

МРНТИ 44.39.03

АЙНАЛУ ӨСІ ВЕРТИКАЛЬ ОРНАЛАСҚАН ҚОС РОТОРЛЫ НВИ-РОТОР ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ АГРЕГАТЫ

А.Қ. Ершина¹, А.Н. Қарымбай²

¹ф.-м.ғ.д., профессор,

²магистрант – 2 курс, 6М01000 - Физика,

^{1,2} Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

email: aigera_karla@mail.ru

Климаттың өзгеруі – қазіргі заманда әлемдегі кеңінен талқыланатын мәселелердің бірі. Бұл мәселеге газеттер мен журналдардағы жарияланымдар, телевизиялық хабарлар, ғалымдар мен саясаткерлердің пікірталастары арналған. Жаңарып тұратын энергия көздеріне көшу жалпы әлемдік үрдіс болып табылады және көптеген мемлекеттердің, соның ішінде Қазақстан Республикасының кең саяси қолдауының нәтижесінде болып отыр. Осыған байланысты мақалада Қазақстанда жаңарып тұратын энергия көздерін пайдалану мәселелері, техника-экономикалық көрсеткіші жоғары Дарье жел турбинасының жаңа түрі НВИ-ротор жел электр қондырғысының конструкциясы қарастырылған.

Соңғы 20 жыл бойы парниктік әсердің деңгейін төмендету мақсатында жел энергиясын пайдалану жөнінен энтузиаст қазақстандық ғалымдар екі коаксиал орналасқан валдары бар, айналу өсі вертикаль орналасқан (Дарье типті) аппараттарды дайындап, жасауда.

Түйін сөздер: жаңарып тұратын энергия көздері, жел турбинасы, жел энергетикалық қондырғы НВИ-ротор, жел энергиясын пайдалану коэффициенті, жұмысшы қалақшалар, жүрдектік

Қазіргі таңда шетелдерде әрбір қондырғының орнатылған қуаты бірнеше мегаваттқа жететін пропеллер типті жел агрегаттары кеңінен пайдалануда. Кез келген механикалық аппараттар сияқты бұл агрегаттың да артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Артықшылығы: пропеллерлік жел энергетикалық қондырғыларының (ЖЭҚ) технологиясы жақсы меңгерілген; оны жасап шығару өндірісі жақсы жолға қойылғандықтан шетелдерде тиімділігі жоғары жел электр стансалары жұмыс істеуде. Пропеллерлік агрегаттар мемлекеттің энергетикалық балансына едәуір пайда келтірумен қатар, осы региондарға экологиялық тұрғыдан кейбір зияндылығын тигізуде. Мысалы, пропеллерлік жел стансалары атмосферадағы жоғары турбулизацияның салдарынан аппараттың артында дауыл тәрізді құйынды қозғалыс түзеді.

