

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6В07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Спатаев Досжан Ғалымжанұлы

Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

6В07103-Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған:

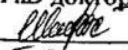
Спатаев Досжан Ғалымжанұлы

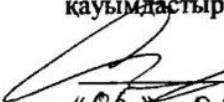
Рецензент:

Ғылыми жетекші:

Ғ. Даукеев атындағы АЭЖБУ
ЭМЭЖ кафедрасының меңгерушісі,
PhD докторы

техника ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор

 Шыныбай Ж.С.
«08» 06 2023 ж.

 Сарсенбаев Н.С.
«05» 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

БЕКІРЕМІН

Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты

Алдияров Н.У.
« 5 » 06 2023 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Спатаев Досжан Ғалымжанұлы
Жобаның тақырыбы: «Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау»
Университет проректоры Б.А. Жаутиковтың «23» қараша 2022ж. № «408-П/Ө» бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «12» 06 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

- а) кіріспе;
- б) технологиялық бөлім
- в) есептік бөлім

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
функционалдық сұлба, құрылымдық сұлба.

Жұмыс презентациясы 20 слайдтарда көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер

Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015г с
перспективой до 2024г - Проект ПРООН «Казахстан- инициатива развития рынка-
ветроэнергии», Алматы- Астана 2007г.

Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. Ветроэнергетика.




Харьков : ХАИ, 2014. 158 с. Шишко Г. Г. Теплоэнергетические установки и системы


сельского хозяйства. М.: Колос-Пресс, 2014. 424 с.

**Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	9.02.2023 – 2.03.2023	
Есептік бөлім	14.03.2023 – 20.04.2023	

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	5.06.2023	
Есептік бөлім	Сарсенбаев Н.С., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	5.06.2023	
Норма бақылаушы	Жанабаева Э.Ж., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	5.06.2023	

Ғылыми жетекшісі  Сарсенбаев Н.С.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Спатаев Д.Ф.

Күні « 5 » 06 2023 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба

(жұмыс түрлерінің атауы)

Спатаев Досжан Ғалымжанұлы

(оқушының аты және)

6В07103 «Автоматтандыру және роботтандыру»

(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: «Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау»

Орындалды:

а) графикалық бөлім _____ 20 бет

б) түсініктеме _____ 26 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Дипломдық жобада орташа қуатты жел электр станциясына арналған генераторды зерттеу және әзірлеу жүргізілді. Жел қондырғылары үшін генераторларда қолданылатын қолданыстағы технологиялар мен әдістерді талдау орташа қуатты генераторға қойылатын негізгі талаптарды анықтауға мүмкіндік берді.

Технологиялық бөлімде Қазақстанда жел энергетикасын дамыту перспективалары, жел генераторларының құрылымдық ерекшеліктері мен автоматтандыру функционалды сұлбалары қарастырылды.

Есептік бөлімде генератордың жұмысында есептеулер мен модельдеу әр түрлі жұмыс жағдайлары мен оның жұмысына әсер ететін факторларды ескерді. Simulink блоктарының бөлігі болып табылатын simpowersystems кітапханасының Matlab бағдарламалық қосымшасында виртуалды типтегі синхронды генераторды қамтитын жел қондырғысының математикалық бейнесі әзірленді.

ЖҰМЫС ҮШІН ЕСКЕРТПЕЛЕР

1. Дипломдық жобада кейбір техникалық сөздер дұрыс аударылмаған.
2. Генераторды қалай таңдау негіздемесі анық емес.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жобада барлық мәселелер толық сипатталғанын есепке ала отырып, дипломдық жобаны, «90/А/жақсы» деп бағалап, оны орындаушысы Спатаев Досжан Ғалымжанұлы 6В07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Рецензент:

Е. Ғ. _____ атындағы АЭЖБУ

_____ арасының

_____ PhD докторы

_____ Қыныбай Ж.С.

«_____» _____ 2023 ж



Ф ҚазҰТЗУ 706-17. Сын – Пікір

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Дипломдық жоба үшін
Спатаев Досжан Ғалымжанұлы

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру
Тақырыбы: «Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау»

Орындалды:

- а) Жел электр станцияның жұмыс істеуінің жалпы сұлбасы қарастырылды;
Matlab бағдарламасы;
- б) түсініктеме жазбасы 26 бет.

Дипломдық жобаның орындау барысында орташа қуатты жел электр станциясына арналған генераторды зерттеу және әзірлеу жүргізілді. Жел қондырғылары үшін генераторларда қолданылатын қолданыстағы технологиялар мен әдістерді талдау генераторға қойылатын негізгі талаптарды анықтауға мүмкіндік берді.

Технологиялық бөлімде Қазақстанда жел энергетикасын дамыту перспективалары, жел генераторларының құрылымдық ерекшеліктері және автоматтандыру мен функционалды сұлбалары қарастырылды.

Есептік бөлімде генератордың жұмысында есептеулер мен модельдеу әр түрлі жұмыс жағдайлары мен оның жұмысына әсер ететін факторларды ескерді. Simulink блоктарының бөлігі болып табылатын simpowersystems кітапханасының Matlab бағдарламалық қосымшасында виртуалды типтегі синхронды генераторды қамтитын жел қондырғысының математикалық бейнесі әзірленді.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Спатаев Досжан Ғалымжанұлы алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатындығын көрсетті.

Спатаев Досжан Ғалымжанұлы 6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр дәрежесін беруге лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

Техника ғылымдарының кандидаты,

Қауымдастырылған профессор

 Сарсенбаев Н.С.

« 5 » 06 2023 ж

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Спатаев Досжан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 5.5

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 28

Знаки из других алфавитов: 9

Интервалы: 3

Белые Знаки: 17

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрывтия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

8.06.2023

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагияттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Спатаев Досжан

Тақырыбы: Орташа қуатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау

Жетекшісі: Нурлан Сарсенбаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 5.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.9

Дәйексөз (35): 0

Өріштерді ауыстыру: 9

Аралықтар: 3

Шағын кеңістіктер: 28

Ақ белгілер: 17

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 8.06.2013

Кафедра меңгерушісі



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Спатаев Досжан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Орташа куатты жел энергетикалық қондырғысы үшін генератор жасау

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 5.5

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 28

Знаки из других алфавитов: 9


Интервалы: 3

Белые Знаки: 17

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

 **сарсенбаев н.с.**
проверяющий эксперт

АНДАТПА

Бұл жұмыста орташа қуатты жел қондырғысы үшін генераторды зерттелді. Жұмыстың негізгі мақсаты-орташа жел қондырғыларында қолдануға болатын тиімді және сенімді генератор құру. Жұмыста жел энергетикасы қондырғыларына арналған генераторларда қолданылатын қолданыстағы технологиялар мен әдістерге шолу жасалады. Орташа қуатты генераторға қойылатын талаптарды, оның тиімділігін, жұмыс тұрақтылығын және сенімділігін талдауға ерекше назар аударылады. Жүргізілген талдау негізінде озық технологиялар мен инженерлік шешімдерді пайдалануға негізделген жаңа генератор тұжырымдамасы әзірленді. Генератордың жұмысына әсер ететін факторларды және әр түрлі жұмыс жағдайларын ескере отырып, оның жұмысын есептеу және модельдеу жүргізіледі. Жүйенің жалпы тиімділігін арттыру мақсатында жел энергиясын электр энергиясына айналдыруға байланысты процестерді оңтайландыруға ерекше назар аударылады. Бұл жұмыстың орташа қуатты жел қондырғыларын жасаумен айналысатын инженерлер мен дизайнерлер үшін практикалық маңызы бар. Зерттеу нәтижелерін жел ресурстарынан тұрақты және сенімді электр энергиясын өндіруге қабілетті жаңа тиімді генераторларды жобалау және құру процесінде пайдалануға болады.

АННОТАЦИЯ

В данной работе был изучен генератор для ветровой установки средней мощности. Основная цель работы-создание эффективного и надежного генератора, который можно использовать в средних ветряных установках. В работе дается обзор существующих технологий и методов, применяемых в генераторах для ветроэнергетических установок. Особое внимание уделяется анализу требований к генератору средней мощности, его эффективности, стабильности работы и надежности. На основе проведенного анализа разработана новая концепция генератора, основанная на использовании передовых технологий и инженерных решений. Производится расчет и моделирование работы генератора с учетом факторов, влияющих на его работу, и различных условий эксплуатации. С целью повышения общей эффективности системы особое внимание уделяется оптимизации процессов, связанных с преобразованием энергии ветра в электрическую. Данная работа имеет практическое значение для инженеров и проектировщиков, занимающихся созданием ветроустановок средней мощности. Результаты исследований могут быть использованы в процессе проектирования и создания новых эффективных генераторов, способных производить стабильную и надежную электроэнергию из ветровых ресурсов.

ABSTRACT

In this thesis, a generator for a medium-power wind turbine was studied. The main goal of the work is to create an efficient and reliable generator that can be used in medium-sized wind turbines. The paper provides an overview of existing technologies and methods used in generators for wind power plants. Special attention is paid to the analysis of the requirements for an average power generator, its efficiency, stability and reliability. Based on the analysis, a new generator concept based on the use of advanced technologies and engineering solutions has been developed. The calculation and simulation of the generator operation is carried out taking into account the factors affecting its operation and various operating conditions. In order to increase the overall efficiency of the system, special attention is paid to optimizing the processes associated with the conversion of wind energy into electrical energy. This work is of practical importance for engineers and designers involved in the creation of wind turbines of medium power. The research results can be used in the process of designing and creating new efficient generators capable of producing stable and reliable electricity from wind resources.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 Жел энергетикасы	8
1.2 Жел энергетикасы пайдасы және кемшіліктері	9
1.3 Қазақстанда жел энергетикасын дамыту перспективалары	10
1.4 Энергия тапшылығы	13
1.5 Жел генераторларының құрылымдық ерекшеліктері	14
1.5.1 Асинхронды генератор	22
1.5.2 Синхронды генератор	22
1.6 Жел генераторының автоматтандырудың функционалдық сұлбасы	25
2 Есептік бөлім	27
2.1 Өндірістік объектіні таңдау	27
2.2 Жел электр станциясының параметрлерін таңдау және есептеу	29
2.3 Жел электр қондырғысын математикалық модельдеу	34
Қорытынды	39
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	40

КІРІСПЕ

Қазіргі әлемде энергиямен жабдықтау және экология мәселелері ең өзекті және маңызды мәселелердің біріне айналды. Қоршаған ортаға аз әсер ете отырып, сенімді энергиямен қамтамасыз ете алатын баламалы энергия көздерін іздеу ғылыми-техникалық прогрестің негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Жаңартылатын энергия көздерінің бірі ретінде жел энергиясы бұл процесте маңызды орын алады.

Осы орайда орташа қуатты жел энергетикалық қондырғылар ерекше қызығушылық тудырады, өйткені олар шағын және орта елді мекендерді, өнеркәсіптік кәсіпорындарды және инфрақұрылым объектілерін энергиямен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Алайда, мұндай қондырғылардың тиімділігі мен сенімділігі көбінесе оларда қолданылатын генераторлардың сапасы мен сипаттамаларына байланысты.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты: әр түрлі ауа-райында жоғары тиімділікті, тұрақты жұмыс пен беріктікті қамтамасыз ететін орташа қуатты жел электр станциясына арналған генераторды әзірлеу. Мақсатқа жету үшін қолданыстағы генераторларды талдау, оңтайлы түрді таңдау, дизайн мен схеманы әзірлеу, параметрлерді есептеу, параметрлердің ЖЭЖ жұмысына әсерін зерттеу, өндіріс технологиясын әзірлеу және эксперименттік сынақтар жүргізу сияқты бірқатар міндеттерді орындау қажет.

Бұл жұмыстың нәтижелері қолданыстағы жел электр станцияларын жаңарту немесе баламалы энергия көздерін дамытуға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға ықпал ететін жаңа жүйелерді құру үшін пайдаланылуы мүмкін.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Жел энергетикасы

Әлем таза және тұрақты энергия көздеріне көшуге ұмтылғандықтан, жел энергетикасы жаңартылатын энергия секторында жетекші бәсекелеске айналды. Бұл бөлімде жел энергетикасы тақырыбын қарастырады, оның маңыздылығын, артықшылықтары мен әлеуетін жасыл және қауіпсіз болашаққа зерттейді.

Ауа массаларының табиғи қозғалысы нәтижесінде пайда болатын жел энергиясы адамның ғасырлар бойы қолданылып келе жатқан ұзақ тарихына ие. Дегенмен, соңғы жылдары жел энергетикасы қазба отынына негізделген дәстүрлі электр энергиясын өндіруге өміршең және ауқымды балама ретінде айтарлықтай таралды. Технологияның қарқынды дамуымен және климаттың сан-аулы өзгеруіне алаңдаушылықтың артуымен жел энергиясы жаңартылатын энергияға жаһандық көшудің негізгі ойыншысы болды.

Жел энергиясын пайдаланудың негізгі әдістерінің бірі-жағалаудағы және теңіздегі жел электр станцияларын орналастыру. Жағалаудағы жел электр станциялары желдің жылдамдығы жоғары болатын құрлықта стратегиялық орналасқан көптеген жел турбиналарынан тұрады. Бұл фермалар электр желілерін декарбонизациялауға ықпал ететін көптеген экологиялық таза электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді. Мұхиттар немесе үлкен көлдер сияқты су айдындарында орналасқан теңіздегі жел электр станциялары, осындай жерлерде қол жетімді күшті және тұрақты желдерді пайдаланады. Технологияның дамуымен оффшорлық жел электр станциялары барған сайын тиімді және үнемді бола бастады, бұл жел энергиясын пайдаланудың үлкен әлеуетін білдіреді.

Жел энергиясы айтарлықтай экономикалық мүмкіндіктер ашады. Жел электр станцияларын дамыту, салу және техникалық қызмет көрсету жергілікті экономикалық өсуді ынталандыру арқылы жұмыс орындарын ашады. Бұл қазба отынының импортына тәуелділікті азайту және энергия қауіпсіздігін арттыру арқылы энергия көздерін әртараптандыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жел энергиясы бағаның тұрақтылығын қамтамасыз етеді, өйткені отын көзі (жел) тегін және мол. Мұндай тұрақтылық тұтынушыларды қазба отын бағасының құбылмалылығынан қорғай алады, бұл ұзақ мерзімді шығындарды үнемдеуге әкеледі.

