

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институт

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Жеңіс Қабылжан

Жел электр қондырғысының генераторын автоматты реттеу жүйесін жасау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы



**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жеңіс Қабылжан

Жобаның тақырыбы: «Жел электр қондырғысының генераторын автоматты
зерттеу жүйесін жасау».

Университеттің «24» қаңтар 2021 жылғы ғылыми кеңесінің № 489-П /Ө
шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «13» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды
практикасындағы жиналған мәліметтер.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша
диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

в) есептік бөлім;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген):
функционалдық сұлба

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[1] И.О. Муравлев, И.А. Плотников. – Томск: Изд-во Томского Политехнического
университета, 2015. – 128 с.

[2] Б.Т. Обоснование кинематических и конструктивных параметров
электропривода генератора ветроустановки. Дисс. на соиск. уч. степ. PhD. –
Алматы, 2015. – 135 с.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі,

Ф.М.ҒЫЛ.КАН.

қауымдастырыған профессор

Н.У.Алдияров

« » 2022 ж.



«Жел электр қондырғысының генераторын автоматты реттеу жүйесін жасау»

тақырыбына

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 —«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған:

Жеңіс Қабылжан

Сың – пікір беруші:

Ғылыми жетекші:

Ә.С.Фардош атындағы ҚазҰУ
«Ғарыштық даму бойынша ЮНЕСКО»

техника, магистрі, лектор

кафедрасының доцент м.а, т.ғ.к

А.Т.Үмбетбеков

 Байандина.Г.С
(қолтаңбасы)



«13» 05 2022ж

Алматы 2022

Дипломдық жобаны даярлау

КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	10.01.22-18.01.22	
Арнайы бөлім	08.02.22-23.03.22	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға
қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық
бақылауының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Г.С Баяндина лектор, техника ғылымының магистрі	05.05.22	
Арнайы бөлім	Г.С Баяндина лектор, техника ғылымының магистрі	05.05.22	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев техн. ғыл. канд., Ассистент-профессор	10.05.2022	

Ғылыми жетекшісі _____  Баяндина Г.С

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Жеңіс Қабылжан

Күні « 21 » желтоқсан 2021 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жеңіс Кабылжан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Желәлектр қондырғысының генераторын автоматты реттеу жүйесін жасау

Научный руководитель: Гульмира Баяндина

Коэффициент Подобия 1: 1.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 17

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

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

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жеңіс Кабылжан

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Желэлектр қондырғысының генераторын автоматты реттеу жүйесін жасау

Научный руководитель: Гульмира Баяндина

Коэффициент Подобия 1: 1.5

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 17

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

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

Заведующий кафедрой



АНДАТПА

Дипломдық жобада жел энергетикалық қондырғының (ЖЭҚ) көмегімен электр энергия өндірудің басқару жүйесі қарастырылады. ЖЭҚ көмегімен электр энергия өндірудің технологиялық үдерісі – өзгермелі сыртқы әсері ретінде желдің жылдамдығы болатын автоматты басқару нысаны ретінде қарастырылады. Технологиялық үдерісті автоматтандырудың функционалдық сұлбасы құрастырылған және оның қажетті өлшеуіш, орындаушы және басқарушы құрылғылары таңдалынған. Дербес ЖЭҚ -ң генератордың қуаты, Кабель есептелінген және оның құрамындағы элементтері таңдалынып. Математикалық және қуат теңдеуін модельдеулер жасалынды.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте разрабатывается система управления производством электроэнергии с помощью ветровой энергетической установки (ВЭУ). Технологический процесс производства электроэнергии с помощью ВЭУ представлен как объект автоматического управления, в котором изменяющимся внешним воздействием является скорость ветра. Составлена функциональная схема автоматизации технологического процесса с выбором необходимых измерительных, исполнительных и управляющих устройств. Рассчитана мощность генератора автономной РЭС, кабеля и подобраны его комплектующие. Были смоделированы математические и силовые уравнения.

ANNOTATION

In the diploma project a control system of electric power production by means of a wind power station (WPS) is developed. Technological process of the production of electric power by means of the WPS is presented as the object of automatic control in which the changing external influence is a wind speed. The function chart of automation of technological process is made up with the choice of its necessary measuring, actuation and control devices. The power of the generator of the stand-alone RES, the cable is calculated and its components are selected. Mathematical and power equations were simulated.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	11
1.1 Қазақстан желэнергетикасы дамуының мүмкіншіліктері	11
1.2 Желдің ағымының сипаттамалары	13
1.2.1 Желдің қасиеттері	13
1.3 Желдің күшінен электр энергия өндіруінің технологиялық үдерісі	15
1.4 Жел энергетика қондырғысы туралы жалпы деректер	16
1.4.1 Желэнергетикалық құрылғыларын жіктеу	19
1.4.2 Қолданылатын жел дөңгелегінің типі бойынша жіктеу	19
1.4.3 Қолданылатын электр машинаның типі бойынша жіктеу	23
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	24
2.1 Желэнергетикалық технологиялық үдерісін автоматтандырудың техникалық құралдарын таңдау	24
2.1.1 Бұрылу бұрышының және қалақтардың бұрылу жылдамдығының датчигі	24
2.1.2 Генератордың бұрыштық жылдамдығы датчигі	24
2.2 Желэнергетикалық құрылғыны басқару объектісі ретінде қарастыру	25
2.3 Желэнергетикалық технологиялық үдерісін автоматтандырудың функционалдық сұлбасын құру	26
2.4 Жел энергетикалық қондырғысын автоматтандыру шарттары	27
2.5 ЖЭҚ жұмыс істеуінің тәртіптері мен аймақтары	28
3 ЕСЕПТІК БӨЛІМ	31
3.1 Қажетті құрылғыларды таңдау	31
3.2 Қуатын есептеу	32
3.3 Кабельді есептеу	33
3.5 Жел қондырғыларын математикалық модельдеу	36
3.6 Қуат теңдеуін модельдеу	37
ҚОРЫТЫНДЫ	41
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	42

КІРІСПЕ

Соңғы жылдары әлемнің барлық елдерінде электр энергиясын өндіру үшін қайта қалпына келетін энергия көздерін пайдалануы арта түсуде, өйткені дәстүрлі энергия көздері (мұнай, газ, көмір) қымбаттап барады және олардың табиғаттағы қорлары елеулі түрде азайып кеткен. Сонымен қатар, жанатын энергия ресурстарын пайдалануы. Жер ауасына көп мөлшерде диоксид углерод шығуына, яғни парник (жылу) эффектісі болуына әкеліп соғады. Бұның нәтижесінде Жер атмосферасының глобалды жылуы болып жатыр, ал глобалды жылудың салдары өте қатерлі болуы мүмкін: әртүрлі жерлерде тұратын адамдардың үйреншікті ауа райы мен климаты өзгеруде, Антарктида мұздарының еруі нәтижесінде мұхитпен өзендер деңгейі көтеріле келеді, мұхит жағалауында адам мен жануарлар қоныстайтын аймақтар өзгеру де, мұхитпен өзендер температурасы өзгеруі олардағы балықтар санын кемітеді, ауаның температурасы жоғарылауынан Жер табиғатының үлкен ормандарында өрт болуына әкеліп соғыпжатыр.

Сондықтан аталмыш әлемдік деңгейдегі мәселелері, Жер қоймасындағы энергетикалық қорларының азаюы және олардың қоршаған ортаның табиғатына келтіретін зияны болуынан әлемнің барлық елдерінде күн сәулесіне, жел күшіне, су ағымына және т.б негізіндегі таусылмайтын, қайта қалпына келетін энергия ресурстарының пайдалануы арта түсуде. Қайта қалпына келетін энергия ресурстарының негізіндегі энергетиканы жаңа энергетика немесе жасыл энергетика деп атайды [1].

Сөйтіп, қазіргі күні қайта қалпына келетін энергия көздерін пайдалануы дәстүрлі энергия көздеріне (мұнай, газ, көмір) қарағанда жер табиғаты мен атмосферасына теріс әсерін тигізбейді. Осы тұрғыдан, дипломдық жобаның тақырыбы: Жел электр қондырғысының генераторын автоматты реттеу жүйесін жасау.

Дипломдық жобаның өзектілігі мұнандай :

- электр энергиясын өндіру үшін дәстүрлі энергия көздерін пайдалануы (мұнай, газ, көмір жағуы) және олардың қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсері кемиді;
- электр энергиясын өндіру үшін мұнай, газ, көмір жағуының азаюы адамдардың денсаулық сақтауына, өмір сапасы жоғарылауына әкеледі;
- табиғаттағы дәстүрлі энергия көздерінің (мұнай, газ, көмір) қорларының азайған жағдайында оларды рационалды түрде пайдалануына әкеледі;
- жел күшінен электрэнергия өндіруі электрэнергиясын өндірудің өзіндік құнын төмендетеді;
- жел энергетикалық құрылғыларын қашықтағы электр энергия тұтынушыларына жақын жерлерде орналастыруы арқылы электр энергиясын тасымалдау және тарату шығындарын азайтады.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты: Желдің күшінен электр энергиясын өндіретін желэнергетикалық құрылғының генераторын автоматты басқару жүйесін жасау.

Дипломдық жоба тақырыбының тапсырмалар: Бұл жұмыста желді

ң күшінен электр энергиясын өндіру принципі , технологиялық процесі және қажетті жабдықтардың жұмыс істеу принциптері қарастырылып, қысқаша шолу келтіріледі. Желдің күші мен бағыты өзгеруі желэнергетикалық құрылғының электр энергия өндіруін автоматтандыру мәселесіне әкеліп соғады. Бұл үшін желэнергетикалық құрылғының көмегімен желдің күшінен электр энергиясын өндіретін технологиялық процесі басқару объектісі (нысаны) ретінде қарастырылуы тиіс. Мұнда технологиялық процесін толық сипаттайтын технологиялық (ақпараттық) айнаымалысы таңдалынады және осы айнаымалы арқылы технологиялық процесті басқаратын автоматты жүйенің құрылымдық сұлбасы келтіріледі. Автоматтандырудың техникалық құралдары (біріншілік датчиктері, екіншілік аспаптары, орындаушы механизмдері, контроллерлері) таңдалнады , сонмен қажетті құрылғыларды таңдалып, генератордың қуатын, кабельді есептеулер жүргізіліп, модельдеулер жасалады .

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

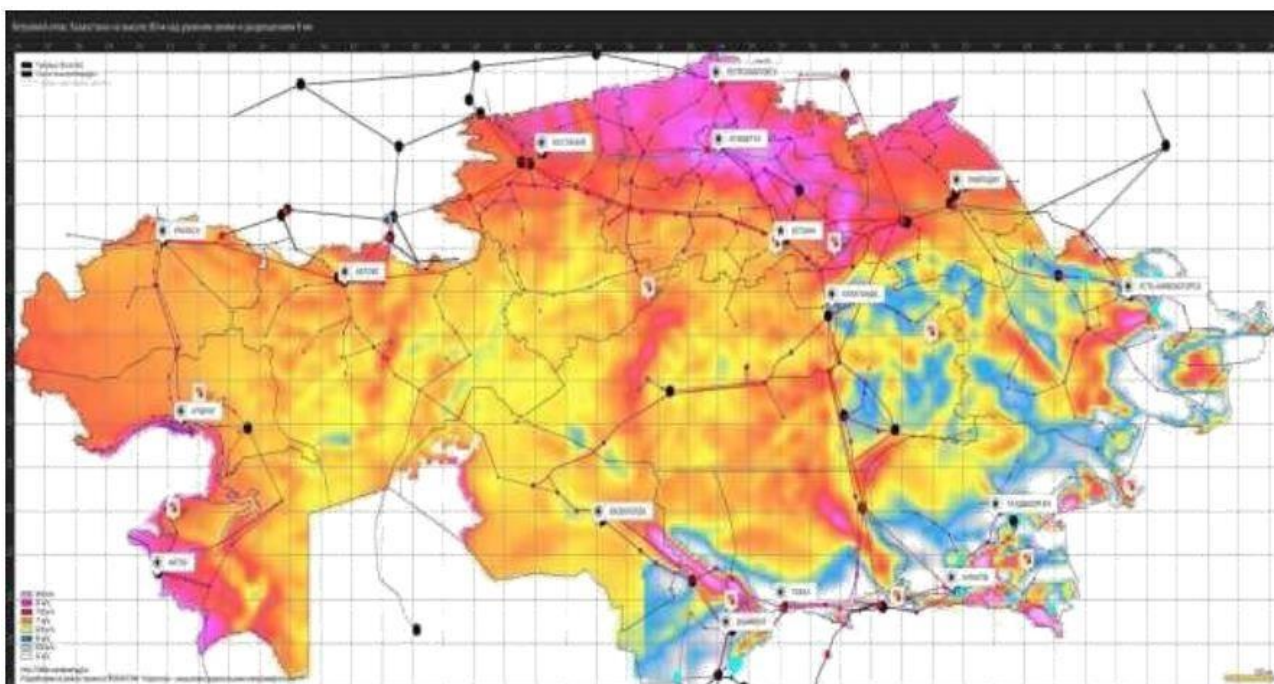
1.1 Қазақстан желэнергетикасы дамуыныңмүмкіншіліктері

Жел энергетикасын пайдалану мүмкіншіліктері жел энергетикалық ресурстарының бар болуына байланысты. Қазақстанда жел ресурстары өте мол. Қазақстанның шамамен 50% аумағында желдің орташа жылдық жылдамдығы 4-5 м/с, ал оныңбірқатар аудандарында желдің жылдамдығы 6м/с және одан да жоғары, бұл желэнергетикасын пайдалану үшін өте жақсымүмкіншіліктер мен перспективаларды туғызады. Сарапшылардың бағалауы бойынша, әлем елдерінің ішінде, жел энергетикасын дамыту үшін Қазақстан ең қолайлы елдерінің бірі болып табылады. Қазақстанның желге бай аймақтары Каспий маңында, Қазақстанның орталығы мен солтүстігінде, оңтүстігі мен оңтүстік- шығысында. Жел энергетикалық бекеттерінің (ЖЭБ) орнату тығыздығы 10 МВт/км² дейтін болсақ, онда Қазақстанның кең жер аумақтарында бірнеше мың МВт қуаты бар ЖЭБ орнату мүмкіндігін болжауға болады [2]. Кейбір деректер бойынша Қазақстанның теориялық жел потенциалы жылына 182. млрд.кВт сағат құрайды. Перспективалық жерлердің жел потенциалын нақты бағалау үшін биіктігі 30-80 м арнайы метеомачталарды пайдалану арқылы бір жыл бойы метео зерттеулер жүргізу қажет. Алынған метеомәліметтер ЖЭБ-ң жылдық электр энергиясын өндіруін есептеу үшін керек. Бұл зерттеу нәтижелері ЖЭБ орнатудың техникалық-экономикалық негіздемені дайындау үшін пайдаланылады. Алматы облысындағы Жоңғар қақпасы мен Шелекдәлізі үшін егжей-тегжейлі метеозерттеулер жүргізілді және жел потенциалы бағаланды. Зерттеулер бойынша Жоңғар қақпасының жел потенциалы өте жоғары болып табылады. Мұнда желдің орташа жылдық жылдамдығы 50 метр биіктікте 9,7 м/с құрайды, ал жел ағынының тығыздығы шамамен 1050 Вт/ м². Бұл ЖЭБ-ң орнатылған бір кВт-на 4400 кВт сағ. электр энергиясының өндірілуіне мүмкіншілік береді, сондықтан Жоңғар қақпасы жел энергетикасының мақсаты үшін бірегей орын болып табылады. Бос кеңістігі барболғандықтан, мұнда электр қуаты МВтболатын және бір жылда шамамен 1 млрд. кВт. сағ. электр энергиясын өндіретін бірнеше жүз ЖЭБ орнатуға мүмкіншілік бар. Қазіргі уақытта мұнда 5 МВт қуатты пилоттық ЖЭБ салу көзделіп отыр. Бұл ЖЭБ бір жылда шамамен 18 млн. кВт сағ. электр энергиясын өндіруі және электр энергия құны шамамен 4,5 АҚШ цент болуы мүмкін. Егер ЖЭБ пайдалану тәжірибесі табысты болған жағдайда ЖЭБ қуаты 50 МВт дейін ұлғайтылуы мүмкін.

Іле тау жоталары және Жетісу арасында, Алматы қаласынан 150 км қашықтықта орналасқан Шелек дәлізі де 50 метр биіктікте желдің жылдық жылдамдығы 7,8 м/с және жел ағымының тығыздығы шамамен 510 Вт / м² болатын жел потенциалына мол аймақ болыптабылады да ЖЭБ-ң орнатылған бір кВт-на шамамен 3200 кВт сағ. электр энергиясының өндірілуіне мүмкіншілік береді. Бұл жердің жел потенциалы Еуропаның желге бай жерлерімен тең деуге болады. Шелек дәлізінде де электр қуаты МВт болатын және бір жылда шамамен 1млрд. кВт. сағ. электр энергиясын өндіретін бірнеше жүз ЖЭБ орнатуға болады. Аталмыш орындардың екеуі де, Жоңғар қақпасы және Шелек дәлізі, үлкен электр

энергиясы тапшы аудандарда орналасқан, сондықтан бұл жерлерде ЖЭБ құрылысы өте тартымды болып табылады.

Қазақстандық мамандары Германия мамандарымен бірге Қазақстанда ЖЭБ салу үшін перспективалық орындарды зерттеген болатын. Бұл зерттеулердің нәтижесінде Қазақстанда жел потенциалы мол 8 орын табылды және Қазақстанның жел потенциалының атласы құрылды 1-сурет. Қазақстанның жел атласы ЖЭБ құру үшін қажетті мәліметтерді береді де үлкен сұраныста болып табылады, өйткені желдің күшін пайдалану - өте таза, потенциалдық мүмкіншіліктері бар және тиімді қайта калпына келетін энергия түрлерінің бірі болып табылады.

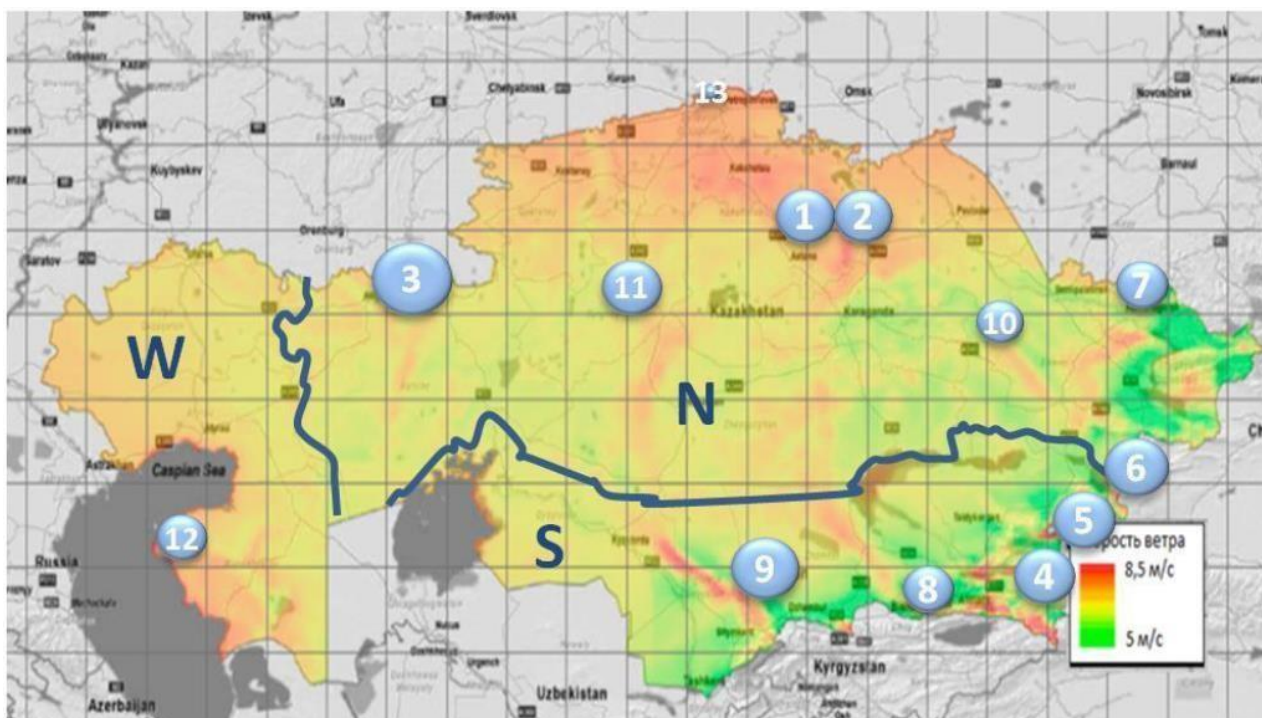


1.1 Сурет – Қазақстанның жел атласы

Қазақстан аумағының жел энергетикалық потенциалы өте үлкен болып табылады. Ол қазіргі электр энергия тұтынуын жүздеген есе асады. Есептемелер көрсететіні, жер бетінен 10 м биіктіктегі ауа ағымының 1 м қимасындағы энергиясы 4000 кВт-сағ/м құрайды. Жоңғар қақпасы ауданының жел энергетикалық ресурстары (17000 кВт-ч/м) ең жоғары болып табылады. Басқа перспективалық аудандары: Ерментау - 3700 кВт-с/м (Ақмола облысы), Форт-Шевченко - 4300 кВт-с/м (Каспий жағалауы), Қордай - 4000 кВт-сағ/м (Жамбыл облысы) және т.б.

Қазіргі кезде Қазақстанда ЖЭБ құрудың перспективалық орындарының саны шамамен 13 құрайды. Қазақстанда ЖЭБ құрудың перспективалық орындары 2-суретте көрсетілген. Қазақстанда жел энергиясын пайдалануы бойынша Жоңғар қақпасы ауданы ең перспективалық болып табылады. Жоңғар қақпасы – бұл ұзындығы 20 км, ені 10-15 км тау аралық дәліз болып табылады. Мұнда қуаты 100-250 кВт (жел дөңгелектің диаметрі 25 м) болатын 11000 ЖЭБ орналастыруға болады, әрбір ЖЭБ-ң электр энергия өндіруі 600 мың кВт-сағ.

құрайды.



1.2 Сурет – Қазақстанда ЖЭБ құрудың перспективалық орындары.

1.2 Желдің ағымының сипаттамалары

1.2.1 Желдің қасиеттері

Жел-бұл ауа массасының бағытталған қозғалысы. Жел энергиясын күн энергиясының көрінісінің бір түрі ретінде қарастыруға болады, өйткені күн жердегі ауа райы құбылыстарына әсер ететін алғашқы көз болып табылады. Жел жер бетінің күннің біркелкі қызуына байланысты туындайды.

Жел уақыт өте келе өзгереді. Көптеген аймақтарда жел ағындарының Елеулі маусымдық өзгерістері байқалады. Қысқы айларда желдің жылдамдығы әдетте жазда жоғары. Жел жылдамдығының күндізгі өзгеруі, әдетте, теңіздер мен үлкен көлдердің жанында байқалады. Таңертең күн суға қарағанда жерді жылдам қыздырады, сондықтан жел жағалауға қарай ағады. Кешке жер суға қарағанда тез суытады, сондықтан жел жағалаудан шығады.

Жел жылдамдығы жер деңгейінен биіктікке байланысты. Жерге жақын жел жер беті туралы үйкеліс есебінен баяулайды. Осылайша, жел жерге қатысты үлкен биіктіктерде күшті болады. Ауыл шаруашылығы алқаптары мен шөлді аумақтар үшін жер бетінен биіктік екі есе ұлғайған кезде жел жылдамдығының шамамен 12% - ға артуы байқалады[2].

Жел жылдамдығына төбелер және т.б., сондай-ақ ағаштар мен ғимараттар сияқты әртүрлі табиғи және жасанды кедергілерді қоса алғанда, географиялық жағдайлар мен жер бетінің сипаты айтарлықтай әсер етеді. Осы себепті, ҚТ

мүмкіндігінше биік және жоғары ағаштардан алыстаған жерлерде, тұрғын үйлер мен басқа да құрылыстарда орналасады, өйткені мұндай кедергілер жел жылдамдығын төмендетеді және жел энергиясының өзгеруін қиындататын ағынның күйіне әкеледі.

Желдің орташа жылдық жылдамдығы v_c аумақтың жел әлеуетін сипаттайды. Бұл жел жылдамдығы, ол жыл ішінде барлық бақыланған жел жылдамдығының орташа арифметикалық мәні ретінде анықталады. Желдің орташа жылдамдығы басқа кезеңдер үшін де есептелуі мүмкін, мысалы: айлық, күндізгі, сағаттық.

Желдегі Энергия жел жылдамдығының шамасына текше тәуелді болады. Жел жылдамдығының екі еселенуі энергияның 8 есе ұлғаюын береді. Осылайша, 5 м/с желдің орташа жылдамдығы 4 м/с жылдамдықпен желге қарағанда 2 есе көп энергия бере алады.

Жел сипаттамалары метеостанцияларда өлшенеді. Жел жылдамдықтарын көп жылдық бақылау деректері негізінде арнайы жел карталары жасалады [1]. Жел энергиясы. Жел энергиясының басты ерекшелігі оның уақыт пен кеңістікте бірқалыпты көрінбеуі болып табылады. Бір жыл ішінде жер деңгейінен 10 м биіктікте желдің орташа жылдамдығы 3 м/с аспайтын аймақтар бар. Алайда, елде жел энергиясын экономикалық тиімді пайдалану мүмкіндігі күмән тудырмайтын көптеген орындар бар, бірақ әу орнату үшін учаскелерді нақты таңдау арнайы негіздеуді және тексеруді талап етеді.

Ауа ағыны бар Е кинетикалық энергиясы оның m салмағына және V жылдамдығына байланысты мына формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (1.1)$$

Егер (1.1) формулада қозғалтқыштың жел турбинасы арқылы өтетін ауа массасының мәнін қойса, онда оның қуаты үшін өрнек аламыз:

$$P_0 = \frac{\rho A_0 V_0^3}{2} \quad (1.2)$$

мұнда ρ - ауа ағынының тығыздығы;

A_0 - желтурбиналық беті;

V_0 - лақтырылатын әуе ағынының жылдамдығы.

Жел энергиясын бағалау дәлдігіне әсер ететін негізгі факторларға мыналар жатады: теңіз деңгейінен биіктікке және температураға байланысты ауа тығыздығының өзгеруі және жел қозғалтқышының нақты орналасқан орнының жел жағдайы бойынша қолда бар деректердің сәйкестігі. 760 мм рт қалыпты атмосфералық қысымға сәйкес келетін қалыпты климаттық жағдайларда теңіз деңгейіндегі ауа тығыздығы және +15 °C температураға тең, $\rho = 1,226$ кг/м³. Теңіз деңгейінен биіктікке байланысты, ρ тығыздығы теңіздің деңгейінен 2,5 км биіктікте 1 км биіктікте 10% - ға және 20% - ға төмендегенде өзгереді, бұл жел энергиясы әлеуетінің тиісті төмендеуіне әкеледі.

