

FTAMP 44.39.29

С.А. Орынбаев¹ – негізгі автор, | ©
А.Ж. Сыздық², Н.Ш. Абдлахатова³



¹PhD, қауымдастырылған профессор, ²Магистрант, ³Аға оқытушы

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-5077-7219> ²<https://orcid.org/0000-0002-3387-2687>

³<https://orcid.org/0000-0003-1285-2684>



^{1,2,3}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,



Тараз қ., Қазақстан



¹seitzhan74@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/OGWK1702>

ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАСЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ

Аңдатпа. Мақалада жаңартылатын энергия көздерінің ішінде энергияның ең қолжетімді және кеңінен қолданылатын түрлерінің бірі болып табылатын жел энергиясының басқа энергия түрлеріне қарағанда болашағы жоғары екендігі көрсетілген. Жел энергиясы ғасырлар бойы желкенді кемелерде суды айдау, астықты ұнтақтау және т.б. үшін қолданылған. Сондай ақ жел турбинасының тиімділігі қондырғының құрылымы мен пышақтардың құрылымына ғана емес жабдықты дұрыс таңдауға тікелей байланысты екендігі атап көрсетілген. Ірі жел электр станцияларын жобалау кезінде толық көлемді инженерлік-экологиялық тексеру жүргізілуі керек.

Әлемнің көптеген дамыған елдеріндегі заманауи жел энергиясы энергетикалық жүйелердің құрамдас бөлігі, ал бірқатар елдерде бұл ең маңыздыларының бірі болып табылады.

Тірек сөздер: жаңғыртылған энергия көздері, жел энергетикасы, жел қондырғысы, ауа тығыздығы, қуат.



Орынбаев, С.А. Жел энергетикасын пайдалану перспективасы [Мәтін] / С.А. Орынбаев, А.Ж. Сыздық, Н.Ш. Абдлахатова // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2024. – №3(85). – Б.459-464. <https://doi.org/10.55956/OGWK1702>

Кіріспе. Жел энергиясын пайдалануға деген қызығушылықтың жандануы оны электр энергиясына айналдырудың перспективасы мен сұранысқа ие болуы қазіргі таңдағы еліміздегі таза, баламалы энергия көзіне деген сұраныстың артуынан туындап отыр.

Экономикалық тұрғыдан алғанда, желдің жылдамдығы 5 м/с-тан асатын және жел энергиясының дамуына қолайлы ашық, климаттық ыңғайлы аймақ болғаны жел энергиясының энерготиімділігіне әсер етеді.

Жел энергиясы тұрақты энергияны қалыптастыру үшін энергетикалық нарықта ерекше рөл атқарады. Жел энергиясының энергия тиімділігін арттыру қазіргі уақытта өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қазіргі уақытта ғалымдар жел турбиналарының айналу қуаты мен бұрыштық жылдамдығын реттеу бойынша көптеген зерттеулерді қарастыруда.

Көмір, мұнай және газ сияқты дәстүрлі энергия көздерінің тапшылығын және өнеркәсіп секторының қоршаған ортаға зиянды әсерін азайту мақсатында жаңартылатын энергия көздеріне сұраныс жыл сайын артып келеді.

Зерттеу шарттары мен әдістері. Жел электр станциясының тиімді жұмыс істеуі желдің бағыты мен жылдамдығына байланысты. Қуаты бойынша жел энергетикалық қондырғылар: 1) 5 кВт дейін бөлмелерді жылыту үшін пайдаланылады; 2) 5-тен 100 кВт-қа дейін, әр түрлі құрылғылардың жетегі ретінде пайдаланылады; 3) 100 кВт-тан астам, басқа электр станцияларымен бірлесіп жұмыс істеу үшін қолданылады.

Айналу осіне байланысты жел турбиналары: тік (карусель, айналмалы, барабан) және көлденең (қанатты) болып бөлінеді. Ең көп қолданылатыны қанатты жел турбиналары болып табылады. Қанатты жел турбиналарының тиімділігі жел турбиналарына қарағанда сенімділігі жоғары. Қанатты жел турбинасының негізгі жұмыс органы – доңғалақ қалақтары. Негізгі қанатты жел турбинасының жұмыс корпусында белгілі бір бұрышта орналасқан доңғалақ қалақтары бар, ал қалақтардың саны әртүрлі болуы мүмкін.

Желдің орташа жылдық жылдамдығы 3 м/с-тан асқанда ғана жел электр станцияларын пайдалану тиімді болады. Сондықтан жел электр станцияларын жел жиі тұратын ашық және климаттық жерде орнату тиімдірек.

Жел ағынының біркелкі еместігі мен тұрақсыздығы жел электр станциясындағы жел доңғалағының айналу жылдамдығының өзгеруіне және кернеудің, ток жиілігінің және берілетін қуаттың ауытқуына әкеледі. Жүктемені қалпына келтіру немесе қосу да тұрақсыздандырушы факторлар болып табылады. Осылайша, электр энергиясының қажетті сапасын қамтамасыз ету ЖЭС-ның бәсекеге қабілеттілігін де анықтайды [3].

2030 жылдарға қарай жел энергиясын пайдалану 20%-ға дейін артады деген болжам бар. Алайда, энергияның осы түрінің ең өзекті мәселелерінің бірі оның экономикалық тиімділігін анықтау болып табылады. Жел электр станциясының сенімді және өнімді жұмыс істеуі үшін жел генераторын дұрыс таңдау да маңызды рөл атқарады.

Облыстың жел энергетикасының жиынтық ресурсы (әлеуеті) өңірден (елден) бір жыл ішінде пайдалануға қолжетімді орташа көпжылдық жел энергиясының бір бөлігін құрайды.

Жел энергиясының жалпы потенциалы келесі формула бойынша анықталады:

$$W_B = 0,025\rho TS \sum_{i=1}^n V_i^3 t_i \quad (1)$$

мұндағы: ρ – ауа тығыздығы, кг/м³; $T = 8760$ бір жылдық сағат саны; S – аймақ ауданы, м²; v – i диапазонында желдің орташа жылдамдығы; t – i диапазонында жылдамдықты табу ықтималдығы;

Жел энергетикасының техникалық ресурсы

$$W_T = 0,01 \frac{N_c}{D^2} TS \quad (2)$$

мұндағы, N_c – ЖЭ қондырғысының орташа қуаты

$$N_c = \frac{\pi D^2}{8} \rho \sum_{i=1}^n V_i^3 \eta t_i \quad (3)$$

мұндағы: η ЖЭ қондырғының жалпы ПӘК (пайдалы әсер коэффициенті)

$$\eta_{ЖЭК} = C_p \eta_{мех} \eta_{эл} \quad (4)$$

мұндағы: C_p – желдің пайдалану коэффициенті; $\eta_{\text{мех}}$ – жел қондырғысының механикалық ПӘК-і; $\eta_{\text{эл}}$ – жел қондырғысының электрлік ПӘК-і;

(2),(3) өрнектен көріп отырғанымыздай желдің техникалық потенциалы желдің орташа жылдамдығы мен таралуына байланысты болады. Алайда, көрсетілген өрнектерде қабылданған желдің жылдамдығы ЖЭҚ орналасқан жердің биіктігіне байланысты, ал мұнаның биіктігі қуатқа (диаметрге) байланысты таңдалады. Жел электр станциясының әлеуеті дұрыс таңдалған жел электр қондырғысының қуатына байланысты болады [2].

Өндірілетін жел энергиясының мөлшері желдің жылдамдығына байланысты және ол жел энергиясының потенциалымен сипатталады. Сондай-ақ жел қондырғысының биіктігінде орналасқан желдің орташа жылдамдығы негізге алынады.

Жел қондырғысымен өндірілетін жел энергетикасы келесі өрнекпен анықталады.

$$\mathcal{E} = 0,01 T \sum_{i=v}^y P (k_h v) f_i(v) \quad (5)$$

мұндағы, $P (k_h v)$ – жел доңгелегі осінің биіктігінде ЖЭҚ пайдалы қуатының жел жылдамдығына тәуелділігі.

$$P_{\text{ЖЭҚ}} = PS \eta_p \eta_r \delta 10^{-3} \quad (6)$$

мұндағы, P – жел ағынының меншікті қуаты.

$$P = 0,5 \rho (k_h V)^3 \text{Вт/м}^2 \quad (7)$$

S – көлденең айналу осі бар ЖЭҚ ауданы келесі өрнекпен анықталады:

$$S_{\text{ЖЭҚ}} = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ м} \quad (8)$$

мұндағы: D – жел доңғалағы диаметрі; δ – қуат коэффициенті; η_p – ЖЭҚ роторының ПӘК-і; η_r – генератордың ПӘК-і;

Жел энергетикасында әдетте жел диапазоны 25 м/с аспайтын жұмыс жылдамдығы пайдаланылады.

