

МРНТИ 44.01.91

Т. Глущенко¹, Т. Бедыч²

¹А.Байтурсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті, Қостанай, Қазақстан

²Міржакып Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті,
Қостанай, Қазақстан

tatyana194@inbox.ru, tbedych@mail.ru

ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ ҚУАТЫН ТҰРАҚТАНДЫРУ

Аңдатпа. Авторлар қоршаған ортаны, энергия мен энергияны үнемдеуді және тұтынушылардың тәуелсіздігін дәстүрлі электрмен жабдықтау жүйесінен қорғауға бағытталған ауылдық жерлерде автономды электрэнергияжүйелерін пайдаланудың талдауы мен алғышарттарын ұсынады. Материал жаңғыртылатын энергияны пайдаланудың әлемдік тәжірибесі мен қазіргі тенденцияларға негізделген. Мақала Солтүстік Қазақстанға қолданылатын автономды электрэнергиялық жүйесінде жел мен күн энергиясын пайдалануды негіздейді. Жел электр станциялары мен фотоэлектрлік түрлендіргіштердің бірлескен қолданылуы қарастырылады, бұл жаңғыртылатын энергия көздерінен энергия ағынын әр түрлі биіктіктер мен төмен деңгейлермен тұрақтандыруға мүмкіндік береді, өйткені жел энергиясы қыста және жазда басым болады. Солтүстік Қазақстан жағдайында автономды электрэнергиясымен жабдықтау жүйесіне күн және жел энергиясын қосымша пайдалану көрсетілген, бұл жаңғыртылатын энергияның негізгі жетіспеушілігін - уақытында тұрақсыздықты жояды. Жел электр станциялары шығаратын қуаттылықтың жылдық кестесі және фотоэлектрлік түрлендіргіштің қуатының кестесі келтірілген. Автономды электрэнергиястанциясының жалпы қуаттылығына Қостанай облысындағы елді мекендердің жүктеме кестесімен салыстыру жасалады, бұл жаңғыртылатын энергия көздерінен автономды электрэнергияжүйесін пайдалану мүмкіндігін қамтамасыз етеді, осылайша елді мекеннің энергетикалық автономиясықамтамасыз етіледі.

Тірек сөздер: күн энергиясы, жел энергиясы, қуатты тұрақтандыру, автономды электрэнергия жүйесі.

Кіріспе

Бірнеше жүз ватт-тан бірнеше жүз киловатқа дейінгі қуаты бар автономды энергия қондырғылары экономиканың түрлі секторларында және географиялық аймақтарда кеңінен сұранысқа ие болып табылады, онда орталықтандырылған энергиямен жабдықтау жүйелерінен тыс халықтың көп саны тұрады. Бүгінде автономды тұтынушыларды энергиямен жабдықтау негізінен жанармаймен дизель-генераторлардың көмегімен қамтамасыз етіледі, оларды пайдалану отынды мерзімді жеткізу мен қызмет көрсетуге жұмсалатын үлкен шығындармен байланысты. Жоғарыда аталғандардан басқа мұндай қондырғыларды пайдаланудың қосымша теріс факторлары бар, оларға қоршаған ортаға және шу шығаратын өнімдердің шығарындылары жатады. Қоршаған ортаның отын контейнерлерімен ластануы маңызды экологиялық мәселе болып табылады.

Соңғы уақытта аралас дизель-жел немесе дизель-фотоэлектрлік автономды энергия қондырғылары кеңінен қолданылады, оларда жаңғыртылатын көздерді пайдалану органикалық отынды үнемдеуге мүмкіндік береді. Алайда мұндай техникалық шешімдер мәселені түбегейлі шешпейді. Айта кету керек, олар тасымалданатын органикалық отынмен дәстүрлі қондырғыларға тән елеулі кемшіліктердің көпшілігіне алып келеді.

Мақаланың мақсаты тек жаңғыртылатын энергия көздерінде жұмыс істейтін автономды энергия қондырғыларын құру мүмкіндігін талдау. Ең әмбебап және барлық жерде қолжетімді күн және жел энергиясы басым.