Жел энергетикасы үлкен әлеуетке ие болғанымен, оның проблемалары жоқ емес. Кейбір алаңдаушылықтарға желдің үзік-үзік сипаты және оның өзгергіштігі, сондай-ақ жабайы табиғат пен визуалды эстетикаға ықтимал әсері жатады. Алайда, қазіргі зерттеулер мен технологиялық жетістіктер бұл мәселелерді шешеді. Жетілдірілген болжау әдістері, желіге интеграциялау әдістері және турбиналардың инновациялық конструкцияларының барлығы жел энергетикалық жүйелерінің тиімділігі мен сенімділігін арттырады. Сонымен қатар, сайтты мұқият таңдау және қоршаған ортаны бағалау жабайы табиғат пен тіршілік ету ортасына ықтимал әсерді азайтуы мүмкін.

Жел энергиясы біздің энергетикалық қажеттіліктерімізді тұрақты түрде қанағаттандыруға, климаттың өзгеруімен күресуге және экономикалық өсуді ынталандыруға айтарлықтай мүмкіндік береді. Оның экологиялық артықшылықтары, экономикалық артықшылықтары және парниктік газдар шығарындыларын азайту әлеуеті, оны жаңартылатын энергияға жаһандық көшудің маңызды құрамдас бөлігі етеді. Біз жел энергиясын пайдалануды жалғастыра отырып, оның толық әлеуетіне жету үшін зерттеулерге, әзірлемелерге және қолдау саясатына инвестиция салуымыз керек. Жел энергиясын пайдалана отырып, біз болашақ ұрпақ үшін таза, тұрақты және тұрақты болашақ энергиясын жасай аламыз.

1.2 Жел энергетикасы пайдасы және кемшіліктері

Жел энергиясы-ауаның кинетикалық энергиясын электр энергиясына айналдыру арқылы электр энергиясын өндіретін энергия түрі.

Қазіргі жел турбиналарында әр түрлі аймақтардан келетін жел кинетикалық энергияны айналмалы энергияға айналдыратын ротор қалақтарына түседі. Ол генератор арқылы электр энергиясына айналады және электр желісі арқылы беріледі. Жел энергиясы әлемдегі ең жылдам дамып келе жатқан жаңартылатын энергия көзі болып табылады, өйткені ол адамдарға көптеген артықшылықтар береді. Жел энергетикасының негізгі артықшылықтарына мыналар жатады:

- Жақсы төленетін жұмыс орындарын жасайды;
- Таза және жаңартылатын энергия көзі;
- Елдегі экономикалық өсу;
- Үнемді энергия көзі;
- Жақсы төленетін жұмыс орындарын жасайды.

Жел энергетикасы әлемнің әртүрлі бөліктерінде, соның ішінде Америка Құрама Штаттарында және басқа елдерде жақсы ақы төленетін жұмыс орындарын құруда және ол өсе береді. Жел турбиналарына қызмет көрсету мамандары-соңғы онжылдықтағы өсу қарқыны бойынша екінші мамандық.

Бұл пышақ өндірушісінен бастап активтер менеджеріне дейін мансаптық мүмкіндіктерді ашады. Жел энергетикасы саласы күн сайын қолдау мен өсу әлеуетіне ие.

Күн энергиясы сияқты, жел энергиясы да таза және жаңартылатын энергия көзі болып табылады. Ол электр генераторының көмегімен электр энергиясын өндіру үшін механикалық энергияны пайдаланады. Ол сондай-ақ адамзатты ешқандай жанармай жағып, ауаны ластамай электр қуатымен қамтамасыз етеді.

Жел Америка Құрама Штаттарында және әлемнің басқа бөліктерінде жаңартылатын энергияның ең үлкен көзі болып табылады. Бұл электр энергиясын өндіру үшін қазба отындарын жағуды азайтуға көмектеседі. Бұл қышқыл жаңбыр, түгін және парниктік газдар тудыратын атмосфераға

миллиондаған метрикалық тонна көмірқышқыл газының шығарылуын болдырмауға көмектеседі.

Жел энергиясы-әлемде және басқа да дамыған елдерде экономикалық өсуді қамтамасыз ететін ішкі ресурс. Ол осы елдер үшін электр энергиясының едәуір бөлігін қамтамасыз етеді. Әлемдегі жел инвесторларының көпшілігі Америка Құрама Штаттарында. Осылайша, бұл Америка Құрама Штаттарының экономикасының өсуіне ықпал етеді.

Жел энергиясы жергілікті қауымдастықтар үшін пайдалы. Жел энергетикасы жобалары жыл сайын әртүрлі салық төлемдері мен жерді жалға алу төлемдерін қарастырады. Осылайша, жел энергиясы мектеп бюджеттерінде қолданылатын әлемнің әртүрлі елдеріне қосымша табыс әкелуі мүмкін, үй иелеріне салық жүктемесін азайтады және инфрақұрылымдық жобалар жасайды.

Жел турбиналары-адамзатқа қол жетімді ең арзан энергия көздерінің бірі. Сонымен қатар, жел энергетика технологиясы жетілдірілгеннен кейін жел энергиясының құны төмендей береді.

Жел арқылы электр энергиясын өндіру ауылшаруашылық және көпфункционалды жұмыс ландшафттарына жақсы сәйкес келеді және жалдау ақысы төмен. Ол жоғары сапалы жел ресурстары жиі кездесетін ауылдық немесе шалғай аудандармен, жағалаудағы аралдармен оңай біріктіріледі.

Жаңа энергетикалық жобаны орнату үшін энергия құнын салыстыратын болсақ, жел және күн жобалары қазіргі уақытта газ, геотермалдық көмір немесе атом энергетикасына қарағанда экономикалық бәсекеге қабілетті. Келесі буын технологиялары, жел энергетикасын жетілдіру және жақсы түсіну жел энергетикасы жобаларының шығындарын азайтуға көмектеседі.

Идеал жел алаңдары шалғай жерлерде орналасқан. Сондықтан жел электр станцияларынан электр энергиясының көп бөлігі қажет болатын қалалық жерлерге электр энергиясын жеткізу қиынға соғады. Жел энергиясын беру сонымен қатар тарату желісін жаңарту және электр желілеріне қосылу кезінде қиындықтарға тап болады. Жел энергиясын теңіз арқылы беру және желіге қосылу мүмкіндіктері күннен-күнге жақсарып келеді. Жел турбиналары шу шығарады және шудың ластануын тудырады, бірақ жел электр станцияларының әсері әдеттегі электр станцияларымен салыстырғанда төмен.

Жел энергиясын өндіру жүйесі жергілікті жабайы табиғатқа әсер етеді. Технологияны жетілдіру арқылы жел мен жабайы табиғаттың өзара әрекеттесуін азайту үшін әлі де зерттеулер қажет етеді.

1.3 Қазақстанда жел энергетикасын дамыту перспективалары

Жел энергиясы электр энергиясын өндірудің жаңартылатын және тұрақты көзі ретінде бүкіл әлемде айтарлықтай назар аударды. Елдер өздерінің көміртегі ізін қысқартуға және энергияның неғұрлым таза баламалы көздеріне көшуге ұмтылатындықтан, кең аумағы мен желдің қолайлы жағдайлары бар Қазақстан жел энергетикасын дамыту үшін үлкен әлеуетке ие. Бұл бөлімде Қазақстандағы

жел энергетикасының қарқынды даму перспективалары зерттеледі, оның артықшылықтары, проблемалары мен болашақ мүмкіндіктері баяндалады.

Қазақстан әсіресе оңтүстік және батыс өңірлері бай жел ресурстарына ие. Бұл аудандар Каспий теңізі мен таулы аймаққа географиялық жақындықтан пайда көреді, бұл қолайлы жел режимін және желдің жоғары жылдамдығын жасайды. Елдегі үлкен құрлық жел электр станцияларын салуға жеткілікті орын ұсынады, бұл қуатты едәуір арттыруға мүмкіндік береді. 1800 ГВт-тан астам жел энергетикасының болжамды әлеуетіне ие бола отырып, Қазақстан өзінің энергетикалық теңгерімінің негізгі құрамдас бөлігі ретінде жел энергиясын пайдалану үшін жақсы мүмкіндіктерге ие.

Кесте 1.1 – Қазақстандағы электр энергиясын тұтыну мен өндірудің өсуі

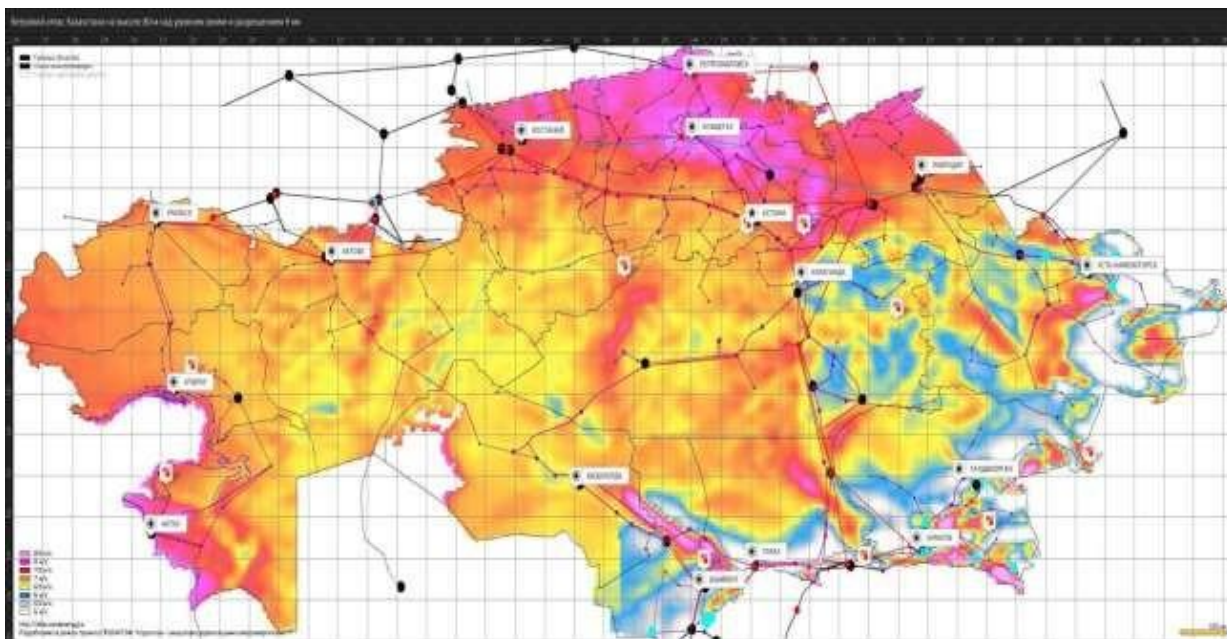
Жылдар	2006	2007	2010	2015
Электр энергиясын тұтыну, млрд. кВтсағ / жыл	72,9	75,7	92,4	114
Электр энергиясын өндіру млрд. кВтсағ/жыл	71,3	75,3	84,5	93,8
Тапшылық, млрд кВт сағ / жыл	0,2	1,2	5,9	16,4

Қазақстанда жел энергетикасын дамыту бірқатар экономикалық және экологиялық пайда әкеледі. Біріншіден, жел энергетикасы жаңартылатын және таза энергия көзі болып табылады, елдің қазба отынға тәуелділігін төмендетеді және парниктік газдар шығарындыларын азайтуға ықпал етеді. Бұл Қазақстанның Париж келісіміне адалдығына және оның төмен көміртекті экономикаға көшу мақсатына сәйкес келеді. Екіншіден, жел энергетикасы жобалары жұмыс орындарын құру, инвестициялар тарту және жергілікті өндіріс пен жел турбиналары компоненттерін жеткізу тізбегін ілгерілету арқылы экономикалық өсуді ынталандыруы мүмкін. Ол сондай-ақ энергия құрылымын әртараптандыру және импортталатын қазба отынына тәуелділікті азайту арқылы энергия қауіпсіздігін арттыра алады.

Қазақстан Үкіметі жел энергетикасының әлеуетін мойындап, оның дамуын ынталандыру үшін қолдау саясаты мен шеңберін енгізді. Жаңартылатын энергия көздерін қолдау туралы заң жаңартылатын энергия көздері, соның ішінде жел энергиясы жобалары үшін құқықтық негізді қамтамасыз етеді. Үкімет инвесторларды тарту және жаңартылатын энергия көздері жобаларының өсуін ынталандыру үшін жеңілдетілген тарифтерді, аукциондарды және салықтық жеңілдіктерді енгізді. Бұдан басқа, Қазақстан 2030 жылға қарай жел энергетикасын дамыту үшін қолайлы жағдайлар жасай отырып, өзінің электр энергиясының 10% - жаңартылатын көздерден өндіруге ұмтыла отырып, өзіне жаңартылатын энергия көздері саласында өршіл мақсаттар қойды.

Қазақстандағы жел энергетикасының перспективалы перспективаларына қарамастан, шешілуі қажет проблемалар бар. Тұрақты емес жаңартылатын энергия көздерін қолданыстағы желілік инфрақұрылымға біріктіру маңызды мәселе болып табылады. Қазақстанға жел энергиясын өндірудің құбылмалы

сипатына бейімделу үшін электр желілерін жаңғыртуға және нығайтуға инвестиция салу қажет болады. Электр энергиясын беру мен таратудың жетілдірілген инфрақұрылымы тұтынушыларды жел өндіретін электр энергиясымен тиімді интеграциялауды және сенімді қамтамасыз етуді қамтамасыз ету үшін маңызды болады.



1.1 - сурет – Қазақстанның жел картасы

1.1-суретте Қазақстанның жел картасының нұсқасы көрсетілген және таңдалған картаны суреттер түрінде сақтауға, сондай-ақ оны шығаруға мүмкіндік береді.