Жел жылдамдығының жұмыс диапазоны 1 кестеде келтірілген.

Кесте 1

Жел жылдамдығының жұмыс диапазоны

$k_h v$ м/с	3	4	5	6	10	14	18	20	22	24
P Вт/м ²	5,1	19,15	43,2	76,2	621	1576	3725	4760	7170	8835

Жел қондырғысын орналастыру процесінде өтелу мерзімі келесі формула бойынша анықталады:

$$T_{\text{ок}} = \frac{P c}{\mathcal{E}_{\text{Т-И}}} \quad (9)$$

мұнда: $P c$ – қондырғының жалпы құны (күрделі шығындар) агрегаттың, тасымалдаудың, кедендік шығыстардың, жобалық және құрылыс-

монтаждау жұмыстары; Э – өндірілетін электр энергиясы жылына, кВт * сағ / жыл; Ст – электр энергиясына тариф, тенге / кВт·сағ; И – пайдалану шығындары:

ЖЭҚ өндіретін энергияның құны, тенге / (кВт·сағ) жел қондырғысының қызмет ету түріне байланысты.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Қазіргі заманғы ЖЭС-н пайдаланудың есептік мерзімі 25 жыл деп есептелінеді. Соңғы зерттеулерге [4] сәйкес ғалымдар, ЖЭҚ шығарған шу адамдардың денсаулығына жел паркінің маңында тұратын тұрғындарға теріс әсер етпеді. Қазіргі заманауи ЖЭҚ жұмыс барысында инфрақызыл дыбыстың шу деңгейлері өте төмен [4].

ЖЭҚ пайдалану барысында жел қондырғысының негізгі вибрация көзі ротор қалақтары болып табылады. Қазіргі заманғы жел қондырғысы құрылымы айналасындағы объектілерге вибрация бермейді оның қозғалмайтын бөлігінің массасы болған жағдайда объектілер жылжымалы бөліктің массасынан 16 есе және одан да көп.

Желдің жылдамдығы төмен аймақтар үшін ең қолайлы синхронды генератор болып табылады, себебі ауа ағынының минималды қозғалысымен оны іске қосуға болады. Асинхронды генераторлар салыстырмалы түрде қуаты аз ток көздерінде, автономды электр қондырғыларында кездеседі. Асинхронды генераторлар (АГ) жел энергетикасында көп қолданылмайды.

Өнеркәсіпте шығарылатын асинхрондалған синхронды генераторлар (АСГ) соңғы жылдары дамып келе жатыр. Асинхронды генераторларда магниттік симметриялы роторға, үш сақина арқылы, үш фазалы (кейде екі фазалы) қоздыру орамасы кернеумен қамтамасыз етіледі, оның мәні мен фазасы сырғымаға пропорцияда өзгереді. Реттеу қоздыру кернеулері жиілік түрлендіргіші арқылы жүзеге асырылады [6].

Қорытынды. Жоғарыда аталған аспектілерді талдау негізінде келесі қорытындылар жасауға болады. Жел қондырғыларын салу және пайдалану энергетика саласындағы қоршаған ортаға әсер етеді, сондықтан олардың жобаларын «В санатының» халықаралық классификациясына жатқызу керек. Экологиялық қауіпсіздікті бағалау жел энергетикасы объектілерінің ауқымын ескере отырып жүргізілуі керек, өйткені әрқайсысына тән экологиялық аспектілер мен категорияларда айырмашылықтар бар. Жел объектілерінің қоршаған ортаға әсер ету дәрежесі мен сипаты оларды орналастыру аймағындағы нақты жағдайлармен анықталады.

Қазіргі заманғы шағын қуатты жел қондырғыларының конструкцияларының көпшілігінде магнитоэлектрлік синхронды генераторлар қолданылады. Тұрақты магниттермен қозғалатын синхронды генераторлар негізінен автономды электрмен жабдықтау қондырғыларында, авиациялық және автомобиль қондырғыларында және тахогенераторларда қолданылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Стратегия «Қазақстан-2050»: Новый политический курс состоявшегося государства. Послание Президента Республики Казахстан – Лидера Нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. – Астана, 2012.
2. Market Trends and Projections to 2023, IEA, 2018. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2018MTRMR.pdf>
3. Key Statistics of World Wind Energy Report 2018, Bonn, 18 march 2022 [Electronic resource]. – Access mode: http://wwindea.org/webimages/WWEA_World_Wind_Report_Key_Figures_2021.pdf.