Материалдар мен тәсілдер

Ғылыми зерттеу барысында гипотезаны тексеру үшін әдістер қолданылды:

1. Жалпы ғылыми әдіс: зерттеу мәселесі бойынша әдеби көздерді талдау, эмпирикалық және теориялық деректерді жинақтау және жүйелеу;
2. Статистикалық деректерді өңдеу үшін эмпирикалық әдіс – математикалық өңдеу әдісі қолданылды.

Қазақстанда күн және жел энергиясының едәуір қоры бар. Күн энергиясының ресурстарын бағалау тұрғысынан алғанда, ең объективті болып жер бетінде күн радиациясының келуі туралы мәліметтер, кеңістікте бағытталған оңтайлы (яғни күн сәулесінің ең көп жиналуын қамтамасыз ететін). Күн коллекторлары мен фототүсіргіштер әдетте қозғалыссыз (Күнді бақылау жүйесінсіз) қабылдау бетін оңтүстікке бағдарлай отырып орнатылады. Бұл ретте жергілікті жердің кеңдігіне және қондырғыны пайдалану кезеңіне байланысты жыл бойы пайдалану кезінде шамамен ені, ал маусымдық (жылдың жылы кезеңі) – ені-10–15° тең қабылдағыштың көкжиекке еңісінің оңтайлы бұрышы бар. Бұл ретте әрбір географиялық нүкте қабылдағыштың көкжиекке еңісінің өзінің оңтайлы бұрышына сәйкес келетінін атап өткен жөн. Қазақстан Күн энергиясының үлкен ресурстарына ие екені белгілі.

Елдегі күн энергиясының ықтимал өндірілуі жылына 2,5 млрд кВт * с бағаланып отыр. Күн көрісі басым аудандарға жылына Қазақстан аумағының 70% - ға жуығы жатады. Мұнда күн сәулесінің ұзақтығы 2800-ден 3000 сағатқа дейін өзгереді, бұл аумаққа күн радиациясының жылдық кірісі кемінде $19 \cdot 10^{17}$ ккал құрайды, бұл 270 млрд.т. тең [1].

Жел энергиясына қатысты, Қазақстан аумағының 50% - ы желдің орташа жылдық жылдамдығы 4-5 м/с, ал бірқатар аудандар жел жылдамдығы 6 м/с және одан жоғары, бұл жел энергетикасын пайдалану үшін өте жақсы алғышарттарды алдын ала анықтайды. Сарапшылардың бағалауы бойынша, Қазақстан, жел энергетикасын дамыту үшін ең қолайлы жағдайлары бар әлем елдерінің бірі. Өте күшті желдер Каспий маңы, Қазақстанның орталығы мен солтүстігінде, Қазақстанның оңтүстігі мен оңтүстік-шығысында орналасқан. 10 МВт/км^2 деңгейінде ЖЭС қуатының тығыздығы мен едәуір бос кеңістіктердің болуын ескере отырып, Қазақстанда бірнеше мың МВт ЖЭС қуатын орнату мүмкіндігін болжауға болады. Кейбір мәліметтер бойынша Қазақстанның теориялық жел өті жылына шамамен 1820 млрд.кВт·сағ құрайды. Жоңғар қақпасында өте жоғары жел өті бар. Желдің орташа жылдық жылдамдығы мұнда 50 метр биіктікте 9,7 м/с, ал жел ағынының тығыздығы шамамен 1050 Вт/м^2 құрайды. Бұл электр энергиясының белгіленген қуаты кВт-на 4400 кВт·с электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді, бұл орынды жел энергетикасының мақсаттары үшін бірегей етеді. Алматы қаласынан 150 км қашықтықта Іле Алатауы мен Жетісу жоталары арасында орналасқан Шелек дәлізі, сондай-ақ 50 метр биіктікте және жел ағынының тығыздығы шамамен 510 Вт/м^2 болатын желдің орташа жылдық жылдамдығы 7,8 м/с болатын жақсы жел өті бар, бұл ЖЭС-тің белгіленген қуатының әрбір кВт-на шамамен 3200 кВт / с электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді. Бұл Еуропадағы жақсы жел орындарымен салыстыруға болады. Екі орын да, Жоңғар қақпасы мен Шелек дәлізі электр энергиясының үлкен тапшылығы бар аудандарда орналасқан, бұл осы жерлерде ЖЭС құрылысын тартымды етеді [2].