1.3 Желдің күшінен электр энергия өндіруінің технологиялық үдерісі

ЖЭҚ болып табылады электромеханикалық құралмен қызметшілерге арналған жел ағынының кинетикалық энергиясын электр энергиясына түрлендіру генератордың энергиясын кейіннен ыңғайлы етіп түрлендіре отырып (тұрақты ток немесе айнымалы ток кернеуі). Желқондырғының жұмыс істеу принципі мыналардан тұрады: Жел, ротордың қалақшасына әрекет ете отырып, Арынның есебінен көтеру күшін жасайды және тергеу, ол электр генератор білігі. Генератор орамасының орамдарының айналу есебінен магнит өрісі жылдамдыққа байланысты электр тогы пайда болады жел фазасы, жиілігі және амплитудасы бойынша айнымалы. Кернеуді түрлендіру айнымалы ток кернеуіндегі айнымалы тұрақты жиіліктегі немесе тұрақты ток кернеуі қуат реттеуішінің көмегімен. Қажет болған жағдайда кернеуден тұрақты ток айнымалы кернеу одан әрі түрлендіру белгілі бір жиіліктегі ток инвертор арқылы жүргізіледі 1.4-сурет.



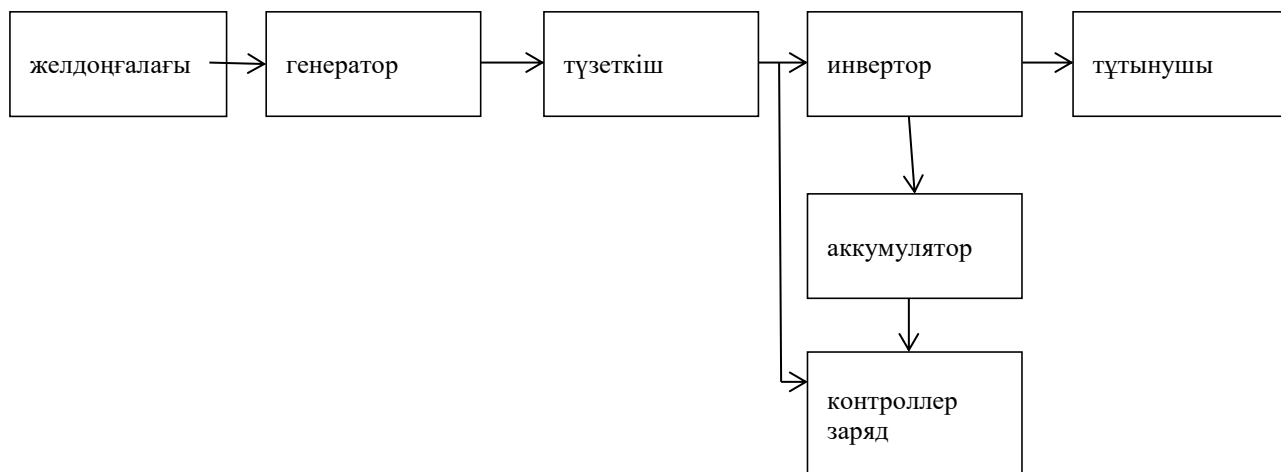
1.4 Сурет– Автономды және желілік тұтынушының энергия тұтыну сұлбасы



1.5 Сурет – Автономды және желілік тұтынушының энергия тұтыну сұлбасы

Жүйелік объект ретінде жел электр станциясының (WWF) жұмыс

істеуінің жалпы схемасы 1.6 суретте көрсетілген.



1.6 Сурет - Жел турбинының функционалдық диаграммасы

Жел турбины келесідей жұмыс істейді: жел қолданылғанда жел айналымы айнала бастайды, бұл өз кезегінде генератордың роторын басқарады. Генератордың ағымы түзетіледі және тікелей тоқты айнымалы токты түрлендіретін инвертор арқылы тұтынушыға жеткізіледі. Батареяға зарядтау реттегіші арқылы артық қуат беріледі. Желдің жылдамдығы жеткіліксіз болған жағдайда, батареяда жинақталған зарядты инвертор арқылы тұтынушыға береді.

1.4 Жел энергетика қондырғысы туралы жалпы деректер

Жел энергетикасы - атмосферадағы ауа массасы энергиясы жел энергиясын қолдануға бағытталған энергия түрі. Халық шаруашылығында жел энергиясын мақсатты түрде қолдану масштабтарын және облыстарын анықтайтын, механикалық, электрлік және жылулық энергияны алу үшін жел энергиясын қолданудың құралдары мен әдістерін өңдейтін теориялық негіздерді құрастыратын ғылым және техника саласы.

Жел энергиясын қолдану арнайы құрылғылар арқылы жүзеге асырылады. Жел энергетика қондырғысы (ЖЭҚ) - бұл жел ағынының кинетикалық энергиясын басқа бір энергия түріне түрлендіретін техникалық құрылғылар құрылымы.

Елімізде арзан электр энергия көздерін іздеу мақсатында, “Қазақстанда 2030 жылға дейін электр энергиясын өндіруді дамыту туралы” мемлекеттік бағдарламаға сәйкес, жел күшімен өндіретін электр энергиясы қуатын халық шаруашылығына қолданудың тиімді жолдары қарастырылуда. Қазақстанда жел күшімен алынатын электр энергиясы қуатын кеңінен және мол өндіруге болады.

Жел қозғалтқышы деп желдің кинетикалық энергиясын механикалық энергия үшін қолданатын қозғалтқыш түрін айтамыз. Жел қозғалтқышы жел

энергиясын пайдалану коэффициенті 0,48 дейінгі қанатты (кең таралған), пайдалану коэффициенті 0,15 - тен аспайтын айналмалы (роторлы) және барабанды болып ажыратылады.

Жел энергетика қондырғысының жұмысы жүйенің негізгі компоненттерісіз іске аспайды, оларға келесі элементтер жатады:

Оның қуатына байланысты аккумуляторлар жылдам зарядталатын болады. Генератор айнымалы токты шығару үшін қажет. Генератор кернеуі және ток күші желдің тұрақтылығы мен жылдамдығына байланысты болады.

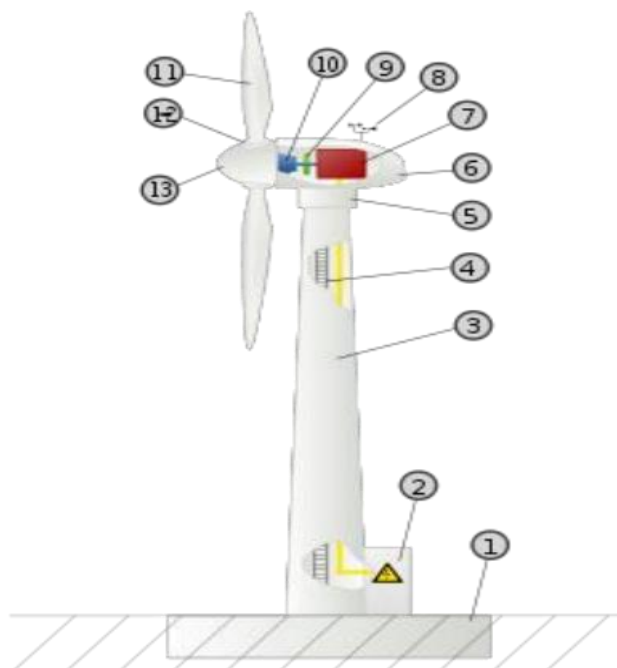
Қалақша - желдің кинетикалық энергиясы арқасында генератордың білігін қозғалысқа әкеледі, жел қондырғысының эксплуатация шартына сай қалақша саны 3 - ке, диаметрі 2м - ге тең болады.

Діңгек - әдетте діңгек биік болған сайын жел күші тұрақты және күшті болады. Бұдан алатынымыз - діңгек неғұрлым биік болса, генератор шығарылымы көп болады. Діңгектер әр түрлі формада және биіктікте болады, жел қондырғысының эксплуатация шартына сай 0,75 кВт қуатты жел қондырғысының діңгегінің биіктігі 9м құрайды.

Жел генераторы - желдің кинетикалық энергиясын электрлікке айналдыратын жел электрлік құрылғы. Заманауи жел генераторларының жұмыс істеу принципі мынадай болып келеді: сәйкес редукторды қозғалысқа әкелетін желдің дөңгелек қалақтарына желдің қуаты әсер етеді. Айтылмыш қондырғыда сәйкесінше механикалық энергияның электр энергиясына толығымен айналуы іске асырылады. Жел генераторының қуаты желдің жылдамдығы, желдің дөңгелектерінің өлшемі, діңгектің биіктігі сияқты факторларға тәуелді екенін айта кеткен жөн. Мамандардың әзірлеп жатқан жел генераторларының қалақтары 60 метрге жуық диаметрге ие. Аталмыш қондырғыда инвектор электр тогы қуаттың сәйкес тұрақты деңгейін қамтамасыз ететін синусойдалы токқа айналу сияқты маңызды есепті шешеді. Аталмыш техникалық қондырғы, міндетті түрде, желдің болмаған жағдайында жүктеме желісіне қуат беретін арнаулы аккумулятормен жасақтанады.

Жел генераторларын екі санатқа бөлуге болады: индустриалды және тұрмыстық (жеке пайдалану үшін). Индустриалды жел генераторларын әдетте мемлекетпен және үлкен энергия компаниялары арқылы орнатылады. Әдетте оларды бір желіде біріктіреді, нәтижесінде жел электрстанциясы пайда болады. Оның дәстүрліден негізгі өзгешелігі (жылу, атомдық) шикізаттың және тастандының толығымен болмауы. ЖЭС (жел электр станциясы) үшін бірден –бір маңызды талап - желдің жоғарғы деңгейі. Заманауи жел генераторларының қуаты 6 МВт құрайды.

Жел генераторы - желдің кинетикалық энергиясын электрлікке айналдыратын жел электрлік құрылғы. Заманауи жел генераторларының жұмыс істеу принципі мынадай болып келеді: сәйкес редукторды қозғалысқа әкелетін желдің дөңгелек қалақтарына желдің қуаты әсер етеді. Айтылмыш қондырғыда сәйкесінше механикалық энергияның электр энергиясына толығымен айналуы іске асырылады.



1.7 Сурет - Жел энергетика қондырғысының сұлбасы

Стандартты индустриялық жел генераторының құрылымы:

- 1.Іргетас(фунтамент)
- 2.Күштік контактілер мен басқару күрмеулері кіретін күштік шкаф
- 3.Діңгек
- 4.Саты
- 5.Жел бағытына негізделген құрылғы
- 6.Қақпақ
- 7.Электр генераторы
- 8.Желдің бағыты мен жылдамдығын бақылау жүйесі (анемометр)
- 9.Тежеуіш жүйесі
- 10.Жылдымдық өзгерткіш
- 11.Қалақ
- 12.Қалақ айналысын реттегіш
- 13.Қалпақ

Қосымша қажетті компоненттердің тізбегі:

Контроллер – жел қондырғысының қалақтарының айналуы, аккумулятор заряды, қорғаныс қызметтері сияқты көптеген үрдістерді басқарады. Ол генератордан пайда болатын айнымалы токты аккумулятор батареялар заряды үшін тұрақты токқа айналдырады.

Аккумуляторлық батареялар – желсіз сағаттарда қолданатын электр энергиясын жинақтайды. Сонымен қатар олар генератордан шығатын қуатты тегістейді және тұрақтандырады. Солардың арқасында сіз қуатты серпінді жел кезінде іркіліссіз ала аласыз. Сіздің нысаныңыздың қорек көзі аккумулятордан жүреді.

Анемоскоп және жел ағытының датчигі – орта және үлкен қондырғыдағы желдің жылдамдығы мен бағытының мәліметтер жиынтығына жауап береді.

АРЕ – автоматты резерв енгізу. Негізгі қорек көзінің жоғалуы кезінде бірнеше электр қоректену көздері аралығында айырып – қосуды жүзеге асырады. Жел қондырғысын, қоғамдық электржеліні, дизель – генератор және т.б қорек көздерін бірыңғай автоматтандыру жүйесіне біріктіруге мүмкіндік береді.

Ескерту: РАҚ желісі бір уақытта екі қорек көзінен жұмыс істей алмайды.

Инвертор – аккумулятор батареяларында жинақталатын тұрақты токты, көптеген электр қондырғылары пайдаланатын айнымалы токка айналдырады.

Инверторлар төрт түрлі үлгіде болады:

Модифициалданған синусоида – токты қуаты 220В модифициалданған синусоидалы айнымалы токка айналдырады (тағы бір атауы квадратты синусоида). Жарық, жылу, құрылғының заряды сияқты қуат сапасына сезімтал емес құрылғыларға жарамды[3].

Таза синусоида - токты қуаты 220В таза синусоидалы айнымалы токка айналдырады. Электр қозғалтқыш, медициналық құрылғылар және т.б электр құрылғылардың әр түрлі үлгілеріне жарамды болып келеді.

Үш фазалы – токты қуаты 380В үш фазалы токка айналдырады. Үш фазалы құрылғылар үшін қолдануға болады.

