

ӘОК 621.311.24

DOI 10.52167/1609-1817-2022-120-1-147-155

ЖОҢҒАР ҚАҚПАСЫНДА ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫН ӨНДІРУ МҮМКІНШІЛІГІН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫ КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ

Г.Т. Жетписбаева¹, Т.К. Тергемес¹, С.К. Шерьязов², Р.М. Нигматуллин¹

¹ «Гумарбек Даукеева атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ,
Алматы, Қазақстан

² Оңтүстік-Орал мемлекеттік аграрлық университеті, Челябинск, Ресей

E-mail: ashimova.gaukhat@mail.ru

Андатпа. Бұл мақалада аймақты таңдаудың бірнеше факторларының орындылығы қарастырылады және зертханалық жағдайда осы аймақтың жел-энергетикалық әлеуеті талданады. Асинхронды машинаға қосылған, қалақ радиусы 1,65 м қуаты 7,5 кВт жел турбинасы зертханада қуаты 7,5 кВт қозғалтқыш-генератор жұбымен модельденеді және оның айналу жылдамдығы қозғалтқыштардың көмегімен талап етілетін деңгейге дейін реттеледі. Энергия анализаторы жиналған деректерді өлшеу және бағалау үшін қолданылады. Зертханалық тәжірибелер желдің жылдамдығының өзгеруіне еліктей отырып, қозғалтқыштың әртүрлі айналымдарында генератордың шығу тогын, кернеуі мен қуатын басқаруға мүмкіндік берді. Генераторға қолданылатын жүктеменің жоғарылаған мәндеріне сүйене отырып, генератордың тогы артады; алайда генератордың шығу кернеуі бірдей жылдамдықта өзгермейді. Бұл зерттеудің қосқан үлесі негізінен зертханалық жағдайларды ескере отырып, ротордың айналу жылдамдығы туралы мәліметтерді есептеу үшін негізгі имитациялық сынақ полюсі ретінде жел жылдамдығы туралы мәліметтерді пайдалану болып табылады.

Түйінді сөздер: жел энергиясы, турбина роторының айналу жиілігін есептеу.

Кіріспе.

Жаңартылмайтын энергия көздерінің дамуымен және олардың қоршаған ортаға теріс әсерімен жаңартылатын энергия көздерінің маңызы біртіндеп артып келеді. Сондықтан жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың маңызы зор. Гидроэнергетика, жел, геотермалдық және күн энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздері, ең алдымен, жаһандық энергия қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жеткілікті қуатқа ие. Осы ресурстардың ішінде жел ең көп таралған артықшылықтарға ие, сондықтан ол ең маңызды және экологиялық таза энергия көзі болып табылады. Қазақстанның географиялық жағдайы жел энергиясын пайдалану тұрғысынан өте қолайлы. Соңғы уақытқа дейін көптеген жел электр станциялары лицензия алып, өзара байланысты электр жүйесін қолдай бастаған кезде жел энергиясының үлкен әлеуеті пайдаланылды [1-3]. Қазақстан жел энергиясын пайдалану есебінен өзінің энергетикалық қажеттіліктерінің едәуір бөлігін қанағаттандырады деп күтілуде, өйткені елдің басқа өңірлерінде жаңа электр станцияларының құрылысы басталды. Жан басына шаққандағы энергияны тұтыну өсу көрсеткіші ретінде пайдаланылуы мүмкін. 1-кестеден көріп отырғанымыздай, Қазақстанда жан басына шаққандағы энергияны тұтыну дамушы елдерге қарағанда жоғары.

1 кесте - Жан басына шаққандағы энергия тұтынудың жыл сайынғы өсімі

№	Елдер	Жылдық өсім (%)
1	Әлемдік орташа көрсеткіш	2.4
2	Дамыған елдердің орташа көрсеткіштері	<2.0
3	Орта есеппен дамушы елдер	4.1
4	Қазақстан	6

Қазақстанның жел энергетикасының 2030 жылға арналған мақсаты-жылына 10 ГВт өндіру. Бұл мақсатқа қол жеткізілген кезде технологиялық мақсат 2 МВт-тан асатын жел турбиналық электр станциясын құру және орнату ретінде анықталады. Қуатты жел турбиналарын енгізумен қатар, үйде пайдалануға арналған шағын жел турбиналарын орнату да үрдіске айналды. [6,7] жел потенциалын өлшеу талдауы техникалық-экономикалық негіздеме үшін маңызды, сонымен қатар жел электр станциялары өндіретін электр энергиясын есептеуден басқа. Бұл зерттеуде Жоңғар қақпасы ауданының Жел энергетикалық әлеуетін анықтау үшін Талдаулар мен есептер жүргізіледі. Сонымен қатар, автономды жүйенің қуаты, кернеуі және тогы зертханада жұп мотор генераторларының көмегімен алынады. Содан кейін турбина роторының айналу жылдамдығы желдің жылдамдығы негізінде есептеледі және тәжірибелік қондырғыда қолданылады.

Жел туралы деректерді талдау және энергетикалық әлеуетті есептеу.

Электр станциялары әдетте әртүрлі параметрлерді ескере отырып орнатылады. Бұл параметрлер оңтайлы қуат пен максималды орнату тиімділігін қамтамасыз ететіндей етіп бағаланады. Себебі, әр бөлімде электр станциясы өндіре алатын энергия мөлшерін анықтайтын әртүрлі сипаттамалар бар. Әр аймақта әр түрлі жел жүйелері болғандықтан және әр түрлі маусымда желдің жылдамдығы әр түрлі бағытта өзгертіндіктен, оңтайлы қуат беру үшін орынды таңдау қаншалықты маңызды екенін көруге болады.[8] Қазақстан үшін қолайлы аймақты таңдау үшін турбинаны модельдеу кезінде біз бірнеше параметрлерді, соның ішінде осы аймақты және турбина моделін қолдануды қарастырамыз.

Ең алдымен, Қазақстан үшін 80 м биіктікте дайындалған WERA (жел энергиясының атласы) талданады және жел энергиясын пайдалану үшін оңтайлы орындар айқындалады. Осы Атластың арқасында жел энергетикасының әлеуеті тұрғысынан Қазақстанның жеті маңызды өңірі анықталды. Бұл аудандардың жалпы ерекшелігі-желдің орташа жылдамдығы-7 м / с.

2 кесте - 80 м биіктіктегі желдің аймақтық жылдамдығы

Аймақтары	Жоңғар Қақпасы	Қордай	Форт Шевченко	Ереймент ау	Атырау	Нұрсұлт ан	Жүзімдік	Арқалық
Жел жылдамдығы	7.91-8 m/s	6.02 m/s	7-7.5 m/s	6.5-7 m/s	6.5-7 m/s	6.5-7 m/s	7 m/s	6.5-7 m/s

Содан кейін белгілі бір аймақтар үшін Қазақстанның энергетикалық ақпарат басқармасының (ПРООН Қазақстан) ресми веб-сайтында қол жетімді нақты атласы бағаланады және талданады. Сонымен қатар, бірнеше жел турбиналарын шығаратын және орнататын коммерциялық компаниялардан сұралған ақпарат осы сегіз аймаққа қатысты.

Осы аймақтардағы желдің жылдамдық режимдерін салыстыру негізінде жел энергиясының потенциалы есептеледі.

Жел турбинынан алынған энергия (1) қатынасында есептеледі. Турбиналық қалақшаларға түсетін желдің барлық кинетикалық энергиясын механикалық энергияға айналдыруға болмайды. Желдің кинетикалық энергиясына байланысты механикалық энергияны анықтау үшін ротордың тиімділігін ескеру қажет. Қалақшаның тірек бұрандасынан алынған энергияның нақты мөлшері қалақшадан өтетін желдің шығыс және кіріс бөлігі арасындағы айырмашылықты құрайды.

$$P=1/2mV^2 \text{ (Вт)} \quad (1)$$

Айналмалы турбинаның қалақшаларынан өтетін ауаның массалық шығыны (2) теңдеуде көрсетілгендей, ауа тығыздығына байланысты желдің орташа жылдамдығына тең. Сондықтан ротордың жану аймағындағы желдің жылдамдығын ескеру қажет. Әдетте, осы профильдің желіндегі ауа тығыздығы $1,225 \text{ кг/м}^3$ ретінде көрсетіледі, яғни температура мен ауа қысымы 15°C мен 1 атмосфераның қысымына тең қабылданады. Сондай-ақ, желдің әртүрлі жағдайларында жел турбиналары шығаратын қуатты анықтау қажет. Сондай-ақ, желдің әртүрлі режимдерінде жел турбиналары шығаратын энергияны анықтау керек. Желдің күші мен желдің жылдамдығы арасындағы байланысқа байланысты орташа қуатты қарапайым $\bar{v} = v_{ort}$ ауыстыру v арқылы алуға болмайды. Сондықтан (2) теңдеу қолданылады.

$$P_{ort} = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \right) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot (v^3) \quad (2)$$

(2) теңдеуден көрініп тұрғандай, жылдамдықтың орташа мәнінің орнына v^3 орташа мәнін қолдану керек.

Желдің жылдамдығы туралы деректерді қолдана отырып, белгілі бір аймақ үшін желдің орташа жылдамдығын есептеу үшін (3) теңдеу қолданылады

$$\bar{v} = \frac{\sum_i [v_i \cdot t_i]}{\sum t} = \sum_i v_i \times \frac{t_i}{\sum t} \quad (3)$$

Мұнда $\frac{t_i}{\sum t}$ - бұл жылдамдыққа байланысты уақыт қатынасы.

Жел жел туннелі көмегімен турбина арқылы соққанда, желдің жылдамдығы v_i -ден v_0 -ға дейін өзгереді және ол тұрақты емес. Сондықтан (2) теңдеуді (4) теңдеудегідей қайта жазуға болады.

$$P_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_i^3 \frac{\left(1 + \frac{v_0}{v_i} \right) \left[1 - \left(\frac{v_0}{v_i} \right)^2 \right]}{2} \Rightarrow P_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_i^3 \cdot C_p \quad (4)$$

Мұнда C_p турбинаның тиімділігі деп аталады. Бұл жағдайда максималды теориялық тиімділік 59,26% құрайды және бұл тиімділік "Бетц тиімділігі" немесе "Бетц заңы" деп аталады. Іс жүзінде бұл мән әдетте 0,5-тен аз болады. Берілген жел жылдамдығы үшін ротордың тиімділігі ротордың жылдамдығына байланысты. Егер ротор өте баяу жұмыс істесе, желдің көп бөлігі турбиналық пышақтарға әсер етпейтіндіктен тиімділігі төмендейді. Егер ротор тым тез айналса, тиімділік төмендейді, өйткені бір пышақтан туындаған турбуленттілік біртіндеп басқа пышаққа әсер етеді. Жалпы әдіс ретінде ротордың тиімділігі турбиналық пышақтардың ұшындағы ұштың айналу жылдамдығының (TSR) қатынасы функциясы ретінде анықталады. Жел турбиналары үшін айналу жылдамдығының коэффициенті-ротор пышақтарының айналу жылдамдығының желдің нақты жылдамдығына қатынасы.

$$TSR = \frac{\text{The linear speed of the tip point of the blades}}{\text{input wind speed}} = \frac{v_{\text{block-up}}}{v} = \frac{\omega_m \cdot R_{\text{rotor}}}{v} \quad (5)$$

Бұл аймақтағы желдің жылдамдығы үздіксіз де, тұрақты да емес. Желдің жылдамдығы минуттарға, сағаттарға, жыл мезгілдеріне және жылдарға байланысты өзгереді. Сондықтан 10 жылдық кезеңдегі желдің орташа жылдамдығын бағалау керек. 10 жыл сияқты ұзақ орташа мерзімде энергияны алудың нақты әлеуетіне қол жеткізуге болады. Алайда, ұзақ мерзімді өлшеулер қымбатқа түсетіндіктен, салыстырмалы түрде қысқа уақыт кезеңін де қолдануға болады, мысалы 1 жыл, жақын жерлерде желдің жылдамдығы туралы мәліметтерді салыстыру және тексеру мақсатында да ескеруге және пайдалануға болатындығын ескере отырып.