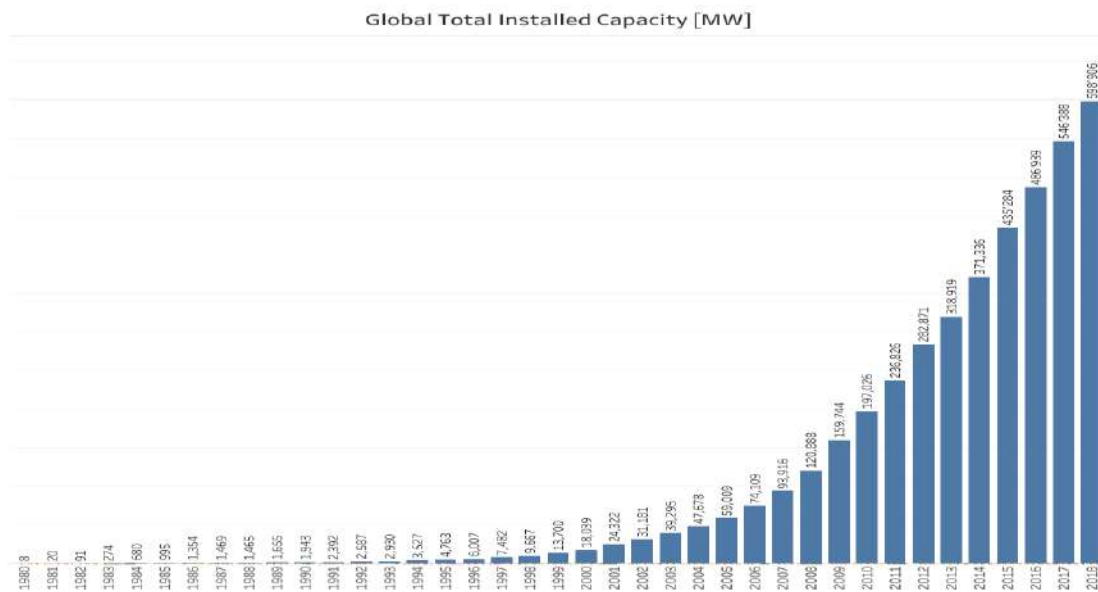
Кең диапазонды және жиілігі жоғары дыбыс толқындары қоршаған тірі организмдерге төзуге болмайтындай жағдайлар туғызады. Осындай жел электр стансасының орнатылған қуаты неғұрлым жоғары болса, соғұрлым регионның тіршіліксіз территориясы да үлкен болады. Тұрғындар, құстар мен жәндіктер мекенін тастап, басқа жерлерге қоныс аударады. Осы тұрғыдан қарағанда қанатшаларының формасы симметриялы NASA профиліндей болып келетін, жұмысшы қалақшалардың көтеру күші есебінен жұмыс істейтін, карусель типті Дарье жел агрегаттары қолайлы болып табылады. Орнатылған қуаттары бірдей екі аппараттарды салыстырсақ, Дарье аппаратының жалпы өлшемдері пропеллерлік турбиналармен салыстырғанда едәуір аз. Сонымен қатар Дарье аппараты пайдаланатын жердің ауданы да аз, конструкциясына да көп материал жұмсалмайды. Қалақшалар жақсы ағысталатындықтан Дарье жел турбинасын орай ағатын ағын сызықтары ұйытқымаған, сондықтан агрегат жұмыс істегенде көп шуыл шығармайды. Дарье жел агрегаттарының конструкциясын өзгертіп әртүрлі, қос роторлы, перспективті турбиналарды дайындап, жасауға мүмкіншілік бар.

Соңғы кезде бірнеше шетелдің ғалымдары [1 - 6] айналу өсі вертикаль орналасқан, Дарье типті жел турбиналарымен шұғылдануда. Бірақ бұл жұмыстардың барлығы тек жалғыз ғана айналу валы бар, Дарье типті жел агрегатын зерттеумен байланысты.

20 жылдан бері жел энергиясын пайдалану коэффициенті жоғары, қос роторлы, карусель типті ЖЭҚ-ның әртүрлі нұсқаларын модельдеу және оны жасап шығарумен белсенді түрде шұғылданудамыз. Қазіргі таңда Дарье жел турбинасының теориялық негіздері жасалынды. Дарье агрегатының негізінде жел энергиясын пайдалану коэффициенті жоғары, карусель типті, қос

роторлы ЖЭҚ-ның 3 түрлі нұсқасы ұсынылды. Осы мақалада айналу өсі вертикаль орналасқан, қос роторлы, құрастырмалы НВІ–ротор жел агрегаты қарастырылады.

Бүкіл дүниежүзілік ассоциациясының (World Energy Association – WWEA) есебі бойынша әлемдегі барлық жел қондырғылары арқылы алынған жалпы қуат 2018 жылдың соңына қарай 597 ГВт-қа жетті. Яғни 2018 жылғы әлемдік жел энергетикасы саласындағы қуатқа 50 ГВт қосылды (1-сурет). 2017 жылы жаңа қондырғылар саны 10,8%-ға өссе, 2018 жылы бұл көрсеткіш 9,1% болды. 2018 жылдың соңына дейін орнатылған барлық жел турбиналары шамамен әлемдік электр қуатына деген сұраныстың 6% ғана жаба алады.



1-сурет. Дүниежүзілік жел электр қондырғыларынан өндірілген қуат
<https://library.wwindea.org/global-statistics-1980/>

2018 жыл негізінен жаңа динамикамен сипатталды: Еуропаның жел нарықтары құлдырап, Германия, Испания, Франция және Италияны қоса алғанда, көптеген еуропалық мемлекеттер жел энергетикасының әлсіз дамуын көрсетті. Сонымен қатар Қытай, Үндістан, Бразилия сияқты басқа да көптеген Азия нарықтарында және кейбір Африка мемлекеттерінде тұрақты немесе одан да күшті өсу байқалды.

