

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Жанғырханова Нұрила Мақсатқызы

Жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, автономды электрмен
жабдықтауды автоматтандыру жүйесін дамыту

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

Физика-математика кандидаты

Қауымдастырылған профессор

 Н.У.Алдияров

«27» мамыр 2021 ж.

Жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, автономды электрмен
жабдықтауды автоматтандыру жүйесін дамыту

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған

Жанғырханова Нұрила Мақсотқызы

Ғылыми жетекші

Техника және технология
магистрі, лектор

Мүсілімов Қ.Б

«24» мамыр 2021ж

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

Физика-математика кандидаты

Қауымластырылған профессор

 Н.У.Алдияров

«27» мамыр 2021 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жанғырханова Нұрила Мақсатқызы

Жобаның тақырыбы : «Жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, автономды электрмен жабдықтауды автоматтандыру жүйесін дамыту»

Университеттің «27» қаңтар 2021 жылғы ғылыми кеңесінің № 762-б шешімімен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзім «1» маусым 2021ж.

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 материалдарының тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): функционалдық сұлба.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер

[1] Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 23.11.2009 No 261. URL: <https://rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (дата обращения: 15.05.19).

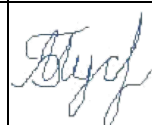
[2]Воронин, С.М. Возобновляемые источники энергии и энергосбережение [Текст] / С.М. Воронин, С.В. Оськин, А.Н. Головки. – Краснодар, КубГАУ, 2006. – 67 с.

[3] Елистратов В. В. Ветроэнергоустановки. Автономные ветроустановки и комплексы : учеб. пособие. СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. 101 с.

Дипломдық жобаны даярлау
КЕСТЕСІ

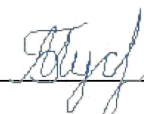
Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	3 ақпан 2021 ж.	
Арнайы бөлім	27 наурыз 2021 ж.	

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

Бөлімдерінің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Есептік бөлім	Мүсілімов К.Б техника және технология магистрі, лектор	24.05.2021	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев техн. ғыл. кандидаты Ассистент- профессор	27.05.2021	

Ғылыми жетекшісі

техника және технология магистрі, лектор



Қ.Б.Мүсілімов

Тапсырманы орындауға қабылданған білім алушы

Күні «27» қаңтар 2021



Н.М.Жанғырханова

АҢДАТПА

Соңғы кезде электр энергиясын өндіру үшін жаңартылатын энергия көздеріне көп көңіл бөлінуде, соның ішінде дамып келе жатқан жаңартылатын энергия көзінің бірі, электр энергиясын өндірудің перспективалық бағыты-жел энергиясы. Жел энергиясын пайдаланушыларға электр энергиясын тұтыну көлемін жабуға көмектеседі. Бұл жұмыста автономды жел электр станциялары үшін жел турбиналарының талдауы ұсынылған. Көлденең осьтік жел турбиналары бар автономды жел электр станциялары ең тиімді деп көрсетілген. Көлденең осьтік қондырғының қазірге заманғы автоматтандыру жүйесімен жабдықталуы қамтылды.

АННОТАЦИЯ

В последнее время большое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии для производства электроэнергии, в том числе одному из новых источников возобновляемой энергии, перспективной области производства электроэнергии - энергии ветра. Помогает пользователям ветровой энергии покрывать потребление электроэнергии. В данной статье представлен анализ ветроэнергетических установок для автономных ветроэнергетических установок, наиболее эффективными показаны автономные ветроэнергетические установки с горизонтально осевыми ветряными турбинами. Устройство горизонтальной оси оснащено современной системой автоматизации.

ANNOTATION

Recently, much attention has been paid to renewable energy sources for the production of electricity, including one of the new sources of renewable energy, a promising area of electricity production - wind power. Helps wind energy users cover their electricity consumption. This article presents an analysis of wind power plants for stand-alone wind power plants, the most effective are stand-alone wind power plants with horizontal axial wind turbines. The horizontal axis device is equipped with a modern automation system.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	10
1 Технологиялық бөлім	12
1.1 Жел энергиясы Қазақстан мен әлемдік елдер үшін пайдалы толқын	12
1.2 Жел турбинасының конструкциясын талдау. Жел қондырғыларының құрылымдық ерекшеліктері және қолдану саласы	14
1.2.1 Негізгі ақпарат	14
1.2.2 Көлденең айналу осьтері бар жел турбиналары	16
1.2.3 Тік айналу осьтері бар жел турбиналары	19
1.2.4 1.2 бөліміне қорытынды	21
1.3 Жел электр станциясының параметрлерін таңдау және есептеу	22
1.3.1 Жел энергетикалық потенциалын бағалау	22
1.3.2 Ең жоғары қуат пен энергия шығынын есептеу	23
1.3.3 Жел турбинасын таңдау	27
1.3.4 Жел турбинасына арналған қосымша жабдықтар	28
1.3.5 Жел турбиналарының техникалық сипаттамаларын анықтау	30
1.3.6 Электр генераторын таңдау	30
1.3.7 1.3 бөліміне қорытынды	33
2 Арнайы бөлім	34
2.1 Жүйені құрудың мақсаты	34
2.2 Автоматтандыру жүйесінің талаптары	35
2.3 Бағдарламаланатын логикалық контроллерлер	37
2.4 Функционалды диаграмманы құру және сипаттау	38
3. Есептік бөлім	41
3.1 Математикалық модельдеу	41
3.2 Жел қондырғыларын математикалық модельдеу	42
3.2.1 Қуат теңдеуін модельдеу	44
3.2.2 Жел турбина қондырғысын модельдеу	48
3.3 3 бөлімге қорытынды	53
Қорытынды	54
Пайдаланған әдебиеттер	56

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде адам ыңғайлы және барлығына қол жетімді өмір сүруге үйренген. Шынында да, ғылым бізге беретін өркениеттің барлық артықшылықтарын неге пайдаланбасқа? Табиғаттағы үй, біз көретіндей, «ашық алаңда» тұрса, біз отбасымыздың игілігі үшін «табиғаттан не үйрене аламыз»? Жаңартылатын энергия көздерінен автономды электрмен жабдықтау барлық қажеттіліктерді қаншалықты растайды?

Жаңартылатын энергия - бұл жаңартылатын немесе сарқылмайтын көздерден алынатын энергия. Табиғатта болып жатқан процестердің циклдік сипатына байланысты кейбір көздер толық цикл кезінде толықтырылып отырады, бұл оларды энергетика саласында үнемі қолдануға мүмкіндік береді.

Жаңартылатын электр станциясының қуаты өткен жылы бүкіл әлемде 260 ГВт-қа артты. Пандемия салдарынан болған экономикалық баяулауға қарамастан, бұл көрсеткіш 2019 жылмен салыстырғанда 50% -ға көп. Жаңа қуаттарды іске қосу бойынша Америка Құрама Штаттары мен Қытай алдыңғы қатарда, ал Океания тез өсуде. Ресейде тұңғыш рет қазба отынымен жұмыс істейтін электр станцияларын азайту тенденциясы байқалды. Баға құлдырауда, таза технологиялар нарығы өсуде және бұл тенденцияны тоқтату мүмкін емес[1].

Халықаралық жаңартылатын энергия көздері агенттігінің (IRENA) 2021 жыл сайынғы жаңартылатын қуат бойынша статистикасы барлық көздерден келетін таза энергия үлесі екінші жыл қатарынан тез өсіп келе жатқанын көрсетеді. 2020 жылы пайдалануға берілген барлық электр қуатын өндірудің 80% -дан астамы жаңартылатын энергиямен, негізінен күн мен желден қуат алады (91%)[1].

Қазақстан - қазбалы отынға және жаңартылатын энергия көздеріне бай ел. Алайда, жақында болған энергетикалық нарықтағы құбылмалылық, қазба отындарының шектеулілігі және экологиялық жағдайдың нашарлауы сияқты жаһандық оқиғалар аясында ел жаңартылатын энергия көздерін дамытуға кірісті. Жаңартылатын энергияны пайдаланудың негізгі принципі - оны үздіксіз экологиялық процестерден алу.

Қазақстандағы электр станцияларының көпшілігі табиғи газбен, көмірмен немесе мұнай өнімдерімен жұмыс істейді.

Алайда, жақындағы әлемдік экономикадағы дағдарыс және экономиканың энергия сыйымдылығын төмнедету қажеттілігі және қоршаған ортаға әсер ету елдің басшылығын жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) пайдалану үшін қолайлы жағдайлар жасауға белсенді назар аударуға мәжбүр етті.

Қазақстандық заңнамаға сәйкес ЖЭК дегеніміз: табиғи процестермен жаңартылатын энергия көздері, оның ішінде:

- күн радиациясы энергиясы;
- жел энергиясы;

- судың гидродинамикалық энергиясы;
- геотермалдық энергия (топырақтың жылуы, жер асты сулары, өзендер мен су объектілері).

Жаңартылатын энергия көздерінің ішінен еліміздегі ағымдағы энергия көзі ол жел энергиясы деп саналады. Және осы дипломдық жұмыста толығырақ жел энергиясы туралы жазылады.

Барлық адам электр энергиясына төлемдерді ұмытып, жел энергиясын пайдаланғысы келеді.

Жел - бұл қуатты энергия көздерінің бірі және оны қазіргі кездегіден әлдеқайда кең ауқымда ұлттық экономикада пайдалануға болады.

Жел ағынының қолданылу тиімділігінің негізгі факторына метеорологиялық жағдайлар, жел электр станциясының орналасқан жері (ЖЭС), желдің кинетикалық энергиясын электр энергиясына айналдыру әдісі және оны жалпы қолдану жатады.

Бұл жұмыстың міндеттері:

- жел турбиналарын басқару жүйелерінің жұмысының теориялық аспектілерін қарастыру;

- электр энергиясының көзі ретінде жел турбиналарын қолданатын автономды энергетикалық жүйені басқару жүйесін құру;

Дамыған басқару жүйесінің жұмыс қабілеттілігін эксперименттік тексеруден өткізу.

Жұмыстың мақсаты мен міндеттері оның құрылымын анықтады: жұмыс кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Жұмыстың бірінші тарауы заманауи жел энергетикасындағы жел турбиналарын басқару жүйелерінің жұмысының теориялық аспектілерін қарастырады.

Жұмыстың екінші тарауында электр энергиясының көзі ретінде жел турбины бар автономды энергетикалық жүйенің құрылымдық схемасы жасалды.

Жұмыстың үшінші тарауында алынған нәтижелерге талдау жасалады. Жұмыс барысында келесі әдіс қолданылды:

- компьютерлік модельдеу. Қазіргі уақытта әртүрлі күрделі деңгейдегі жүйелерді құруға және түзетуге мүмкіндік беретін әртүрлі компьютерлік модельдеу пакеттері бар. Ең танымал е мұндай пакеттерге Matlab Simulink кіреді. Оның басқару жүйесінің компьютерлік моделін синтездеуге және оны жөндеуге мүмкіндік беретін құралдардың кең ауқымы бар.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

Жел - бұл күн энергиясының бір түрі. Жел атмосфераның күннің біркелкі емес қызуынан, жер бетінің дұрыс емес құрылымынан және оның айналуынан туындайды. Жел ағынының жолдары ландшафтқа, су массаларына және өсімдік жамылғысына байланысты өзгереді. Адамдар желді немесе оның қозғалыс энергиясын көптеген мақсаттарда пайдаланады: желкенді жүзу, батпырауықпен ұшу, тіпті электр энергиясын өндіру үшін. «Жел энергиясы» және «жел қуаты» терминдері механикалық энергия немесе электр энергиясын алу үшін желді пайдалану процесін сипаттайды. Жел турбиналары (жел қондырғылары) желдің кинетикалық энергиясын механикалық энергияға айналдырады, оны астықты ұнтақтау немесе суды сору сияқты бірқатар нақты тапсырмалар үшін пайдалануға болады.

Сонымен, жел турбиналары электр энергиясын қалай өндіреді? Қарапайым тілмен айтқанда, жел турбинасы желдеткішке қарсы бағытта жұмыс істейді. Желдеткіштер жел жасау үшін электр қуатын пайдаланудың орнына жел өндіреді. Жел электр қуатын өндіретін генераторға қосылған білікті айналдыратын қалақтарды бұрады.

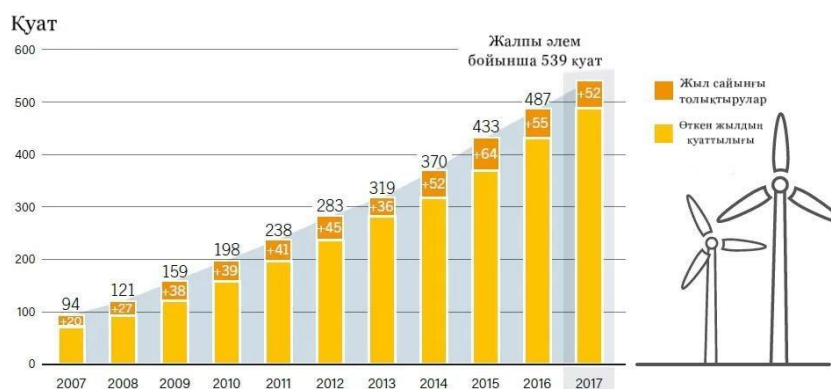
Жел турбиналары электр қуаты көзі ретінде ондаған жылдар бойы қолданылып келеді. Табиғат күшін пайдаланып, диірмендер сала бастаған кезде адамдар алғаш рет мұндай құрылыстарды қолдана бастады. Бүгінгі күні электр энергиясын өндіру үшін үшінші буынның турбиналық типті жел генераторлары қолданылады.

1.2. Жел энергиясы Қазақстан мен әлемдік елдер үшін пайдалы толқын.

Әлемдік бойынша 2017 жыл 2015 және 2016 жылдармен салыстырғанда жел энергетикасын дамытуда салыстырмалы түрде қарапайым жыл болды: өткен жылдардағы сәйкесінше 64 және 55 ГВт-қа қарағанда 52 ГВт-тан астам артты[4]. Жалпы қуат шамамен 11% -ға өсті, шамамен 539 ГВт-қа дейін (1.1-сурет). Қытайда жел энергиясының үлесі төмендеді, бірақ 2017 жыл Еуропада және Үндістанда жел электр станцияларын салу мен іске қосу үшін рекордтық жыл болды. 2017 жылдың соңына қарай әлемнің 90-нан астам елдері жел энергетикасы саласындағы коммерциялық белсенділіктің куәгері болды және әр аймақтың 30 елінде 1 ГВт-тан астам жұмыс істеді. Алайда, онжылдықта алғаш рет желдің жаңа қуаты аз нарықтарда шоғырланып, әртараптандыруға бағытталған тенденция өзгерді.[2]

2019 жылдың басында барлық жел турбиналарының орнатылған жалпы қуаты 600 гигаватттан асты. 2009 жылдан бастап әлемдегі барлық жел турбиналары қуаттарының қосындысының орташа өсуі жылына 38-40 гигаватт

құрайды және бұл АҚШ, Үндістан, Қытай жел энергетикасының қарқынды дамуына байланысты.



1.1-сурет. Әлемдік жел энергетикасының қуаты және жылдық өсу.

Қазақстан пайдалы қазбалардың алуан түрлілігі мен саны бойынша әлемдік көшбасшылардың бірі болып табылады. Ел экономикасы үшін ең маңыздысы мұнай мен газ, көмір және басқа пайдалы қазбалар болғандықтан, экономиканың осы салаларындағы заңнамалық база соншалықты дамыған, сондықтан үкімет баламалы энергия көздерін дамытуға онша назар аударма қойған жоқ. Зерттеулер бойынша қазіргі кездегі ағымдағы жел энергиясын пайдалануы дамып келеді(1.2-сурет).

Қазақстан Жер планетасының солтүстік жарты шарының жел белдеуінде орналасқан, сондықтан оның сарапшылардың бағалауы бойынша 1820 миллиард кВт / сағ-тан асатын үлкен жел әлеуеті бар. Тек Жоңғар қақпасы аймағында (Алматы облысы) жел электр станцияларының қуаты 1000 МВт-қа жетуі мүмкін және бұл жылына шамамен 3 миллиард кВт / с электр энергиясын өндіру болып табылады. Еліміздің «жасыл» әлеуетін тиімді пайдалана отырып, біз еліміздің проблемалы оңтүстік аймақтарын энергиямен қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен бірге энергияны экспорттай аламыз.



1.2-сурет. Тиімді әрі зиянсыз энергия алумен елімізді қамтамасыз ету.

Жел энергиясы - қарқынды дамып келе жатқан жаңартылатын энергия көздерінің бірі. Жел энергетикасының артықшылықтарына және оның елдің энергетикалық қауіпсіздігіне қосатын үлесіне байланысты жаңартылатын энергияның бұл түрі кеңінен қолданылады. Жел ресурстары Қазақстанда кең

таралған. Сонымен қатар, ескірген инфрақұрылым мен ұрлық салдарынан болатын шығындарға байланысты электр энергиясын қалааралық тасымалдау тиімсіз. Сондықтан, жел және электр станциялары өндіретін электр энергиясының берілу шығындарымен салыстырғанда жел қуатын пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімді. Демек, экономикалық тұрғыдан алғанда, ұзақ мерзімді перспективада жел әлеуеті жоғары аудандарда жел электр станцияларын салу жаңа көмір электр станциясынан энергияны салумен және тасымалдаумен салыстыруға болады. Жел энергетикасының экологиялық аспектісіне келетін болсақ, қуаттылығы жылына 500 млн МВт энергия өндіруге қабілетті 500 мегаватт (МВт) жел электр станциясын орнату 1,5 млн тонна парниктік газдардың шығарылуын болдырмауға мүмкіндік береді. мың тонна күкірт оксиді, 7,8 мың тонна оксид азот, 12,6 мың тонна күл және 420 мың тонна қатты қалдықтар (БҰҰДБ / ГЭФ және Қазақстан Үкіметі, 2006). Сондай-ақ, 2014 жылы Қазақстан үкіметі ЖЭО өндіретін электр энергиясының 1 кВт / сағ үшін 22,68 қазақстандық теңге (теңге) мөлшерлемесін белгілей отырып, жаңартылатын энергия көздері өндіретін электр энергиясының тарифтерін бекітті[3].

Алғашқы жел электр станциясы Ерейментау қаласындағы жел электр станциясы 3 жыл ішінде 500 миллион кВт / сағ астам энергия өндірді. Өндірілген энергияның арқасында «ЭКСПО-2017» Халықаралық мамандандырылған көрмесінің нысандары электр қуатымен қамтамасыз етілді. Министрліктің хабарлауынша, осы тамызда Қазақстанда бірінші өнеркәсіптік типтегі жел электр станциясының (ЖЭС) пайдалануға берілгеніне тура 6 жыл толады. Ол Ақмола облысындағы Ерейментау қаласының жанында орналасқан. «2015 жылдың тамыз айында нысанға Ерейментау жел электр станциясының Мемлекеттік қабылдау комиссиясының актісі келіп түсті. 2015 жылғы 11 желтоқсанда «Еліміздің жаңа индустрияландыру: қазақ барысының секірісі» жалпыұлттық телекөпірі кезінде Мемлекет басшысы Н.Назарбаевқа стансаның өндірістік жұмысының басталғаны туралы ақпарат берілді. Осы кезеңде 45 МВт-тық жел электр станциясы 500 миллион кВт-тан астам электр қуатын өндірді. «Самұрық-Энерго» АҚ-ның еншілес кәсіпорны «Бірінші жел электр станциясы» ЖШС жүзеге асырған жоба Ақмола облысының энергетикалық балансын жақсартуға және қоршаған ортаны қорғауға үлкен үлес қосуда», - деп хабарлады. Компанияның жел электр станциясы әрқайсысының қуаты 2,05 МВт болатын 22 жел турбинасынан және 220/35 кВ жаңа қосалқы станциядан тұрады. Жел электр станциясын пайдалану кезінде 23 жұмыс орны құрылды, оның ішінде 12 адам - Ерейментау қаласының тұрғындары[4].

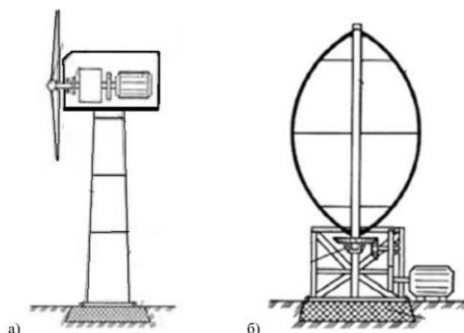
1.2 Жел турбинасының конструкциясын талдау. Жел қондырғыларының құрылымдық ерекшеліктері және қолдану саласы.

1.2.1 Негізгі ақпарат

Жел генераторы - бұл жел ағынын түрлендіру арқылы электр немесе механикалық энергияны тұтынушылар оны кейіннен пайдалану үшін өндіретін құрылғы.

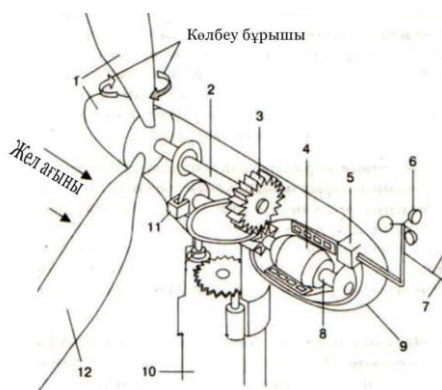
Қазіргі уақытта жел генераторларының екі негізгі типі бар, олардың айырмашылықтары, олар желдің энергиясын алатын элементтің айналу осінің орналасуынан тұрады. Жел генераторлары:

- көлденең айналу осімен (1.3, а-сурет);
- тік айналу осімен (1.3,б-сурет).



1.3 Сурет - Сыртқы жел турбинасының көлденең айналу осі (а) және тік айналу осі (б)

Жел генераторының жұмыс істеу принципі өте қарапайым. Жел ағыны жел дөңгелегінің қалақтарына қысым жасайды. Жел дөңгелегінің роторы (1.4-суреттегі 1-позиция) төмен жылдамдықты білікке бекітілген (1.4-суреттегі 2-позиция). Желдің әсерінен жел дөңгелегі (қалақтары бар ротор және төмен жылдамдықты білік) айнала бастайды, жел энергиясын механикалық энергияға айналдырады. Төмен жылдамдықты біліктен беріліс қорабы арқылы (1.4-суреттегі 3-позиция) механикалық қозғалыс электр генераторының беріледі (1.4-суреттегі 4-позиция) білігіне (1.4-суреттегі 8-позиция). Электр генераторының роторы айналған кезде механикалық энергия электр энергиясына айналады.



1.4 Сурет - Жел турбинасының құрылымдық сызбасы

1.4-суретте электр қондырғысының құрылымдық сызбасы келтірілген, ол оның құрылғысы туралы толық сурет береді. Диаграмма келесі анықтамалық белгілерді қолданады.

1. Жел қысымын механикалық энергияға айналдыру процесіне қатысатын роторлы жел дөңгелегі.

2. Жел дөңгелегі роторымен қозғалатын және механикалық энергияның берілуіне қатысатын төмен жылдамдықты білік.

3. Жел дөңгелегінің (ротордың) жылдамдығын арттыратын редуктор.

4. Электр қуатын өндіретін және оған жоғары жылдамдықты білік кіретін генератор.

5. Барлық қондырғыны басқаруға жауапты контроллер. Оның көмегімен жел турбиналары автоматты түрде іске қосылады немесе тоқтатылады.

6. Анемометр, кейіннен контроллерге деректерді жібере отырып, желдің жылдамдығын анықтауға арналған.

7. Флюгер, желдің бағытын анықтайтын және жел дөңгелегін қажетті бағытқа бұрады.

8. Электр генераторының роторын айналдыратын жоғары жылдамдықты білік.

9. Жел турбинасының жоғарғы жағында орналасқан және құрылымның тірек бөлігі болып табылатын гондола. Оның ішінде біліктер, беріліс қорабы, генератор, тежегіш реттегіші бар.

10. Металл немесе бетоннан жасалған, барлық негізгі элементтерді биіктікте орналастыруға қызмет ететін мачта құрылымы.

11. Қондырғының бұзылуын болдырмайтын және қиын жағдайларда роторды тоқтату үшін қолданылатын тежегіш (мысалы, дауыл кезінде).

12. Жел энергиясын алуға арналған жел турбинасының негізгі элементі болып табылатын жүздер. Қалақтар түскен жел ағыны оларды қозғалысқа келтіреді және ротордың айналуын және болашақта генератордың энергиясын өндіруін қамтамасыз етеді.

Қолданыстағы ұқсастықтарға қарамастан, көлбеу және тік айналу осьтері бар жел турбиналарының сипаттамаларында айтарлықтай айырмашылықтар бар. Екі түрдегі де жел генераторларының техникалық мүмкіндіктерін талдап көрейік.

1.2.2 Көлденең айналу осьтері бар жел турбиналары.

Бұл кезеңде көлденең жел турбиналары ең танымал. Олардың жел дөңгелегінің айналу осі бар, олардың жүздері желге қарсы айналады, жерге параллель орналасқан. Бұл нұсқа «жел диірмені» деп аталады. Көлденең жел генераторларының дизайны жел дөңгелегінің алдыңғы бөлігі, желді іздеу, қалақтарды айналдыру шамалы желді ұстап тұру үшін де өзгеруі мүмкін етіп жасалған. Жел турбинасының бұл түрі электр энергиясының көп мөлшерін өндіруге жарамды деп саналады. Көлденең жел турбиналары жоғары тиімділігімен сипат-

талады (40-50%), сондықтан бұл тип әдетте жел энергетикалық жүйелерінің құрылысында қолданылады.

Көлденең айналу осі бар жел генераторларының құрылымына міндетті түрде жел дөңгелегі роторының желге бағытталуын қамтамасыз ететін қосымша құрылымдық элементтер кіреді, бұл дизайнды қиындатады және жел турбинасының осы түрінің кемшілігі болып табылады.

Көлденең жел турбиналарының құрылысын қарастырайық.

а) Бір қалақты жел қондырғылары.

Бір қалақты жел генераторларының басты артықшылығы - олардың айналу жылдамдығының жоғарылығы. Бір қалақты жел турбиналары өте әлсіз жеңіл желдерде жұмыс істей алады.

Бір қалақты жел турбинасының кемшіліктері: жоғары айнарудың арқасында гироскопиялық эффект өте жақсы, бұл жел өзгерген кезде ротордың айналуын баяулатады және пышақтарға, хабқа және бұрылыс қондырғысына қосымша жүктеме жасайды, пышақты дәл теңдестіру қажеттілігі.

1.5 суретте ООО «Электроветер» шығарған бір қалақты жел генераторының мысалы келтірілген.



1.5 Сурет - Бір қалақты жел турбинасының сыртқы көрінісі

б) Екі қалақты жел қондырғылары

Екі қалақты типтегі жел турбиналары құрылымы бойынша бір қалақтыға ұқсас, тек қалақтар санымен ерекшеленеді. Бір қалақты дизайнмен салыстырғанда олардың артықшылығы бар. Мұнда жүздердің саны біркелкі болғандықтан, жел турбинасының роторы оның жүздерінің кез-келген бұрыштық позициясында теңдестірілген күйде қалады. Сондықтан құрылымның тепе-теңдігін қамтамасыз ететін қосымша құрылымдық элементтер жоқ. Жобаны жеңілдету оның төмендеуіне әкеледі бір модульді жел турбинасының ұқсас моделімен салыстырғанда осы модификацияның құны.

Бұл дизайнның кемшілігі - бұл шулы және дірілге бейім.

Екі қалақты өздігінен көтерілетін жел турбинасының мысалы –Gev MP, қуаттылығы 275 кВт, француз компаниясы Vergnet S.A (сурет 1.6).



1.6 Сурет -Екі қалақты жел турбинасының сыртқы көрінісі

в) үш қалақты жел қондырғылары

Бұл жел дөңгелектерінің білігінің көлденең айналу осімен жел турбиналарының ең кеңейтілген модификациясы.

Даниялық ғалымдар өткен ғасырдың 70-жылдарында жүргізген зерттеулер көлденең жел турбиналары қалақтарының оңтайлы саны үш болатындығын көрсетті. Бұл тұжырымды ірі жел турбиналарын өндірушілер жақсы түсінді. Сондықтан дәл осы жел турбиналары нарықта кеңінен ұсынылған. Үш жүзді жел турбиналары қуаттылығы бірнеше ватттан бірнеше мегаваттқа дейін жетеді. Мысал ретінде 1.7-суретте бүгінгі таңдағы ең қуатты үш жүзді жел турбиналарының бірі көрсетілген Enercon E-126 ($P_{\text{ном}} = 7\text{МВт}$).



1.7 Сурет -Үш қалақты жел турбинасының сыртқы көрінісі

г) көп қалақты жел турбиналары

4 ÷ 50 диапазонындағы қалақтарының саны бар көлденең жел турбиналары көп қалақты болып келеді. Жел қондырғыларының көп роторлары үлкен айналу моментін дамыта алады, бұл олардың артықшылығы екендігі сөзсіз. Алайда, мұндай жел турбиналарына үлкен инерция моменті тән, сондықтан олар баяу қозғалады.

Мұнда көрсетілген көп қалақты жел турбиналарының құрылымдық ерекшеліктері мен техникалық сипаттамалары су сорғыларын электрмен жабдықтау қажеттіліктеріне сәйкес келеді. Сондықтан, олар әдетте су сорғыш жүйелерінде электр энергиясының баламалы көзі ретінде қолданылады.



1.8 Сурет - Көп қалақты жел турбинының сыртқы көрінісі

1.2.3 Тік айналу осі бар жел турбиналары

Тік жел турбиналары көлденеңінен аз тиімді. Олардың тиімділігі көлденең модификацияға қарағанда 3 есе аз [5]. Тік жел генераторының жүздері желдің кез-келген бағыты мен күші бойынша жер бетіне перпендикулярлы айналады. Демек, жел турбины қалақтарының жалпы санының $1/2$ бөлігі әрқашан желге қарсы айналады. Сондықтан жел дөңгелегі тік айналатын жел турбины жел ағынының $1/2$ бөлігін қолданбайды, бұл айтарлықтай азайтады олардың басты тиімділігі.

Алайда, жел дөңгелегінің тік айналуы бар жел турбиналары белгілі артықшылықтарға ие. Мысалы, бұл модельдер орнатуды және пайдалануды жеңілдетеді. Бұл тік жел дөңгелегі бар дизайнда беріліс қорабы мен электр генераторының жерге орналастырылуымен түсіндіріледі.

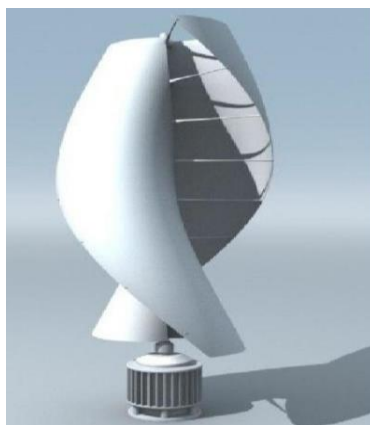
Тік жел турбиналарының конструкциялары жел дөңгелектерінің әртүрлі модификацияларына байланысты айтарлықтай айырмашылықтарға ие. Ең көп таралған нұсқаларын қарастырайық.

а) Саваниус роторы

Бұл ротордың жүздері цилиндрлік беттер түрінде жасалған құрылым (1.9-сурет)

Саваниус роторының артықшылығы: желдің төмен мәндерінен бастау мүмкіндігі, қозғалыс 3 м / с мәндерінен басталады, құрылымның сенімділігі жоғары.

Саваниус роторы бар жел диірмендерінің кемшілігі барлық тік жел генераторларымен бірдей. Бұл жел энергиясының толық пайдаланылмауы және соның салдарынан ауа ағынының конверсиясының төмен тиімділігі, сондықтан бұл құрылғылардың өнеркәсіптік өндірісі $4\text{-}6 \text{ кВт}$ -тан аспайтын қуатпен жүзеге асырылады.



Сурет 1.9-Саваниус роторының сыртқы көрінісі

б) Дарье роторы

Дарье роторы бар тік жел диірмені әдеттегіден бірнеше ондаған жылдар кейін ойлап табылды. Сыртынан мұндай жел генераторы сопақ түрінде қисайған екі немесе үш жүзімен жасалады (1.10-сурет).



1.10 Сурет- Дарье роторының сыртқы көрінісі

Дарье роторы бар жел генераторларын жасау оңай және оларды орнату оңай, сонымен қатар олардың артықшылығы - ауа ағынының бағытына тәуелсіз бағытталуында. Негізгі жетек білігі техникалық қызмет көрсетуді жеңілдету үшін жер деңгейіне жақын орналасқан.

Мұндай жел генераторының басты кемшілігі - роторды қолмен қосу керек. Дарье роторы бар жел диірмені жұмыс істеп тұрған кезде шулы.

в) Геликоидты роторы

Геликоидты ротор - бұл тік-осьтік жел дөңгелегінің дамуы, соңғыларының пышақтары құрылымға біркелкі айналу беретін және тіреу бөлігіне жүктемені азайтатын геликоидты қисық түрінде жасалған. Ротор қалақтарының диагональды иілісі жылдам үдеуге ықпал етеді. Жел ағынын пайдалану тиімділігі көлденең құрылғыларға жақын. Қалақ профилінің күрделі

конфигурациясына байланысты геликоидты роторды жасау қымбат тұрады (1.11-сурет).



1.11 Сурет - Геликоидты роторының сыртқы көрінісі

г) Көп жүзді ротор

Бұл тіркелген жүздердің сыртқы сақинасымен толықтырылған жел турбинының тік-осьтік құрылымының модификациясы. Мұндай схема ауа ағынының түсуінің пайдалы аймағының ұлғаюына ықпал етеді, оның қысылуы мен үдеуі, бұл жалпы жел генераторының тиімділігінің артуына әкеледі. Жұмыс кезінде көп жүзді роторлы жел генераторының дизайны дыбыс фонының жоғарылауымен жүреді (1.12 сурет).



1.12 Сурет - Көп қалақты ротордың сыртқы көрінісі

1.2.4 1.2 бөліміне қорытынды

Өнеркәсіптік жел генераторларының құрылымдық және технологиялық ерекшеліктерін зерттеу негізінде келесі қорытындылар жасауға болады.