Технологиялар мен зерттеулер әзірлемелер үшін тұрақты инвестициялар Қазақстандағы жел энергетикасының тұрақты дамуы үшін шешуші мәнге ие. Ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстар турбиналардың тиімділігін арттыруға, электр жүйесімен интеграцияны жақсартуға және жел энергетикасының тұрақсыз сипатын азайту үшін озық энергия сақтау жүйелерін дамытуға бағытталуы керек. Университеттер, ғылыми-зерттеу институттары және саланың мүдделі тараптары арасындағы ынтымақтастық инновацияларды ынталандыруы, білім беруді ынталандыруы және жел энергетикасы секторының өсуін қолдауға қабілетті білікті жұмыс күшін құруы мүмкін.

Қазақстан жел энергетикасын дамыту үшін қолайлы жағдайларға ие және оның әлеуетін әлі толық көлемде пайдалану қажет. Өзінің бай жел ресурстарын пайдалана отырып, қолдау саясатын жүргізе отырып және интеграция проблемаларын шеше отырып, Қазақстан өзінің жел энергетикалық қуатын едәуір кеңейте алады. Жел энергетикасын дамыту елдің тұрақты даму мақсаттарына қол жеткізуге және халықаралық міндеттемелерді орындауға үлес қосып қана қоймайды, сонымен қатар экономикалық өсуге ықпал етеді,

энергетикалық қауіпсіздікті арттырады және оның азаматтары үшін неғұрлым таза және экологиялық таза болашақ жасайды.

1.4 Энергия тапшылығы

Бүгінгі таңда жел энергиясы ең таза, перспективті жаңартылатын энергия көздерінің біріне айналды. Бұл көптеген адамдардың, оның ішінде инвесторлар мен кәсіпкерлер үшін керемет мүмкіндіктер жасалады. Жел энергетикасының нақты мақсаты дәстүрлі энергетиканы бәсекеге қабілетті болу үшін жел электр қондырғыларынан алынған электр энергиясының сапасын азайту болып табылады.

Әлемдік тәжірибеде жел энергиясын пайдаланудың екі негізгі тәсілі бар. Алғашқысы-100 кВт-тан жоғары қуатты жел қондырғыларын пайдаланатын үлкен жел энергетикасы және 100 кВт-қа дейінгі төмен қуатты жел қондырғыларын пайдаланатын шағын жел энергетикасы. Жоғары қуатты жел станциялары электр желісіне параллель жұмыс жасайды, ал төмен қуатты жел станциялары осындағы аз энергияны қажет ететін тұтынушылар үшін автономды түрде пайдаланылады, көп жағдайда орталықтандырылмаған.

Әлемдік ғылыми қоғамдастықта соңғы он жыл өткір болып келеді делінгесін қазіргі энергетиканың даму жолдары туралы пікірталастар болды. Оның консервативті бөлігі көмірді пайдалануға негізделген көмірсутек энергиясы деп санады. Мұнай мен газ ұзақ уақыт бойы жылу көзі болып қала береді және экономикалық дамыған елдер үшін электр энергиясы бойынша бұл көзқарастың негізі бар. Жер бетіндегі көмірсутектер қоры әлі де үлкен. Көмірсутек өнеркәсібінің инфрақұрылымы бар: қоймада қажетті жабдықтар өндіретін кәсіпорындар, энергетикалық объектілерді салу және оларға қызмет көрсету, ғылыми зерттеулер және осы тәсілмен электр энергиясын өндіру тиімділігін арттыру бойынша. Бірақ белгіленген артықшылықтармен дәстүрлі энергетика көмірсутектер, көптеген проблемалар мен қайшылықтарға тап болады.

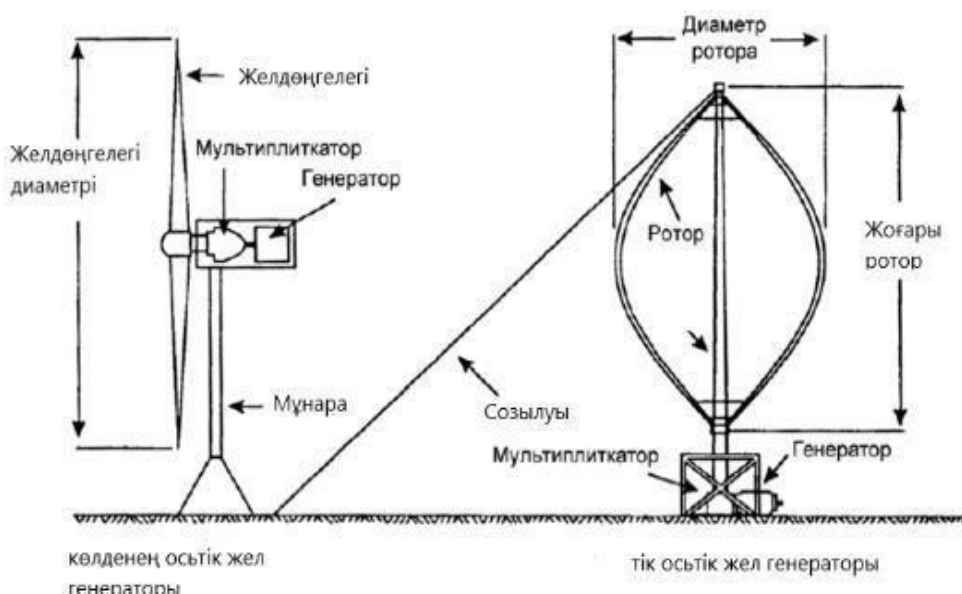
Бұл қайшылықтар жыл сайын артып келеді және жұмыс жасалынбаса, әрекет жасалынбаса энергетикалық дағдарысқа әкелуі мүмкін. Мұның бір себебі-көмірсутектерді өндірудің қымбаттауы. Үнемді мұнай, газ және көмір қазірдің өзінде қолданыста. Қазбаларды өндіру үлкен көлемде жүргізудегі жер бетінің астындағы тереңдікте, мұхит түбінде, жету қиын жерлерді игеру керек. Ақыр соңында бұл экономикаға қолайсыз болуы мүмкін. Екінші өте маңызды себеп-экологиялық проблемалар. Табиғат миллиондаған жылдар бойы атмосферадағы көмірқышқыл газының құрамын теңестіруге тырысты. Көмірсутек энергиясы тепе-теңдікті бұзады және салдарында адамзат мұндай бұзушылықты әлі толық бағалаған жоқ. Дағдарыс мүмкін климаттың өзгеруіне ғана емес, жабайы табиғатқа да әсер етуіне және соңғы кезеңде проблемалар адамзат қоғамында пайда болады. Сонымен қатар, дәстүрлі тиімділіктің төмендігі туралы өте аз айтылады.

Энергетикада жылу энергиясының пайдалы әсерінің (тиімділігінің) ең жоғары коэффициенті станциялар шамамен 30% құрайды, ал олардың әлемдік энергетика балансындағы үлесі әр түрлі бағалануда, 60-тан 70% - ға дейін. Бұл сандар мынаны көрсетеді: дәстүрлі энергетика планетаны жылытуға ғана емес, сонымен қатар оның өндіріс шығарындыларымен ластануы. Бұл процесстің уақыты ұзаққа созылмауы мүмкін. Кешіктірілген мәселелерді шешудің бір нұсқасы- тепе-теңдікті өзгерту және жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды кеңейту бағытында электр энергиясын өндіру дұрыс шешім боп табылады.

1.5 Жел генераторларының құрылымдық ерекшеліктері

Жел генераторы-жел ағынын өзгерту арқылы электр немесе механикалық энергияны өндіретін құрылғы, одан пайда болған тоқ энергиясын тұтынушылар күнделікті пайдалануға жарамды болуы үшін.

Бүгінгі күнге келіп жел генераторларының екі түрі белгілі, олардың айырмашылықтары жел энергиясын ұстайтын элементтің айналу осінің орналасуынан тұрады. Жел генераторлары басқа генераторларынан айырмашылығы көлденең айналу осімен және тік айналу осімен өзгешеленеді.



1.2 - сурет – Жел қозғалтқыштарының негізгі түрлері

Көлденең осьті жел турбиналары жел генераторларының ең көп таралған және кеңінен қолданылатын конструкцияларының бірі болып табылады. Бұл турбиналарда көлденең айналу осі бар, онда пышақтар жерге параллель және жел бағытына перпендикуляр орналасқан. Бұл бөлімде көлденең осьті жел турбиналарына қатысты сипаттамаларды, артықшылықтарды және мәселелерді айтамыз.

Көлденең осьті турбиналар жел энергиясын электр энергиясына айналдырудың жоғары тиімділігімен танымал. Пышақтардың бағыты желдің оңтайлы ұсталуын қамтамасыз етеді, бұл энергияны түрлендірудің жоғары коэффициенттеріне әкеледі.

Көлденең осьті жел турбиналары ондаған жылдар бойы қолданылып келеді және олардың технологиясы жақсы дамыған және кеңінен зерттелген. Мұндай танысу оларды өндіруді, орнатуды және техникалық қызмет көрсетуді жеңілдетеді, шығындарды азайтады және сенімділікті арттырады.



1.3 - сурет – Көлденең осьтік жел турбинасы

Көлденең осьтік дизайн турбина компоненттеріне оңай қол жеткізуге мүмкіндік береді. Техникалық қызмет көрсету және жөндеу ыңғайлы түрде жүргізілуі мүмкін, өйткені турбинаның негізгі компоненттері жер деңгейінде немесе стандартты техникалық қызмет көрсету жабдықтарының қолы жететін жерде орналасқан.

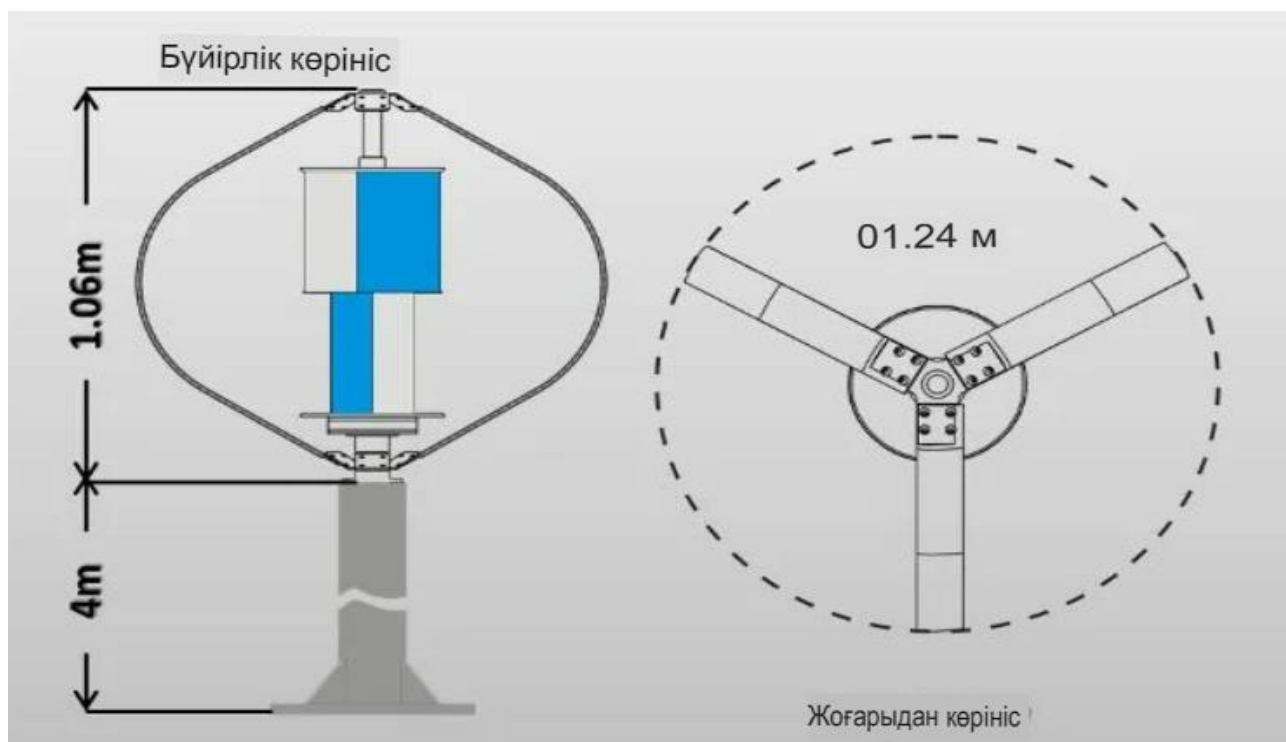
Көлденең осьті жел турбиналары жел энергиясын пайдаланудың тиімді және тиімді нұсқасы ретінде дәлелденді. Олардың қалыптасқан технологиясы, ауқымдылығы және желдің жоғары жылдамдығындағы жоғары өнімділігі оларды әртүрлі қолданбалар үшін тиімді таңдау жасайды. Дегенмен, олардың

әлеуетін барынша пайдалану үшін сайтты таңдауды, мұнаның биіктігін және техникалық қызмет көрсету талаптарын мұқият қарастырған жөн. Жаңартылатын энергия тұрақты дамуда шешуші рөл атқара беретіндіктен, көлденең осьті жел турбиналары таза және жаңартылатын энергияға жаһандық ауысудың маңызды ерекшелігі болып қала береді.

Тік осьті жел турбиналары жел энергиясын пайдалануға арналған балама дизайн болып табылады. Көлденең айналу осі жел турбиналарынан айырмашылығы, тік осьті жел турбиналары тік айналу осіне ие, пышақтар орталық осьтің айналасында орналасқан.

Тік осьті жел турбиналары әдетте орталық ротордың айналасында тігінен орналасқан қисық немесе спиральды жүздерге ие. Тік бағдар пышақтарға кез-келген бағыттан жел алуға мүмкіндік береді, бұл турбинаның орналасуын реттеу үшін иілу механизмінің қажеттілігін жояды.

Тік осьті жел турбиналары артықшылығы-олар HAWTs сияқты биік мұнараларды қажет етпейді. Бұл оларды қалалық жағдайларға немесе биіктік шектеулері бар аймақтарға қолайлы етеді, өйткені олар төмен биіктікте орнатылуы мүмкін, бұл оларды техникалық қызмет көрсетуге қол жетімді етеді және визуалды әсерді азайтады.