Қуаттылығы жағынан ең ірі Қытай жел энергетикасының нарығы 21 гигаватт қосымша қуатты орнатты және 2018 жылы жел қуатының әлемдік көшбасшысы ретінде желден алынған жиынтық қуаты 217 ГВт-қа жетті.

Екінші шамасы жағынан ең үлкен нарық АҚШ, жаңадан қосылған қуат 2017 жылғы 6,7 ГВт-тан 2018 жылы 7,6 ГВт-қа дейін өсті. Бұл оң даму тек жел энергетикасының нәтижесі ғана емес, сонымен бірге мемлекеттік және муниципалды деңгейдегі жан-жақты қолдау болып табылады. Жақында орнатылған қуаты 100 ГВт-қа жеткен АҚШ, Қытайдан кейінгі екінші орындағы мемлекет болды.

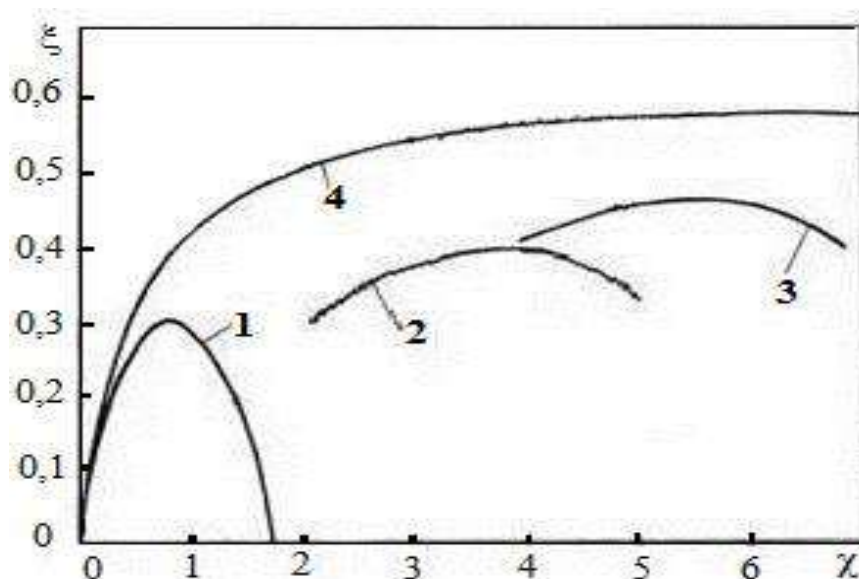
Жетекші нарықтардың ішінде АҚШ (7,6 ГВт қуат қосылды, барлығы 96 ГВт-қа жетті), Германия (3,1 ГВт, жалпы қуаты 59 ГВт), Үндістан (2,1 ГВт; 35 ГВт), Біріккен Корольдік (2,9 ГВт; 20,7 ГВт), Бразилия (1,7 ГВт; 14,5 ГВт) және Франция (1,5 ГВт; 15,3 ГВт) барлығының қуаты едәуір өскендігі байқалады.

Дүниежүзілік Энергетикалық Қауымдастықтың (World Energy Association – WWEA) бас хатшысы **Стефан Гсэnger** (Stefan Gsänger): «Энергетикалық жүйенің жаңарып тұратын энергетикаға жаһандық қайта құрылуы жүріп жатыр және жел энергетикасы бүкіл әлемде электрмен жабдықтаудың негізгі тірегіне айналған дамудың негізгі күші болып табылады. Кейбір елдер жел қуатын пайдалану қарқынын жеделдетуде өте жақсы жетістіктерге қол

жеткізуде. Мұндай жеделдету Париждегі климаттың өзгеруі туралы келісім мен Тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізу үшін ғана емес, сонымен қатар әр елге жаңарып тұратын энергияның әлеуметтік-экономикалық артықшылықтарына толықтай қатысу үшін қажет. Осындай саяси бағдарламалардан өнеркәсібі дамыған және дамушы елдердегі азаматтар да үлкен пайда көреді» [7].

Өзімізге белгілі кез келген айналмалы қозғалыстағы турбина желдің жолына тосқауыл тудырады. Негұрлым жұмысшы қалақшаларының саны көп болса, соғұрлым турбинаның кедергісі үлкен болады да, ЖЭҚ энергияның аз бөлігін жинайды, сонымен жел өзінің энергетикалық қуатын ЖЭҚ-на бермей, тосқауылды айналып өтеді.

2-суретте жел энергиясын пайдалану коэффициентінің ξ жүрдектікке χ экспериментальдық тәуелділігі келтірілген [8]. Графиктен көрініп тұрғандай жел турбинасындағы қалақшалар саны азайған сайын ξ және χ шамалары өседі. ξ -дің ең үлкен мәні екі қалақшалы американдық жел дөңгелегіне тиесілі.



2-сурет. Жел турбиналарының әртүрлі типтері мен конструкциялары үшін ξ жел энергиясын пайдалану коэффициенті мен χ жүрдектік арасындағы тәуелділік [2]

1 – көп қалақшалы американдық желдөңгелек, 2 – үш қалақшалы желдөңгелек, 3 – жылдам қозғалатын екі қалақшалы желдөңгелек, 4 – идеал қанатшалы желдөңгелек

Жұмысшы қалақшалардың санын азайтып, ξ -ді арттыру тенденциясы жалғыз қалақшалы пропеллерлік ЖЭҚ жасауға әкелді. Жалғыз пропеллер турбинаның валына тікелей бекітілген және орнықты жұмыс істеуі үшін теңгергішке (балансирге) қосылған.

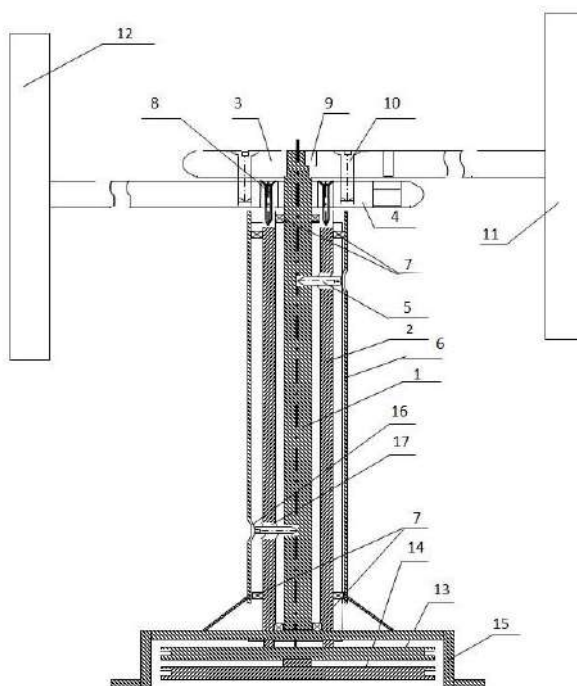
Бір-бірінен тәуелсіз автономды түрде айналатын 2 коаксиал орналасқан валдары бар Бидарье турбинасын жасау, біздің ойымызға бір жұмысшы қалақшаны жарты серперге қосып орталық валға, ал тура осындай жолмен теңгергіш ретінде екінші жұмысшы қалақшаны екінші жарты серперге қосып сыртқы автономды түрде айналатын валға бекітетін жүйені салды. Осы принцип құрастырылған НВІ-ротор ЖЭҚ-ның негізіне алынды. Ұсынылып отырған аппараттың жаңалығы мен ерекшелігі осында, коаксиал айналу валдары бір-бірінен Бидарье сияқты подшипниктермен бөлінген. Екі валдың айналуы бірдей бұрыштық жылдамдықпен $\vec{\omega}$ бір бағытта жүруі тиіс. Бұл үйіру аумағының ұлғаюына әкеледі. Нәтижесінде турбинаның айналмалы қозғалысы кезінде орталық вал өзінің жарты серпері және жұмысшы қалақшасымен үйіру аумағының ауданын айналып өтіп, валдың айналу моментін өзінің генераторына береді [9-15]. Сонымен 2 жұмысшы қалақшаның әрқайсысы өздерінің жартылай серперімен тәуелсіз сақинаның беті тәрізді үйіру ауданы бойынша айналады, оның ауданы турбинаның диаметрі мен енінің (жұмысшы қалақшаларының ұзындығының) көбейтіндісіне тең.