1) Тік жел турбинасының басталу моменті аз. Сондықтан желдің минималды жылдамдығынан жұмыс жасау қауіпсіз. Көлденең осьті жел турбиналары- қуатты, сондықтан ол әлдеқайда жоғары қуатты электр қабылдағыштарына қуат беруге қабілетті;

2) Тік осьті жел турбиналары жерге орнатылады, осылайша генераторға қол жетімділікті және оларға қызмет көрсетуді жеңілдетед;

3) Тік жел турбиналары көп бағытты желден немесе дауылдан қорықпайды, өйткені олардың желге төзімділігі минималды. Осы қасиеттердің барлығы жел генераторларын тұрғын үйге жақын жерде, тіпті қалаларда орнатуға мүмкіндік береді;

4) Орташа көлденең жел турбиналарының көпшілігінде желді пайдалану коэффициенті 0,48 құрайды. Арнайы зерттеулердің мәліметтерінен бұл коэффициентті көбейтуге болады деген қорытынды шығады. Мысалы, кейбір аэродинамикалық сипаттамалары бар жел турбиналарының конструкциялары үшін жел энергиясын пайдалану коэффициенті 0,593-ке тең мәнге жетуі мүмкін;

5) Көлденең осьтік жел турбиналарының тиімділігі жоғары ($\eta = 40-59\%$). Сондықтан бұл жел турбиналарын тұрмыстық қажеттілікке де, электр энергиясын өнеркәсіптік өндіруге де пайдалануға болады. Өнеркәсіптік жел генераторларының қуаты едәуір үлкен, оларды әр жел электр станциясында бірнеше жүзге дейін жел турбиналарын орнату арқылы жүздеген есе арттыруға болады;

6) Көлденең жел генераторларының белгілі бір жетіспеушілігі жел турбинасының бөлігі ретінде қосымша құрылғы болып табылатын ауа ағынының көмегімен желді үнемі іздеу қажеттілігі деп есептелуі мүмкін, бұл дизайнды қиындатады және оның құнын арттырады.

Көлденең осьтік жел турбиналарының және олардың жақсы жолға қойылған өнеркәсіптік өндірістерінің жоғарыда аталған артықшылықтарын ескере отырып, біз оны Қазақстандағы өнеркәсіптік кәсіпорынның немесе кішігірім аймақтың бірі үшін балама қуат көзі ретінде осы жел турбинасын орнатқан жөн деп тұжырымдалады.

Осы шешімді іске асыру және осы жұмыс шеңберінде қойылған мақсатқа жету үшін келесі міндеттерді шешу қажет:

1) Жел турбинасының параметрлерін таңдау және есептеу;

2) Жел қондырғыларының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін бағалау.

1.3 Жел электр станциясының параметрлерін таңдау және есептеу.

1.3.1 Жел энергетикалық потенциалын бағалау

Ауданның жел энергетикалық потенциалы жер бетінен белгілі бір биіктікте жел ағынының жалпы энергиясы ретінде анықталады.

Жел энергиясы кеңістіктегі және уақыттағы кездейсоқ шама болатын жылдамдықпен сипатталады. Сондықтан желдің энергетикалық сипаттамалары желдің энергетикалық әлеуетін өзгертудің кездейсоқ процесінің ықтимал сипаттамасы ретінде ұсынылған. Жақындаудың негізгі ықтималдығы - уақыт процесінің дискретизациясы, бұл іріктеу интервалындағы барлық анықталған параметрлерді тәуелсіз және тұрақты деп санауға мүмкіндік береді. Сағат, күн, маусым, жыл, әдетте, стационарлықтың уақыт аралықтары ретінде қолданылады [6].

Электр энергетикасы үшін аймақтың жел потенциалы өте маңызды көрсеткіш болып табылады. Метеорологиялық бақылаулар, желдің бағыты мен күші туралы мәліметтер негізінде тіпті арнайы анықтамалар құрастырылады - «облыстың жел энергетикалық кадастры». Жел энергиясын түгендеудің маңызды көрсеткіштері:

- желдің орташа жылдық жылдамдығы, желдің жылдық және тәуліктік жылдамдығы;

- жылдамдықтардың қайталанғыштығы, жел жылдамдығының таралу функцияларының түрлері мен параметрлері;

- ерекше қуат және желдің нақты энергиясы;

- аймақтың жел энергетикалық ресурстары.

Есептеулер үшін пайдаланылатын желдің жылдамдығы белгілі уақыт аралығында тіркелген бақылаулар нәтижелерін орта есеппен алады: 1 күн, 1 ай, 1 жыл, 10 жыл.

$$v_{cp} = \frac{1}{n}, n_{i=1} v_i, \quad (1.1)$$

мұндағы v_i -өлшеу интервалындағы жел жылдамдығы;

n -өлшеу интервалының саны.

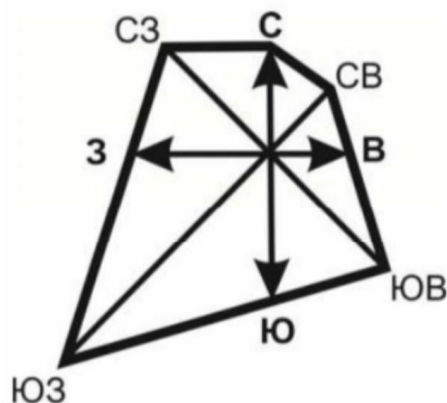
Желдің жылдамдығының орташа мәнінен таралуын сандық бағалау үшін орташа жылдамдықтың ауытқу коэффициенті қолданылады, ол келесі өрнекпен анықталады:

$$C_v = \frac{S_v}{v_{cp}}, \quad (1.2)$$

мұндағы S_v - ағымдағы жел жылдамдығының орташа мәннен стандартты ауытқуы;

v_{cp} - зерттелген уақыт кезеңіндегі желдің орташа жылдамдығы [7].

Желдің басым бағытын бағалау үшін жел раушаны салынады (1- сурет), бұл векторлық диаграмма, онда әр түрлі бағыттардағы диаграмма центрінен шыққан сәулелердің ұзындығы осы бағыттардың қайталанғыштығына сәйкес келеді.



1.13 Сурет -Жел раушаны

Осылайша, жел электр станциясының болжамды орналасуындағы жел энергетикалық әлеуетін зерттеу нәтижелері келесі сипаттамалар болып табылады:

-5-10 жыл ішіндегі метеорологиялық бақылаулар бойынша желдің орташа, орташа айлық және жылдық жылдамдығын анықтау;

-әр айдағы желдің орташа жылдамдығын жел турбинының мұнарасының болжамды биіктігіне қайта есептеу;

-зерттелген учаске үшін жел раушанын салу.

Алынған жел энергетикасының сипаттамалары жел энергетикасы жабдықтарын таңдауды оңтайландыруға, содан кейін оны кәсіпорынның электрмен жабдықтау жүйесіне біріктіруге мүмкіндік береді [7].

1.3.2 Ең жоғары қуат пен энергия шығынын есептеу

Тұтыну кестесін есептеу және жеке энергия тұтынушысының ең жоғарғы қуаты энергияны тұтыну кестесінің болжамсыздығына байланысты әр түрлі ықтималдықпен немесе болжаммен жүзеге асырылуы мүмкін. Осыған байланысты мәселе әрқашан тиісті болжамдар мен жуықтаулармен жеке шешіледі.

Ол үшін пайдалану нұсқаулығына сәйкес зерттелетін объектіде қолдануға болатын әр құрылғының P_i (Вт) қуатын анықтау қажет. Сәйкес болжамдармен құрылғыны тәуліктің әр түрлі уақытында қосудың қарапайым ықтималдығы анықталады және оны әр уақытта лездік қуат шығынын азайта отырып, кестеде белгілеу. Лездік қуат P_i бағандарының деректерін қосып, күннің белгілі бір уақытында - таңертең, түстен кейін, кешке және түнде ($P_{\text{тан}}, P_{\text{күн}}, P_{\text{кеш}}, P_{\text{түн}}$) қуатының максималды $P_{\text{п}}$ шығынын алу .

$$P_{\text{п}} > \text{MAX}(P_{\text{тан}}, P_{\text{күн}}, P_{\text{кеш}}, P_{\text{түн}}), \text{Вт} \quad (1.3)$$

Тәжірибеден белгілі болғандай, объектілердің басым көпшілігінің нақты ағын қуаты тәуліктің белгілі бір уақытында объектідегі құрылғылардың барлық қуатының қосындысынан аз, өйткені барлық электр құрылғылары, әдетте,

бұрылмайды . Сонымен қатар, әзірлеуші ескеретін ерекше жағдайлар болуы мүмкін.

Есептеулер жүргізген кезде қуат бойынша «резерв» құру және болашақта энергия тұтынудың артуын болжау үшін жоғары қуатын белгілі бір тәулікте формальды түрде арттыруға рұқсат етіледі.

1.1 Кесте- Электр құрылғыларының қуаты және лезде тұтынылатын қуат

Электрлі құрылғы	Орнатылған қуаты P_i , Вт	Қуатты тұтыну P_i , Вт			
		Таңертен	Күндіз	Кешке	Түнде
Теледидар	300	300	0	300	0
Ыдыс жуғыш машина	1500	0	0	1500	0
Кір жуғыш машина	500	0	0	500	0
Электрлі плита	1500	1500	0	1500	0
Шаңсорғыш	650	0	0	650	0
Шам	1000	0	1000	1000	1000
Люстра	400	0	400	400	0
Электрлі шөйнек	2000	2000	0	2000	0
Үтік	1100	1100	0	1100	0
Араластырғыш(миксер)	200	200	0	200	0
Шаш кептергіш	200	0	0	200	0
Ноутбук	50	0	0	50	0
Телефон зарядтағышы	4	4	4	4	4
Тоңазтқыш	188	188	188	188	188
Жылытқыш	300	300	300	300	
Микротолқынды пеш	1500	1500	0	0	0
Барлығы	11392	7092	1892	9892	1192
		$P_{\text{тан}}$	$P_{\text{күн}}$	$P_{\text{кеш}}$	$P_{\text{түн}}$

Тиісті болжамдармен тәуліктің белгілі бір уақытында жұмыс уақытын анықтай отырып, әр құрылғының тәулігіне тұтынылатын қуатын алуға болады. Барлық $E_{\text{тәу}}$ құрылғыларының энергия тұтынуының жиынтығы объектінің тәулігіне тұтынатын энергиясының мөлшері болады.

$$E_{\text{тәу}} = P_i \sum T_i, \text{ Вт} \cdot \text{с} \quad (1.4)$$

Содан кейін бұл деректер жел турбины мен батареялардың номиналды қуатын есептеу үшін қолданылады.

1.2 Кесте -Электр құрылғыларының қуаты және лезде тұтынылатын қуат

Электрлі құрылғы	Орнатылған қуаты P_i , Вт	Пайдалану уақыты T_i , сағ				Электр энергиясын тұтыну, Вт·с
		Таңертен	Күндіз	Кешке	Түнде	
Теледидар	300	1	0	2	0	900
Ыдыс жуғыш машина	1500	0	0	0,5		750
Кір жуғыш машина	500	0	0	1	0	500
Электрлі плита	1500	0,5	0	1	0	2250
Шаңсорғыш	650	0	0	0,5	0	325
Шам	1000	0	0,5	3	1	4500
Люстра	400	0	0,3	2	0	920
Электрлі шәйнек	2000	0,1	0	0,1	0	400
Үтік	1100	0,1	0	0,5	0	660
Араластырғыш (миксер)	200	0,1	0	0,1	0	40
Шаш кептергіш	200	0	0	0,2	0	40
Ноутбук	50	0	0	1	0	50
Телефон зарядтағышы	4	0,5	0,2	1	0,2	7,5
Тоңазтқыш	188	1	10	4	8	4512
Жылытқыш	300	1	2	2	2	2400
Микротолқынды пеш	1500	0,2	0	0	0	300
Барлығы	11392	4,5	13	18,9	11,2	18554,5

Тәулігіне максималды қуат $P_{\text{кеш}} = 9892$ Вт. Сонда инвертордың қуаты болады:

$$P_{\text{и}} > 9892 \text{ Вт} \quad (1,5)$$

Онда $P_{\text{и}} = 10000 \text{ Вт} = 10 \text{ кВт}$ болады

Нысанның күніне тұтынатын энергия мөлшері:

$$E_{\text{тәу}} = 18554,5 \text{ Вт} \cdot \text{с}, \quad (1.6)$$

Жел турбинасының номиналды қуатын және аккумулятор батареясының қуатын одан әрі есептеу кезінде осы мәнді басшылыққа алу қажет.

Аймақтағы желдің орташа жылдамдығын және объектінің қуат шығынын ескере отырып, объектіні автономды электрмен жабдықтауға арналған жел электр станциясының есептік қуатын анықтау.

Есептелген аймақтағы желдің орташа жылдамдығын метрологиялық қызметтердің мәліметтері негізінде анықталады. Метеостанцияның деректері орташаланғанын есте ұстаған жөн, сондықтан осы мәліметтерден басқа, жергілікті ландшафтты байланыстыруды басшылыққа алынады

(аэродинамикалық ормандар мен таулардың дәліздері, өзендердің жайылмалары, қалалық аумақтарды үрлеу), аймақтағы сәйкес климаттың өзгеруі (желдің бағыты мен күшінің өзгеруі, температураның ауытқуы) және т.б.

Бір сағаттағы энергия шығыны:

$$E_c = \frac{E_T}{24} = \frac{18554,5}{24} = 773,1 \text{ Вт} \cdot \text{с} \quad (1,7)$$

Жел турбины жасаған E_a қуаты:

$$P_a = \frac{E_c}{1} = \frac{773,1}{1} = 773,1 \text{ Вт} \cdot \text{с} \quad (1,8)$$

Бірақ бұл желдің турбины желдің есептелген орташа жылдамдығымен дамытатын лездік қуат. Жергілікті метеорологиялық станция мәліметтері бойынша желдің есептелген жылдамдығын анықтап немесе өз есептерімізді жүргізіп, орташа жел жылдамдығынан бастап, белгілі бір жел турбинының жел жылдамдығында дамыған $P_{\text{лезЖЭҚ}}$ жел турбинының лездік қуатын табу. Іздеу желдің орташа жылдамдығы бағандарында шартқа сәйкес келетін деректерді анықтай отырып жүзеге асырылады:

$$P_{\text{лезЖЭҚ}} \geq P_a \text{ Вт} \quad (1,9)$$

Осылайша, жүктеме қуатын жабу үшін 6 м / с жылдамдықпен минималды 2800 Вт электр станциясы қажет. Бұл қуатты параметрлердің әртүрлі тіркесімдері арқылы алуға болады. Кейбір жағдайларда бір емес, бірнеше жел электр станцияларын (жел электр станциясы) жабдықтауға болады. Бұл шешім қондырғы аз болған сайын жел соғұрлым аз басталатындығымен және сәйкесінше жел соғұрлым аз өндіріле бастайтындығымен шартталған.

Континентальды климат жағдайында әлсіз желдерде өнімді жұмыс жасаудың арқасында шағын жел қондырғыларын таңдаған дұрыс екенін ескере отырып, біз жел қондырғысын 3 дана мөлшерінде таңдалады.

Бірінші қайталау үшін қондырғыға 3 жел турбины алынады, әрқайсысының қуаты 5 м / с, 300 Вт. Жел турбинының жалпы қуаты алынады:

Таңдау (1.9) шартты қанағаттандырады:

$$3 \cdot P_{\text{лезЖЭҚ}} \geq P_a = 3 \cdot 300 \geq 773,1 \quad (1,10)$$

Әр жел турбинының жалпы тәуліктік шығысы тексеріледі:

$$E_{\text{тәуЖЭҚ}} = 7 \text{ кВт} \cdot \text{с} \quad (1,11)$$

Үш жел генераторының жалпы өндірісі:

$$E_{\text{тәу2ЖЭҚ}} = 7 \cdot 3 = 21 \text{ кВт} \cdot \text{с} \quad (1,12)$$

Бұл келесі шарттарды қанағаттандырады:

$$E_{\text{тәу2ЖЭҚ}} \geq E_{\text{тәу}} = 21000 \text{ Вт} \cdot \text{с} \geq 18554,5 \text{ Вт} \cdot \text{с} \quad (1,13)$$

Осылайша, есептеулер барысында энергия өндіруші жабдық ретінде GH-(Greef) 5 кВт жел электр станциясы таңдалды.

1.3.3 Жел турбинасын таңдау

Белгілі бір мағынада жел турбинасын тұрмыстық өнім деп санауға болады, өйткені оны орнатуға және пайдалануға рұқсат берілмейді. Бұл желдің энергия көздерінің маңызды артықшылығы. Жел турбиналарын арнайы әкімшілік рұқсаттарсыз орнатуға және пайдалануға болатындықтан, олардың көмегімен олар дерлік электр қуатын ала алады. Жел турбинасы жанармайды қажет етпейді, қоршаған ортаны ластамайды және артық шу шығармайды.

Шындығында, жел турбинасы электр энергиясын өндіруге және сақтауға арналған жабдықты ғана емес, сонымен қатар электр сапасының стандартты көрсеткіштерімен кернеу алуға мүмкіндік беретін құрылғыларды біріктіреді.