Желілік – алдыңғы үлгілерден айырмашылығы жүйені аккумулятор батареяларысыз жұмыс істеуге мүмкіндік береді, бірақоны тек электр энергияны қоғамдық электржүйесіне шығаруға ғана қолдануға болады. Олардың бағасы, әдетте, желісіз инверторлардан бірнеше есе жоғары болады. Кейде олар жел қондырғысының компоненттерінің жалпы бағасынан да жоғары болуы мүмкін.

1.4.1 Желэнергетикалық құрылғыларын жіктеу

Бұл электр энергиясын айналмалы жел турбинасының механикалық энергиясына, содан кейін электр энергиясына түрлендіретін өзара байланысты жабдықтар мен құрылыстар кешені.

Әу құрылымдарының негізгі жіктеу белгілері:

- энергия жүйесінің қуат пен қуат арақатынасы;
- қолданылатын жел турбинасының түрі;
- қолданылатын электр машиналарының түрі.

1.4.2 Қолданылатын желдөңгелегінің типі бойынша жіктеу

Жел энергетикалық қондырғылардың конструкциялары кең сан түрлі. Айырмашылық негізінде жұмыс істейтін қондырғылар бар олардың қалақтары, көтеру күші, құйынды тербелістер және т. б. Әлемде ең көп таралған негізгі құрылымдар болып табылады қалақты көлденең-осьтік және тік-осьтік осы оқу құралында қарастырылады. Көлденең-осьтік қондырғы-С Жел энергетикалық конструкциясы айналу осі көлденең және параллель болатын қалақты ротормен жердің жазықтығы (жер бетінің осы нүктесіне қатысты), сондай-ақ жел ағынының векторына коллинеарлық 1.8-сурет.



1.8 Сурет – Көлденең-осьтік жел энергетикалық қондырғылар

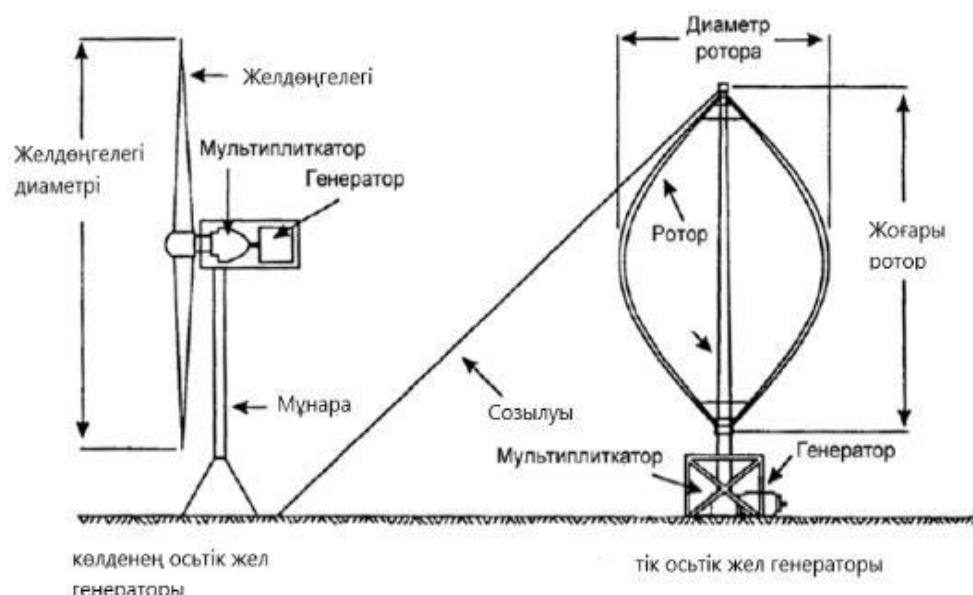
Тік-осьтік қондырғы жел-энергетикалық конструкциясы бастап айналу осі жазықтыққа перпендикуляр болатын қалақты ротормен Жер (жер бетінің осы нүктесіне қатысты) және Вектор жел ағынының екпіні 1.9-сурет.

Қазіргі уақытта жел агрегаттарының екі негізгі құрылымы қолданылады



1.9 Сурет – Верт 2 тік-осьтік Жел энергетикалық қондырғылар

Қазіргі уақытта жел агрегаттарының екі негізгі құрылымы қолданылады
1.10-сурет: көлденең-осьтік және тік-осьтік жел қозғалтқыштары. Екі түрі де бірдей пәк бар, бірақ бірінші типті жел агрегаттары ең көп таралған. Жел электр стансасының қуаты жүздеген ватт-дан бірнеше мегаваттқа дейін болуы мүмкін.



1.10 Сурет – Жел қозғалтқыштарының негізгі түрлері

Екі типті жел қозғалтқышының құрамына мынадай негізгі бөліктер кіреді:

Жел доңғалағы – жел турбины, ротор - турбинаның осінің айналуының механикалық энергиясына айналады. Жел шанағының диаметрі бірнеше метрден бірнеше ондаған метрге дейін ауытқиды. Әдетте жел дөңгелегінің айналу жиілігі тұрақты. Түзеткіш және инверторы бар автономды жүйелер үшін-әдетте айнымалы.

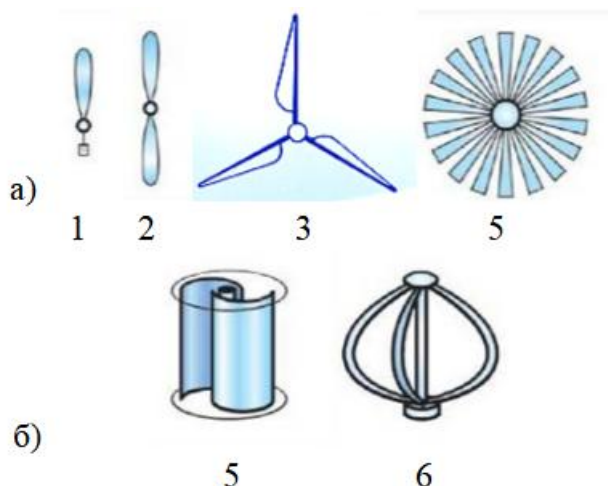
Мультипликатор – редуктор - жел дөңгелегі мен электр генератор арасындағы аралық буын, ол жел ілгегінің айналу жиілігін арттырады және генератордың айналымымен келісуді қамтамасыз етеді. Тұрақты магниттердегі арнайы генераторлары бар шағын қуатты ерекшелік құрайды; мұндай жел қондырғыларында мультипликаторлар әдетте қолданылмайды;

Мұнара немесе діңгек (оны кейде Болат созу арқылы нығайтады) - жел дөңгелегі бар бастиекті және мультипликаторды жер деңгейіне қатысты кейбір биіктікте желге орналастыру үшін қызмет етеді, бұл жел қозғалтқышының өндірістік жұмысы және қауіпсіздік техникасы талаптарын сақтау үшін қажет. Әдетте бұл цилиндрлік діңгектер, дегенмен торлы мұнаралар қолданылады;

Негіз (іргетас) – қатты жел кезінде қондырғының құлауын болдырмауға арналған.

Көлденең осі бар жел турбины 1.11,а-сурет. Жел турбиналарының көлденең-осьтік пропеллерлік түрін қарастырайық. Бұл түрдегі доңғалақтардың негізгі айналу күші-көтеру күші Жел массасы жұмыс жағдайында желге қатысты тіреуіш мұнараның алдында немесе оның артында орналасуы мүмкін. жел турбинының алдыңғы орналасуы кезінде аэродинамикалық Тұрақтандырғыш немесе оны жұмыс жағдайында ұстайтын қандай да бір басқа құрылғы болуы тиіс. Мұнараның артқы орналасуында жел дөңгелегін ішінара

көлеңкелейді және оған өтетін ағысты турбулизациялайды. Мұндай жағдайда доңғалақтың жұмысы кезінде циклдық жүктемелер, жоғары шу және жел қондырғыларының Шығыс параметрлерінің флуктуациялары пайда болады. Жел бағыты өте тез өзгеруі мүмкін және жел дөңгелегі осы өзгерістерді нақты қадағалауы тиіс. Сондықтан қуаты 50 кВт-тан асатын электр қозғалтқыштары осы мақсатқа пайдаланылады.



а) – Көлденең осі бар; б) – Тік осі бар: 1 – Бір буынды доңғалақ; 2 – Екі буынды; 3 – Үш буынды; 4 – Көп буынды; 5 – Савониус роторлар; 6 – Дарье роторлы.

1.11 Сурет – Жел турбиналарының классификациясы

Жел генераторларында әдетте екі және үшқырлы жел турбиналары қолданылады сурет 1.4, соңғылары өте тегіс жүріспен ерекшеленеді. Электрогенератор және оны жел дөңгелегімен қосатын редуктор, әдетте бұрылыс басындағы тірек мұнарасының жоғарғы жағында орналасқан, негізінен оларды төменгі жағынан араластыруға ыңғайлы, бірақ бұл ретте айналмалы сәттің берілуімен туындайтын қиындықтар осындай орналастырудың артықшылықтарын құнсыздандырады. Әлсіз жел кезінде үлкен айналмалы моментті дамытатын көп қабатты доңғалақтар су айдау және жел дөңгелегінің жоғары айналу жиілігін талап етпейтін басқа да мақсаттар үшін пайдаланылады.

Тік осі бар жел электрогенераторлары 1.11, б-сурет. Өзінің геометриясы салдарынан тік айналу осі бар жел электр генераторлары желдің кез келген бағытында жұмыс жағдайында болады. Сонымен қатар, мұндай схема тек біліктің ұзаруы есебінен мұнараның төменгі жағында генераторлары бар редуктор орнатуға мүмкіндік береді.

Мұндай қондырғылардың принциптік кемшіліктері мыналар болып табылады: 1) оларда жиі пайда болатын автокөльбалық процестер салдарынан олардың шаршау бұзылуына анағұрлым үлкен бейімділік; 2) генератордың Шығыс параметрлерінің жағымсыз пульсациясына әкелетін айналмалы сәттің пульсациясы. Осыған байланысты жел генераторларының басым көпшілігі көлденең-осьтік схема бойынша орындалған, бірақ тік-осьтік қондырғылардың түрлі типтерін зерттеу жалғасуда [4].

Өнеркәсіптік екі типті жел қозғалтқыштары шығарылады: тыныш көп қалақты және тез жүретін аз табанды. Ерекшелігі баяу жүретін көп қалақты жел қозғалтқыштың қабілеті болып табылады олардың орнынан, яғни бастауға жұмыс істеуге қосылған жүктеме кезінде салыстырмалы әлсіз жел, бұл түсіндіріледі үлкен айналу моментін.

Желқозғалтқыштың екінші түрі – 2-3 күрекшелері бар тез жүретін аз қалақты.

Олар үлкен мөлшерін және қуаттарды дейін желсақинасы диаметрі 50 м мүмкіндігінің Арқасында салыстырмалы түрде жақсы реттеу, айналым санын осы қозғалтқыштар үшін қолданылады электрлендіру және механикаландыру. Сонымен қатар, шағын үй-жайларды жарықтандыру және аккумуляторларды зарядтау үшін 1-ден 3,5 м-ге дейін жел ұстағышының диаметрі аз қуатты қозғалтқыштар шығарылады [5].

1.4.3 Қолданылатын электр машинаның типі бойынша жіктеу

Ең жиі кездесетін жіктемелердің тағы бірі қолданылатын электр машинасының түріне байланысты 1.12-суретте көрсетілген.



1.12 - Сурет – Электр машинаның типі бойынша ЖЭҚ жіктеу

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Желэнергетикалық технологиялық үдерісін автоматтандырудың техникалық құралдарын таңдау

Жүйенің техникалық құралдарын таңдау критерийі жабдықтың сапасы, сенімділігі, құны, бағдарламалық қамтамасыз етудің толықтығы мен жеткіліктілігі, сондай-ақ өнім беруші фирмасының жоғары білікті мамандарынан техникалық кеңес алу және оқыту мүмкіндігі, әрине, кепілдік және кепілдіктен кейінгі қызмет көрсету болып табылады.

2.1.1 Бұрылу бұрышының және қалақтардың бұрылу жылдамдығының датчигі

Күштің статикалық және динамикалық айналу моменттерін және айналу жылдамдығын немесе бұрылу бұрышын өлшеуге арналған T20WN датчигі қолданылады 2.1-суретте көрсетілген.



2.1 Сурет – T20WN датчигінің сыртқы түрі

2.1.2 Генератордың бұрыштық жылдамдығы датчигі

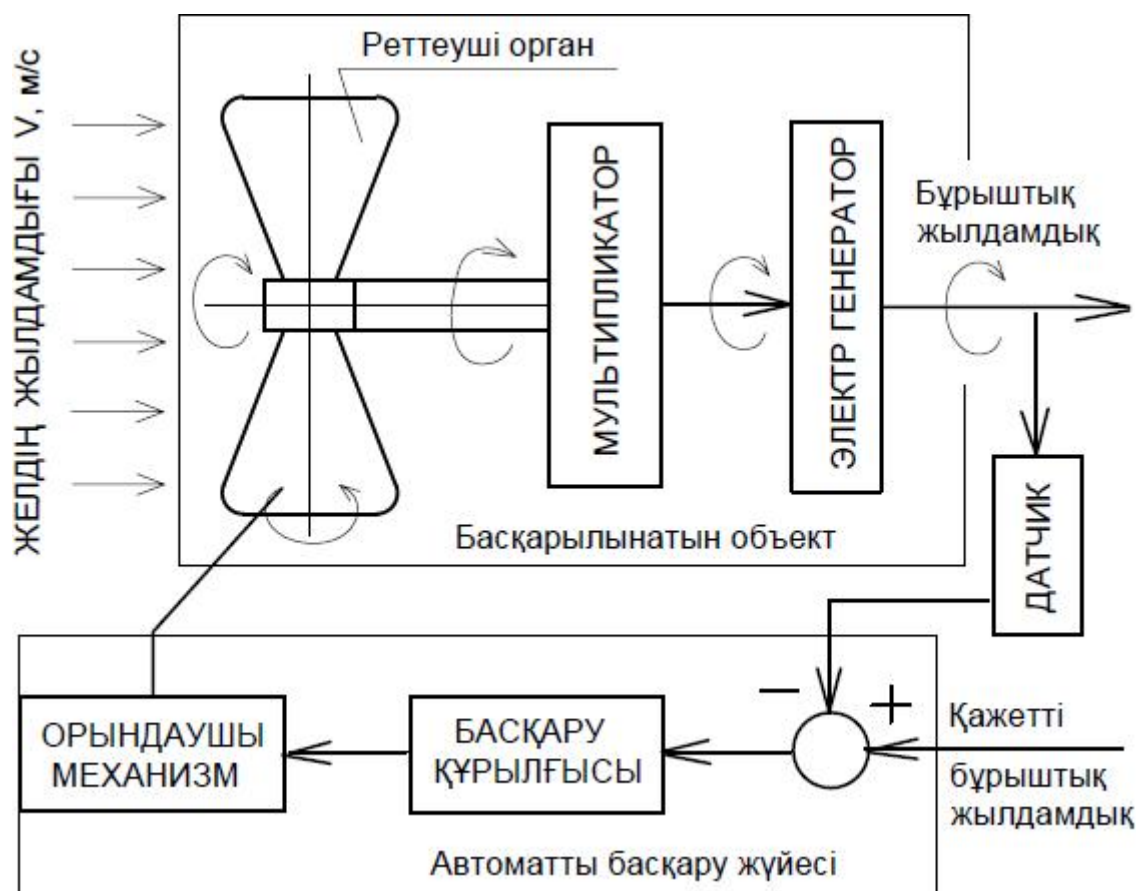
T40FM айналу моментінне арналған датчигі , өлшеулер статикалық және динамикалық сәттердің күш және жылдамдық айналу немесе бұрылу бұрышының кең диапазонда қолданған.



2.2 Сурет – T40FM сенсорының сыртқы түрі

2.2 Желэнергетикалық құрылғыны басқару объектісі ретінде қарастыру

ЖЭҚ-ң желдөңгелегіне түсетін $V(t)$ желдің жылдамдығы (күші) өзгергеніне қарамастан ЖЭҚ-ң электрогенераторы өндіретін $U(t)$ электр кернеуін немесе электрогенератордың роторының айналуының $\omega(t)$ бұрыштық жылдамдығын тұрақтандыру үшін ЖЭҚ-ң желдөңгелегінің айналуының бұрыштық жылдамдығын тұрақтандыру керек. Бұл үшін ЖЭҚ-ң желдөңгелегінің пропеллерлері (лопастытары) желдің бағытына қарсы бұралмалы болуы тиіс. Онда желдің жылдамдығы (күші) өзгерген (ұлғайған немесе азайған) жағдайда, желдөңгелегінің пропеллерлерін (лопастытарын) желдің бағытына қарсы $\theta(t)$ қажетті бұрышқа бұру арқылы желдөңгелегінің айналу жылдамдығын тұрақтандыруға болады. Демек, $V(t)$ желдің жылдамдығының өзгеруінен ЖЭҚ-ң электрогенераторы роторының айналуының $\omega(t)$ бұрыштық жылдамдығы өзгерген болса, онда сәйкесті автоматты басқару жүйесінің (АБЖ) орындаушы механизмі ЖЭҚ-ң желдөңгелегінің пропеллерлерін (лопастытарын) қажетті бұрышқа бұрып тұрады. Сәйкесті автоматты басқару жүйесінің функционалдық сұлбасы 2.3 суретте көрсетілген.



2.3 Сурет – Желэнергетика құрылғысының автоматты басқару жүйесінің сұлбасы

2.3-суретіндегі ЖЭҚ-ң автоматты басқару жүйесінің функционалдық сұлбасына түсініктеме: Реттеуші органы – бұл желдің бағытына қарсы бұрылатын желдөңгелегінің пропеллерлері (қалақтары); Басқарылынатын объект – бұл желдөңгелегі (бұралмалы пропеллерлері бар), мультипликатор (желдөңгелегінің бұрыштық жылдамдығын ұлғайтатын механикалық беріліс) және электрогенератор (электр энергия өндіреді);

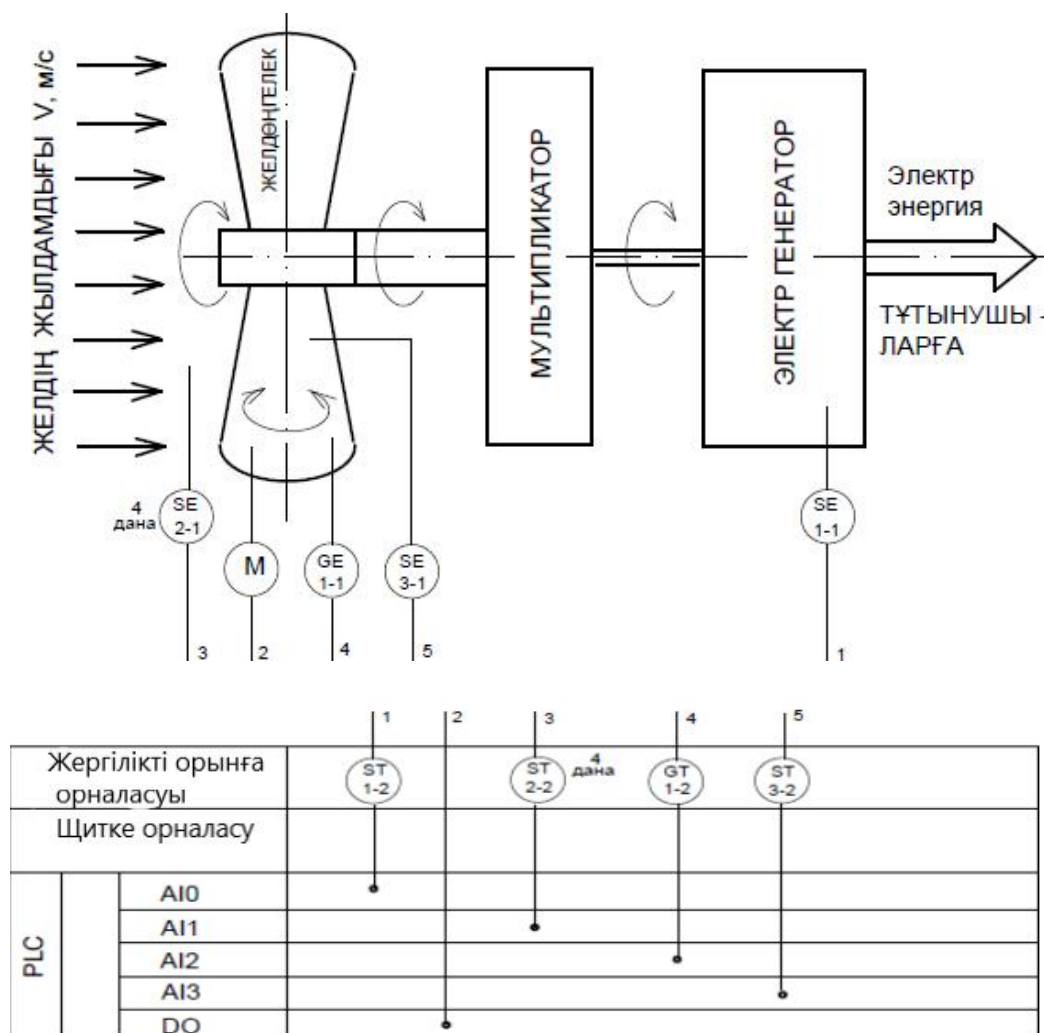
Датчик электрогенератордың бұрыштық жылдамдығын өлшейді; Орындаушы механизм – бұл электрондық күшейткіш (сигналды күшейтеді), орындаушы қозғалтқыш (білігінің бұрыштық жылдамдығы өте жоғары болады) және редуктор (мультипликаторға керісінше механикалық беріліс, қозғалтқыштың өте жоғары бұрыштық жылдамдығын төмендетеді және желдөңгелектің пропеллерлерін желге қарсы бұрады).

Бұл АБЖ-ң функционалдық сұлбасындағы элементтері мынадай түрде жұмыс істейді: Басқарылынатын нысанының құрамындағы ЖЭҚ-ң электрогенераторының бұрыштық жылдамдығының талап етілетін (қажетті) мәні $u_{\text{каж}}$ сырттан беріледі. Электрогенератордың ағымдағы (қазіргі, нақты) $\omega(t)$ бұрыштық жылдамдығының мәнін Д датчик өлшейді (суретте у), бұл сигнал

Салыстыру (Айырушы) элементінде у сигналынан шегеріледі, яғни $u_{\text{зад}} - u$ айырма есептелінеді. Тұрақтандырылған жағдайда $\Delta = u_{\text{каж}} - u = 0$ болу керек, яғни электрогенераторының $\omega(t)$ бұрыштық жылдамдығы оның талап етілетін мәніне тең болу керек. Егер $V(t)$ желдің жылдамығы өзгерген болса, онда электрогенераторының $\omega(t)$ бұрыштық жылдамдығы өзгереді, бұны Д датчигі өлшейді да, Салыстыру элементінен кейін $\Delta = u_{\text{каж}} - u$ АБЖ-ң қателік сигналы нольге тең емес болады, бұл нольге тең емес Δ қателік сигналы Басқару құрылғысының реттеу заңы бойынша Орындаушы механизмнің көмегімен Реттеу органын, яғни желдөңгелегінің пропеллерлерін (лопастьтарын) бұра бастайды, Бұның нәтижесінде $V(t)$ желдің жылдамығының өзгеруіне қарамастан ЖЭҚ-ң электрогенераторының $\omega(t)$ бұрыштық жылдамдығы талап етілетін мәнінен өзгермеген болады.

2.3 Желэнергетикалық технологиялық үдерісін автоматтандырудың функционалдық сұлбасын құру

Желэнергетикалық құрылғының көмегімен желдің күшінен электр энергия өндірудің технологиялық үдерісін автоматтандырудың функционалдық сұлбасы (АФС). Желэнергетикалық құрылғысының автоматты басқару жүйесінің толық функционалдық сұлбасы бойынша істелінген және төменгі 2.4-суретте көрсетілген.



2.4 Сурет – ЖЭҚ-ң электр энергия өндіру технологиялық үдерісін автоматтандырудың функционалдық сұлбасы

2.4 Жел энергетикалық қондырғысын автоматтандыру шарттары

Электр станциялары мен қосалқы станциялардың электрлік бөлігін автоматтандыру халық шаруашылығының барлық секторларына таралған қағидаттарға сәйкес жүзеге асырылады. Дегенмен, электр энергиясын генерациялау, беру және таратудың технологиялық процесі автоматтандыру құрылғыларына белгілі бір шарттарды орындайтын бірқатар ерекшеліктерге ие.

Бұл ерекшеліктер:

- ұзақ уақыт бойы генерацияланған және тасымалданатын энергияның үлкен көлемі;
- электр энергиясын өндіру, беру, бөлу және тұтыну процесінің үздіксіздігі;
- электр энергиясын генерациялау, беру және таратудың жай-күйінің әртүрлі бұзылуы кезінде процестердің жоғары жылдамдығы.

Электр станцияларының, электр беру желілерінің қуаты, олардың үздіксіз

жұмыс ұзындығын жүздеген немесе мыңдаған - сағат мегаватт құрайды, электр жүйесінде ешқандай жеткілікті сыйымды жинақтай құрылғысын бар, ал. Берілген уақытта өндірілетін энергия көлемі, іс жүзінде бірдей уақытта және тұтынылған болуы тиіс. генераторлар және бұзу орнына электр тұтынушылар мен жүйесінің басқа элементтері арасындағы бұзу өңдеу тізбек элементтерінің жағдайда жылу энергиясының үлкен сомасын бөлінді. Олар, уақыт кезеңдерде елеулі жабдықтар зиян және толық тесіп процесін тудыруы ондық есептеу, және кейде секундтың жүзден бір болады. тұтынушыларға электр кенеттен істен өнімдерін, жабдықтар, адам құрбандарына залалды дейін, олардың өндірістік процестерді, еңбек жағдайларын бұзғаны бұзылуына әкеледі.

Осының барлығы автоматтандырудың әр түрлі құралдарын тудырады, олардың жылдамдығы мен сенімділігіне қойылатын талаптарды арттырады.

Автоматтандыру құрылғылары электр энергиясының (кернеу, жиілік) және энергия жүйесінің тиімділігін (белсенді және реактивті қуат) тиісті сапалық көрсеткіштерін қамтамасыз етуі керек. Бұл құрылғылар генераторлардың қозғау жүйелеріне және бастапқы қозғалтқыштардың энергия тасымалдаушыларының саны (бу, су) үшін басқару құрылғыларына әсер ететін бұл шамдарды автоматты түрде реттейді.

Қарастырылып отырған автоматты кернеуді реттеу жүйесі кернеу генератордың терминалдарында берілген деңгейде ұстап тұруға қызмет етеді. Жүйе тұрақтылық талаптарына, сондай-ақ реттеудің нақтылығына сай болуы керек. Схемалық диаграмма суретте көрсетілген.

Автоматты реттегіш П-потенциометрден тұрады, оған генератор ТН кернеу трансформаторының қосалқы кернеуі, ІО өлшеу құралы және тұрақты токтың көмегімен U_M қуат күшейткіші қолданылады. Өлшеу құралы кернеу ауытқуының шамасы мен белгісін оның берілген мәнінен анықтайды және осы ауытқу шамасына бара-бара сигнал шығарады. Қуат күшейткіші кернеу ауытқуына пропорционалды ток тұрақты ток шығарады.

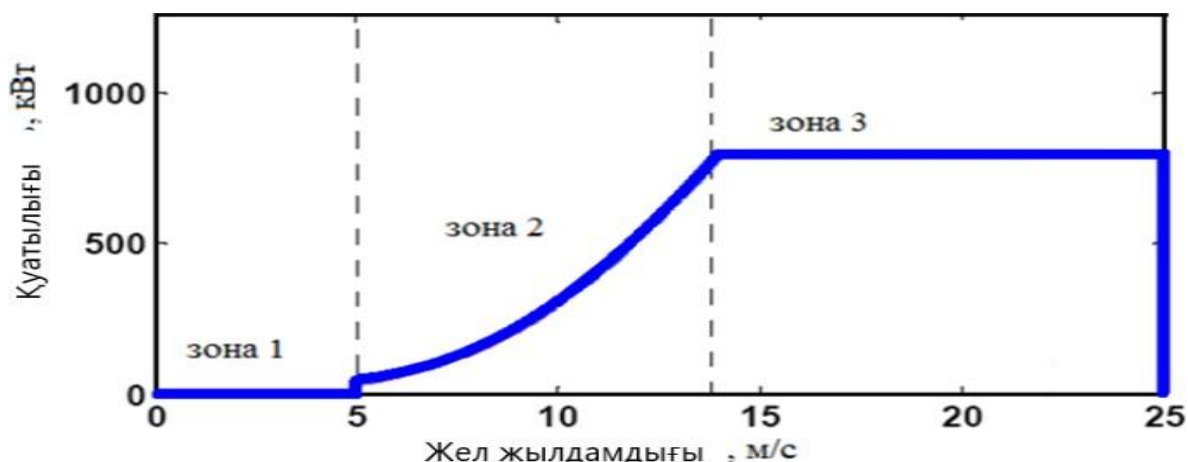
Автоматты реттегіш П-потенциометрден тұрады, оған генератор ТН кернеу трансформаторының қосалқы кернеуі, ІО өлшеу құралы және тұрақты токтың көмегімен U_M қуат күшейткіші қолданылады. Өлшеу құралы кернеу ауытқуының шамасы U_p -мен белгісін оның берілген мәнінен анықтайды және осы ауытқу шамасына бара-бар $U_{\text{вых}} = k_H(U_0 - U_p)$ сигнал шығарады. Қуат күшейткіші кернеу ауытқуына пропорционалды ток тұрақты ток шығарады.

Қарастырылып отырған автоматты кернеуді реттеу жүйесі кернеу генератордың терминалдарында берілген деңгейде ұстап тұруға қызмет етеді. Жүйе тұрақтылық талаптарына, сондай-ақ реттеудің нақтылығына сай болуы керек. Схемалық диаграмма суретте көрсетілген.

2.5 ЖЭҚ жұмыс істеуінің тәртіптері мен аймақтары

Қазіргі кезде екі негізгі жұмыс режимі болуы мүмкін: роторының тұрақты және ауыспалы айналу жылдамдығы, бұл ретте басқару принциптері ЖЭҚ тәуелді болады аймағында жұмыс істейді. Сонымен, ЭҚ жұмысының негізгі үш

аймағы бөлінеді. Бұл аймақтар энергетикалық сипаттамасы ЖЭҚ 2.5-суретте көрсетілген.



2.5 Сурет – ЖЭҚ-ң энергетикалық сипаттамасы

1-аймақ, 5 м/с жел жылдамдығының сол жағында орналасқан қисық бөлігі орнатудың әрекетсіздігі және оны іске қосу сәттері. Стратегия реттеудің осы жел жылдамдығын бақылау болып табылады: қондырғының жұмысын бастау үшін нормаланатын шектердегі жылдамдық және егер іске қосу үшін қажетті операцияларды орындау басталады қондырғылар. Бұл аймақта басқарудың қазіргі заманғы стратегиялары пайдаланылмайды.

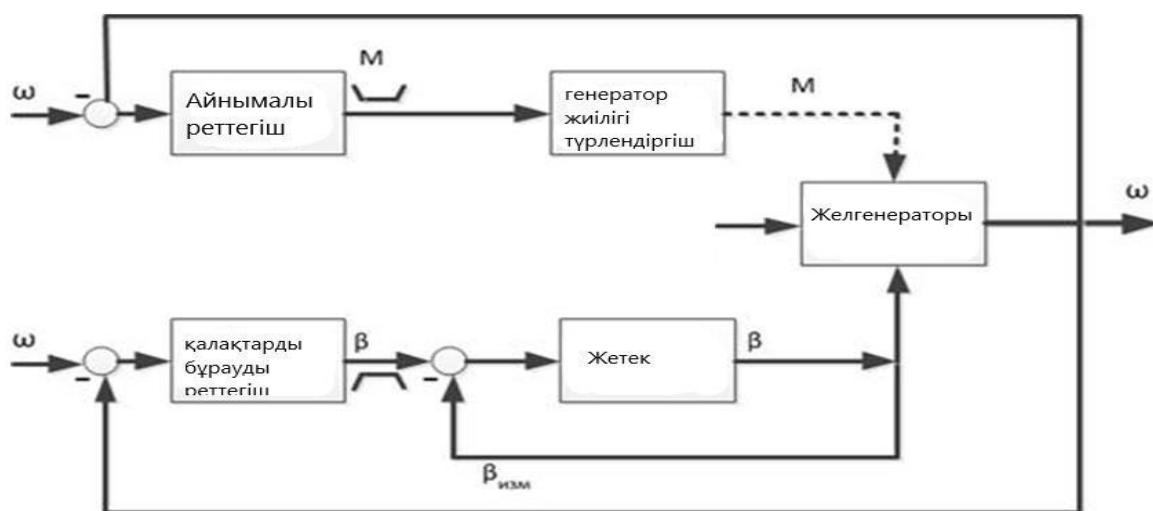
2-аймақ жұмыс режимі болып табылады.электр энергиясының барынша мүмкін Саны. Аэродинамикалық шығындарға жоғары теориялық тұрғыдан оны орнатумен қол жеткізуге кедергі .Беттец шегі деп аталатын желден энергияны алу мүмкіндігі , бірақ мақсат-бұл мәнге жақындау, мүмкіндігінше. 2 аймағында мүмкін пайдаланылуы мүмкін екі қағидаты жұмысын реттеу ЖЭҚ: бұрылу гондолдар қазақстан көлденең жазықтықтың өзгеруі және генератордың айналмалы моментінің өзгеруі.

3-зонадағы жұмыс желдің жылдамдығы, номиналдан жоғары, яғни желдің жылдамдығы жоғары болған кезде энергия мөлшері. Қондырғы таңдалған энергия үлесін шектеуі тиіс электрлік және механикалық есептік генератордың жүктемелері. 3-аймақта ауыспалы жылдамдықпен жұмыс істейтін қондырғы, жылдамдықтың тұрақты мәнін және тұрақты, номиналды қуат, артық энергияны шығару үшін қалақтардың әсер ету бұрышын өзгерту. Осы жоғарыда көрсетілген басқару қағидатының барлығы пайдаланылуы мүмкін әзірлеп қуат. Артық аэродинамикалық сәтті басқару екі жолмен қол жеткізілді: ротор геометриясының өзгеруі (мысалы, өзгерту оның ұзындығы) немесе ротордың айналу жылдамдығының өзгеруі ротор жылдамдықтың оңтайлы коэффициентімен қалай жұмыс істейді.

2.6 ЖЭҚ электргенераторының бұрыштық жылдамдығын желдөңгелектің қалақтарының бұрыштарын өзгерту арқылы тұрақтандыру

Жоғарыда сипатталған қуатын басқару тәсілдерін талдай отырып ең қарапайым және кең таралған спосо деген қорытынды жасауға болады- басқару бом вет айналу жиілігі тұрақты жұмыс болып табылады- роколес. Сол уақытта жұмыс істейтін Жел энергетикалық қондырғылар мұндай басқару кезінде тиімді жұмыс істеуін қамтамасыз ете алмайды.- жел жылдамдығының кең диапазонында рование және қосымша- желден артық болған кезде қуаты. Сондықтан, электр генератордың бұрыштық жылдамдығын тұрақтандырудың 2.1-тармағында сипатталған негізгі тәсіліне қосымша, жел ағынының қуатының (жылдамдығының) өзгеруіне байланысты жел ілгіш қалақтарының (пропеллерлердің) орнату бұрышын өзгертуге негізделген басқару әдісін қолданамыз.

Жұмыс аймағына (аймағына) байланысты басқарудың қандай да бір әдісі таңдалады. Жел әлсіз болған кезде қалақтарды бұруды басқаруда, оның мәнін оңтайлы мәнде ұстап тұрудан басқа (көбінесе шамамен) қажеті жоқ. Сондықтан, қуатты оңтайландыруға ротор жылдамдығының бейімделуі арқылы желдің белгілі бір жылдамдығынан TSR ең жоғары болатын мәнге қол жеткізіледі. қатты желдерде жел генераторы конструкцияға үлкен жүктемелерді сынайды, және жел қуаты жел генераторының номиналды қуатынан әлдеқайда асып кетуі мүмкін. Сондықтан, ротордың айналу жылдамдығын және жел генераторының қуатын шектеу қажеттілігі туындайды. Бұл ротор қалақтарын бұру арқылы қол жеткізіледі. Күрішті қалай көруге болады. 2 қалақтарды бұрау қисықты өзгертеді . Бұрылу бұрышының ұлғаюымен мән азаяды. Бұл жел генераторына номиналды мәндер шекарасында жұмыс істеуге мүмкіндік береді. жел генераторын басқару жүйесінің принципті сұлбасы берілген, жел жылдамдығына және жұмыс аймағына (аймағына) байланысты басқару әдістерінің бірі таңдалады.



2.6 Сурет - Жел генераторын басқару жүйесінің принциптік сұлбасы

3 ЕСЕПТІК БӨЛІМ

3.1 Қажетті құрылғыларды таңдау

Таңдалынған қажетті құралдар тізімі:

- GPR 150 типті номиналды қуаты 750 Вт генератор;
- HP 6CT-100 Аз типті аккумулятор батареялары;
- Man Sin Pro типті керуі 12В инвертор;
- РКН-1-1-15 АС 220В УХЛ2 типті автоматты резерв енгізу құрылғысы;
- WWS10A-24E типті контроллер.
- Құрылғыларды таңдаудың салыстырмалы кестесі көрсетілген.

3.1 Кесте - Құрылғылардың салыстырмасы.

№	Атауы	Типі	Қуат (Вт)	Кернеу (В)	Ток (А)	Жиілік (Гц)	Сиымдылық (А/сағ)	Экономикалық тиімді
1	Генератор	GPR 150	750	230/400	300			+
		GPR 33	750	100/200	300			-
2	Аккумулятор батареясы	HP 6CT-100 Аз		12	820		950	+
		HP 6CT-135 Аз		12	900		800	-
3	Инвертор	Man Sin Pro12B	2000	12		50		+
		Man Sin Pro24B	2000	24		50		-
4	АРН	РКН-1-1-15 АС 220В УХЛ2		220	16	50		+
		РКН-1-1-15 АС 220В УХЛ1		220	16	50		-
5	Контроллер	WWS10A-24E		24	10			+
		WWS10A-48E		48	10			-

3.2 Қуатын есептеу

Электр энергиясын қолданудың уақыт периодын мына формуламен есептесе болады

$$S = P * t_0, \quad (3.1)$$

мұндағы S - қолданылған электр энергиясы, Вт*сағ;

P - электр аспабының номиналды қуаты, Вт;

t_0 - электр аспабының жұмыс уақыты, сағ.

Мысалы үшін 450В қуаты бар электр қабылдауыштың бір күн ішіндегі электр энергиясын пайдалануын есептейміз

$$S = 450 * 12 = 5400 \text{ Вт (бір күнде пайдаланылатын электр энергиясы).}$$

Аналогты мысал бойынша қалған электр аспаптары үшін пайдаланылатын электр энергиясын есептеуге болады. Есептеулер нәтижесі 2.1 кестеде көрсетілген.

2.2 Кесте - Электр аспаптарымен электр энергиясын пайдалану

Электр аспаптарының атауы	Қуаты	Электр энергиясын пайдалану	
		Күні	Айы
Титан	1,2 кВт	3,6 кВт*сағ	108 кВт* сағ
Жарықтандыру	0,48 кВт	1,92 кВт*сағ	57,6 кВт* сағ
Компьютер	0,45 кВт	5,4 кВт* сағ	162 кВт* сағ
Тоңазытқыш	0,15 кВт	0,15 кВт* сағ	4,5 кВт* сағ
Шәйнек	2,2 кВт	1,1 кВт* сағ	33 кВт* сағ
Микро толқынды пеш	0,6 кВт	0,12 кВт* сағ	3,6 кВт* сағ
Бақылау камералары	0,06 кВт	1,5 кВт* сағ	45 кВт* сағ
Қорытынды	5,14 кВт	13,79 кВт* сағ	413,7 кВт* сағ

Электр энергиясын шығаруды мына формуламен есептеуге болады

$$P_{\text{в}} = P * t_p, \quad (3.2)$$

мұндағы $P_{\text{в}}$ - электр энергиясын шығару, Вт;

P - генератордың номиналды қуаты, Вт.

Электр қабылдауыштардың пайдалану қуатын біле отырып, генератордың номиналды қуатын есептеуге болады

$$P = \frac{14}{24} = 0.6 \text{ кВт.}$$

Жел энергиясының тұрақты болмау себебінен белгілі бір уақыттар аралығында, жел генераторының қуатының жеткіліксіздігінен электр қамтамасыздандыруда үзілісер болуы мүмкін, сондықтан электр аспаптарының үзіліссіз жұмысы үшін жалпы энерго пайдаланудан 30% қосымша 4кВт электр энергиясы қажет. Осыдан шыға отырып генератордың номиналды қуаты мынаған тең

$$P = \frac{18}{24} = 0.75 \text{ кВт.}$$

3.3 Кабельді есептеу

Ережеге сай, құрылғыны, сонымен қатар кабельді таңдау энергетикалық тұтынысқа байланысты таңдалынады. Сондықтан, алдын - ала есептелген тұтынысқа байланысты жел генераторынан электр энергиясын тұтынушыға дейінгі ара қашықтықта кабельді таңдаймыз, ондағы шығынды және генератордың қажетті қуатын есептейміз. Кабельді есептеуді орташаланған кабельдің техникалық сипаттамалары анықтамасы бойынша жасаймыз. Аладайда әр анықтамаларда әр түрлі болуы мүмкін. Мысалы, мыстың және мыс желісінің кедергісі әр анықтамада әр түрлі болуы мүмкін. Әр квадрат миллиметр қимаға кабельдің рұқсат етілген салмақ тогы кабельдің құрылысына және төсеменің шартына байланысты әр түрлі болуы мүмкін.

Есептеулер негізі алдында алынған энерготұтынушылар қуатын есептеу бойынша алынады.

Тұтынушының салмақ тогын мына формула бойынша есептеуге болады

$$I = \frac{P}{U} \quad (3.3)$$

мұндағы I – салмақ тогы, А;

P – электр қабылдағыштардың қуаты, Вт;

U – инвертордағы шығыс кернеуі,

$$I = \frac{5140}{220} = 23.4 \text{ А}$$

Тұтынушылардың кедергісін мына формуламен есептеуге болады

$$R = \frac{U}{I} \quad (3.4)$$

мұндағы R – тұтынушылардың кедергісі, Ом.

$$R = \frac{220}{23.4} = 9.4 \text{ Ом.}$$

Алынған нәтижелерге сәйкес кабельдің 2 мм^2 ден 4 мм^2 қимасы бар кабель таңдау қажет.

3.4 Математикалық модельдеу

Модель - бұл зерттеуге ыңғайлы және зерттеушіні қызықтыратын объектінің физикалық қасиеттері мен сипаттамаларын адекватты түрде көрсетуге мүмкіндік беретін, модельденетін объектінің физикалық немесе дерексіз бейнесі.

Модельдеу дегеніміз - зерттеу объектісін оның кейбір үлгілерімен ауыстыру және объект туралы қажетті ақпарат алу үшін модель бойынша зерттеу жүргізу.

Өте төмен қуатты жел қондырғыларында бұл алгоритмдерді қолдану тиімділігі жоғары болғандықтан жеткілікті негізделген. Іріктеудің жеткілікті жоғары жиілігі кезінде максималды қуат нүктесін есептеу және ауытқуларды өлшеу кезінде мұндай әдістер генерацияланған қуаттың шамалы ауытқуын береді [11].

Модельдеу - күрделі объектілерді, процестер мен құбылыстарды талдау мен синтездеудің қуатты құралы. Көптеген күрделі ғылыми-техникалық мәселелерді шешу модельдеу арқылы едәуір жеңілдетілген, яғни. зерттелуші үшін ең қажетті ауыстырылатын заттардың қасиеттері мен сипаттамаларының көрінісін қамтамасыз ететін кейбір заттарды басқаларға ауыстыру.

Қазіргі кезде модельдеу автоматика, есептеу және өлшеу технологиясында, радиотехника мен байланыс, математика және ғылым мен техниканың басқа салаларында кеңінен қолданылады.

Модельдеу зерттелетін процестің негізгі қасиеттерін анықтаудан, модельдер құрудан және оларды табиғаттың мінез-құлқын болжау үшін қолданудан тұрады.

Практика - бұл модельдеудің дұрыстығы туралы критерийі.

Модельдеу әдістерінің құндылығы, олар әдетте ауқымды, күрделі және төтенше жағдайлармен байланысты болатын ауқымды экспериментті айтарлықтай төмендетіп, жеңілдете алатындығында, сонымен қатар математикалық сипаттама мен есептеулердің сенімділігін арттырады. Модель нақты техникалық құрылғы және табиғатты бейнелейтін абстрактілі математикалық сипаттама бола алады. Техникалық құралдарды қолдану модельдеуге эксперименттік сипат береді, ал модельдік математикалық сипаттама құбылыстың табиғатын теориялық тұрғыдан ашады.

Компьютерлік модельдеу - бұл жүйенің математикалық моделі компьютерлік бағдарлама түрінде ұсынылатын модельдеу.

Компьютерлік модельдеуді үш түрге бөлуге болады:

-сандық модельдеу - есептеу эксперименті параметрлердің бастапқы мәндері мен бастапқы шарттары үшін кейбір математикалық тендеулердің сандық шешімінен тұрады;

-статистикалық модельдеу - имитациялық жүйеде процестер туралы статистикалық мәліметтер алуға мүмкіндік беретін компьютерлік модельдеу түрі;

-имитациялық модельдеу - зерттелетін жүйенің жұмыс істеу процесін компьютерде көбейту (имитация) арқылы сипатталатын компьютерлік модельдеу түрі. Сонымен бірге процесті құрайтын элементарлы құбылыстарға еліктейді, олардың логикалық құрылымын, уақыт ағымының реттілігін сақтай отырып, жүйенің белгілі бір уақыттағы күйі туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Имитациялық модельдеу кезінде эксперимент кез-келген іс-әрекеттің нақты жағдайға салдарын зерттеу және бағалау үшін бірнеше рет қайталанады немесе көптеген басқа ұқсас объектілермен бір мезгілде өткізіледі, бірақ әртүрлі жағдайда орналастырылады [11].

Басқару жүйелерін модельдеу кезінде көбінесе имитациялық модельдеу қолданылады, бұл жүйенің әртүрлі параметрлері мен жұмыс режимдерін қадағалауға мүмкіндік береді, өйткені белгілі бір уақыт кезеңінде жүйенің жұмысын қадағалау міндеті туындайды.

Модельдің пайдалы және жиі сыни ерекшелігі көбінесе бағдарламалық кодты модельден басқару жүйесінің контроллеріне ауыстыруға мүмкіндік беретін бағдарламалаудың жоғары деңгейлі тілдерін қолдау болып табылады. Бұл функционалдығы Matlab математикалық есептеулерге арналған бағдарламалық жасақтама пакетіне және оның Simulink қосымшасына ие.

Simulink - бұл дискретті, үздіксіз және гибриді, сызықтық емес және үзіліссіз жүйелерді қамтитын динамикалық модельдер құру үшін бағытталған графиктер түріндегі блок-схемаларды қолданатын графикалық модельдеу ортасы. Simulink электр қуатын, механикалық және гидравликалық жүйелерді имитациялау үшін дайын блоктық кітапханаларды пайдалануға, сондай-ақ басқару жүйелерін, сандық коммуникацияларды және нақты уақыттағы құрылғыларды дамытуға арналған дамыған модельге негізделген тәсілді қолдануға мүмкіндік береді. Simulink қосымша пакеттері модельдік тұжырымдаманы әзірлеуден бастап тестілеуге, валидациялауға, кодты құруға және жабдықты енгізуге дейінгі мәселелердің барлық спектрін шешуге мүмкіндік береді. Simulink MATLAB ортасына кірістірілген, ол кірістірілген математикалық алгоритмдерді, мәліметтерді өңдеудің қуатты құралдары мен ғылыми графиканы пайдалануға мүмкіндік береді.

3.5 Жел қондырғыларын математикалық модельдеу

Желдің қасиеттерін түсіну жел энергиясын пайдалану үшін өте маңызды. Желдің жылдамдығы геометриялық тұрғыдан бір жерден екінші жерге, уақытша, маусымдық және сағаттық тәсілмен өзгереді.

Желдің жылдамдығының маусымдық өзгеруінен басқа, қысқа уақыт шкаласында да бірнеше өзгеріс бар. Бұл вариацияларды синоптикалық вариация деп атайды және олардың шыңы шамамен 4 күнде болады.

Желдің жылдамдығындағы маусымдық және синоптикалық компоненттерден басқа турбуленттік компонент бар. Бұл турбуленттілік салыстырмалы түрде жылдам уақыт шкаласы бойынша жел жылдамдығының ауытқуын білдіреді, әдетте 10 мин.

Жел турбинасына жел энергиясының байланысын зерттеу кезінде турбуленттік тербелістер қабаттасып, әр уақытта өзгертін маусымдық, синоптикалық және тәуліктік әсерімен анықталатын желдің орташа жылдамдығын білу өте маңызды [9].

Қуат, айналу моменті және күші - бұл жел турбинасының жұмысын сипаттайтын жел жылдамдығына байланысты өзгертін үш көрсеткіш. Ротордың ұстап алатын энергия мөлшері оның қуатын, беріліс қорабының мөлшері оның айналу моментін анықтайды, ал ротордың тартылуы мұнараның құрылымдық дизайнына үлкен әсер етеді.

Жел турбинасы қозғалатын ауадан энергияны жинап, оны электр энергиясына айналдырады. Ауа тығыздығы, қуат коэффициенті және турбина айналған аумақ алынған энергияға әсер ететін параметрлер, келесі теңдеуде көрсетілген:

$$P = 0.5\rho C_p v^3 A \quad (3.5)$$

мұндағы P -Қозғалмалы ауадғы механикалық қуат (Вт);

ρ -ауа тығыздығы($\text{кг}/\text{м}^3$);

A -Ротордың қалақтарымен өткен аймақ(м^2);

v -жел жылдамдығы($\text{м}/\text{с}$);

C_p -қуат коэффициенті.

Идеал жағдайдағы желден шексіз қалақтары бар идеалды турбиналық ротордан алынатын максималды қуат - бұл ғалым Бетц дәлелдегендей желдегі қуаттың 59,26% (0,5926 есе) құрайды және бұл шек Бец шегі деп аталады. Жел турбиналары құрылымдық-экономикалық тұрғыдан екі немесе үш қалақшаға арналған, демек, олар алатын қуат мөлшері қолда бар қуаттың шамамен 50% (0,5 есе) шамасында.

Жел турбинасының ротор жылдамдық коэффициенті(РЖК) келесідей анықталады:

$$\Omega = (\omega * R)/v \quad (3.6)$$

мұндағы ω - Жел турбинасының ротор білігіндегі механикалық

жылдамдық(рад/с);

R-Қалақ радиустары;

Ротордың қуат коэффициентін C_p есептеу үшін РЖК және қалақтың қадам бұрышы β қолданады. Ротордың қуат коэффициентін келесідей есептеуге болады:

C_p -(Шығарылған қуат) / (Желдегі қуат)

1-тендеуді келесі түрде жазуға болады:

$$P = 0.5\rho C_p(\lambda, \beta)v^3 A \quad (3.7)$$

Бұл формула қатты жылдамдық (λ) және қалақтардың айналу бұрышы (β) сияқты факторларға сызықтық емес байланысты болатын жел дөңгелегінің C_p қуат коэффициентін қамтиды.

Жел генераторының паспорттық деректерінен белгілі: Қуатты пайдалану коэффициенті $C_p = 0,45$;

Жел дөңгелегінің радиусы $R=3,7$ м;

Айналу жылдамдығы $\omega = 26,17$ рад/с(250 об/м);

Желдің максималды жылдамдығы $v=25$ м/с;

Ауа тығыздығы $\rho = 1.25$ кг/м³.

Айнымалы жылдамдықты жел турбиналары қалақтың бұрылу бұрышын реттеуге және оның айналу жылдамдығын басқаруға мүмкіндік беретін қуаттылық коэффициентінің жақсы профилін алуға мүмкіндік беретін ауысу механизмімен жабдықталған (тік бұрышты бақылау).

3.6 Қуат теңдеуін модельдеу

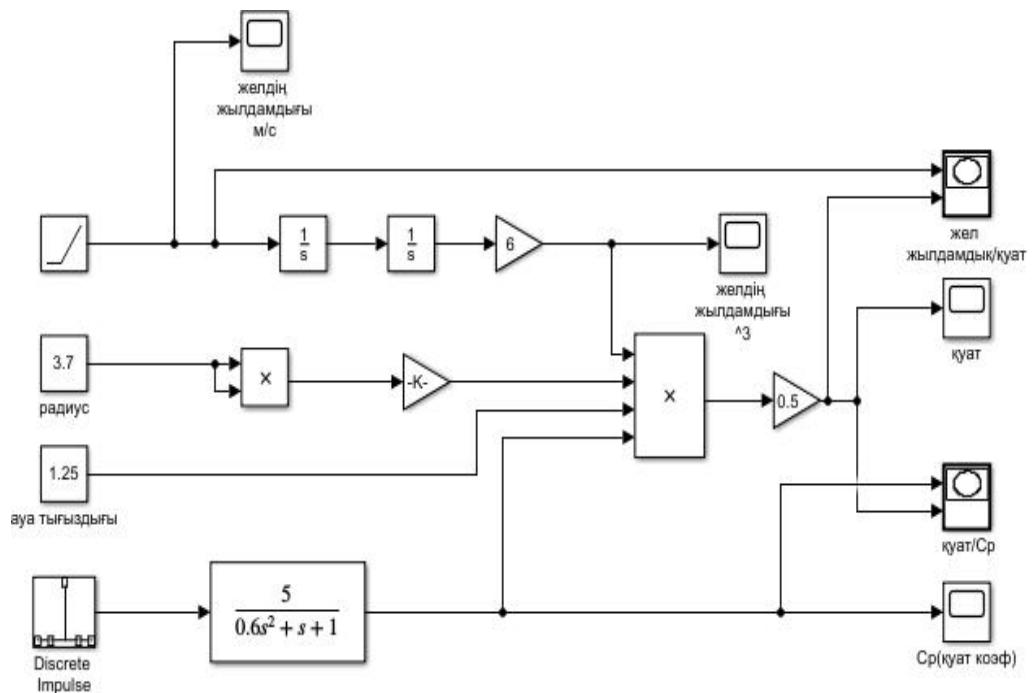
Matlab-Simulink моделі 3.1-сурет салынған, бұл факторлар (3.5), (3.6)-формулалар) жел турбинынан өндірілетін қуатқа қалай әсер етеді, ал 3.2, 3.3, 3.4-сурет нәтижелерді көрсетеді. Simulink моделі жел турбиналарының кең ауқымында қолданыла алады.

Ұсынылған жел турбинының сипаттамасы:

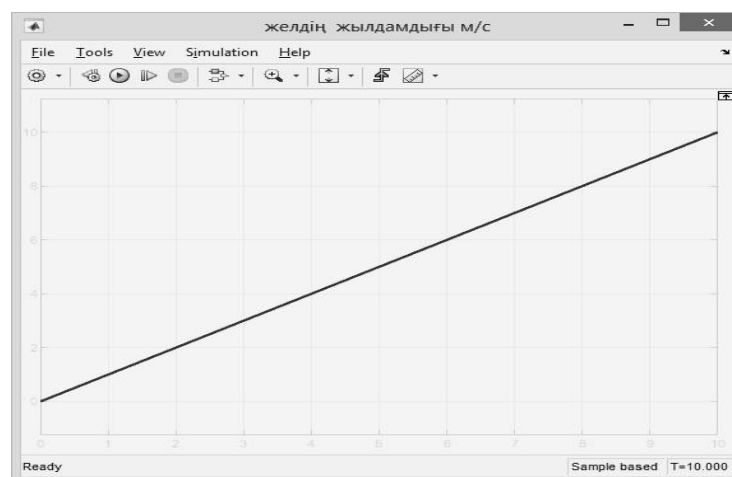
Жел дөңгелегінің радиусы-3.7м.

Нәтижелерден желдің жылдамдығының 3.2- суретте көрсетілгендей уақытқа байланысты өзгеруін көруге болады, ал желдің жылдамдығы тұрақты емес, сондықтан қисық сызықты емес, бұл имитациялық блок-схемадағы желдің жылдамдығын екі есе интеграциялау арқылы жасауға болады. Ramp функциясы 3.1- суреттің бірінші жоғарғы бөлігінде көрсетілгендей, содан кейін оны 6-ға көбейтіп, желдің жылдамдығын $\wedge 3$, қуат пен қуат коэффициентін алады. Жақсы жел турбинысын алу үшін қуаттылықты максималды түрде алу үшін жергілікті аумақтың жағдайын ескерген жөн. 3.3 және 3.4- суреттерден көрініп тұрғандай, жел турбинының шығыс қуаты желдің жылдамдығы мен ротор жылдамдық коэффициентіне 3.6-тендеуде түсіндірілгендей тікелей байланысты, бұл өз кезегінде қалақтың бұрышының функциясы болып

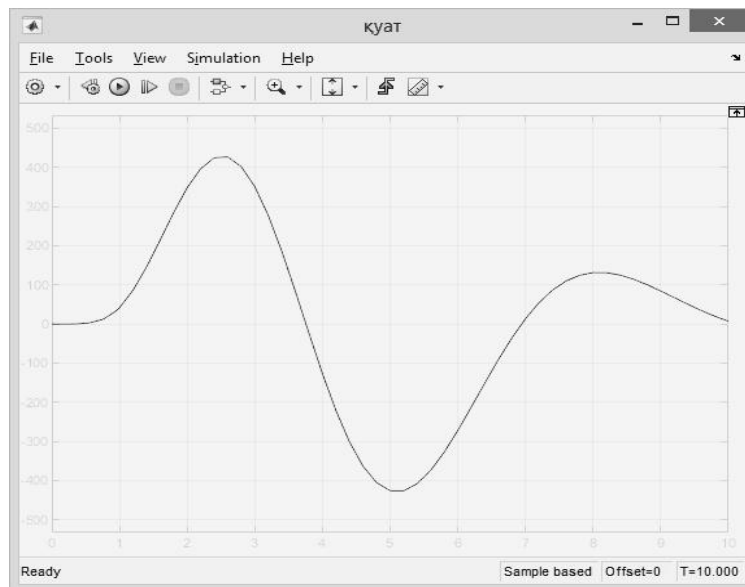
табылады, жел күші күшейеді жылдамдық белгілі бір мәнге дейін, содан кейін ол турбинаның қауіпсіздігі үшін жел турбинасының магистралінде орналасқан басқару жүйесінің арқасында азаяды.



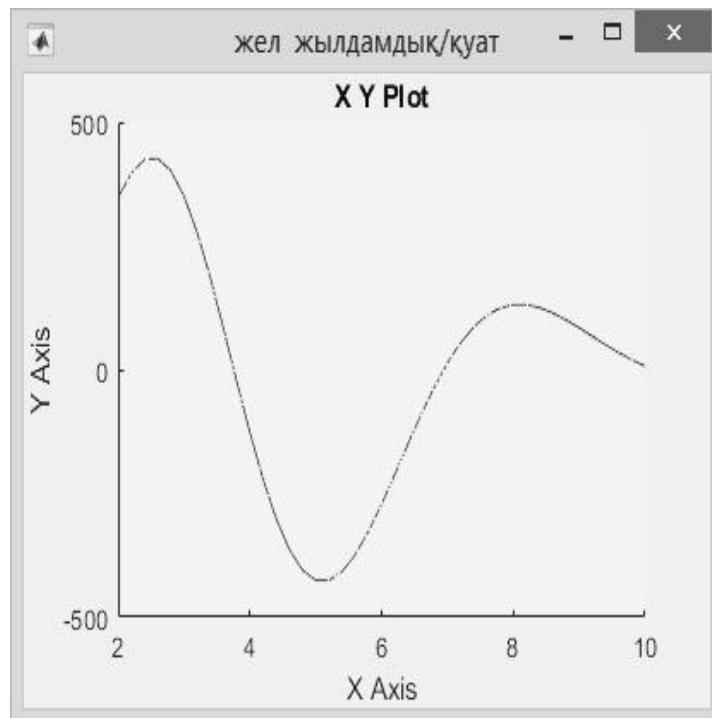
3.1 Сурет - Жел турбинасының математикалық моделі 3.1 және 3.2 формулалар бойынша сызба



3.2 Сурет -Желдің жылдамдығы,м/с



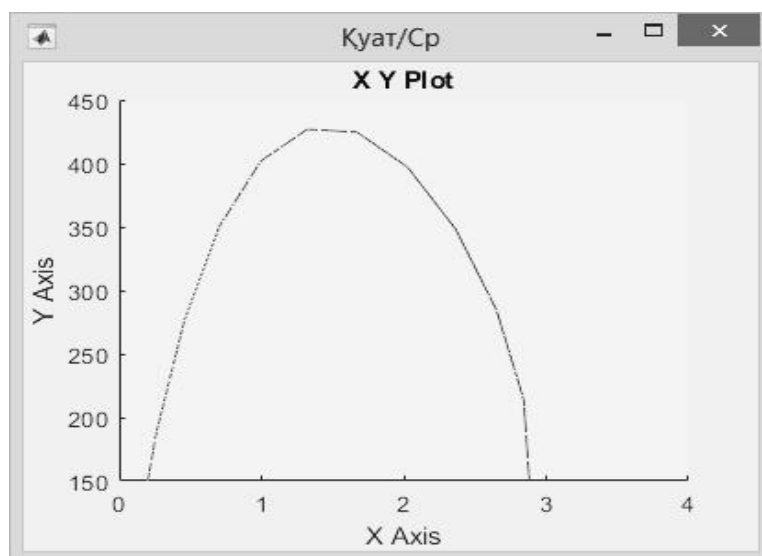
3.3 Сурет -Жел турбинасының шығыс қуаты



3.4 Сурет -Желдің жылдамдығымен қуат арасындағы байланысы

Қалақ айналған аймақ қуатқа үлкен әсер етеді. Ротордың диаметрі желден алынатын қуатқа тура пропорционалды. Ауа тығыздығы жел турбинасының жұмысына үлкен әсер етеді. Желдегі қуат ауаның тығыздығымен тікелей пропорционалды, ауа тығыздығы артқан сайын күш те артады және керісінше. Сонымен қатар, ауа тығыздығы ауа қысымы мен температураның функциясы болып табылады. Ол ауа қысымымен температураға тура және кері пропорционалды. Сонымен қатар температура мен қысым пропорционалды.

түрде биіктіктің жоғарылауымен кері.



3.5 Сурет -Жел турбинының қуатымен қуат коэффициент арасындағы байланысы

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі кезде кейінгі мәліметтерге қарағанда Қазақстанда Жонғар және Қаратау аймақтарында желдің энергетикалық ресурстары өте жоғары.

Міне осы саладағы ғылыми ізденіс жұмыстарын жүргізу болашақта Қазақстанның энергетикалық тәуелділігін төмендетуге және экологиялық мәселесін шешуге толық мүмкіндік бар сондықтан дипломдық жұмыста қарастыратын бағыт экологиялық және экономикалық тұрғыдан алғанда бұл өте өзекті мәселе болып табылады.

Дипломдық жобада желдің күшінен электр энергиясын өндіру және жел энергетикасын дамыту үшін Қазақстанның мүмкіншіліктері мен Қазақстан территориясының жел картасы келтірілген және желге бай аймақтары аталған. Содан кейін жел энергиясын пайдалану үшін желдің ағымының сипаттамалары зерттелінді .

Жалпы жел энергетика қондырғысымен таныстырылып жел энергетика құрылғысының түрлері, жіктелуі және қолданылу аймақтары мен қолданылу тиімділігіне шолу жүргізілді. Жел энергиясын электр энергиясына түрлендіруге арналған генератордың автоматтандыру жүйесі жасалып оның қондырғыдағы ролы зерттелді және жел энергетика қондырғысы арқылы энергияны алудағы қажетті құрылғыларға таңдау жасалып, оларға есептеулер мен модельдеу жүргізілді ,зерттеулер арқылы бұдан мен жел энергиясын тиімді және қауіпсіз пайдалануға болатынын тусіндім.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие /Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников. – Томск: Изд-во Томского Политехнического университета, 2015. – 128 с.
- 2 Шингисов Б.Т. Обоснование кинематических и конструктивных параметров электропривода генератора ветроустановки. Дисс. на соиск. уч. степ. PhD. – Алматы, 2015. – 135 с.
- 3 Ветроэнергетика Красноярского края / А.В. Бастрон и др. – Красноярск: Красноярский гос. аграрный университет, 2015. – 252 с.
- 4 Барашко О.Г. Автоматика и автоматизация производственных процессов: Практические занятия. – Минск, 2011. – 45 с.
- 5 Кирпичникова И.М. Ветроэнергетические установки. Расчет параметров ком- понентов / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин. –Челябинск: Издательский центр ЮУРГУ, 2013. – 83 с.
- 6 Янсон Р.А. Ветроустановки: Учеб. пособие по курсам «Ветроэнергетика»,
7 «Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников энергии», «Введе- ние в специальность» / Под ред. М.И. Ошстова. –М.: Изд-во МГТУ
- 8 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии для получения тепло- ты в системах теплоснабжения: энергия ветра [Текст].: Методическая разработ- ка для студентов очной и заочной форм обучения специальностей 140104.65 Промышленная теплоэнергетика и 270109.65 Теплогазоснабжение и вентиляция. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет: сост. Г.М. Климов. — Н.Новгород: НН1 АСУ, 2013. — 50 с.:ил.
- 9 Мартянов А.С. Исследование алгоритмов управления и разработка контрол- лера ветроэнергетической установки с вертикальной осью вращения. Дисс.на соиск.уч.степ.канд.техн.наук. – Челябинск, 2016. – 174 с.
- 10 Ачитаев А.А. Исследование электромеханической совместимости ветроэнер- гетической установки с автономной ветроэнергетической системой. Дисс.на соиск.уч.степ.канд.техн.наук. – Новосибирск, 2018. – 177 с.
- 11 Исломов И.И. Исследование ветроустановки с магнитным редуктором. Дисс.на соиск.уч.степ.канд.техн.наук. – Чебоксары, 2018. – 194 с.
- 12 Dorf, R. C., Bishop R.H. Modern control systems. 12th Editio.

