



INSTALAȚIE EOLIANĂ DE MEDIE ȘI MARE PUTERE, PENTRU ZONE CU VITEZE MICI DE VÎNT

BURCIU Vitalie¹, Burciu Andrei²

¹Institutul de Energetică al Academiei de Științe a Moldovei

²„Visburg” SRL

Rezumat – Se propune o nouă instalație eoliană pentru zone cu viteze mici de vânt după cum este și Republica Moldova. Construcția simplă a acestei instalații eoliene și amplasarea turbinelor eoliene în ea permite reducerea considerabilă a cheltuielilor la asamblarea ei, precum și obținerea unui randament major al instalației.

Cuvinte cheie – instalații eoliene, turbine eoliene

WIND PLANT OF MEDIUM AND HIGH POWER, FOR AREAS WITH LOW WIND SPEEDS

BURCIU Vitalie¹, Burciu Andrei²

¹Institut of Power Engineering of Academy of Sciences of Moldova

²„Visburg” SRL

Abstract – It proposes a new wind power plant for areas with wind speeds as low and Moldova. The simple construction of this wind turbine and wind turbine sitting in it considerably reduces the costs to assemble them and deliver major efficiency of the plant.

Keywords – wind turbines

ВЕТРОСТАНЦИЯ СРЕДНЕЙ И ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ РЕГИОНОВ С МАЛОЙ СКОРОСТЬЮ ВЕТРА

БУРЧУ Виталий¹, БУРЧУ Андрей²

¹Институт Энергетики Академии Наук Молдовы

²ООО „Visburg”

Реферат – Предлагается новая ветровая станция для районов с низкой скоростью ветра, каким является и Республика Молдова. Простота конструкции этой ветровой станции и размещения в ней ветровые турбины значительно снижает затраты на ее сборку и существенно повышает ее КПД.

Ключевые слова – ветровая станция

1. INTRODUCERE

Energia este una din problemele esențiale ale prezentului. Ea reprezintă una din temele de bază din programele guvernelor, companiilor și utilizatorilor din întreaga lume [1]. Un accent deosebit în acest sens se pune pe sursele regenerabile de energie – în special pe cea eoliană.

Energia eoliană este considerată ca una din opțiunile cele mai durabile privind asigurarea cu energie, deoarece se consideră că energia cinetică a fluxurilor de aer este destul de esențială și astăzi există tehnologii de conversie puse bine la punct. Fiecare oră pământul primește 1014 kWh de energie solară. Circa 1-2% din energia solară se transformă în energie eoliană. Acest indiciu întrece de 5-10 ori cantitatea energiei transformată în biomasa de către toate plantele Pământului [2]. După unele estimări, potențialul eolian teoretic al Pământului, pe suprafața sa

totală și pe o grosime de 11 km în atmosferă, în cazul unui randament de 100 %, s-ar cifra la 50 mil TWh/an. Conform altor estimări, potențialul eolian al globului este de 2,6x10¹⁴ kWh/an. Din acest potențial teoretic se poate folosi cel mult 59,3 % [3]. Conform Departamentului de Energie al SUA vanturile din lume ar putea furniza, teoretic, echivalentul a 5800 BTUs cvadrilion (quads) de energie în fiecare an - mai mult de 15 de ori decat este cererea energetica actuala in lume (un quad este egal cu aproximativ 172 milioane de barili de petrol sau 45 milioane tone de carbine) [4].