1.4 - сурет – Тік осьтік жел турбинасы

Тік осьті жел турбиналары көлденең осьтік аналогтарымен салыстырғанда ерекше артықшылықтар мен сипаттамаларға ие. Олардың кез келген бағыттан желді ұстау қабілеті, төмен биіктік талаптары және төмен жел жылдамдығындағы өнімділік оларды нақты қолданбаларға, әсіресе қалалық немесе күрделі жел ағындары жағдайында қолайлы етеді. Дегенмен, кеңінен

енгізу үшін тиімділіктің төмендеуі, тұрақтылық мәселелері және шектеулі ауқымдылық сияқты мәселелерді шешу қажет. Жаңартылатын энергияны пайдалану технологиялары дамып келе жатқандықтан, тік осьті жел турбиналары жел секторын әртараптандыруда және оның әлеуетін әртүрлі жағдайларда кеңейтуде рөл атқара алады.

Екі жүзді жел генераторлары-бұл кең таралған үш жүзді конфигурацияның орнына тек екі жүзі бар жел турбиасының дизайн түрі. Бұл жақта біз екі жүзді жел генераторларына қатысты сипаттамаларды, түрлі артықшылықтарды қарастырамыз.



1.5 - сурет – Екі жүзді жел генераторы

Екі жүзді жел генераторлары жеңілдетілген дизайн, әлеуетті шығындарды үнемдеу және турбулентті жел жағдайында жақсартылған өнімділік тұрғысынан сөзсіз артықшылықтарға ие. Олар механикалық жүктемелер мен тұрақтылық мәселелерін ескере отырып, мұқият жобалауды қажет етуі мүмкін болса да, бұл турбиналар жел энергетикасында нақты қосымшалар үшін өміршең нұсқа бола алады. Екі жүзді құрылымды пайдалану туралы шешім желдің өнімділігі, дизайн талаптары және шығындар туралы ойлар сияқты сайттың нақты факторларына негізделуі керек. Жаңартылатын энергия секторы дамып келе жатқандықтан, екі жүзді жел генераторлары жел өндірісінің өсуіне және әртараптандырылуына ықпал ететін балама конфигурация болып табылады.



1.6- сурет – Үш жүзді жел генераторы

1.6 - суретте мысал ретінде бүгінгі күнге дейін қолданылған үш жүзді жел энергетикалық қондырғы.

Үш жүзді жел генераторы, толықтыру түрінде үш жүздіні жел үлкен жылуларды басуға арналған жел жүргізу құрылғысы. Бұл құрылғыда үш аймағында үш тармақтың болуынан тұратын жел генераторына үлкен ендіру үшін қолданылады. Үш жүзді жел генераторының сипаттамаларыда екі жүздіге ұқсас тек үш жүзімен ерекшеленеді.



1.7 - сурет – Көп жүзді жел генераторы

Қазіргі уақытта дамыған энергия өндірудің жалпы балансындағы ЖЭҚ үлесі елдерде үнемі өсіп келеді. Жаңартылатын жеткілікті энергия көздері әр түрлі: гидравликалық ресурстар, күн, жел, биогаз, геотермалдық энергия, толқындардың энергиясы, толқындардың энергиясы. Осыған байланысты қандай сұрақ туындағанда дереккөзге дамуға басымдық береміз. Жел энергиясы - ең қолжетімді опциялар.

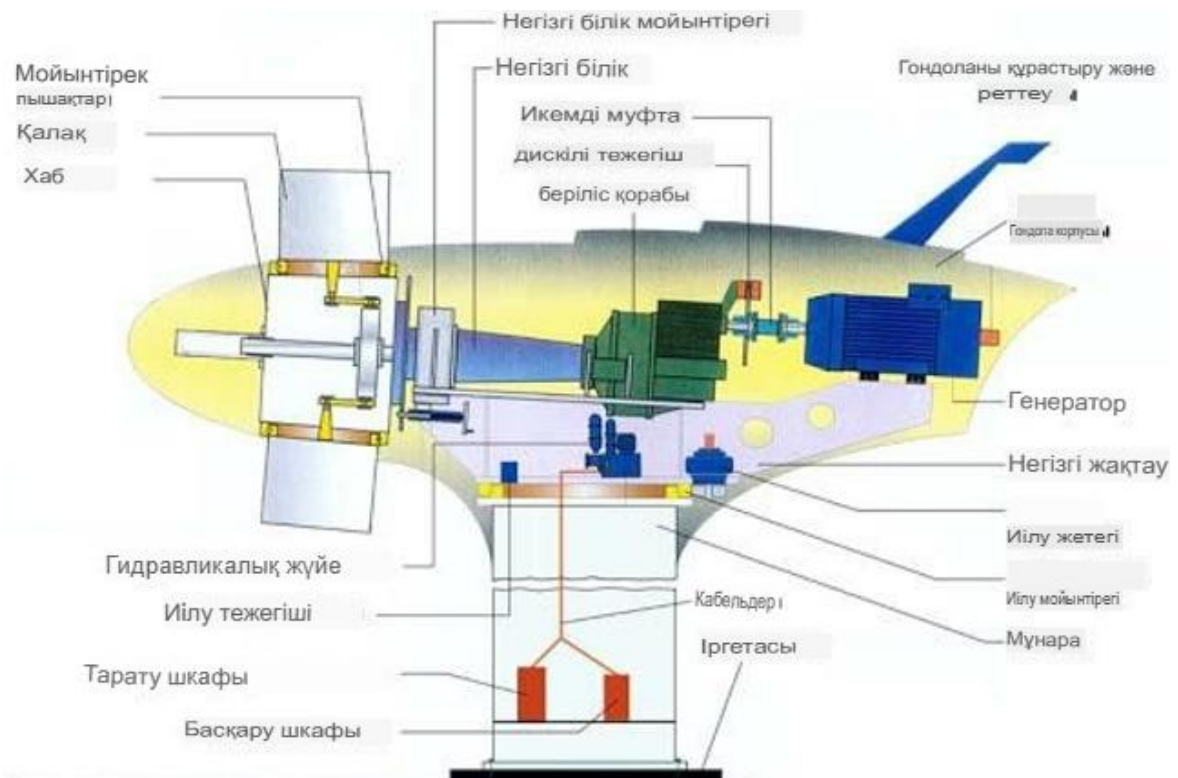
BP Statistical Review of World Energy мәліметтері бойынша, 2019 жылы әлемдік көлем жел энергетикасы қондырғылары (ЖЭҚ) өндірген электр энергиясы 1 270 ТВт·сағ (млрд кВт·сағ) құрады. Бір жыл ішінде өндірілген ЖЭО саны электр энергиясы 12,6% - ға өсті. Қытай көшбасшы елдердің үштігін құрады, АҚШ, Германия (Кесте 1.2). Global Wind Energy Council мәліметтері бойынша, 2019 жылдың аяғында ЖЭО өндіретін қуаттың ең көп үлесі Азияға тиесілі болды (44,8 %), Еуропа (31,4 %) және Солтүстік Америка (26 %). Осылайша, соңғы екі онжылдықта ғана әлемдік көлем өндірілетін ЖЭҚ электр энергиясының көлемі 30 есеге жуық өсті. ЖЭУ белгіленген қуаттылығы-шамамен 40 есе болады.

Кесте 1.2 – Әлемдік көлем жел энергетикалары

Мемлекет	Өндірілген ЖЭС көлемі электр энергиясы, ТВт·сағ	Жалпы әлемдік үлесі көлемі, %
Қытай	366	28,8
АҚШ	277	21,8
Германия	111,6	8,8

Отандық жел энергетикасын дамытудың ерекшелігі ЖЭС құрылысы негізінен Siemens gamesa Renewable Energy S. A., Vestas, Lagerwey сияқты шетелдік серіктестерді тарта отырып іске асырылатындығында. Айта кету керек, бұл фирмалардың айтарлықтай өндірістік тәжірибесі және жел энергетикасы индустриясының дамуындағы үлкен ғылыми жетістіктері бар.

Осы қаулының барлық оң әсерлері үшін мынаны мойындау керек, бірде бір дамыған мемлекет соңғы ғылыми әзірлемелер мен инновациялық индустриялық технологияларды екіншісінің аумағына көшірмейді. Қазақстанда моральдық тұрғыдан ескірген және жиі физикалық тозған жабдық жеткізіледі, ол өз мерзіміне қызмет етіп елеулі жаңғыртуды талап етеді. Сондықтан өзінің ғылыми базасын және оған сәйкес келетін қазіргі заманғы индустрияны дамыту экономикалық және стратегиялық міндет болып табылады.



1.8 - сурет – Генератор ішкі жүйесі

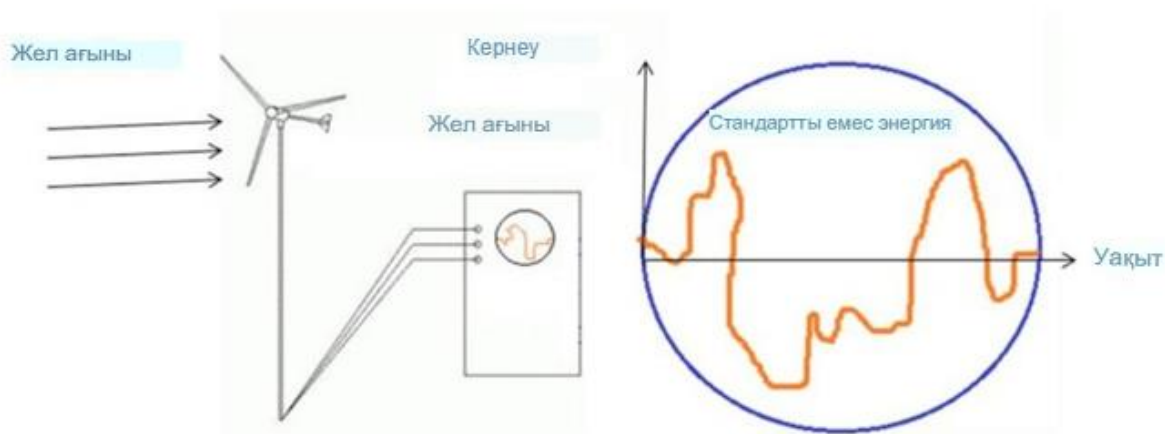
Жел Электро Станциясы күрделі техникалық құрылғылар мен агрегаттар кешені болып табылады.

Барлық техникалық және экономикалық көрсеткіштерді анықтайтын ЖЭҚ-тің ең күрделі, маңызды және қымбат бөлігі-генератор. Генератор түрін дұрыс таңдамау, белсенді бөліктердің геометриясын дұрыс оңтайландыру, электр машинасының төмен энергия тиімділігі қалған элементтерді жақсарту жоғалған жағдайға әкелуі мүмкін. ЖЭО-нің осы элементіне оны синтездеу мен талдауға бағытталған негізгі ғылыми күш пен жігер жұмсалуды керек.

Қазіргі уақытта ЖЭО-дің көптеген конструктивті орындалуы белгілі. Олар негізінен жел дөңгелегінің айналу осінің орналасуына, жел дөңгелегінің айналу жылдамдығына, жетек түріне (тікелей жетекті немесе редуктор арқылы), бағдарлау жүйесінің болуына немесе оның болмауына байланысты жіктеледі.

ЖЭҚ-тің конструктивтік нұсқаларының едәуір саны орнатудың әрбір нақты жағдайына қатысты жел энергиясын барынша оңтайлы пайдалануға қол жеткізуге мүмкіндік береді (А қосымшасын қараңыз). Дегенмен, желдің табиғаты бойынша тұрақсыз екенін түсіну керек: оның ағыны қозғалыс бағыты мен жылдамдығын үнемі өзгертеді. Осылайша, ЖЭҚ айналу жиілігінің өзгеруінің кең ауқымында жұмыс істеуі керек.

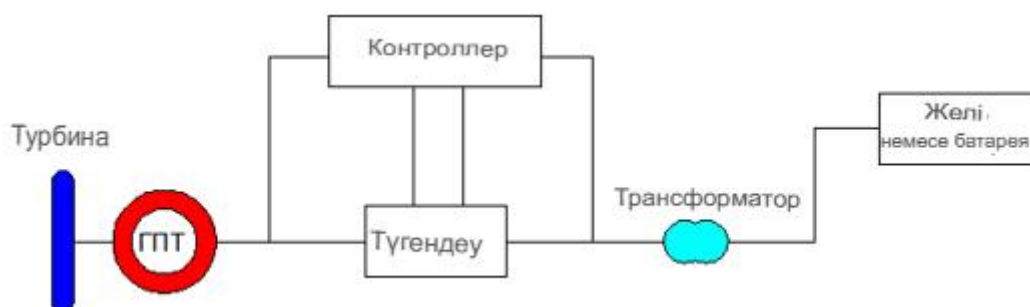
Электр машиналарының жалпы теориясынан генератор роторының айналу жылдамдығы электр энергиясының негізгі сипаттамаларына тікелей әсер ететіні белгілі. Осылайша, әртүрлі жылдамдықпен айнала отырып, генератор амплитудасы, жиілігі және фазасы бойынша айнымалы параметрлері бар кернеуді шығарады.



1.9 - сурет – Жел параметрлері өзгерген кезде электр энергиясын өндіру ағыны

Жел ағыны бағытының тұрақсыздығын жою мәселесі көлденең-осьтік ЖЭК үшін бағдарлау жүйесін қолдану және жел бағытына сезімтал емес тік айналу осі бар ЖЭК пайдалану арқылы шешіледі.

Тұрақты ток генераторы (ТТГ) негізіндегі ЖЭК құрылымдық схемасы 1.10-суретте келтірілген.