Мысалы, жел турбинасында аккумуляторлық батарея (АКБ) бар. Ол тұрақты токпен зарядталады. Жел турбинасының құрамына кіретін электр генераторы айнымалы токтан энергия шығарады. Сондықтан жел турбинасында айнымалы кернеу жүйесін тұрақты кернеу жүйесіне айналдыратын қондырғы бар. Бұл түзеткіш. Тұрақты токтан ауыспалы токқа (50Гц, 220/380 В) түрлендіру инвертор көмегімен жүзеге асырылады, егер жел генераторынан энергия алатын электр қабылдағыштар қоректену кернеуінің сапасына сезімтал болса, жел турбинасының бөлігі ретінде міндетті болып табылады.

Жел турбинасының параметрлері өндірілетін электр энергиясының мөлшеріне және жел турбинасын орнату ұсынылған жердің жел энергетикалық әлеуетіне байланысты.

Ауданның жел әлеуеті желдің орташа жылдық жылдамдығының мәнімен сипатталады.

Жел турбинасы өндіре алатын электр энергиясының мөлшері жел алып тасталатын жүздердің беткі ауданына байланысты болады. Бұл аймақ жел турбинасының диаметрімен анықталады [8]. Жел жылдамдығы мен жел генераторы шығаратын электр қуаты арасындағы байланыс мына формула арқылы көрінеді:

$$P_{эл} = \varepsilon 0,5\pi R^2 \rho v_{cp}^3 \eta, \quad (1.14)$$

мұндағы ε - жел энергиясын пайдалану коэффициенті;

R - жел дөңгелегінің радиусы, м;

ρ - ауа тығыздығы (қалыпты жағдайда $\rho = 1,2041$ кг / м³);

v_{cp}^3 - желдің орташа жылдық жылдамдығы, м / с;

η - электромеханикалық энергия түрлендіргішінің тиімділігі
(= 0,7-0,9).

Біз критерийлерді анықтаймыз, оған сәйкес жел генераторының нақты моделін таңдау керек.

Бірінші критерий - бұл монтаж алаңындағы желдің орташа жылдық жылдамдығы;

Екінші критерий - өндірілетін электр қуатының мәні;

Үшіншісі - желдің бастапқы жылдамдығының мәні, әр түрлі модельдер үшін 2-ден 4 м / с аралығында өзгереді;

Төртіншісі - номиналды жел жылдамдығы, әдетте 8-15 м / с құрайды.

Жел генераторын таңдау үшін жел турбинасының мүмкіндіктерін айқын көрсететін және өндірілетін электр қуатының желдің жылдамдығына тәуелділігін көрсететін қуат сипаттамасын пайдалануға болады. Бұл сипаттама әдетте эксперименталды түрде жойылады және жел генераторларының техникалық сипаттамасында келтірілген.

Осылайша, есептеулер барысында энергия өндіруші жабдық ретінде GH-(Greef) 5 кВт жел электр станциясы алдын ала таңдалды.[9].

1.3.4 Жел турбинасына арналған қосымша жабдықтар

Қосымша жабдықтар негізгі жиынтыққа кірмейді, өйткені әр түрлі жел жағдайлары мен электрлік жүктемелер үшін бір модельде әртүрлі қуатты және әртүрлі батареялардың инверторларын орнатуға болады. Қосымша жабдық әр объект үшін жеке таңдалады.

- Қайта зарядталатын батареялар - электр энергиясын тыныш уақытта пайдалану үшін сақтау. Олар генератордың шығыс кернеуін теңестіреді және тұрақтандырады. Батареяның арқасында сіз тұрақты желді үзіліссіз желде де алуға болады. Тыныш ауа-райында электр қабылдағыштардың қуаты қайта зарядталатын батареялардан алынады.

Жел генераторларының тұрақты және сенімді жұмысы батарея құрылғыларының әртүрлі түрлерімен де кепілдендірілген. Олардың арасында атап өтілгендер:

-Батареялардың қарапайым түрлерінің қатарына кіретін автомобильдік стартер батареялары. Олар қызмет көрсетуге жарамды және қысымды болып бөлінеді. Батареяның бірінші типі, 100 разрядты циклге төзімді, электролит деңгейін үнемі тексеруді және ГОСТ талаптарына сәйкес келетін тазартылған сумен жыл сайын толтыруды қамтамасыз етеді. Мөрленген құрылғылар - бұл 200-ге дейін зарядсыздандыру циклына төтеп бере алатын техникалық қызмет көрсетілмейтін аккумуляторлар;

-Гельді батареялары электр энергиясының химиялық көздерінің техникалық қызмет көрсетусіз түріне жатады. Олар қышқыл электролиттің құрамында арнайы қалыңдатқыш, силикогельдің болуымен және олардың артық зарядтауға сезімталдығының жоғарылауымен ерекшеленеді.

Таңдап алынған батарея -Литий-ионды қайта зарядталатын батареялардың өздігінен ағу жылдамдығы едәуір төмен, номиналды қуатының айына шамамен 10% -ы, сонымен бірге пайдалану ережелері мен қауіпсіздік техникасын қатаң сақтауды талап етеді. Бір элементтен тұратын қайта зарядталатын батареялар шығарылады, өйткені бір Li-Ion ұяшығының кернеуі 3,7 В құрайды, ішкі кедергісі, Ом: 25-50 аккумуляторлық блок 12В.Тез зарядтау уақыты: 1 сағат.

Өндірілген электр қуаты бірден жұмсалуды керек, бұл жел турбинасының қалыпты жұмыс істеуі үшін қажет. Сондықтан, егер жел турбинасы өндіретін қуат оның тұтынуынан аз болса, оны сақтау керек.

Аккумулятор батареясы күнделікті тұтынудың жартысына тең электр қуатын қамтамасыз етуі керек.

$$E_{\text{қос}} = \frac{E_{\text{тәу}}}{2} = \frac{18554}{2} = 9277 \text{Вт} \cdot \text{с} \quad (1.15)$$

T уақытының ішінде әр сағат сайын энергия T = 12сағ уақыт бірлігіне жұмсалатын қуатқа тең жұмсалады.

$$P_{\text{қос}} = \frac{E_{\text{қос}}}{12} = \frac{9277}{12} = 773 \text{Вт} \quad (1.16)$$

$U_{\text{ҮН}} = 48 \text{В}$ кернеуін, $P_{\text{АКБ}}$ қуат шығынын ескере отырып, $I_{\text{ҮН}}$ ағымдағы ток қажеттілігі табылады.

$$P_{\text{қос}} = U_{\text{ҮН}} \cdot I_{\text{ҮН}} \\ I_{\text{ҮН}} = \frac{P_{\text{қос}}}{U_{\text{ҮН}}} = \frac{773}{48} = 16,2 \text{А} \quad (1.17)$$

Батарея жинағының жалпы сыйымдылығы анықталады:

$$C_{\text{АКБ}} = I_{\text{ҮН}} \cdot T = 16,2 \cdot 12 = 194,4 \text{А} \cdot \text{с} \quad (1.18)$$

Сондай-ақ, аккумулятор батареясының шығыс кернеуі 12В, ал реттегіштің кірісінде емес номиналды кернеу 48 В болуы керек екенін ескеру қажет, сондықтан батареяларды $48/12=4$ тізбектей қосуға болады.

Қайта зарядталатын батареялар мен аккумуляторлардан басқа, жел турбинасына келесі құрылғылар кіруі мүмкін.

Әр түрлі жүйелердің бөлігі ретінде пайдаланылған кезде генератордан шыққан кезде 220 / 380В кернеу алуға кепілдік беретін кернеу тұрақтандырғышы.

Бұл құрылғы әдетте тұрақты кернеу қабылдағыштар үшін маңызды болған жүйелерде қолданылған.

Түзеткіш - айнымалы ток электр генераторының шығыс кернеуін, кейін батареяға немесе инверторға беру үшін (жел турбинасы шығаратын кернеудің сапасын жақсарту)

Инвертор - түзеткіштің немесе аккумулятордың тұрақты тоғын айнымалы токқа айналдырады. Электр жабдықтары айнымалы токпен жұмыс істейді. Сондықтан инвертордың болуы міндетті шарт болып табылады.

Инверторлар әр түрлі болады. Жүктеме үш фазалы болғандықтан, 3 фазалы кернеу жүйесі болатын инвертор қажет.

Қазіргі уақытта биполярлы (IGBT транзисторлары) коммутациялық ажыратқыш ретінде жұмыс істейтін ең кең таралған кернеу инверторлары.

Мәлімет бойынша, жел турбинасында осы жерде қарастырылған типті инвертор болуы керек.

1.3.5 Жел турбиналарының техникалық сипаттамаларын анықтау

1.3 Кесте - Жел генераторының техникалық сипаттамалары

Номинальды қуат	5000Вт
Максимальды шығыс қуат	7500 Вт
Қалақ саны	3
Қалақ материалы	арматураланған шыны пластик
Ротор қалақтарының диаметрі	7,1 м
Жел жылдамдығының басталуы	3 м/с
Номинальды жел жылдамдығы	12-11,5м/с
Максимальды жел жылдамдығы	25 м/с
Номинальды айналу жылдамдығы	250
Өнімділік коэффициенті	42-45%
Генератор шығысы	Үш фазалы айнымалы ток
Дауысқуаты(8м/с жел жылдамдығы)	64дб
Генератор түрі және салмағы	Үш фазалы генератор тұрақты магнит, салмағы 138кг.
Ротор диаметрі	3 м
Мачта ұзындығы	8 м
Есептелген ток	18А
Кернеу шығысының жиелігі	0-360Гц
Ұсынылған батареялар	120 А*ч
Гарантия	2 жылдан 5 жылға дейін

1.3.6 Электр генераторын таңдау

Жел генераторы өндіретін электр қуатының мөлшері көбінесе жел дөңгелектерінің жүздерінің формасына және желдің кинетикалық энергиясына байланысты [10].

Желдің кинетикалық энергиясын анықтау өрнекке сәйкес белгілі болды

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} \quad (1.19)$$

мұндағы v - желдің орташа жылдамдығы;

S -көлденең айналу осімен жел дөңгелегінің серпілген ауданы, оған жел ағымы перпендикуляр;

$m = \rho v S$ - ауа массасы;

ρ - 1,226 кг / м³ - ауа тығыздығы қалыпты климаттық жағдайларға сәйкес келеді.

Ауа массасының шамасын және жел дөңгелегінің ауданын (1.19-формула) ауыстырып, электр генераторының білігіндегі механикалық қуатты есептеуге арналған өрнек :

$$N_{\text{жд}} = 0.5 \rho \varepsilon D^2 v^3 \quad (1.20)$$

мұндағы ε - 0.4 ... 0.45 - жел энергиясын пайдалану коэффициенті.

Генератордың электрлік және механикалық бөліктеріндегі шығындардан туындаған электр қуаты аз:

$$P_{\text{жэк}} = N_{\text{жд}} \eta_{\text{мех}} \eta_{\text{г}}, \quad (1.21)$$

мұндағы $\eta_{\text{мех}}$ - 0.7..0.8 - жел генераторының механикалық берілісінің тиімділігі;

$\eta_{\text{г}}$ - 0.6 0.8 - жел генераторының тиімділігі.

(1.20) формуладағы $N_{\text{жд}}$ (1.21) өрнекпен алмастырамыз. Бұл ауыстыру жел генераторының механикалық және электрлік шамалары арасындағы функционалды байланысты анықтауға мүмкіндік береді:

$$P_{\text{жэк}} = 0.68 D^2 v^3, \quad (1.22)$$

Өндірілетін электр энергиясының мөлшері, жел дөңгелегінің диаметрі мен желдің жылдамдығы арасында нақты байланыс бар.

Біздің жағдайда жел дөңгелегі мен қанат қалақтарының көлденең айналу осімен жел турбинасын пайдалану көзделеді.

Жел турбинасы генераторының қуаты желдің жылдамдығына үшінші дәрежеге пропорционалды. Сондықтан желдің жылдамдығы кең диапазонда өзгерген кезде, төмен жүктемелер кезінде төмен тиімділіктің әсерінен генераторларда үлкен энергия шығындары пайда болады, ал асинхронды генераторларда бұған қосымша үлкен реактивті токтар пайда болады, оларды өтеу керек. Бұл кемшілікті жою үшін кейбір жел турбиналарында жел турбинасының номиналды қуаты бар екі генератор қолданылады. Жеңіл желде бірінші генератор өшіріледі. Кейбір жел қондырғыларында шағын генератор сонымен қатар желді пайдалану коэффициентінің үлкен мәнімен төмен жылдамдықта қондырғыны төмен жылдамдықпен басқаруға мүмкіндік береді.

Жел турбинасы генераторын таңдауға үш негізгі фактор әсер етеді:

1) Шығу қуаты (кВт) тек инвертордың қуатымен анықталады және жел ағынына, батарея сыйымдылығына байланысты емес. Оны «ең жоғарғы жүктеме» деп те атайды. Шығарылатын қуат параметрі электрмен жабдықтау жүйесіне бір уақытта қосылуға болатын электр құрылғыларының максималды санын анықтайды. Инвертордың қуатына қарағанда электр энергиясын бір уақытта көп тұтыну мүмкін емес. Шығу қуатын арттыру үшін бір уақытта бірнеше инвертор қосуға болады [11];

2) Жел болмаған кезде немесе әлсіз желде үздіксіз жұмыс істеу уақыты аккумулятордың (АБ) сыйымдылығымен анықталады және тұтыну қуаты мен ұзақтығына байланысты болады. Егер электр энергиясын тұтыну сирек кездеседі, бірақ көп мөлшерде болса сыйымдылығы үлкен аккумуляторды таңдау керек [11];

3) Батареяның зарядталу жылдамдығы генератордың өз қуатына байланысты. Сондай-ақ, бұл көрсеткіш желдің жылдамдығына, діңгектің биіктігіне, жер бедеріне байланысты. Генератор неғұрлым қуатты болса, батарея соғұрлым тез зарядталады, демек, батареялардан алынатын электр

қуаты тезірек жұмсалады. Егер қондырғыдағы жел әлсіз болса немесе тұтынушылар электр қуатын үнемі тұтынатын болса, қуатты генераторды алу керек. аз мөлшерде [11].

Жел дөңгелектеріндегі шектеуші факторлардың бірі - генератордың өзі дизайны. Жел турбиналарына арналған генераторлардың ерекше жақсы дизайны туралы ғалымдар арасында бірыңғай пікір жоқ. Жел турбиналарында қолданылатын генераторлардың үш негізгі түрі бар: оларды әртүрлі жел турбиналары жүйелері үшін қолдануға болады:

- тұрақты ток генераторы;
- синхронды генераторлар;
- асинхронды генераторлар.

Негізінде, генератордың дизайны нұсқаларының әрқайсысы тұрақты немесе айнымалы жылдамдықта жұмыс істей алады.

Осы типтегі генераторларды жел электр станцияларында қолдану кезіндегі қолдану ерекшеліктерін салыстырайық.

а) тұрақты ток генераторы

Тұрақты ток машиналарында магнит өрісі статорда пайда болады. Ротор - якорь. Статорда айқын магниттік полюстер орналасқан, олар тұрақты магниттермен немесе тұрақты ток орамасы бар электромагнитпен қоздырылады. Көбінесе бұл орама арматурамен параллель қосылады - бұл параллель қоздырылған тұрақты ток генераторы.

Жалпы, жел генераторларының бөлігі ретінде тұрақты ток генераторларын қолдану практикалық емес. Ерекше жағдай энергияны аз тұтынатын қабылдағыштар болуы мүмкін, мысалы, аккумуляторлық зарядтағыштар немесе жеке ғимараттың автономды жылыту жүйесіне арналған қуат көздері.

б) Синхронды генератор

Электр машиналарының бұл түрі көбінесе генераторлар ретінде жалпы электр станцияларында және әсіресе жел турбиналарында қолданылады. Олардың басты артықшылығы тек белсенді емес, сонымен қатар реактивті қуат өндіруге мүмкіндік береді.

Бұл тұрақты магнитті машиналарды жел турбинасында тікелей қолдану үшін қолданған жөн. Тұрақты магнитті синхронды генераторлар (ТМСГ) үйкелудің минималды шығындарына ие, ұзақ қызмет етеді, жұмыс кезінде шу мен діріл болмайды. Бұл жағдайда жел турбиналары үшін тұрақты магнитті синхронды генераторды қолданудың тиімді екендігі анық.

в) Асинхронды генератор

Асинхронды генератор, қарапайым дизайны, қызмет көрсетудегі сенімділігі, ТМСГ-ге қатысты төмен құны бар, асинхронды генераторды (АГ) жел турбиналарында қолдану бұрын генератордың қозуын қамтамасыз ететін шағын өлшемді конденсаторлардың болмауына байланысты аз кездесетін және жүктеменің реактивті қуатын өтеу, сонымен қатар шығу кернеуін тұрақтандыру есебінен.

Екі машинаның да тиімділігі бірдей, бірақ егер генераторды жеке механизм ретінде емес, жел турбинасының бөлігі ретінде қарастырсақ, онда ТМСГ ең тиімді болып табылады, өйткені АГ-дің қалыпты жұмыс істеуі үшін тұрақтандырғыш азаяды. ТМСГ үшін қажетті беріліс қорабына қарағанда тиімділік. Егер АГ кейбір түрлері тұрақтандырғышты ғана емес, сонымен қатар редукторларды да қолдануды қажет ететіндігін ескерсек, онда тиімділіктің одан да үлкен төмендеуі көзделеді.