La sfârșitul anului 2010 capacitatea mondială a generatoarelor eoliene era de 194 400 MW. Toate turbinele de pe glob pot genera 430 Terawațioră/an, echivalentul a 2,5% din consumul mondial de energie. La nivelul Uniunii Europene, capacitatea totală de producție energetică a turbinelor eoliene era la finele anului 2010 de

84.074 MW. Potrivit datelor de la finele anului 2010 Germania are cea mai mare capacitate de producție de energie eoliană din UE, de 27 214 MW, urmată de Spania, cu 20 676 MW, iar apoi, la mare distanță, de Italia (5 797 MW) și Franța (5 660 MW), iar cele mai mari țări producătoare de energie eoliană sunt: China (44 733 MW), Statele Unite (40 180 MW), Germania (27 215 MW), Spania (20 776 MW), India (13 065 MW), Italia (5 797 MW), Franța (5 560 MW), Marea Britanie (5 203 MW), Canada (4 008 MW), Danemarca (3 734 MW) [5]. România în anul 2009 a produs circa 14 MW, iar acum capacitatea totală de producție energetică a turbinelor eoliene este peste 960 MW, ca urmare a investițiilor unor mari companii precum CEZ, Renovatio (Cipru) sau Enel (Italia), totodată potențialul eolian al României este de 14000 MW, potrivit datelor Transelectrica [6].

Uniunea Europeană are ca țintă atingerea cotei de 20% în producerea energiei electrice din surse regenerabile către anul 2020. Conform estimărilor, cota energiei electrice produse din vânt trebuie să constituie către anul 2020 cca. 12-14% în balanța energetică a UE [7]. Departamentul de Energie al SUA și-a format un scop de a obține 6% din electricitatea SUA de la vânt până în anul 2020 - un obiectiv care este în concordanță cu rata actuală de creștere a energiei eoliene la nivel național [8].

Asimilarea surselor de energie regenerabilă, inclusiv și de către Republica Moldova, este condiționată de necesitatea asigurării durabile cu energie a consumatorilor și promovării măsurilor de protecție a mediului.

Studiile recente făcute în conformitate cu metodologia aplicată în țările UE confirmă existența în RM a unui potențial energetic eolian care merită să fie exploatat. La înălțimi de 50-70 m deasupra solului potențialul tehnic eolian exprimat în energie electrică se estimează la 1300 – 2000 mln kWh/an ceea ce constituie 50-75% din consumul total de electricitate în anul 2005. În termeni de putere eoliană potențialul tehnic constituie 500 – 770 MW [9].

În prezent energia eoliană se utilizează pe sacra largă în Europa pentru producerea energiei electrice și aceste succese sunt condiționate și de faptul că Europa este un lider pe plan internațional la producerea echipamentului de conversie a energiei eoliene în energie mecanică, electrică și termică. Altfel, 90% din producătorii de instalații eoliene de medie și mare putere se află în Europa. Numai Germania are acum în exploatare peste 20 mii de turbine.

Piața instalațiilor eoliene are o dezvoltare vertiginoasă și acesata se confirmă cu cifrele de afaceri de pe această piață. De exemplu, în anul 2008 în UE au fost confecționate și date în exploatare instalații eoliene, preponderent - cu ax orizontal, de 11 miliarde de euro. Iar către anul 2020 volumul de afaceri pe această piață se prognozează la nivel de cca 17 miliarde de euro [10].

Potrivit Proiectului de Politici de Energie Regenerabilă, aproximativ 90 de companii din 25 de state în prezent se ocupa de fabricarea componentelor turbinelor eoliene și peste 16000 de companii din toate cele 50 de state au potențialul tehnic de a intra pe piața turbinelor eoliene [11].

După cum știm, protocolul de la Kyoto angajează statele semnatare să reducă emisiile de gaze cu efect de

seră. Acest acord a determinat adoptarea unor politici naționale de dezvoltare a energiei eoliene. Unul din factorii care urma să influențeze asupra energiei eoliene pentru ca ultima să devină mai competitivă, a fost ameliorarea performanțelor aerodinamice în conceperea turbinelor eoliene noi. Această ameliorare se urmărește și în ofertele de finanțare a două proiecte noi, propuse în cadrul programului PC7-ENERGY-2013, și anume: ENERGY 2013.2.3.1: “Advanced aerodynamic modeling, design and testing for large rotor blades” și ENERGY 2013.2.3.2: “Small to medium size wind turbines”.

Dezvoltarea acestui segment al energiei în baza surselor regenerabile este urmată și de apariția unor dificultăți, care influențează asupra ritmului lui de dezvoltare. În acest context se pot indica problemele ce apar ca urmare a creșterii puterii unitare a instalațiilor eoliene. Drept urmare a acestui fapt cresc dimensiunile instalațiilor, crescând concomitent și cerințele către rigiditatea lor mecanică, capacitatea acestor instalații de a rezista rafalelor de vânt, inclusiv și turbulențelor cu caracter de vârtej. Totodată creșterea diametrului aeromotorului instalației crează și dificultăți de protecție a mediului, deoarece chiar la viteze medii de rotație a aeromotorului vârful paletelor pot atinge viteze liniare comparabile cu viteza sunetului în aer și apariția unor efecte greu de suportat de către ființele vii.

Se poate constata că instalațiile eoliene clasice de mare putere confecționate în baza tehnologiilor și materialelor constructive existente se apropie de gabaritele limită, care pot încă asigura durabilitatea și fiabilitatea tennică de funcționare a acestor instalații.

Din cele menționate, inevitabil reiese necesitatea de a propune noi soluții tehnice de realizare constructivă a instalațiilor energetice eoliene de mare putere fie în baza materialelor constructive existente, fie cu utilizarea pe viitor a unor noi materiale mai performante și mai rigide mecanic în comparație cu cele utilizate în prezent.

Aceste probleme, după cum am menționat mai sus, sunt deja sesizate de comunitatea științifică, inclusiv ele sunt definite ca priorități ale cercetărilor și elaborărilor inginerești, formulate în programul cadru PC7 și în programul cadru ORIZONT 2020.

Scopul acestei lucrări constă în propunerea și argumentarea soluțiilor de depășire a unor din dificultățile menționate privind realizarea constructivă a instalațiilor eoliene de mare putere, inclusiv în baza dezvoltării ideilor propuse de autori în [12].

2. INSTALAȚIILE EOLIENE CLASICE

Instalațiile eoliene clasice sunt niște dispozitive care generează energia cu ajutorul paletelor, de regulă – trei, de la forța vântului care acționează asupra lor. Producția de energie eoliană în aceste instalații este strans legată de câmpul paletelor rotorului care se bazează pe diametrul acestui rotor. Axa de rotație a rotorului (turbinii) la instalațiile eoliene clasice este amplasată orizontal, datorită cărui fapt puterea acestor instalații depinde în mare măsură de diametrul rotorului, înălțimea turnului, precum și de direcția vântului. Instalațiile eoliene de utilitate industrială, pentru a produce energie electrică, necesită viteze medii ale vântului de minimum 6 m/s. Iar

în cazul în care viteza vântului coboară sub limita de 3 - 4 m/s, ele nu mai produc energie electrică.

Alte neajunsuri ale instalațiilor eoliene clasice sunt: zgomotul, ciocnirea păsărilor și a liliecilor de paletele rotorului, interferența cu recepția canalelor TV, ș.a.

3. INSTALAȚIILE EOLIENE PROPUSE DE AUTORI

Este cunoscut că puterea de ieșire a unei turbine eoliene depinde de dimensiunea turbinei și viteza vântului, iar viteza vântului la rîndul ei este un element crucial în proiectarea de performanță a turbinelor eoliene. O viteză medie a vântului anual mai mare de 4 m/s este necesară pentru instalațiile eoliene electrice mici, cat și pentru instalațiile eoliene, folosite în acțiuni de pompare a apei sau a aerului.

Un alt element important în proiectarea de performanță a turbinelor eoliene îl constituie aranjamentul turbinei propriu-zise. Turbinele eoliene trebuie să fie astfel aranjate pentru a obține maximum energie din vant. Aceasta înseamnă că capacitatea de funcționare a turbinele eoliene nu trebuie să depindă de viteza și traseul vântului. Asemenea turbine eoliene sunt turbinele, axul de rotație al cărora este amplasat vertical..