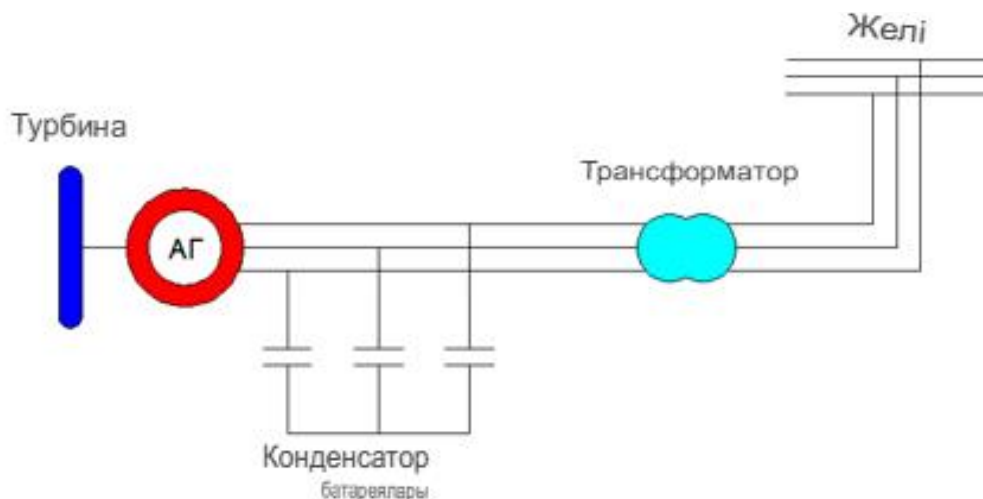
1.10 - сурет – ТТГ негізіндегі ЖЭК құрылымдық схемасы

Бұл ЖЭК турбинадан, ТТГ, тұрақты токты айнымалыға түрлендіруге арналған инвертордан, тұрақты токты қажетті жиілік пен амплитудадағы айнымалыға түрлендіруді басқаруға арналған Контроллерден, сондай-ақ трансформатордан (алып тастауға болады) тұрады. Тұрақты ток машинасына негізделген ЖЭК тұрақты техникалық қызмет көрсетуді қажет етеді. Олар щеткамен жұмыс істейтін коллектор мен коммутатордың (инвертор + контроллер) болуына байланысты өте қымбат және сенімсіз.

ЖЭО-дің бұл архитектурасы әлемде аса танымал болған жоқ. Бүгінгі күні ол тек төмен қуатты жел генераторлары ретінде қолданылады.

1.5.1 Асинхронды генератор

Бұл жүйелер желіге тікелей қосылған қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды генераторларды (АГ) пайдаланады. АГ негізіндегі ЖЭҚ құрылымдық схемасы 1.11-суретте көрсетілген.



1.11 - сурет – АГ негізіндегі ЖЭҚ құрылымдық схемасы

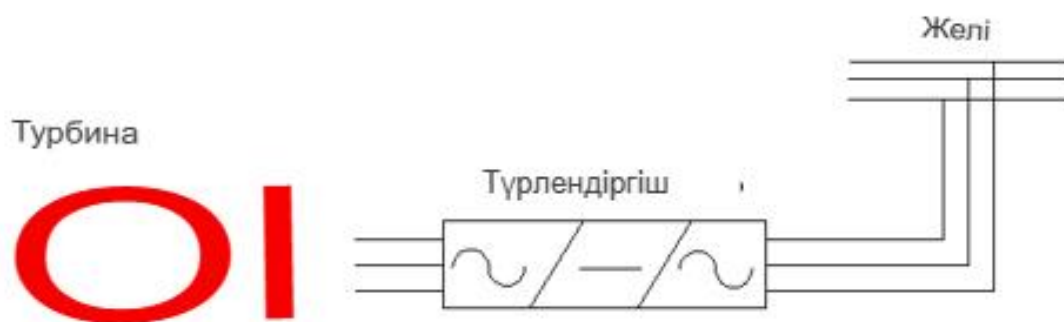
Бұл жүйенің кемшіліктерінің бірі-АГ өзінің қозу көзі жоқ және жұмыс істеуі үшін сыртқы желіден реактивті қуатты тұтыну қажет. Осылайша, желімен тікелей жұмыс істегенде, бұл генератор желінің өзінен реактивті қуатты тұтынады, бұл желінің қуат коэффициенті ($\cos \varphi$) сияқты маңызды параметрге теріс әсер етеді. Реактивті қуатты өтеу мақсатында, сондай-ақ офлайн режимде жұмыс істегенде, ЖЭҚ конденсаторлық батареялармен жабдықталған, бірақ олар өте қымбат және сенімсіз. Екінші кемшілігі - АГ машинаның магнит өрісінің айналу жылдамдығына қатысты ротордың жылдамдығын арттыратын белгілі бір желдерде ғана жұмыс істей алады. АГ фазалық ротормен де қолданылады, өйткені ротор тізбегіне әсер ету сырғанау мөлшерін өзгертуге мүмкіндік береді, бұл айналу жиілігінің кең диапазонында жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Еуропада бұл жүйе төмен және орташа қуатты жел генераторлары үшін негіз ретінде қабылданды, бірақ бұл кемшіліктер табиғатқа жатады бұл бағыттың қарқынды дамуына мүмкіндік бермейтін электр машинасы.

1.5.2 Синхронды генератор

Жел энергетикасы дамуының басынан бастап үш фазалы синхронды машина генераторлардың негізгі түрлерінің бірі ретінде қарастырылды. Оның конструктивті өнімділігі электромагниттік қозумен немесе тұрақты магниттермен келеді, бұл жақсы массалық сипаттамаларға қол жеткізуге мүмкіндік береді. Электр машиналарының бұл түрінің негізгі проблемасы-белгілі бір параметрлердің айнымалы тоқты генерациялау үшін (кернеу жиілігі

мен амплитудасы) ротордың тұрақты айналу жылдамдығын сақтау қажет. Электромагниттік қозу жағдайында қозу орамасының тогымен реттелетін қозудың өзгеруіне байланысты белгілі бір аралықта пайда болған қозу амплитудасын ұстап тұру мүмкіндігі бар. Алайда, айналу жылдамдығы өзгерген кезде белгілі бір кернеу жиілігін ұстап тұруға қосымша құрылғыларды қолданбай қол жеткізу мүмкін емес. Синхронды генератор (СГ) негізіндегі ЖЭК құрылымдық схемасы 1.12-суретте келтірілген.



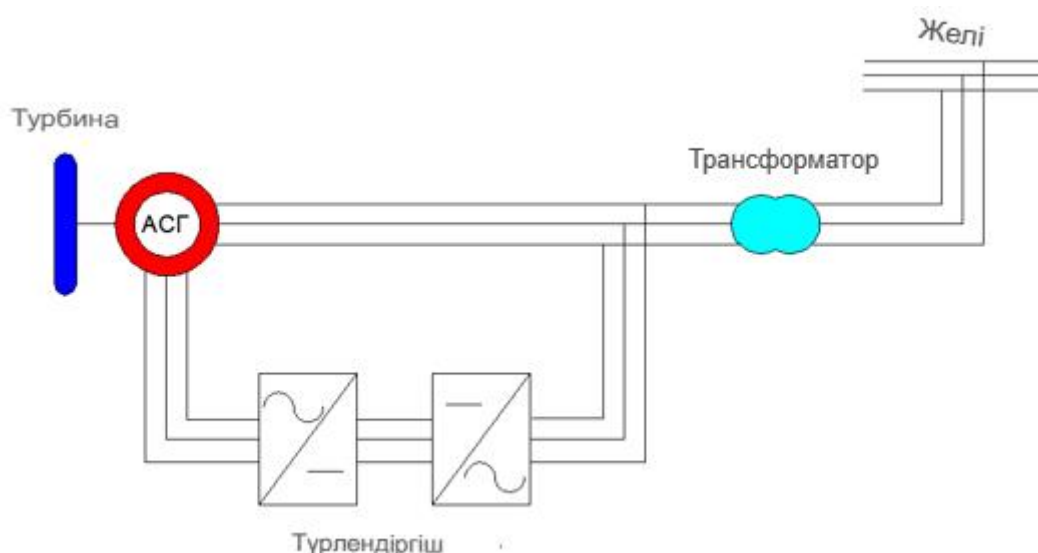
1.12 - сурет – СГ негізіндегі ЖЭК құрылымдық схемасы

Тізбектен көріп отырғаныңыздай, ЖЭК құрамына турбина мен генератордың өзінен басқа электронды жиілік түрлендіргіші кіреді. Бұл түрлендіргіш бастапқыда пайда болған кернеуді түзетеді, содан кейін оны берілген параметрлермен айнималы кернеуге айналдырады.

Қазіргі уақытта жел генераторларының бұл түрі әртүрлі қуаттылықтағы жел қондырғыларында кеңінен қолданылады. Алайда, қуатты электрониканың шектеулі мүмкіндіктеріне байланысты жоғары қуатты ЖЭО-да аз қолданылады. Сонымен қатар, түрлендіру сатыларының көп саны генерациялау жүйесінің жалпы тиімділігін төмендетеді.

1.13 - суретте Асинхрондалған синхронды генератор (Қос қуат машинасы)

Жақында қосарланған қуат машинасы (DFIG) немесе асинхрондалған синхронды генератор (АСГ) WEU жүйелерінде ерекше танымалдылыққа ие болды. Дизайн бойынша бұл фазалық роторы бар асинхронды машина (в қосымшасын қараңыз), бірақ АСГ-ны желіге қосу тәсілі мүлдем басқаша. Статор орамасы желіге тікелей қосылады, ал ротор орамасы, әдетте, РН арқылы желіге қосылады. АСГ негізіндегі ЖЭК құрылымдық схемасы 1.13 -суретте көрсетілген.



1.13 - сурет – АСГ негізіндегі ЖЭҚ құрылымдық схемасы

Генератордың бұл түрі үш жұмыс режимінде жұмыс істей алады:

- 1) ротордың синхронды айналу жылдамдығы: қажетті жиіліктегі электр қуаты желіден роторға беріледі, бұл сәйкесінше статор орамасынан желіге өтетін энергия ағынын жасайды;
- 2) ротордың синхронды айналу жылдамдығы: ротор орамасына тұрақты кернеу беріледі және ол синхронды генератор режимінде жұмыс істейді;
- 3) ротордың аса синхронды айналу жылдамдығы олар: айналу жылдамдығындағы жұмыс режиміне ұқсас, синхрондыдан аз, бірақ ротор өрісінің айналу бағыты керісінше.

Берілген электр машинасы ротордың айналу жиілігінің кең диапазонында ($\pm 30\%$) тұрақты параметрлері бар электр энергиясын өндіру мүмкіндігіне және аз қуат өтетін қоздыру тізбегі бойынша реактивті қуат ағындарын басқару мүмкіндігіне ие, бұл сәйкесінше электронды түрлендіргіштің өлшемдері мен құнына әсер етеді. Бұл айрықша ерекшеліктер қосарланған қоректендіру машинасын ЖЭҚ-те пайдалану үшін ең тартымды және тиімді етеді, нәтижесінде 2015 жылға қарай АСГ жел генераторларының белгіленген қуатының шамамен 85% - иеленді. Генераторлардың бұл түрінің кемшілігі-ротор тізбегіне ток беру үшін уақытты қажет ететін техникалық қызмет көрсетуді қажет ететін щетка контактісінің болуы.

Қазіргі уақытта әлемде жоғары қуатты жел қондырғылары үшін АСГ сериялық өндірісін құрған екі ірі компания жұмыс істейді-бұл еуропалық АВВ және Siemens фирмалары.



1.14 - сурет – АBB Қос қуат генераторының сыртқы түрі

Siemens 0,6-дан 10 МВт-қа дейінгі генераторларды ұсынады. Қуаты 1,25 МВт – қа дейінгі генераторларда салқындатудың ауа түрі бар, 1,25 МВт-тан жоғары-су. Siemens өндірген генераторлар үшін тиімділік қуатқа байланысты шамамен 98 % құрайды және сыртқы түрі 1.15-суретте көрсетілген.

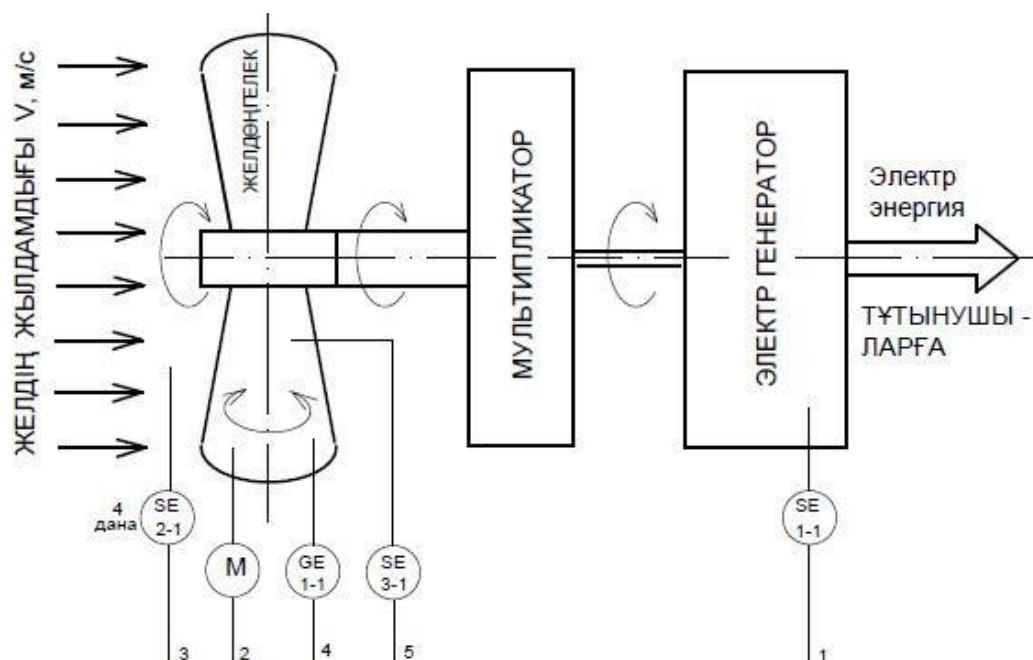


1.15 - сурет – Siemens фирмасының Қос қуат генераторлары:
а) қуаты 2,5 МВт; б) қуаты 5,3 МВт

Қазіргі уақытта АСГ нұсқасы үлкен қуаттылықтағы ЖЭҚ-те ең көп қолданылады. Алайда, ол жылжымалы байланыстың болуымен байланысты техникалық кемшілікке ие және оны жеңу үшін шешімдер іздеуге мәжбүр етеді.