Күн және жел энергиясының елеулі кемшілігі энергетикалық ағындардың салыстырмалы төмен тығыздығы (күн энергиясы үшін орташа жылдық қуаты $200\text{-}250 \text{ Вт/м}^2$ аспайды, ал жел үшін (желдің орташа жылдамдығы 8-9 м/с кезінде), сондай-ақ олардың тұрақсыз және маусымдық және ауа райы жағдайларына тәуелділігі болып табылады.

Уақыт бойынша өзгеретін үрдістер үшін (мысалы, су, жел және тәуліктің әр уақытында өзгеруі мүмкін) нүктесінде (бір режимде) қуат бойынша бағалардың дұрыс еместігін атап өту қажет.

Энергиямен қамтамасыз етудің орталықсыздандырылған жүйелерін құру кезінде тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз ету міндеті туындайды, оның өлшемдері қажетті талаптарды қанағаттандырады. Бұл мәселе жаңғыртылатын табиғи ресурстардың механикалық энергиясын пайдаланатын дәстүрлі емес көздер базасында жүйелерді құру кезінде аса өткір байқалады [3].

Электрмен жабдықтаудың автономды жүйелерінің негізгі мәселесі жаңғыртылатын энергия ағынының тұрақсыздығы болып табылады. Қостанай облысының елді мекені негізінде энергияны тұрақтандырудың ықтимал нұсқасын қарастырайық.

Метеодеректерді негізге ала отырып, Қостанай облысы үшін желдің орташа жылдамдығы 4,4 м/с тең, жел генераторын орнату және пайдалану үшін рұқсат етілген болып саналады [4].

Жел тізімімен дамитын қуатты анықтаймыз [5] өрнектеме бойынша:

$$P_{вк} = \rho \frac{A}{2} \cdot v^3 \cdot \zeta \quad (1)$$

мұндағы ρ - ауа тығыздығы кг/м³;

A - жел илеу қанаттарымен қармау беті, м²;

v - осы өңір үшін жел жылдамдығы, м/с;

ζ - жел энергиясын пайдалану коэффициенті =0,59.

Жел илегіш қанаттарымен қармау беті өрнекте орналасқан:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0,78 \cdot D^2 \quad (2)$$

мұндағы D - жел шоғырының диаметрі, м.

Есептеу үшін генерация қуатын қабылдаймыз жел генераторы, қуаты 100 кВт. ротордың диаметрі 25 м.

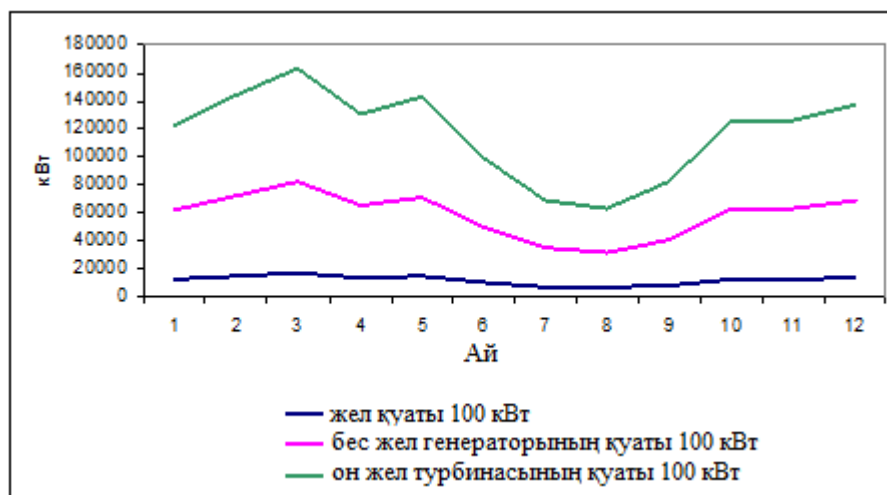
Есеп қаңтар ай үшін жасалады $\rho = 1,48$ кг/м³. Деректерді формулаға кіргіземіз (1):

$$P_{вк} = 1,48 \frac{0,78 \cdot 25^2}{2} \cdot 4,3^3 \cdot 0,59 = 16922,5 \text{ Вт/сағ}$$

Сонымен қатар, Жылдың басқа айларына 1; 5 және 10 жел генераторларын қабылдап, есептейміз.

Нәтижелері

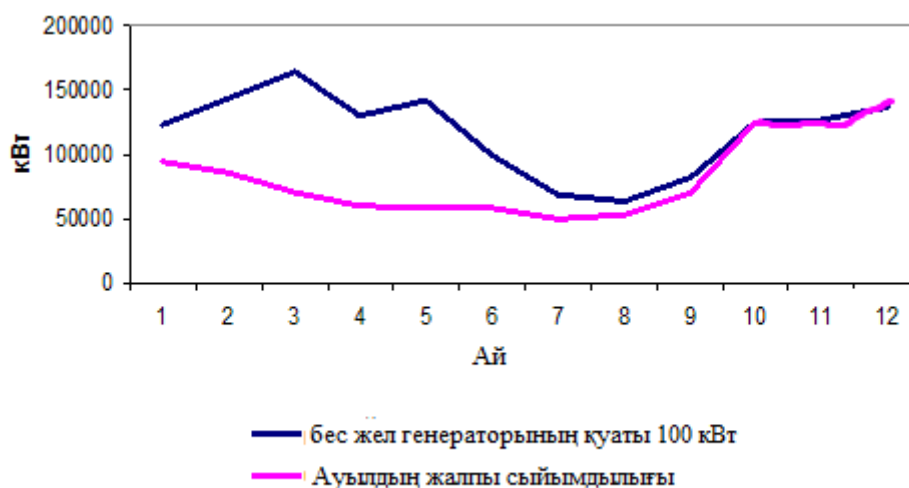
Есептеу нәтижелері кестеде берілген (сурет 1) генерацияланатын қуаттың бір, бес және он жел генераторларынан тұратын қондырғылары.



Сурет 1 - Жел генераторымен өндірілетін қуаттардың жылдық кестесі 100 кВт.

Бұл кестеде жел генераторлары шығаратын ең жоғары қуат Наурызға сәйкес, ал ең төменгі қуат – тамызға сәйкес[6].

Осылайша, егер он жел генераторларының генерацияланатын қуатын және Қостанай облысының Красная Пресня к.тұтынылатын қуатын салыстырсақ, жел генераторлары осы елді мекеннің қажеттіліктерін толық жабады дей аламыз (сурет 2).

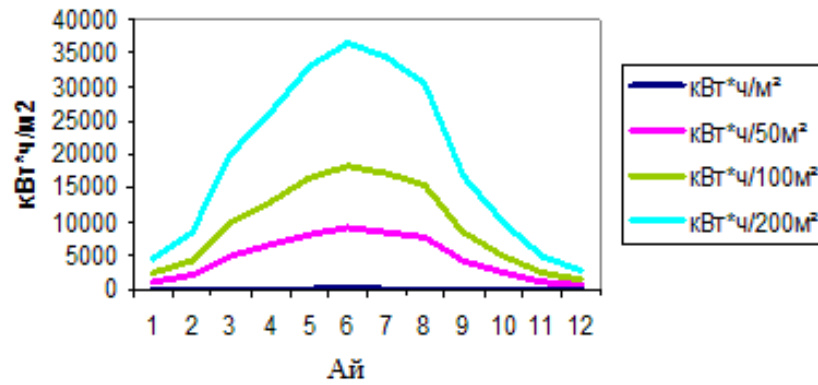


Сурет 2–10 жел генераторының қуаттылық кестесі 100 кВт және елді мекеннің жиынтық жүктемесі.

Бірақ, жел қондырғыларының қуатын есептеу кезінде жел жылдамдығының орташа мәні қолданылды. Сондықтан, елді мекеннің үздіксіз электрмен жабдықталуын қамтамасыз ету үшін автономды энергия жүйесі үшін күн фотоэлектр панелдерін (ФЭП) қолданамыз.

Күн панельдерінің қуатын таңдау елді мекеннің географиялық жағдайына қарай жүргізіледі. Аймақ үшін есептеу кезінде ұзақ кезеңдегі күн белсенділігі туралы статистикалық мәліметтер талданды. Алынған мәліметтер негізінде жер бетінің шаршы метріне күн ағынының орташаланған қуаты анықталды [5].

50 м², 100 м², 200 м² болатын күн панельдерінің қуатын есептеу негізінде осы елді мекен үшін ықтимал қуаттардың кестесі салынды (сурет 3).



Сурет 3– Әр түрлі алаңдардағы ФЭП қуаты

Жел қондырғылары мен ФЭП генерацияланатын қуаттарының кестелері оларды автономды энергия жүйесінде бірлесіп пайдалану жаңғыртылатын энергия ағындарын тұрақтандыру мәселесін шеше алатынын көрсетеді (сурет.4).



Сурет 4– Елді мекен жүктемесінің бір жылдағы жел және күн әлеуетінің жиынтық жүктемесі

Қорытынды

Мақала авторлары Солтүстік Қазақстан үшін күн және жел энергиясының ресурстарын бағалауға тырысты. Жүргізілген есептеулер негізінде осы аймақ үшін жаңғыртылатын энергия көздеріне негізделген автономды энергия жүйелерін пайдалану нақты деп айтуға болады. Энергияның екі түрін бірлесіп пайдалану автономды электр энергиясының автономды жүйесінде өндірілетін қуатты тұрақтандырады және дәстүрлі энергияны пайдаланбай, елді мекенді толығымен энергиямен қамтамасыз етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

[1] Хоу, Ю. Виду, Руксандра; Строев, Питер, Методы накопления солнечной энергии // Исследования в области промышленной и инженерной химии. 50, N 15, 2017, стр. 8954-8964

[2] Возобновляемые источники энергии 2013. Глобальный отчет о состоянии. Сеть по политике в области возобновляемых источников энергии в XXI веке. www.ren21.net.

[3] Электроэнергетика глазами молодежи: научные труды IV Международной научно-технической конференции, вып.2, Новочеркасск, 14-18 октября 2013 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Южно-Российское государство Политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платы. - Новочеркасск: Лик, 2015. - 462 с.

[4] Сысоев В.К., Пичхадзе, К.М. Фельдман Л. Я.; Арапов Е.А.; Лузянин А.С. Разработка концепции космической солнечной электростанции // Солнечные системные исследования Вып. 46, N 7, 2017, с. 548-554

[5]Тлеуов А.Х. Нетрадиционные источники энергии: Учебное пособие. - Астана: Фолиант, 2009. - 248 с.

[6]Стычинский З.А., Воропай Н.И., Возобновляемые источники энергии: теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика. Отто-фон-Герике-Университет Магдебурга, Магдебург 2010, 223 с.

REFERENCES

[1] Khou, YU; Vidu, Ruksandra; Stroyev, Piter, Metody nakopleniya solnechnoy energii // Issledovaniya v oblasti promyshlennoy i inzhenernoy khimii. 50, N 15, 2017, str. 8954-8964

[2] Vozobnovlyayemye istochniki energii 2013.Global'nyy otchet o sostoyanii. Set' po politike v oblasti vozobnovlyayemykh istochnikov energii v XXI veke. www.ren21.net.

[3] Elektroenergetika glazami molodezhi: nauchnyye trudy IV Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, vyp.2, Novochoerkassk, 14-18 oktyabrya 2013 g. / Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, Yuzhno-Rossiyskoye gosudarstvo Politekhnikheskiy universitet (NPI) im. M.I. Platy. - Novochoerkassk: Lik, 2015. - 462 s.