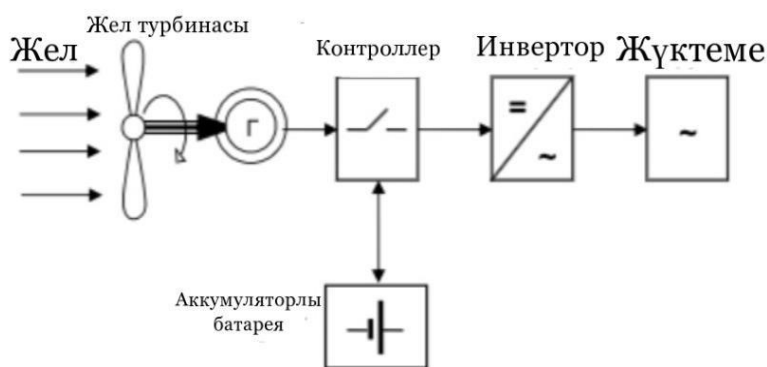
Зерттеу нәтижесінде біз жел электр станциясында жобалау үшін де, пайдалану үшін де ең танымал дегеніміз - жоғары сипаттамаларына байланысты тұрақты магнитті синхронды генератор.

Тұрақты магнитті синхронды генератор тұрақты айналу жиілігі $n=250$ айн/мин болатын реттелетін жетекпен қозғалады және таңдалған жел генераторының техникалық талаптарынан алынған бастапқы мәліметтерге ие (кесте-1.1).

- белсенді қуат $P = 2000\text{Вт}$;
- шығу кернеуі $U = 220\text{В}$;
- айнымалы кернеудің жиілігі $f = 50\text{Гц}$;
- фазалар саны $m = 1$ ($m = 3$ өтпелі резервімен).

1.3 бөліміне қорытынды

Жел энергиясының электр энергиясына айналуын қамтамасыз ететін негізгі құрылымдық элементтер жел дөңгелегі және тұрақты магнитті синхронды генератор болып табылады. Таңдап алынған батарея -Литий-ионды қайта зарядталатын батареялар.Электр тұтынушысы жоғары сапалы кернеу алу үшін инверторды толығымен басқарылатын элементтерге қойылды. Қазіргі уақытта бұл IGBT транзисторлары. Инвертор мен синхронды генератор арасында тұрақты бақыланатын байланыс қамтамасыз етіледі, ол бақыланбайтын түзеткішті қолдану арқылы жүзеге асырылады. Біз оған микропроцессорлық контроллермен басқарылатын және жел болмаған кезде жүктемені қуаттандыратын аккумуляторды қосамыз.



1.15 Сурет- Автономды жел электр станциясының құрылымдық схема

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

Бұл бөлімде жел турбинасы қондырғыларын қолданатын жел энергетикалық кешенінің компьютерлік технологиясын қолдана отырып, автоматтандыру жүйесін дамытудың негізгі техникалық шешімдері қарастыру.

2.1 Жүйені құрудың мақсаты

Электр станцияларының автоматикасы - бұл электр қуатын өшіруден және 24 сағат бойы сенімді қуат көзінен қорғанудың арзан, сенімді әдісі. Қуат көзін автоматты ауыстырып қосқыштармен жабдықтау өндірістік процесті тоқтату, медициналық мекемелердегі жабдықтардың істен шығуы, елдегі немесе қала маңындағы ғимараттардағы байланыстың бұзылуы және т.б. сияқты жағдайларды болдырмауға мүмкіндік береді.

Автоматтандырудың дамыған жүйесі жел энергетикалық кешенін (ЖЭК) автоматты түрде басқаруға және диспетчерлік басқаруға арналған. Автоматтандырылатын іс-шаралар жел генераторының механикалық және электрлік айнымалы қондырғыларын басқару, жабдық түйіндерінің жағдайы айнымалылардың ауытқуы және күйдің өзгеруі туралы сигнал беру, автоматты түрде және персоналға ақпарат сұрау бойынша орталықтандырылған сақтау және ұсыну, автоматты және диспетчерлік басқару.

Автоматтандыру жүйесін құрудың мақсаты - отынсыз және апаттық жұмыс режимдерін төмендетуге, электр энергиясын өндіруді қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін жабдықтың күйін автоматты басқару және жедел бақылау арқылы қамтамасыз етілетін ЖЭК жұмысының тиімділігін арттыру, көрсетілген параметрлер мен мөлшерде.

Автономды жел электр станцияларын электр қуатын беру желілерінен бірнеше шақырым қашықтықта орналасқан және 5 кВт-қа дейінгі жүктемесі бар объектілерді электрмен жабдықтау үшін пайдалану өте қолайлы [12]. Мұндай нысандарда үш фазалы және бір фазалы электр қабылдағыштары болуы мүмкін. Жел электр станциялары өндіретін электр энергиясының жоғары құнын ескере отырып, оларды оңтайлы қалыптастыру мәселелері, атап айтқанда, техникалық-экономикалық талдау өзекті болып табылады.

Автономды жел электр станциялары жұмысының ерекшелігі - олардың орталықтандырылған электрмен жабдықтау жүйесінен оқшаулануы және электр энергиясына өзгермелі сұранысы. Жел тұрақты емес энергия көзі екенін ескере отырып, электрмен жабдықтаудың жоғары сенімділігін тек жел турбинасының резервтік көшірмесін жасау арқылы қамтамасыз етуге болады. Отын электр станциялары, күн электр станциялары, энергия аккумуляторлары немесе олардың әр түрлі үйлесімдері қор ретінде қызмет ете алады.

Жел электр станциясының өзегі - генераторды басқаратын жел турбинасы. Егер генератор қолданылса, онда кернеуді тұрақтандырудан басқа (оны шешу техникалық жағынан өте қарапайым), сонымен қатар ток жиілігін

тұрақтандыру қажет. Осыған байланысты электр станцияларында көлденең айналу осі бар қанат типті жел қондырғылары немесе винт түріндегі жел турбиналары қолданылады. Бұл жел турбиналары жел жылдамдығының бірқалыпты өзгеруімен біліктің айналу жиілігін тұрақтандыруды оңай қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, олар жоғары жылдамдыққа ие бола отырып, желдің екпінімен (батыруымен) күреседі.

Автоматты басқару жүйесі (АЖБ) - бұл басқару процестерін автоматты түрде жүзеге асыруға арналған ақпараттық жүйе. Мұндай технологияны енгізу техникалық-экономикалық тұрғыдан негізделуі керек екенін ескеру қажет. Көбінесе мұндай жүйені орнату жұмысшылар санының азаюына, басқару тиімділігінің артуына және объектінің жұмыс сапасының артуына мүмкіндік береді.

2.2 Автоматтандыру жүйесінің талаптары.

Автоматты басқару жүйесіне бірқатар талаптар қойылады. Біріншіден, барлық элементтердің бір-бірімен қосылуы, сонымен қатар АБЖ-ге қосылған автоматтандырылған жүйемен байланысы болуы өте маңызды. Сонымен қатар, бұл жерде жүйенің кеңейту, даму және модернизациялау қабілеті болуы өте маңызды. Бұл болашақта кәсіпорын дамиды және жаңартылған жүйе қажет болады деген үмітпен жасалады. Екіншіден, маңыздылығы кем емес, автоматты басқару жүйесін сенімділіктің жеткілікті дәрежесіне ие болуы керек. Басқаша айтқанда, ол бастапқыда орнатылған параметрлермен жұмыс істеу кезінде 100% қауіпсіздікті қамтамасыз етуі керек. Тағы бір маңызды талап – бейімділік. Жүйе параметрлерді өзгерту жағдайында өзгертін етіп конфигурациялануы керек. Алайда, бұл жерде АБЖ-ны орнатпас бұрын өзгерістер ауқымы алдын-ала талқыланады, сондықтан бұл өзгерістер шектері жүйеге алдын-ала енгізіледі деп айту керек.

Қазіргі кезде кез-келген процесті автоматты басқару жүйесін шартты түрде бірнеше деңгейге бөлуге болады[13]. Автоматты басқару жүйесін қазіргі уақытта осындай үш деңгейге ие. Төменгі деңгей - датчиктер, сонымен қатар бақыланатын сипаттамаларды басқаратын өлшеу құралдары. Сонымен қатар, оған сипаттамалардың мәні тәуелді болатын жетектер де кіреді. Бұл деңгейде тек минималды басқару жүзеге асырылады, ол сенсордан келетін сигнал басқарушы құрылғының кірісімен үйлесетіндігінен тұрады.

Келесі орта деңгей - жабдықты басқару. Басқаша айтқанда, бағдарламаланатын логикалық контроллерлер осы басқару сатысында орналасқан. Бұл ПЛК өлшеу жабдықтарынан, сондай-ақ процестің күйін бақылайтын датчиктерден келетін сигналдарды қабылдауға қабілетті. Алынған ақпаратқа, сондай-ақ пайдаланушы белгілейтін мәліметтерге сәйкес, ПЛК басқарушы сигнал шығарады, ол нақты пәрменмен атқарушы механизмге беріледі.

Техникалық жүйелердегі басқаруды автоматтандыру да үшінші, ең жоғарғы деңгейге ие. Мұндай жабдық операторлық-диспетчерлік станциялар, желілік жабдықтар, өндірістік серверлер болып табылады. Дәл осы кезеңде адам объектідегі технологиялық операциялардың барысын толығымен бақылайды. Сонымен қатар, алдыңғы екі деңгеймен байланыс кез-келген қажетті ақпаратты табысты жинауға мүмкіндік беретін осы жерде де қамтамасыз етілген. Бұл кезеңде HMI, SCADA қолданылады. Біріншісі - адам-машина интерфейсі, оның көмегімен диспетчер объектідегі технологиялық операциялардың барысын қадағалай алады. Автоматтандыру мен басқару жүйесіне бақылауды жүзеге асыру үшін SCADA жүйесі бар, бұл диспетчерлік басқарудың болуын және мәліметтер жинау мүмкіндігін білдіреді. Қарапайым тілмен айтсақ, бұл желі диспетчерлік компьютерлерде конфигурацияланатын және орнатылатын бағдарламалық жасақтаманы орнатуға мүмкіндік береді.

Автоматтандыру жүйесі бірқатар ішкі жүйелерді қамтуы керек:

- бақылау: мұнда технологиялық параметрлердің мәні бақыланады, жабдықтың жай-күйі, техникалық-экономикалық көрсеткіштер бақыланады;

- талдау: жағдайды талдау және шешім қабылдау және басқа жүйелер үшін ақпарат дайындау;

- басқару: шешімді жүзеге асырады және жоғары тұрған құрылымдарға ақпарат береді.

Техникалық құралдар кешені (КТЖ) жүйенің барлық функцияларының орындалуын және олардың кеңею мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек.

Жүйенің барлық техникалық құралдары үздіксіз тәулік бойы жұмыс істеуге арналған болуы керек.

Техникалық құралдарының кешеніне (ТҚК) мыналар кіруі керек:

- басқару объектісінің жағдайы туралы ақпарат жинауға арналған құралдар;

- реттеу және бақылау құралдары;

- жедел персоналға ақпарат беру құралдары;

- жетектерді қашықтықтан басқару құралдары.

Ақпаратты қабылдау, қалыптастыру және беру коммерциялық және автоматтандыру құралдарының көмегімен жүзеге асырылады.

Датчиктер мен түрлендіргіштер анық өлшемдерді қамтамасыз етуі керек. Олар қоршаған ортаға және өлшенген ортаға төзімді болуы керек.

Қалыпты жұмыс режимін қамтамасыз ету үшін бірқатар жұмыстар жүргізілуі керек:

- аспаптық индикаторларға сәйкес автоматика жүйесінің бөлігі ретінде құрылғылардың дұрыс жұмыс істеуін күнделікті тексеру;

- қоректендіру кернеуі ажыратылған кезде, құрылғыларды және олардың сыртқы электр байланыстарын бекіту сенімділігін тексеру.

2.3 Бағдарламаланатын логикалық контроллерлер

Жүйеде болып жатқан процестер туралы ақпарат алу үшін сенсорлар қажет болады. Аналогтық датчиктер ретінде анометрде желдің жылдамдығын, кернеуді өлшеу үшін вольтметр және тоқты өлшеу үшін амперметрде қолданылады. Датчиктерді контроллер модулімен ауыстыру үшін, біз мемлекеттік дискреттік датчиктер туралы ақпаратты сұрау және беру принципін қолданамыз. Магниттік стартерлер контроллердің дискретті сигналдарының енгізу-шығару модуліне қосылған.

Датчиктерден келетін процестер туралы ақпаратты жинау және өңдеу үшін SPU 1515F орталық процессоры бар SIMATIC S 7-1500 контроллері қолданылады. Simatic S7-1500 бағдарламаланатын логикалық контроллерлер - бұл Siemens контроллерлерінің ең керемет өнімі, керемет жиынтығы және әсерлі өнімділігі бар контроллерлердің ең соңғы отбасы. Жаңа S7-1500 контроллері сыртқы оқиғаларға жауап беру уақытын едәуір қысқартты. Осындай жоғары өнімділіктің арқасында S7-1500 контроллерлерін күрделілігі орташа және жоғары деңгейдегі міндеттерді шешу үшін пайдалануға болады.

Бағдарламаланатын S7-1500 контроллерінің ыңғайлы дизайны және оның модульділігі оны шешілетін мәселе талаптарына барынша бейімдеуге мүмкіндік береді. Контроллерде еркін салқындату бар. Жүйе жаңартылған жағдайда, контроллер функционалдылықтың кеңеюін қамтамасыз етеді. Бағдарлама мен деректерді қорғау деңгейінің жоғарылауы әзірлеушілерге қауіпсіздіктің қосымша деңгейін қамтамасыз етеді. Бағдарламаланатын S7-1500 контроллерінің мақсаты логикалық есептерді, автоматты реттеу мен араластыруды басқарудың міндеттерін шешуге, ақпаратты математикалық өңдеуді орындай алады. Жүктеме ретінде 2 МБ-тан 2 ГБ дейінгі симатикалық жад карталары қолданылады. Сондай-ақ, жад картасын резервтік аккумуляторларды пайдаланбай ПЛК электр қуаты үзілген жағдайда деректерді қараусыз сақтау үшін, сондай-ақ бүкіл STEP 7 жобасын, соның ішінде символдық атауларды сақтау үшін пайдалануға болады. Секундына 400 МБ жылдамдықпен мәліметтер алмасу үшін контроллер жылдамдығы жоғары ішкі шинаны пайдаланады. Бұл циклдің минималды уақытына әкеледі. S7-1500 бағдарламаланатын логикалық контроллерде терминалдан терминалға жауап беру уақыты 100 мкс аспайды. Ол кең функционалдылыққа ие, салыстырмалы түрде арзан және оны өнеркәсіптік өндірістің барлық салаларында, сондай-ақ жұмысты автоматтандыру жүйелерінде қолдануға болады. Ықшам модульдік дизайн жоғары есептеу қуатымен үйлесімде S7-1500 автоматтандырудың кең ауқымды міндеттерін шешуге мүмкіндік береді.