Luînd în considerație că pe teritoriul Republicii Moldova viteza medie a vîntului nu depășește 4 m/s, adică 9 km/h, și că turbinele eolienele mici sunt foarte sensibile la viteza medie nominalizată a vantului, vă prezentăm o imagine în ansamblu a unei noi instalații eoliene [12], propusă de autori cu utilizarea unei noi turbine eoliene cu ax vertical [13].

Instalația eoliană constă (vezi Fig. 1, Fig. 2 și Fig. 3) dintr-un turn (pilon, stîlp, coloană) amplasat vertical 1 și grupe de turbine 2, amplasate în jurul turnului și pe înălțimea lui de sus. La fiecare nivel sunt amplasate cite trei grupe de turbine (vezi gr. I, gr. II și gr. III în fig. 1 și fig. 2). Arborii 3 grupelor de turbine 2 (în fig. 1 sunt redat numai axele arborelor) sunt executați din părți componente, sunt amplasați vertical, la o anumită distanță de la turn, și sunt fixați cardanic în reazeme cu rulmenți 4, unite rigid cu corpul unor grinzi 5. Grinzile 5 sunt amplasate în partea de sus a turnului 1, orizontal, la mai multe nivele pe înălțimea lui de sus, radial la turn (vezi fig. 1, A - A (I), A - A (II)) și sunt unite cu-n capăt cinematic direct cu turnul sau prin intermediul unor cilindre sau/și inele 6, îmbrăcate pe turn și fixate cinematic de turn. Pe capătul de sus al turnului este îmbrăcat și unit rigid cu turnul un transbordor spațial 7 de care sunt suspendate și fixate cu cabluri și/sau elemente laminate 8 grinzile 5. Arborele 3 fiecărui grup de turbine este unit cinematic cu capătul de jos și/sau de sus cu un generator electric 9.

În capătul de sus al turnului 1 este amplasat vertical și coaxial cu turnul un arbore 10 (vezi fig. 1) pe care este montat un grup de turbine 2. Arborele 10 este fixat cu capătul de jos într-un reazem cu rulmenți 11, unit rigid cu transbordorul spațial 7, și este unit cu un generator electric 12, iar capătul de sus al arborelui 10 este fixat într-un reazem cu rulmenți 13, prins rigid de o platformă 14,

amplasată orizontal și fixată cu cabluri și/sau elemente laminate 15 de transbordorul spațial 7.

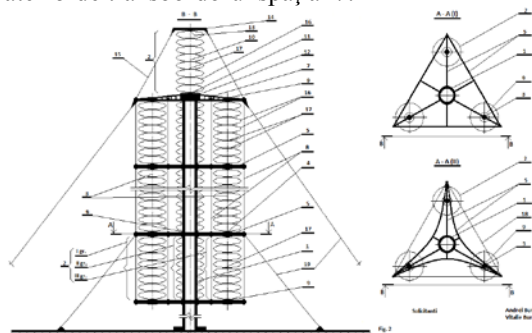


Fig.1. Instalația eoliană propusă de autori



Fig.2. Testarea instalației eoliene propuse de autori

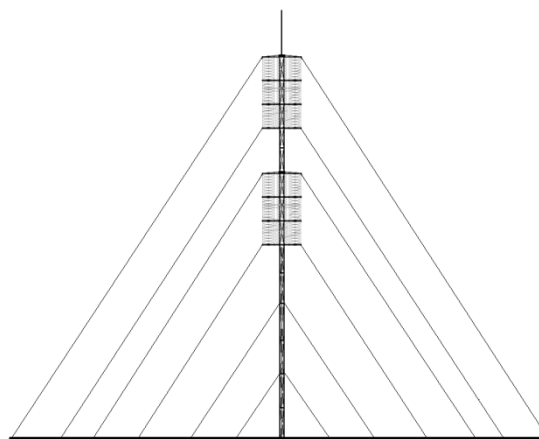


Fig.3. Amplasarea turbinelor pe înălțimea turnului

Turbinele 16 sunt alcătuite din plăci laterale 17, montate pe înălțimea arborilor 3 și 10 la anumite distanțe una față de alta, și palete care au forma unui triunghi cu catetele egale, vârful unghiului dintre care este amplasat spre exteriorul turbinelor, iar celelalte două vârfuri ale paletelor sunt unite cu plăcile laterale ale turbinelor. Plăcile laterale 17 ale turbinelor sunt montate pe înălțimea arborilor 3 și 10 astfel încât vârful fiecărei palete amplasat spre exteriorul turbinelor, începând cu a doua turbină de jos din fiecare grupă de turbine, este situat la o jumătate din distanța dintre vârfurile paletelor turbinei precedente. Vârful paletelor, amplasat spre exteriorul turbinelor, este fixat pe un inel și este înzestrat cu cuzinet, unite cinematic cu paletetele.

În scopul majorării rigidității și stabilității spațiale a instalației, grinzile (vezi fig. 1 A–A (II)) sunt unite între ele cu cabluri 18 sau elemente laminate, iar la unele nivele capetele grinzilor sunt unite cu cabluri 19, încastrate în pământ, majorându-i turnului stabilitatea.

Montarea plăcilor laterale ale turbinelor pe înălțimea arborilor astfel încât vârful fiecărei palete amplasat spre exteriorul turbinelor, începând cu a doua turbină de jos din fiecare grupă de turbine, să fie situat la o jumătate din distanța dintre vârfurile paletelor turbinei precedente, permite nivelarea și stabilitatea vitezei de rotație a arborilor, majorându-le arborilor totodată viteza de rotație a lor.

Pentru a preveni deformarea și distrugerea instalației pe parcursul exploatării ei în rezultatul acțiunii deformațiilor de temperaturi, pe capătul de sus al turnului este îmbrăcat și unit rigid cu turnul un transbordor spațial de care sunt suspendate și fixate cu cabluri și/sau elemente laminate grinzile, care la rîndul lor sunt unite cinematic cu turnul, iar arborii grupelor de turbine sunt executați din părți componente. Grupele de turbine pot fi amplasate la mai multe nivele pe înălțimea turnului (vezi fig. 3).

Pentru a mări esențial puterea instalației, fiecare capăt al arborelui fiecărui grup de turbine este unit cinematic direct cu un generator electric, sau toți arborii mai multor grupe de turbine, amplasați pe una și aceeași axă, pot fi uniți între ei, iar primul sau/si ultimul - cu un generator electric.

4. FUNCȚIONAREA INSTALAȚIEI EOLIANE PROPUSE

Grupele de turbine, fiind amplasate în jurul turnului și totodată pe înălțimea lui de sus, unde curenții de aer persista permanent, se vor roti permanent, indiferent de direcția curenților de aer. Curenții de aer vor roti chiar și grupele de turbine, care se vor afla în “spatele” turnului, datorită amplasării arborilor grupelor de turbine în jurul turnului la o anumită distanță de la el, care depinde și de raza turbinelor.

Grupele de turbine, în rezultatul acțiunii curenților de aer, se rotesc, rotind arborele lor. Arborele fiecărui grup de turbine fiind unit cinematic cu un generator electric (sau cu două, de pildă, când ambele capete ale arborilor sunt unite cu generatoare electrice separate), ultimul produce energie electrică, care, după anumite transformări, este repartizată consumatorilor.

Capacitatea instalației v-a crește proporțional cu majorarea înălțimii turnului, adică cu cât turnul v-a fi mai înalt, cu atât mai multe grupe de turbine vor putea fi montate pe înălțimea lui de sus. Totodată, cu cât înălțimea turnului v-a fi mai mare, cu atât turbinele se vor roti fără întrerupere, datorită acțiunii permanente a curenților de aer la înălțimi mari. Pentru instalația eoliană propusă înălțimea optimă este de circa 50 – 200 m în dependență de locul amplasării ei, precum și de nivelul acestui loc față de nivelul mării. Pentru necesitățile gospodărești instalația poate primi orice înălțime în dependență de locul amplasării ei și posibilitățile beneficiarilor.

5. CONCLUZII

Construcția instalației eoliene propuse de autori permite reducerea la minim a cheltuielilor de

confecționare și asamblare a ei în comparație cu instalațiile eoliene clasice, datorită faptului că secțiunea transversală a turnului este minimală, și anume: de circa 3 – 6 m, iar înălțimea lui poate atinge câteva sute de metri, stabilitatea lui fiind asigurată cu extensori.

Astfel, decade problema zgomotului, ciocnirii păsărilor și liliecilor de turbine, interferența cu recepția canalelor TV, ș.a., și în aceeași vreme este asigurată funcționarea continuă a instalației, precum și randamentul ei înalt.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Paolo Scaroni. *Gazul cu robinet deschis la maxim*. Mesagerul energetic, nr. 127-128, mai-iunie 2012, p. 17.
- [2] <http://ro.greenmedia.md/energia-vantului-eoliana-541.html>.
- [3] <http://www.scribub.com/geografie/Valorificarea-resurselor-extra1011421148.php>.
- [4] <http://www.eoliene.eu/potentialul-energiei-eoliene/32-pe-cata-energie-eoliana-la-nivel-mondial-se-poate-baza-aprovizionarea.html>.
- [5] <http://energie-verde.blogspot.com/2011/11/energie-eoliana.html>
- [6] <http://rwea.ro/wall-street-ro-ge-energy-romania-va-absorbi-investitiile-pentru-400-500-mw-eolienii-pe-an>.
- [7] <http://www.eoliene.eu/avantajele-energiei-eoliene/15-beneficiile-energiei-eoliene-trebuie-explorate-acum.html>
- [8] <http://www.eoliene.eu/statistici-ale-industriei-eoliene/68-cat-de-multe-capacitati-eoliene-generatore-de-energie-exista-in-prezent-in-sua-cat-de-multe-vor-fi-adaugate-pe-parcursul-urmatorilor-ani.html>.
- [9] http://www.energyplus.utm.md/index.php?view=article&catid=31%3Awind-energy&id=114%3Apotentialul-energetic-eolian-al-republicii-moldova-modele-estimari-msurri-i-validri&option=com_content&Itemid=41&lang=ro
- [10] <http://www.eoliene.eu/avantajele-energiei-eoliene/14-beneficiile-mondiale-ale-energiei-eoliene.html>.
- [11] <http://www.eoliene.eu/energia-eoliana-si-economia/40-cati-oameni-lucreaza-in-industria-eoliana-din-sua.html>.
- [12] Berzan V., Burciu V., Tîrșu M., Burciu A. *Instalație eoliană* (varianțe). Referat publicat în BOPI 2011.09.31.
- [13] Burciu V., Burciu A. *Turbună eoliană* (varianțe). Brevet MD № 2080, 2000.11.30.

Autori:



Vitalie BURCIU, Dr., Academician of RANS. Was born on September, 20th, 1949. Graduated Technical University of Moldova in 1976. In 1985 has defined the thesis for a PhD degree, and in 2000 has defined the thesis for a Doctor's degree. In present: is the Head of Laboratory "Sources Renewable of Energy", Institute of Power Engineering of

Academy of Sciences of Moldova. Technological and Structural Engineers. An expert in the behavior of structures under seismic and wind loading, he has written and published widely on designing tower structures and tall buildings. His research includes advanced concrete materials and concrete technology as well as durability and durability design of concrete and metal structures, design of wind plants and wind turbines. The author of 5 monographs, more than 100 publications, and more than 70 inventions in various areas of a science and technique, noted to two silver and two gold medals at the international exhibitions. E-mail: vitalieburciu@hotmail.com



Andrei BURCIU. Was born on may, 26th, 1984. Inventor