3-суретте НВИ-ротор жел агрегатының схемасы көрсетілген. Жел қондырғысын вертикаль бағытта ұстап тұратын мұнарада екі вал орнатылған. Олардың әрқайсысы серпер арқылы тек бір ғана жұмысшы қалақшамен және өздерінің ток генераторымен қосылған. Валдар өзара подшипниктер арқылы бөлінген және бір-бірінен тәуелсіз автономды түрде жұмыс істейді.

Валдың айналу энергиясы әртүрлі екі ток генераторына беріледі, яғни әрбір вал өз генераторына жұмыс істейді.

Осымен НВИ-ротордың Бидарьемен ұқсастығы аяқталады. Ерекше айырмашылығы қалақшаларының саны екіге дейін азайып, ал үйіру аумағының ауданы екі есе артады. Екі жарты серпердің әрқайсының үйіру аумағының ауданы 2 сақиналы контурды құрайды, соған байланысты жалпы ауданы артады. Бидарьенің өндіретін энергиясы бір-бірінің ішіне қондырылған кәдімгі екі Дарье ЖЭҚ-ры арқылы анықталады. Ал НВИ ЖЭҚ роторының үйіру аумағының ауданы екі автономды түрде айналатын жарты серперлердің айналу есебінен екі еселенеді. НВИ ЖЭҚ роторының өзіндік құны қалақшалар санының қысқаруына байланысты төмендейді, сонымен қатар жел ағынының жолындағы тосқауыл, кедергі де азаяды. Конструкцияға металды аз пайдалану және НВИ ЖЭҚ-ның үйіру аумағының ауданын арттыру техника-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға әкеледі. Осыдан НВИ ЖЭҚ-ның эффективті жел энергиясын пайдалану коэффициенті Бидарьеге қарағанда едәуір жоғары болады [12].

Өндірілген электр энергия бір-біріне қосылады. Сонымен осындай конструкциялы аппараттың ерекшелігі бір-бірінен тәуелсіз жұмыс істейтін валдар бір ауданнан 2 рет желдің энергиясын алады. Өндірісті жоғары деңгейде ұйымдастырғанда жел энергиясын пайдалану коэффициентінің эффективті мәнін 0,7-ге жеткізуге болады. Серперлердің арасындағы бұрышты 180° етіп ұстап тұратын арнайы фиксатор ұсынылған.



3-сурет. Айналу өсі вертикаль орналасқан біріктірілген жел агрегатының схемасы (Дерек көз автор салған)

1-орталық вал, 2-сыртқы вал, 3-орталық валмен қосылған жұмысшы қалақшаның жоғарғы серпері, 4-сыртқы валмен қосылған төменгі серпер, 5-серперлердің арасындағы бұрышты тұрақты ұстап тұратын құрылғы, 6-мұнара, 7-подшипниктер, 8-сыртқы валмен 4-ші төменгі серперді қосатын болттар, 9-шпонка, 10-3-ші және 4-ші серперлерді байланыстыратын болттар, 11-жоғарғы серпермен байланысқан қалақша, 12-төменгі серпермен байланысқан қалақша, 13-сыртқы 2-ші валмен қосылған шкив, 14-орталық 1-ші валмен қосылған шкив, 15-бекітуге арналған рама, 16 және 17- саңылаулар.