2.4 Функционалды сұлба құру және сипаттау

Кез-келген технологиялық процеске арналған автоматтандыру жүйелерін құрудың алдында әрқашан жобалық құжаттама жасалады. Автоматтандыру

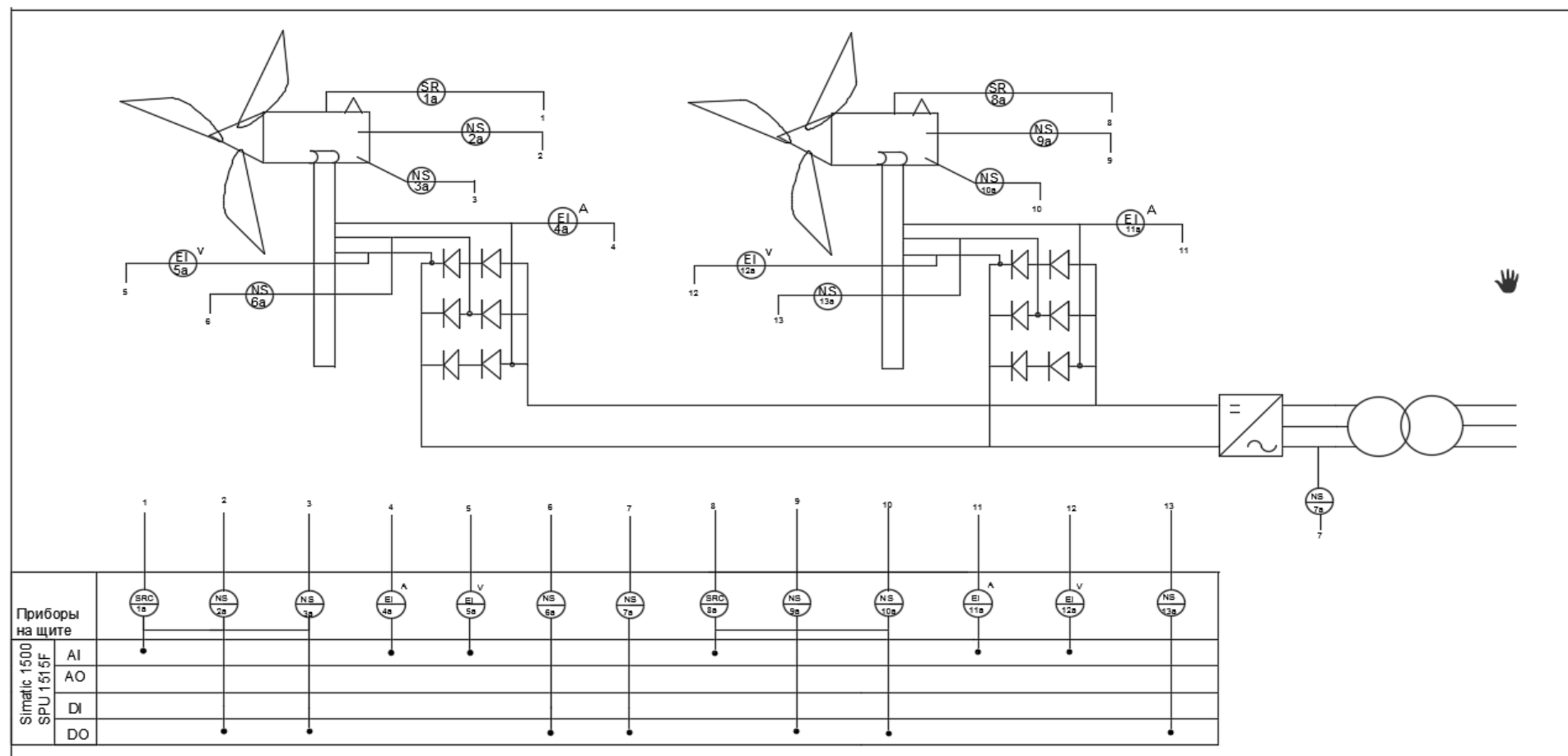
жүйелерін жобалаудан бұрын әдетте электр станциясының функционалдық сызбасы жасалады, аспаптар, контроллерлер, есептеу құрылғылары және осы электр станциясын жабдықтауға қажетті басқа автоматика құралдары қолданылады. Сонымен бірге осы электр станциясын жабдықтауға қажетті технологиялық шамаларды және автоматиканың техникалық құралдарын өлшеу әдістері таңдалады. Бұл кезде технологиялық шамаларды өлшеу әдістері және автоматтандырудың техникалық құралдары таңдалады, олар автоматтандырылған жабдықтың жұмыс жағдайына қойылатын талаптарға толығымен сәйкес келеді және т.б. электр станциясының жағдайы туралы ақпарат беру жолдарын анықтау.

Автоматтандырудың функционалды сұлбасы - бұл өндірістің барлық элементтерін және олардың арасындағы байланысты егжей-тегжейлі бейнелеу емес. Біріншіден, барлық элементтер сызбада шартты түрде бейнеленгенін атап өткен жөн. Екіншіден, масштаб құрметтелмейді, сондықтан сұлба барлық жабдықтардың нақты пропорциялар мен пропорцияларда орналасуына ешқандай қатысы жоқ. Бұл сызбаны түсіну үшін, бұл тек шартты эскиз екенін түсіну керек, бұл тұтынушыға өндіріс процесінің элементтері дәл қалай жұмыс істейтіндігі туралы, сондай-ақ олардың автоматтандыру жүйесімен өзара әрекеттесуі туралы түсінік береді.

Біздің басты міндетіміз - тұтынушыны сапалы және максималды қуатпен қамтамасыз ету. Желдің жылдамдығын басқару қажеттілігімен жел электр станциясын автоматты түрде басқарудың функционалды сызбасын жасауға кірісеміз. Желдің жылдамдығы туралы ақпарат алу үшін анемометрді қолданамыз, кернеуді өлшеу үшін вольтметрді, ал амперметрді ток өлшеу үшін қолданылады. Қосымша сымдармен байланыс желілері контроллер блогына қосылған.

Бұл жұмысқа жоғары да айтқандай 5 кВт 3 жел турбинасы қолданылады. Жанағы кесте бойынша көрсеткендей бір күнде максималды қуат 9892 Вт қажет. Осылай 2 станцияны іске қосып, байланыстыралады, ал қалған бір турбина резервте қалады. Қосылу контроллер көмегімен жүзеге асырылады, аналогтық датчиктерден яғни анемометрден сигналдар келеді, ақпарат өңделіп дискретті шығыстан яғни контакторға (поз NS 3a) беріледі. Егер кернеу мен ток индикаторлары сәйкес қуатты көрсетсе, онда контактор (поз NS 6a) қосылады. Жылдамдық жоғары немесе төмен болған кезде автоматты түрде қалақ бұрышы өзгереді және бұл дұрыс позицияны басқарудың көмегімен орнатылады. Бұл позицияны басқару жүйесі желдің жылдамдығына қарай қалақты өзгертеді, мысалы, желдің жоғары жылдамдығы үшін қалақ бұрышы төмендейді, ал желдің төмен жылдамдығы үшін қалақ бұрышы тұрақты жылдамдықты алу үшін артады, содан кейін ең жақсы шығыс қуатын алынады және қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Егер кернеу мен ток индикаторлары көзделген қуатқа жетпесе, онда контроллер сәйкесінше релелік аралық электромагниттік катушкалар арқылы автоматты беріліс қорабына қосылады, бұл өз кезегінде сәйкес беріліс жылдамдығымен байланысты үйкеліс дискілерін және сәйкесінше қоздырғышты тұрақты магниттер бақыланады, олар

синхронды генератордың якорь арқылы қозуын басқарады және сол арқылы генератор шығысындағы қуатты көрсетілген параметрлерге дейін арттырады. Түзеткіш құрылғы арқылы дұрыс түрде өндірілетін энергия инверторға беріледі, сәйкесінше түрлендірілген электр энергиясы тұтынушыға трансформаторларға түседі. Одан кейін өндірілген энергия түзеткіш құрылғы арқылы инверторға беріледі, сәйкесінше түрлендірілген электр энергиясы трансформаторға және трансформатор арқылы тұтынушыға түседі.



2.1 Сурет -Жел турбиналарын автоматтандырудың функционалдық сызбасы

3 Есептік бөлімі

3.1 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 [14].

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 [14].

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.

3.2 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 [15].

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:

$$P = 0.5\rho C_p v^3 A \quad (3.1)$$

мұндағы P -Қозғалмалы ауадғы механикалық қуат (Вт);

ρ -ауа тығыздығы(кг/м³);

A -Ротордың қалақтарымен өткен аймақ(м²);

v -жел жылдамдығы(м/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:

$$\Omega = (\omega * R)/v \quad (3.2)$$

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)

C_p -Рротор / Ржел

1-теңдеуді келесі түрде жазуға болады:

$$P=0.5\rho C_p(\lambda, \beta) v^3 A \quad (3.3)$$

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 $R = 3,7\text{ м}$;

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

Желдің максималды жылдамдығы $v = 25\text{ м/с}$;

Ауа тығыздығы $\rho = 1.25\text{ кг/м}^3$.

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).

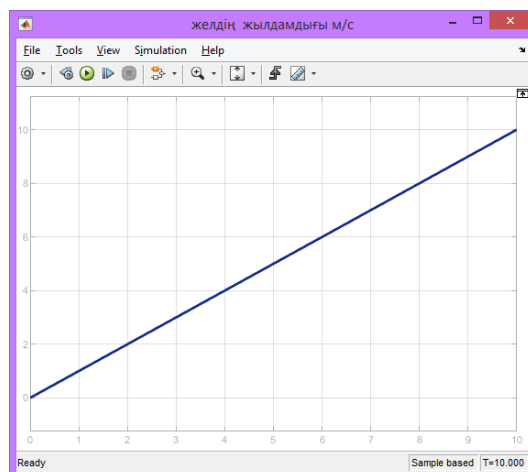
3.2.1 Қуат теңдеуін модельдеу

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

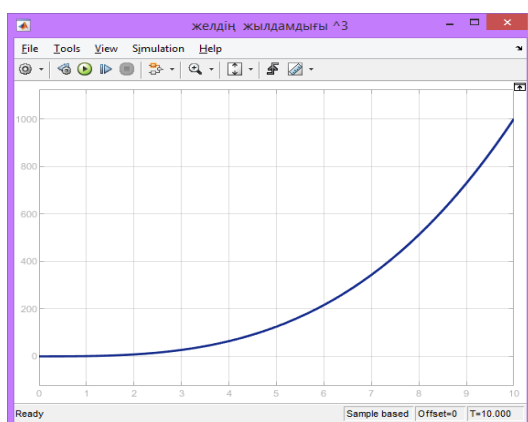
Ұсынылған жел турбинасының сипаттамасы:

Жел дөңгелегінің радиусы-3.7м.

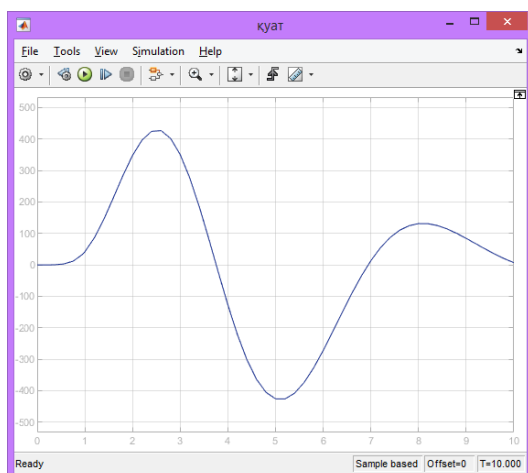
Нәтижелерден желдің жылдамдығының (3.2- суретте) көрсетілгендей уақытқа байланысты өзгеруін көруге болады, ал желдің жылдамдығы тұрақты емес, сондықтан қисық сызықты емес, бұл имитациялық блок-схемадағы желдің жылдамдығын екі есе интеграциялау арқылы жасауға болады. Ramp функциясы (3.1- суреттің) бірінші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



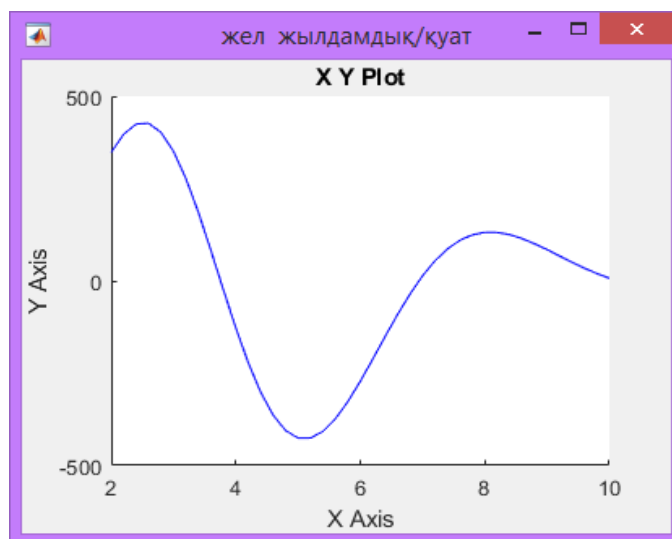
3.2 Сурет -Желдің жылдамдығы,м/с



3.3 Сурет -Жел жылдамдығының кубталған нәтижесі

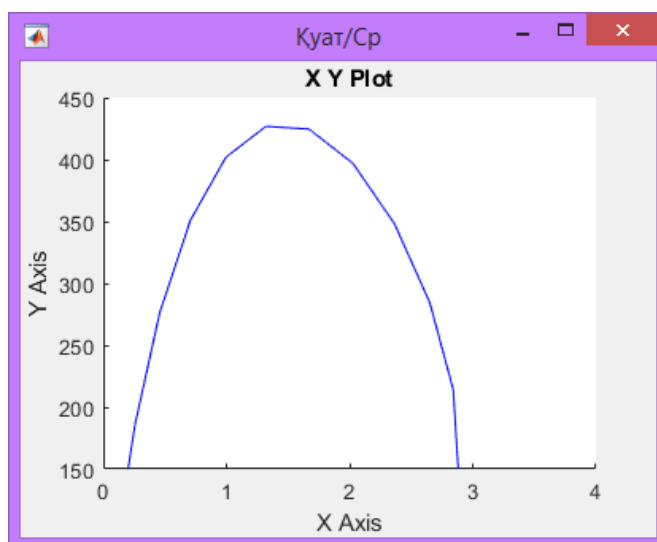


3.4 Сурет -Жел турбинасының шығыс қуаты



3.5 Сурет -Желдің жылдамдығымен қуат арасындағы байланыс

Қалақ айналған аймақ қуатқа үлкен әсер етеді. Ротордың диаметрі желден алынатын қуатқа тура пропорционалды. Ауа тығыздығы жел турбинының 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.

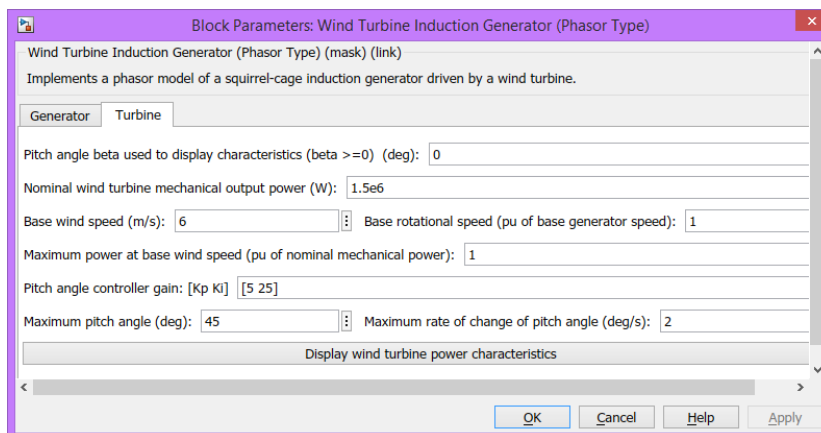


3.6 Сурет -Жел турбинының қуатымен қуат коэффициент арасындағы байланыс

3.2.2 Жел турбина қондырғысын модельдеу

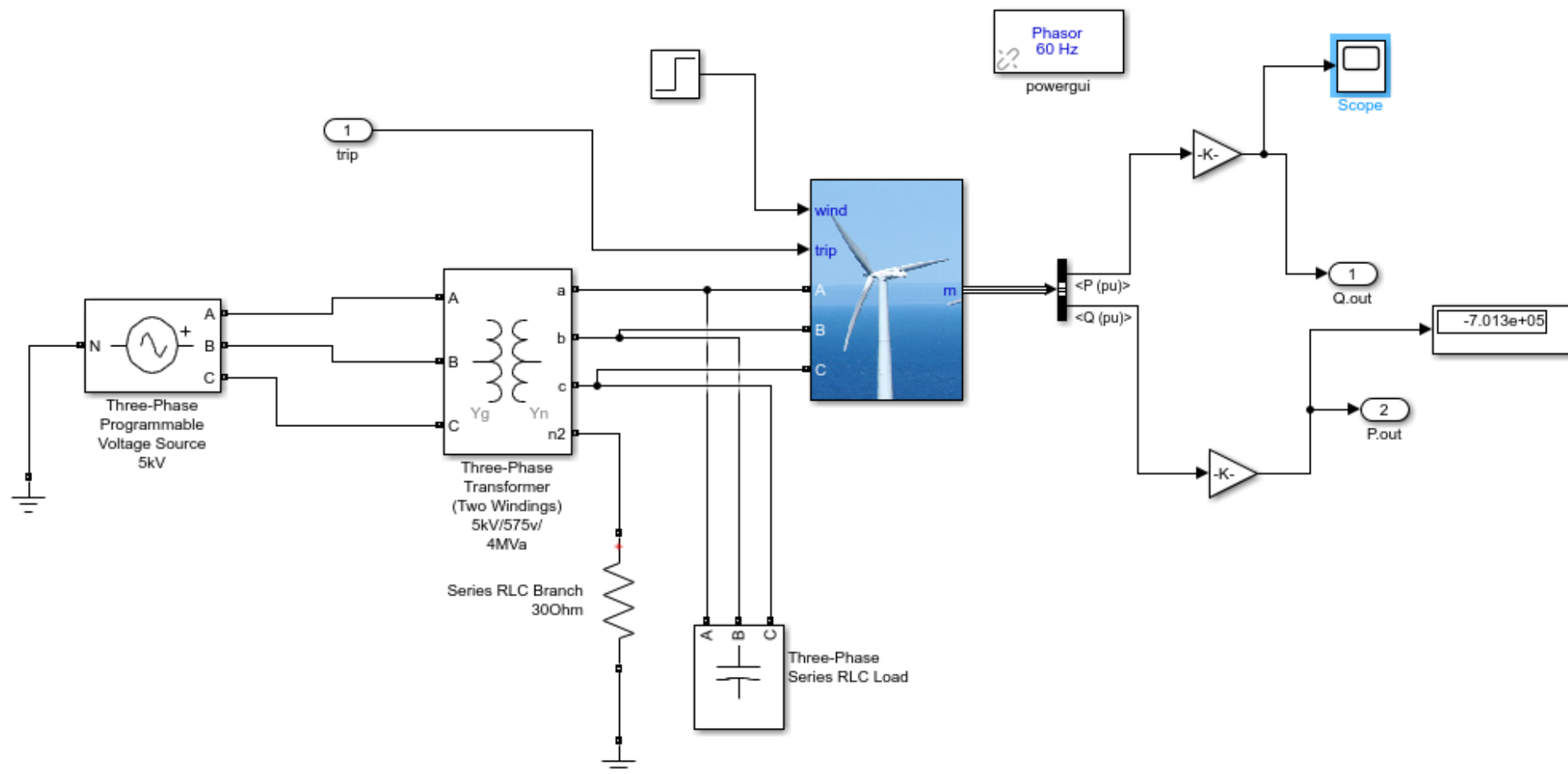
Жел электр станциясы (3.7-суретте) көрсетілгендей Matlab Simulink қолдану арқылы жобаланған, бұл жоғарыдағы блок-схемаға сәйкес келеді. Жобаланған жүйе үш фазалық трансформатор арқылы электр қуат көзіне қосылған 5 кВт (кез-келген мәнге өзгертуге болатын) жел турбинасынан тұрады, белсенді және реактивті қуат желдің әр түрлі жылдамдығымен және әр түрлі ауытқу бұрышымен өлшенеді.

(3.9 суретте) турбинаның жылдамдығы (ол желдің жылдамдығына тәуелді) мен турбина шығыс қуаты арасындағы қалақтардың көлбеу бұрышы үшін тәуелділік көрсетілген. Бұл мәндерді әр түрлі қылып жүйенің блоктау параметрлерін өте оңай өзгертуге болады және бұл Matlab-Simulink қолданудың артықшылығы. Қадам бұрышының өзгеруі желдің бұрылу бұрышының өзгергендігін білдіреді, мысалы, Matlab-Simulink жел турбинасының жиынтығын өзгертуге болады (3.8-сурет), қалақ бұрышы нөлге тең, ал желдің жылдамдығы 6 м/сек, суретте көрсетілгендей максималды қуатты аламыз (3.9-сурет), бірақ егер бұрыштың қалақ бұрышын сәйкесінше 5 және 10-ға өзгертсек, сол желдің жылдамдығы үшін шығыс қуаты төмендейді және бұл әсерді көрсетеді, 3.10;3.11- суретте көрсетілгендей шығу қуатындағы қадам бұрышы болып табылады.

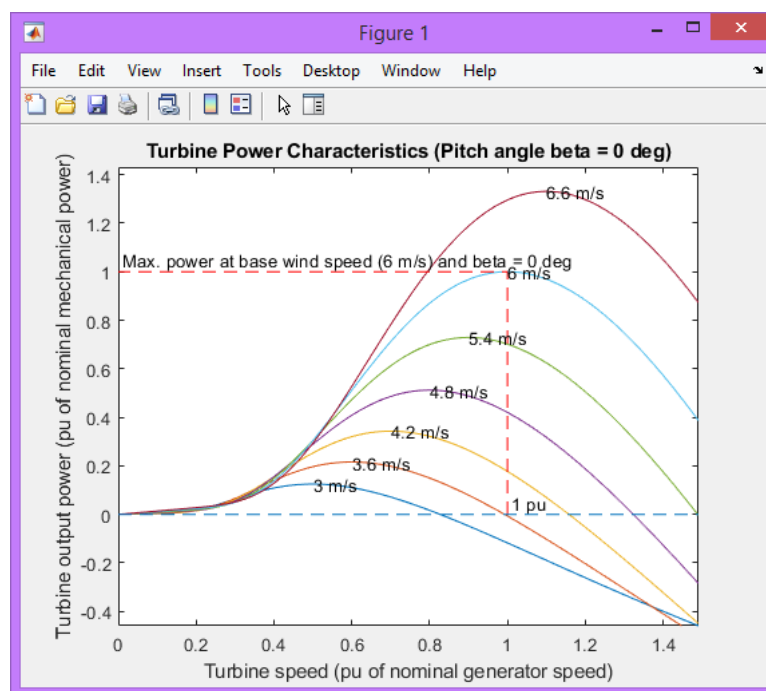


3.8 Сурет -Блок параметрлері: жел турбинасының индукциялық генераторы (фазалық типі)

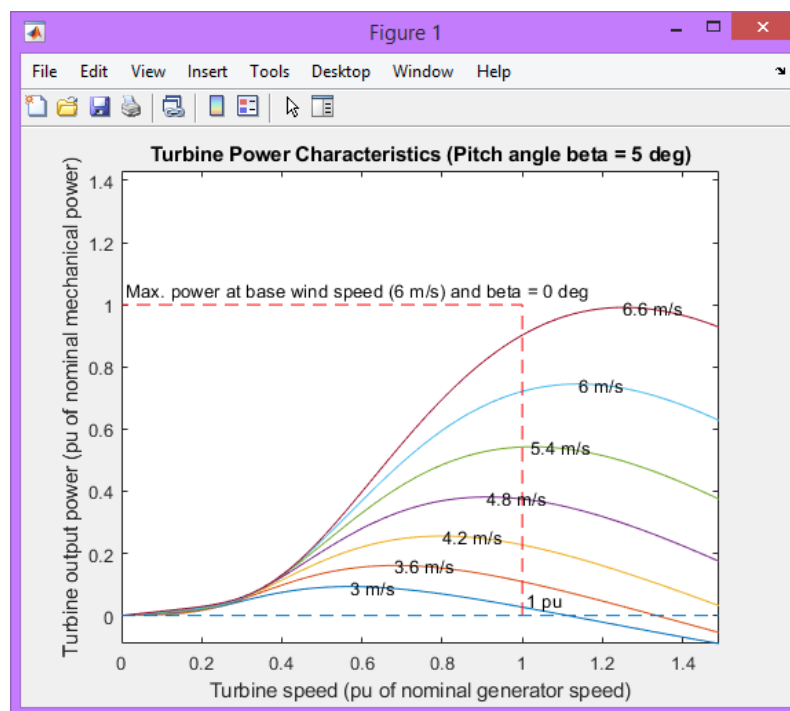
Сонымен, жылдамдықтың бұрышы мәнін желдің оңтайлы жылдамдығы үшін бағалау керек, мысалы, жылдамдық жоғары немесе төмен болған кезде автоматты түрде өзгереді және бұл дұрыс позицияны басқарудың көмегімен сатып алынады, оңтайлы бұрыштың мәні орнатылған нүкте ретінде жел турбинасы үшін орнатылады. Бұл позицияны басқару жүйесі желдің жылдамдығына қарай қадамды өзгертеді, мысалы, желдің жоғары жылдамдығы үшін бұрыш қадам бұрышы төмендейді, ал желдің төмен жылдамдығы үшін қадам бұрышы тұрақты жылдамдықты алу үшін артады, содан кейін ең жақсы шығыс қуатын алады және қауіпсіздікті қамтамасыз етеді[38].



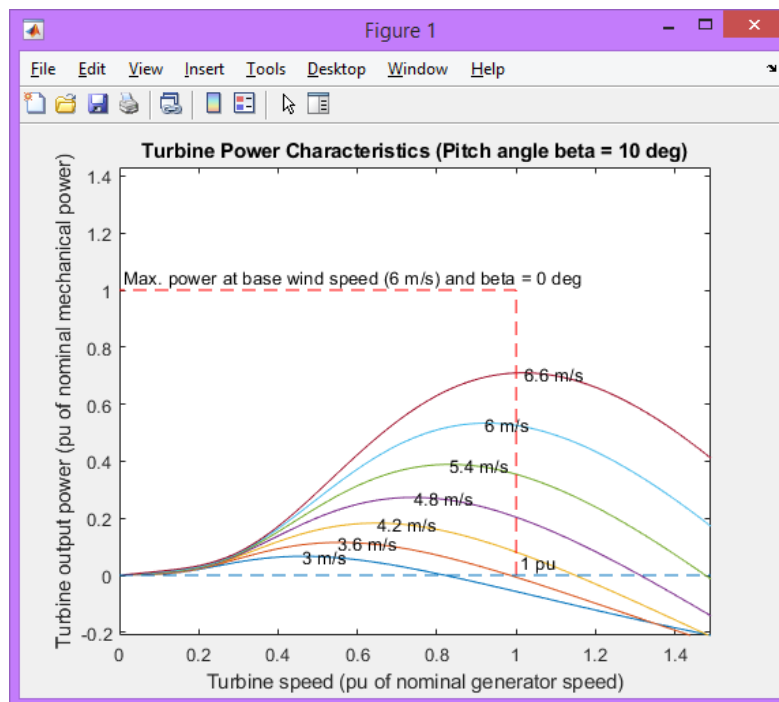
3.7 Сурет -(5кВт) Жел турбиналық электр станция модулі



3.9 Сурет -Турбина жылдамдығы мен шығыс қуатының мәндері қалақ бұрышы үшін 0 тең



3.10 Сурет -Турбина жылдамдығы мен шығыс қуатының мәндері қадам бұрышы үшін 5 тең



3.11 Сурет-Турбина жылдамдығы мен шығыс қуатының мәндері қадам бұрышы үшін 10 тең

Block Parameters: Three-Phase Transformer (Two Windings) 5kV/57...

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

Configuration Parameters

Units: pu

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)] [4e6 , 60]

Winding 1 parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)] [5e3 , 0.05/30 , 0.05]

Winding 2 parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)] [575 , 0.05/30 , 0.05]

Magnetization resistance Rm (pu) 500

Magnetization inductance Lm (pu) inf

Saturation characteristic [i1 , phi1 ; i2 , phi2 ; ...] (pu) [0.0024,1.2 ; 1.0,1.52]

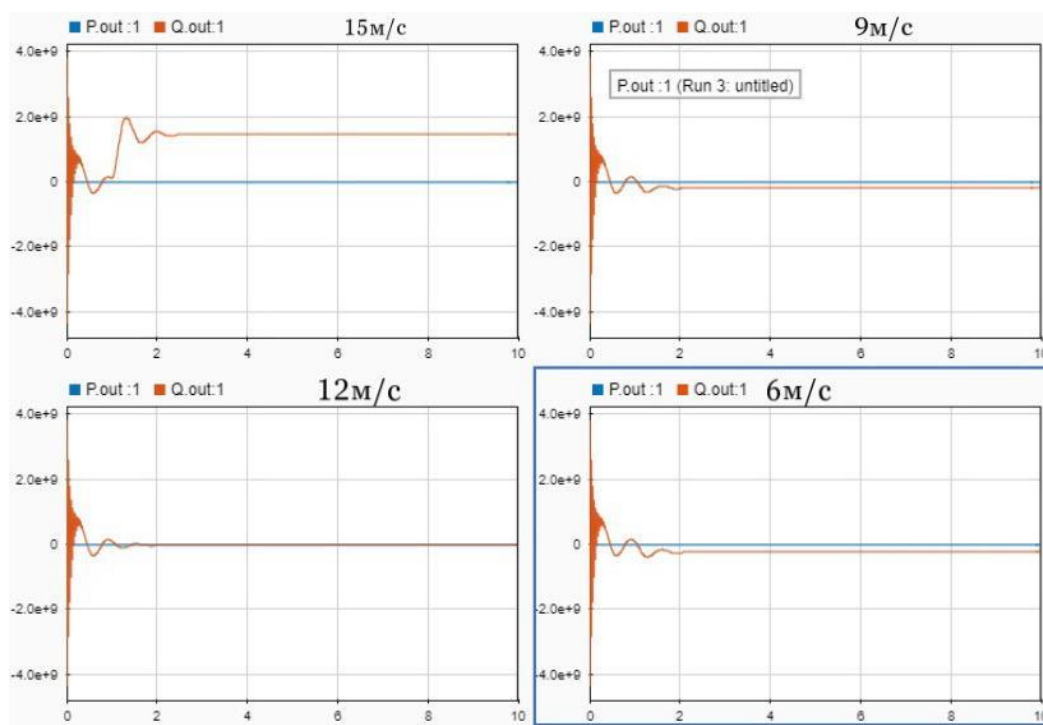
OK Cancel Help Apply

3.12 Сурет -Блок параметрлері:үш фазалы трансформатор

Электр тізбегіндегі қуат тізбектің берілген нүктесінен өткен энергия ағынының жылдамдығы ретінде анықталуы мүмкін. Айнымалы токтың (айнымалы) тізбектерінде индукторлар мен конденсаторлар сияқты энергияны сақтау элементтері энергия ағынының бағытын мерзімді түрде өзгертуге әкелуі мүмкін. Қуаттың бір бағыттағы энергияның таза берілуіндегі айнымалы токтың толық циклінің орташа циклінің орташа бөлігі Белсенді қуат деп аталады (кейде оны нақты қуат деп те атайды).

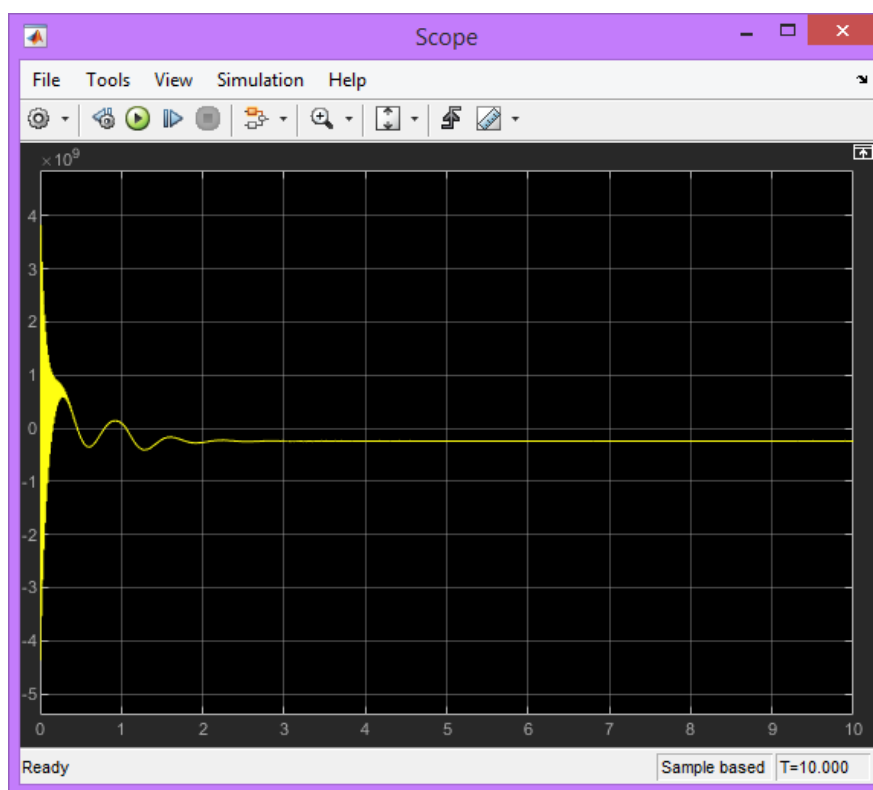
Бұл зерттеуде ауытқу бұрышы тұрақты болған кезде желдің жылдамдығының шығу қуатына (белсенді қуат) әсерін көруге болады. Мұны (3.8) суретте көрсетілгендей жел турбинасының параметрлер блогында жасауға болады.

Жел турбинасының шығыс қуаты желдің жылдамдығына байланысты, сондықтан желдің жылдамдығы өзгерген кезде шығыс қуаты (3.13) суретте көрсетілгендей өзгереді. Осы зерттеуде жобаланған жел турбинасының максималды қуаты - желдің жылдамдығы 6м/сек және одан жоғары болғанда және желдің жылдамдығы төмен болған кезде шығыс қуаты төмендегенде, позицияның орналасуы жағдайында сипатталғандай, бұрын сипатталғандай 5кВт құрайды. Басқару - бұл қадам бұрышын белгілі бір мәнге өзгерту арқылы шығыс қуатын арттыру үшін жұмыс, сондықтан құрылғы үлкен жылдамдықпен айналады және керісінше болады.



3.13 Сурет-Жел турбинасының шығу қуаты әр түрлі жел жылдамдығына және қалақ бұрышына арналған

Соңында (3.14-суретте) ұсынылған жел турбинасының шығыс қисығын көрсететін MatlabSimulink ауқымының дисплейінің суреті көрсетілген.



3.14 Сурет -Matlab-Simulink дисплейі қолдану аясы

3 бөлімге қорытынды

Электр энергиясын өндіру мақсатында жел энергиясын зерттеу электр энергиясының нарығына үлкен қызығушылық тудырады. Жел энергиясын жақсы пайдалану жаңартылатын энергияны өндірудің мүмкіндіктерін арттыра алады, оның қуаттылық коэффициентін жоғарылатады және жақсы шығындармен электр энергиясын өндіруге қатысады.

Жел турбиналарын жасау немесе монтаждау кезінде ауа параметрлері, желдің жылдамдығы және қуат коэффициенті сияқты бұрыштар мен қалақтардың ұштарының жылдамдығына байланысты көптеген параметрлер ескерілген (3.2,3.6-сурет).

Бұл зерттеуде (3.7-суретте) көрсетілгендей Matlab / Simulink көмегімен жел турбинасы генераторын модельдеу орындалды. Осы зерттеуде салынған модельді түсіну оңай. Жұмыста жел турбинасы моделін жалпыға ортақ электр желісімен интеграциялау ұсынылды.

