

Invenția se referă la energetica eoliană, în particular la rotoarele turbinelor eoliene pentru transformarea energiei eoliene în energie mecanică și electrică, și poate fi folosită în construcțiile aparatelor turbionare pentru separarea pe faze și pe componente a amestecurilor; în hidrotehnică – în construcțiile pompelor, turbinelor și dispozitivelor hidrotehnice; în construcțiile separatoarelor turbionare și coloanelor pentru rectificarea amestecurilor de gaze, de gaze condensate și de praf și gaz; în aviație și în construcțiile navale în construcțiile elicelor și turbinelor; în construcțiile carburatoarelor și ejectoarelor turbionare; în dispozitivele de simulare a proceselor turbionare și în aparatele de măsurat.

Este cunoscut procedeul de transformare turbionară a curentului care include direcționarea curentului tridimensional de intrare spre suprafața interioară concavă a paletei, executată în formă de semicilindru și formarea șnururilor turbionare prin intermediul formatorilor, amplasați sub un anumit unghi față de axa paletei [1].

Dezavantajele procedurii cunoscute constau în răsucirea slabă a curentului, care se caracterizează prin lipsa contracurentului, precum și în parametrii tehnici substanțial mai mici.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în mărirea eficacității transformării turbionare a curentului.

Procedeul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că include direcționarea curentului de intrare pe suprafața interioară concavă a paletelor și formarea șnururilor turbionare prin plasarea pe această suprafață a formatoarelor, poziționate sub un unghi față de axa de rotație a paletei. Se mărește energia cinetică a curentului prin executarea paletelor subțiri, din cel puțin două straturi unite între ele, cu profilul secțiunii transversale în formă de o curbă, apropiată de forma profilului aerodinamic efectiv, descris de relația $L/D=2,5$, unde L este lungimea proiecției orizontale a profilului, iar D este diametrul circumferinței înscrise, cu corecția formei în funcție de elasticitatea stratului interior, executat din material compozit, condiționată de pretensionarea elementelor stratului interior în locurile fixării de construcțiile portante, profilul se termină cu un carenaj-volet, curbura căruia crește înspre axa de rotație, prin orientarea formatoarelor șnururilor turbionare în direcția curentului de intrare și convergente spre axul de rotație, executarea lor cu profil asimptotic descrescător al muchiilor frontale și cu secțiunea transversală dințată, cu părți asimetrice, partea cea mai mică fiind arcuită concav, și prin fixarea paletelor pe axul de rotație cu interspațiu axial. În momentul desprinderii curentului de suprafața interioară a paletelor șnururile turbionare se unifică și se formează un jet turbionar puternic răsucit în regiunea axei de rotație, care se distruge de un contracurent axial.

Este cunoscut un motor eolian, care conține o roată eoliană cu două palete elicoidale, instalate pe un arbore vertical, fixat pe o temelie, și deplasate diametral una față de alta, formând un canal de aer separat de despărțiri. Muchiile periferice ale paletelor sunt executate aerodinamice, temelia dispune de un disc de sprijin, amplasat coaxial cu arborele, iar roata eoliană conține un capac superior și unul inferior, totodată, pe capacul inferior sunt montate role ce interacționează cu discul de sprijin [2].

Dezavantajele acestui motor eolian sunt cauzate de prezența unor capace pe despărțiri și pe suprafața fiecărei palete, ceea ce, la exploatarea motorului eolian pe frig, conduce la acumularea zăpezii în interiorul paletei, la depuneri de gheață și la defectarea lui. Totodată, deoarece productivitatea motorului eolian este în funcție directă de viteza vântului, atunci în locurile de alăturare a despărțiturilor de suprafața paletei apar tensiuni considerabile, mai ales la presiuni extreme ale vântului, de exemplu, în timpul rafalelor de vânt, ceea ce poate conduce la distrugerea paletei. Alt dezavantaj este coeficientul sporit al rezistenței aerodinamice a suprafețelor exterioare aerodinamice și nivelul sporit al zgomotului aerodinamic la trecerea curenților prin despărțirile, instalate de-a curmezișul canalului de aer (așa-numitul efect al vibrației transversale a curenților).

Cea mai apropiată soluție este instalația energetică eoliană care include un ax de rotație vertical și, legate cu el, cel puțin două palete elicoidale, arcuite în secțiune transversală. Fiecare paletă este asamblată din fâșii așezate orizontal, laturile mari ale cărora sunt amplasate suprapuse, iar cele mici sunt fixate rigid pe generatoarele laterale. Secțiunea transversală a paletei poate fi semirotondă [3].

Dezavantajele acestei instalații energetice eoliene sunt condiționate de posibilitățile limitate la construirea și exploatarea instalațiilor energetice eoliene de mare putere.

Secțiunea transversală semirotondă a paletei instalației energetice eoliene are un coeficient mare de rezistență aerodinamică frontală, ceea ce conduce la pierderea puterii instalației energetice eoliene și la apariția suprasarcinilor în organele și în construcțiile instalației energetice eoliene.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă constă în mărirea eficienței și fiabilității dispozitivului de transformare turbionară a curentului, de exemplu în timpul folosirii în regiunile cu mărimi medii anuale relativ joase ale vitezei vântului, precum și în cazurile când sarcinile provocate de vânt sunt extreme.

Dispozitivul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un ax de rotație și cel puțin o paletă elicoidală, executată arcuită în secțiune transversală și fixată pe el prin intermediul unor suporturi și montanți, amplasați în caturi. Fiecare paletă este executată subțire, din cel puțin două straturi unite între ele, cu profilul secțiunii transversale în formă de o curbă, apropiată de forma profilului aerodinamic efectiv, descris de relația $L/D=2,5$, unde L este lungimea proiecției orizontale a profilului, iar D este diametrul circumferinței înscrise, cu corecția formei în funcție de elasticitatea stratului interior, executat din material compozit, condiționată de pretensionarea elementelor stratului interior în locurile fixării de construcțiile portante, profilul se termină cu un carenaj-volet, curbura căruia crește înspre axa de rotație, pe suprafața interioară concavă a stratului interior sunt amplasate formatoare de șnururi turbionare, orientate în direcția curentului de intrare, convergente spre axul de rotație și executate cu profil asimptotic descrescător al muchiilor frontale și cu secțiunea transversală dințată, cu părți asimetrice, partea cea mai mică fiind arcuită concav. Suporturile și montanții sunt pretensionați, formând o structură integră tensionată, iar fiecare paletă este fixată pe axul de rotație cu interspațiu axial.

Stratul interior al paletei este asamblat din elemente separate, forma cărora este apropiată de forma unui trapez.

Supporturile și montanții paletelor sunt amplasați pe axul de rotație pe o linie elicoidală cu deplasare unghiulară variabilă după regula filotaxiei.

Poziția axului de rotație coincide sau nu coincide cu direcția curentului de intrare.

Partea mai mică arcuită concav a formatoarelor de șnururi turbionare este orientată în întâmpinarea curentului respins de suprafața interioară a paletei.

Dispozitivul este executat cu profil aerodinamic de formă cilindrică îngustă cu un capăt conic, de formă conică sau fusiform după regula filotaxiei.

Construcția paletei permite micșorarea rezistenței aerodinamice și formarea unui jet turbionar puternic răsucit.

Existența formatoarelor de șnururi turbionare, amplasate pe suprafața stratului prefabricat al paletelor creează condiții de formare a „crizei rezistenței turbionare” (vezi Лейбович С. Распад вихря. Сборник „Вихревые движения жидкости”. Москва, Мир, 1979, с. 160), ceea ce conduce la reducerea considerabilă a pierderilor de putere la ieșirea curentului. În mod experimental s-a înregistrat contracurentul axial în zona axei de rotație, care sparge jetul turbionar puternic răsucit, ceea ce reduce suplimentar pierderile de putere la ieșirea curenților.

Executarea muchiilor frontale ale fiecărui formator sub formă de profil descrescător asimptotic la intrarea curentului micșorează rezistența aerodinamică, iar la ieșire, în zona desprinderii curentului, reduce nivelul oscilațiilor acustice.

Rezultatul invenției constă în formarea unui jet turbionar puternic răsucit, micșorarea rezistenței aerodinamice frontale a paletelor, mărirea energiei cinetice a curentului pe suprafața interioară a paletelor prin intermediul sistemului de vârtejuri, formate de formatoarele de șnururi turbionare, în reducerea pierderilor la unirea șnururilor turbionare convergente de pe suprafețele interioare ale paletelor și spargerea jetului turbionar puternic răsucit de către contracurentul axial, înregistrat în mod experimental, ceea ce reduce suplimentar pierderile de putere la ieșirea curenților din dispozitivul de transformare. Elementele de construcție ale dispozitivului de transformare a curentului: suporturile, montanții și paletele sunt executate pretensionate, formând o structură tensionată integră, care asigură condițiile durabilității în cazuri de suprasarcini extreme.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1...17, care reprezintă:

- fig. 1, vedere a dispozitivului de transformare turbionară a curentului de formă conică cu o paletă în cazul când axul de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 2, secțiune transversală a dispozitivului din fig. 1;
- fig. 3, vedere A din fig. 1;
- fig. 4, secțiune B-B din fig. 1;
- fig. 5, secțiune transversală a paletei;
- fig. 6, profil aerodinamic de formă conică al dispozitivului de transformare turbionară a curentului în cazul când poziția axului de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 7, profil aerodinamic de forma unui cilindru îngust cu un capăt conic al dispozitivului de transformare turbionară a curentului în cazul când poziția axului de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 8, profil aerodinamic fusiform al dispozitivului de transformare turbionară a curentului în cazul când poziția axului de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 9, profil aerodinamic de formă conică al dispozitivului de transformare turbionară a curentului în cazul când poziția axului de rotație coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 10, profil aerodinamic de forma unui cilindru îngust cu un capăt conic al dispozitivului în cazul când poziția axului de rotație coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 11, profil aerodinamic fusiform al dispozitivului de transformare turbionară a curentului în cazul când poziția axului de rotație coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 12, vedere a dispozitivului de transformare turbionară a curentului de formă conică cu două palete în cazul când poziția axului de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 13, secțiune transversală a dispozitivului din fig. 12;
- fig. 14, vedere a dispozitivului de transformare turbionară a curentului de formă conică cu trei palete în cazul când poziția axului de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 15, secțiune transversală a dispozitivului din fig. 14;
- fig. 16, vedere a dispozitivului de transformare turbionară a curentului de formă conică cu patru palete în cazul când poziția axului de rotație nu coincide cu direcția curentului de intrare;
- fig. 17, secțiune transversală a dispozitivului din fig. 16.

Dispozitivul de transformare turbionară a curentului conține un ax 1 și o paletă elicoidală 2 (sau mai multe), care este executată subțire, arcuită în secțiune transversală și este legată cu axul 1 prin suporturi 3 amplasate în caturi. Suporturile 3 sunt fixate pe axul de rotație 1 pe linie elicoidală cu deplasare unghiulară variabilă după regula filotaxiei. De suporturile 3 sunt întăriți coaxial montanții 4, care fixează muchiile exterioare ale paletelor 2.

Axul de rotație 1 poate să coincidă sau să nu coincidă cu direcția curentului de intrare.

Paletele 2, suporturile 3 și montanții 4 sunt executați pretensionați, formând o structură tensionată integră a dispozitivului turbionar de transformare a curenților, care asigură condiții de durabilitate în caz de sarcini extreme.

Profilul secțiunii transversale a paletei este executat sub formă de curbă complexă, apropiată de forma profilului aerodinamic efectiv, descris de relația matematică: $L/D=2,5$, unde L este lungimea proiecției orizontale a profilului, iar D este diametrul circumferinței înscrise, cu corecția naturală a formei, care depinde de elasticitatea materialului stratului

interior al paletei, condiționată de pretensionarea elementelor stratului interior al paletei în locurile fixării de construcțiile portante ale paletei. Profilul se termină cu un carenaj-volet 5, curbura căruia crește înspre axa de rotație 1. Paleta conține cel puțin două straturi unite între ele, unul dintre straturi fiind cel exterior 6 cu suprafața exterioară netedă concavă, altul 7, asamblat interior, este executat din elemente separate, muchiile laterale ale cărora sunt unite între ele. Forma fiecărui element al stratului asamblat 7 al paletei 2 este apropiată de forma unui trapez. Pe suprafața interioară concavă a stratului asamblat 7, de-a curmezișul fiecărei palete sunt amplasate formatoarele de șnururi turbionare 8, orientate înspre direcția curentului de intrare și convergente înspre axul de rotație 1. Secțiunea transversală a fiecărui formator 8 este în formă de dinți de ferăstrău cu părți asimetrice 9 și 10, totodată latura mai mică (latura de lucru) 9 este arcuită concav, iar muchiile frontale ale fiecărui formator sunt executate cu profil asimptotic descrescător. În cazul când axul de rotație 1 este în poziție verticală, latura mai mică 9 a formatorului de șnururi turbionare 8 este orientată în sus – în întâmpinarea curentului de intrare respins de suprafața interioară a paletei 7. Profilul aerodinamic al dispozitivului de transformare turbionară a curentului poate fi de formă conică, de forma unui cilindru îngust cu un capăt conic sau poate fi fusiform după regula filotaxiei. Procedul propus de transformare turbionară a curentului este realizat în modul următor.

Intrarea curentului:

Curentul tridimensional care intră ajunge pe paleta elicoidală 2, amplasată cu joc axial față de axul de rotație 1, formând în jurul ei un jet turbionar puternic răsucit, cu o zonă a curenților de întoarcere de-a lungul întregii axe de rotație, înregistrată în mod experimental. Pentru a micșora rezistența aerodinamică frontală a suprafeței corpului de rotație, paleta 2 este executată subțire, cu profilul aerodinamic al secțiunii transversale sub formă de o curbă complexă, apropiată de forma profilului aerodinamic efectiv descris prin relația: $L/D=2,5$, unde L este lungimea proiecției orizontale a curbei, iar D este diametrul circumferinței înscrise, cu corecția naturală a formei, totodată profilul paletei se termină cu un carenaj-volet 5, curbura căruia crește înspre axa de rotație 1 a rotorului.

Transformările curentului pe suprafețele interioare ale dispozitivului de transformare turbionară a curentului:

În scopul utilizării eficiente a energiei curentului de intrare, pe suprafața interioară concavă 7 a paletei 2 sunt executate formatoarele de șnururi turbionare 8, convergente sub un unghi ascuțit față de axa de rotație 1 a dispozitivului de transformare turbionară a curenților. Totodată energia cinetică a mediului pe suprafața interioară a paletelor crește. Folosirea carenajului-volet 5, care abate curenții pe suprafața interioară a paletei, accelerează suplimentar rotirea paletelor.

Formarea șnururilor turbionare pe suprafața interioară concavă 7 a paletei 2 cu aceeași direcție de răsucire, conform legii unirii șnururilor turbionare, creează, la desprinderea vârtejurilor, vârtejuri cu mult mai mari, care se rotesc față de mijlocul distanței dintre ele (pentru cazul a două vârtejuri). Apare efectul „crizei rezistenței”: rezistența mediului în zona desprinderii curentului se micșorează considerabil. În zona desprinderii curentului suprafața exterioară convexă 6 are carenajul-volet 5, curbura căruia crește înspre axa de rotație 1. Totodată are loc desprinderea „lină” a curentului de la suprafața exterioară convexă 6 a paletei 2, adică se execută „condiția Brillouin”, care minimalizează acțiunea asupra condițiilor de formare a „crizei rezistenței” în timpul desprinderii vârtejurilor de pe suprafața interioară concavă a paletelor.

Ieșirea curenților:

Curentul turbionar răsucit în jurul axei de rotație 1 se îndreaptă în jos pe axa de rotație în direcția răsucirii paletelor.

Prin metoda de introducere a vopselei în zona ieșirii curentului răsucit în zona inferioară a axei de rotație 1 s-a stabilit în mod experimental existența curgerii turbionare inverse de-a lungul întregii axe de rotație 1, ceea ce dă posibilitate de a clasifica gradul de răsucire puternic al curenților axiali.

Descrierea funcționării dispozitivului de transformare turbionară a curentului s-a efectuat pe baza datelor experimentelor și argumentelor teoretice ale mecanismelor de transformări ale structurilor turbionare, totodată mecanismul dezintegrării vârtejurii ca perturbare se caracterizează prin apariția pe axa vârtejurii a unui punct, după care este amplasată zona limitată a curgerii inverse aderentă la axa de rotație. Dezintegrarea vârtejurii reduce esențial pierderile la ieșirea curenților.