Желдің күші желдің жылдамдығының кубына пропорционал болғандықтан, желдің жылдамдығының шамалы өсуі экономикалық тұрғыдан маңызды. Жел жылдамдығын арттырудың тағы бір тәсілі-жел турбиналарының биік мұнараларын салу. Желдің жылдамдығы жердің идеясына және шатырдан екі жүз метр қашықтықтағы кедергілерге айтарлықтай әсер етеді. Күшті теңіз беті сияқты өткізбейтін беттер желге үлкен қарсылық көрсетеді. Желдің жылдамдығының ауытқуы әдетте биіктікте төмендейді. Екінші жағынан, желдің жылдамдығы әр түрлі болуы мүмкін және ормандар, төбелер мен ғимараттар сияқты кедергілері бар жерлерде салыстырмалы түрде төмен болуы мүмкін. Беттің кедір-бұдырлығының жел жылдамдығына әсерін келесідей сипаттауға болады:

$$\left(\frac{v}{v_0} \right) = \frac{\ln\left(\frac{H}{z}\right)}{\ln\left(\frac{H_0}{z}\right)} \quad (6)$$

Мұнда v - h биіктігіндегі желдің жылдамдығы, ал v_0 - H_0 бақылау биіктігіндегі желдің жылдамдығы, ал z - кедір-бұдырлық коэффициенті. Бұл формула Еуропа елдерінде қолданылады және осы зерттеуде де қолданылады. Дәл осындай қатынас Америкада (7) теңдеуде келтірілген формада қолданылады

$$\left(\frac{v}{v_0} \right) = \left(\frac{H}{H_0} \right)^\alpha \quad (7)$$

Мұндағы с-үйкеліс коэффициенті және ол желмен жабылған беттің топологиясына байланысты. (6) теңдеу осы зерттеуде [10] қолданылады, және Силиври қала маңындағы аймақ болғандықтан және бұл зерттеу аз қуатты тұрғын үй-жайларға назар аударғандықтан, z коэффициенті 0,4 деп қабылданады, бұл фермалар немесе маңызды кедергілері бар қала маңындағы аудандар үшін әдеттегі мән болып табылады. 80 м биіктікте өлшенген жел жылдамдығы туралы мәліметтер профильдері (6) теңдеуді қолдана отырып, 100 м биіктіктегі жел жылдамдығы профильдеріне айналады. 3- кестеде 80 м қашықтықта өлшеу деректері және 100 м қашықтықта жылжытылған деректер көрсетілген.

3 кесте - Жоңғар Қақпасы аймағындағы желдің жылдамдығы туралы орташа айлық деректер

Айлар	80 м биіктік	100 м биіктік
Қаңтар	8.2 m/s	10.81 m/s
Ақпан	7 m/s	9.23 m/s
Наурыз	8 m/s	10.55 m/s
Сәуір	6.2 m/s	8.1 m/s
Мамыр	6.8 m/s	8.9 m/s
Маусым	7.4 m/s	9.76 m/s
Шілде	8.8 m/s	11.61 m/s
Тамыз	8.5 m/s	11.21 m/s
Қыркүйек	7.6 m/s	10.02 m/s
Қазан	7.2 m/s	9.5 m/s
Қараша	7.2 m/s	9.5 m/s
Желтоқсан	7.4 m/s	9.76 m/s

Жел туралы орташа жылдық деректерді талдау орташа айлық көрсеткіштермен қайталанғанда және желдің өлшенген жылдамдығы белгілі бір биіктікке өзгергенде, Жоңғар қақпасы, Форт Шевченко және жүзімдіктер ең қолайлы жерлер болып табылады.

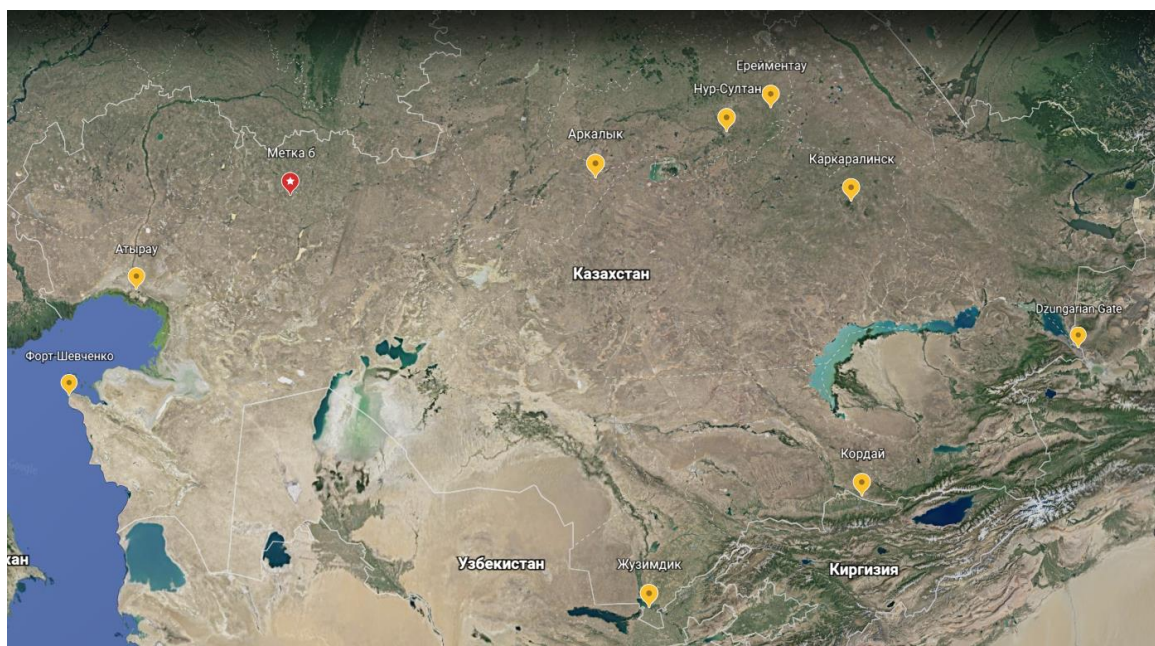
Ауданды таңдау кезінде осы аймақтағы желдің жылдамдығы ғана емес, сонымен қатар осы аймақтың электр станцияларына қажеттілігі, сонымен қатар станция құрылысына қолайлы аудан мен технологиялық жағдайлар ескеріледі. Әрбір жел жылдамдығы деректерді пайдаланып талдау аяқталғаннан кейін аймақ C_p , қуат коэффициенті болып табылатын басқа критерий негізінде зерттеледі.

Желдің жылдамдығына байланысты балама аймақтарды анықтау.

А. Өткізу қабілеттілігінің коэффициентіне сәйкес алаңды таңдау

Жоғарыда айтылғандай, турбинаның механикалық энергиясын түрлендіру коэффициенті деп аталады. Электр энергиясының қуат коэффициенті. Демек, қуат коэффициенті-бұл турбинаның жылдық энергиясының номиналды қуатқа қатынасы. Іс жүзінде жел электр станциялары үшін ең қолайлы қуат коэффициенті 30-дан 35% - ға дейін [12]. Телімдерде жүргізілген өткізу қабілеттілігінің коэффициентін және 2-кестеде келтірілген жылдамдық туралы мәліметтерді талдау негізінде Жоңғар қақпасы, Форт Шевченко және Жүзімдік өткізу қабілеттілігінің коэффициенттері өте жақсы көрсеткішке жақын екендігі анықталды.