1.6 Жел генераторының автоматтандырудың функционалды сұлбасы

Жел генераторының автоматтандырудың функционалды сұлбасы – технологиялық үрдістерді автоматтандырудың және желдің күшінен электр энергиясын өндірудің нақты функционалды құрлымын көрсететін жобалау құжаты. Жел генераторының автоматты басқару жүйесінің толық функционалды сұлбасы бойынша істелінгені 1.16-суретте көрсетілген.



		1	2	3	4	5
Жергілікті орынға орналасуы		ST 1-2		ST 2-2 4 дана	GT 1-2	ST 3-2
Щитке орналасуы						
PLC	A10					
	A11					
	A12					
	A13					
	DO					

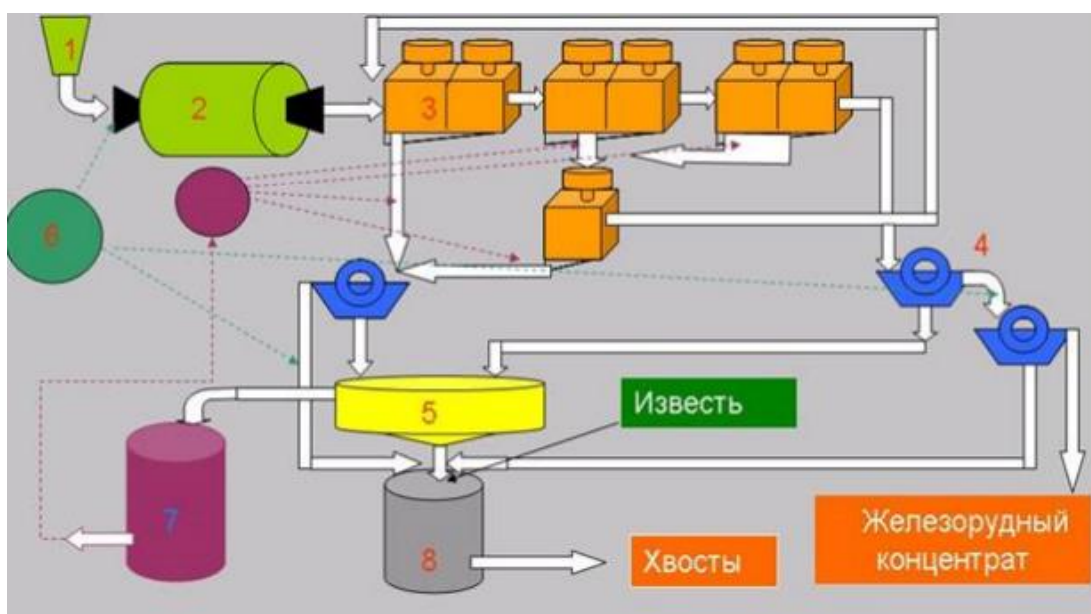
1.16 - сурет – Жел генераторының автоматтандырудың функционалды сұлбасы

мұндағы (SE 1-1) Электр генераторындағы айналу жылдамдығы, (SE 2-1) ротордың жылдамдығы, (M) қозғалтқыш, (SE 3-1) қозғалтқыш жылдамдығы, (GE) бастапқы көрсететін аспап.

2 Есептік бөлім

2.1 Өндірістік объектіні таңдау

Эксперимент тұрғысынан біз жел қондырғысын таңдаймыз. Өнеркәсіптік қосалқы кәсіпорындар өндіріске қатысты, осылайша өндіріс жаппай тоқтату тәуекелдерін азайтады. Баламалы энергия көзі ретінде цех(орын) пайдаланылады - ол 'АрселорМиттал Теміртау' АҚ ұсақтау-байыту фабрикасы. Ұсақтау-байыту цехтарының зауыттар біріндегі технология процесінің жоспары 2.1-суретте көрсетілген.



2.1 - сурет – Орынның технологиялық процесінің жоспары

2.1 – суретте: 1-бастапқы кен бункері-1 бірлік; 2-КСД ұсақышы - 2200 А-1 бірлік.; ФПМ-63 флотомашинасы, Конвейер-6, 7-КСД-1750т ұсақыш, 5-диірмен МШР 60 × 80, ГИТ-61а -4 экраны, ұсақталған кен бункері, Ц-15 Қоюландырғышы.

Осы өндірістен алынған құжаттамадан технологияда келтірілген құрылғылардың номиналды қуаты мен жұмысы процесте белгілі болды. Осы деректердің көмегімен біз ұнтақтау-байыту фабрикасының цехтарының біреуінің электр тұтынуын есептейміз. Максималды қуат тұтыну бұл есептеуді есептеуге мүмкіндік береді.

Кесте 2.1 – электр қабылдағыштардың жұмысы және энергияны тұтыну туралы мәліметтер келтірілген

Электр аспабы	Орнатылған қуат, Вт	Лезде қуат тұтыну, Вт			
		Таңертең	Күндіз	Кеш	Түн
КСД-2200 А ұсатқыш	25000	25000	25000	0	0
FPM флотомашинасы	7500	7500	7500	7500	7500
OZSM ТК-24А типті таспалы конвейер	4000	4000	4000	4000	0
КСД-1750Т ұсатқыш	75000	75000	75000	75000	0
Диірмен MSHR 60 × 80	20000	20000	20000	0	0
ГИТ-61А дауысы	18000	18000	18000	18000	0
Ц-15 Қалыңдатқышы	5500	5500	0	5500	5500
Рп шыңында жиыны:	155000	155000	14950 0	110000	13000

Біз 2.1-кестеде келтірілген деректерді талдаймыз.

Электр жабдықтары тұтынатын максималды қуат таңертең Ұсақтау-байыту комбинаттарының:

$$P_{\text{пик}}=155000 \text{ Вт} \quad (2.1)$$

Жел қондырғысының құрамындағы инвертордың қуаты болмауы тиіс мән $P_{\text{и}} > 155000$ мәнінен аз.

Инвертордың шамамен қуаты:

$$P_{\text{и}} = 160 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

Алынған деректер арқылы жасалынып жатырған генератордың сол жердегі күнделікті электр тұтынуын аламыз.

Ұсақтау-байыту цехы тәулігіне тұтынатын энергия мөлшері:

$$E_{\text{сут}}=402880 \text{ Вт}\cdot\text{сағ} \quad (2.3)$$

Бір сағат ішінде цех тұтынатын энергия мөлшері:

$$E_{\text{час}}=\frac{E_{\text{сут}}}{24}=\frac{402880}{24}=16786 \text{ Вт}\cdot\text{сағ} \quad (2.4)$$

Біз ұсақтау және байыту цехын электр қуатымен қамтамасыз ете алатын жел қондырғысының номиналды қуатын анықтаймыз.

Жел қондырғысы дамытуы керек қуатты электр энергиясының сағаттық көлемін сол бір сағаттық уақытқа бөлу жолымен анықтауға болады:

$$P_{\text{спец}}=\frac{E_{\text{час}}}{1}=\frac{16786}{1}=16786 \text{ Вт.} \quad (2.5)$$

Есептеулердің нәтижесі келесі параметрлер анықталды:

- Электрмен жабдықтау объектілері;
- Олардың деректері бойынша таңдалатын болады жел электр станциясы;
- Ұсақтау-байыту орнының ең жоғары қуаты;
- Сол орын тәулігіне тұтынатын энергия мөлшері;
- Желдің номиналды қуаты.

Орынның ең жоғары тәуліктік қуатының шамасы $P_B=155000$ Вт. Инвертордың қуаты $P_{\text{и}}=160$ кВт-тан кем болмауы керек. Тәулігіне цех тұтынатын энергия мөлшері деңгейде $E_{\text{сут}}=402880$ Вт/сағ тең. Бұл мән таңдау кезінде басшылыққа алынып жабдықтарды жинақтау және аккумулятор сыйымдылығын есептелуі керек.

2.2 Жел электр станциясының параметрлерін таңдау және есептеу

Жел ағынының энергия потенциалы белгілі бір берілген жерден биіктікте есептеледі. Жел ағынының энергиясы бізде жылдамдықпен сипатталады. Энергетикалық жел энергетикасының сипаттамалары кездейсоқ өзгеріс ретінде сипатталады. Берілген уақытты іріктеу ықтималдығы негізгі әдіс болып табылады, анықталған барлық параметрлер іріктеу аралығын тәуелсіз тұрақтылар деп санауға болады, ал уақыт аралығы әдетте сағат, күн, ай, жыл ретінде қолданылады. Электр энергиясын өндіру үшін осы саладағы желдің әлеуеті өте маңызды көрсеткіш болады. Метеорологиялық деректер негізінде бақылаулар, бағыттар және желдің қарқындылығы арнайы дайындалды. Негізгі көрсеткіштер жел энергетикасы қорларынан алынды. Олар:

- Жылына желдің орташа жылдамдығы, тәулігіне және жылына желдің жылдамдығы;
- Жылдамдықтың өзгеруі, беріліс функциясының түрі және жылдамдық параметрлері емес жел;

- Нақты жел ағыны және қуат;
- Аймақтық жел энергетикасы ресурстары.

Белгілі бір желдің орташа жылдамдығы туралы ақпарат ауданы сенімді болды, оны жүйелі түрде бақылау қажет емес. Есептеуде 10 жыл аралығындағы деректер ұсынылады. Есептеу кезінде қолданылатын желдің жылдамдығы белгіленген аралықпен жазылған бақылаулардың орташалануы: 1 күннен бастап 10 жылға дейін болды.

$$V_{CP} = \frac{1}{n_{i=1}} = V_i \quad (2.6)$$

мұндағы V_i - i өлшеу аралығындағы желдің жылдамдығы; n -өлшеу аралықтарының саны.

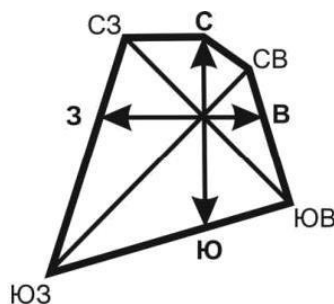
Үздіксіз бақылау нәтижелерін NASA ғарыш агенттігі электрондық дерекқорында ұсынған. Ол күніне бірнеше рет белгілі бір метеостанциялардан күнделікті өлшеуді жинайды. Электрондық деректер базасы ұсынған деректерге сәйкес Қарағанды облысында желдің орташа жылдық жылдамдығы 6,5-7,0 м/с құрады.

Жел жылдамдығының сандық бағалау үшін орташа жылдамдықтың вариация коэффициенті қолданылады, ол осылай анықталады:

$$C_V = \frac{S_V}{V_{CP}} \quad (2.7)$$

Бұл жерде S_V -желдің жылдамдығының орташа квадраттық ауытқуының орташа мәні; V_{CP} - зерттелген уақыт кезеңіндегі желдің орташа жылдамдығы.

Желдің жылдамдығы желді орнату мүмкіндігінің көрсеткіші ретінде белгілі бір аудандағы электр станциялары. Стандартты минималды жылдамдық - бұл шама. Желдің жылдамдығымен заманауи жел турбиналарын айналдыру және олардың номиналды қуатын жасау керек. Желдің өту бағытын бағалау үшін жел диаграммасы қабылданады, оның сәулелену ұзындығы желдің бағыты диаграммасының центрінен әр бағытта жиілікке пропорционалды. Жел электр станциясын салу кезінде ескеру қажет дүние таңдалған жерде желдің басым бағытын зерттелуі.



2.2 - сурет – Жел раушаны

Осылайша, жел электр станциясын орнатудың ұсынылған орны жел энергиясының әлеуетін келесі зерттеулердің нәтижелерін сипаттайды:

- 5-10 жыл, орташа тәуліктік, айлық және жылдық метеорологиялық бақылаулар негізінде желдің орташа жылдамдығын анықтау.

- Айына желдің орташа жылдамдығы жел турбинының мұнарасының болжамды биіктігіне айналады.

- Жел қозғалтқышының осі бойынша жел жылдамдығының градиент бойынша бөліну биіктігі жыл сайын ай сайын.

- Зерттелетін ауданда жел раушанының диаграммасын құру.

Жел сипаттамасының есептелген деректері бойынша жел электр қондырғысын оңтайлы таңдап, оны таңдалған өндірістің қуат жүйесіне қосуға болады.

Кейбір мәндерде жел генераторын тұрмыстық өнім деп санауға болады, өйткені ол орнатуға және іске қосуға рұқсатты қажет етпейді. Бұл жел энергетикасының маңызды артықшылығы болып саналады. Жел турбиналарын кез-келген манипуляциясыз орнатуға болады, бірақ арнайы әкімшілік рұқсаттармен олар негізгі желіден болмаған кезде электр энергиясының толық өндірілуін қамтамасыз ете алады. Жел турбиналары отынды қажет етпейді, атмосфера мен табиғатты ластамайды, шамадан тыс шу шығармайды.

Жел турбиналарын негізгі қуат көзі өшірілген кезде немесе тұтынушыларға резервтік қуат көзі ретінде, сондай-ақ қолма-қол ақшаны үнемдеу үшін электр энергиясының қымбаттауы кезінде пайдалануға болады.

Жел қондырғысының сипаттамалары өндірілетін электр энергиясының массасынан және жел турбинында орнатудың ұсынылған орнынан байланысты. Таңдалған аймақта жел шыршаның орташа жылдық жылдамдығының әлеуетімен сипатталады.

Жел диірмені жасай алатын энергия мөлшері мыналарға байланысты айналмалы доңғалақтың бетінен желмен оралған. Аудан винттің радиусымен (немесе диаметрімен) есептеледі. Жел турбиналары шығаратын ағын жылдамдығы мен қуаттың арақатынасы келесі өрнекті анықтайды:

$$P_{эл} = \xi 0,5\pi R^2 \rho V_{CP}^3 \eta \quad (2.8)$$

мұндағы ξ – желдің энергиясын өнімді пайдалану коэффициенті;

R - желдің дөңгелек радиусы, м;

ρ – ауадағы тығыздық (орташа $\rho = 1,2041$ кг/м³);

V_{CP} - жел орташа жылдамдығы, м/с;

η - Электромеханикалық түрлендіргіштің тиімділігі ($\eta = 0,7 - 0,9$).