4. GWEC, "Wind energy powers ahead despite economic turmoil." Global Wind Energy Council, Tech. Rep.7. 2021 [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.gwec.net/index.php>.
5. Сценарий развития направления «Безопасная, чистая и эффективная энергетика» в Казахстане до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ncste.kz/sites/default/files/Сценарий_развития_Энергетики_0.pdf.
6. Statistical Review of World Energy June 2018.xlsx // BP: Energy economics [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.bp.com/statisticalreview>.
7. Григораш О.В. К расчету экономической эффективности ветроэлектрических установок [Текст] / О.В. Григораш, Р.А. Сулейманов, А.В. Квитко и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – Т.1. – № 33. – С. 192-195.
8. Sadyrbayev Sh., Bekbayev A., Orynbayev S, Kaliyev Zh. Design and Research of Dual axis solar tracking system in condition of town Almaty // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013. Vol. 17 (12). P. 1747-1751.

Материал редакцияга 30.08.24 түсті.

С.А. Орынбаев¹, А.Ж. Сыздық¹, Н.Ш. Абдлахатова¹

¹*Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан*

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. В статье показано, что среди возобновляемых источников энергии ветровая энергия, одна из самых доступных и широко используемых форм энергии, имеет более высокое будущее, чем другие виды энергии. Энергия ветра веками использовалась на парусных судах для перекачки воды, измельчения зерна и многого другого. Также отмечается, что эффективность работы ветряной турбины напрямую зависит не только от конструкции агрегата и конструкции лопастей, но и от правильного выбора оборудования. При проектировании крупных ветряных электростанций следует проводить полное инженерно-экологическое обследование.

Современная ветроэнергетика во многих развитых странах мира является составной частью энергетических систем, а в ряде стран она является одной из важнейших.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветроэнергетика, плотность воздуха, мощность.

S.A. Orynbayev¹, A.Zh. Syzdyk¹, N.S. Abdlahatova¹

¹*M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan*

THE PROSPECT OF USING WIND ENERGY

Abstract. The article shows that among renewable energy sources, wind energy, one of the most affordable and widely used forms of energy, has a higher future than other types of energy. Wind energy has been used on sailing ships for centuries to pump water, grind grain, and more. It is also noted that the efficiency of a wind turbine depends not only on the design of the unit and the design of the blades, but also on the correct choice of equipment. When designing large wind farms, a complete engineering and environmental survey should be carried out.

Modern wind energy in many developed countries of the world is an integral part of energy systems, and in some countries it is one of the most important.

Keywords: renewable energy sources, wind energy, air density, power.

References

1. Strategy "Kazakhstan-2050": New political course of the established state. Message of the President of the Republic of Kazakhstan - Leader of the Nation N.A. Nazarbayev to the people of Kazakhstan. - Astana, 2012.
2. Market Trends and Projections to 2023, IEA, 2018. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2018MTRMR.pdf>
3. Key Statistics of World Wind Energy Report 2018, Bonn, 18 march 2022 [Electronic resource]. – Access mode: [http://wwindea.org/webimages/WWEA_World Wind Report Key Figures_2021.pdf](http://wwindea.org/webimages/WWEA_World_Wind_Report_Key_Figures_2021.pdf).
4. GWEC, "Wind energy powers ahead despite economic turmoil" Global Wind Energy Council, Tech. Rep.7. 2021 [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.gwec.net/index.php>.
5. Scenario for the development of the direction "Safe, clean and efficient energy" in Kazakhstan until 2030 [Electronic resource]. – Access mode: [http://www.ncste.kz/sites/default/files/ Scenario for the development of Energy_0.pdf](http://www.ncste.kz/sites/default/files/Scenario_for_the_development_of_Energy_0.pdf), [in Russian].
6. Statistical Review of World Energy June 2018.xlsx // BP: Energy economics [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.bp.com/statisticalreview>.
7. Grigorash O.V., Suleymanov R.A., Kvitko A.V. et al. K raschetu ekonomicheskoy effektivnosti vetroelektricheskikh ustanovok [On the calculation of the economic efficiency of wind power plants] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], 2011.Vol. 1. No. 33. P. 192-195, [in Russian].
8. Sadyrbayev Sh., Bekbayev A., Orynbayev S, Kaliyev Zh. Design and Research of Dual axis solar tracking system in condition of town Almaty // Middle-East Journal of Scientific Research, 2013. Vol. 17 (12). P. 1747-1751