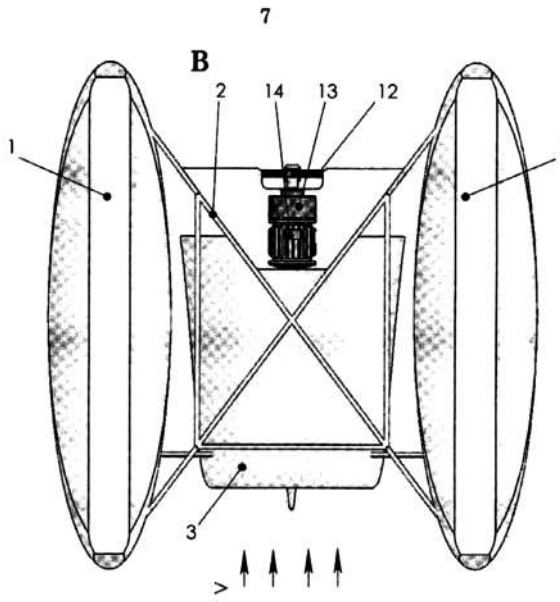


Fig. 3

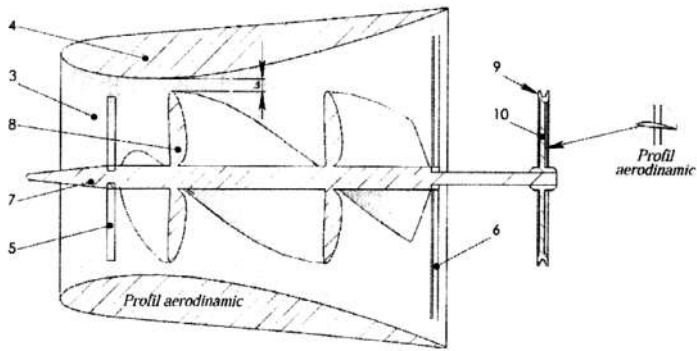


Fig. 4

**MD 2916 G2 2005.11.30**

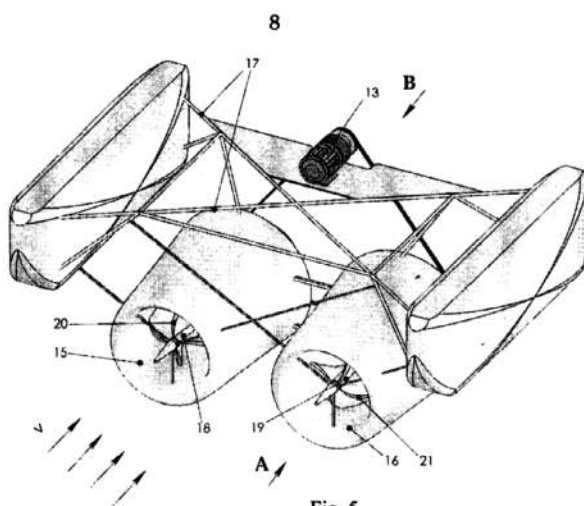


Fig. 5

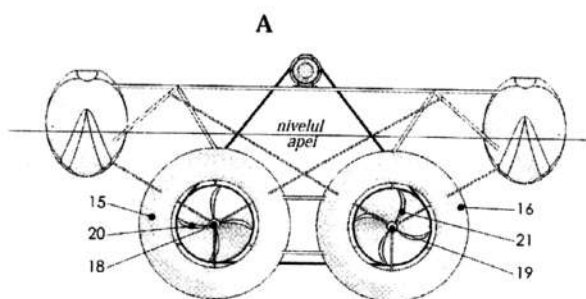


Fig. 6

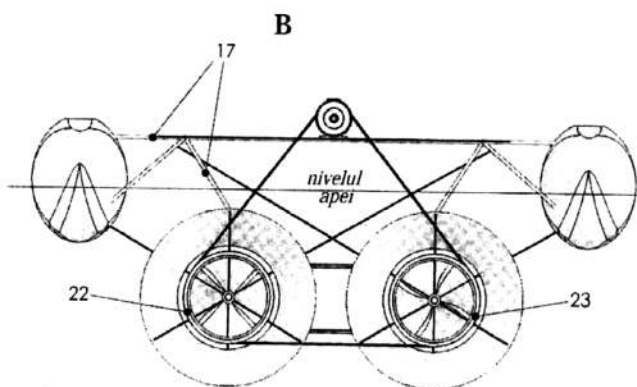


Fig. 7



**MD 2916 G2 2005.11.30**

9

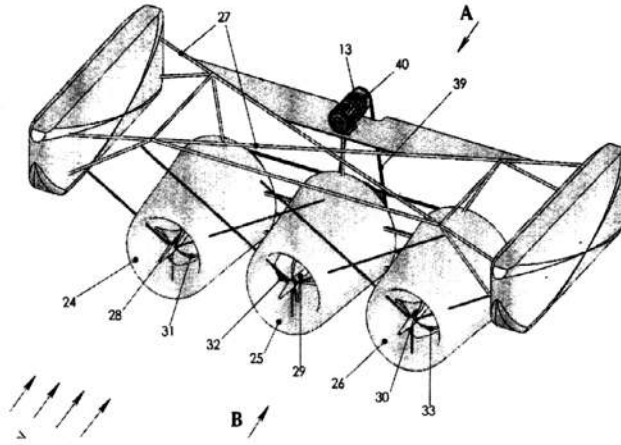


Fig. 8

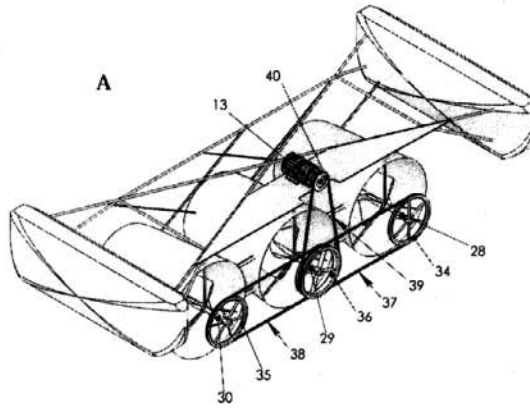


Fig. 9

**MD 2916 G2 2005.11.30**

10

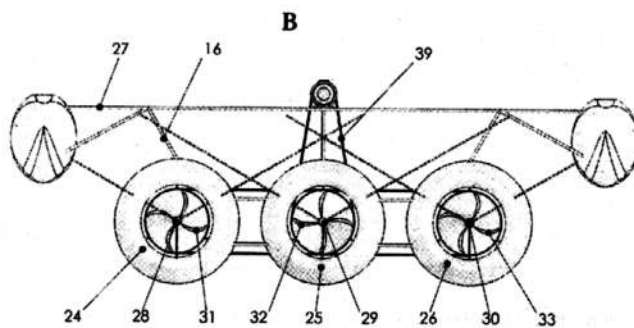


Fig. 10

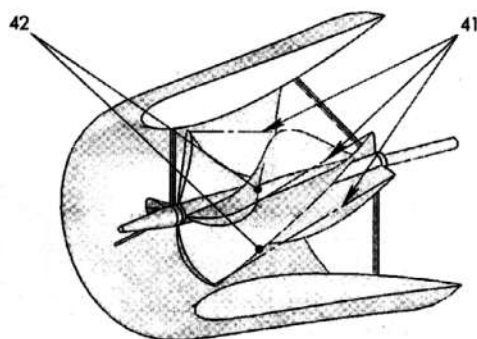


Fig. 11

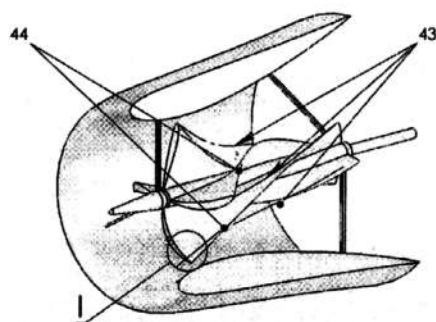


Fig. 12

**MD 2916 G2 2005.11.30**

11

**I**

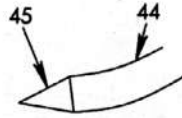


Fig. 13

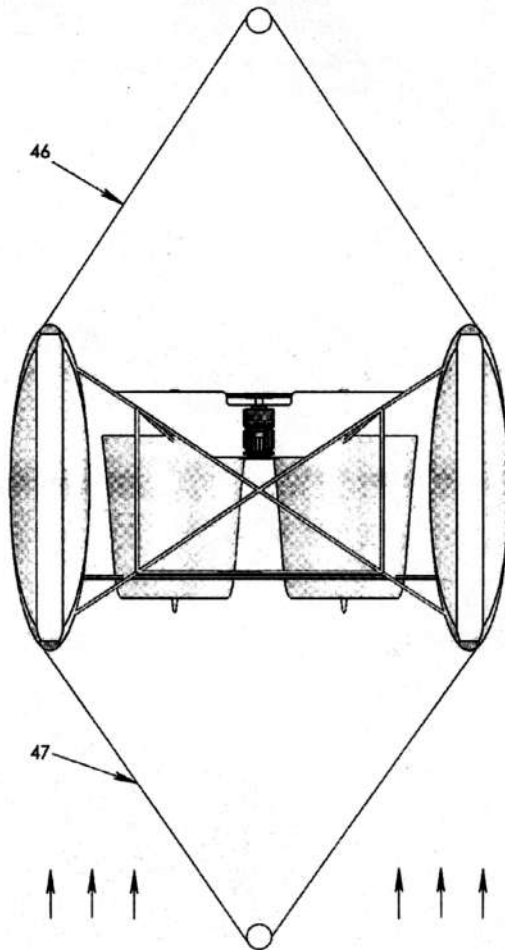


Fig. 14



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2888**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE EXPLOATARE A INVENȚIEI ȘI DREPTUL DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ ACORDUL SĂU PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL DE INVENȚIE ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DE DEPOZIT A CERERII DE BREVET, CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGLIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2888 G2 2005.10.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2888 (13) G2  
(51) Int. Cl.: F03B 7/00 (2006.0)

## (12) BREVET DE INVENȚIE

<p>(21) Nr. depozit: a 2005 0067 (22) Data depozit: 2005.03.04</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.10.31, BOPI nr. 10/2005</p>
<p>(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CIUPERCĂ Radu, MD; CIOBANU Oleg, MD; CIOBANU Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD</p>	

### (54) Stație hidraulică

### (57) Rezumat:

1

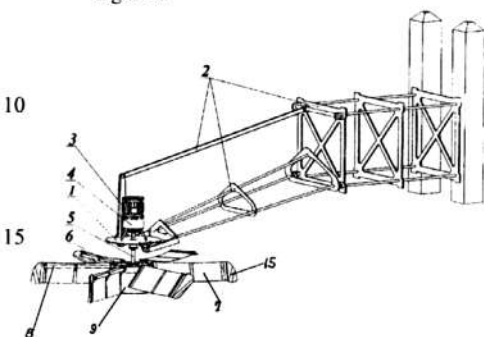
Invenția se referă la energetică, în particular la stațiile hidraulice.

Stația hidraulică include o platformă 1 fixată pe o bază de țârm 2 cu posibilitatea reglării poziției stației față de nivelul apei curgătoare, pe care sunt amplasate, legate între ele, un generator 3, un multiplicator 4 și un arbore vertical 5, pe capătul liber al căruia este montată o turbină 6, care conține o bucă cilindrică 9, în peretele căreia sunt amplasate radial, montate în același plan, niște osii 8, capetele cărora sunt unite între ele, totodată pe osiile 8 sunt fixate cu posibilitatea deplasării unghiulare, limitate de clichete, niște paletă 7, dotate cu volete 15, fixate pe capetele libere ale lor. În interiorul bucei cilindrice 9 coaxial este montată o bucă suplimentară unită rigid cu prima, în care sunt fixate rigid capetele osiilor 8. Numărul paletelor 7 fiind cel puțin șase și ele sunt amplasate uniform pe circumferință. Fiecare paletă 7 este executată arcuit după lungimea osiei, iar fiecare

2

volet 15 este îndoit curbiliniu și fixat față de suprafața paletei 7 sub un unghi de 10...15°.

Revendicări: 1  
Figuri: 5



## MD 2888 G2 2005.10.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la energetică, în particular la stațiile hidraulice.

Este cunoscută turbina hidraulică, care conține un arbore de ieșire vertical, pe care sunt montate patru palete fixate pe osii orizontale. Paletetele au formă dreptunghiulară și sunt fixate pe osii sub un unghi de 90° față de planul perpendicular pe arborele vertical. Ele sunt dotate cu aripișoare, care sunt fixate rigid pe capetele lor. Aripișoarele permit scoaterea mai eficientă a paletelor de sub acțiunea curenților de apă în timpul mișcării lor împotriva curenților de apă. Osiile sunt montate radial pe arborele vertical cu posibilitatea rotirii în jurul axelor sale și amplasate în același plan [1].

Având o construcție simplă turbina dezvoltă o putere relativ mică și are fiabilitate scăzută.

Este de asemenea cunoscută stația hidraulică, care include o platformă fixată pe o bază de țârm cu posibilitatea reglării poziției față de nivelul apei curgătoare, pe care sunt amplasate un generator și un multiplicator, cu care este legat axul vertical, la capătul liber al căruia este montată o turbină, care conține osii cu palete fixate la capete. Turbina conține suplimentar o bucășă cavă. Paletetele sunt fixate pe osii alternativ sub un unghi mai mic de 90° față de planul perpendicular pe arborele vertical și sunt dotate cu aripișoare, care sunt fixate rigid pe capetele paletelor sub un anumit unghi față de planul lor. Platforma este montată pe baza de țârm cu ajutorul unui mecanism articulată cu patru elemente [2]. Având numai 4 palete de formă plană și una din osii executată din două părți, stația examinată posedă eficiență și fiabilitate relativ reduse, construcție relativ complicată.

Problema pe care o soluționează invenția este simplificarea construcției, majorarea fiabilității și eficienței.

Esența invenției constă în faptul că stația hidraulică include o platformă 1 fixată pe o bază de țârm 2 cu posibilitatea reglării poziției stației față de nivelul apei curgătoare, pe care sunt amplasate, legate între ele, un generator 3, un multiplicator 4 și un arbore vertical 5, pe capătul liber al căruia este montată o turbină 6, care conține o bucășă cilindrică 9, în peretele căreia sunt amplasate radial, montate în același plan, niște osii 8, capetele cărora sunt unite între ele, totodată pe osiile 8 sunt fixate cu posibilitatea deplasării unghiulare, limitate de clichete, niște palete 7, dotate cu volete 15, fixate pe capetele libere ale lor. În interiorul bucășei cilindrice 9 coaxial este montată o bucășă suplimentară unită rigid cu prima, în care sunt fixate rigid capetele osiilor 8. Paletetele 7, în număr de cel puțin șase, sunt amplasate uniform pe circumferință. Fiecare paletă 7 este executată arcuit după lungimea osiei, iar fiecare volet 15 este îndoit curbiliniu și fixat față de suprafața paletetei 7 sub un unghi de 10...15°.

Stația hidraulică conform invenției asigură următoarele avantaje:

- construcția turbinei cu palete amplasate liber pe osii fixe asigură stației hidraulice simplitate constructivă și rigiditate;

- forma curbilinică a paletelor asigură eficiență sporită turbinei;

- forma voletelor și amplasarea lor relativă față de suprafața de lucru a paletetei, de asemenea, legătura cinematică a paletelor amplasate în zone diametral opuse, asigură paletetei rezistență minimă la mișcarea ei împotriva curentului de apă.

Invenția se explică prin figurile 1-5, care reprezintă:

- fig. 1, schema microhidrocentralei;

- fig. 2, schema turbinei cu palete curbilinii;

- fig. 3, schema paletetei curbilinii;

- fig. 4, secțiunea A-A, vezi fig. 3 – amplasarea limitatorului de rotire a paletetei;

- fig. 5, vederea B, vezi fig. 3 – amplasarea voletelor față de planul de lucru al paletetei.

Stația hidraulică (fig. 1) include platforma 1, fixată pe o bază de țârm 2 cu posibilitatea reglării poziției stației față de nivelul apei curgătoare, un generator 3 și un multiplicator 4, un arbore vertical 5, pe capătul liber al căruia este montată o turbină 6. Turbina (fig. 2) include o bucășă cilindrică 9, în interiorul căreia sunt amplasate, radial montate în același plan, osiile 8, iar unul din capetele osiilor sunt fixate rigid în cilindrul 10 legat rigid cu bucășă cilindrică 9. Pe osiile 8 sunt fixate, cu posibilitatea deplasării unghiulare, paletetele 7 limitate de niște clichete 12. Pe clichetele 12, amplasate la capetele osiilor 8, sunt executate câte un canal deschis 13 executat în formă de sector, care formează cu axa bucășei un unghi de aproximativ 100° (fig. 4), iar pe osii sunt fixate rigid limitatoarele 4. Paletetele 7 sunt fixate pe nervurile de rigiditate 11 (fig. 3), formând o rază de curbură  $R$ , iar la capetele exterioare ale paletelor 7 sunt fixate rigid voletele 15, care au o formă concavă din partea feței paletetei 7, și formează cu planul de lucru al paletetei 7 un unghi de 10...15° (fig. 5). Paletetele 7 amplasate în zone diametral opuse sunt legate cinematic între ele.

Stația hidraulică funcționează în modul următor: turbina 6 împreună cu osiile 8 și paletetele 7 este amplasată în apa curgătoare a râului. Permanent una dintre paletetele 7 se va afla totalmente sub acțiunea curenților de apă. Concomitent, o altă paletă 7, amplasată înaintea paletetei nominalizate anterior, se află parțial sub acțiunea curenților de apă, aflându-se la faza de ieșire de sub acțiunea lor.

## MD 2888 G2 2005.10.31

4

O altă paletă, amplasată după paleta 7 de referință, se află, de asemenea, parțial sub acțiunea curenților de apă, aflându-se în faza de intrare totală sub acțiunea curenților. Astfel sub acțiunea acestor trei palete 7 arborele 5 va efectua o mișcare de rotație, aducând sub acțiunea curenților de aer o altă paletă. Paleta 7, care a ieșit de sub acțiunea curenților de apă, este deplasată de axul principal împotriva curentului de apă. La deplasarea paletei 7 împotriva curenților de apă sub acțiunea lor se va roti în jurul osiei 8 până la poziția aproape orizontală, paralelă cu planul curenților de apă. Pentru a accelera rotirea paletei 7 în jurul osiei 8 (a reduce rezistența lichidului, în special la viteze mai mari de rotire a axului 5) la deplasarea împotriva curenților de apă, se folosește momentul de torsiune generat suplimentar de voletul 15, amplasat sub un unghi de 10...15°. Curenții de pe voletul 15 vor acționa intermediul legăturii cinematice paleta 7 aflată în mișcare contra curenților de apă. În acest mod se asigură poziția paletei 7 cu rezistență maximă a paletei (poziția de lucru) și poziția de minimă rezistență (poziția mișcării paletei împotriva curentului de apă). Totodată legătura cinematică a paletelor 7 aflate în zone diametral opuse va asigura scoaterea paletelor din punctele moarte. Succesiv aceste mișcări sunt executate de fiecare pereche de palete 7, astfel arborele 5 al turbinei 6 fiindu-i comunicată o mișcare de rotație relativ uniformă. Mișcarea de rotație a axului 5 este multiplicată de multiplicatorul 4 și transmisă mai departe generatorului 3, care produce curent electric. Sistemul de reglare 2 (mecanismul paralelogram) asigură poziție verticală arborelui 5 la orice nivel al apei curgătoare.

Stația hidrolică propusă permite transformarea energiei electrice a apei curgătoare în energie mecanică sau electrică cu un coeficient sporit de utilizare a energiei apei. De asemenea, numărul mărit al paletelor asigură rotire relativ uniformă a axului turbinei, fapt ce condiționează frecvență relativ constantă a curentului electric produs.

### 30 (57) Revendicare:

Stația hidrolică care include o platformă fixată pe o bază de țărnamă cu posibilitatea reglării poziției stației față de nivelul apei curgătoare, pe care sunt amplasate, legate între ele, un generator, un multiplicator și un arbore vertical, pe capătul liber al căruia este montată o turbină, care conține o bucușă cilindrică, în peretele căreia sunt amplasate radial, montate în același plan, niște osii, capetele cărora sunt unite între ele, totodată pe osii sunt fixate cu posibilitatea deplasării unghiulare, limitate de clichete, niște palete, dotate cu volete, fixate pe capetele libere ale lor, caracterizată prin aceea că în interiorul bucușei cilindrice coaxial este montată o bucușă suplimentară unită rigid cu prima, în care sunt fixate rigid capetele osiilor, numărul paletelor fiind cel puțin șase și ele sunt amplasate uniform pe circumferință, totodată fiecare paletă este executată arcuit după lungimea osiei, iar fiecare volet este îndoit curbiliniu și fixat față de suprafața paletei sub un unghi de 10 ... 15°.

### (56) Referințe bibliografice:

1. US 6682296 2004.01.27
2. MD 2288 C2 2003.10.31

MD 2888 G2 2005.10.31

5

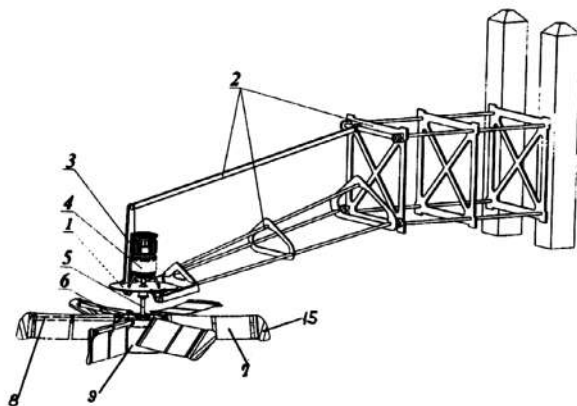


Fig. 1

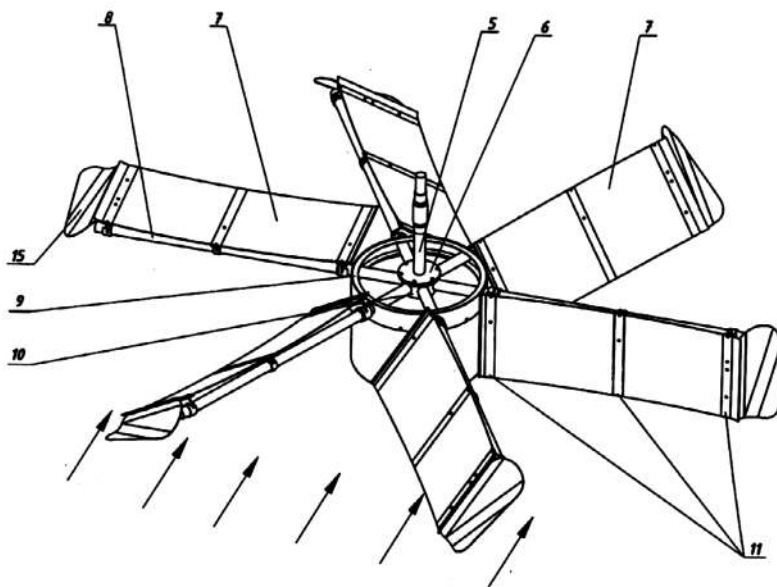


Fig. 2



**MD 2888 G2 2005.10.31**

6

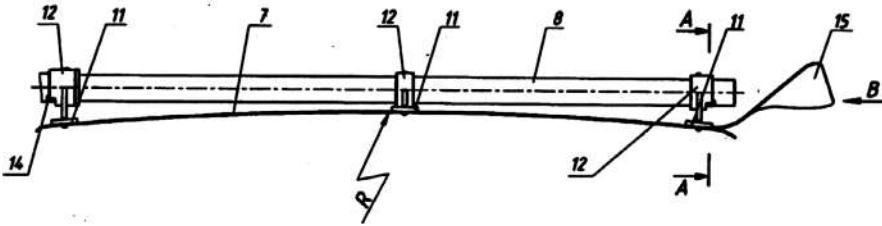


Fig. 3

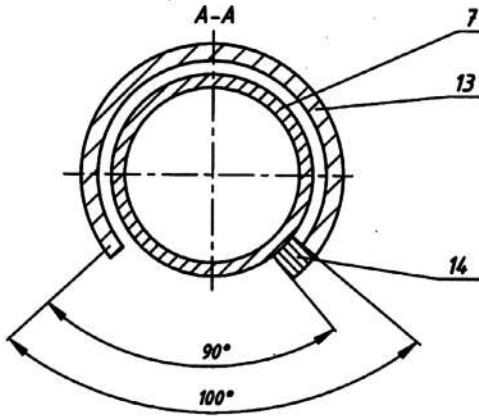


Fig. 4

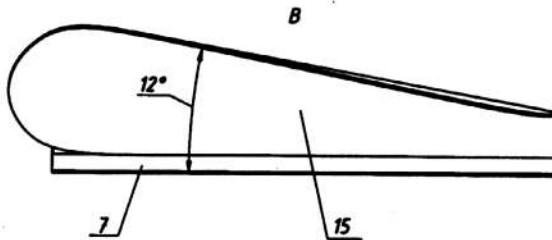


Fig. 5



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI**

AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2679**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2679 C2 2005.01.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2679<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 02 B 75/26

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0064 (22) Data depozit: 2001.03.15 (41) Data publicării cererii: 2003.02.28, BOPI nr. 2/2003	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2005.01.31, BOPI nr. 1/2005
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; NICU Tudor, MD; CIUPERCĂ Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Motor cu ardere externă

(57) Rezumat:

1 Invenția se referă la construcția de mașini, în special la motoarele cu ardere externă.

Motorul cu ardere externă include un corp, în care sunt amplasați cilindri cu pistoane legate cinematic cu dispozitivul de transformare a mișcării lor rectilinie-alternativă în mișcarea rotativă a arborelui condus. Dispozitivul de transformare a mișcării rectilinie-alternativă a pistoanelor în mișcarea rotativă a arborelui condus conține un bloc satelit cu două coroane dințate, care este montat pe arborele condus prin rulment sferic și este legat prin corpurile de rulare cu pistoane, traiectoria deplasării

5 2  
cărora este determinată de amplitudinea mișcării de precesie a blocului satelit. O coroană dințată a blocului satelit este în angrenare cu roata dințată fixată în corp, iar cealaltă coroană – cu roata dințată legată cu arborele condus. Dinții coroanei blocului satelit din partea arborelui condus pot fi executați în formă de role conice, care sunt în angrenare cu două roți dințate legate corespunzător cu doi arbori conduși.

Revendicări: 3  
Figuri: 2

## MD 2679 C2 2005.01.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, în special la motoarele cu ardere externă.

5 Este cunoscut motorul Stirling [1] care include camera de ardere externă, pistoane, cilindri, în care sunt amplasate pistoane, tijele cărora sunt legate prin intermediul unui mecanism rombic cu pistonul mecanismului de distribuție. Având un randament relativ ridicat, motorul examinat posedă

posibilități funcționale reduse.  
Mai este cunoscut motorul Stirling [2], care include cilindrul cu pistoane amplasate pe circumferință, tijele cărora sunt legate cu un disc înclinat, legat cu arborele condus. Având un randament

10 relativ ridicat, motorul examinat posedă de asemenea posibilități funcționale reduse.

Problema propusă se rezolvă prin aceea că motorul cu ardere externă include un corp, în care sunt amplasați cilindri cu pistoane legate cinematic cu dispozitivul de transformare a mișcării lor rectilinie-alternativă în mișcare rotativă a arborelui condus. Dispozitivul de transformare a mișcării rectilinie-alternativă în mișcare rotativă a arborelui condus conține un bloc satelit cu două

15 coroane dințate, care este montat pe arborele condus prin rulment sferic și este legat prin corpuri de rulare cu pistoane, traiectoria deplasării cărora este determinată de amplitudinea mișcării de precesie a blocului satelit. O coroană dințată a blocului satelit este în angrenare cu roata dințată fixată în corp, iar cealaltă coroană – cu roata dințată legată cu arborele condus. Dinții coroanei blocului satelit din partea arborelui condus pot fi executați în formă de role conice, care sunt în angrenare cu două roți

20 dințate legate corespunzător cu doi arbori conduși.  
Rezultatul constă în lărgirea posibilităților funcționale prin reducerea mișcării de rotație a arborelui condus.

Executarea discului înclinat, interacționând cu tijele pistoanelor în formă de satelit, coroanele dințate ale căruia angrenează cu roțile dințate centrale, asigură:

25 - satelitului o mișcare sfero-spațială de precesie cu o amplitudinea egală cu cursa pistonului;

- lărgirea posibilităților funcționale prin reducerea vitezei arborelui condus;

- lărgirea posibilităților funcționale prin obținerea a două viteze la arborii conduși.

Executarea dinților coroanelor dințate ale blocului satelit în formă de role conice asigură

30 îmbunătățirea randamentului total al motorului cu ardere externă propus.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, schema motorului cu ardere externă cu o viteză a arborelui condus;

- fig. 2, schema motorului cu ardere externă cu două viteze ale arborilor conduși.

Motorul cu ardere externă (fig. 1) conține corpul 1 în care sunt amplasate pistoanele 2, legate prin intermediul corpurilor de rulare 3 cu blocul-satelit 4, care include coroanele dințate 5 și 6. Pe ambele

35 părți ale satelitului 4 sunt amplasate, respectiv, roata dințată centrală 7, fixată rigid în corpul 1 și roata centrală condusă 8, legată cu arborele condus 9. Satelitul 4 este instalat pe rulmentul sferic 10, fixat pe arborele condus 9. În motorul cu ardere externă din figura 2, coroanele dințate 5 și 6 ale blocului satelit 4 sunt executate cu dinți în formă de role conice, iar coroana dințată 6 angrenează simultan cu

40 două roți dințate centrale 11 și 12, legate cu arborele condus 13 și, respectiv, 14.

Motorul funcționează în modul următor. La arderea externă a combustibilului, gazul acționează asupra pistoanelor 2, comunicându-le o mișcare de translație. La deplasarea translativă a pistoanelor 2, amplasate pe circumferință ( pot fi 3,4,6,8 pistoane ), iar deplasarea pistoanelor 2 are loc conform unei legități anume: pistoanele diametral opuse 2 se vor afla în poziții extreme opuse, deplasarea lor prin intermediul corpurilor de alunecare 3 se transformă în mișcare de precesie a roții satelit 4 în jurul centrului de precesie „0”. Ca rezultat al angrenării dinților coroanelor dințate 5 și 6 cu dinții roților centrale 7 și 8, ultima se va roti cu un grad de reducție:

$$i = - \frac{Z_5 \cdot Z_8}{Z_7 Z_6 - Z_5 Z_8},$$

unde  $Z_5, Z_6$  sunt numărul de dinți ale coroanelor dințate 5 și 6 care aparțin satelitului 4;

40  $Z_7, Z_8$  – numărul dinților roților centrale 7 și 8.

Raportul dinților roților care angrenează este:  $Z_3 = Z_5 \pm 1; Z_6 = Z_8 \pm 1$ .

În motorul cu ardere externă din figura 2, în urma angrenării roților coroanelor dințate 5 și 6 cu

55 dinții roții dințate centrale fixe 7, și, respectiv, cu dinții roților dințate conduse 11 și 12, arborii conduși 13 și, respectiv, 14 se vor roti cu gradul de reducție:

$$i_{13} = - \frac{Z_5 \cdot Z_{11}}{Z_7 Z_8 - Z_5 Z_{11}}$$

## MD 2679 C2 2005.01.31

4

$$i_{14} = -\frac{Z_5 \cdot Z_{12}}{Z_7 Z_8 - Z_3 Z_{11}}$$

- 5 Soluția propusă prezintă o sursă importantă de lărgire a posibilităților funcționale ale motorului cu ardere externă. Motoarele cu ardere externă pot acoperi domenii de aplicare inaccesibile pentru motoarele cu combustie internă.

### 10 (57) Revendicări:

- 15 1. Motor cu ardere externă ce include un corp în care sunt amplasați cilindri cu pistoane, legate cinematic cu dispozitivul de transformare a mișcării lor rectilinie-alternativă în mișcarea rotativă a arborelui condus, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de transformare a mișcării rectilinie-alternativă a pistoanelor în mișcarea rotativă a arborelui condus conține un bloc satelit cu

- 20 2. Motor cu ardere externă, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în partea de mijloc a blocului satelit este executată o proeminență inelară amplasată în tăieturile de pe părțile laterale ale pistoanelor și legată cu ei prin corpuri de rulare.

- 25 3. Motor cu ardere externă, conform revendicării 1, 2, **caracterizat prin aceea că** dinții coroanei blocului satelit din partea arborelui condus sunt executați în formă de role conice, care sunt în angrenare cu două roți dințate legate corespunzător cu doi arbori conduși.

### (56) Referințe bibliografice:

1. Me. Graw Hill. Encyclopedia of Engineering, 1983, ISBN-0-07-045486-8, p. 1045
2. G. Walker. The Stirling Engine, Sci. Amer., 229(2), p.80, 1973

# MD 2679 C2 2005.01.31

5

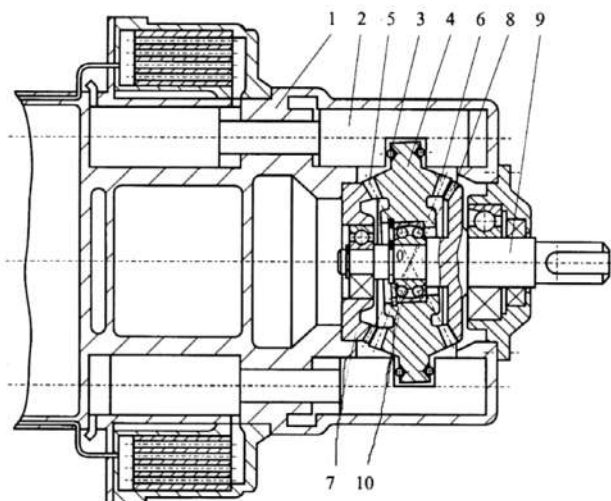


Fig. 1

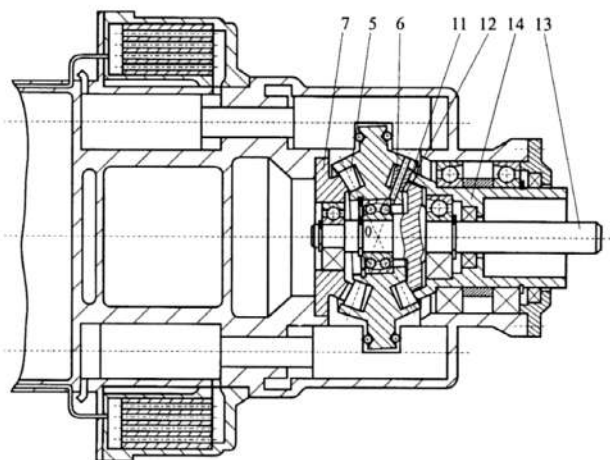


Fig. 2



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU  
PROPRIETATEA  
INTELECTUALĂ

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2643**

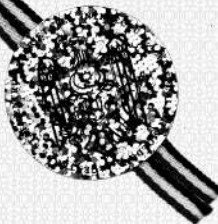
ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELCTUALĂ ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 2643 C2 2004.12.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 2643<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 03 D 17/06, 3/06

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0413 (22) Data depozit: 2001.12.14 (41) Data publicării cererii: 2004.08.31, BOPI nr. 8/2004	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.12.31, BOPI nr. 12/2004
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; GLUȘCO Constantin, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CIUPERCĂ Rodion, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Turbină eoliană

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la industria constructoare de 5  
mașini, în special la dispozitive pentru transfor-  
marea energiei eoliene în alt tip de energie.

Turbina eoliană include un ax vertical, o paletă  
fixată cu el și un mecanism de reglare a poziției  
paletelor. Nou este aceea că turbina eoliană conține  
cel puțin un ax suplimentar, amplasat paralel cu axul  
vertical și montat liber pe consola superioară și cea  
inferioară fixate cu el. Pe axul suplimentar, în partea  
lui superioară este fixată o giruetă, iar în partea de  
mijloc este montată liber o paletă. Mecanismul de  
reglare a poziției paletelor include o pârghie, care este  
amplasată sub paletă și fixată rigid pe axul supli-

2  
mentar, perpendicular cu ea, un suport fixat pe  
pârghie și îmbinat cu partea de jos a rolei fixată pe  
traversa inferioară a paletelor, axul rolei fiind paralel  
cu axul suplimentar. Partea de mijloc a rolei este  
printr-o furcă fixată pe un suport instalat liber pe  
pârghie cu posibilitatea legăturii alternative cine-  
matice cu rolele de sprijin fixate simetric față de  
axul suplimentar pe consola inferioară, iar furca este  
fixată suplimentar printr-un arc cu capătul liber al  
pârghiei.

Revendicări: 1  
Figuri: 3



## MD 2643 C2 2004.12.31

3

### Descriere:

Invenția se referă la industria constructoare de mașini, în special la dispozitive pentru transformarea energiei eoliene în alt tip de energie.

5 Este cunoscută turbina radială care include un rotor montat cu posibilitatea rotirii în jurul axului principal și șase palete amplasate uniform în jurul axului principal, dispuse câte două, diametral opus, formând trei perechi de palete. În plus mijloacele de pivotare sunt adaptate pentru menținerea fiecărei perechi de palete în planuri reciproc ortogonale față de axa lor comună. Mijloacele de spațiu permit menținerea paletelor în una din pozițiile de lucru [1].

10 Având simplitate constructivă relativă soluția analizată posedă însă eficiență redusă, deoarece scoaterea de sub acțiunea vântului a paletei care se rotește împotriva vântului este efectuată de paleta lucrativă, fapt ce duce la pierderea de energie.

15 În calitate de cea mai apropiată soluție servește turbina eoliană, care conține un ax vertical cu mai multe palete amplasate cu posibilitatea de a se roti cu un unghi de 90° în jurul arborilor orizontali, un mecanism de reglare a poziției paletelor față de curenții de aer în poziții de lucru și de repaus în diverse variante constructive, în care paletele sunt legate cinematic cu un sistem central, amplasate în zona arcului principal [2]. În această turbină eoliană mecanismul de reglare a poziției paletelor arc o construcție complicată, ceea ce reduce fiabilitatea.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă este simplificarea construcției și majorarea fiabilității.

20 Problema pusă se rezolvă prin aceea că în turbina eoliană ce include un ax vertical, o paletă fixată pe el și un mecanism de reglare a poziției paletei, nou este aceea că turbina eoliană conține cel puțin un ax suplimentar, amplasat paralel cu axul vertical și montat liber pe consolele superioară și inferioară fixate pe el. Pe axul suplimentar, în partea lui superioară, este fixată o giruetă, iar în partea de mijloc este montată liber o paletă. Mecanismul de reglare a poziției paletei include o pârghie, care este amplasată sub paletă, fiind fixată rigid pe axul suplimentar, perpendicular pe ea, un suport fixat pe pârghie și îmbinat cu partea de jos a rolei fixată pe traversa inferioară a paletei, axul rolei fiind paralel cu axul suplimentar. Partea de mijloc a rolei este cuprinsă de o furcă fixată pe un suport instalat liber pe pârghie cu posibilitatea legăturii alternative cinematice cu rolele de sprijin fixate simetric față de axul suplimentar pe consola inferioară, iar furca este fixată suplimentar, prin

30 intermediul unui arc, de capătul liber al pârghiei.  
*Avantajele invenției sunt următoarele:*  
 - executarea mecanismului de reglare a poziției paletei în formă de giruetă legată rigid cu axul suplimentar, pe care este instalată liber paleta asigură simplitatea constructivă;  
 35 - instalarea elementelor de rotire a paletelor în jurul axului suplimentar nemijlocit pe palete permite simplificarea construcției turbinei în general prin executarea legăturilor paletelor cu axul vertical, fapt ce duce la majorarea fiabilității, în special, la dimensiuni mari;  
 - executarea pârghiilor de rotire a paletelor în formă de furci arcuite care interacționează cu rolele fixate pe palete asigură simplitate constructivă.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1-3, care reprezintă:

- 40 - fig. 1, schema structurală a turbinei;  
 - fig. 2, schema structurală a elementului de rotire a paletei,  
 - fig. 3, schema de rotire a paletelor în poziții diametral opuse.

Turbina eoliană (fig. 1) include girueta 1, instalată pe axul suplimentar 2, amplasat paralel cu axul vertical 3. Pe axul suplimentar 2 este instalată liber paleta 4 și fixată pârghia 5 pe suportul 6. Pe pârghie este instalată furca 7. În partea de jos a paletei 4 pe osii este instalată rola 8. Furca 7 prin intermediul rolor 9 și 10, instalate pe roata 11, care leagă axul suplimentar 2 cu axul vertical 3, rotește paleta 4 într-o direcție sau alta. După ieșirea rolor din contact cu furca 7 și rotirea paletei 4 cu un oarecare unghi, paleta rămâne imobilă față de axa giruetei 1 și este menținută în această poziție de arcul 12, care apasă furca 7 în suportul 6.

50 La rotirea roții 11 în direcția acelor de ceasornic (fig. 3) în poziția I rola 9 rotește paleta 4 în direcția acelor de ceasornic. În poziția III rola 10 rotește paleta 4 împotriva acelor de ceasornic. Restul timpului paleta rămâne imobilă față de axul vertical 3, iar axul suplimentar 2 este menținut în poziție fixă de girueta 1. Unghiul sumar de rotire a roții 11, care la rândul ei rotește paleta în jurul axei sale este  $\alpha$ .

55 În așa mod turbina se poate roți și la viteze mici ale vântului, caracteristice cadastrului de viteze ale vântului în Republica Moldova.

## MD 2643 C2 2004.12.31

4

### (57) Revendicare:

5 Turbină eoliană, care include un ax vertical, o paletă fixată cu el, și un mecanism de reglare a  
poziției paletei, **caracterizată prin aceea că** turbina eoliană conține cel puțin un ax suplimentar,  
amplasat paralel cu axul vertical și montat liber pe consola superioară și cea inferioară fixate cu el,  
10 totodată pe axul suplimentar, în partea lui superioară este fixată o giruetă, iar în partea de mijloc este  
montată liber o paletă; mecanismul de reglare a poziției paletei include o pârghie, care este amplasată  
sub paletă și fixată rigid pe axul suplimentar, perpendicular cu ea, un suport fixat pe pârghie și  
îmbinat cu partea de jos a rolei fixată pe traversa inferioară a paletei, axul rolei fiind paralel cu axul  
15 suplimentar, totodată partea de mijloc a rolei este printr-o furcă fixată pe un suport instalat liber pe  
pârghie cu posibilitatea legăturii alternative cinematice cu rolele de sprijin fixate simetric față de axul  
suplimentar pe consola inferioară, iar furca este fixată suplimentar printr-un arc cu capătul liber al  
pârghiei.

15

### (56) Referințe bibliografice:

1. FR 2805311 2001.08.24
2. WO 0133074 2001.05.10

MD 2643 C2 2004.12.31

5

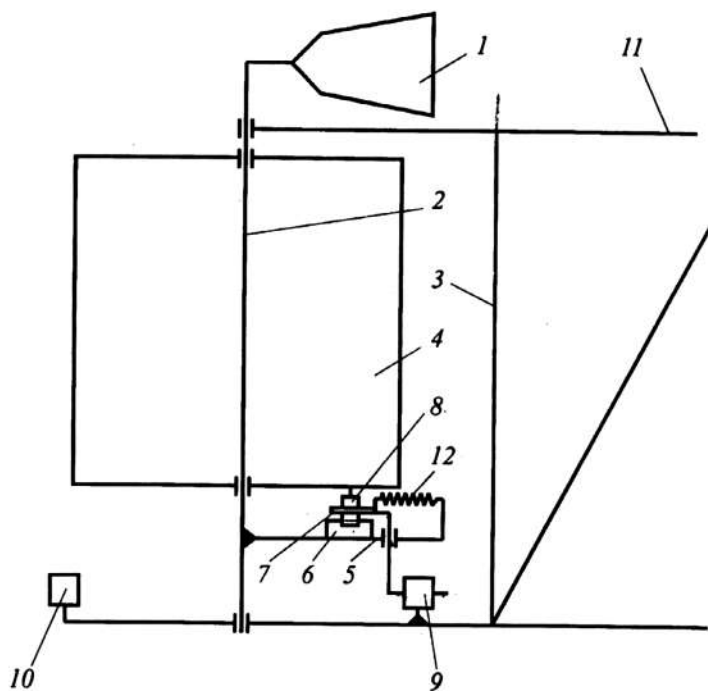


Fig. 1

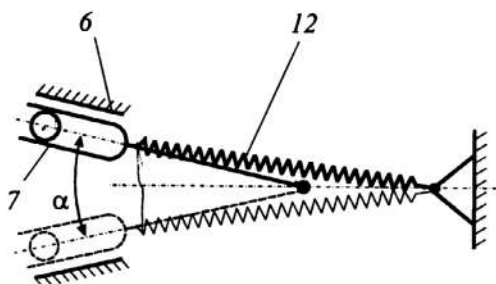


Fig. 2

MD 2643 C2 2004.12.31

6

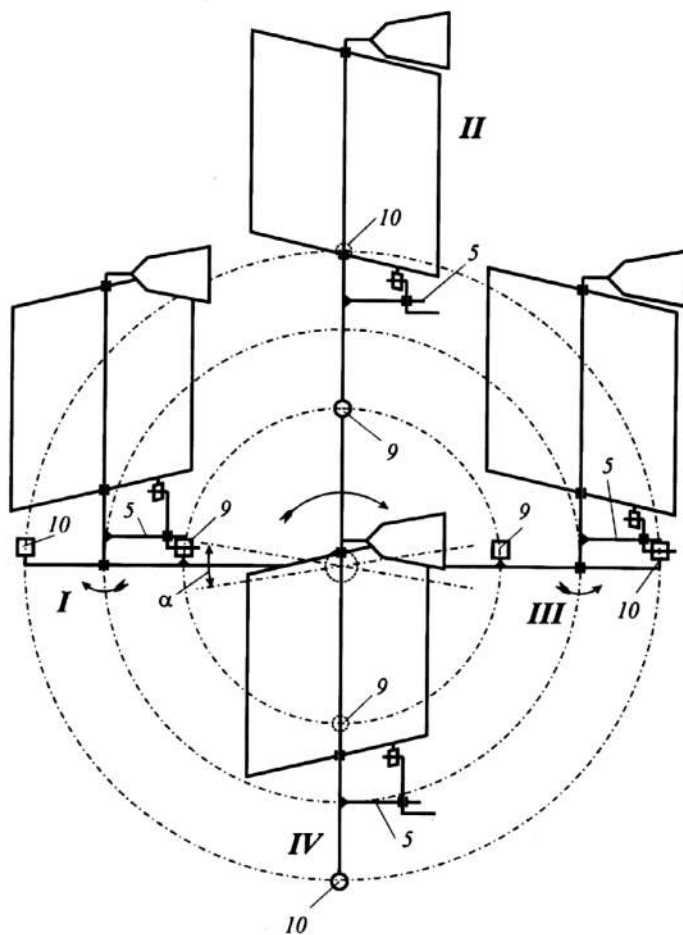


Fig. 3



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2433**

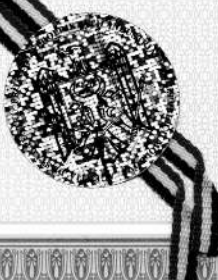
ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**



**CHIȘINĂU**



MD 2433 C2 2004.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2433 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 15 B 15/12;  
F 04 C 9/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2002 0042 (22) Data depozit: 2001.12.28	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.04.30, BOPI nr. 4/2004
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; CIUPERCĂ Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Pompă volumetrică

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la construcția de mașini, în  
special, la instalațiile hidraulice și poate fi utilizată 5  
în sistemele de dirijare a debitării agentului de  
lucru.

Pompa volumetrică include o carcasă cu canale  
pentru aspirație și pompare și un rotor instalat în ea,  
pe care este montată o pală. Noutatea constă în  
aceea că cavitatea carcasei este executată sferică și 10  
este mărginită din două părți diametral opuse de  
suprafețe plane reciproc paralele. Perpendicular  
suprafețelor plane este instalat rotorul, pe care sunt  
fixate două bușe, dotate cu flanșe înclinate reciproc  
paralele, orientate una spre alta, între care este 15  
format un joc, iar pe pereții laterali ai ambelor bușe

2  
sunt fixate diametral opus câte o pereche de plăci de  
separare. Pala, executată în formă de disc cu un inel  
de etanșare pe suprafața lui cilindrică, care  
contactează cu suprafața sferică a cavității carcasei,  
este montată liber pe rotor și este amplasată în jocul  
dintre flanșele înclinate ale bușelor. Canalele de  
aspirație și pompare sunt executate paralel  
suprafețelor plane ale cavității și sunt amplasate  
două câte două astfel încât în fața fiecărui canal de  
aspirație este amplasat un canal de pompare.

Revendicări: 1  
Figuri: 4

## MD 2433 C2 2004.04.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la construcția de mașini, în special la instalațiile hidraulice și poate fi utilizată în sistemele de dirijare a debitării agentului de lucru.

5 Este cunoscută mașina cu rotor cu paletă [1] care include un corp cilindric cu guri de aspirație și pompare, care se deschid și se închid cu ajutorul unor palete, cu posibilitatea de a efectua mișcare de rotație oscilatorie între corp și cilindrii interiori. Soluția anterioară are o construcție complicată și o productivitate redusă.

10 În calitate de soluția cea mai apropiată a fost aleasă soluția [2] care include un stator, rotor cu pală, caneluri pentru admisiune și evacuare a agentului de lucru. Statorul este executat cu limitatoare de rotație a rotorului. Având o fiabilitate relativ ridicată și posibilități funcționale largi, soluția tehnică cunoscută are de asemenea o construcție complicată și o productivitate redusă.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea construcției și majorarea productivității.

15 Problema este rezolvată prin aceea că în pompa volumetrică care include o carcasă cu canale pentru aspirație și pompare, precum și un rotor instalat în ea, pe care este montată o pală, cavitatea carcasei fiind executată sferică și mărginită din două părți diametral opuse de suprafețe plane reciproc paralele. Perpendicular suprafețelor plane este instalat rotorul, pe care sunt fixate două bușe, dotate cu flanșe înclinate reciproc paralele, orientate una spre alta, între care este format un joc, iar pe pereții laterali ai ambelor bușe sunt fixate diametral opus câte o pereche de plăci de separare. Pala, executată în formă de disc cu un inel de etanșare pe suprafața lui cilindrică, care contactează cu suprafața sferică a cavității carcasei, este montată liber pe rotor și este amplasată în jocul dintre flanșele înclinate ale bușelor. Canalele de aspirație și pompare sunt executate paralel suprafețelor plane ale cavității și sunt amplasate două câte două astfel, încât în fața fiecărui canal de aspirație este amplasat un canal de pompare.

25 Invenția solicitată rezolvă problema prin:

- instalarea inelului de etanșare pe suprafața cilindrică a palei care contactează cu suprafața sferică a cavității carcasei, amplasarea liberă a palei în jocul dintre flanșele înclinate ale bușelor rotorului și efectuarea unei mișcări sfero-spațiale de precizie la rotirea rotorului, ceea ce asigură sporirea productivității;

30 - executarea sferică a cavității carcasei, fixarea a câte o pereche de plăci de separare diametral opus, pe pereții laterali ai ambelor bușe, asigură funcționarea pompei și simplitate constructivă.

În urma realizării invenției se va asigura simplificarea construcției și majorarea productivității pompei volumetrice.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...4, care reprezintă:

- 35 - fig. 1 – construcția pompei volumetrice;  
 - fig. 2 – secțiunea A-A din fig. 1;  
 - fig. 3 – secțiunea B-B din fig. 2;  
 - fig. 4 – vederea generală a pompei volumetrice.

40 Pompa volumetrică (fig. 1) include carcasa 1 în care sunt executate canelurile de aspirație 2 și pompare 3, rotorul 4 și pala 5. Cavitatea 6 carcasei 1 este mărginită de suprafețe plane 7 reciproc paralele. Pe rotorul 4, instalat perpendicular pe suprafețe plane 7, sunt fixate două bușe 8 dotate cu flanșe înclinate 9. Pe suprafața cilindrică a palei 5 amplasate liber în jocul dintre flanșele înclinate 9 este montat un inel de etanșare 11 care contactează cu cavitatea 6 corpului 1. Pe bușa 8 sunt fixați rigid, diametral opus, o pereche de pereții de separare 10 (fig. 2, 3) ce separă camerele de aspirație a, pompare p.

45 Pompa volumetrică funcționează în modul următor:

Mișcarea de rotație a rotorului 4, prin intermediul flanșelor înclinate 9 ale bușelor 8, se transformă în mișcare sfero-spațială a palei 5. În consecință, poziția palei 5 indicată în fig. 1 în camerele a are loc aspirația lichidului prin mărirea volumului camerelor de pompare p, în urma micșorării volumului și măririi presiunii. Volumele camerelor de aspirație și pompare ar fi egale în cazul poziției medii a palei 5 (poziției neînclinate), poziție care nu poate fi datorită amplasării palei 5 în jocul dintre flanșele înclinate 9 ale bușelor 8. Pornind de la această ipoteză volumele camerelor de aspirație și pompare vor fi:

55  $V_{c.a} = V_0 + V_1;$

$V_{c.p} = V_0 - V_1,$

unde  $V_{c.a}$  este volumul camerelor de aspirație;

$V_0$  – volumul camerelor de aspirație și pompare în poziția neînclinate a palei 7;

$V_1$  – volumul variabil, ce caracterizează cu cât volumul din camera de aspirație s-a mărit și respectiv, cu cât volumul din camera de pompare s-a redus la înclinarea palei 7;

## MD 2433 C2 2004.04.30

4

$V_{c,p}$  – volumul camerelor de pompare.

De aici rezultă că presiunile în camerele de aspirație și pompare vor fi:

$$P_{c,a} = P_0 - P_1;$$

$$P_{c,p} = P_0 + P_1;$$

5 Unde  $P_{c,a}$  este presiunea în camerele de aspirație;

$P_0$  – presiunea în camerele de aspirație și pompare în poziția neînclinată a palei 7;

$P_1$  – presiunea variabilă ce caracterizează variația presiunii în urma schimbării poziției de înclinare a palei 7;

$P_{c,p}$  – presiunea în camerele de pompare.

10 Deci, în momentele în care în camera de aspirație are loc reducerea presiunii, se produce aspirația lichidului, iar în camera de pompare, creându-se surplus de presiune  $P_1$  – pompa lichidului.

15 Astfel, într-o construcție simplă a pompei volumetrică (include doar 4 elemente de bază) se realizează pomparea agentului lichid concomitent prin două camere de pompare, fapt ce asigură majorarea esențială a productivității.

### 20 (57) Revendicare:

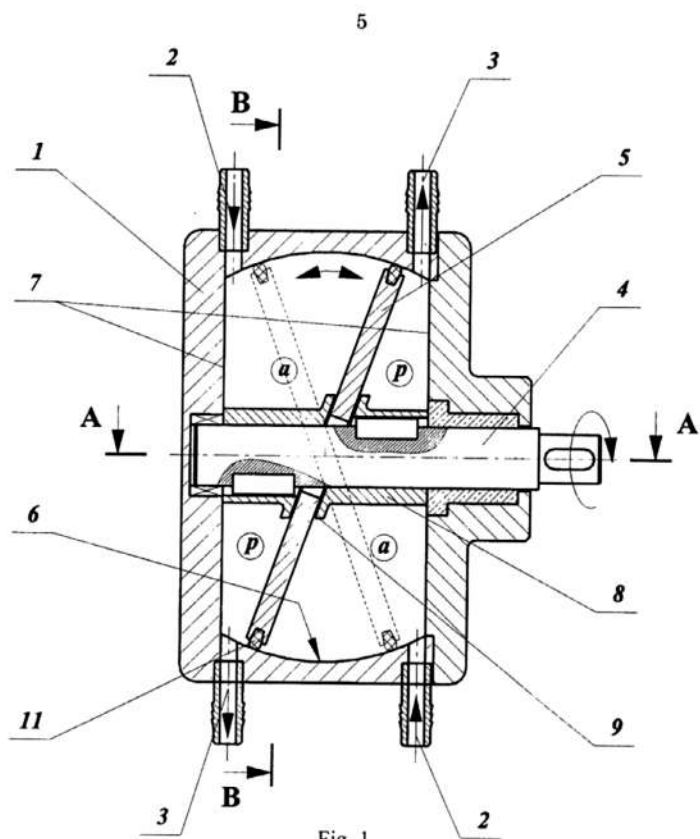
Pompă volumetrică, care include o carcasă cu canale pentru aspirație și pompare și un rotor instalat în ea, pe care este montată o pală, **caracterizată prin aceea că** cavitatea carcasi este executată sferică și este mărginită din două părți diametral opuse de suprafețe plane reciproc paralele, perpendicular pe ele fiind instalat rotorul, pe care sunt fixate două bușe, dotate cu flanșe înclinate reciproc paralele, orientate una spre alta, între care este format un joc, pe pereții laterali ai ambelor bușe sunt fixate diametral opus câte o pereche de plăci de separare, iar pala, executată în formă de disc cu un inel de etanșare pe suprafața lui cilindrică, care contactează cu suprafața sferică a cavității carcasi, este montată liber pe rotor și este amplasată în jocul dintre flanșele înclinate ale bușelor, totodată, canalele de aspirație și pompare sunt executate paralel suprafețelor plane ale cavității și sunt amplasate două câte două astfel încât în fața fiecărui canal de aspirație este amplasat un canal de pompare.

### (56) Referințe bibliografice:

1. RU 2100653 C1 1997.12.27
2. RU 1119104 C1 1998.09.20



MD 2433 C2 2004.04.30



MD 2433 C2 2004.04.30

6

A - A

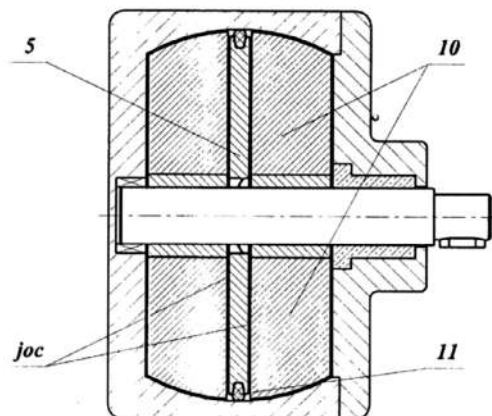


Fig. 2

B - B

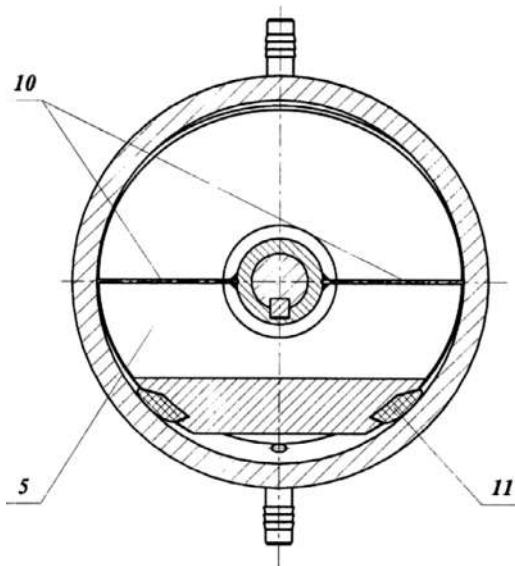
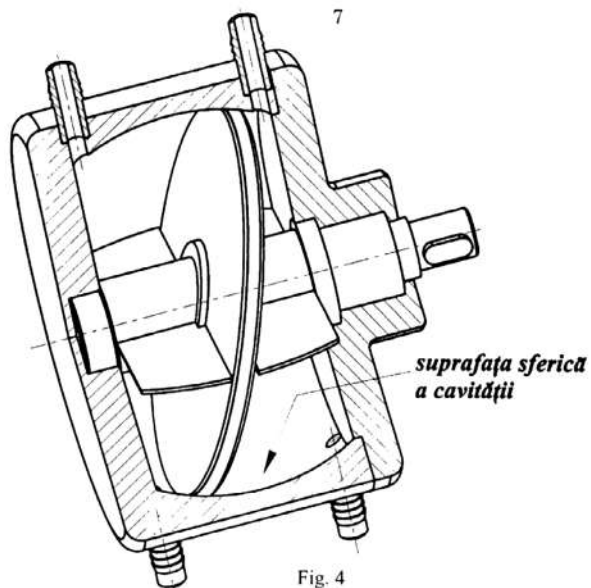


Fig. 3

MD 2433 C2 2004.04.30





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2431**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2431 C2 2004.04.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2431 (13) C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 03 D 1/00, 7/02

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2002 0243 (22) Data depozit: 2002.10.01	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2004.04.30, BOPI nr. 4/2004
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; DULGHERU Valeriu, MD; VENGHER Dumitru, MD; CIUPERCĂ Radu, MD; SOCHIREAN Anatol, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Instalație energetică eoliană (variante)

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la energetică și poate fi 5  
utilizată pentru transformarea energiei vântului în  
energie electrică.

Instalația energetică eoliană conține un organ de  
lucru, un amplificator precesional, care include un  
bloc satelit cu două coroane dințate cu role, montat 10  
pe arborele conducător între două roți dințate  
imobile cu același număr de dinți, și un generator  
electric. Instalația include suplimentar un variator  
toroidal, flanșa înclinată a elementului conducător al  
cărui interacționează prin intermediul unor bile cu  
flanșa blocului satelit. Pe butucul elementului 15  
condus sunt amplasate două discuri, unul fiind fixat

2  
rigid pe el, iar altul - mobil, care este instalat pe  
discul fixat rigid, printr-o îmbinare prin caneluri cu  
posibilitatea deplasării axiale. Ambele discuri, între  
care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile  
de inerție, totodată, discul mobil este legat prin  
intermediul unui sistem de bare articulate cu osiile  
roților intermediare ale variatorului toroidal. Blocul  
satelit este montat pe arborele conducător prin  
intermediul unui cuplaj sincronic cu bile.

Revendicări:3  
Figuri: 4

## MD 2431 C2 2004.04.30

3

### Descriere:

Invenția se referă la energetică și poate fi utilizată pentru transformarea energiei vântului în energie electrică.

5 Este cunoscută instalația eoliană, care include un organ de lucru, un multiplicator legat cu generator, de asemenea generatoare volanți, conectate la sistemul de dirijare cu cuplaje de pornire a generatoarelor, o cutie de viteze legată cu multiplicatorul. Soluția cunoscută asigură mărirea duratei de funcționare în regim nominal [1].

Dezavantajul acestei instalații constă în aceea că dispune de o construcție complicată, un număr mare de elemente, fapt ce reduce simțitor fiabilitatea și randamentul mecanic.

10 Mai este cunoscută instalația energetică eoliană, care include organul de lucru, multiplicatorul precesional cu bloc satelit intermediar cu coroane cu role și două roți dințate cu același număr de dinți, legat cu arborele conducător prin intermediul unui cuplaj, precum și generatorul electric [2].

Dezavantajul acestui agregat este neuniformitatea rotirii rotorului generatorului, cauzată de viteza variabilă a vântului, fapt ce reduce calitatea curentului electric produs (frecvență este variabilă).

15 Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este reducerea neuniformității rotirii rotorului generatorului.

Instalația înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că, conform primei variante, include un organ de lucru, un amplificator precesional, care include un bloc satelit cu două coroane dințate cu role, montat pe arborele conducător între două roți dințate imobile cu același număr de dinți, precum și un generator electric. Instalația include suplimentar un variator toroidal, flanșa înclinată a elementului conducător al cărui interacționează prin intermediul unor bile cu flanșa blocului satelit, pe butucul elementului condus sunt amplasate două discuri, unul fiind fixat pe el rigid, iar altul - mobil, care este instalat pe discul fixat rigid printr-o îmbinare prin caneluri cu posibilitatea deplasării axiale, ambele discuri, între care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile de inerție, totodată, discul mobil este legat prin intermediul unui sistem de bare articulate cu osiile roților intermediare ale variatorului toroidal, iar blocul satelit este montat pe arborele conducător prin intermediul unui cuplaj sincronic cu bile.

20 Conform variantei a doua, instalația include un organ de lucru, un amplificator precesional, care include un bloc satelit cu două coroane dințate cu role, montat pe arborele conducător între două roți dințate imobile cu același număr de dinți, precum și un generator electric. Instalația include suplimentar un variator toroidal, flanșa înclinată a elementului conducător al cărui interacționează prin intermediul unor bile cu flanșa blocului satelit, pe butucul elementului condus sunt amplasate două discuri, unul fiind fixat pe el rigid, iar altul - mobil, care este instalat pe discul fixat rigid printr-o îmbinare prin caneluri cu posibilitatea deplasării axiale, ambele discuri, între care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile de inerție, care, la rândul lor, sunt unite prin intermediul unor părghii îmbinate articulat cu osiile roților intermediare ale variatorului toroidal, iar blocul satelit este montat pe arborele conducător prin intermediul unui cuplaj sincronic cu bile.

30 Conform variantei 3, instalația include un organ de lucru, un amplificator precesional, care include un bloc satelit cu două coroane dințate cu role, amplasat între două roți dințate, precum și un generator electric. În butucul blocului satelit este amplasată o transmisie sinusoidală, care include o bucășă conducătoare, fixată rigid în butucul blocului satelit, pe suprafața sferică interioară a cărei sunt executate caneluri elicoidale înclinate și o bucășă condusă, montată pe arborele condus printr-un cuplaj cu bile, pe suprafața sferică exterioară a cărei este executat un canal sinusoidal cu adâncime variabilă; în canelurile înclinate ale bucășei conducătoare, în canalul sinusoidal al bucășei conduse și în canelurile longitudinale ale unui separator situat între bucășe, sunt amplasate bile; pe arborele condus sunt plasate două discuri, unul fiind fixat rigid pe el, iar altul - mobil plasat pe discul fixat rigid prin intermediul unei îmbinări prin caneluri cu posibilitatea deplasării axiale, ambele discuri, între care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile de inerție, totodată, discul mobil este legat printr-o tijă cu bucășă condusă a transmisiei sinusoidale.

50 Rezultatul constă în reducerea neuniformității rotirii rotorului generatorului electric prin compensarea neuniformității rotirii arborelui de intrare, generată de viteza variabilă a vântului, cu ajutorul variatorului de viteză cu reglator inerțial de viteză. Acest lucru permite îmbunătățirea calității curentului electric produs (frecvența curentului devine mai constantă).

55 Executarea cuplajului în formă de cuplaj sincronic cu bile, care asigură legătura între arborele de intrare și blocul satelit, axele cărora sunt înclinate la unghiul  $\theta$ , asigură uniformitatea mișcării de rotație transmisă.

Amplasarea pe butucul discului condus al variatorului discurilor legate cu bilele de inerție asigură uniformitatea rotirii rotorului generatorului prin reducerea turației rotorului generatorului electric la creșterea vitezei vântului și sporirea numărului turațiilor la reducerea vitezei vântului.

MD 2431 C2 2004.04.30

4

Executarea multiplicatorului în formă de multiplicator precesional și variator toroidal asigură simplitatea constructivă și realizarea compensării neuniformității rotirii organului de lucru.

Executarea multiplicatorului în formă de multiplicator precesional și variator sinusoidal cu angrenare asigură realizarea compensării neuniformității rotirii organului de lucru și capacitatea portantă ridicată.

Executarea mecanismului de reglare a pozițiilor osiilor rotelor variatorului toroidal în formă de pârghie acționată direct de bilele de inerție asigură simplificarea construcției.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1, 2 și 3, care reprezintă:

- fig. 1, schema instalației energetice eoliene (varianta 1);
- fig. 2, varianta 2 de realizare a mecanismului de reglare a turației rotorului generatorului;
- fig. 3, schema instalației energetice eoliene (varianta 3);
- fig. 4, schema variatorului sinusoidal.

Instalația eoliană (fig. 1) include arborele conducător 1, care este legat cu organul de lucru 2. Pe capătul opus al arborelui 1 este fixat semicuplajul 3, iar în blocul satelit 4 cu două coroane dințate 5, cu același număr de dinți, este amplasat semicuplajul 6 al cuplajului 7. În ambele părți ale blocului satelit 4 sunt amplasate roțile dințate imobile 8 și 9, fixate în corpul 10. Flanșa blocului satelit 4 contactează prin intermediul bilelor 11 cu flanșa înclinată 12 a elementului conducător 13 al transmisiei toroidale 14, care mai include elementul condus 15 și roțile intermediare 16. Pe arborele 17 legat rigid cu elementul condus 15, este fixat discul rigid 18, pe butucul cărui este instalat printr-o îmbinare, prin caneluri 19, discul mobil 20, între care este amplasat arcul 21. Discurile 18 și 20 sunt îmbinate articulat cu bilele de inerție 22. Discul mobil 20 este de asemenea legat prin intermediul discului 23 și barelor articulate 24 cu roțile intermediare 16. Arborele 17 este legat cu rotorul 25 generatorului electric 26.

În instalația eoliană (fig. 2) reglarea poziției roților intermediare 16 se efectuează prin intermediul pârghiei 27, acționată direct de bilele 22.

În instalația eoliană (fig. 3), în interiorul butucului blocului satelit 4, este amplasat un variator elicoidal cu bile, care include bucaș conducătoare 28, având canelurile elicoidale înclinate 29, executate pe suprafața sferică interioară, bucaș condusă 30, cu un canal sinusoidal 31, bilele 32 amplasate simultan în canelurile 29 și 31, precum și în canelurile 33 separatorului 34. Bucșa 30 este legată prin intermediul cuplajului 35 cu bile, cu arborele condus 36, care, la rândul său, este legat cu rotorul 25. Totodată, bucaș 30 este legată prin intermediul tijei 37 cu discul mobil 20.

Instalația din fig. 1 funcționează în modul următor:

Mișcarea de rotație a organului de lucru 2 se transmite prin intermediul cuplajului 7 blocului satelit 4, care va efectua o mișcare precesională în urma cărei coroanele dințate 5, având același număr de dinți, angrenează cu dinți roților dințate 8 și 9, care, de asemenea au același număr de dinți. În consecință, blocul satelit 4 va efectua mișcarea de precesie cu frecvență multiplicată de  $i$  ori,

$$\text{unde: } i_1 = -\frac{Z_5}{Z_8 - Z_9} \quad Z_8 = Z_9; \quad Z_8 = Z_9 \pm 1; \quad i_1 = \pm Z_5$$

Mișcarea de precesiune a butucului satelit 4 se transformă prin intermediul flanșei înclinate 12 în mișcare de rotație a elementului conducător 13. În continuare, mișcarea de rotație a elementului 13 se va mări sau reduce în funcție de poziția reglabilă a roților intermediare 16, cu raportul de transmitere:

$$i_{2-13} = \frac{R_{13VAR}}{R_{15VAR}}$$

Raportul de transmitere sumar va fi:  $i_{\Sigma} = i_1 \cdot i_{2-13}$ .

Varierea raportului de transmitere  $i_{2-13}$ , de asemenea  $i_{\Sigma}$ , are loc în felul următor: la rotirea organului de lucru 2, deci și a elementului condus 15, cu viteză mai mare, discurile 18 și 20, de asemenea se vor roti accelerat. În consecință, bilele 22, sub acțiunea forțelor de inerție, se vor deplasa în direcție radială de la centru (axa de rotație a discurilor 18 și 20). Deoarece discul 18 este fixat în direcție axială, atunci, sub acțiunea forțelor de inerție ale bilelor 22, discul 20 se va deplasa axial de-a lungul canelurilor 19, comprimând arcul 21 și deplasând la rândul său discul 23. Ultimul, prin intermediul barelor articulate 24, va schimba poziția unghiulară a roților intermediare 16, mărind raza  $R_{15}$  de contact a roților intermediare 16 cu elementul condus 15 micșorând în consecință viteza de rotație a elementului condus 15, iar împreună cu el, și a discurilor 18 și 20. Ca rezultat, forța de inerție a bilelor 22 se micșorează și discul 20, sub acțiunea arcului 21, va reveni în poziția inițială, schimbând, totodată, prin intermediul discului 23 și a barelor articulate 24, poziția unghiulară a roților intermediare 16. Astfel, rotorul 25 generatorului electric 26 se va roți cu o viteză unghiulară relativ

## MD 2431 C2 2004.04.30

5

constantă, la viteze unghiulare variate ale organului de lucru 2 a instalației eoliene. Ca urmare, se va îmbunătăți calitatea curentului electric (frecvența va deveni mai constantă). Va crește de asemenea eficiența funcționării instalației eoliene. Generatorul va produce curent electric și la viteze mici ale vântului (la turații reduse ale organului de lucru 2). De exemplu, numărul de turații ale organului de lucru 2 a instalației eoliene executat cu multipale, în condițiile cadastrului de viteze ale vântului în Republica Moldova, variază între 20 și 40 rot/min. Deci, gama de reglare a variatorului trebuie să fie aproximativ egală cu 2.

Instalația eoliană din fig. 3 funcționează în modul următor:

10 Mișcarea de rotație a organului de lucru 2 se transmite prin intermediul roții dințate mobile 9 blocului satelit 4, care va efectua o mișcare precesională, în rezultatul căreia coroanele dințate 5, având același număr de dinți, angrenează cu dinții roții dințate fixe 8, care, de asemenea, are un număr de dinți egal cu numărul roților coroanelor dințate 5. În consecință, blocul satelit 4 va efectua o mișcare de precesie cu frecvență multiplicată de  $i$  ori,

$$\text{unde: } i_1 = -\frac{Z_5}{Z_9 - Z_5}$$

15  $Z_8 = Z_5; Z_9 = Z_5 \pm 1; i_1 = \pm Z_5$

Componența axială a mișcării de precesie a blocului satelit 4 se transformă în mișcare de rotație multiplicată a bușei 30, în urma contactului bilelor 32 (fig. 4) cu canelurile 29, 31 și 33. Ca urmare, bușa 30 se va roti cu un grad de multiplicare suplimentar

$$i_{2_{var}} = \frac{tg \gamma_{var}}{tg \beta}$$

20 Raportul de transmitere sumar va fi:

$$i_{\Sigma} = i_1 \times i_{2_{var}}$$

25 Varierea raportului de transmitere  $i_{2_{var}}$ , de asemenea  $i_{\Sigma}$ , are loc în modul următor: mișcarea axială a discului mobil 20 se transmite, prin intermediul barei 37, bușei 30, în urma căreia se va înclina sub un unghi în raport cu centrul  $O$ . Aceasta va duce la schimbarea unghiului canelurii sinusoidale  $\gamma$  cu o valoare  $\Delta\gamma$ , fapt ce asigură varierea vitezei roții 9, în urma varierii vitezei vântului.

De pe urma faptului că în variatorul examinat sarcina se transmite prin elemente de angrenare, capacitatea portantă și fiabilitatea variatorului sporește considerabil.

30



## MD 2431 C2 2004.04.30

6

### (57) Revendicări:

5 1. Instalație energetică eoliană, care conține un organ de lucru, un amplificator precesional, care include un bloc satelit cu două coroane dințate cu role, montat pe arborele conducător între două  
10 roți dințate imobile cu același număr de dinți, și un generator electric, **caracterizată prin aceea că** include suplimentar un variator toroidal, flanșa înclinată a elementului conducător al cărui interacționează prin intermediul unor bile cu flanșa blocului satelit, pe butucul elementului condus sunt amplasate doua discuri, unul fiind fixat rigid pe el, iar altul - mobil, care este instalat pe discul fixat rigid printr-o îmbinare prin caneluri cu posibilitatea deplasării axiale, ambele discuri, între care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile de inerție, totodată discul mobil este legat prin intermediul unui sistem de bare articulate cu osiile roților intermediare ale variatorului toroidal, iar blocul satelit este montat pe arborele conducător prin intermediul unui cuplaj sincron cu bile.

15 2. Instalație energetică eoliană, care conține un organ de lucru, un amplificator precesional, care include un bloc satelit cu două coroane dințate cu role, montat pe arborele conducător între două roți dințate imobile cu același număr de dinți, și un generator electric, **caracterizată prin aceea că** include suplimentar un variator toroidal, flanșa înclinată a elementului conducător al cărui interacționează prin intermediul unor bile cu flanșa blocului satelit, pe butucul elementului condus sunt amplasate doua discuri, unul fiind fixat rigid pe el și altul - mobil, care este instalat pe discul fixat rigid printr-o îmbinare prin caneluri cu posibilitatea deplasării axiale, ambele discuri, între care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile de inerție, care, la rândul lor, sunt unite prin intermediul unor pârghii legate articulat cu osiile roților intermediare ale variatorului toroidal, iar blocul satelit este montat pe arborele conducător prin intermediul unui cuplaj sincron cu bile.

25 3. Instalație energetică eoliană, care conține un organ de lucru, un amplificator precesional, care include un bloc satelit cu două coroane dințate cu role, amplasat între două roți dințate, și un generator electric, **caracterizată prin aceea că** în butucul blocului satelit este amplasată o transmisie sinusoidală, care include o bucășă conducătoare, fixată rigid în butucul blocului satelit, pe suprafața sferică interioară a cărei sunt executate caneluri elicoidale înclinate și o bucășă condusă, montată pe arborele condus printr-un cuplaj cu bile, pe suprafața sferică exterioară a cărei este executat un canal sinusoidal cu adâncime variabilă; în canelurile înclinate ale bucășei conducătoare, în canalul sinusoidal al bucășei conduse și în canelurile longitudinale ale unui separator, situat între bucășe, sunt amplasate  
30 bile; pe arborele condus sunt plasate două discuri, unul fiind fixat rigid pe el, iar altul - mobil, plasat pe discul fixat rigid prin intermediul unei îmbinări prin caneluri, cu posibilitatea deplasării axiale, ambele discuri, între care este amplasat un arc, sunt unite articulat cu bile de inerție, totodată, discul mobil este legat printr-o tijă cu bucășă condusă a transmisiei sinusoidale.

35

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU 1682621 A1 1991.10.07
2. SU 1760151 A1 1992.09.07

MD 2431 C2 2004.04.30

7

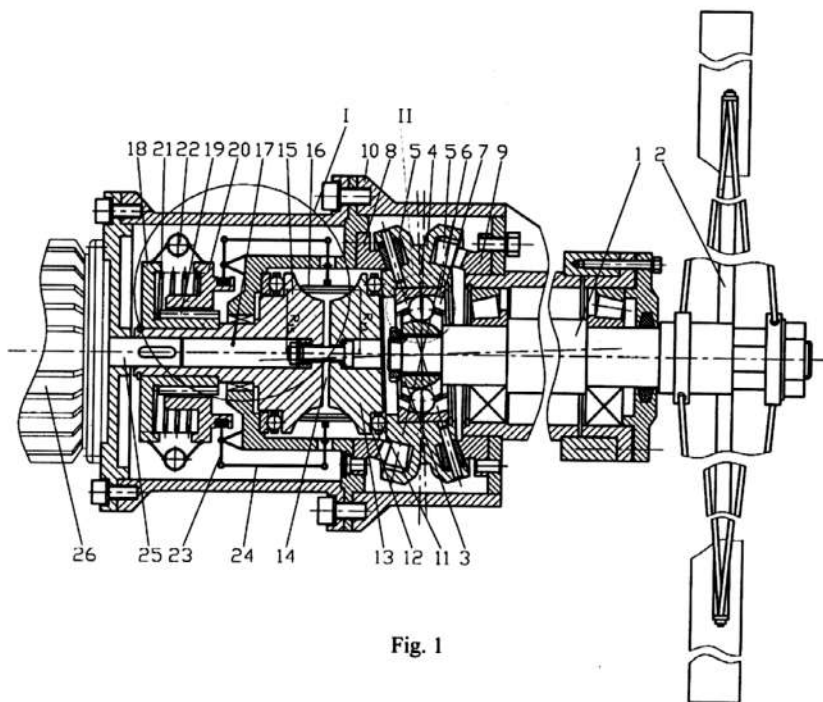


Fig. 1

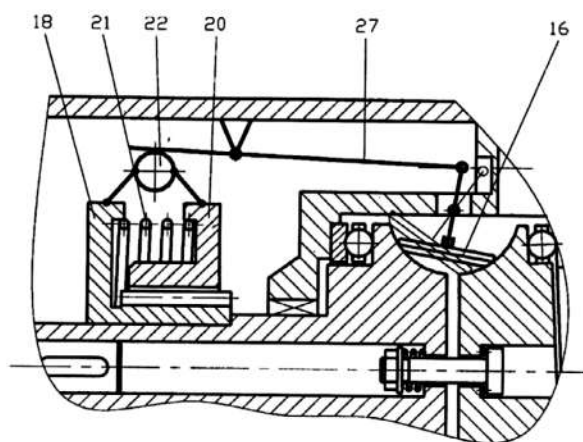


Fig. 2

MD 2431 C2 2004.04.30

8

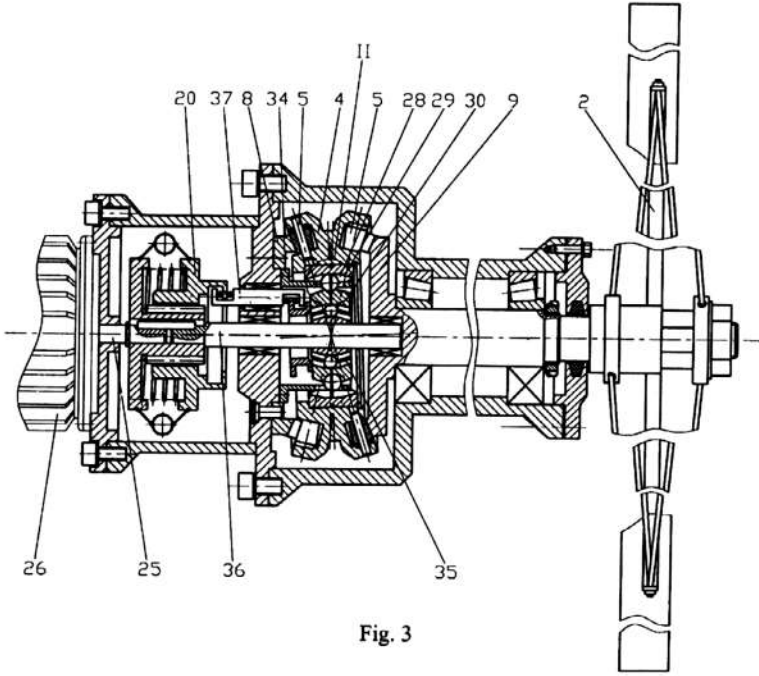


Fig. 3

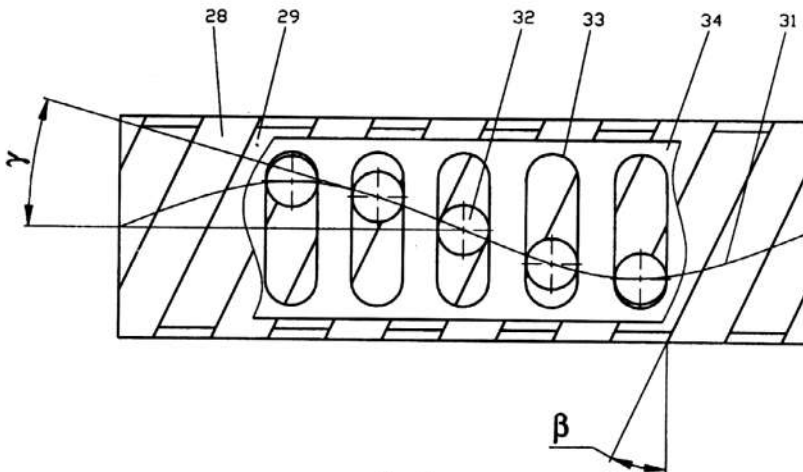


Fig. 4



**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2288**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET, DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2288 C2 2003.10.31

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2288<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 03 B 7/00

## (12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2001 0301 (22) Data depozit: 2001.09.13 (41) Data publicării cererii: 2003.08.31, BOPI nr. 8/2003	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2003.10.31, BOPI nr. 10/2003
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; BOGDAN Valeriu, MD; DULGHERU Valeriu, MD; BOSTAN Nicolae, MD; CIUPERCĂ Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

### (54) Stație hidraulică

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la energetică, în particular la stațiile energetice hidraulice de putere mică.

Stația hidraulică include o platformă fixată pe o bază de țarm cu posibilitatea reglării poziției stației față de nivelul apei curgătoare, pe care sunt amplasate un generator și multiplicator, cu care este legat arborele vertical, la capătul liber al căruia este montată o turbină, care conține osii cu palete fixate la capete. Turbina conține suplimentar o bucășă cavă, iar osiile sunt montate în ea radial cu posibilitatea rotirii în jurul axelor sale și amplasate în același plan, totodată una din osii este executată integru, iar cealaltă – compusă din două părți, capetele libere ale cărora sunt amplasate în cavitatea bucășei și

legate între ele cu o bridă, iar pe ambele părți ale osiei întregi sunt fixate limitatoare de rotire a ei. Paletele sunt fixate pe osii alternativ sub un unghi mai mic de 90° față de planul perpendicular arborelui vertical, și sunt dotate cu aripioare, care sunt fixate rigid pe capetele lor sub un anumit unghi față de planul lor. Platforma este montată pe baza de țarm cu ajutorul unui mecanism articulată cu patru elemente.

Revendicări: 1  
Figuri: 3

## MD 2288 C2 2003.10.31

4

5 extremitate a osiei, va fi rotită sub unghiul  $\alpha$  în poziția de maximă rezistență (în poziția de lucru). Astfel va fi asigurată poziția cu maximă rezistență a paletei (poziția de lucru) și poziția de minimă rezistență (poziția mișcării paletei împotriva curentului de apă). Mișcarea de rotație a axului principal 1 se multiplică în multiplicatorul 14 și se transmite mai departe generatorului 15, care produce curent electric. Mecanismul paralelogram 17 asigură poziția verticală a axului principal 1 pentru orice nivel al apei curgătoare.

10

### (57) Revendicare:

15 Stație hidraulică care include o platformă fixată pe o bază de țârm cu posibilitatea reglării poziției stației față de nivelul apei curgătoare, pe care sunt amplasate un generator și multiplicator, cu care este legat arborele vertical, la capătul liber al căruia este montată o turbină, care conține osii cu palete fixate la capete, **caracterizată prin aceea că** turbina conține suplimentar o bucă cavă, iar osiile sunt montate în ea radial cu posibilitatea rotirii în jurul axelor sale și amplasate în același plan, totodată una din osii este executată integră, iar cealaltă – compusă din două părți, capetele libere ale cărora sunt amplasate în cavitatea bucei și legate între ele cu o bridă, iar pe ambele părți ale osiei integre sunt fixate limitatoare de rotire a ei; paletetele sunt fixate pe osii alternativ sub un unghi mai mic de 90° față de planul perpendicular arborelui vertical, și sunt dotate cu aripioare, care sunt fixate rigid pe capetele lor sub un anumit unghi față de planul lor, totodată platforma este montată pe baza de țârm cu ajutorul unui mecanism articulată cu patru elemente.

25

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU A11137581 1985.02.23
2. SU A11300186 1987.03.30

MD 2288 C2 2003.10.31

5

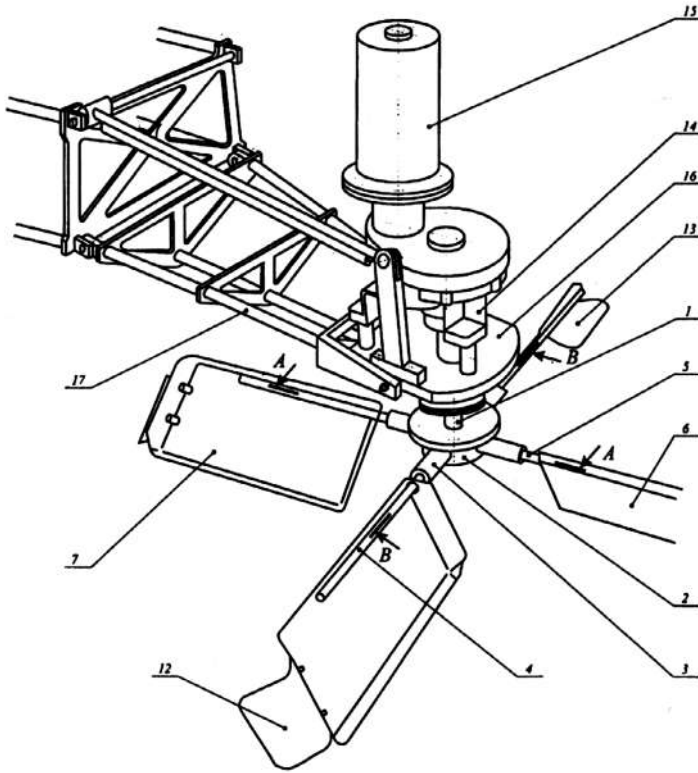


Fig. 1

MD 2288 C2 2003.10.31

6

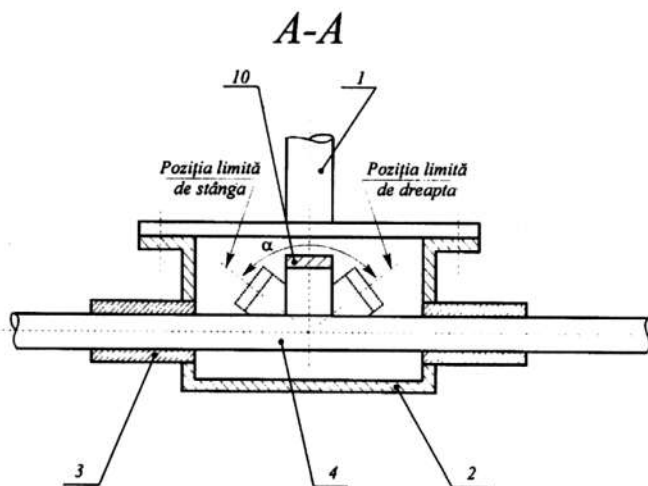


Fig. 2

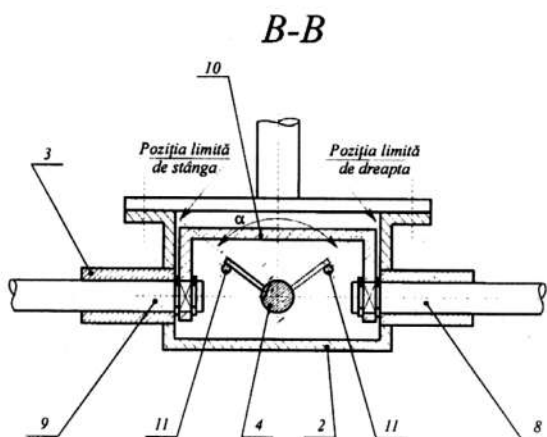


Fig. 3





**REPUBLICA MOLDOVA**

**AGPI** AGENȚIA DE STAT  
PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII  
INDUSTRIALE

# BREVET DE INVENȚIE

**Nr. 2106**

ÎN TEMEIUL LEGII PRIVIND BREVETELE DE INVENȚIE, AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE ELIBEREAZĂ PREZENTUL BREVET DE INVENȚIE CARE CONFERĂ TITULARULUI DREPTUL EXCLUSIV DE A DISPUNE DE BREVET DE EXPLOATARE A INVENȚIEI, DE A INTERZICE TERȚILOR EXPLOATAREA INVENȚIEI PROTEJATE PRIN BREVET FĂRĂ AUTORIZAȚIA SA PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA.

BREVETUL ESTE VALABIL PE UN TERMEN DE 20 DE ANI, ÎNCEPÂND DE LA DATA DEPOZITULUI NAȚIONAL REGLEMENTAR CU CONDIȚIA PLĂȚII TAXELOR ANUALE LEGALE DE MENȚINERE ÎN VIGOARE A BREVETULUI DE INVENȚIE.

DESCRIEREA INVENȚIEI, REVENDICĂRILE ȘI DESENELE CONSTITUIE PARTE INTEGRANTĂ A PREZENTULUI BREVET.

CONFIRM CELE DE MAI SUS PRIN SEMNARE ȘI APLICAREA SIGILIULUI

**DIRECTOR GENERAL**

**CHIȘINĂU**



MD 2106 C2 2003.02.28

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2106<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 03 D 1/06

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2000 0170 (22) Data depozit: 2000.10.13  (41) Data publicării cererii: 2002.07.31, BOPI nr. 7/2002	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2003.02.28, BOPI nr. 2/2003
(71) Solicitant: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD (72) Inventatori: BOSTAN Ion, MD; ȚOPA Mihai, MD; DULGHERU Valeriu, MD; OPREA Anatolie, MD; CIUPERCĂ Radu, MD (73) Titular: UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI, MD	

(54) Turbină elicoidală eoliană

(57) Rezumat:

Invenția se referă la motoarele eoliene, în special la o turbină elicoidală, axa de rotație a căreia coincide cu direcția vântului.

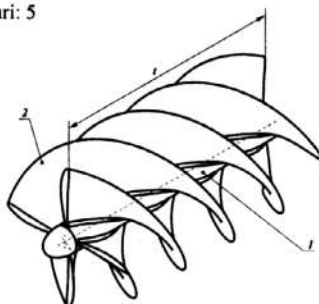
Turbina elicoidală de vânt conține arborele (1), pe care sunt fixate rigid pe linie elicoidală cu pas constant paletele (2), care au în secțiune normală profil-aripă. Pentru reducerea frânării vântului în turbinele de o lungime mai mare paletele pot fi instalate cu pas diferit al liniei elicoidale, și anume cu majorare spre ieșirea din turbină.

5 Rezultatul constă în majorarea coeficientului de utilizare a energiei vântului datorită diferenței vitezelor aerului pe cele două suprafețe ale paletei și în funcționarea eficientă la viteze mici ale vântului.

Revendicări: 3

Figuri: 5

10



MD 2106 C2 2003.02.28

3

**Descriere:**

Invenția se referă la motoarele eoliene, în special la o turbină elicoidală, axa de rotație a căreia coincide cu direcția vântului.

5 Este cunoscut agregatul eolian cu turbină elicoidală care include un arbore, pe care sunt fixate pe linie elicoidală palete, amplasat într-o țevă. În spatele arborelui cu palete (turbinei) este executată o directoare conică pentru ieșirea aerului [1]. Soluția cunoscută posedă coeficient de utilizare a energiei vântului relativ redus.

10 Mai este cunoscută o soluție, în care este prezentată o turbină elicoidală care include un rotor cu elice aranjate pe linie elicoidală cu același pas [2]. Soluția apropiată cunoscută are și ea un coeficient de utilizare a energiei vântului relativ redus.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este majorarea coeficientului de utilizare a energiei vântului.

15 Problema formulată este rezolvată prin faptul că turbina elicoidală de vânt, care conține un arbore, pe care sunt fixate palete elicoidale, paletetele în secțiune normală au profilul-ari-pă, linia medie a căruia este locul geometric al centrelor cercurilor înscrise în profil, grosimea relativă a lui se determină prin relația  $c_b = c / b$ , concavitatea relativă prin relația  $f_b = f / b$ , iar curbura profilului este determinată de unghiul  $\varepsilon = f(f_b)$  dintre tangentele duse la linia medie a profilului în părțile lui din față și din spate, totodată pozițiile  $c_b$  și  $f_b$  sunt determinate de abscisele relative  $x_{cb} = x_c / b$  și, respectiv,  $x_{fb} = x_f / b$ ,

20 unde  $c$  este grosimea profilului în diferite poziții ale paletetei;

$$b = (D - d) / 2 - \text{lungimea coardei profilului-ari-pă;}$$

$f$  - săgeata de încovoiere a profilului în diferite poziții ale paletetei;

$x_{cb}$  și  $x_{fb}$  - abscisele relative ale grosimii și, respectiv, a săgeții;

25  $x_c$  - abscisa grosimii profilului în diferite poziții ale paletetei;

$x_f$  - abscisele săgeții de încovoiere a profilului în diferite poziții ale paletetei;

$D$  și  $d$  - diametrul exterior al turbinei și, respectiv, diametrul arborelui turbinei.

Pașul liniilor elicoidale poate fi variabil, mărindu-se spre ieșirea din turbină.

De asemenea turbina elicoidală de vânt poate fi executată cu cel puțin două începuturi.

30 Rezultatul constă în majorarea coeficientului de utilizare a energiei vântului datorită diferenței vitezelor aerului pe cele două suprafețe ale paletetei și în funcționarea eficientă la viteze mici ale vântului.

Invenția se explică prin desenele din figurile 1...5 care reprezintă:

- fig.1, turbina elicoidală cu pas constant;
- fig.2, profilul-ari-pă în secțiune normală;
- fig.3, schema de calcul al forțelor dezvoltate de curenții de aer;
- 35 - fig.4, schema de calcul al componentelor radială și frontală ale curentului de gaz real;
- fig.5, turbina elicoidală cu pas variabil.

Turbina elicoidală de vânt include arborele 1, pe care sunt fixate rigid pe linie elicoidală cu pas constant sau variabil paletetele 2 cu un început sau cu mai multe începuturi (fig.1).

40 Profilul-ari-pă (fig.2) se caracterizează prin partea din față tocită și cea din spate ascuțită. Linia medie a profilului-ari-pă este locul geometric al centrelor cercurilor înscrise în profil. Parametrii geometrici principali ai profilului sunt:

- grosimea relativă a profilului  $c_b$ , egală cu raportul grosimii maxime a profilului către lungimea coardei  $b$ ,  $c_b = c / b$ ;

45 - concavitatea relativă  $f_b$ , determinată din raportul săgeții maxime de încovoiere a curbei axiale către lungimea coardei  $b$ ,  $f_b = f / b$ ;

- curbura profilului, care se caracterizează prin unghiul de încovoiere a liniei medii  $\varepsilon$ , adică prin unghiul dintre tangentele la linia medie a profilului în părțile lui din față și din spate,  $\varepsilon = f(f_b)$ .

Pozițiile  $c_b$  și  $f_b$  sunt determinate prin abscisele relative  $x_{cb} = x_c / b$  și  $x_{fb} = x_f / b$ .

50 Cunoșcând forța de ascensiune care acționează asupra rețelei de profile, se poate determina momentele forței care acționează asupra turbinei.

## MD 2106 C2 2003.02.28

4

Poziția reciprocă a profilelor în rețea se caracterizează prin pasul  $t$ , unghiul de poziție  $\Theta$  (unghiul dintre coarda profilului și flancul rețelei) și unghiurile  $\varphi_1$  și  $\varphi_2$  între tangentele trasate la linia medie a profilului în punctele lui și flancul rețelei.

Pasul relativ al rețelei este raportul pasului  $t$  către lungimea coardei  $b$ ,  $t_b = t/b$ . Valoarea inversă pasului relativ determină densitatea rețelei  $\tau = 1/t = b/t$ .

Poziția profilului rețelei față de curentul de aer se caracterizează prin unghiul de atac  $i$ , adică prin unghiul dintre vectorul vitezei  $\omega_1$  și tangenta trasată la linia medie a profilului. Unghiul dintre vectorul vitezei  $\omega_2$  la ieșire din rețea și tangenta trasată la curba profilului în partea din față se numește unghiul de întârziere a curentului  $\delta = \Theta - \beta_2$ . Unghiul de acces  $\beta_1$  va fi definit unghi dintre direcția vitezei la intrare în rețea și flancul ei. Unghiul de ieșire  $\beta_2$  este unghiul dintre vectorul vitezei  $\omega_2$  și flancul rețelei. Diferența dintre aceste unghiuri determină schimbarea direcției curentului de aer.

Urmează de analizat carenarea unei rețele infinite de profile de un curent plan paralel permanent de aer. De menționat că în curent secțiunile 1 și 2 (fig. 3) paralele flancului desenului și distanțate de rețea la o așa distanță, care permite acceptarea vitezei și presiunii constante în fiecare secțiune, adică acolo unde curentul nu va fi perturbat. Se va trasa la distanța pasului rețelei  $t$  liniile curentului  $AB$  și  $CD$ .

Pentru volumul menționat  $ABCD$  se aplică ecuația cantității de mișcare:

$$FA = m\vec{\omega}_2 - \vec{m}\omega_1,$$

astfel, proiecțiile rezultantei tuturor forțelor care acționează în acest volum pe flancul rețelei  $U$  și axa  $Z$  vor fi:

$$P'_U = M(-\omega_2 \cos \beta_2 + \omega_1 \cos \beta_1) = M[-\omega_{2U} + \omega_{1U}]$$

unde  $P'_U$  este proiecția forței rezultante pe axa  $U$ ;

$M = m/\Delta T$  – masa de aer care trece într-o secundă prin rețeaua cu pasul  $t$  și lungime unitară (în direcție perpendiculară planului desenului).

Din ecuația continuității rezultă:

$$M = \rho_1 \omega_{1Z} \cdot t \cdot l = \rho_2 \omega_{2Z} \cdot t \cdot l.$$

Pentru un gaz incompresibil:

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho \text{ și } \omega_{1Z} = \omega_{2Z} = \omega_Z.$$

Proiecția forței rezultante pe axa  $Z$  a rețelei se determină prin relația:

$$P'_Z + (\rho_1 - \rho_2) \cdot t \cdot l = M(\omega_{2Z} - \omega_{1Z}) = 0.$$

Luând în considerare cele expuse mai sus, proiecția forței  $\vec{P}$ , care acționează asupra profilului-aripă de lungime unitară, este:

$$P_U = -P'_U = -M(\omega_{1U} - \omega_{2U}) = -\rho \omega_Z t (\omega_{1U} - \omega_{2U});$$

$$P_Z = -P'_Z = (P_1 - P_2)t.$$

Astfel,  $\vec{P}$  este forța rezultantă aplicată la profil, iar  $\vec{P}$  – forța aplicată la volumul de calcul.

Conform ecuației Bernoulli:

$$P_1 + \frac{\rho w_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho w_2^2}{2},$$

unde  $p_1$  și  $p_2$  sunt presiunile statice în secțiunile 1 și 2;

$$\frac{\rho w_1^2}{2} \text{ și } \frac{\rho w_2^2}{2} - \text{presiunile dinamice în secțiunile 1 și 2, corespunzător.}$$

De aici rezultă că:

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2}(w_2^2 - w_1^2) = \frac{\rho}{2}(w_{2U}^2 + w_{2Z}^2) - \frac{\rho}{2}(w_{1U}^2 + w_{1Z}^2) = \frac{\rho}{2}(w_{2U}^2 - w_{1U}^2).$$

În continuare se determină circulația vitezei pe conturul  $ABCD$  acceptând drept pozitivă direcția contra acelor ceasornicului:

$$G_{ABCD} = G_{AB} + G_{BC} + G_{CD} + G_{DA}.$$

Întrucât liniile curenților  $AB$  și  $CD$  sunt congruente, iar distribuirea vitezelor pe ele este aceeași,  $G_{AB} = -G_{CD}$ .

**MD 2106 C2 2003.02.28**

5

$$G = G_{ABCD} = \int_{ABCD} c \cdot \cos(\vec{c}, \vec{s}) dS = -w_{2U} \cdot t + w_{1U} \cdot t = t(w_{1U} - w_{2U}).$$

Tinând cont de circularrea vitezei în jurul profilului, proiecțiile forței rezultante vor fi:

$$P_U = -\rho w_Z G,$$

$$P_Z = \frac{\rho}{2} (W_{2U}^2 - W_{1U}^2) \cdot \frac{G}{(w_{1U} - w_{2U})} = -\frac{\rho G}{2} (W_{1U} + W_{2U}).$$

Curentul de gaz ideal acționează asupra profilului cu forța:

$$P = \sqrt{P_U^2 + P_Z^2} = \rho G \sqrt{\omega_Z^2 + [(w_{1U} + \alpha w_{2U})/2]^2} = \rho G \omega_m,$$

unde  $\omega_m$  este vectorul geometric mediu al vitezei care se determină din relația:

$$\omega_m = (\bar{\omega}_1 + \bar{\omega}_2) / 2.$$

10 Proiecția acestui vector pe axa  $U$  este egală cu  $(\bar{\omega}_{1U} + \bar{\omega}_{2U}) / 2$ , iar pe axa  $Z$  -  $(\bar{\omega}_{1Z} + \bar{\omega}_{2Z}) / 2 = 2\omega_Z / 2 = \omega_Z$ .

Direcția vitezei geometrice medii  $\bar{\omega}_m$  se determină din relația (fig. 4):

$$ctg \beta_m = \frac{\omega_{mU}}{\omega_{mZ}} = \frac{\omega_{1U} + \omega_{2U}}{2\omega_Z} = \frac{1}{2} \left( \frac{\omega_{1U}}{\omega_Z} + \frac{\omega_{2U}}{\omega_Z} \right) = \frac{1}{2} (ctg \beta_1 + ctg \beta_2).$$

15 Astfel, rezultanta tuturor forțelor care acționează asupra rețelei din partea curentului de gaz incompresibil este egală cu produsul dintre densitate, viteza geometrică medie și circulația vitezei în jurul profilului. Direcția ei de acțiune este perpendiculară pe vectorul vitezei geometrice medii. Pentru a determina direcția forței  $P$  se întoarce vectorul  $\omega_m$  la un unghi de  $90^\circ$  contra direcției de circulație.

20 La carenarea rețelei cu un gaz real valoarea reală a forței de ascensiune  $v$ -a fi mai mică decât cea teoretică din cauza viscozității gazului.

În continuare se va analiza cum acționează viscozitatea unui gaz incompresibil asupra rezultatelor tuturor forțelor care acționează asupra profilului în rețea.

Din ecuația cantității de mișcare se vor obține relațiile pentru componentele axială și frontală ale reacției curentului pe un profil unitar al rețelei (fig. 4):

$$P_Z = (p_1 - p_2)t$$

$$P_U = -\rho w_Z t (w_{1U} - w_{2U}).$$

Tinând cont de viscozitate, ecuația Bernoulli pentru secțiunile 1 și 2 va fi:

$$p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2} (\omega_{2U}^2 - \omega_{1U}^2) + \Delta p,$$

30 unde  $\Delta p$  prezintă pierderile sumare ale presiunii totale care apar din cauza viscozității. Deci,

$$\Delta p = p_1 + p_2 - \frac{\rho}{2} (\omega_{1U}^2 - \omega_{2U}^2),$$

$$R_Z = (p_1 - p_2)t = -\frac{\rho t}{2} (\omega_{1U}^2 - \omega_{2U}^2) + \Delta p \cdot t.$$

35 Comparând relațiile pentru proiecțiile forței de ascensiune la mișcarea unui gaz ideal cu relațiile asemănătoare la mișcarea gazului vâcos, pentru un gaz ideal se va obține:

$$P_U = -\rho G \omega_Z, \quad P_Z = -\rho G \frac{\omega_{1U} + \omega_{2U}}{2};$$

pentru un gaz ideal vâcos:

$$R_U = -\rho G \omega_Z, \quad R_Z = -\rho G \frac{\omega_{1U} + \omega_{2U}}{2} + t \cdot \Delta p.$$

40 Componenta suplimentară  $t \cdot \Delta p$  exprimă proiecția pe axa rețelei a forței de rezistență  $\vec{R}$ . Proiecția acestei forțe pe axă este egală cu zero, adică este paralelă cu axa rețelei. Introducând viteza geometrică medie  $\bar{\omega}_m = (\bar{\omega}_1 + \bar{\omega}_2) / 2$  se obține relația  $R = \rho G \omega_m$ , care formal nu se deosebește de cea pentru gaz ideal. Însă aici și  $\omega_m$  și  $G$  se determină conform vitezelor reale  $\omega_1$  și  $\omega_2$ .

Forța rezultantă  $R$  de interacțiune a curentului de gaz vâcos cu profilul rețelei este egală cu:

## MD 2106 C2 2003.02.28

6

$$\bar{R} = \bar{P} + \bar{R}'$$

Deoarece  $P_U = R_U$ , forța de rezistență nu influențează asupra momentului de torsiune a rețelei de profiluri.

Forța  $\bar{R}$  se descompune în componente:

$$\bar{R} = \bar{R}_X + \bar{R}_Y,$$

unde  $R_X$  este forța de rezistență frontală;

$R_Y$  – forța de ascensiune.

Se va numi calitatea profilului:

$$K = R_Y / R_X = \text{ctg}\epsilon,$$

raportul forței de ascensiune a profilului față de forța de rezistență frontală.

Acești coeficienți adimensionali ai forțelor profilului unitar sau rețelei depind de geometria profilului și rețelei, de unghiul de atac  $i$ , presiunea dinamică  $\rho\omega_m^2/2$  și alți factori auxiliari.

Forța rezultantă pentru rețeaua compusă din  $n$  profiluri cu înălțime unitară se determină din relația:

$$R = C_R n b \rho \omega_m^2 / 2,$$

iar componentele pentru profil unitar:

$$R_Y = C_Y b \rho \omega_m^2 / 2; \quad R_X = C_X b \rho \omega_m^2 / 2,$$

aici  $C_R, C_Y, C_X$  sunt coeficienții forțelor aerodinamice, de ascensiune și de rezistență frontală.

Coeficientul  $C_Y = \frac{2}{b} (\text{ctg}\beta_1 - \text{ctg}\beta_2) \sin\beta_m$  permite determinarea forței de ascensiune conform caracteristicilor cunoscute ale rețelei de profiluri.

Ca rezultat al unor modelări matematice efectuate la calculator a fost posibilă stabilirea limitelor de variație a caracteristicilor parametrilor forței de ascensiune  $R_Y$ .

Pentru turbinele eoliene de putere mică și medie diametrul turbinei  $D$  variază în limitele  $D=(1000+5000)$ mm și lungimea turbinei  $L=(3000+10000)$ mm. Lungimea coardei profilului indirect caracterizează diametrul rotorului. Luându-se în considerare faptul că elicele sunt fixate pe un arbore, diametrul căruia pentru limitele indicate ale diametrelor  $D$  variază în limitele  $d=(250+1000)$ mm, lungimea coardei poate fi aleasă în limitele  $b=(D-d)/2=(375+2000)$ mm.

Unghiul de acces  $\beta_1$  reprezintă unghiul de amplasare a rotorului față de curenții de aer. Cu cât unghiul  $\beta_1$  este mai mare, cu atât forța de presiune cu care acționează curenții de aer laterali este mai mare, însă se reduce considerabil forța de presiune a curenților de aer care acționează frontal față de rotor. În urma efectuării unei optimizări s-au stabilit limitele de variație a unghiului de acces:  $\beta_1=(0+45)^\circ$ .

Unghiul de ieșire  $\beta_2$  depinde de raza de curbură interioară a profilului-aripi și se alege în limitele  $\beta_2=(55+80)^\circ$ . Valorile superioare (limita de sus) asigură un coeficient al forței de ascensiune mai bun.

Unghiul de direcție a vitezei geometrice medii  $\beta_m$  este derivat al unghiurilor  $\beta_1$  și  $\beta_2$ ,

$$\beta_m = \beta_1 - \beta_2; \beta_m = (35+55)^\circ.$$

Pasul rețelei de profil  $t$  în urma modelărilor matematice și cercetărilor experimentale efectuate s-a stabilit că trebuie să fie luat în limitele:

$$t = (0,75+1)L.$$

La depășirea acestor valori ale lui  $t$  are loc frânarea rotirii turbinei din cauza diferenței mari a vitezelor maselor de aer la intrarea și ieșirea din turbină.

Având indicate limitele de variație a parametrilor nominalizați mai sus orice persoană de specialitate în domeniu va putea realiza executarea acestui tip de turbine.

Deoarece viteza maselor de aer la intrare și ieșire din turbina elicoidală este diferită la lungimi mai mari ale turbinei are loc frânarea rotorului. De aceea în *fig.5* se propune schema unei turbine elicoidale cu pas diferit al liniilor elicoidale. Pasul liniei elicoidale la ieșire din turbină se alege din condiția excluderii frânării:

$$(l_1 < l_2 < l_3 < l_4).$$

MD 2106 C2 2003.02.28

7

(57) Revendicări:

5 1. Turbină elicoidală de vânt, care conține un arbore pe care sunt fixate palete elicoidale, caracterizată prin aceea că paletele în secțiune normală au profil-aripă, linia medie a căruia este locul geometric al centrelor cercurilor înscrise în profil, grosimea relativă a lui se determină prin relația  $c_b = c/b$ , concavitatea relativă prin relația  $f_b = f/b$ , iar curbura profilului este determinată de unghiul  $\varepsilon = f(f_b)$  dintre tangentele duse la linia medie a profilului în părțile lui din față și din spate, totodată pozițiile  $c_b$  și  $f_b$  sunt determinate de abscisele relative  $x_{cb} = x_c/b$  și, respectiv,  $x_{fb} = x_f/b$ ,

10 unde  $c$  este grosimea profilului în diferite poziții ale paletei;  
 $b = (D - d)/2$  - lungimea coardei profilului-aripă;  
 $f$  - săgeata de încovoiere a profilului în diferite poziții ale paletei;  
 $x_{cb}$  și  $x_{fb}$  - abscisele relative ale grosimii și, respectiv, a săgeții;  
 $x_c$  - abscisele grosimii profilului în diferite poziții ale paletei;  
15  $x_f$  - abscisele săgeții de încovoiere a profilului în diferite poziții ale paletei;  
 $D$  și  $d$  - diametrul exterior al turbinei și, respectiv, diametrul arborelui turbinei.

2. Turbină elicoidală de vânt conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că pasul liniilor elicoidale este variabil, mărindu-se spre ieșirea din turbină.

20 3. Turbină elicoidală de vânt conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că este executată cu cel puțin două începuturi.

(56) Referințe bibliografice:

1. US 4600360 B 1986.07.15
2. SU 1225912 A 198604.23

MD 2106 C2 2003.02.28

8

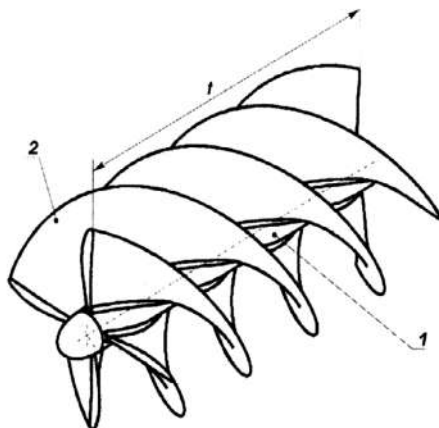


Fig. 1

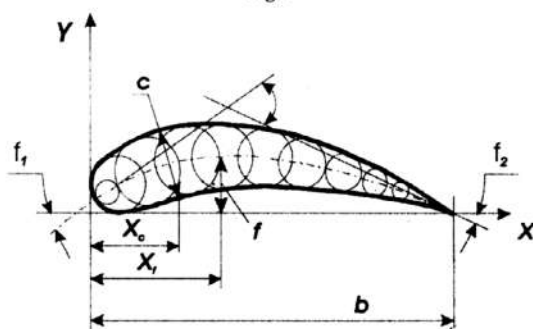


Fig. 2

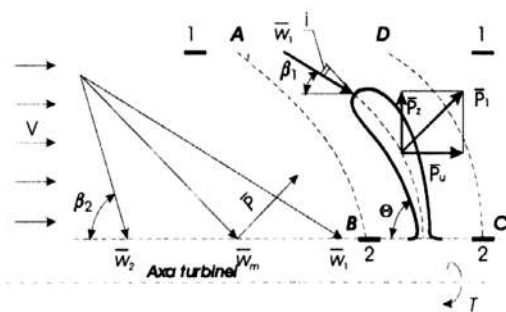


Fig. 3



MD 2106 C2 2003.02.28

9

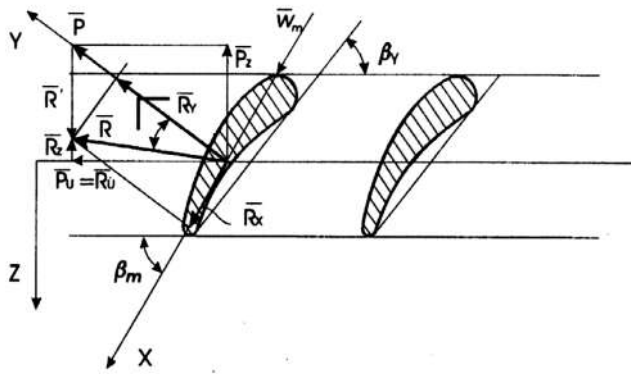


Fig. 4

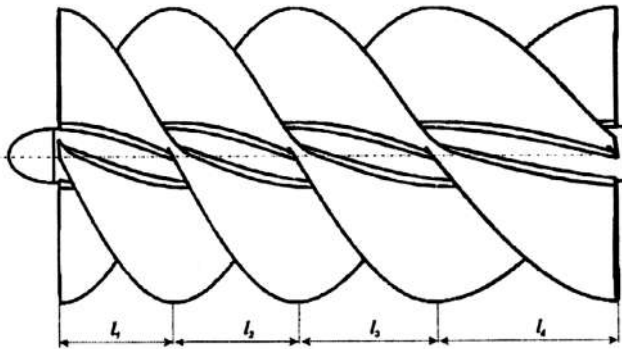
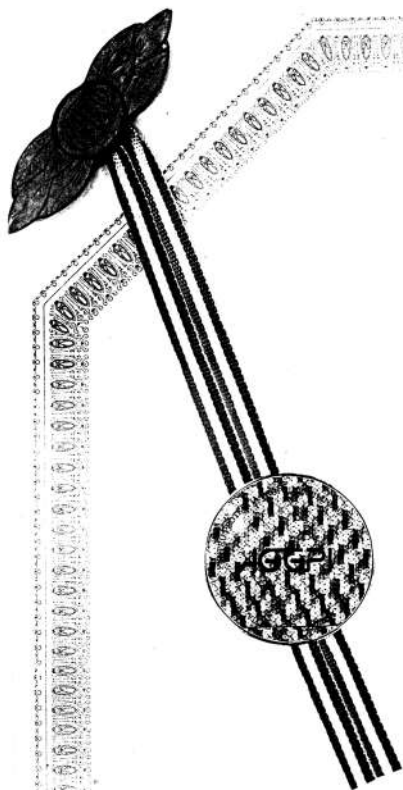


Fig. 5



REPUBLICA MOLDOVA



Agencia de Stat pentru Protecția  
Proprietății Industriale

# Brevet de Invenție

Nr. 1179

În temeiul Legii privind brevetele de invenție nr.461/1995, Agenția de Stat pentru Protecția Proprietății Industriale eliberează prezentul brevet de invenție care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare a invenției, de a dispune de brevet, de a interzice terților exploatarea invenției protejate prin brevet fără autorizația sa pe teritoriul Republicii Moldova, în termen de 20 de ani începând de la data depozitului național reglementar cu condiția plății taxelor anuale legale de menținere în vigoare a brevetului de invenție.

Descrierea invenției, revendicările și desenele constituie parte integrantă a prezentului brevet.

*Confirm cele de mai sus prin sennare  
și aplicarea sigiliului*



DIRECTOR GENERAL

CHIȘINĂU



MD 1179 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 1179<sup>(13)</sup> C2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: F 03 D 3/00

(12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0339

(22) Data depozit: 1995.07.20

(41) Data publicării cererii:  
1997.02.28, BOPI 2/97

(44) Data publicării hotărârii de  
acordare a brevetului cu  
examinarea în fond:  
1999.03.31, BOPI nr. 3/99

(71) Solicitant: Centrul Științific Cooperatist de Producție "RESTPIES", MD

(72) Inventatori: Moroz Nicolae, MD; Bostan Ion, MD; Dulgheru Valeriu, MD; Roșcovanu Gheorghe, MD

(73) Titular: Centrul Științific Cooperatist de Producție "REȘPIES", MD

(54) Instalație energetică

(57) Rezumat:

1

Invenția se referă la domeniul de obținere a surselor netradiționale de energie și poate fi utilizată pentru transformarea energiei hidraulice și eoliene în energie electrică.

Instalația energetică conține un motor eolian cu arbore vertical de rotație (1) și un motor hidraulic, arborele vertical (1<sup>1</sup>) al căruia este instalat coaxial cu arborele motorului eolian. Arborii ambelor motoare sunt unite la un diferențial (10), iar diferențialul - la un multiplicator (11), unit cu generatorul (12). Paletele (4, 4<sup>1</sup>) se rotesc în medii diferite - în lichid și în curenți de aer. În diferențial are loc însumarea momentelor de rotație a arborilor verticali (1, 1<sup>1</sup>), iar în multiplicator - multiplicarea lor, care se transmite ulterior generatorului (12).

2

Rezultatul constă în posibilitatea de a obține energie electrică din două medii - din apă și din vânt.

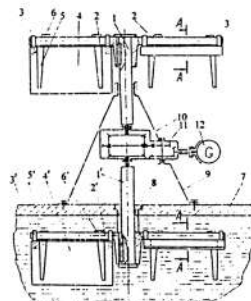
Revendicări: 1

Figuri: 1

5

10

15



MD 1179 C2

## MD 1179 C2

## Descriere:

3

Invenția se referă la domeniul utilizării surselor netradiționale de energie, în special la instalațiile energetice și poate fi utilizată pentru transformarea energiei hidraulice și eoliene în energie electrică.

5 Este cunoscut motorul eolian tip carusel, care include un organ de lucru cu arbore vertical de rotație cu palete ce se mișcă în direcția vântului și un ecran de protecție, care acoperă o parte din palete [1]. Motorul nominalizat are următoarele dezavantaje: coeficient redus de utilizare a energiei vântului (0,10-0,18); construcție complicată; suprafața înfășurată de vânt este foarte mică, deoarece este închisă de ecran.

10 Sunt cunoscute, de asemenea, turbinele hidraulice clasice. Turbina hidraulică include un rotor legat cu arborii turbinei, o cameră a turbinei, o țevă de aspirație și un aparat de orientare [2]. Dezvoltând puteri foarte mari (până la 150.000 kW) turbinele hidraulice posedă o serie de neajunsuri cum sunt: construcție complicată care necesită tehnologii avansate de producere a rotoarelor; necesitatea construirii barajelor râurilor pentru a asigura diferența de presiune necesară pentru funcționarea turbinei, fapt care necesită mari cheltuieli și aduce prejudicii serioase sistemului ecologic.

15 Cea mai apropiată soluție tehnică este motorul eolian, care include un arbore principal vertical cu bare horizontale fixe, de care sunt agățate liber palete cu axa orizontală de rotație. Construcția include, de asemenea, un mecanism de rotire automată a paletelor în jurul axei orizontale la un unghi de 90° și ecrane de protecție a paletelor în cazul schimbării vitezei vântului [3]. Și acest motor eolian este complicat, iar greutatea lui proprie la o unitate de putere dezvoltată este mai mare decât a celor cu aripi. Problema pe care o rezolvă invenția constă în simplificarea construcției și ridicarea eficienței instalației.

20 Instalația energetică, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un motor eolian cu arbore vertical și un generator, noutatea constând în aceea că el este dotat suplimentar cu un motor hidraulic cu arborii vertical instalat coaxial arborelui vertical al motorului eolian, totodată ambii arbori sunt uniți la un diferențial, iar diferențialul la un multiplicator.

Instalația energetică conform invenției asigură următorul rezultat:

30 – construcție simplă și gabarite relativ reduse;  
– coeficient de utilizare a vântului relativ ridicat;  
– eficacitate ridicată, exprimată prin utilizarea concomitentă a energiei hidraulice și eoliene cu însumarea momentelor de rotație a arborilor verticali ai ambelor motoare ale instalației;  
– posibilitatea amplasării a mai multor instalații energetice într-o baterie.

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției care reprezintă:

35 – fig. 1, vederea de ansamblu a instalației energetice;  
– fig. 2, detaliu privind instalarea paletei (secțiune A-A, vezi fig.1).

Instalația energetică conform invenției include motorul eolian cu arborii vertical 1 principal având bare horizontale 2, pe care sunt instalate, prin intermediul bușelor 3, palete 4 cu posibilitatea rotirii. Pe bare, de asemenea, sunt fixate de ambele părți ale paletelor sprijine 5 și limitatoare de rotație ale paletelor 6.

40 Instalația energetică include suplimentar un motor hidraulic cu arborii principal vertical 1<sup>1</sup> cu bare horizontale 2<sup>1</sup> fixate pe el, pe care sunt instalate paletele 4<sup>1</sup> cu posibilitatea rotirii în jurul barelor 2<sup>1</sup>. Pe bare, de asemenea, sunt fixate de ambele părți ale paletelor sprijinele 5<sup>1</sup> și limitatoarele de rotație 6<sup>1</sup>. Arborele principal 1<sup>1</sup> este instalat în platforma 7, prin intermediul unui lagăr de alunecare 8 și în carcasa 9. Arborii principali 1 și 1<sup>1</sup> sunt legați prin intermediul diferențialului conic 10 și multiplicatorului 11 cu generatorul 12.

Instalația energetică funcționează în felul următor.

50 Masele de aer acționează asupra paletei 4 care, fiind stopată de sprijinele 5 va roti arborele 1 sub un unghi maxim de 90°. Concomitent, în locul paletei deplasate, vine o altă paletă din cele patru, care funcționează în același mod, rotind totodată și paleta anterioară contra curentului de aer, care, nefiind fixată de sprijinele 5 se va roti în jurul barei 2 până la contactul cu limitatoarele de rotație 6 ale paletelor, care îi asigură unghiul de înclinare optim ( $\alpha=4^\circ$ ). În continuare procesul se repetă și cu celelalte trei palete.

55 Partea de jos a instalației energetice (motorul hidraulic) funcționează analogic: lichidul, mișcându-se, acționează asupra paletelor 4<sup>1</sup> stopate de sprijinele 5<sup>1</sup>, rotind-o împreună cu arborele 1<sup>1</sup> sub un unghi maxim de 90°. Concomitent, în locul paletei deplasate vine o altă paletă din cele patru, care funcționează în același mod, rotind simultan și paleta anterioară, care sub acțiunea lichidului, nefiind fixată de sprijinele 5<sup>1</sup> (sprijinele 5<sup>1</sup> s-au situat înaintea paletei 4<sup>1</sup>), se va roti în jurul barei 2<sup>1</sup> până la atingerea cu limitatoarele 6<sup>1</sup>, care îi asigură unghiul de înclinare optim ( $\alpha=4^\circ$ ). Momentele de torsiune ale arborilor principali 1 și 1<sup>1</sup> (care pot fi diferite) se transmit diferențialului 10, fiind

## MD 1179 C2

4

sumate și multiplicat ulterior în multiplicatorul 11 până la turația de lucru a generatorului 12. Astfel instalația energetică hidroeoliană permite valorificarea simultană a energiei hidraulice și eoliene, rezervele cărora sunt inepuizabile.

- 5 În cazul necesității unor cantități mai mari de energie electrică instalațiile energetice hidroeoliene pot fi amplasate în baterie pe o singură platformă cu respectarea condiției de neacoperire a spațiului util al organelor de lucru eoliene la orice direcție a vântului (de exemplu în zigzag).

10

### (57) Revendicare:

- 15 Instalație energetică care include un motor eolian cu arbore vertical și generator, caracterizată prin aceea că este dotată suplimentar cu un motor hidraulic cu arborele vertical instalat coaxial cu arborele vertical al motorului eolian, totodată ambii arbori fiind uniți la un diferențial, iar diferențialul - la un multiplicator.

### (56) Referințe bibliografice:

1. Фатеев Е. М. Ветро двигатели и их применение в сельском хозяйстве. Москва, 1962, с. 32
2. Угинчюс А. А. Гидравлика и гидравлические машины. Харьков, 1970, с. 273
3. SU 9185 A

# MD 1179 C2

5

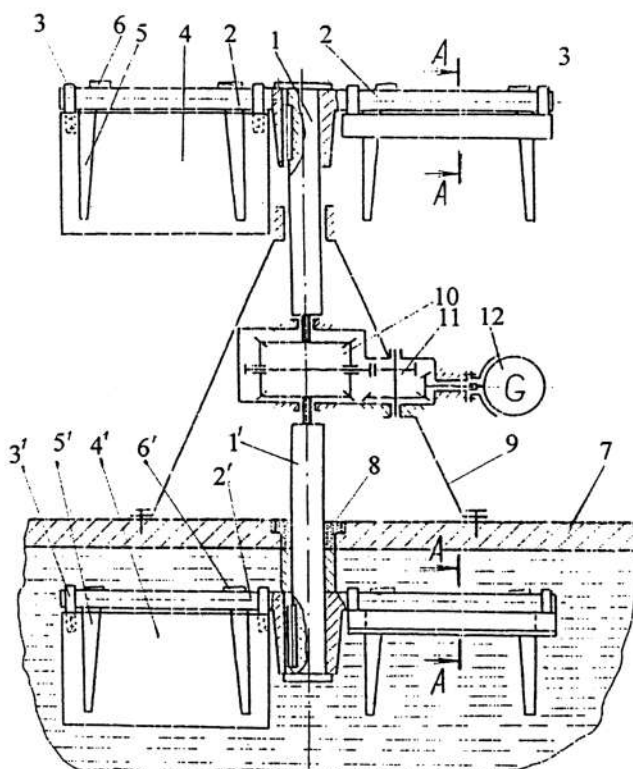


Fig. 1

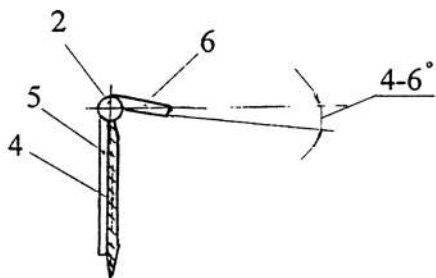


Fig. 2

REPUBLICA MOLDOVA

AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA  
PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE

BREVET de  
INVENȚIE

Nr. 404

Agenția de Stat a Republicii Moldova pentru Protecția Proprietății Industriale eliberează prezentul brevet de invenție, care conferă titularului dreptul exclusiv de exploatare și de a interzice terților fabricarea, folosirea sau comercializarea invenției fără autorizația sa pe teritoriul Republicii Moldova, pe durata de valabilitate a acestuia.

Descrierea invenției, revendicările și desenele explicative însoțesc și fac parte integrantă din prezentul brevet.

*Confirm cele de mai sus prin semnarea  
și aplicarea sigiliului*

DIRECTOR GENERAL

*Stanov*





MD 494 C2

## REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) **494 C2**  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F 03 D 11/00

(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0336

(22) Data depozit: 10.07.1995

(30)\* Nr. 4854194/06, 31.07.1991, SU

(10)\* Certificat de autor, nr. 1793098, SU

(42) Data publicării hotărârii  
de acordare a brevetului:  
31.10.1996, BOPI nr. 10/96

(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD

(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Triboi Grigore, Oboroc Mihai, MD

(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD

### (54) Instalație energetică

#### (57) Rezumat:

1

Utilizare: în instalațiile energetice.

Esența invenției: în carcasa 2 este instalată roata centrală rotativă 10, pe capătul căreia sunt fixate articulat elemente cu memorie termodinamică 12. Roata eoliană 21 este legată prin intermediul unui cuplaj de mers 19 și al unei bare de torsiune 20 cu roata centrală rotativă 10.

Revendicări: 1

Figuri: 2

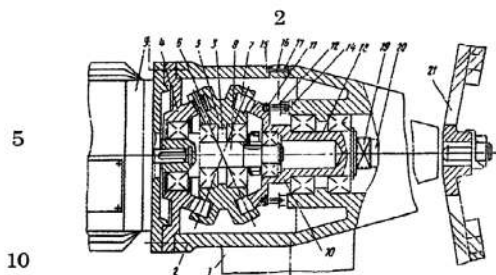


Fig. 1



## MD 494 C2

3

**(57) Revendicare:**

Instalație energetică care include o carcasă, o transmisie mecanică, instalată în interiorul ultimei, transmisia include un arbore central de ieșire și roți centrale respectiv rotativă și fixată rigid în carcasă și instalate coaxial față de arborele central de ieșire, pe roata centrală rotativă sunt fixate elemente cu memorie termomecanică a  
5  
formei pentru rotirea transmisiei mecanice, caracterizată prin aceea că este înze-  
strată cu o roată eoliană, care are o bară de torsiune și un cuplaj de mers liber, care  
leagă bara de torsiune cu roata centrală rotativă, pe capătul căreia din partea cu-  
plajului sunt fixate articulat elemente cu memorie termomecanică, transmisia me-  
10  
canică este precesională, iar pe carcasa din partea roții centrale rotative sunt execu-  
tați dinți teșiti unidirecționali, care interacționează cu elementele.

15

**(56) Referințe bibliografice:**

SU, A, 1483083

Revendicările se bazează în întregime pe descrierea invenției la certifi-  
catul de autor nr. 1793098, SU.





MD 469 C2

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății  
Industriale

(11) 469 C2  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F 03 G 7/00

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: 95-0333	(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 30.09.1996, BOP1 nr. 9/96
(22) Data depozit: 10.07.1995	
(30)* Nr. 4737969/06, 31.07.1989, SU	
(10)* Certificat de autor, nr. 1671956, SU	
(71) Solicitant: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	
(72) Inventatori: Bostan Ion, Dulgheru Valeriu, Filatov Victor, Oboroc Mihai, MD	
(73) Titular: Universitatea Tehnică a Moldovei, MD	

(54) Dispozitiv de transformare a energiei termice în energie  
mecanică

(57) Rezumat:

Invenția se referă la construcția de mașini și anume la dispozitivele care produc energie mecanică pe contul deformărilor termice ale elementelor termosensibile (E) 6 cu corp de lucru solid, lichid sau gazos, utilizând căldura surselor netradiționale, de exemplu, energia solară sau diferența de temperaturi ale apei de mare și mediului ambiant. Invenția asigură sporirea economicității transformării energiei datorită reducerii numărului transmisoriilor, care leagă E 6 cu arborele de ieșire (A) 4, și reducerii respective a numărului treptelor de transformare a energiei și pierderilor de energie cauzate.

Instalația include un corp 1 cu o cameră 15. Pe suprafața exterioară sferică 16 a camerei 15 este instalat un satelit 7 al primei trepte a reductorului precesional (R) 8, executat din două coroane cu role (C) 12 și 13, legate între ele prin intermediul canelurilor 14. E 6 sunt amplasate între C 12 și 13 pe perimetrul lor. Treapta a doua R 8 este amplasată în camera 15. Satelitul 17 al treptei a doua este instalat pe manivela 20 A 4. Treptele R 8 sunt legate între ele prin intermediul roții centrale cu două coroane 21, iar sateliții 7 și 17 angrenează cu roțile centrale 9 și 10, fixate în corpul 1. Port-satelitul 11 al primei trepte R 8 este fixat pe A 4. La dilatarea termică a E 6 C 12 și 13 ale satelitelui

7 se înclină și se lipește de roțile 9 și 21, punând-o pe ultima în mișcare de rotație. Prin satelitul 17, care se rostogolește pe roata 10, și manivela 20 mișcarea de rotație se transmite A 4. La trecerea prin zona de răcire E 6 se contractă.

Revendicări: 2  
Figuri: 5

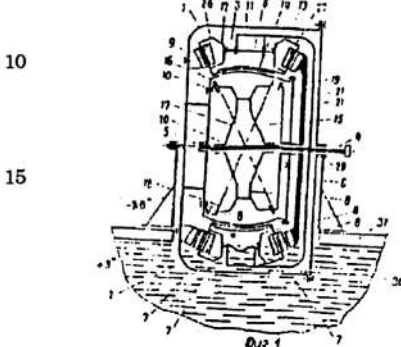


Fig. 1

## MD 469 C2

3

### (57) Revendicări:

1. Dispozitiv de transformare a energiei termice în energie mecanică care include un corp cu zone de încălzire și răcire, în care este instalat un rotor fixat pe un arbore de ieșire, rotorul având elemente termosensibile amplasate cu posibilitatea deplasării lor prin zonele de încălzire și răcire, legate cu satelitul transmisiei planetare, roata centrală a căreia este fixată în corp, iar portsatelitul - pe rotor, **caracterizat prin aceea că transmisia este executată în formă de reductor precesional în două trepte, satelitul primei trepte al căruia este executat din două coroane cu role, legate între ele prin intermediul îmbinării canelate, elemente termosensibile amplasate între coroanele satelitului pe perimetrul lui cu posibilitatea interacțiunii permanente a coroanelor și elementelor termosensibile, treapta a doua a reductorului este amplasată coaxial butucului satelitului primei trepte a reductorului în camera corpului cu suprafața exterioară sferică, totodată treptele reductorului sunt legate între ele cu o roată centrală suplimentară cu două coroane, aflate în angrenaj respectiv cu sateliții ambelor trepte ale reductorului, satelitul treptei a doua a reductorului este instalat pe manivela arborelui de ieșire, iar ultimul este legat rigid cu portsatelitul primei trepte a reductorului.**

2. Dispozitiv, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că elementele termosensibile sunt executate în forma de silfoane, umplute cu lichid volatil.**

### (56) Referințe bibliografice:

1. SU, A, 969956
2. SU, A, 1449702

Revendicările se bazează în întregime pe descrierea invenției la certificatul de autor nr. 1671956, SU.



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1760151

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Ветроэнергетическая установка"

Автор (авторы): Дулгеру Валерий Емануилович

он же

Заявитель:

Заявка № 4788348 Приоритет изобретения 5 февраля 1990г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

8 мая 1992г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

*Рассел*  
*Зинин*



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1760151 A1

(51) 5 F 03 D 1/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4788348/06  
(22) 05.02.90  
(46) 07.09.92. Бюл. № 33  
(75) В.Е.Дулгеру  
(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
№ 1511457, кл. F 03 D 7/04, 1989.  
2. Международная заявка РСТ  
№ 37/05666, кл. F 03 D 11/02, 1987.  
(54) ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

2

(57) Использование: в энергетике для преобразования энергии ветра в электрическую. Сущность: при наличии ветра вращение с рабочего колеса передается через торсионный вал на ведомый вал мультипликатора и далее через конические ролики плоскому роликовому сателлиту. Прецессионное движение сателлита посредством кривошипа преобразуется во вращательное движение вала генератора. 2 ил.

Изобретение относится к энергетике и может быть использовано для преобразования энергии ветра в электрическую.

Известна ветроэнергетическая установка, содержащая стойку, установленное на ней лопастное колесо с валом, соединенным посредством зубчатой передачи с генератором [1].

Наиболее близким техническим решением к изобретению является ветроэнергетическая установка, содержащая корпус с закрепленным на нем генератором, лопастное рабочее колесо и установленный в корпусе ведомый вал, кинематически связанный при помощи зубчатой передачи с валом генератора [2].

Недостатками известных технических решений являются большие габаритные размеры и низкий КПД.

Целью изобретения является сокращение габаритов и повышение КПД.

Цель достигается тем, что энергетическая установка, содержащая корпус с закрепленным на нем генератором, лопастное рабочее колесо и установленный в корпусе

ведомый вал, кинематически связанный при помощи зубчатой передачи с валом генератора, снабжена торсионным валом, а зубчатая передача выполнена в виде прецессионного мультипликатора, содержащего плоский роликовый сателлит, имеющий ступицу, два одинаковых зубчатых колеса, жестко закрепленных в корпусе соосно с ведомым валом, имеющим открытые со стороны ступицы пазы, при этом вал генератора снабжен наклонным кривошипом, роликовый сателлит установлен на последнем с возможностью взаимодействия с зубчатыми колесами и связан с ведомым валом посредством конических роликов, размещенных в пазах последнего, а лопастное рабочее колесо соединено с ведомым валом при помощи торсионного вала.

На фиг. 1 приведена ветроэнергетическая установка, общий вид; на фиг. 2 — ее конструкция.

Ветроэнергетическая установка содержит корпус 1, генератор 2 и лопастное рабочее колесо 3, торсионный вал 4, связывающий рабочее колесо 3 с ведомым ва-

лом 5 прецессионного мультипликатора 6, включающего плоский роликовый сателлит 7 с зубьями, выполненными в виде конических роликов 8, установленных на осях 9, зацепляющихся с зубьями центральных колес 10 и 11, имеющих одинаковое число зубьев, размещенных по обе стороны сателлита 7 и связанных с корпусом 1. Плоский роликовый сателлит 7 установлен на кривошипе 12, соединенном с валом генератора 2, связан с ведомым валом 5 через конические ролики 13, установленные на осях 14 в ступице 15 сателлита 7 и размещенные в открытых осевых пазах 16 ведомого вала 5.

Ветроэнергетическая установка работает следующим образом.

При наличии ветра лопастное рабочее колесо 3 начинает вращаться, вращение которого передается через торсионный вал на ведомый вал 5 мультипликатора 6 и далее через конические ролики 13 передается плоскому роликовому сателлиту 7. В результате зацепления роликов 8 сателлита 7 с зубьями колес 10 и 11 благодаря разнице зубьев  $Z_7 = Z_{10} \pm 1$ , а  $Z_{10} = Z_{11}$  плоский роликовый сателлит 7 начинает совершать прецессионное движение, которое посредством кривошипа 12 преобразуется во вращательное мультиплицированное движение ведущего вала с коэффициентом мультипликации

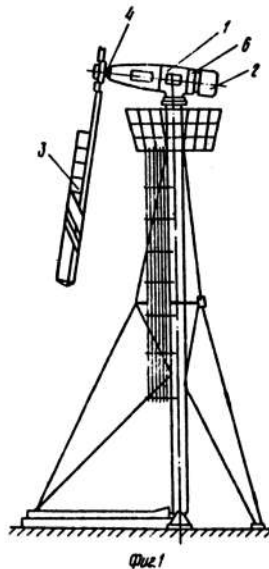
$$\mu = - \frac{Z_8}{Z_{10} - Z_8}.$$

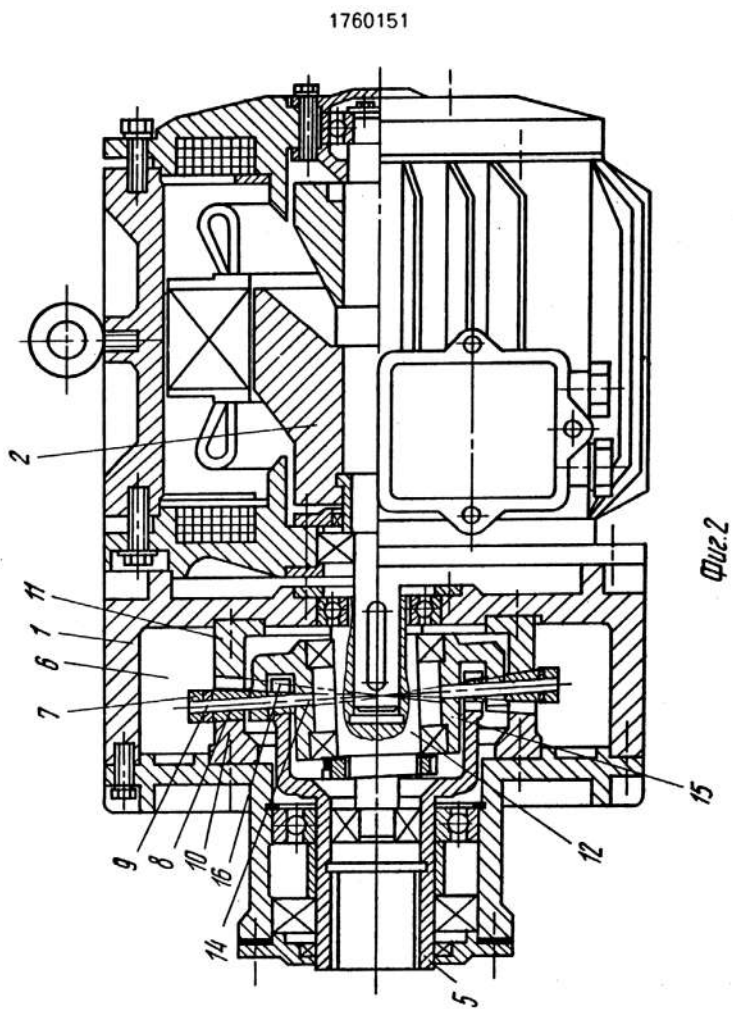
где  $Z_8, Z_{10}$  – соответственно число роликов сателлита 7 и зубьев колеса 10.

Мультиплицированное вращательное движение от кривошипа 12 передается валу генератора 2, которое преобразуется в электрическую энергию.

**Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я**

Ветроэнергетическая установка, содержащая корпус с закрепленным на нем генератором, лопастное рабочее колесо и установленный в корпусе ведомый вал, кинематически связанный при помощи зубчатой передачи с валом генератора, отличающаяся тем, что, с целью сокращения габаритов и повышения КПД, установка снабжена торсионным валом, а зубчатая передача выполнена в виде прецессионного мультипликатора, содержащего плоский роликовый сателлит, имеющий ступицу, два одинаковых зубчатых колеса, жестко закрепленных в корпусе соосно с ведомым валом, имеющим открытые со стороны ступицы пазы, при этом вал генератора снабжен наклонным кривошипом, роликовый сателлит установлен на последнем с возможностью взаимодействия с зубчатыми колесами и связан с ведомым валом посредством конических роликов, размещенных в пазах последнего, а лопастное рабочее колесо соединено с ведомым валом при помощи торсионного вала.









СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№

1793098

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

"Энергетическая установка"

Автор (авторы): Бостан Иван Антонович и другие, указанные в описании

КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ЛАЗО  
Заявитель:

Заявка № 4854194 Приоритет изобретения 31 июля 1991г.  
Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

В октябре 1992г.  
Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела

*Рассел*  
*Жуков*



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1793098 A1

(51)5 F 03 D 11/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4854194/06  
(22) 31.07.91  
(46) 07.02.93. Бюл. № 5  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А.Бостан, В.Е.Дулгеру, Г.В.Трибой и М.А.Оборок  
(56) Авторское свидетельство СССР № 1483083, кл. F 03 D 7/02, 1989.

2

(54) ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА  
(57) Использование: в энергетических установках. Сущность изобретения: в корпусе установлено вращающееся центральное колесо, на торце которого шарнирно закреплены элементы с термодинамической памятью. Ветряное рабочее колесо посредством обгонной муфты и торсионного вала связано с центральным вращающимся колесом. 2 ил.

Изобретение относится к энергетике и может быть использовано для преобразования энергии солнца и ветра в электрическую.

В качестве прототипа выбрана энергетическая установка, содержащая корпус, установленные внутри него волновую передачу, имеющую центральный выходной вал, генератор волн и коаксиально расположенные вращающееся жесткое колесо и неподвижное гибкое колесо, закрепленное на корпусе, равномерно расположенные по периметру последнего элементы с термомеханической памятью формы, служащие побудителями вращения передачи, экран и линзу, оптически взаимодействующие с элементами.

Недостатками известной энергетической установки являются узкие функциональные возможности, т.к. работает только при воздействии солнечных лучей на термоэлементы, т.е. в светлое время суток, а также имеет сравнительно небольшую мощность. Кроме того, следует отметить, что волновые передачи практически не работают в качестве мультипликаторов (т.е. являются самотормозящимися редукторами) или имеют очень низкий КПД.

Целью изобретения является повышение удельной мощности и расширение функциональных возможностей.

Поставленная цель достигается тем, что в энергетической установке, содержащей корпус, установленную внутри последнего механическую передачу, имеющую центральный выходной вал и коаксиально установленные относительно него соответственно вращающиеся и жестко закрепленные на корпусе центральные колеса, на вращающемся колесе укреплены элементы с термомеханической памятью формы, для вращения механической передачи, установка снабжена ветряным рабочим колесом, имеющим торсионный вал и обгонную муфту, связывающую последний с вращающимся центральным колесом, на торце которого со стороны муфты шарнирно закреплены элементы с термомеханической памятью, механическая передача выполнена прецессионной, а на корпусе со стороны вращающегося центрального колеса выполнены однонаправленные скошенные зубья, взаимодействующие с элементами.

На фиг.1 приведена энергетическая установка; на фиг.2 – вид А на фиг.1.

Энергетическая установка содержит башню 1, на которой установлен корпус 2, в котором размещена планетарная прецессионная передача 3, содержащая центральное колесо 4, связанное с корпусом 2, двухвенечный сателлит 5 с венцами 6 и 7, установленный на кривошипе 8, связанный с валом электрогенератора 9, и подвижное центральное колесо 10, на торце которого посредством шарниров 11 закреплены термомеханические элементы 12 с памятью формы, подпружиненные пружинами 13, а на соответствующей поверхности корпуса 2 выполнены однонаправленные скошенные зубья 14. В корпусе 2 напротив термомеханических элементов 12 выполнено окошко 15, в котором смонтирован экран 16 и увеличительная линза 17. Центральное подвижное колесо 10 и ведомый вал 18 связаны посредством обгонной муфты 19 и торсионного вала 20 с ветряным рабочим колесом 21.

Энергетическая установка работает следующим образом.

При воздействии солнечных лучей на экран 16 и линзу 17 термомеханические элементы 12 нагреваются и, вспоминая свою первоначальную форму, выпрямляются, упираясь свободным концом в зубья 14 корпуса 2. Ввиду того, что длина прямого термомеханического элемента 12 больше зазора между торцом колеса 10 и корпуса 2, колесо 10 будет вращаться на некоторый угол в сторону направления зубьев 14, соответствующий удлинению элемента 12 и достаточный для приведения напротив окошка 15 следующего термомеханического элемента 12. Таким образом процесс повторяется.

Далее вращательное движение колеса 10 посредством взаимодействия зубьев колеса 10 с зубьями венца 6 сателлита 5 и взаимодействия зубьев венца 7 сателлита 5 с зубьями центрального неподвижного колеса 4 преобразуется в высокочастотное прецессионное движение сателлита 5, кото-

### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Энергетическая установка, содержащая корпус, установленную внутри последнего механическую передачу, имеющую центральный выходной вал и коаксиально установленные относительно него соответственно вращающееся и жестко закрепленное на корпусе центральные колеса, на вращающемся колесе укреплены элементы

рое посредством кривошипа 8 преобразуется в высокочастотное вращательное движение, которое передается валу электрогенератора 9, вырабатывающего электроэнергию.