[4]Sysoyev V.K .; Pichkhadze, K. M .; Fel'dman L. YA .; Arapov Ye.A .; Luzyanin A.S. Razrabotka kontseptsii kosmicheskoy solnechnoy elektrostantsii // Solnechnyye sistemnyye issledovaniya Vyp. 46, N 7, 2017, s. 548-554

[5] Tleuov A.KH. Netraditsionnyye istochniki energii: Uchebnoye posobiye. - Astana: Foliant, 2009. - 248 s.

[6] Stychinskiy Z.A., Voropay N.I. Vozobnovlyayemye istochniki energii: teoreticheskkiye osnovy, tekhnologii, tekhnicheskkiye kharakteristiki, ekonomika. Otto-fon-Gerike-Universitet Magdeburga, Magdeburg 2010, 223 s.

STABILIZATION OF POWER OF WIND POWER INSTALLATIONS

T. Glushchenko¹, T. Bedych²

¹Kostanay State University named after A. Baitursynov,
Kostanay, Kazakhstan

²Kostanay Engineering and Economic University named after
Myrzhakypa Dulatova, Kostanay, Kazakhstan
tatyana194@inbox.ru, tbedych@mail.ru

Adstarct. The authors provide an analysis and prerequisites for the use of autonomous electric power systems in rural areas, aimed at protecting the environment, energy conservation and consumer independence from the traditional power supply system. The material is based on world experience in the use of renewable energy and current trends. The use of wind and solar energy in an autonomous electric power system in relation to Northern Kazakhstan is justified in the article. The balanced use of wind power plants and photovoltaic converters is considered. This makes it possible to stabilize energy flows

from renewable energy sources with various annual maximums and minimums, since wind energy predominates in winter and solar in summer. The complementary use of solar and wind energy for an autonomous power supply system in northern Kazakhstan is shown. This eliminates the main disadvantage of renewable energy - instability over time. Annual graphs of the generated power by wind power plants and graphs of the power of photovoltaic converters are given. A comparison of the total capacity of an autonomous electric power installation with the load schedule of a settlement in the Kostanai region, proving the possibility of using an autonomous electric power system from renewable energy sources, is presented. This provides energy autonomy of the village.

Key words: solar energy, wind energy, power stabilization, autonomous electric power system.

СТАБИЛИЗАЦИЯ МОЩНОСТИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Т. Глущенко¹, Т. Бедыч²

¹Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова,
Костанай, Қазақстан

²Костанайский инженерно-экономический университет имени Мыржакыпа Дулатова,
Костанай, Қазақстан
tatyana194@inbox.ru, tbedych@mail.ru

Аннотация. Авторами приведен анализ и предпосылки использования автономных электроэнергетических систем в сельской местности, направленный на охрану окружающей среды, энергоресурсосбережение и независимость потребителей от традиционной системы электроснабжения. Материал опирается на мировой опыт использования возобновляемой энергии и современные тенденции. В статье обосновано использование энергии ветра и энергии Солнца в автономной электроэнергетической системе применительно к Северному Казахстану. Рассмотрено совместное использование ветроэнергетических установок и фотоэлектрических преобразователей, позволяющее стабилизировать потоки энергии от возобновляемых источников энергии с различными годовыми максимумами и минимумами, так как в зимний период преобладает ветровая энергия, а в летний период – солнечная. Показано взаимодополняющее использование энергии солнца и энергии ветра для автономной системы электроснабжения в условиях Северного Казахстана, что позволяет устранить основной недостаток возобновляемой энергии – нестабильность во времени. Приведены годовые графики генерируемой мощности ветроэнергетическими установками и графики мощности фотоэлектрических преобразователей. Приведено сравнение суммарной мощности автономной электроэнергетической установки с графиком нагрузки населенного пункта Костанайской области, доказывающее возможность применения автономной электроэнергетической системы от возобновляемых источников энергии, тем самым обеспечивая энергетическую автономность населенного пункта.

Ключевые слова: энергия солнца, энергия ветра, стабилизация мощности, автономная электроэнергетическая система.