Жұмыста жел генераторының моделін таңдау керек сол үшін өлшемдерді анықтаймыз.

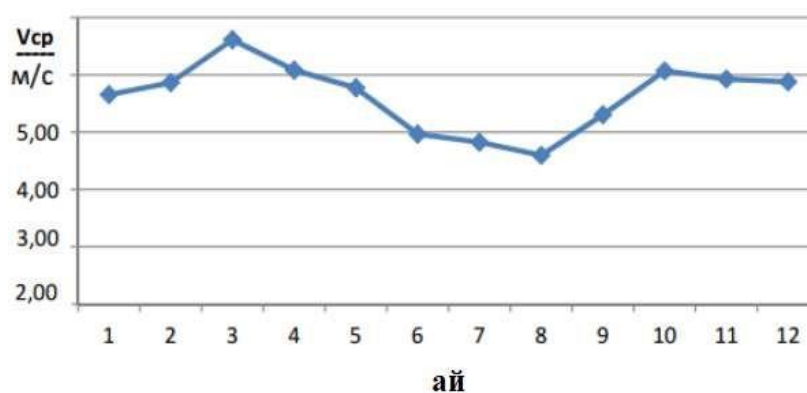
- Орнату алаңындағы желдің орташа жылдық жылдамдығы.

- Өндірілетін электр қуатының мөлшері.

- Желдің бастапқы жылдамдығының мәні, әр түрлі модельдер үшін 3-ден 5 м/с-қа дейін өзгереді.

- Жел номиналды жылдамдығы, әдетте 7-16 м/с.

Желдің орташа жылдық жылдамдығы шкаланың көмегімен анықталады
2.3-суретте көрсетілген жел генераторын орнатуға жоспарланған алаңда жыл бойы желдің көрінетін әсерін бақылау арқылы Бофорт шкаласымен деректер алынған.



2.3 - сурет – Айлық көрсеткіш бойынша жел орташа жылдамдығы

Бофорт шкаласы мен жел орташа жылдық жылдамдығы және метеобақылау деректер көрсеткіші бойынша $v_{CP} = 6$ м/с құрайды.

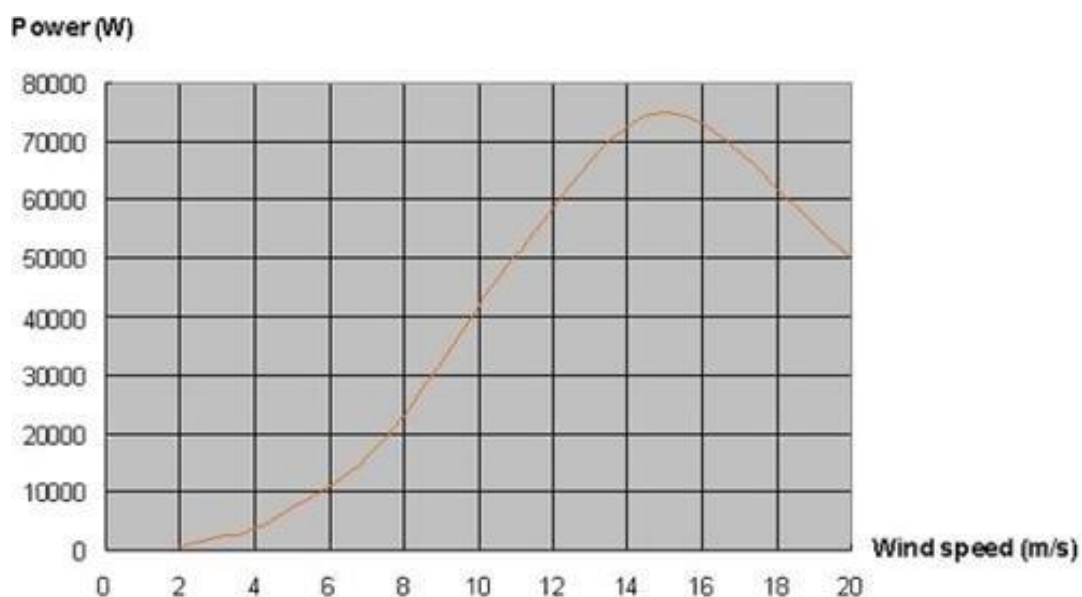
Жел генераторын таңдау үшін қуат сипаттамасын қолдануға болады. Ол ЖЭО мүмкіндіктерін көрнекі түрде көрсетеді және пайда болатын электр қуаты желдің жылдамдығына тәуелділік графигін көрсетеді. Өндірушілер ұсынған деректерді талдау негізінде, орынды электрмен қамтамасыз ету үшін WH7-5000 типіндегі жел қондырғысын алдымен таңдап аламыз.



2.4 - сурет – WH7-5000 жел генераторы

WH7-5000 жел генераторы 5 кВт номиналды қуатқа ие генератор. Жел жылдамдығы бастапқыда 2,5 м/с болғанда жұмыс істейді. Желдің орташа

жылдық жылдамдығында 5-6 м/с болса өндірілетін қуат шамамен 10 кВт құрайды. 16786 Вт қуат өндіру үшін кем дегенде екі жел турбины қажет: $2 \cdot 10000 \geq 16786$ Вт. 2.5-суретте ЖЭК-тің қуат сипаттамасы өрнектелген.



2.5 - сурет – Жел генераторының қуат сипаттамасы WH7-5000

Weswen жел генераторлары патенттелген магниттік материал және мыс, алюминий және болаттан жасалған арнайы қорытпаларды қолданудың арқасында әлемдегі ең мықты болып табылады. Бұл генератор басқа модельдер сынды көп энергия бере алады.

Кесте 2.2 – Weswen 7-5000 жел генераторының техникалық сипаттамасы

Қуат , номиналды	5000 Вт
Қуат , максималды шығыс	7500 Вт
Зарядтау кернеуі тұрақты тоғы	180 В
Шығыс кернеуі айнымалы тоғы 180 В	180 В
Пышақтар саны	3
Қалақ материалы	Шыны талшығына ұқсас күшейтілген пластик
Диаметрлі тірек бұрандасының қалақтары	6,4 м
Желдің бастапқы жылдамдығы	2,5 м / с
Желдің номиналды жылдамдығы	10 м / с
Номиналды айналу жылдамдығы	240

2.2 кестенің жалғасы

Жылдамдықты реттеу (қорғау)	Механика + қолмен
Жел энергиясының коэффициенті	40%
Генератор шығысы	Айнымалы тоқ үш фазалы
Кернеу шығу жиілігі	0-360Гц
Есептік тоғы	20.0 А
Максималды тоғы (қысқа)	32 А
Шудың деңгейі (жел жылдамдығы 5 м/с)	34 дБ
Генератор түрлендіру тиімділігі	80%
Еркін діңгек диаметрі	Ø495· Ø185/2шт.
Діңгектің биіктігі	12 м
Ұсынылатын батареялар	400/ 600 А*сағ

2.3 Жел электр қондырғысын математикалық модельдеу

ЖЭУ-дің жұмыс қабілеттілігін бағалауды ең көп қолданылатындардың бірін қолдана отырып жүргіземіз ол универсалды және актуалды зерттеу әдісі-математикалық модельдеу. Зерттеу жасау үшін алдымен біз математикалық модельдеу жасауымыз керек. Ол үшін таңдалған Weswen 7-5000 көлденең жел генераторының қарастырамыз.

Дифференциалды теңдеу жел генератор қозғалысы келесідей болады:

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_B - M_T - k_{тр} \omega \quad (2.9)$$

мұндағы J - генератор білігіне келтірілген жалпы инерция моменті, кг·м²;

M_B - жел дөңгелегінің механикалық моменті, Н·м;

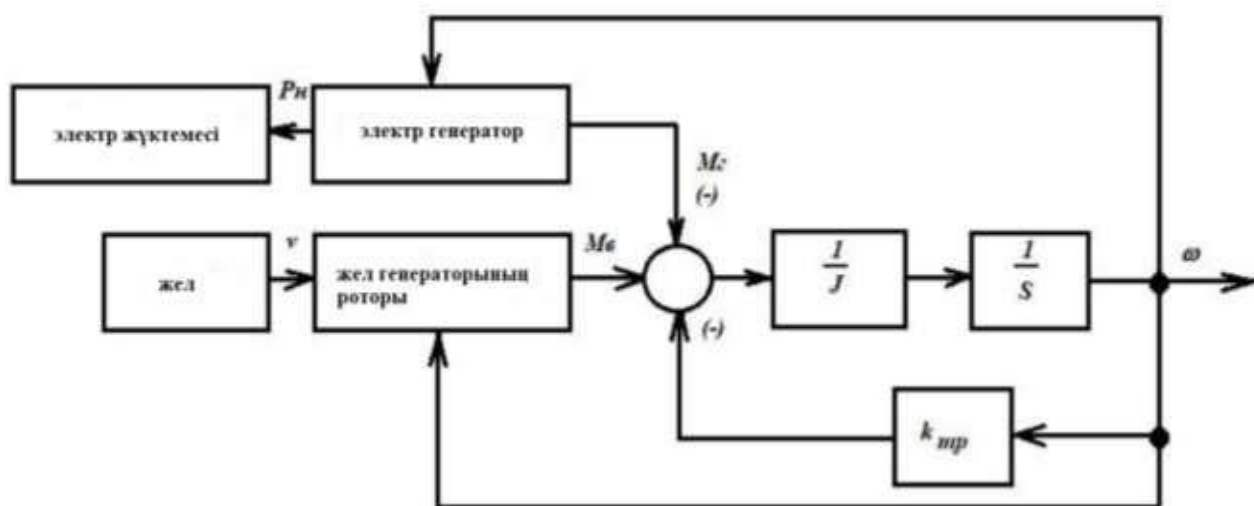
M_T - электр генераторының электромагниттік моменті, Н·м;

ω - генератор білігінің айналу жиілігі, рад·с.

$S = \frac{d}{dt}$ ауыстыруды орындағаннан кейін (2.9) теңдеуді оператор түрінде жазамыз:

$$J s \omega = M_B - M_T - k_{тр} \omega \quad (2.10)$$

2.6 - суретте жұмысты сипаттайтын құрылымдық схема көрсетілген.



2.6 - сурет – Жел электр станциясының құрылымдық схемасы

Жел генераторының механикалық бөлігі үшін беріліс функциясын табу керек:

$$\frac{\omega(s)}{M_{\text{рез}} s} = \frac{1 J s}{1 + k_{\text{ТР}} \cdot 1 J s} \quad (2.11)$$

мұндағы $M_{\text{рез}} s = M_{\text{в}} - M_{\text{Г}}$ - электр генераторының білігіндегі жел дөңгелегінің айналуынан және синхронды генератордың электромагниттік моментінің әсерінен пайда болатын момент.

Өрнектің алымы мен бөлгішін (2.11) $J s$ -ға көбейтіп, келесі өрнекті аламыз:

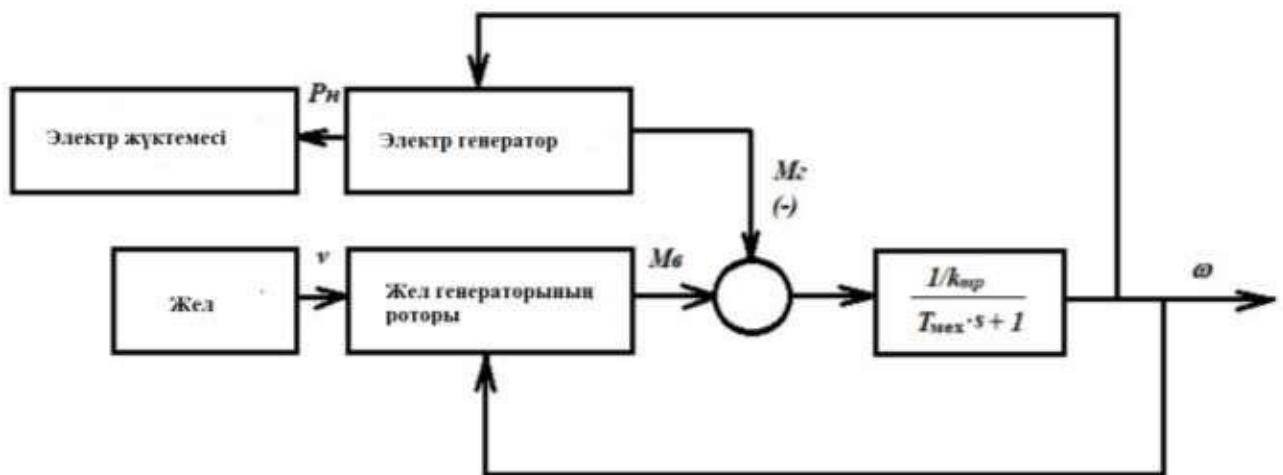
$$\frac{\omega(s)}{M_{\text{рез}} s} = \frac{1 J s}{1 + k_{\text{ТР}} \cdot 1 J s} = \frac{1}{J s + k_{\text{ТР}}} \quad (2.12)$$

Бөлгіштегі коэффициентті $k_{\text{ТР}}$ жақшасынан шығарайық, $\frac{\omega(s)}{M_{\text{рез}} s}$ беру функциясы үшін мына өрнекті аламыз.

$$\frac{\omega(s)}{M_{\text{рез}} s} = \frac{1 k_{\text{ТР}}}{T_{\text{мех}} s + 1} \quad (2.13)$$

мұндағы $T_{\text{мех}} = \frac{J}{k_{\text{ТР}}}$ - механикалық бөліктің уақыт константасы жел генераторы.

Енгізілген жеңілдетулерді құрылымдық диаграммада 2.7-сурет түрінде көрсетейік.