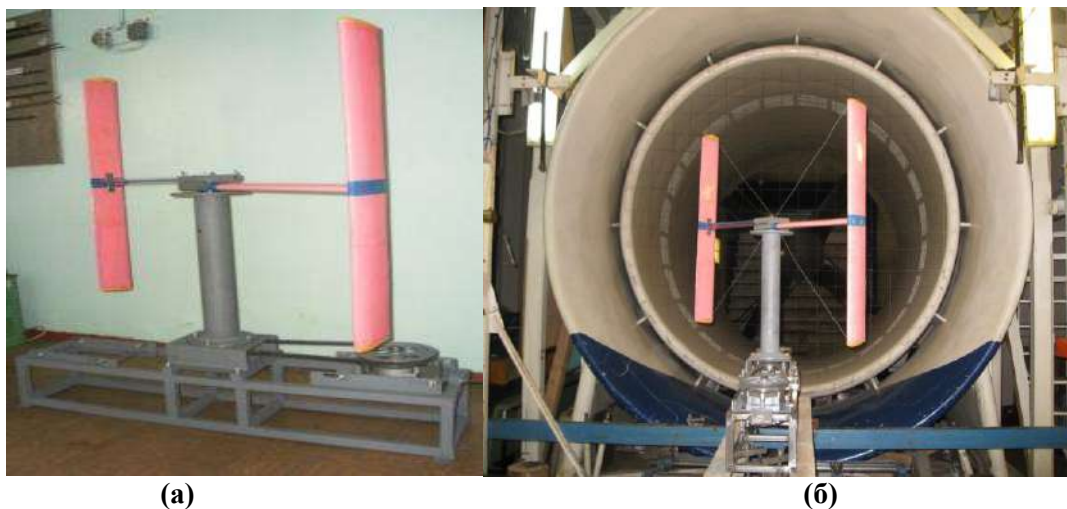
Айналу өсі вертикаль орналасқан құрастырмалы НВИ-ротор ЖЭҚ-ның жұмыс істейтін лабораториялық моделінің конструкциясы дайындалды. Конструкциялық жұмыстар жүргізіліп, одан кейін ауданының қимасы $S=0,64 \text{ м}^2$, кәдімгі Дарье және біздің конструктивтік шешіміміздің режимінде жұмыс жасай алатын лабораториялық модель жасалынды.

Айналу өсі вертикаль орналасқан жел агрегаттарын оның аэродинамикалық және механикалық характеристикалары бойынша классификациялауға болады. Айналу өсі вертикаль машиналарға тән ортақ ерекшеліктер: роторлары – вертикаль өстің маңында қозғалады, ал олардың нүктелері горизонталь жазықтықта жататын траекторияны сызады [10, 11].

Қарапайым Дарьеге қарағанда НВИ-ротордың үйіру аумағының ауданы 2 есе артық болып келеді. Нәтижесінде өндірісті жоғары дәрежеде ұйымдастырса, НВИ-роторлы ЖЭҚ-ның жел энергиясын пайдалануы теория көрсеткендей 2 есе артады. Әрбір қалақшаның көмегімен жиналған турбинаның энергиясын 2 түрлі генераторға беру аппараттың жалпы энергиясын арттырады. Екі электр генераторларының өндірген энергиялары қосылып кәдімгі Дарьеге қарағанда ξ жел энергиясының пайдалану коэффициенті 30-40% өседі [12].

НВИ-ротордың жұмыс істеп тұрған лабораториялық моделі

Құрастырмалы НВИ – ротор ЖЭҚ жұмысының тиімділігін негіздеу мақсатында терең теориялық зерттеулер жүргізілді. ЖЭҚ – ның жұмысын барлық негізгі параметрлерін өзгерту арқылы (желдің жылдамдығы, қалақшаның ұзындығы, хорда, серпер, атқылау жылдамдығы, атқылау бұрышы, көтеру күші, қалақшаның қозғалысына ауаның кедергісі, жел агрегатының қуаты) есептеу нәтижесі ұсынылып отырған аппараттың тиімділігі мен техника – экономикалық характеристикаларының жоғары екендігі расталды.



4а-сурет. НВИ-ротор жел электр қондырғысының жұмыс істеп тұрған лабораториялық моделі.

4б-сурет. Аэродинамикалық трубаның жұмысшы бөліміне орналастырылған НВИ-ротор жел энергетикалық қондырғысының моделі

НВИ-роторы жел энергетикалық қондырғысының жартылай өндірістік түрі (жұмыс істеу принципі)

Карусель типті, құрастырмалы НВИ-ротор жел энергетикалық қондырғысының жартылай өндірістік түрі жасалынды (5-суретте). НВИ-ротор ЖЭҚ-ның өлшемдері: жел турбинының диаметрі 4 м, биіктігі 5 м.