1-суретте ЖЭС тұрғызу үшін Қазақстан территориясындағы сегіз потенциалды аймақтарда жел энергетикалық қорды бағалау жүргізілді. Алаңдар келесіден орындарда орналасқан: Арқалық қ., Нұрсұлтан қ, Ерейментау қ, Қарқаралы қ, Атырау қ, Форт Шевченко қ. маңы, Қордай мен Жүзімдік ауылы, Жоңғар Қақпасы. Аудандар жайлы мәліметтер бүкіл Қазақстан территориясы бойынша 1-суреттегідей орналасқан.



1 сурет - Қазақстан бойынша жел энергиясының потенциалды аймақтары

В. Пайдалы телімді таңдау

2-кестеде көрсетілген сегіз аймақ үшін қолайлы телімді таңдаған кезде жарамсыз аймақтар мен ұлттық парктер, табиғи қорықтар мен әскери қауіпсіздік аймақтарын ескеру қажет. Сонымен қатар, қолданыстағы электр трансформаторлары мен электр беру желілеріне дейінгі қашықтық энергияны беру шығындарын қарастырған кезде маңызды болады. Осы бөлімде орнатылған электр желісінің құны желіге дейінгі қашықтыққа, желінің түріне, беріліс кернеуіне және желінің өткізу қабілетіне байланысты. Біз 2-кестеде келтірілген аймақтар үшін жақындықты зерттеуге сәйкес, Жоңғар Қақпасы мен Жүзімдік басқалардың арасында ең тиімді аймақтар болып табылады.

Аймақ таңдалғаннан кейін, Жоңғар Қақпасы үшін ай сайынғы жел жылдамдығы туралы мәліметтер орташаланады және зертханада генератордың шығысы талданады.

Жел жылдамдығына негізделген зертханалық жағдайда генератордың шығу қуатын талдау.

А. турбина роторының айналу жиілігін есептеу

Турбина пышақтарына соққан желдің жылдамдығына байланысты ротор белгілі бір жылдамдықпен айналады және механикалық энергия генератордың Роторына беріледі. Екінші бөлімде берілген формулалар айналу жылдамдығын есептеу үшін қолданылады. Бастапқыда бұл есептеулер қолмен жасалды, сондықтан болашақта оларды басқа ұқсас жобаларға қосуға болады. Авторлар сонымен қатар Microsoft Visual Studio 2008-де с# бағдарламасын жасады. Пайдаланушыға ыңғайлы болу үшін графикалық пайдаланушы интерфейсі жасалынған және пайдаланушылар ротордың айналу жылдамдығын, соның ішінде желдің жылдамдығы мен турбинаның айналу жылдамдығын ала алады. Сонымен қатар, бағдарламаға енгізілген теңдеулердің арқасында жел генераторының шығыс қуатын есептеуге болады.

Б. Шығыс шамаларының генераторын алу және графикалық талдау

Жел жылдамдығына негізделген ротордың жылдамдығын талдағаннан кейін, бұл деректер зертхананың Басқару тақтасы арқылы қосылған екі генератор қозғалтқышының біріне жіберіледі. Осы талдауларға арналған жүйеден алынған мәліметтерге шығыс

кернеуі, ток және қуат, сондай-ақ желіден қозғалтқыштың кіріс қуаты, айналу жылдамдығы және генератордың жұмысы кіреді, бұл мәліметтер 2, 3 және 4 суреттерде көрсетілген..

Зертханалық эксперименттерде нақты жел турбиналарында болған турбиналардың бұрылуын реттеу жүйелері ескерілмеген. Сонымен қатар, іске асырылған дизайндағы қозғалтқыш (ротор турбины) мен генератордың қуатының қатынасы 1: 8 болады деп болжанады. Генератордың Шығыс тогы желдің жылдамдығына және генератордың шығу қуатына байланысты өзгереді, бұл желдің жылдамдығы төмендеген кезде Шығыс тогы мен генератордың қуаты азаятынын көрсететін кестеге сәйкес. Сонымен қатар, турбинаның Шығыс тогы мен қуаты желдің жылдамдығына пропорционалды түрде артады. Алайда, басқару моментінің белгілі бір мәніне байланысты генератордың шығу қуаты мен тогы өзгермейді. Егер генератор белгілі бір мәнге жүктелсе, генератордың шығу қуаты артады.

Қорытынды.

Қазіргі әлемде жаңартылатын энергия көздері дәстүрлі энергия көздерін пайдаланудың қысқаруына және энергия тұтынудың біртіндеп артуына байланысты маңызды бола түсуде. Қазақстанда жел энергетикасының басымдығы Үкімет тарапынан ғана емес, жеке сектор тарапынан да айтарлықтай өсті. Қуатты жел электр станцияларынан басқа, аумақты аз қуатты тұрғын үйлер алып жатыр. Бұл зерттеу жел туралы жылдық деректері бар 7,5 кВт жел турбинының электр энергиясына деген қажеттілігін қанағаттандыру үшін жеткілікті ме деген мәселені қарастырады. Жел турбины 7,5 кВт асинхронды электр қозғалтқыштарымен модельденеді, ал қажетті айналу жылдамдығы қозғалтқыш жетегімен реттеледі және энергия анализаторының мәліметтері бойынша бағаланады. Бұл тәсіл желдің жылдамдығы мен қозғалтқыштың жылдамдығы туралы мәліметтер арасындағы түбегейлі корреляцияға әкеледі. Зертханалық тәжірибелік қондырғыға сүйене отырып, қуат генератордың Шығыс кернеуінің, токтың және желдің жылдамдығының жоғарылауымен артады.

ӘДЕБИЕТТЕР

[1] ПРООН Қазақстан, Ветровые ресурсы Казахстана - Ветровой Атлас, 156323-REP-004 2019

[2] Камбаров м. Н., Сүлейменова Г. Жоңғар қақпасында жел энергетикасын дамыту мәселесі бойынша. Қазақстанның энергетикалық және отын ресурстары. Алматы, 2015. № 4. С. 62-69.

[3] Э. Лунтанг Петерсон, Оле Хансен. Есеп. Жоңғар қақпасындағы жел энергиясының әлеуеті, Қазақстан, 2019 жыл.

[4] Қамбаров М., Қарабалин БҰҰ баяндамасы. Қазақстанның энергетикалық секторы 21 ғасыр қарсаңында. Кітапта " Орталық Азия, Кавказ және басқа да Азия елдері арасындағы энергетика және онымен байланысты салалардағы ынтымақтастықтың ықтимал бағыттары. Жаңа Дели, 2015. 18-26 беттер.

[5] Камбаров м.н. Сүлейменова Г. С. Қазақстан Үкіметінің және "Қазақстанда жел энергиясын өндіру үшін кедергілерді жою. Алматы 1998

[6] М. н. Қамбаров Қазақстанның жаңартылатын энергетикалық ресурстары, энергетикалық теңгерімге тарту аспектілері. Қазақстанның энергетикалық және отын ресурстары № 9. 2018, 67-78 бет.

[7] Қамбаров М. Н. Қытайға электр энергиясын экспорттау үшін ЖЭК пайдалану. KAZENERGY Журналы, №5. 2007.

[8] М. Комбаров. Балама энергетикалық шешімдерге Инвестициялар Қытайға экспорттау үшін Қазақстанда электр энергиясын өндіру. Әлемдік қаржыға шолу, 2009 жылғы мамыр. 73 бет, 2009 жылғы қыркүйек, 75 бет.

[9] Қазақстанның жаңартылатын энергия көздері. Монография. 2013. 370 б. л. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті шығарады.

[10] М. Н. Қамбаров Қазақстан желдеріне бейімделген қуатты жел турбинасын әзірлеу туралы. Энергия. Қазақстан Инженерлер Одағының жаршысы. № 3, 2015 ж.

[11] М.Қамбаров А. К. Қадыржанов Қазақстан электр энергетикасының экспорттық әлеуетін арттыру. Ұлттық Инженерлік академиясының хабаршысы. № 2 "2015

[12] М. Н. Қамбаров, Қ. Мұсабеков. Еуразия құрлығының біртұтас энергетикалық жүйесін құру туралы. Дүниежүзілік ғалымдар мен инженерлер конгресінің материалдары, 2-Том, Болашақ энергиясы: инновациялық сценарийлер және оларды жүзеге асыру әдістері WSEC -2017, 196-202 беттер.

[13] М. Н. Қамбаров. Ірі жел турбиналарының қуаты мен тиімділігін арттыру. Дүниежүзілік ғалымдар мен инженерлер конгресінің материалдары, 2-Том: Болашақ энергиясы: WSEC -2017 инновациялық сценарийлері мен оларды іске асыру әдістері. 190-196 беттер.

[14] М.Н. Қамбаров Ұлы Жібек жолы елдерінің бірыңғай энергетикалық жүйесін құру. Ғалымдар мен инженерлердің Дүниежүзілік Конгресінің және GSR форумының есебі, Астана 2018.

Гаухар Жетписбаева, докторант, Алматинский университет энергетика и связи им. Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, ashimova.gaukhat@mail.ru

Қажыбек Тергемес, к.т.н., профессор, Алматинский университет энергетика и связи им. Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, tergemes@mail.ru

Сакен Шерьязов, д.т.н., профессор, Южно-Уральский государственный аграрный университет, Челябинск, Россия, sakenu@yandex.ru

Расим Нигматуллин, к.т.н., доцент, Алматинский университет энергетика и связи им. Г. Даукеева, Алматы, Казахстан, rasimnigmatullin@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ ВЕТРА У ДЖУНГАРСКИХ ВОРОТ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. В этом исследовании была исследована пригодность нескольких факторов для выбора области и проанализирован потенциал ветровой энергии этой области в лабораторных условиях. Ветрогенератор мощностью 7,5 кВт с радиусом лопасти 1,65 м, соединенная с асинхронной машиной, моделируется в лаборатории парой двигатель-генератор мощностью 7,5 кВт и скорость их вращения регулируется до требуемого уровня с помощью приводов. Для выполнения измерений используется анализатор мощности и оцениваются собранные данные. Лабораторные эксперименты позволили контролировать выходной ток, напряжение и мощность генератора при различных скоростях привода, имитирующих изменение скорости ветра. Исходя из повышенных значений нагрузки, приложенной к генератору, происходит увеличение тока генератора; однако выходное напряжение генератора не изменяется с той же скоростью. Вклад этого исследования в основном заключается в использовании данных о скорости ветра в качестве основного имитационного испытательного столба для расчета данных о скорости вращения ротора с учетом лабораторной установки.

Ключевые слова: энергия ветра, расчет частоты вращения ротора турбины.

Gaukhar Zhetpisbaeva, doctoral student, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, ashimova.gaukhat@mail.ru

Kazhybek Tergemes, Candidate of Technical Sciences, Professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, tergemes@mail.ru

Saken Sheryazov, doctor of technical sciences, professor, South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk, Russia, sakenu@yandex.ru

Rasim Nigmatullin, candidate of technical sciences, Associate Professor, Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, rasimnigmatullin@mail.ru

RESEARCH OF THE POSSIBILITY OF WIND ENERGY PRODUCTION AT THE DZUNGARIAN GATE WITH THE HELP OF LABORATORY EQUIPMENT

Abstract. In this study, the suitability of several factors for selecting a region was investigated and the wind energy potential of this region was analyzed in the laboratory. A wind turbine with a blade radius of 1.65 M and a power of 7.5 kW, connected by an asynchronous machine, is modeled in the laboratory with a motor-generator pair with a power of 7.5 kW, and their rotation speed is adjusted to the required level by means of drives. A power Analyzer is used to perform measurements and the collected data is evaluated. Laboratory experiments made it possible to control the output current, voltage and power of the generator at different drive speeds, simulating changes in wind speed. Based on the increased load values applied to the generator, there is an increase in the generator current; however, the output voltage of the generator does not change at the same speed. The contribution of this study is mainly due to the use of wind speed data as the main simulation test support for calculating rotor rotation speed data, taking into account the laboratory installation.

Keywords: wind energy, calculation of the speed of rotation of the turbine rotor.