Одновременно на ведомый вал 18 (если он вращается с угловой скоростью меньше, чем угловая скорость ветроколеса 21 или вообще не вращается при отсутствии солнечных лучей, например, ночью) передается вращательное движение ветроколеса 21 при наличии ветра, которое аналогичным образом преобразуется в мультиплицированное вращательное движение кривошипа 8, которое передается электрогенератору 9. Передаточное отношение мультипликатора определяется как

$$U = - \frac{Z_6 Z_{10}}{Z_4 Z_7 - Z_6 Z_{10}}$$

где  $Z_6, Z_7$  – число роликов венцов 6 и 7 сателлита 5;

$Z_4, Z_{10}$  – число зубьев колес 4 и 10.

При  $Z_4 = Z_6$  имеем

$$U = - \frac{Z_{10}}{Z_7 - Z_{10}}$$

При этом  $Z_7 = Z_{10} \pm 1$ .

Таким образом предложенное техническое решение позволяет повысить удельную мощность, расширить функциональные возможности энергетической установки.

Комбинирование гелио- и ветроустановки в одной конструкции позволяет помимо увеличения удельной мощности также вывести энергетическую установку из мертвого положения (например при остановке подвижного колеса гелиоустановки в положении, когда ни один из термомеханических элементов не попадает в зону окошка 15) путем вращения ведомого вала 18 от ветроколеса 21 (при наличии ветра).

50

с термомеханической памятью формы для вращения механической передачи, отличающаяся тем, что, с целью повышения удельной мощности и расширения функциональных возможностей, установка снабжена ветряным рабочим колесом, имеющим торсионный вал и обгонную муфту, связывающую последний с вращающимся центральным колесом, на торце которого со стороны муфты шарнирно закреплены эле-

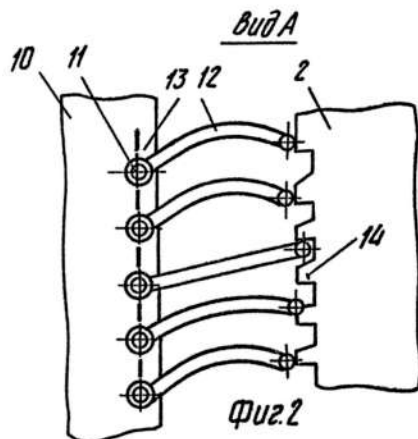
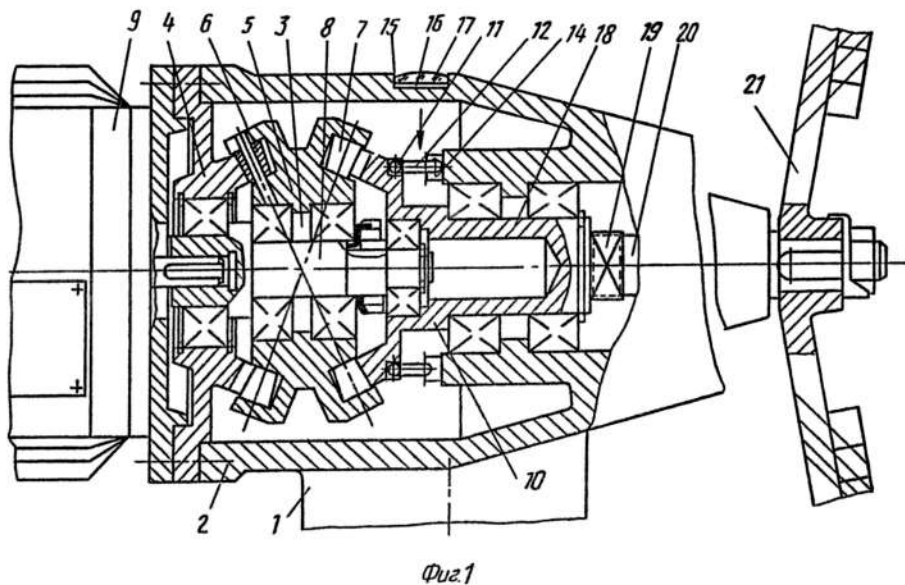
5

1793098

6

менты с термомеханической памятью, механическая передача выполнена прецессионной, а на корпусе со стороны вращающегося

центрального колеса выполнены однонаправленные скошенные зубья, взаимодействующие с элементами.





СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ  
(ГОСКОМИЗОВРЕТЕНИЙ)

## АВТОРСКОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО

№ 1671956

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Госкомизобретений выдал настоящее авторское свидетельство на изобретение:

**"Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую"**

Автор (авторы): **Дулгеру Валерий Емануилович и другие,**  
указанные в описании

**КИШИНЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.С.ЛАЗО**

Заявитель:

Заявка № 4737969 Приоритет изобретения 31 июля 1989г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР

22 апреля 1991г.

Действие авторского свидетельства распространяется на всю территорию Союза ССР.

Председатель Комитета

Начальник отдела



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU (11) 1671956 A1**

(51)5 F 03 G 7/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

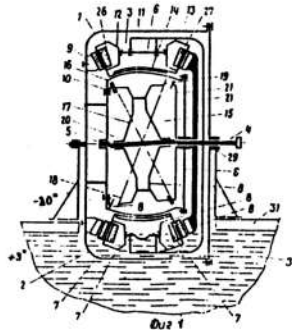
(21) 4737969/06  
(22) 31.07.89  
(46) 23.08.91. Бюл. № 31  
(71) Кишиневский политехнический институт им. С.Лазо  
(72) И.А.Бостан, В.Е.Дулгеру, В.И.Филатов и М.А.Оборок  
(53) 621.486(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 969956, кл. F 03 G 7/02, 1981.

Авторское свидетельство СССР № 1449702, кл. F 03 G 7/06, 1987.  
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МЕХАНИЧЕСКУЮ

(57) Изобретение относится к машиностроению, а именно к устройствам, вырабатывающим механическую энергию за счет тепловых деформаций термочувствительных секций (С) 6 с твердым, жидким или газообразным рабочим телом, с потреблением тепла нетрадиционных источников, например солнечной энергии или разности температур морской воды и окружающей среды. Изобретение позволяет повысить экономичность преобразования энергии за счет уменьшения количества передач, свя-

2

зывающих С 6 с выходным валом (В) 4, и соответствующего уменьшения числа ступеней преобразования энергии и связанных с этим потерь. Устройство содержит корпус 1 с камерой 15. На наружной сферической поверхности 16 камеры 15 установлен сателлит 7 первой ступени процессионного редуктора (Р) 8, выполненный составным из двух роликовых венцов (В) 12 и 13, связанных между собой посредством шлицев 14. С 6 размещены между В 12 и 13 по их периметру. Вторая ступень Р 8 размещена в камере 15. Сателлит 17 второй ступени установлен на кривошипе 20 В 4. Ступени Р 8 связаны между собой двухвенцовым центральным колесом 21, а сателлиты 7 и 17 введены в зацепление с закрепленными на корпусе 1 центральными колесами 9 и 10. Водило 11 первой ступени Р 8 закреплено на В 4. При тепловом расширении С 6 В 12 и 13 сателлита 7 располагаются наклонно и прижимаются к колесам 9 и 21, приводя последние во вращение. Через сателлит 17, обкатывающийся по колесу 10, и кривошип 20 вращение передается В 4. При перемещении в зону охлаждения С 6 сжимаются, 1 з.п. ф-лы, 5 ил.



Изобретение относится к машиностроению, а именно к устройствам, в которых получение тепловой энергии обеспечивается за счет тепловых деформаций термочувствительных секций с твердым, жидким или газообразным рабочим телом, и может быть использовано в тепловых двигателях, потребляющих тепло нетрадиционных источников, например солнечной энергии или разности температур морской воды и окружающей среды.

Целью изобретения является повышение экономичности.

На фиг.1 представлена кинематическая схема предложенного устройства; на фиг.2 – схема размещения термочувствительных секций относительно зон нагрева и охлаждения, расположенных на солнце и в тени; на фиг.3 – то же, для зон нагрева и охлаждения, образованных тепловой водой подо льдом и холодной окружающей средой; на фиг.4 – устройство с термочувствительными секциями в виде сильфонов, заполненных легкоиспаряющейся жидкостью, осевой разрез; на фиг.5 – схема установки термочувствительных секций в виде твердых элементов из материала с термомеханической памятью.

Устройство содержит корпус 1 с зонами 2 и 3 нагрева и охлаждения соответственно, в котором установлен закрепленный на выходном валу 4 ротор 5. На последнем с возможностью попеременного перемещения через зоны 2 и 3 нагрева и охлаждения размещены термочувствительные рабочие секции 6, соединенные с сателлитом 7 первой ступени планетарной передачи, выполненной в виде двухступенчатого прецессионного редуктора 8. Центральные колеса 9 и 10 соответственно первой и второй ступеней редуктора 8 закреплены на корпусе 1, а водило 11 первой ступени редуктора 8 – на роторе 5. Сателлит 7 первой ступени редуктора 8 выполнен составным из двух роликовых венцов 12 и 13, связанных между собой посредством шлицев 14, выполненных на их сферических поверхностях.

Термочувствительные рабочие секции 6 размещены между венцами 12 и 13 сателлита 7 по их периметру с возможностью постоянного взаимодействия венцов 12 и 13 и секций 6. Вторая ступень редуктора 8 размещена собно ступице сателлита 7 первой ступени редуктора 8 в камере 15 корпуса 1 со сферической наружной поверхностью 16. Сателлит 17 второй ступени редуктора 8 выполнен в виде жестко соединенных между собой зубчатых венцов 18 и 19 и установлен на кривошипе 20 выходного вала 4. Ступени редуктора 8 связаны между собой

двухвенцовым центральным колесом 21, находящимся в зацеплении своими венцами соответственно с венцами 13 и 19 сателлитов 7 и 17 первой и второй ступеней редуктора 8. Сателлиты 7 и 17, в свою очередь, другими своими венцами 12 и 18 соответственно введены в зацепление с центральными колесами 9 и 10.

Термочувствительные секции 6 (фиг.1 и 5) выполнены из материала с термомеханической памятью в виде дугообразных твердых элементов 22, шарнирно соединенных со штоками 23, продетыми сквозь отверстия в скобах 24, связанных с водилом 11 посредством шлицев с возможностью осевого перемещения. Штоки 23 прижаты своими закругленными концами к внутренним торцовым поверхностям венцов 12 и 13. Термочувствительные секции 6 могут быть выполнены также в виде сильфонов 25 (фиг.4), заполненных легкокипящей жидкостью, на торцовых крышках которых закреплены штоки 23. На венцах 12 и 13 установлены шарнирно связанные с ними ролики 26 и 27 соответственно, входящие при зацеплении во впадины между зубьями колес 9 и 10. Корпус 1 имеет снизу отверстие 28 для прохода теплоносителя и установлен на опорах 29 таким образом, что нижние секции 6 погружены в воду 30 подо льдом 31, являющуюся горячим теплоносителем зоны 2 нагрева.

Устройство работает следующим образом.

Водило 11 при пуске приводится во вращение (не более чем на пол-оборота) от внешнего пускового двигателя (не показан). При этом сильфоны 25 (или термочувствительные элементы 22), контактируя с водой 30 в зоне 2 нагрева, расширяются, и осевое перемещение от расширяющейся жидкости в сильфонах 25 (или от выпрямления термочувствительных элементов 22) передается штокам 23 и далее венцам 12 и 13 сателлита 7. Осевое перемещение штоков 23 преобразуется в прецессионное движение венцов 12 и 13 с роликами 26 и 27 сателлита 7, которые, зацепляясь с зубчатыми колесами 9 и 21, заставляют последнее вращаться с редукцией

$$i_1 = - \frac{Z_{12} \cdot Z_{21}^E}{Z_9 \cdot Z_{13} - Z_{12} \cdot Z_{21}^E}$$

где  $Z_{12}$  и  $Z_{13}$  – число роликов 26 и 27 венцов 12 и 13 соответственно;

$Z_9$  – число зубьев колеса 9;

$Z_{21}^E$  – число зубьев большего венца колеса 21.

Вращательное движение колеса 21 через его меньший венец передается сателли-

ту 17 второй ступени редуктора 8. В результате взаимодействия венца 18 сателлита 7 с колесом 10 вращательное движение колеса 21 мультиплицируется и передается кривошипу 20 и далее валу 4. При этом передаточное отношение второй ступени редуктора 8 равно

$$i_2 = - \frac{Z_{18} \cdot Z_{21}^M}{Z_{10} \cdot Z_{19} - Z_{18} \cdot Z_{21}^M}$$

где  $Z_{18}$  и  $Z_{19}$  – число зубьев венцов 18 и 19 сателлита 17;

$Z_{10}$  – число зубьев колеса 10,

$Z_{21}^M$  – число зубьев меньшего венца колеса 21.

Переместившись вместе с водилом 11 в зону 3 охлаждения, секции 6, охлаждаясь, сжимаются до исходных размеров. Далее описанный цикл повторяется, в результате чего поддерживается непрерывное вращение вала 4. Таким образом тепловая энергия преобразуется в механическую. Если выходной вал 4 предлагаемого устройства соединить с генератором, то можно получить на выходе электроэнергию за счет энергии практически неисчерпаемого экологически чистого теплового источника.

Шарнирная установка конических роликов 26 и 27 на венцах 12 и 13, а также изготовление роликов 26 и 27 из металлокерамики с твердой смазкой позволяют предложенному устройству работать с высоким КПД в условиях севера, пустыни и космоса с высокой надежностью.

Полость корпуса 1 может быть выполнена закрытой, и нижняя ее часть может быть заполнена маслом в качестве промежуточного теплоносителя, что позволяет использовать закрытую масляную ванну для смазки редуктора 8 и обеспечивает надежность его работы.

Повышение эффективности работы предлагаемого устройства по сравнению с известным обеспечивается также за счет уменьшения количества сателлитов и передач, связывающих их с термочувствитель-

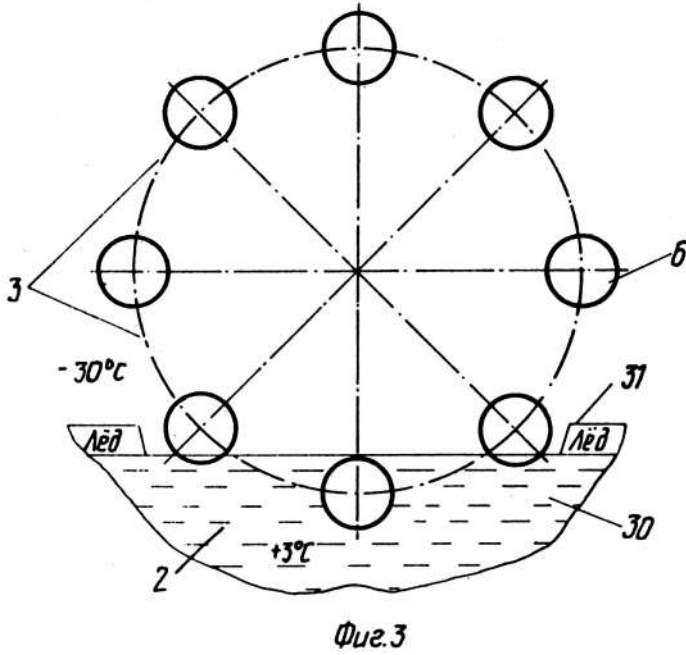
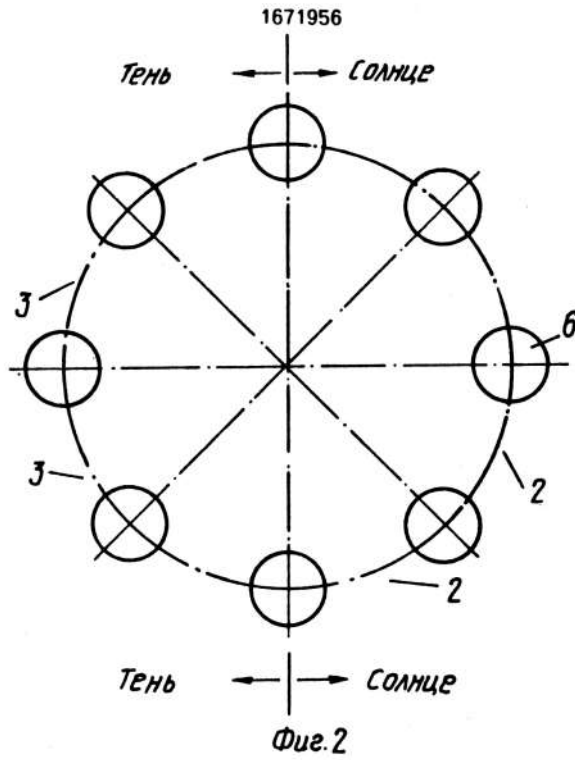
ными секциями, исключения храповых механизмов и, в конечном счете, за счет уменьшения числа ступеней преобразования энергии и связанных с этим потерь, а также за счет упрощения конструкции.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Устройство для преобразования тепловой энергии в механическую, содержащее корпус с зонами нагрева и охлаждения, в котором установлен закрепленный на выходном валу ротор с размещенными на последнем с возможностью попеременного перемещения через зоны нагрева и охлаждения термочувствительными рабочими секциями, соединенными с сателлитом планетарной передачи, центральное колесо которой закреплено на корпусе, а водило – на роторе, отличающееся тем, что, с целью повышения экономичности, передача выполнена в виде двухступенчатого прецессионного редуктора, сателлит первой ступени которого выполнен составным из двух роликовых венцов, связанных между собой посредством шлицев, термочувствительные рабочие секции размещены между венцами сателлита по их периметру с возможностью постоянного взаимодействия венцов и секций, вторая ступень редуктора размещена соосно ступице сателлита первой ступени редуктора в камере корпуса со сферической наружной поверхностью, ступени редуктора связаны между собой дополнительно установленным двухвенцовым центральным колесом, находящимся в зацеплении своими венцами соответственно с сателлитами первой и второй ступени редуктора, сателлит второй ступени редуктора установлен на кривошипе выходного вала, а последний жестко соединен с водилом первой ступени редуктора.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что термочувствительные рабочие секции выполнены в виде сильфонов, заполненных легкоиспаряющейся жидкостью.





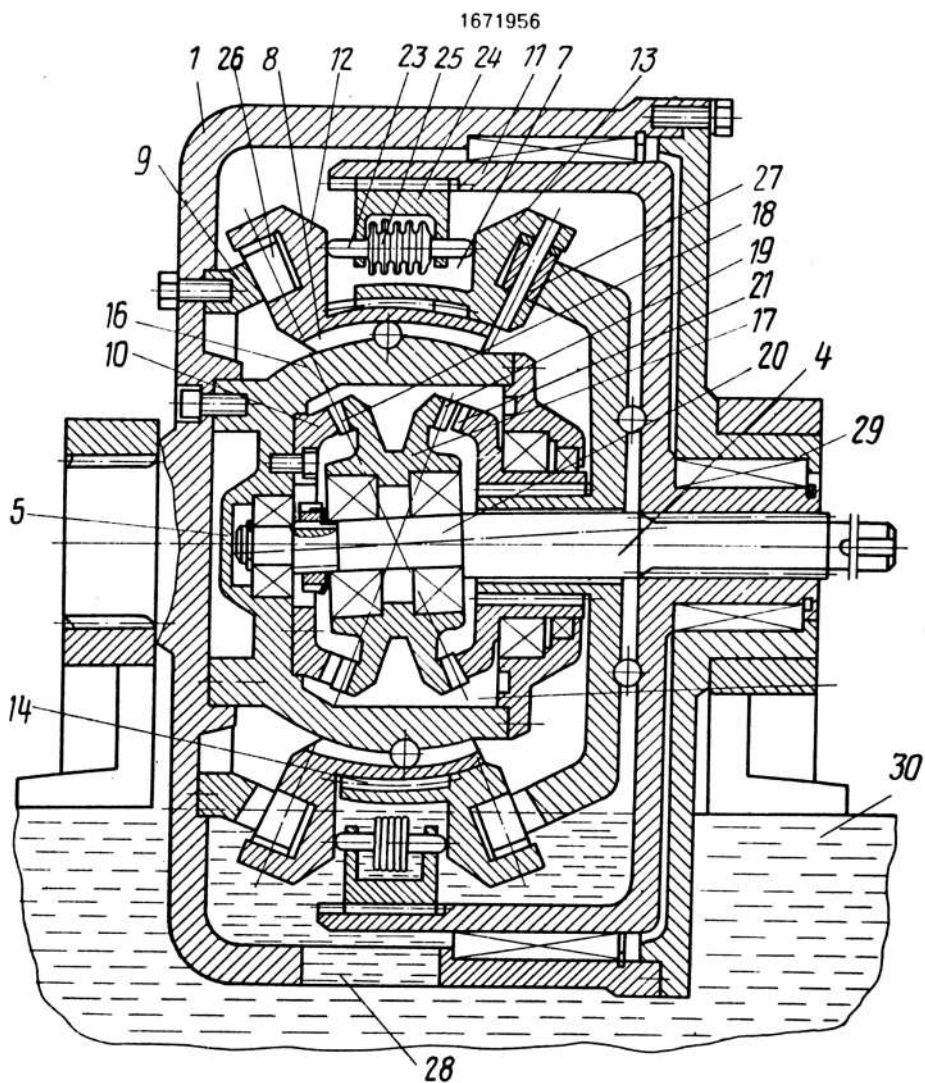


Fig. 4

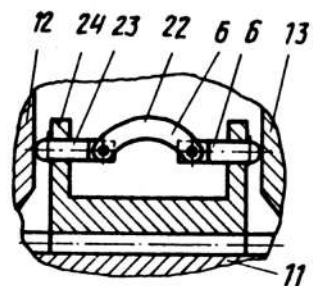


Fig. 5