2.7 - сурет – Механикалық бөлікті жеңілдететін жел қондырғысының құрылымдық схемасы

Жел дөңгелегі жасайтын механикалық момент оның радиусы (R), ауа тығыздығы (ρ) және жел жылдамдығы (v) осыған байланысты болады:

$$M_B = \rho \pi R^3 v^2 C_p \quad (2.14)$$

Бұл формула C_p жел дөңгелегінің қуат коэффициенті болып кірді, оның шамасы жылдамдық (λ) және пышақтардың бұрышы (β) сияқты коэффициенттермен сызықтық емес байланыста болады.

Жел генератор мәліметі бойынша:

Қуат пайдалану коэффициенті $C_p = 0,4$;

Жел дөңгелегінің радиусы $R = 3,2$ м;

Номинал айналу жылдамдығы $\omega = 25,13$ рад/с;

Максималды жылдамдық $v = 20$ м/с ;

Ауаның тығыздығы $\rho = 1,25$ кг/м³.

Көрсетілген параметрлерді (2.11) формулаға ауыстырғаннан кейін біз электр генераторының білігіндегі мотор моментінің мәнін аламыз:

$$M_B = 24,69 \cdot v^2 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (2.15)$$

Инерцияның жалпы моменті генератор білігі мен жел дөңгелегі оның инерция моменттерінің қосындысына тең болады. Жел дөңгелегінің диаметрі электр генераторының роторының диаметрінен үлкен болғандықтан, модельдеу кезінде біз тек жел дөңгелегінің инерция моменті мәнін қолданамыз:

$$J = \frac{G \cdot D^2}{12} = \frac{2 \cdot 6,4^2}{12} = 6,8 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 \quad (2.16)$$

Жел электр станциясының номиналды қуатының 2-5% үйкеліс

коэффициенті құрайды, бұл шамамен

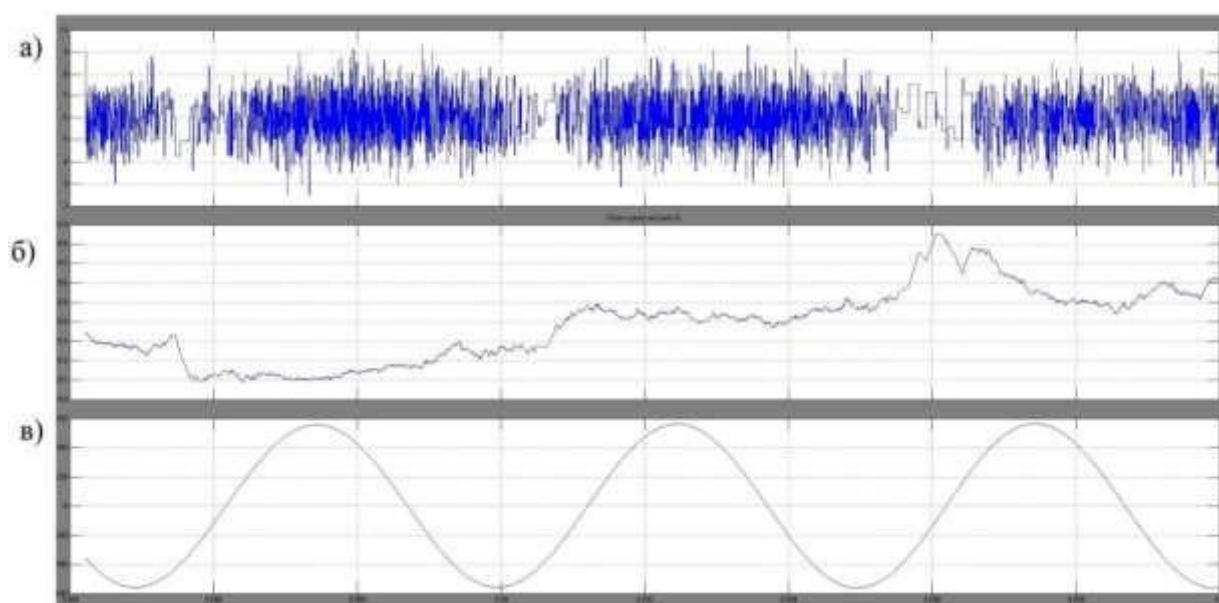
$$k_{Tp} \approx 0,02 \cdot P_{ном} = 0,038 \cdot 5 = 0,019. \quad (2.17)$$

Модельді Matlab программасының Simulink қосымшасында жасадым.

1) Модельдеу үшін біз қалыпты болған кездейсоқ шамалардың генераторын қолданамыз. Кездейсоқ тізбектің орташа мәні орын аумағындағы желдің орташа жылдық жылдамдығына сәйкес келу керек болады. (5-6 м/с).

2) Екіншіде генераторды модельдеу үшін біз SimPowerSystem кітапханасынан(библиотекасын) осы элементтердің виртуалды блоктарын қолданамыз.

Модельдеу нәтижелері 2.8-суретте көрсетілген.

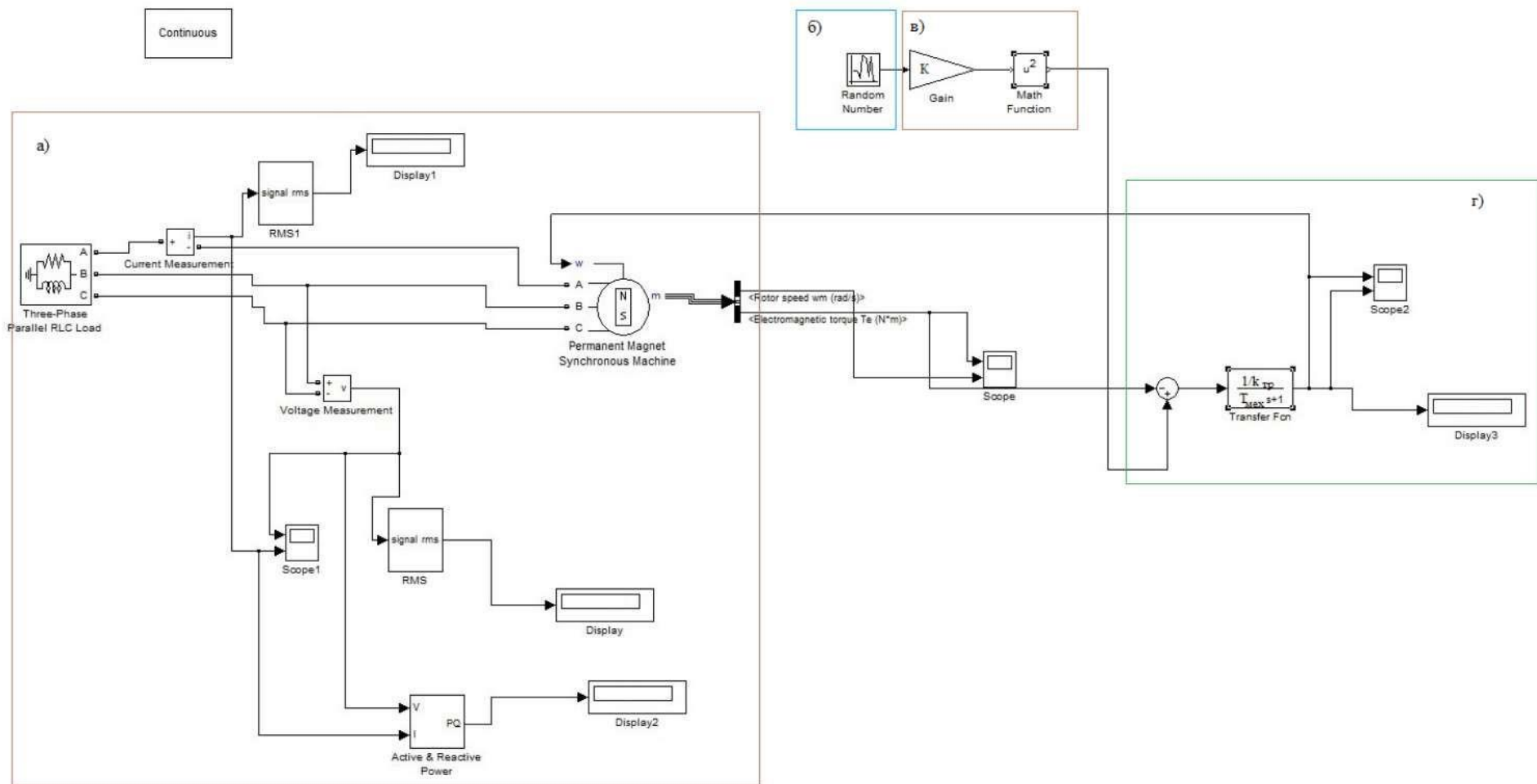


2.8-сурет – Модельдеудің нәтижесі

мұндағы а-жел жылдамдығы, б-синхронды генератор білігінің айналу жылдамдығы, в-генерацияланған кернеу.

Графиктен көріп отырғанымыздай, электр генераторының айналу жылдамдығы жел жылдамдығының өзгеруіне сәйкес келіп өзгеріп тұр. Біздегі жасалған нәтижеміз шындыққа жанасады. Сол үшін бұл модель қиын мәселелерді шешудің негізі ретінде қолдана аламыз. Мысалы, ω -ты электр генераторының айналу жиілігін тұрақтандыруда тізбекті жобалау үшін қолдана аламыз.

Берілген 2.9-суретте виртуалды схемада осындай құрылымдық бөліктер көрсетілген: а- жүктеме және электр генераторы; б-жел; в-жел дөңгелегінің көрінісі; г-механикалық бөлігі.



2.9-сурет – Matlab программасы арқылы Simulink қосымшасындағы жел электр қондырғысының моделі

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыста орташа қуатты жел электр станциясына арналған генераторды зерттеу және әзірлеу жүргізілді. Жұмыстың негізгі мақсаты жел энергетикасы бойынша орташа қондырғыларда қолдануға қабілетті тиімді және сенімді генератор құру болды. Жел қондырғылары үшін генераторларда қолданылатын қолданыстағы технологиялар мен әдістерді талдау орташа қуатты генераторға қойылатын негізгі талаптарды анықтауға мүмкіндік берді. Бұл талаптарға жоғары тиімділік, жұмыс тұрақтылығы, достықамдылық және сенімділік кіреді. Жүргізілген талдау негізінде озық технологиялар мен инженерлік шешімдерге негізделген жаңа генератор тұжырымдамасы әзірленді. Генераторлардың әртүрлі түрлері, соның ішінде тұрақты магниттік генераторлар және тұрақты магниттерден немесе сыртқы қуат көзінен қозған синхронды генераторлар қарастырылды.

Генератордың жұмысын есептеулер мен модельдеу әр түрлі жұмыс жағдайлары мен оның жұмысына әсер ететін факторларды ескерді. Жел энергиясын электр энергиясына айналдыруға байланысты процестерді оңтайландыру жүйенің жалпы тиімділігін арттыруға мүмкіндік берді. Әзірленген генератор жел электр станцияларының орташа қуатының талаптарына сәйкес келеді және жүргізілген эксперименттер шеңберінде жақсы өнімділік пен жұмыс тиімділігін көрсетті. Алайда оның өнімділігі мен сенімділігін толық бағалау үшін нақты жұмыс жағдайында қосымша сынақтар мен зерттеулер жүргізу қажет. Өндірістік масштабтағы энергияны үнемдеу бағдарламасы бойынша негізгі энергия жүйесінен электр энергиясын тұтыну оңтайландырылуы керек. Осы мақсатта осы жұмыста ЖЭК қолдану арқылы автономды, баламалы және резервтік электрмен жабдықтауды қолдану ұсынылды. Simulink блоктарының бөлігі болып табылатын `simpowersystems` кітапханасының Matlab бағдарламалық қосымшасында виртуалды типтегі синхронды генераторды қамтитын жел қондырғысының математикалық бейнесі әзірленді, ол таңдалған `weswen7-5000W` жел қондырғысының сипаттамасын ескереді, сонымен қатар жел генераторының механикалық бөлігінің процестерін және жел ағынының қозғалысын имитациялайды. Жел электр қондырғыларының бұл моделін жеке және энергетикалық жүйелерден алыс тау-кен өндірісінің тұтынушылары үшін автономды, авариялық және резервтік қуат көзі ретінде пайдалануға болады, сонымен қатар осы математикалық модельдің көмегімен басқа да күрделі мәселелерді шешуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Национальная Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015г с перспективой до 2024г - Проект ПРООН «Казахстан-инициатива развития рынка-ветроэнергии», Алматы- Астана 2007г.
- 2 Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. Ветроэнергетика. Харьков : ХАИ, 2014. 158 с. Шишко Г. Г. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства. М.: Колос-Пресс, 2014. 424 с.
- 3 Christian Bussar, Melchior Moos, Ricardo Alvarez, Philipp Wolf et al, Optimal allocation and capacity of energy storage systems in a future European power system with 100% renewable energy generation // Energy Procedia 2014.№ 46. PP. 40 – 47.
- 4 Альтернативная энергетика как фактор модернизации российской экономики. Тенденции и перспективы : сб. науч. тр. / В. Н. Борисов, И. А. Буданов, И. Л. Владимирова [и др.] ; под ред. Б. Н. Порфирьев. М. : Научный консультант, 2016. 212 с.
- 5 Янсон, Р. А. Ветроустановки : учеб. пособие. М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2017. 37 с.
- 6 Ветрогенераторы горизонтально-осевые серия «Condor Air» (мощность от 10 до 60 к Вт) Руководство пользователя [Электронный ресурс] //интернет-сайт.
- 7 Елистратов В. В. Ветроэнергостановки. Автономные ветроустановки и комплексы : учеб. пособие. СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. 101 с.
- 8 Литвинова В. С. Разработка низкооборотного электрического генератора на неодимовых магнитах для малой ветроэнергетики // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 4- 2(50). С. 103–107.
- 9 Бертон, Т., Дженкинс, Н., Шарп, Д. и Боссаньи, Э. (2011). Справочник по ветроэнергетике. Джон У. и сыновья.
- 10 Симонс, М. Г. (2004). Системы возобновляемой энергетики: проектирование и анализ с использованием асинхронных генераторов. Пресса CRC.