5-сурет. Қуаты 5 кВт НВІ-ротор жел агрегатының жартылай өндірістік түрі (суретті түсірген А.Қ. Ершина)

Ұзындығы 2 м, хордасы 0,5 м және профилі симметриялық NASA–0021 тәрізді болып келетін қалақшалары бар. Коаксиал орналасқан айналу валы жасалынды. Бір қалақша жартылай серпердің көмегімен орталық валмен, ал екінші қалақша екінші жартылай серпердің көмегімен сыртқы валмен байланысқан. Екі серпер бір-бірімен 180^0 бұрыш жасай орналасқан, оны реттеп, осы жағдайда ұстап тұратын фиксатор бар. Валдардың бір-бірінен айналу тәуелсіздігі, оларды бөліп тұратын подшипниктермен қамтамасыз етіледі. Жел агрегатының конструктивті ерекшелігіне сәйкес НВІ–ротор ЖЭҚ жұмысының тиімділігі үйіру ауданының 2 есе артуымен қамтамасыз етіледі.

Қуаты 5 кВт НВІ–роторлы жел агрегатының жартылай өндірістік түрі жердегі желдің орташа жылдамдығынан 2-2,5 есе артық болып келетін жер бетіндегі шекаралық қабаттың сыртына шығарылып орналастырылады. ЖЭҚ-ның қуаты желдің жылдамдығынан кубтық тәуелділікте болғандықтан жел агрегатын шекаралық қабаттан жоғары көтеріп қою (20-30 м) ЖЭҚ-сы қуатының бірнеше есе өсуіне әкеледі. Сонымен ұсынылып отырған қуаты 5 кВт жел агрегатының қуаты шекаралық қабаттың сыртында 40-50 кВт-қа дейін жетуі мүмкін. Бұл жағдайда қондырғының экономикалық көрсеткіштері аппараттың өзіндік құнына әсер етпейді.

Жел энергетикасының максималды қуатын алу үшін жел турбины жер бетіндегі шекаралық қабаттан жоғары болуы тиіс, сондықтан жел турбины жеңіл үш аяқты мосының көмегімен 30 метр биіктікте орнатылады. Үш аяқты мосы бірнеше екі таврлы швеллерлерден жиналып, конструкцияның беріктігі үшін ол бірнеше шеңбермен бекітіледі. Желдің дауылды жылдамдығы кезінде турбинаның толық тоқтауын автоматты түрде жүзеге асыратын тежеуіш қалыптарды қолдану ұсынылады.

Бұл жел турбиналары тұтынушылардың қалауына байланысты шығарылады.

Өкінішке орай, форс мажорға байланысты осы агрегаттарға лабораториялық және толық масштабты әлі жүргізілген жоқ.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Horiuchi K., Ushiyama I. and Seki K. - Straight wing vertical axis wind turbines: a flow analysis // Wind Engineering. - v. 29. – 2005. No.3. – P.243-252
2. Guerri, Anas Sakout and Khedidja Bouhadeb - Simulations of the Fluid Flow around a rotating Vertical Axis Wind Turbine // Wind Engineering. – v.31. – 2007. –No.3. – P.149-163
3. Islam, M., Ting, D. S-K. and Fartaj, A. - Desirable Airfoil Features for Smaller-Capacity Straight-Bladed VAWT // Wind Engineering. - V.31. – 2007. – No.3. – P.165–196.
4. Timothy J. McCoy and Dayton A. Griffin - Control of Rotor Geometry and Aerodynamics: Retractable Blades and Advanced Concepts // Wind Engineering. - V.32. – 2008. – No.1. – P.13-26.

5. Kayan V. P., Kochin V. A., Lebid O. G. Studying the Performance of Vertical Axis Wind Turbine Models with Blade Control Mechanism. Intern. Journal of Fluid Mechanics Research. 36, Issue 2 - 2009, 154-165 (2009).
6. Sungjun Joo, Heungsoop Choi, Juhee Lee. Aerodynamic characteristics of two-bladed H-Darrieus at various solidities and rotating speeds. Energy. 90, Issue P1 - 2015, P. 439 – 451.
7. <https://wwindea.org/blog/2019/02/25/wind-power-capacity-worldwide-reaches-600-gw-539-gw-added-in-2018/>
8. Безруких П.П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология. – М.: Колос, 2008. – 196 с.
9. Ершина А. К., Ершин Ш. А., Жапбасбаев У. К. Основы теории ветротурбины Дарье. – Алматы: КазгосИНТИ, 2001. – 104 с.
10. Предварительный патент №20748 РК, F032D 9/00 (2006/01). Вертикально-осевая составная ветротурбина карусельного типа (варианты)/ / Ершин Ш.А. Ершина А.К. и др. - № 2006/0165.1; заявлено 15.02.2006; опубл. 16.02.2009, бюл. № 2.
11. Shahbaz Yershina, AinakulYershina. Vertical-axial compound wind turbine of rotor-type. ASME – ATI – UIT 2010 Conference on Thermal and Environmental Issues in Energy Systems. Sorrento, Italy, 2010. – P. 621-625.
12. Ершина А.К. Теория и практика использования возобновляемых источников энергии. Учебное пособие. – Алматы: «Эверо», 2016. – 220 с.
13. Yershina A.K., Yershina Ch. Sh., Manatbayev R.K., Tulepbergenov A.K. Vertical-axial component wind turbine with a high coefficient using for wind energy. //Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies. Vol. 6, Part 3. 2012, European Union. ISSN 1313-2539, Published at: <http://www.science-journals.eu> 2012 – P. 231-236.
14. Ершина А.К., Бижанова А.Т. Разработка и создание перспективных ветроагрегатов карусельного типа. Материалы восьмой всероссийской научной молодежной школы с международным участием «Возобновляемые источники энергии». – Москва, «Университетская книга» 2012. – С. 32-37.
15. Ершина А.К., Копенбаева А.С. Новая перспективная версия ветроагрегата Дарье. Материалы всероссийской научной молодежной школы с международным участием «Возобновляемые источники энергии». – Москва, «Университетская книга» 2014. – С. 26.

ДВУХРОТОРНЫЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АГРЕГАТ НВИ-РОТОР С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ

А.К. Ершина¹, А.Н. Карымбай²

¹ д.ф.-м.н., профессор,

² магистрант 2 курса, 6М01000 - Физика,

^{1,2} Казахский национальный женский педагогический университет, г.Алматы, Казахстан,
email: aigera_karla@mail.ru

Изменение климата – одна из наиболее широко обсуждаемых вопросов в современном мире. Этой проблеме посвящены публикации в газетах и журналах, телевизионные передачи, дискуссии ученых, выступления политиков. Переход на возобновляемые источники энергии является общемировым процессом и реализуется при широкой политической поддержке многих стран, в том числе в Республике Казахстан. В статье излагается использование энергии ветра в Казахстане и описание конструкций новой версии ветротурбины Дарье с высокими технико-экономическими показателями ветроэнергетической установки НВИ-ротора. Группа казахстанских ученых-энтузиастов по использованию энергии ветра, с целью снижения уровня наступающего парникового эффекта в течение последних 20 лет разрабатывает вертикально-осевые аппараты (типа Дарье) с двумя коаксиально расположенными валами вращения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветротурбина, ветроэнергетическая установка НВИ-ротор, коэффициент использования энергии ветра, рабочие лопасти, быстроходности

VERTICAL-AXIAL TWO-ROTOR WIND POWER UNIT – HBI-ROTOR

A.K. Yershina¹, A.N. Karymbay²

¹ Doctor sciences of Physics and Mathematics, Professor,

² - Master's physics, 6M01000-Physics, Kazakh National Women's Teacher Training University
Almaty, Kazakhstan

email: aigera_karla@mail.ru

Climate change is one of the most widely discussed issues in the world today. This problem is devoted to publications in Newspapers and magazines, television reports, discussions of scientists, speeches of politicians. The transition to renewable energy sources is a global process and is being implemented with broad political support from many countries, including the Republic of Kazakhstan. The article deals with the use of wind energy in

Kazakhstan and the characteristics of the designs of the new version of the Darrieus wind turbine, HBI-rotary thermal power plants with high technical and economic indicators. Kazakhstan group of scientists-enthusiasts on the use of wind energy in order to reduce the level of incoming greenhouse effects over the past 20 years has been developing vertical-axial devices (Darrieus type) with two coaxially arranged rotation rolls.

Key words: *renewable energy sources, wind turbine, wind power plant HBI-rotor, wind energy utilization factor, working blades, speeds*

Редакцияға 29.10.2019 түсті.