Үлгіні құрастырғаннан кейін оның пайдалылығын тексеру мақсатында қолданылды; оның бүкіл энергетикалық жүйеге интеграцияланған кезіндегі мінез-құлқын зерттеу қажет болды. Көптеген жел жылдамдығы деңгейлері ескерілген, яғни орташа мән ретінде төменнен 6 м/с, орташа мән ретінде 9-12 м/с-пен орташа және жоғары мән ретінде 15 м/с алынды. Бұл жүйеде шығарылатын белсенді және реактивті қуатты суреттерде көрсетілгендей болжауға және қадағалауға мүмкіндік берді.

4.ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

4.1 Жалпы қуат көзін жел генераторымен ауыстырудың экономикалық тиімділігін есептеу.

Экономикалық тиімділікті есептеу үшін пайдалануға берілгенге дейін электр қуатын төлеу құнын және жел турбинасына арналған қондырғылардың құнын және оны күту мен жөндеуге кететін шығындарды білу қажет.

Электр энергиясы үшін төлемдерді есептеуге болады:

- 1 кВт электр энергиясының құны;
- айына жалпы энергия шығыны.

Жоғарыда келтірілген параметрлерге сүйене отырып, формула бойынша электр энергиясының құнын 1 жылға есептеуге болады;

Бұл критерийлер әдіспен анықталады [1, 45-47 б.] және келесі өрнектерден тұрады:

$$З = \frac{E_H K + C}{P} \quad (4.1)$$

мұндағы P - электрмен жабдықтау қондырғысының белгіленген қуаты, кВт;

K -жалпы инвестиция, тг.

$$K = K_{уст} + K_{пр} + K_{стр} \quad (4.2)$$

мұндағы $K_{уст}$ - толық жабдықтың құны, тг;

$K_{пр}$ - жел электр станциясын орнатуға арналған құрылыс-монтаж жұмыстарының құны, теңге;

$K_{стр}$ -жел электр станциясын орнатуға арналған құрылыс-монтаж жұмыстарының құны, теңге;

$E_H = \frac{1}{T}$ -стандартты кірістілік коэффициенті;

T -Жабдықтың экономикалық өмірі, жылдар.

C - жалпы жылдық пайдалану шығындары, тг.

$$C = C_{экс} + C_{рем}, \quad (4.3)$$

мұндағы $C_{экс}$ -электрмен жабдықтау жүйесін басқарудың жылдық құны, тг;

$C_{рем}$ —Жоспарлы техникалық қызмет көрсетуге арналған орташа жылдық шығындар, тг;

1 кВт * сағ электр энергиясының өзіндік құны мына формула бойынша есептеледі:

$$C_{эл} = \frac{P_H K + C}{W}, \quad (4.4)$$

W - Электр станциясының жылына өндіретін электр энергиясының жалпы мөлшері.

Жел генераторын сатып алу және орнату құнын жел генераторының құнын және оны орнатуды біле отырып есептеуге болады. Жел генераторының құнын есептеудің бастапқы деректері 4.1 кестеде көрсетілген.

4.1 Кесте -Жел генераторының құны және оны орнату

Атауы	Бағасы (мын.тг)
Генератор номиналды қуат 0,75кВт· ч	150 мын.тг
Аккумуляторлы батарея(12в,100А· ч)	130 мын.тг
Инвертор(12В/220В)	75 мын.тг
Құрылғыны қондыру шығындары	15 мын.тг
Басқа да шығындар	20 мын.тг
Барлығы	390 мын.тг

Жел турбинасының жұмыс істеу мерзімі 5 жыл болған кезде орташа жылдық тозу бастапқы құнынан 15% құрайды. Осының негізінде амортизация мыналарға тең болады:

$$\frac{390000}{S_p} = \frac{100\%}{10\%} = 39000 \text{ тг}, \quad (4.4)$$

мұндағы S_p -тозу(амортизация)

Өзін-өзі өтеу мерзімі ақшалай мәндегі бір жыл ішіндегі күрделі салымдардың жиынтыққа қатынасы ретінде есептеледі:

$$PP = \frac{K}{\Delta_{\text{ден}}} = \frac{429000}{100440} = 1,8, \quad (4.5)$$

Өзін-өзі өтеу мерзімін бүтін сандарға дейін дөңгелектеу ұсынылады, яғни бұл жағдайда өтеу мерзімі 2 жылды құрайды. Жел турбинасының кепілдік мерзімі - 5 жыл.

5.ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕК ҚОРҒАУ БӨЛІМІ

5.1 Пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелері

1) Жел генераторын жақсы және жұмыс істейтін реттегішсіз басқаруға және оны жүктемесіз қалдыруға **ТЫЙЫМ САЛЫНАДЫ**.

2) Жел турбинасы жұмыс істеп тұрған кезде балласт қондырғысын ажыратуға **ТЫЙЫМ САЛЫНАДЫ**, өйткені батареяларда шамадан тыс кернеу болады, жел генераторы «саңылауға» түседі, бұл оның бұзылуына (бұзылуына, бөлінуіне әкелуі мүмкін) әкелуі мүмкін. пышақтар) және нәтижесінде апат.

3) жел генераторының бұзылуын болдырмау үшін дауыл кезінде жел генераторын қосуға және тежегішті өшіруге және рұқсат етілген мәндерден асып кетуге тыйым салынады.

4) Қолмен тежеу режимі жел турбинасына техникалық қызмет көрсету және реттеу үшін жеңіл желде ғана қолданыла алады.

5) Тек жарамды жабдықты пайдаланыңыз, егер зақым болса, қосылмаңыз.

6) Өндірушінің бөлшектерін немесе затбелгілерін ешқашан алмаңыз.

7) Айналу кезінде жүздердің соққысы салдарынан ауыр жарақаттануды болдырмау үшін, жұмыс істеп тұрған жел турбинасынан аулақ болыңыз. Есіңізде болсын, жел турбинасы қарсы бағытта келе жатсаңыз да кенеттен бағытын өзгерте алады.

8) Айналатын жүздерді ешқашан ұстамаңыз, оларды қолыңызбен немесе басқа заттармен тоқтатуға тырыспаңыз.

9) Орам материалдарын (қыстырғыштар, полиэтилен пакеттері, пенопласт және т.б.) балалардың қолы жетпейтін жерде сақтаңыз. Кішкентай балаларға орам материалымен ойнауға жол бермеңіз, себебі бұл олар үшін қауіп көзі болуы мүмкін.

10) Дұрыс орнатылмаған құрылғыны пайдалану адам жарақатына және мүліктің бұлынуына әкелуі мүмкін. Жабдықты дұрыс орнатпау салдарынан болған зақым үшін өндіруші жауап бермейді.

11) WPP немесе GVSE физикалық, сенсорлық немесе ақыл-ой қабілеттері төмен немесе өмірлік тәжірибесі немесе білімі төмен адамдарға (соның ішінде балаларды) пайдалануға арналмаған, егер олар бақылауда болмаса немесе жүйені жауапты адам қолдануды бұйырса. олар үшін қауіпсіздік.

12) Жөндеуді білікті маман өндіруші жеткізетін қосалқы бөлшектерді пайдалана отырып жүргізуі керек. Осы талапты орындамаған жағдайда, өндіруші барлық кепілдік міндеттемелерінен бас тартады.

5.2 Жел турбинасын орнату кезіндегі қауіпсіздік шаралары

1. Жел генераторы - бұл аэродинамикалық және электрлік бөліктерді біріктіретін күрделі техникалық құрылғы. Жел генераторының жиналысын немесе оның жұмысын шамалы сақтамау оның бұзылуына әкелуі мүмкін және сіздің денсаулығыңызға, сондай-ақ жақын мандағы адамдарға материалдық және зиян келтіруі мүмкін.

2. Тек өндірушінің ұсынған мачталарын, инверторларын, батареяларын, байланыс кабельдерін пайдаланыңыз.

3. Қосылған сымдар мен кабельдерді толығымен оқшаулау қажет.

4. Жел генераторының алғашқы іске қосылуында жел генераторының жұмысын 2-3 сағат бойы қадағалап отыру қажет, сонымен қатар одан әрі пайдалану кезінде мүмкін емес тербелістерге, соққыларға, шапшаңдықтарға мұқият назар аудару қажет. жел генераторының, сондай-ақ конфигурациясы мен өлшемдерінің өзгеруі - оның жұмысын дереу тоқтатып, бұл туралы өндірушіні хабардар етеді.

5. 5 м / с-тан жоғары желдің жылдамдығымен жел генераторын алғашқы іске қосуға тыйым салынады (орташа желге сәйкес келеді).

6. Осы нұсқаулықта сипатталған түзетулерді қоспағанда, жел генераторының құрылымына конструктивті және түзетуші өзгерістер енгізуге тыйым салынады.

7. Генераторға оны қосу үшін ешқандай кернеу бермеңіз.

8. Генератор мен контроллердің кез-келген шығысын желіге немесе электр энергиясының басқа көздеріне қосуға тыйым салынады.

9. Жел генераторын найзағайдан қорғауға арналған шаралар кешенін қабылдау қажет, егер найзағай жел генераторына түссе, кепілдік жойылады

5.3 Өрт қауіпсіздігі

1) Осы нұсқаулықты, федералдық және жергілікті өрт кодтарын орындаңыз.

2) Электр станциясының электр және кабельдік жабдықтарын тез тұтанатын газдар жиналуы мүмкін жерлерге орнатпаңыз.

3) Сымның мөлшері максималды электр жүктемесіне сәйкес келуі керек. Кішкентай сымның көлденең қимасында немесе нашар байланыста болған жерлерде электр сымдарының қызуы жиі пайда болады, бұл өртке әкелуі мүмкін.

4) Жанғыш заттарды жабдықтың жақын маңында сақтамаңыз.

5) Батареяларды жылу көздерінің жанына қою ұсынылмайды. Батареялар тұтанғыш газ шығаруы мүмкін болғандықтан, оларды электр разрядын ұшқын түрінде шығара алатын жабдықтың жанына орнатпаңыз.

6) Батареялар қауіпті токтар шығара алады. Батареядан шыққан сымдарда қысқа тұйықталу пайда болған жағдайда, өрт шығуы мүмкін. Бұл қауіпті болдырмау үшін батарея тізбектерінде тиісті өлшемдегі сақтандырғыштарды немесе ажыратқыштарды қолданыңыз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыстың негізгі мақсаты жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, автономды электрмен жабдықтауды автоматтандыру жүйесін дамыту болды. Мен нақтырақ түсінікті болу үшін жаңартылатын энергия көздерінің ішінен тек бір ғана энергия көзін яғни жел энергиясын алдым. Осы жел энергиясын толығырақ негізгі мақсат стохастикалық заңнамаға сәйкес жел параметрлерінің өзгеруі және енгізілген ақпараттың дәлдігі мен анықталмауы жағдайында басқару қабілеттілігін арттыру және шығу қуатын өндіруді арттыру болып табылады.

Дипломда жүргізілген теориялық және эксперименттік зерттеулер негізінде келесі нәтижелер алынды:

1. Жел энергиясы әлемдік даму үстінде деп есептеледі. Соның ішінде Қазақстанда жел энергиясын қарастыру соңғы жылдары қолға алынды. Ол дегеніміз әр бір энергия тұтынушы энергияға арналған төлемдерді азайта алады.

2. Технологиялық мәліметтер бойынша жел турбинасының конструкциялық талдау және құрылымдық ерекшеліктер негізінде көлденең осьтік жел турбиналарының және олардың алға қойылған өнеркәсіптік өндірістерінің жоғарыда аталған артықшыларын ескере отырып, оны Қазақстандағы өнеркәсіптік кәсіпорындарының немесе кішігірім аумақтық соның ішінде қала сыртындағы үйлер үшін балама қуат көзі ретінде осы жел турбинасын орнатқан жөн деп тұжырымдалды.

3. Жоғарыдағы тұжырымды дәлелдеу үшін келесі мақсатқа жету: жел турбинасының параметрлерін таңдап және есептеу болып табылады. Ол үшін тұтыну кестесін есептеу керек болады және энергия тұтынушысының ең жоғарғы қуатты энергияны тұтыну кестесінің болжамсыздығына байлынысты әр түрлі ықтималдықпен немесе болжаммен жүзеге асырылуы мүмкін. Электр құрылғының қуаты және лезде тұтынылатын қуаты анықталған кесте бойынша зерттелетін объектіде қолдануға болатын әр құрылғының қуаты анықталды. Сәйкес болжамдармен құрылғыны тәуліктің әр түрлі уақытында қосудың қарапайым ықтималдығы анықталды. Тәулігіне мақсамалды қуат анықталды және сол арқылы инвервор қуаты анықталды.

4. Жел энергиясының электр энергиясына айналуын қамтамасыз ететін негізгі құрылымдық элементтер жел дөңгелегі және тұрақты магнитті синхронды генератор болып табылады. Таңдап алынған батарея Литий-ионды қайта зарядталатын батареялар. Электр тұтынушысын жоғары сапалы кернеу алу үшін инверторды толығымен басқарылатын элементтерге қойылды. Инвертор мен синхронды арасында тұрақты бақыланатын байланыс қамтамасыз етіледі, ол бақыланбайтын түзеткішті қолдану арқылы жүзеге асады. Оған микропроцессорлық контроллермен басқарылатын және жел болмаған кезде жүктемені қуаттандыратын аккумулятор қосылады.

5. Арнайы бөлімдегі ақпарат бойынша жел турбинасы қондырғыларын қолданатын жел энергетикалық кешенінің компьютерлік технологиясын қолданып, автоматтандыру жүйесін дамытудың негізгі техникалық шешім қарастырылды. Жел турбинасының автоматтандырудың функционалдық сұлбасы сызылды.

6. Бұл зерттеуде (3.7-суретте) көрсетілгендей Matlab / Simulink көмегімен жел турбинасы генераторын модельдеу орындалды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Абсолютный рекорд ВИЭ В 2020 году. [Электронный ресурс] // интернет-сайт SAVENERGY.INFO.
- 2 Научный журнал [Электронный ресурс] БИКИ, 25.07.09г., «На рынке ветроэнергетического оборудования КНР»
- 3 ПРООН / ГЭФ и Правительство Казахстана (2006) [Электронный ресурс]. Отчет: Перспективы развития ветроэнергетики в Казахстане. Проект ветроэнергетики ПРООН / ГЭФ и Правительства Казахстана.
- 4 Научный журнал МИА «Казинформ» [Электронный ресурс] со ссылкой на офис связей с Правительством и коммуникаций АО «Самрук-Энерго». #inform.kz.
- 5 Черноталова Е. А. Определение ветроэнергетической установки // «Молодежь. Наука. Общество»: Всероссийская научно - практическая междисциплинарная конференция (Тольятти, 5 декабря 2018 года) : электронный сборник студенческих работ / отв. за вып. С. Х. Петерайтис. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. 621с. С.722–725.
- 6 Кривцов В. С., Олейников А. М., Яковлев А. И. Неисчерпаемая энергия. Ветроэнергетика. Харьков : ХАИ, 2014. 158 с.
- 7 Литвинова В. С. Разработка низкооборотного электрического генератора на неодимовых магнитах для малой ветроэнергетики // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. No 4- 2(50). С. 103–107.
- 8 Лукутин Б. В., Муравлев И. О., Плотников И. А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями : учеб. пособие. Томск : изд-во Томского политех. университета, 2015. 120 с.
- 9 GREEF [Электронный ресурс] // интернет-сайт. URL: <https://m.russian.alibaba.com/p-detail/best-price-5-kW-horizontal-axis-60682669708.html>
- 10 Кашкаров А. П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции. Саратов : Профобразование, 2017. 144 с.
- 11 Научный журнал Куб ГАУ [Электронный ресурс] // интернет- сайт URL: <http://ej.kubagro.ru/> (дата обращения: 16.05.2019).
- 12 Воронин, С.М. Возобновляемые источники энергии и энергосбережение [Текст] / С.М. Воронин, С.В. Оськин, А.Н. Головкин. – Краснодар, КубГАУ, 2006. – 67 с.
- 13 В.А. ВТЮРИН, Основы АСУТП, Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Учебное пособие для студентов специальности , «Автоматизация технологических процессов и производств» (по отраслям)-Санкт-Петербург ,2006.-150с.
- 14 Jeong, H.G. An Improved Maximum Power Point Tracking Method for Wind Power Systems / H.G. Jeong, R.H. Seung, K.B. Lee // Energies. – 2012. – No 5. – P. 1340.
- 15 Thomas Ackerman, "Wind Power In Power Systems", Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden, Edition: John Wiley and sons, Ltd, 2005.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Жанғырханова Нұрила Мақсатқызы

Название: Жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, автономды электрмен жабдықтауды автоматтандыру жүйесін дамыту

Координатор: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:14

Коэффициент подобия 2:3.6

Замена букв: 20

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 1

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;

☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

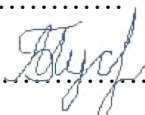
☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

27.05.2021

Дата

.....


Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Жанғырханова Нұрила Мақсатқызы

Название: Жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып, автономды электрмен жабдықтауды автоматтандыру жүйесін дамыту

Координатор: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:14

Коэффициент подобия 2:3.6

Замена букв:20

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:1

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;

☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....

.....

Дата

.....

*Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения*

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая
обоснование:**

.....
.....
.....
.....

.....

Дата

.....

*Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения*