

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2022)

ПАВЛОДАР

Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия

выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/AFHU6838>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>к.т.н., доцент (Россия)</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD, доцент</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/WSSP8459>

***Д. К. Оразова¹, Р. Е. Лукпанов², Ж. К. Сапенова³,
Г. Т. Тлеуленова⁴**

^{1,3}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

^{2,4,5}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ НЕГІЗДЕРІ МЕН ІРГЕТАСЫН ЗЕРТТЕУ

Мақалада Қазақстандағы, атап айтқанда Ерейментау ауданының гидрогеологиялық жағдайында жел энергетикалық қондырғының (ЖЭҚ) негіздері мен іргетасын зерттеу сұрақтары қарастырылған. Қазақстан аумағында жел электр станциясының құрылысының мәселелері қарастырылған. Жел жылдамдығының категориясы бағаланды.

Құрылыс Нормалары және Ережелерінің техникалық талаптарына сәйкес келетін инженерлік-геологиялық шарттарға келетін іргетас сипаттамасы келтірілген. Аумақтың инженерлік-геологиялық құрылымының қабаттары бейнеленген.

Зерттелетін алаңдарында негіз топырағында алынған инженерлік геологиялық элементтердің физика-механикалық қасиеттері көрсеткіштерімен сипатталған.

Ғимараттар мен құрылыстардың жер асты бөлігін тұрғызумен байланысты технологиялық процестерді нөлдік цикл жұмыстарының құрамына топырақты өңдеу және іргетастарды құру технологиялық процестері көрсетілген.

ЖЭҚ іргетасы мен мұнараның табиғи өлшеулер нәтижесі бойынша ЖЭҚ жел қысымынан ЖЭҚ іргетасының вибрациялық параметрлеріне болжам жасалды.

Есептеулер зерттеу бойынша вертикаль, горизонталь және толық орын ауыстырулардың, салыстырмалы деформация мен қалыптыт жанама және толық кернеудің мәндері көрсетілді.

Мақалада нормативтік стандарттарға сәйкес тақталық іргетас қарастырылған. Зерттеулер нәтижесі кесте мен суреттер

түрінде келтірілген. Іргетастың пішіндік өлшемдері шекті жағдайларды қамтамасыз етуге байланысты: көтеруші қабілет, іргетастың шөгуді және жалпы тұрақтылық мәндері бойынша алынды.

Кілтті сөздер: баламалы энергетика, ЖЭҚ, іргетас, жүктеме, кернеу.

Кіріспе

Қазақстанда жел электр станцияларын (ЖЭС) салу ең алдымен, қашықтағы аудандарды энергиямен қамтамасыз етуге арналған.

Энергияны үнемдеу жыл сайынғы көкейкесті проблемаға айналып келеді. Соңғы уақытта экологиялық көзқарас тұрғысынан қарағанда, климаттың өзгеруі және атмосферада көмірқышқыл газы (CO₂) құрамының үлкеюі салдарын жаңартылатын энергия көздеріне үлкен қызығушылық байқалады [1].

Қазақстанның барлық өңірлерінде энергетикалық қуаттарды орналастыру құрылымын ескере отырып, энергия артықшылығын қоспағанда (солтүстік аймақта шамамен 60 % генерациялайтын қуаттардың орналасқаны), электр энергиясы мен қуатының өңірлік тапшылығы сақталып келеді. Әсіресе, бұл шалғай аудандарға байланысты.

Осыған байланысты Қазақстанда жел электр станцияларын салу проблемасы туындайды, олар ең алдымен, электр желілеріне қосылмаған алыстағы аудандарды энергиямен қамтамасыз етуге арналған.

Берілген проблема шеңберінде ЖЭС-ның негіздері мен іргетастарының сенімділігін қамтамасыз ету мен оңтайландыру сұрақтары туындайды.

Қазақстан жел энергетикалық әлеуетін зерттегеннен кейін Қазақстан Республикасының Үкіметі БҰҰ даму Бағдарламасымен «Қазақстан - жел энергетика нарығын дамыту бастамасы» бірлесіп, Ақмола облысының Ерейментау ауданы үшін жел электр станция құрылысының келешегі зор екенін анықтады. Мысал ретінде Ақмола облысы картасын келтіреді, аумағының басым бөлігі орман өсімдіктері жоқ далалық типке жатады. Бұл жел электр станцияларын орналастыру шарттарының бірі болып табылады [2].

Жел жылдамдығының шамасы бірнеше категория бойынша бағаланды, сандық мәндері 1 кестеде келтіріледі. Бұл критерийлер экономикалық жағынан расталуы желдің жылдамдығы 4-5 м/с асуы тиіс деген шарттан жасалынды.

1-кесте – Жел жылдамдығы категориясын бағалау

Категориясы	Төмен	Қара пайым	Жақсы	Жоғары	Айрықша
Жел жылдамдығының көп мерзімді шамасы, м/с	< 6	6 - < 7	7 - < 8	8 - < 9	> 9

Материалдар мен әдістер

Құрылыс алаңдары үшін инженерлік-геологиялық жағдайлардың үлкен айырмашылығына қарамастан ЖЭҚ іргетасы ретінде әдетте екі түрінің біреуін пайдаланады:

- ұсақ орнатулы тұтасқұймалы темірбетон іргетас;
- қадалы іргетас, тұтасқұймалы темірбетон ростквертен (плиталар) және қадалардан (бетон немесе темір) тұратын олардың бастары ростверкке салынған [3].

Ұсақ салынатын іргетас үшін ашық қазаншұңқырда шағын тереңдікке еңгізу. Ұсақ салынатын іргетастан негізге түсетін жүктеме, көбінесе іргетас табаны арқылы беріледі. Іргетастың ену тереңдігі ескере отырып, тағайындалады:

- іргетас табаны астындағы негізіне жүктемелер мен әсер етулер, жер бедері, құрылыс алаңдарының инженерлік-геологиялық, гидрогеологиялық және геотехникалық жағдайлары;
- топырақ негізінің маусымдық қатуының есептік тереңдігі мен жер асты сулары деңгейінің тереңдігі (ҚР ҚНЖЕ 5.01-01-2002).

ЖЭҚ құрылыс алаңы ҚР Ақмола облысында кең аумағында орналасқан. Басты жер бедерінің пішіндеріне тау жыныстарымен тығыз қосылған күмбез тәрізді шоқылар болып табылады [4, 5].

Ақмола обласының территориясы ҚР ҚНЖЕ 2.03-30-2006 «Сейсмикалық аудандардағы құрылыс, жобалау нормаларына» сәйкес сейсмикалық ауданға жатпайды.

ЖЭҚ алаңы негіз топырағы сейсмикалық қасиеттері бойынша екінші категориялы болады. Құрылыс алаңының анықталған сейсмикасы 7 балды құрайды.

МСН 2.03–02-2002 талаптарына сәйкес оның территориясы мен имараттарда жобалауда инженерлік қорғанысты талап ететін қауіпті геологиялық процестер анықталған жоқ.

Нормативтік тондану тереңдігі саздақ пен саз үшін – 1.84 м, қиыршық тасты ұсақ тасты топырақ үшін – 2.67 м.

Қар жамылғысы салмағының нормативтік мәні – 1.26 кПа.

Жел қысымының нормативтік мәні – 0.38 кПа.

«ҚР Ақмола облысының қуаты 45 МВт Ерейментау ЖЭС» инженерлік іздегірулердің техникалық есебі бойынша ЖЭҚ-6...ЖЭҚ-10 геологиялық құрылысы алаңдарында мынадай инженерлік-геологиялық қабаттар орналасқан:

ИГЭ-1 – топырақ-өсімдік қабат – өсімдік тамырлары бар саздақ.

ИГЭ-2 – ұсақ тастың қосылуымен қатты консистенциялы, ақшыл-қоңыр түсті саздақ қабаты.

ИГЭ-3 – 5-10 % ұсақ тастың қосылуымен, әр түрлі құмның қабаттануымен, қатты және жартылай қатты консистенциялы, сарғыш-сұр түсті құба-қоңыр түсті саз балшық.

ИГЭ-4 – толтырғышы 30 % саздақ қосылуымен ұсақ тас.

ИГЭ-5 – толтырғышы 30 % саздақ қосылуымен кварциттердің қиыршық тас топырағы.

ИГЭ-6 – 20-30 % ұсақ тас пен қиыршықтас қосылуымен, ақшыл-сұр, қызғылт және сары түсті, қатты консистенциялы элювиалды саздақ.

ИГЭ-7 – қызғылт-қоңыр, ақшыл-қоңыр және қара-сұр түсті, желдеткен, орта беріктігі жартасты топырақ-кварциттер (қиыршықтас топырақ).

ИГЭ-8 – ақшыл-сұр түсті, желдеткен, аз беріктікті, желмен мүжілген жартасты топырақ-аргиллиттер, (қиыршықтас топырақ) [6].

2-кесте – ЖЭҚ алаңында жер асты суларының орналасуы

Ж Э Қ алаңының нөмері	Сынаманы химиялық талдау	Судың жайғасу сипаттамасы		Сутұтқыш инженерлік-геологиялық элемент	Жер асты сулардың түрі
		Орналасу деңгейінің тереңдігі, м	Жер асты сулары деңгейінің абс. белгісі		
10		13,50-13,80	399,06 - 400,12	ИГЭ-3	грав. капил

Зерттелетін алаңдарында негіз топырағында алынған инженерлік геологиялық элементтер физика-механикалық қасиеттері бірдей көрсеткіштерімен сипатталады.

Нәтижелер және талқылау

Ерейментау қаласы аумағындағы жел энергетикалық қондырғысының тақталы іргетасындағы құрылыс кезеңдері 1 – суретте көрсетілген.

Құрылыстың дайындық кезеңі аяқталғаннан кейін бірінші кезеңнің – жерасты кезеңінің жұмыстары орындалады. Бұл кезең жұмыстарының құрамына жер жұмыстары (қазындыны қазу мен тығыздау үшін топырақты қайта салу), бетон және темірбетон жұмыстары (іргетасты орналастыру, бетонды дайындау), құрылыс конструкцияларының монтажі жатады. Екінші кезеңінде (жер беті кезеңі) құрылыс конструкцияларының орындалды.

Үшінші кезеңде негізінен тегістеу жұмыстары, едендерді орналастыру, арнайы монтаждық жұмыстар (электрмонтаждық), технологиялық құрылғылардың монтажі сияқты жұмыстар орындалды.

Ғимараттар мен құрылыстардың жер асты бөлігін тұрғызумен байланысты технологиялық процестерді нөлдік цикл жұмыстарының құрамына топырақты өңдеу және іргетастарды құру технологиялық процестері кіреді. Топырақты өңдеу алдында берілген аймақтарда негізгі жұмыстарды орындауға байланысты дайындық жұмыстарын орындалды [7].

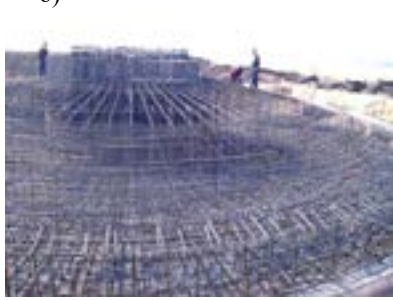
Барлық құрылыс жұмыстары негізгі құрылыс заңы – Құрылыс нормалары мен ережелерінің (СНиП) талаптарына сәйкес жүргізілді. Сонымен қатар, жергілікті жағдайға байланысты жобалық-технологиялық құжат дайындалады: құрылысты ұйымдастыру жобасы (ПОС) және жұмыстарды ұйымдастыру жобасы (ППР).

2015 жылдан бастап қуаты 45 МВт Ерейментау жел электр станциясы пайдалануға берілді. Қазіргі таңда 22 жел электр қондырғысы іске қосылып, Екібастұз қаласының электр желілеріне қосылады да, Ерейментау қаласын, Еркеншілік кентін, сондай-ақ ішінара Астана қаласын электр энергиясымен жабдықтайды. Жылына 172 млн. кВт.сағ. астам көлемінде электр энергиясын өндіру көмірсутек отын шығынынсыз 60 мың тоннадан аса көмірді үнемдеуге, аймақтағы электр энергиясын жеткізудің сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді [8].

а)



ә)



б)



в)



г)

д)



- а) анкерлік корзинаны жинақтау; ә) металлдық қалыпты орнату;
б) іргетасқа бетон құю процесі; в) дайын тақталы іргетас;
г) жел электр қондырғысы; д) салынған жел электр қондырғылары.
1-сурет – ЖЭҚ тақталы іргетас құрылысы кезеңдері

ЖЭҚ іргетасы мен мұнараның табиғи өлшеулер нәтижесі бойынша ЖЭҚ жел қысымынан ЖЭҚ іргетасының вибрациялық параметрлеріне болжам жасалды [9,10].

Берілген аймақ үшін максималды жел қысымының максималды параметрлер мәндері құрайды:

1 Максималды орын ауыстыру $X=0,09$ мм, $Y=0,076$ мм, $Z=0,048$ мм;

2 Максималды үдеу $X=5,14$ м/с², $Y=2,24$ м/с², $Z=6,48$ м/с²;

3 Максималды вибрациялар жиілігі $X=450$ Гц, $Y=200$ Гц, $Z=480$ Гц;

4 Максималды вибрациялар жылдамдығы $X=7,8$ мм/с, $Y=9$ мм/с, $Z=11,8$ мм/с.

Қорытынды

Қорытындыда Қазақстан аймағындағы, соның ішінде Ерейментау қаласындағы жел электр қондырғылардың құрылысын, еліміздің тұрақты экономикалық дамуына ықпал ететін жасыл энергиямен байланысты жобалардың іске асыру маңыздылығын атап өтуге болады. Бұл жоба Астана қаласындағы ЕХРО – 2017 көрмесінде көрсетілген.

Осы ғылыми мақалада Ерейментау ауданындағы гидрогеологиялық жағдайлар негізінде жел энергетикасы қондырғысын (ЖЭҚ) жобалаудың кейбір аспектілері келтірілген.

ЖЭҚ іргетасы мен мұнараның табиғи өлшеулер нәтижесі бойынша ЖЭҚ жел қысымынан ЖЭҚ іргетасының вибрациялық параметрлеріне болжам жасалды.

Берілген аймақ үшін максималды жел қысымының максималды параметрлер мәндерін құрады.

Табиғи бақылаулар нәтижесі бойынша іске қосылған ЖЭҚ сенімділігін бағалаудан кейін параметрлердің ең жоғары мәндерінің шығу мәліметтері алынды.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Оразова, Д. К., Сапенова, Ж. К., Тлеубаева, А. К.** Қазақстандағы жел электр станцияларының құрылысына сараптама, Республикалық студенттік ғылыми конференциясы. – Қарағанды : Қарағанды мемлекеттік техникалық университет, 2016. – Ч.3. – Б. 33–34.

2 Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015г. с перспективой до 2024 г. Проект Программы развития ООН и Правительства Казахстана «Казахстан – инициатива развития рынка ветроэнергетики». – Алматы; Астана, 2007.

3 Design of Foundations for Wind Turbines: master's Dissertation by Henrik Svensson. – Sweden, 2010. – P. 7-10.

4 **Елистратов, В. В., Константинов, И. А., Панфилов, А. А.** Нагрузки на элементы ветроэнергетической установки, на ее фундамент и основание : учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2011. – 38 с.

5 **Елистратов, В. В., Константинов, И. А., Панфилов, А. А.** Расчет фундаментов ветроэнергетических установок. Монолитные железобетонные фундаменты мелкого заложения : учебное пособие. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2007. – Ч.1. – С. 9.

6 **Сапенова, Ж. К.** Қазақстандағы гидрогеологиялық жағдайдағы жел электрлі қондырғылы іргетастарды жобалаудың геотехникалық аспектісі : магистрлік диссертация. : – Астана : Гумилев атындағы ЕҰУ, 2017. –67 с.

7 **Оразова, Д. К.** Прогноз работы оснований и фундаментов ветровых энергетических сооружений : дис. ... док. фил. Ph.D. : – Астана : ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, 2016. – 174 с.

8 **Лукпанов, Р. Е., Оразова, Д. К.** Расчет фундамента ВЭУ в программном комплексе SCAD и Plaxis 2D в условиях г. Ерейментау // Научный журнал «Вестник» Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева. – 2014. – Т. 1, № 6 (103). – С. 117–122.

9 Status of Land – Based Wind Energy Development in Germany. – Germany : Deutsche WindGuard, 2014.

10 Concrete Structures for Wind Turbines. Jorgen Grunberg, Joachim Gohlmann. Germany – 2011.

REFERENCES

1 **Orazova, D. K., Sapenova, J. K., Tleubaeva, A. K.** Qazaqstandaǵy jel elektr stansialarynyń qúrylysyna saraptama, Respublikalyq studenttik ǵylymi konferensiasy [Examination of the construction of wind power plants in Kazakhstan, Republican Student Scientific Conference] – Qaraǵandy : Qaraǵandy memleketlik tehnikalyq universitet, 2016. – Ch.3. – P. 33–34.

2 Nacional`naya Programma razvitiya vetroe`nergetiki v Respublike Kazaxstan do 2015g. s perspektivoj do 2024 g. Proekt Programmy` razvitiya OON i Pravitel`stva Kazaxstana «Kazaxstan – iniciativa razvitiya ry`nka vetroe`nergetiki» [National Program for the Development of wind energy in the Republic of Kazakhstan until 2015. with a perspective until 2024, the project of the UN Development Program and the Government of Kazakhstan «Kazakhstan – Wind Energy Market Development Initiative»] – Almaty` ; Astana, 2007.

3 Design of Foundations for Wind Turbines: master`s Dissertation by Henrik Svensson. – Sweden, 2010. – P. 7–10.

4 **Elistratov, V. V., Konstantinov, I. A., Panfilov, A. A.** Nagruzki na e`lementy` vetroe`nergeticheskoy ustanovki, na ee fundament i osnovanie : uchebnoe posobie [Loads on the elements of a wind power plant, on its foundation and foundation : textbook] – SPb. : Izd-vo SPbGTU, 2011. – 38 p.

5 **Elistratov, V. V., Konstantinov, I. A., Panfilov, A. A.** Raschet fundamentov vetroe`nergeticheskix ustanovok. Monolitny`e zhelezobetonny`e fundamenty` melkogo zalozheniya : uchebnoe posobie [Calculation of foundations of wind power plants. Monolithic reinforced concrete foundations of shallow laying : textbook] – SPb. : Izd-vo SPbGTU, 2007. – Ch.1. – P. 9.

6 **Sapenova, Zh. K.** Qazaqstandaǵy gidrogeologialyq jaǵdaıdaǵy jel elektrli qondyrǵyly ırgetastardy jobalaudyń geotehnikalyq aspektisi : magistrlik disertasiya [Geotechnical aspect of designing wind-electric installation foundations in hydrogeological conditions in Kazakhstan : Master`s thesis] : – Astana : ENU im. L. N. Gumileva, 2017. – 67 p.

7 **Orazova, D. K.** Prognoz raboty` osnovanij i fundamentov vetrovy`x e`nergeticheskix sooruzhenij: dic. ... dok. fil. Ph.D. [Forecast of the operation of foundations and foundations of wind power structures : diss. ... doc. phil. Ph.D.]. – Astana : ENU im. L. N. Gumileva, 2016. – 174 p.

8 **Lukpanov, R. E., Orazova, D. K.** Raschet fundamenta VE`U v programmnom komplekse SCAD i Plaxis 2D v usloviyax g. Erejmentau [Calculation of the wind turbine foundation in the SCAD and Plaxis 2D software package in the conditions of Erejmentau] // Nauchny`j zhurnal «Vestnik» ENU im. L. N. Gumileva. – 2014. – T. 1. – № 6(103). – P. 117–122.

9 Status of Land – Based Wind Energy Development in Germany. – Germany : Deutsche WindGuard, 2014.

10 Concrete Structures for Wind Turbines. Jorgen Grunberg, Joachim Gohlmann. Germany – 2011.

Материал баспаға 15.09.22 түсті.

*Д. К. Оразова¹, Р. Е. Лукпанов², Ж. К. Сапенова³, Г. Т. Тлеуленова⁴

^{1,3}Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

^{2,4}Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Нур-Султан.

Материал поступил в редакцию 15.09.22.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ В КАЗАХСТАНЕ

В статье рассмотрены вопросы исследования оснований и фундамента ветроэнергетической установки (ВЭУ) в гидрогеологических условиях Казахстана, в частности Ерейментауского района. Рассмотрены проблемы строительства ветровых электрических станций на территории Казахстана. Была проведена оценка категории скорости ветра.

Приведены характеристики фундаментов в соответствии с инженерно-геологическими условиями, которые соответствует техническим требованиям СНиПа. Изображены слои инженерно-геологического строения территории.

Описаны показатели физико-механических свойств инженерно-геологических элементов, полученных в грунте основания на исследуемых площадках.

По результатам естественных замеров фундамента ветроэнергетической установки и башины сделан прогноз вибрационных параметров фундамента ветроэнергетической установки от давления ветра ветроэнергетической установки.

Представлены результаты исследований: вертикальные, горизонтальные и полные перемещения, относительная деформация и нормальное, касательное и полное напряжение.

В статье рассмотрен плитный фундамент, который спроектирован по нормативным стандартам. Результаты расчета приведены в статье в табличном отображении и в виде рисунков. Геометрия фундамента подобрана из условия удовлетворения

предельным состояниям: на несущую способность, осадку и общую устойчивость.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, ВЭУ, фундамент, нагрузка, напряжение.

**D. K. Orazova¹, R. E. Lukpanov², Zh. K. Sapenova³, G. T. Tleulenova⁴*

^{1,2}Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

^{2,4}L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan.

Material received on 15.09.22.

RESEARCH OF THE GROUNDS AND FOUNDATIONS OF A WIND POWER PLANT IN KAZAKHSTAN

The article deals with the research of grounds and foundations of wind power plant (WPP) in the hydrogeological conditions of Kazakhstan, in particular Ereymentau area. The problems of construction of wind power plants in the territory of Kazakhstan were considered. The category of wind speed was assessed.

The characteristics of the foundations in accordance with the engineering-geological conditions, which meet the technical requirements of SNIP. Layers of engineering and geological structure of the territory are depicted.

The indicators of physical and mechanical properties of engineering and geological elements obtained in the foundation soil at the studied sites are described.

Based on the results of natural measurements of the foundation of the wind turbine and the tower, a prediction of the vibration parameters of the foundation of the wind turbine from the wind pressure of the wind turbine was made.

The article deals with the slab foundation, which is designed according to the regulatory standards. The results of the calculation are given in the article in tabular representation and in the form of figures. The geometry of the foundation is selected from the condition of meeting the limit states: for the bearing capacity, settlement and overall stability.

Keywords: alternative energy, wind turbines, foundation, load, tension.

Теруге 15.09.2022 ж. жіберілді. Басуға 30.09.2022 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3 Mb RAM

Шартты баспа табағы 19,8. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3989

Сдано в набор 15.09.2022 г. Подписано в печать 30.09.2022 г.

Электронное издание

3 Mb RAM

Усл. печ. л. 19,8. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3989

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz