

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты

Білдекжасау, материалтану және машинажасау өндірісінің технологиясы
кафедрасы

Жақсылық Аяулым Айдарқызы

«Шағын желэнергетикалық қондырғы жобалау»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В071200 – Машинажасау

Алматы 2019

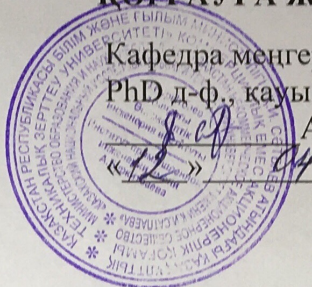
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты

Білдекжасау, материалтану және машинажасау өндірісінің технологиясы
кафедрасы

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
PhD д-ф., қауым. профессоры
Арымбеков Б.С.
_____ 2019 ж.



Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМELІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Шағын желэнергетикалық қондырғы жобалау»

5B071200 – Машинажасау

Орындаған

Жақсылық А.А.

Пікір беруші

Техн.ғыл.кан.,

Курманғалиева Л.

Ғылыми жетекші

Лектор,

Нусіпәли Р.К.

« 10 » _____ 2019 ж.



_____ 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты

«Білдекжасау, материалтану және машинажасау өндірісінің технологиясы»
кафедрасы

5В071200 – Машинажасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі,
PhD д-р, қауым. профессор

Арымбеков Б.С.

04 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Жақсылық Аяулым Айдарқызы*

Тақырыбы «Шағын желэнергетикалық қондырғы жобалау»

Университет ректорының «06» қараша 2018 ж. №1252-б бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «16» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері шағын жел энергетикалық
қондырғыны жобалап, қойылатын талаптарына сәйкес келтіру.

Есеп-түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтардың тізімі мен
қысқаша диплом жобасының мазмұны:

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) тік жел генераторларының сипаттамасы мен түрлері;

ә) жел энергетикалық қондырғыдағы асинхронды двигателінің жұмыс істеу
принципі;

б) арнайы бөлім;

в) қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі;

г) экономикалық тиімділігін есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызбалық материалдар слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: __ атау

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Дипломдық жобаның тақырыбын таңдауға негіз.	08.02.19-09.03.19	
Негізгі бөлім	09.03.19-24.03.19	
Арнайы бөлім. Шағын энергетикалық қондырғы	24.03.19-02.04.19	
Экономика бөлімі	02.04.19-08.04.19	
Еңбек қорғау бөлімі	08.04.19-15.04.19	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Еңбек қорғау бөлімі	Нүсіпәлі Р.К.	10.04.19	
Экономикалық бөлім	Нүсіпәлі Р.К.	10.04.19	
Норма бақылау	Карпеков Р.К., лектор	12.04.19	

Ғылыми жетекші _____

Нүсіпәлі Р.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____

Жақсылық А.

Күні _____

«12» 04 2019 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада шағын габаритті жел энергетикалық құрылғыны жобалау қарастырылды. Жоба тік жел генераторының түрлері туралы толық ақпаратты қамтиды. Таңдалған модельді жобаланып, оның артықшылықтарын сипатталды. Асинхронды қозғалтқышты пайдалана отырып, жел энергиясының генерациясы сипатталған. Заманауи қажеттіліктерді біле отырып, жаңартылмайтын ресурстарды пайдалануды мейлінше азайтып, жел, су энергетикасын дамыту мемлекеттің алдына қойған мақсаты. Берілген мағлұмат ішінде осы қиыншылықтар ескеріліп, жан-жақты күресу жолы сипатталды.

Жобада жел турбинасының жалпы конструкциясының, қалақты және сатылы механизмнің конструкциясының, көлденең бұрылыс механизмінің конструкциясының және редуктор жүйесінің конструкциясының арқасында электр энергиясын өндіру үшін жел энергиясын пайдалану мақсаты қолданылады, ал жел энергиясы жаңартылмайтын ресурстарды тұтынуды қысқарту үшін тиімді қолданылады.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте предусмотрено проектирование малогабаритного ветроэнергетического оборудования. Проект содержит полную информацию о видах вертикального ветрогенератора. Проектировалась выбранная модель и охарактеризовала ее преимущества. С помощью асинхронного двигателя описана генерация энергии ветра. Зная современные потребности, минимизируя использование невозобновляемых ресурсов, развитие ветровой, водной энергетики поставлена перед государством цель. В данной информации были учтены эти трудности и описаны пути всесторонней борьбы.

В проекте используется цель использования энергии ветра для выработки электроэнергии, благодаря общей конструкции ветровой турбины, конструкции лопастного и ступенчатого механизма, конструкции механизма поперечного поворота и системе редуктора, а энергия ветра эффективно используется для сокращения потребления не возобновляемых ресурсов.

ANNOTATION

This diploma project provides for the design of small-sized wind power equipment. The project contains complete information about the types of vertical wind turbine. The selected model was designed and described its advantages. Wind power generation is described using an asynchronous motor. Knowing the current needs, minimizing the use of non-renewable resources, the development of wind and water energy is the goal of the state. This information took into account these difficulties and described ways of comprehensive struggle.

The project uses wind energy to generate electricity, thanks to the overall design of the wind turbine, the design of the blade and step mechanism, the design of the transverse rotation mechanism and the reducer system, and wind energy is effectively used to reduce the consumption of non-renewable resources.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	9
1.Қазақстан аумағындағы жел энегетикасына шолу.....	10
2. Вертикалды жел генераторын таңдаудың 3 себебі.....	13
3. Тік жел генератор түрлері.....	14
3.1 Ортогоналды жел дөңгелегі.....	14
3.2 Савониус роторы бар жел генераторлары.....	15
3.3 Дарье роторы бар жел генераторлары.....	15
3.4 Геликоидты роторы бар жел генераторы.....	16
3.5 Бағыттушы қондырғысы бар көпжапырақты роторлы жел турбиналары.....	17
4. Жел энергеиясын алу тәсілі.....	18
4.1 Негізгі көрсеткіштер.....	18
4.2 Жел доңгелегі дамытатын қуат.....	19
5. Автономды асинхронды генераторды жүзеге асырудың тәсілдеріне шолу.....	23
5.1 Асинхронды электрогенератор.....	24
5.2 Синхронды және асинхронды генератордың айырмашылығы.....	24
6 Расчет ветрогенератора.....	27
6.1 Жел ілгіш роторының құрылымы.....	27
6.2 Мүмкін болатын қуатты есептеу.....	28
8. Тіршілік қауіпсіздігі жөніндегі қосымша тарау	30
8.1 Электр тогының әсер етуінің зақымдаушы факторлары.....	30
8.2. Электр тогымен қауіпті зақымдану түрлері.....	31
8.3 Электр қауіпсіздігі.....	31
8.4 Бұйымның электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі шаралар кешені.....	32
Қорытынды.....	33
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	34

КІРІСПЕ

Табиғаттың желі-бұл пайдалануға болатын ресурс, бірақ біз оны әлі дамымағанбыз. Бұл біздің сұрақ тудырады: біз жел энергиясын қалай дамытамыз және пайдаланамыз?

Табиғи желдің жылдамдығы мен бағыты кездейсоқ түрде өзгереді және белгісіз сипаттамалары болуы мүмкін. Жел турбиналарының шығу қуатын қалай тұрақтандыру керек жел энергетикасы технологиясындағы маңызды мәселе болып табылады. Қазіргі таңда, шығыс қуатын тегістеу үшін жел турбинасының инерция моментін пайдалана алатын айнымалы жылдамдықты басқару әдістері сияқты, жел сапасын жақсартудың түрлі әдістері ұсынылды. Жел энергиясын айнымалы жылдамдықпен генерациялау тобы энергия жүйесіне шығу қуатын беретін қуатты электрондық құрылғыларды қолданатындықтан, ол әртүрлі қуат үйлесімділігін генерациялайды және қуат коэффициентін нашарлатады.

Сондықтан, ауыстырып қосуды басқару процесінде жақсы динамикалық сипаттамаларға сәйкес болу үшін және генератор желіге жоғары сапалы электр энергиясын қамтамасыз ету үшін, генератор мен желі арасындағы күштік электрондық интерфейс келесі функцияларды орындауы тиіс: Біріншіден, генератор мен желіде генерациялау. Ең аз гармоникалық толқын, екіншіден, қуаттың бірлі-жарым коэффициенті немесе қуатты бақыланатын коэффициенті бар, үшіншіден, генератордың шығу кернеуінің желі кернеуінің өзгеруіне бейімделуі, в-төртіншіден, шығудағы тұрақты қуат, в-бесіншіден, генератордың магниттік сәті басқарушы.

Сонымен қатар, электр желісіне қосылған жел энергиясы белгілі бір деңгейге дейін жанады, кернеудің тұрақсыздығы пайда болады. Электр желісіндегі қысқа мерзімді іркілістер кернеудің кенеттен төмендеуінен туындады және жел турбинасы энергияны желіге жеткізе алмайды, және соңында қорғаныс іс-қимылдарынан желіден ажыратылады. Жел энергиясы көп бөлігін құрайтын желіде жел турбиналарының кенеттен ыдырауы желінің тұрақсыздығына әкелуі мүмкін. Сондықтан жел энергетикасын тұрақты ету үшін ақылға қонымды әдісті қолдану өте маңызды.

Жел турбинасының жалпы конструкциясының, қалақты және сатылы механизмнің конструкциясының, көлденең бұрылыс механизмінің конструкциясының және редуктор жүйесінің конструкциясының арқасында электр энергиясын өндіру үшін жел энергиясын пайдалану мақсаты қолданылады, ал жел энергиясы жаңартылмайтын ресурстарды тұтынуды қысқарту үшін тиімді қолданылады. Қоршаған ортаның ластануын азайту.

1 Қазақстандағы жел энергетикасына шолу

Бүгінгі таңда жер бетіндегі қоршаған ортаны және оның экологиясын сақтау жолдарының бірі баламалы, экологиялық таза жаңартылатын энергия көздерін кеңінен пайдалану болып табылады. ЖЭК пайдасына тағы бір дәлел-үлкен аумақ (2,7 млн. км²) және ҚР халқының тығыздығының төмен болуы (5,5 адам/км²) жағдайында, алыстағы тұтынушыларға тасымалдау кезінде энергия шығыны айтарлықтай. Осыған байланысты жергілікті жаңартылатын энергия көздерін жан-жақты дамыту ірі көмір электр станцияларына экономикалық және экологиялық балама болуы мүмкін. ЖЭК неғұрлым серпінді дамып келе жатқан коммерциялық түрлерінің бірі жел энергетикасы болып табылады.

2009 жылы "ЖЭК пайдалануды қолдау туралы" ҚР Заңы, сондай-ақ оны іске асыру үшін қажетті нормативтік құжаттар күшіне енді. Техникалық-экономикалық негіздемелер дайындалды және Ақмола, Атырау, Оңтүстік Қазақстан және Алматы облыстарында орнатылған жалпы қуаты 160 МВт-тан жоғары алғашқы жел электр станцияларының (ЖЭС) құрылысы жүргізілуде.

Отандық өндірістің алғашқы сегіз құрама жел генераторы қазірдің өзінде Қазақстан аумағындағы шалғай жерлерде жұмыс істейді. Казатомпром орнатады сериялық шығару отандық ветроэлектростановок (ЖЭК). Орнатылған қуаты 500 кВт-қа дейінгі құрамдастырылған ВЭУ әзірленген. Жел энергетикасын дамыту бағдарламасында 2024 жылға қарай ЖЭС-да, 5 млрд. кВт-қа жуық өндіру көзделіп отыр. электр энергиясын өндіру көлемінің шамамен 3% - ын құрайды. Бұл атмосфераға зиянды шығарындылардың едәуір қысқаруына және аумақтардың күл-қож қалдықтарымен ластануын төмендетуге алып келеді.

Композиттік материалдар технологияларындағы серпіліс соңғы онжылдықта жел турбиналарының қуатын 50 есеге арттыруға мүмкіндік берді. Жаңартылатын энергия көздері жөніндегі Еуропалық Кеңестің болжамы бойынша жел энергетикалық қондырғылардан алынатын қуат 2030 жылға қарай жалпы әлемдік қажеттіліктің 30% - дан астамын жабуы тиіс.

ҚР-да 2010-2014 жылдарға арналған үдемелі индустриялық-инновациялық даму мемлекеттік бағдарламасы қабылданды. Бүгінгі таңда ҚР-да ғылыми және ғылыми-техникалық қызмет нәтижелерін коммерцияландыру процесіне қолайлы әсер етуге бағытталған түрлі мемлекеттік шараларды әзірлеу бойынша процесс қарқынды жүріп жатыр. Мемлекеттік бағдарламада 2014 жылы жаңартылатын энергия көздерімен өндірілетін электр энергиясының көлеміне – 1 млрд. кВт қол жеткізу көзделген. жылына сағ. Электр тұтынудың жалпы көлемінде 2015 жылға қарай жаңартылатын энергия көздерінің үлесі 1% - дан астамды құрайды. ЖЭК неғұрлым серпінді дамып келе жатқан коммерциялық түрлерінің бірі жел энергетикасы болып табылады. ЖЭС электр энергетикасының құрылымында әлемнің 60-қа жуық елі бар. 2013 жылға қарай әлемде ЖЭС-тің белгіленген қуаты 150 000 МВт-тан асады деп болжануда. Жел энергетикасы тек экологиялық

"таза" энергия көзі ретінде қарастырылмайды. Жел энергетикасы әлеуметтік-экономикалық дамуды, энергетикалық қауіпсіздікті қолдайды және экономиканың әлемдік энергетикалық нарықтарға тәуелділігін төмендетеді.

Дәстүрлі түрде Қазақстанның көптеген аймақтары Қазақстанның орталық бөлігінен электр энергиясын жеткізуге байланысты болып отыр, оны тасымалдауға айтарлықтай шығындар қажет. Жергілікті энергия көздерін пайдалану электр желілерінің инфрақұрылымын дамытуға күрделі салымдарды, көлік кезіндегі электр энергиясының шығындарын қысқарту есебінен энергияға қажеттілікті қанағаттандыруға арналған жалпы шығындарды қысқартады.

Қазақстан Жел ресурстарына бай. Жел энергетикасын пайдалану үшін өте жақсы перспективаны алдын ала анықтайды, ал бірқатар аудандар жел жылдамдығы 6 м/с және одан да көп болады. Кейбір мәліметтер бойынша Қазақстанның теориялық жел генерациясы шамамен 1820 млрд. кВт құрайды, жылына сағатына 10 МВт/км² деңгейінде ЖЭС қуатының тығыздығын және едәуір бос кеңістіктердің болуын ескере отырып, Қазақстанда бірнеше мың МВт ЖЭС қуатын орнату мүмкіндігін болжауға болады. Жоңғар қақпасы ауданында желдің орташа жылдық жылдамдығы 50 метр биіктікте 9,7 м/с, ал жел ағынының тығыздығы шамамен 1050 Вт/м² құрайды. Бұл жылына 4400 кВт өндіруге мүмкіндік береді. бұл жерде электрэнергия мақсаты үшін ерекше орын алады. Еркін кеңістіктің болуы мұнда шамамен 1 млрд. кВт жылдық өндіре отырып, бірнеше жүз МВт ЖЭС қуатын орнатуға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта осы ауданда қуаты 5 МВт пилоттық ЖЭС құрылысы жүргізілуде. ЖЭС шамамен 18 млн. кВт өндіреді деп болжануда. Электр энергиясының құны шамамен 7 теңге/кВт болған кезде жылына электр энергиясының сағат санын пайдалану тәжірибесі табысты болған жағдайда ЖЭС қуаты 50 МВт-қа дейін ұлғайтылуы мүмкін.

Жел энергетикасын дамытуды қолдау мақсатында Қазақстан Үкіметі жел энергетикасын дамыту туралы 2003 жылғы 25 тамыздағы № 857 Қаулысын қабылдады. БҰҰ даму бағдарламасы Қазақстанға жел энергетикасын дамытуға және "Қазақстан – Жел энергетикасы нарығын дамыту бастамасы" жобасын жүзеге асыруға жәрдем көрсетеді, Қазақстан Республикасының жел атласы әзірленді. ҚР Энергетика және минералдық ресурстар министрлігімен бірлесіп жел энергетикасын дамытудың ұлттық бағдарламасы әзірленді, оның шеңберінде 2010-2024 жылдар кезеңіне ЖЭС қуаттарының индикативтік сандары айқындалды.

Астана қаласының оңтүстік-батысында 5 км-де қуаты 41 МВт орнатылған ЖЭС құрылысы басталады, ол бір турбинаның номиналды қуаты 1650 кВт 25 жел турбинасынан тұрады. Турбина роторының диаметрі 82 метр, ротор осінің биіктігі 80 метр. Есептік турбина - 32%, орташа жылдық желдің жылдамдығы 7,25 м/с. Өзін-өзі ақтауы күрделі шығындар 9-10 жыл. Электр энергиясының босату бағасы - 10,7 теңге/кВт.сағ. болады.

ЖЭС жұмысы ЖЭО-да көмірді тұтыну көлемін жылына 70 мың тоннаға дейін төмендетуге, атмосфераға күкірт қос тотығының зиянды шығарындыларын

700 тоннаға, азот тотығын 350 тоннаға, күлді 700 тоннаға, күлді қож қалдықтарын 28 мың тоннаға қысқартуға мүмкіндік береді.

Павлодар облысының аумағында жер деңгейінен 80 метр биіктікте желдің орташа жылдық есептік жылдамдығы шамамен 6-6,5 м/с. ИнЕУ метеостанциясының деректері бойынша, жер деңгейінен 10 метр биіктікте орташа жылдық жылдамдық - 4,5 м/с. Облыс аумағы өнеркәсіптік мақсаттағы ЖЭС салу үшін перспективалы болып табылмайды. Алайда, шалғай тұрмыстық тұтынушыларды энергиямен қамтамасыз ету үшін, әсіресе күн панелімен үйлескен жел энергиясын пайдалы пайдалану орынды. Бұл бағыттағы алғашқы қадамдар жасалды. Шағын қуатты жел қондырғылары фермерлік шаруашылықтарды сумен жабдықтау үшін жұмыс істейді, ал жел толтырғыш қондырғылар шалғай тұрмыстық тұтынушылардың жұмысын қамтамасыз етеді.



1.1- сурет - Жамбыл облысындағы жел станциялары

2 Вертикалды жел генераторын таңдаудың үш себебі

Егер сіз қалалық жағдайда тұрсаңыз, жақсы таңдау тік жел генераторы сіздің үйі. Мұндай үй электр станциялары біздің өңір үшін әлі де жаңалық, бірақ менің ойымша, өте перспективалы. Мұндай құрылғылар үшін қол жетімді тұрғын үй ғимараттарының көптеген шатырларының болуы және орнату қарапайымдылығы жақын болашақта электр энергиясын алудың негізгі көзі болуы мүмкін екенін білдіреді.

Тік жел генераторын таңдауға 3 негізгі себептері:

1. Шатырдың әсері-оның физикалық динамикасы сіздің үйіңіздің биіктігінде желдің барынша қол жетімді күшін пайдалануға бірегей мүмкіндік береді. Әдетте, жоғары, жел соғұрлым күшті. Көп қабатты үйлердің шатыры кем дегенде 30 метр биіктікте орналасқан. Сондықтан әсер қажетті жерге орналастыру есебінен 3 есеге дейін көбейтіледі.

2. Жеңіл қол жеткізу - тік желдер проблемалар туындаған кезде оңай қол жетімді. Егер турбина мұнараның жоғарғы жағында орнатылған болса, онда сынған жағдайда Сізге құрылғыға жету үшін арнайы Қызметтерді пайдалану керек. Бұл қосымша шығындар. Төбеде әрдайым мүмкін проблемалар туындаған кезде оңай түзетуге болатын жабдықтардың көп бөлігіне еркін қол жеткізу болады.

3. Декоративті - көлденең айналу осі бар электр станциясы дәстүрлі голланд жел диірмені сияқты көрінеді. Көлденең желдер, өйткені олардың кейбір кемшіліктеріне байланысты көптеген теріс пікірлер алды. Ал тігінен дерлік шусыз жұмыс істейді және бұл кемшіліктері жоқ.

Еуропада жел турбиналарына жақын адамдардың көңіл-күйі өзгере ме деген зерттеулер жүргізілді. Қатысушылардың көпшілігі мұндай қондырғылар көлденеңінен көп ұнайды деп жауап берді. Олар жағажайдағы толқындар сияқты тыныштандыратын әсер береді.

3 Тік жел генераторлары түрлері

Вертикальды жел генераторларының арасында роторлардың келесі топтарын бөліп көрсетуге болады: ортогональды, Савониус, Дарье, Геликойдты, бағыттаушы аппаратпен көп табанды. Тік жел генераторларының негізгі артықшылығы оларды желге бағыттау қажеттілігінің болмауы болып табылады. Оларды қолдану диапазонын және олардың бірлі-жарым қуатын шектейтін кемшіліктердің бірі бірдей сыпырылатын алаңдарда көлденең-осьтік жел генераторларымен салыстырғанда олардың жұмыс тиімділігінің неғұрлым төмендігі және қуаты бірдей болғанда неғұрлым жоғары материал сыйымдылығы болып табылады.

3.1 Ортогональды жел генераторлары

Ортогональды тік жел генераторларының тік айналу осі және одан белгілі бір қашықтыққа алыстатылған бірнеше оған параллель қалақтары болады. Ортогональды жел генераторларының артықшылықтары болып: бұл конструкцияда желге бағытаушы механизмдерді қажет етпеуінде, себебі оның жұмысы жел бағытына тәуелді емес; қондырғыны жердің деңгейіне орналастыруға болады, соның арқасында пайдалануы жеңілдей түседі. Бұл қондырғылардың кемшіліктері мыналар болып табылады: ротор жағынан оларға неғұрлым жоғары динамикалық жүктемелер есебінен тірек тораптарының неғұрлым төмен қызмет ету мерзімі, өйткені ротор айналғанда, әрбір қалақтан көтергіш күш өзінің бағытын 360° - қа өзгертеді, бұл қосымша динамикалық жүктемелер жасайды; ортогональды қондырғылардың қалақты жүйесі қуаты бойынша көлденең-осьтік қондырғылармен салыстырғанда неғұрлым массивті болып табылады; ортогональды қондырғылардың қалақты жүйесінің жұмыс тиімділігі көлденең-осьтік қондырғылармен салыстырғанда неғұрлым төмен болып табылады, бір ротор айналымы процесінде жел ағынының жауырынға әсер ету бұрыштары кең диапазондарда өзгереді, ал көлденең жел генераторларда оларды жақындатқыштарға төсеуге болады.



Ортогональные вертикально-осевые ВЭУ

3.1-сурет - Ортогональды тік ості жел генераторлары

3.2 Савониус роторы бар жел генераторлары

Савониус роторында қалақтар ретінде екі немесе бірнеше жартылай цилиндр қолданылады. Савониустың роторы үшін жоғары мәнді айналу моменттері, салыстырмалы төмен жылдамдықпен жұмыс істеу және оның өндірісінің салыстырмалы жоғары технологиялылығы тән. Савониус роторының кемшіліктері: көлденең-осьтік ЖЭҚ салыстырғанда жапырақты жүйесінің төмен жұмыс тиімділігі; салыстырмалы түрде жоғары материал сыймдылық. Қазіргі уақытта Савониус роторы бар жел генераторлары 5 кВт дейін қуаттар диапазонында шығарылады. Ротор Савониус жоғары іске қосу моменттерін қамтамасыз ету үшін жиі Дарье роторымен біріктіріледі.



ВЭУ с ротором Савониуса

3.2-сурет - Савониус роторлы тік ості жел генераторлары

3.3 Дарье роторы бар жел генераторлары

Дарье роторлы жел генераторлары тік айналу осі және өзіне тән аэродинамикалық профілі жоқ жазық жолақты екі немесе үш қалақ болады. Дарье роторының құндылықтары: жүйесінің болмауы бағыттау жел; технологиялық қарапайымдылығы дайындау қалақтарын; орналастыру мүмкіндігі жетек жабдықтарын жер деңгейіндегі айтарлықтай жеңілдетеді, оның техникалық қызмет көрсету. Дарье роторының кемшіліктері: көлденең-осьтік ВЭУ-мен салыстырғанда қалақты жүйе жұмысының төмен тиімділігі; төмен қызмет ету мерзімді тірек тораптары, ротордың тарапынан жоғары динамикалық жүктемелердің әсерінен, айналу барысында, көтергіш күш әрбір қалақтың өз

бағытын 360° ауыстырады, осыдан қосымша динамикалық жүктемелер пайда болады; екі жапырақты Дарье жел генераторы тұрақты өсу толқынының барысында өздігінен қосыла алмайды.



ВЭУ с ротором Дарье

3.3-сурет - Дарье роторлы тік ості жел генераторлары

3.4 Геликоидты роторы бар жел генераторы

Геликоидты ротор немесе Горлов роторы ортогоналды ротордың модификациясы болып табылады. Жапырақтарының бекітуінің арқасында ротордың айналуы бірқалыпты болады, соның арқасында динамикалық жүктемелерді азайтып, олардың жұмыс істеу мерзімін ұзартады, алайда жапырақтарды бекіту қиын болғандықтан, құны өе түседі.

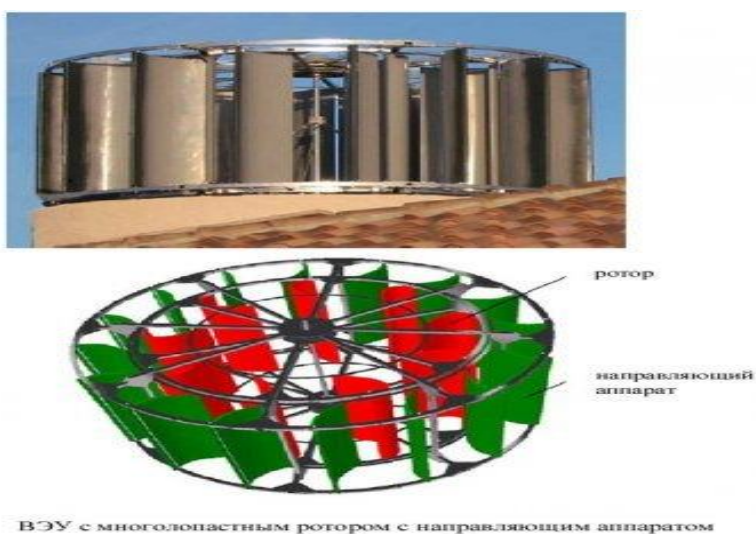


ВЭУ с геликоидным ротором

3.4-сурет - Геликоидты роторы бар тік ості жел генераторлары

3.5 Бағыттушы қондырғысы бар көпжапырақты роторлы жел турбиналары

Бағыттушы қондырғысы бар көпжапырақты роторлы жел турбиналары ортогоналды ротордың модификациясы болып табылады. Оларда екі жолды пышақ бар, бірінші қатар бекітілген, оның мақсаты - желдің ағынын түсіру, оны жылдамдықпен қысу және айналмалы роторды білдіретін пышақтардың екінші қатарына шабуылдың оңтайлы бұрышында желдің ағынын қамтамасыз ету. Ротордың осы түрінің артықшылығы оның басқа тік жел турбиналарымен салыстырғанда жоғары тиімділігі болып табылады; желдің төменгі жылдамдықтарында жұмыс істейді. Бұл ротордың жетіспеушілігі- көп профильді пышақтардың пайдаланылуына байланысты оның жоғары құны болып табылады.



3.5-сурет - Желге бағыттауышы бар көпжапырақты роторлы жел генераторы

4 Жел энергиясын алу тәсілі

Жел энергиясын механикалық энергияға түрлендіру үшін аэромеханикалық құрылғылар қолданылады. Олар мемлекеттік стандарттарға сүйене отырып, жел қозғалтқыштары деп аталады.

Ауа массасының белгілі бір жылдамдығымен қозғалатын кинетикалық энергияның бір бөлігін механикалық энергияға айналдырады. Бұл энергияның шамасы қондырғының конструкциясына, принципі мен жұмыс режиміне байланысты.

Ауа ағынымен ротор қалақтарының өзара әрекеттесуі кезінде кейбір құбылыстар мен күштер пайда болады, төменде оларды қысқаша сипаттаймыз, V_0 -ауа ағынының жылдамдығы, V_a - қалақтың жылдамдығы, V_q - қалаққа қатысты ауа ағынының жылдамдығы:

- а) FC кедергісінің күші, ол ағын жылдамдығының векторына параллель;
- б) FC күшіне перпендикуляр бағытталған көтеру күші. Бұл күш ЖЭҚ-сын көтермейді, генератор жапырақтарын айналдырады;
- в) ағынның жеке бөліктерінің жылдамдығының шамасы мен бағыты бойынша кездейсоқ бөлінуі. Бұл ретте турбуленттік жапырақ алдында да, одан кейін де пайда болады;
- д) ағынға кедергі. Анықтаушы параметрі болып геометриялық толтыру болады, ол қалақтардың проекциясының жазықтығының перпендикуляр ағынға тең (қалақтардың айналуын) олар сыпыратын алаңға қарай. Геометриялық толтыру коэффициенті қалақтардың санына тікелей пропорционал.

Көп жағдайда ауа ағынына қатысты айналу осінің орналасуы және жел шоғырының геометриясы класқа бөлу үшін негізгі белгілер болып табылады.

Көп жапырақты ЖЭҚ-с тыныш жүрісті болып табылады, олар жел шоғырының үлкен геометриялық толтыруына ие. Үлкен емес жел кезінде де, аз айналым кезінде де жақсы күштік көрсеткіштерге ие. 3 тен 5-ке дейін жапырақтары бар ЖЭҚ-лары жылдам жүрісті. Олар жел шоғырының аз толтыруына ие, жоғары айналу жылдамдықтарында максималды қуатты дамытады және келетін ағынның үлкен жылдамдығына ие.

ЖЭҚ ауа ағынына қатысты айналу бағытына байланысты горизонталь-остік және тік остік болып бөлінеді.

4.1 Негізгі көрсеткіштер

Жобалау мен жұмыс режимінің тиімділігін бағалау үшін мұндай көрсеткіштер пайдаланылады, ал құрылыстың өзіндік есептемесі негізгі көрсеткіштерді сипаттайды.

ЖЭПК деп, жел шоғырымен қабылданатын энергияның ауа ағынының жалпы энергиясына қатынасы жел энергиясын пайдалану коэффициенті деп аталады:

$$C_p = \frac{E_{вк}}{E_B} \quad (1)$$

Формула бойынша (1): C_p - ЖЭПК; - жел шоғырымен қабылданатын энергия; E_B - жел энергиясы.

Жел энергиясын пайдалану коэффициенті желдің айналу жылдамдығынан шығып кету шамасына байланысты. Классикалық жел шоғырының теориясы бойынша:

$$C_p = 4 \frac{v}{v_0} \left(1 - \frac{v}{v_0}\right)^2 \quad (2)$$

Н.Е.Жуковский, желдің мінсіз дөңгелегі үшін, жел энергиясын пайдаланудың максималды мәнін 0,593 деп орнатады. Бұл нөмір Бетц шегі деп аталады және анықтамасы бойынша өлшемсіз. Бұл шектеуді алуға болады мына шартта:

$$\frac{v}{v_0} = \frac{1}{3} \quad (3)$$

яғни, идеалды жел дөңгелектің айналу жылдамдығы желдің жылдамдығын жоғалту үшін оның айналу жылдамдығынан кіріс шамасының 1/3 құрау керек. v_0 - бұл ағынның жылдамдығы, v - ротордың артындағы ауа ағымы.

Жел двигателінің жүргектігі- ол жел двигателінің айналу осінің ең алыс жапырақ нүктесіндегі сызықты жылдамдығының жел жылдамдығына қатынасы, оны U белгісімен белгілейді. Жүргектік анықтауы бойынша өлшемсіз шама болып табылады. Егер жел двигателі тыныш жүргекті болса $U < 2$, тез жүргекті болса 4.

$$Z = \frac{Rw}{v_0} \quad (4)$$

(4) формулада: R -ротор радиусы, w -қалақтардың бұрыштық жылдамдығы, v_0 -желдің жылдамдығы. Негізінен, жоғарыда келтірілген жылдамдық коэффициенті қолданылады [4].

4.2 Жел дөңгелегі дамытатын қуат

Қуат (Вт) бұл уақыт бірлігіне әсер ететін желдің кинетикалық энергиясы ретінде, оны пайдалану коэффициентін ескере отырып анықталады:

$$P_{вк} = \rho \frac{A}{2} v^3 C_p \quad (5)$$

Мұнда C_p -жел энергиясын пайдалану коэффициенті; v -ағынның жылдамдығы; ρ -тығыздық; A -жел ілгегінің қанаттарымен өлшенетін бет;

Жел дөңгелегінің қамтитын аумағы:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = 0.785 D^2 \quad (6)$$

бұл жердегі D - жел дөңгелегінің диаметрі, мм;

Ауа тығыздығы $\rho = 1,23 \text{ кг / м}^3$ болғанда, жел диірмен жасаған қуат мына өрнекпен анықталуы мүмкін:

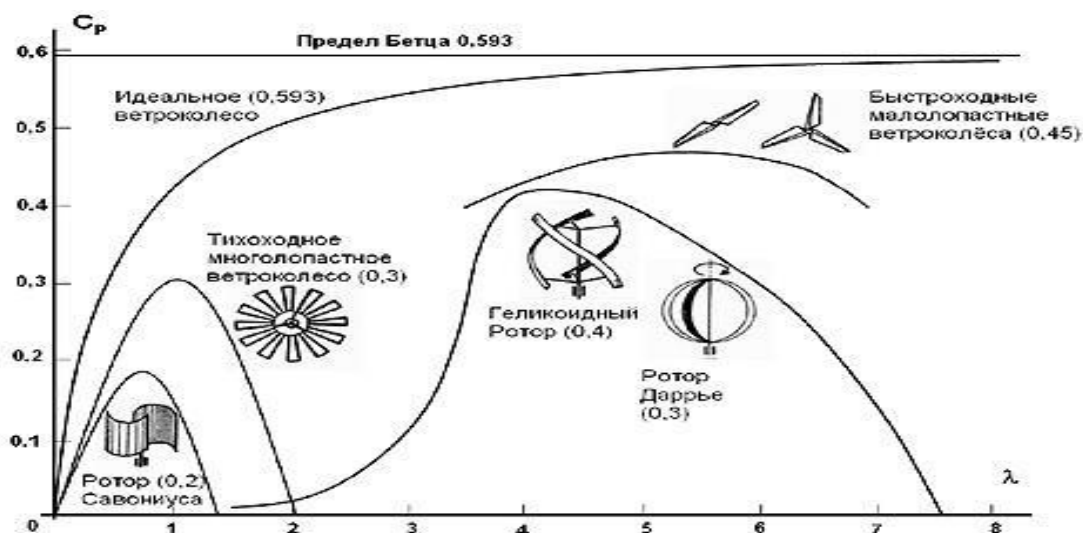
$$P_{\text{вк}} = 4,81 \cdot 10^{-4} v^3 D^2 C_p, \text{ кВт} \quad (7)$$

қамтитын аумағының бірлігінен пайда болатын қуат:

$$P_{\text{вк уд}} = 0,615 \cdot 10^{-3} v^3 C_p, \text{ кВт} \quad (8)$$

Осылайша, жел диаметрімен дамыған қуат желді доңғалақтың қозғалыстағы ауданымен, желдің жылдамдығымен және жел энергиясын пайдалану коэффициентінің шамасымен анықталады [4].

4.2-суретте көрсетілгендей, айналдыру үшін қанатты көтеру күші қолданылатын тік осьтері бар жел турбиналары горизонтальдік оське ие жоғары жылдамдықты төменгі жүзді пропеллер дөңгелектеріне өте жақын.



4.2-сурет - Жел турбиналарындағы ең жиі кездесетін негізгі энергетикалық сипаттамалар

Бұл аспект, сондай-ақ конструкцияның салыстырмалы қарапайымдылығы аспапта желге назар аударудың қажеті жоқ, жоғары дөңестің болуы міндетті емес, тік осі бар жел турбиналарына қызығушылық тудырды.

Тік-осьтік (шын мәнінде, кез-келген басқа) жел турбинасының кем емес маңызды сипаттамасы - бұл қуаттың қисық сызығы, яғни электр энергиясының шығу қуатын желдің жылдамдығына тәуелділігі. Жел турбиналарының маңызды өндірушілері өздерінің өнімдерінің техникалық сипаттамаларында мұндай қисығы міндетті түрде жүргізеді, себебі желдің жылдамдығынан басқа зауыттық қуат туралы айтудың мағынасы жоқ. Бізге қызығушылық танытатын саладағы желдің жылдамдығының қайталану жиілігі туралы статистика болған кезде, дамыған қуат қисабы электр энергиясын генерациялаудың әділ дәл есептеуіне мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе біз бірнеше жалпы ескертулер мен жіктемелерді қарастырамыз. Дифференциалды алдыңғы қарсыласуына негізделген қондырғылар желдің сызықты жылдамдығымен қозғалады, демек төмен жылдамдықта, ал қанаттың көтеру күші қолданылатын қондырғыларда жүздердің ұштарының сызықтық жылдамдығы желдің жылдамдығынан айтарлықтай жоғары.

Жел диаметрі негізінен қалақтардың санына байланысты геометриялық толтыру жел турбиналарының жұмысын айқындайтын маңызды параметр болып табылады. Үлкен геометриялық толтыруға ие жел дөңгелек салыстырмалы түрде әлсіз жел мен айнарудың төмен жылдамдығындағы айтарлықтай қуатты дамытады. Төменгі геометриялық толтырғышы бар роторлар желдің жылдамдығы мен жоғары айналу жылдамдығындағы максималды қуатты дамытады, сондықтан жоғары айналу жылдамдығын талап ететін электр генераторларын басқаруға қолданылады.

Құрылғының талаптары мен жұмыс жағдайына сүйене отырып, Эванс роторын пайдалану туралы шешім қабылданды.

Себебі бұл шешім ең тиімді болып табылады. Осьтің тік орналасуына байланысты генераторлы білік пен жел диаметрінің механикалық қосылымы жеңілдетілген. Жел бағыты қажет емес.

Классикалық көлденең-осьтік жел турбиналарына қатысты ұзын тірексіз және шағын роторсыз ЖЭПК жеткілікті жел диірменін жасауға болады. Бұл шара осы типтегі жел диірменін қазіргі заманғы жоба әзірленетін кішігірім желкенді кемелерге орнату мүмкіндігі туралы куәландырады.

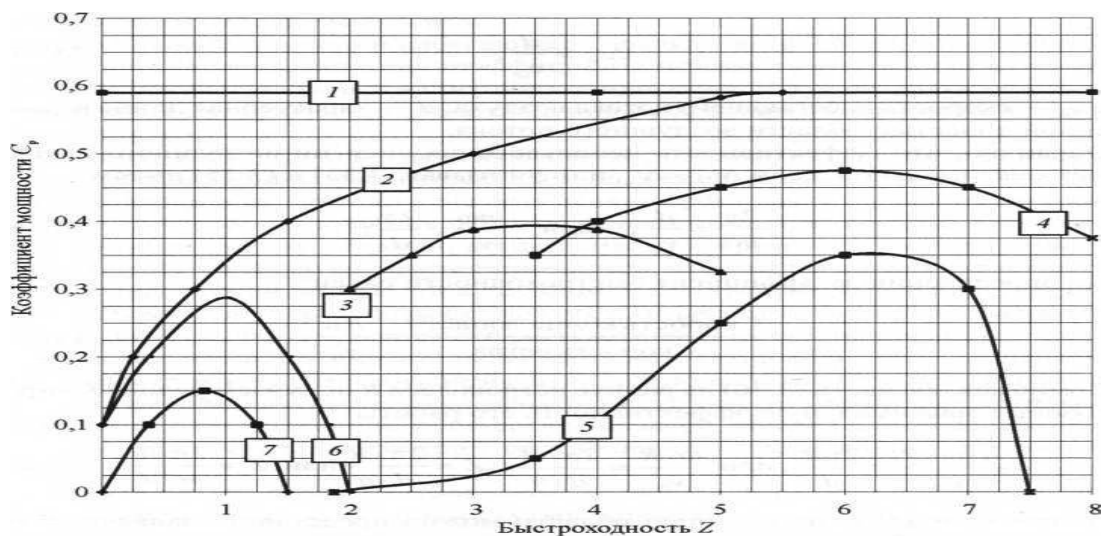
Себебі бұл шешім ең тиімді болып табылады. Осьтің тік орналасуына байланысты генераторлы білік пен жел диаметрінің механикалық қосылымы жеңілдетілген. Жел бағыты қажет емес.

Жеткілікті ЖЭПК-ті бар ұзын мачтасыз және ықшам ротордың пайдаланып жел генераторын салу мүмкіндігі бар.

4.2-суретте жылдамдық коэффициентіне қарсы қуат коэффициентінің графиктерін көрсетеді. Олар ротордың негізгі түрлерінің энергия тиімділігін және оларды екі негізгі сандық көрсеткішпен (критерийлермен) салыстыруды көрсетеді: Бетц-Жуковский критерийі және Глауерттің өлшемі.

Бұл заманауи энергетикада көлденең осьтік жел турбиналарын пайдалану танымалдығының себебін көрсетеді. Дегенмен, тік осьтері бар қондырғылар қуат

индикаторларынан сәл төмен, бірақ оларда бірқатар артықшылықтар бар, біз тік осьті дәл қарастырамыз.



1 - Бетц-Жуковский критерий (59%); 2 - Глауерттің өлшемі (идеалды пропеллер); 3 - үш дөңгелек жел диаметрі; 4 - екі дөңгелек доңғалақ (жоғары жылдамдық); 5 - Дарья және Магроув сияқты тік-осьтік жел турбиналары; 6 - көпқабатты жел сорғылары; 7 - Савониус тік түріне орнату.

4.3-сурет - Қуат коэффициентінің жылдамдыққа қатысты графигі

5 Автономды асинхронды генераторды жүзеге асырудың тәсілдеріне шолу

5.1 Асинхронды электрогенератор

Асинхронды машина деп айнымалы токтың екі орамды электр машинаны айтады. Оның бір орамы электр желісінен қуат көзін тұрақты жиілікпен алады, ал екіншісі қысқа тұйықталады немесе электр қарсыласуында болады.

Екінші орамындағы токтар электромагнитті индукция кезінде пайда болады. Олардың жиілігі ротордың бұрыштық жылдамдығының функциясы болады. Ол өз кезегінде, валға қойылған айналушы моментіне тәуелді.

Асинхронды двигательдің ротор оралуы қысқа тұйықталған немесе фазалы(контакты сақиналарға қосылады) болуы мүмкін. Көбінесе құны арзан және қатысты жоғары сенімділігіне байланысты, қысқа тұйықталған роторы бар машиналар пайдалынады. Асинхронды машиналар қатаң механикалық сипаттамаларға ие, демек жүктеменің өзгеруі барысында бос жүрістен номиналды жүріске дейін ротор айналу жиілігі қатты өзгермейді. Ауытқулар 2-5 % шамасында болады.

Қысқа тұйықталу роторы бар машинаның қозғалмайтын бөлігі статор, қозғалтын бөлігі ротор, ал ротор өз кезегінде екі жақтан бекітілетін мойынтіректің ішінде айналады. Статор және ротор жүрекшелері бір бірінен алшақтатылған және оқшауланған электротехникалық сталь беттерінен жасалады. Жүрекше ойықтарына оқшауланған сымнан жасалған ораммен толтырылады. Ал ротор ойықтарына арнайы формамен толтырылады немесе алюминий құйылады. Орам немесе құйылған стерженьдер шеттерін қысқа тұйықтайды, сақиналы секіргіштебер және осының арқасында «беличья клетка» пайда болады.

Қысқа тұйықталған орамды ротордағы двигатель жетерлікті жоғары бастапқы іске қосу моментіне ие. Негізгі кемшіліктері: кең шектердегі айналу жиілігін баяу реттеуін жүргізу қиындығы, іске қосу барысындағы желідегі үлкен токтарды пайдалануы(номиналды токты 5-7 есе асыра түседі)

Роторы фазалы орамдағы двигательдер немесе контакты сақиналар бар двигательдері үстіндегі кемшіліктерден конструкцияны күрделілеу есебінен құтылған, бұл өз кезегінде құны қымбаттауынан білінеді (шамамен 1,5 есе). Сол себепті түйіспелі сақиналы двигательдерін тек қиын іске қосу шарттарында, сондай ақ айналу жиілігінің баяу реттеуінде пайдаланады.

Түйіспелі сақиналары бар қозғалтқыштар кейде басқа машиналармен каскадта қолданылады. Асинхронды машинаның каскадты қосылыстары жоғары қуат коэффициенті кезінде кең ауқымда айналу жиілігін бірқалыпты реттеуге мүмкіндік береді, алайда елеулі құнның салдарынан бірнеше елеулі таралуы жоқ.

Түйіспелі сақиналары бар қозғалтқыштарда фазалары әдетте жұлдызға жалғанатын ротор орамасының шығу ұштары үш конусты сақиналарға қосылады. Сақиналармен жанасатын щеткалардың көмегімен ротор орамасының

тізбегіне машинаның іске қосу немесе жұмыс қасиеттерін өзгерту үшін қосымша кедергіні немесе қосымша ЭҚК енгізуге болады; щеткаларды да ораманы бұрап тұйықтайды.

Асинхронды қозғалтқыштардың номиналды деректері кең шектерде өзгереді. Номиналды қуаты - ондық ватт үлесінен он мың кВт-қа дейін. Номиналды синхронды айналу жиілігі $n_{\text{ном}} = 60f_1 I_p$ желі жиілігі 50 Гц 3000 — нан 500 айн/мин дейін және ерекше жағдайларда аз; жоғары жиіліктер кезінде 100 000 айн/мин дейін және одан жоғары. Асинхронды қозғалтқыштардың номиналды пәк олардың қуаты мен айналу жиілігінің өсуімен артады; қуаты 0,5 кВт артық болғанда ол 0,65 - 0,95, қуаттылығы аз қозғалтқыштарда 0,2—0,65 құрайды.

Асинхронды электр қозғалтқыштар пайдалану кезінде өте қарапайым және сенімді. Сондықтан электр жетегінің шарттары бойынша рұқсат етілген және реактивті қуатты компенсациялаудың қажеті жоқ барлық жағдайларда ауыспалы токтың асинхронды электр қозғалтқыштарын қолдану керек.

5.2 Синхронды және асинхронды генератордың айырмашылығы

Қоздыру жүйесінің құрылғыларысыз асинхронды генератордың массасы синхронды генераторға қарағанда айтарлықтай аз. Бұл асинхронды машинада синхронды торға қарағанда ауа саңылауы аз болғандықтан, беличъ торының өзегі оқшаулауды талап етпейді және оларды қозу катушкасына қарағанда роторға орналастыру оңай.

Синхронды машинаның қоздыру орамасын салқындату шарттары ротордың қысқа тұйықталған орамына қарағанда нашар. Асинхронды және синхронды генераторлардың ҚНК оларды қоздыруға арналған құрылғыларды есепке ала отырып, өлшенеді. Сонымен қатар, осы машиналар қысқа тұйықталудан қорғауды талап етпейді, өйткені бұл режимде олар қозғалады.

Асинхронды генераторларды параллельді жұмысқа салыстырмалы түрде оңай қосуға болады, тіпті олардың айналу жиілігінің айтарлықтай айырмашылығы болған кезде де, бұл ретте желіде параллель қосылған генераторлардың жиілігінің орташа мәніне тең жиілік белгіленеді. Синхронды генераторлар асинхронды генераторларға қарағанда үлкен дәлдікпен шығыс кернеуін ұстап тұруды қамтамасыз етеді. Конденсаторлар жиынтығы бар асинхронды генератордың құны синхронды машинаның құнынан әлдеқайда төмен, бұл оны экономикалық тұрғыдан тиімді етеді. Синхронды генераторы айнымалы жылдамдық кезінде қосымша құрылғыларсыз жұмыс істеу, ал асинхронды қозуды басқару жүйесі талап етіледі.

Энергияның электромеханикалық түрленуі асинхронды машинада келесі режимдерде болуы мүмкін:

- 1) қозғалтқыш $0 < s < 1, Q_1 > Q > 0$;
- 2) генераторлық $s < 0, Q > Q_1$;
- 3) тежегіш $s > 1, Q < 0$.

Одан әрі, бізді асинхронды машина базасындағы генератор қызықтырады, негізінен генераторлық режимді қарастырамыз. Бірақ апишемді бастау үшін қозғалтқышты реттеу мысалында энергияның механикалық түрленуі.

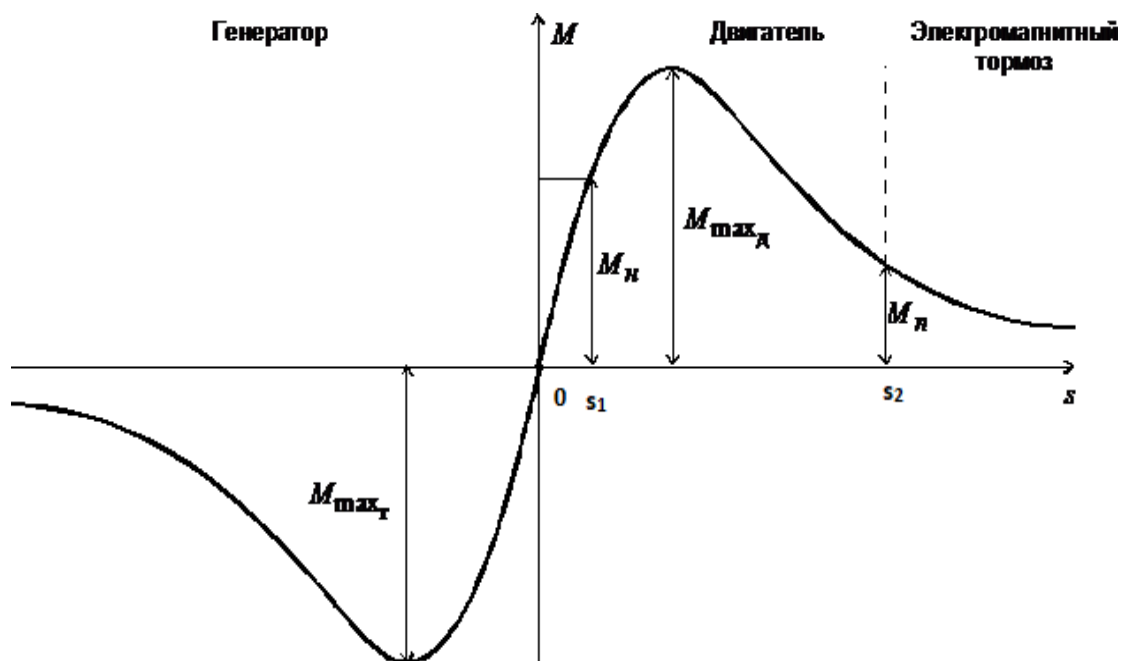
$$P_{эм} = M\Omega_1 = \frac{P_{э2}}{s} > 0; \quad (9)$$

$$P_{мех} = M\Omega_1 = P_{э2} \frac{1-s}{s} > 0; \quad (10)$$

Бұл режимде электр қуаты $P_2 = P_{эм} + P_M + P_{э1} > 0$ механикалық қуаты $P_2 = P_{мех} - P_d - P_T > 0$ механикалық қуатына түрлендіріледі.

Қозғалтқыш режиміндегі энергетикалық процестер – I_{2a} ротор тогының белсенді құрамдас бағыты ротордағы индукцияланған ЭҚК сәйкес келеді. Электромагниттік моменттің бағыты $V_m I_{2a}$ электр магниттік күшімен анықталады

P_2 пайдалы механикалық қуаты тұтынудан аз болады, бұл сол желісінен электр және механикалық шығындар сомасына.



а-қозғалтқыш; б— генератор; в — тежегіш; г—трансформатор (немесе қысқа тұйықталу).

5.2- сурет - Асинхронды машинаның жұмыс режимдері

Генератор режимінде өріс жағына бағытталған $M_B > 0$ сыртқы моментінің әсерінен машина роторы өріс жылдамдығынан ($s < 0$, $Q > Q_1$) асатын жылдамдықпен айналдырады. Бұл режимде роторға қатысты өрістің айналу бағытының өзгеруіне байланысты I_{2a} ротор тогының ак-тивтік құраушысы өзінің

бағытын кері бағытқа өзгертеді(қозғалтқышты режиммен салыстырғанда). Сондықтан электромагниттік момент $M = B_m I_{2a}$, сыртқы сәтін теңдестіретін, өріске қарсы бағытталған және теріс деп саналады ($M < 0$), $P_{эм}$ және $P_{мех}$ қуаты да теріс.

6 Жел генераторының жобалануы және есептелуі

6.1 Жел ілгіш роторының құрылымы

Қуаттық көрсеткіштері мен мөлшері, маңыздысы, ветроколеса болады түрі мен сипаттамасын асинхронды генератор қалақтарының саны мен геометриялық толтыру.

Үш қалақтан (ең аз геометриялық толтыру) тұратын конструкция олардың ең аз саны бар нұсқа ретінде қарастырылады. Екі қалақтың болуы қаралмайды, себебі мұндай орындау күшті дірілге ие және жел желісінің бүлінуіне немесе істен шығуына жол бермеу үшін жүйенің механикалық бөлігін өте дәл.

Берілген вариация (үш қалақ), әлсіз жел болған кезде, ал біздің жағдайда жел бастау және 2-3 м/с кезінде кем дегенде шағын қуатты беруі тиіс, айналу жылдамдығының ең нашар көрсеткіштері бар және ол шығаратын қуатта болады.

Содан кейін бес қалақты дизайн бар. Ол әлдеқайда үлкен геометриялық толтыру бар. Осыдан кіші желге қатысты айналым да шығады. Жоғарыда сипатталған мысал ретінде, бес қалақты жел дөңгелегі үлкен жылдамдыққа ие, бұл жақсы көрсеткіш болып табылады. Қондырғымен өндірілетін қуат коэффициенті тура пропорционалды.

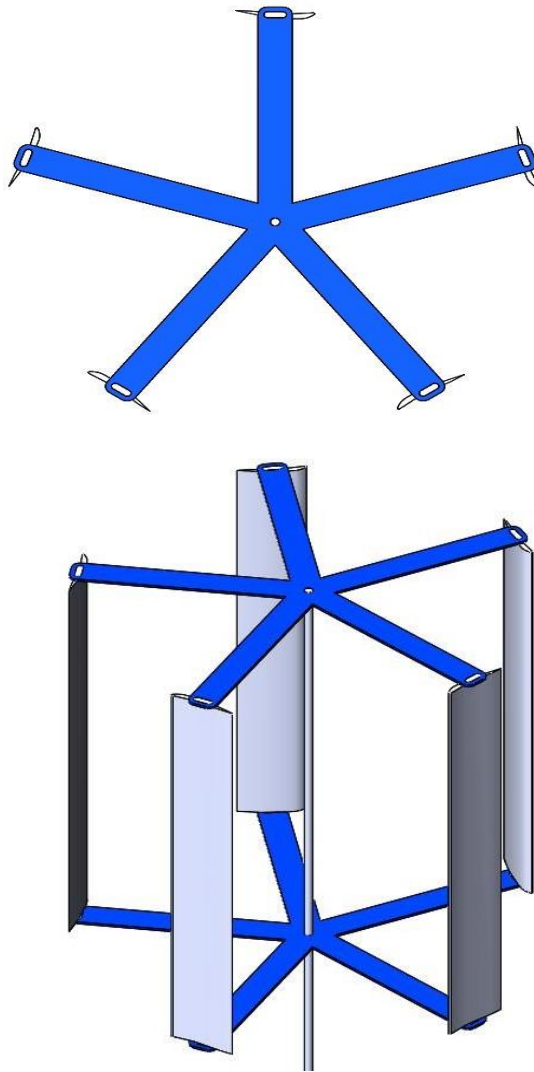
Сондай-ақ, жүргектілік коэффициенті 4-тен аз жел шоғырын тыныш жүргекті деп аталады.

Келесі орындау нұсқасы-жеті қалағы бар ротор. Бұл желкескіштің қалақтарының саны жылдам жүргектілік коэффициенті төмен (4-тен аз) болады, олар шығаратын қуаттың күрт құлдырауы туралы гов-рит. Сонымен қатар, қалақтар санының өсуі бүкіл конструкцияның ауырлауына және құнының өсуіне әкеледі.

Сондықтан бес саусақты орындау ең сәтті көрінеді. Жоғары Ваттар арасындағы келісім ретінде күшті жел кезінде де аз старттық жел жылдамдығында да бір мезгілде істейді.

Астында Solidworks бағдарламасында құрастырылған бес қанатты ротордың бейнесі көрсетілген. Габаритті размерлері:

- 1) қанат ұзындығы – 525 мм;
- 2) ротор диаметрі – 560 мм;
- 2) жұмыс аймағы – 0.294 м²;
- 4) қондырғының C_p – 0.35%



6.1- сурет - Жел қондырғысының 3D чертежі

Жел дөңгелегін асинхронды генератор роторына қатты бекіту керек. Қатты жел кезінде(жылдамдығы 20м/с артық) қолмен вал айналуын тоқтату керек.

6.2 Мүмкін болатын қуатты есептеу

Мүмкін болатын жел генераторының қуаттын мына формуламен есепейді:

$$P = 1/2 C_p \rho A v^3 \quad (15)$$

Бұл жерде C_p – қуат коэффициенті, ρ - ауа тығыздығы (1.225 кг/м³);
 v – ауа ағынының жылдамдығы;

$$A = hD \quad (16)$$

A – қамтитын ауданы, м²; D – ротор диаметрі, м; h – ротор жұмыс бөлігінің ұзындығы, м;

Берілген мәндерді үстінде тұрған формулаларға салып, келесі шамаларды аламыз:

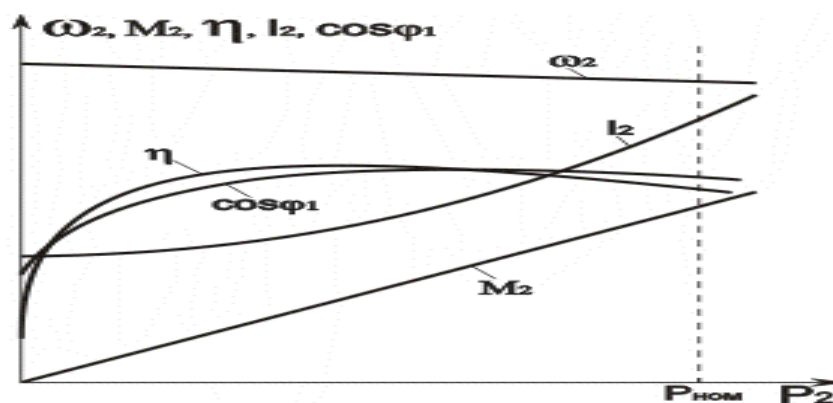
1) 16 м/с-қа тең жел жылдамдықта (осы жылдамдықта қондырғы максималды қуатқа ие болады) $P = 77.175$ Вт.

2) Қамтитын ауданы 0.3 м^2 ;

3) $C_p = 0,35 \%$

Номиналды айналу жылдамдығы (300 айн/мин), жиілігі 50 Гц кезінде, біз саны полюсқа тең полюстар аламыз.

Ары қарай ПӘК-не байланысты, двигатель таңдалынып алынады. Шамалар зонасында номиналды көрсеткіштерден сәл азырақ максималды η жеткізіледі.



6.2-сурет - Асинхронды двигательдің сипаттамалары

$P_2/P_{\text{ном}} = 0.7 - \eta_{\text{max}}$ кезінде, диапазонда жүктеме 0.5-ден 1.0 ПӘК тұрақты болып қалады, тіпті жүктеме өзгерген кезде (қатаң сипаттамасы), әдетте ПӘК-і 75% – 90%. Механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіргенде, әдетте пәк 30% - ға, ал кейде 50% - ға дейін төмендейді. Осыдан аламыз η АМ шамамен 50%.

Жоғарыда аталған деректерді пайдалана отырып, реттің номиналды қуатын аламыз: $P = 30$ Вт.

Шығыста 24 В кернеу қалыптасады.

7 Тіршілік қауіпсіздігі жөніндегі қоймша тарау

Асинхронды генератордағы жел генераторы адамға электр тогымен зақым келтіруі мүмкін күрделі электр техникалық бұйым болып табылады. Басқа да қауіпсіз және өмір мен денсаулыққа қауіп төндіретін факторлар жоқ. Сондықтан қондырғының өмірлік циклінің бірінші кезеңдері болып табылатын техникалық тапсырманы құру және одан әрі жобалау кезінде олардың әсер ету тәуекелін талдау және ықтимал тәуекелді қамтамасыз ету үшін техникалық және басқа да қорғау әдістерін пайдалану маңызды.

7.1 Электр тогының әсер етуінің зақымдаушы факторлары

Электр тогының зақымдануы кезінде адамға зиянды әсер ету деңгейі:

- Ағзасының ерекшеліктері, тән осы дара;
- Өткізгіштігі дене (жалпы электр кедергісі);
- Род ток және кернеу;
- Өту арқылы токтың адам денесі арқылы әр түрлі жолдары;
- Әсер ету ұзақтығы;

Талаптарды сыртқы ортаның сипаттамаларына, мысалы, ылғалдылық, температура, шаң-тозаң, сондай-ақ және басқа да факторлар. Адам денесі арқылы белгілі бір токпен ағу адам денесінің кедергісі $I_{\text{ч}}$ және жанасу кернеуімен шартталған $U_{\text{пр}}$ және: $I_{\text{ч}} = U_{\text{пр}} / R_{\text{ч}}$.

Ең жоғары қарсылық терінің жоғарғы мүйіз қабаты бар: жиналған мүйіз қабатында $R_{\text{ч}} = 600 - 800$ Ом құрайды; құрғақ, жарасы жоқ және сызаттары жоқ кезде, теріге $R_{\text{ч}} = 10-100$ кОм; ылғалданған тері жағдайында $R_{\text{ч}} = 1000$ Ом. Адамның денесінің өткізгіштігі (кедергісі) байланысты: адамның ток күші мен кернеу шамасынан; дене арқылы токтың өту ұзақтығынан; контактілердің тығыздығының сызығынан; ток өткізгіш беттермен жанасу ауданы; электр тогының өту жолдары.

7.2 Электр тогымен қауіпті зақымдану түрлері

Қарапайым сақтық шаралары мен ережелерін сақтамау адамдарға электр тогының қауіпті әсеріне әкеліп соғады, сол сияқты электр жабдығының сынуы немесе бұзылуы кезінде де орын алады. Бұл әсердің нәтижесі ағза тұтастығының жалпы және жергілікті бұзылуы болып табылады. Жергілікті бұзылулар ауыр емес ауырсыну сезімдерінен дененің әртүрлі бөліктерінің жануы мен күйдіруі бар ауыр күйікке дейін ерекшеленеді. Тыныс алу, қанайналым және орталық жүйке жүйесінің қызметінде жалпы бұзылулар салдарынан ақаулар болуы мүмкін. Сонымен қатар талу, сана-сезімді жоғалтуға, түсініксіз сөйлеуге, тырысуға, тыныс алудың бұзылуы мүмкін. Кенеттен қайтыс болуы электр тогымен ауыр зақымданғанда мүмкін. Әсер ету сипаты бойынша электр тогының мынадай әсерлерін бөледі:

1) биологиялық; 2) жылу; 3) механикалық; 4) химиялық.

Биологиялық әсер ағзаның тірі ұлпаларының тітіркенуі мен қозуынан, яғни құрысудың пайда болуынан көрінеді.

Жылу әсері денеде жекелеген учаскелердің күйік қалдырады, қан тамырлары мен жүйке талшықтары қызады. Сыртқы күйіктер терінің қызаруымен және өте үлкен ток мөлшеріне әсер еткенде тері мен жұмсақ тіндердің түзетілуіне және опаленуіне дейін қатты зақымдалмаған кезде сұйықтық бар көпіршіктердің пайда болуымен көрінеді.

Механикалық әрекет бұлшық еттердің күшті қысқаруымен жүзеге асырылады, бұл олардың үзілуіне, буындардың ауруы мен сүйектердің ақауына әкеп соқтыруы мүмкін.

Токтың химиялық әсері қан (электролиз), тоқаралық және тұрақты электр тогының әсерінен ағзаның өзге де сұйықтықтарының ыдырауына әкеледі.

7.3 Желіден қорғаныстық ажырату құрылғысы

Бақылау шамасының өзгеруіне шақырылатын сезімтал элемент және желінің тиісті учаскесін кесетін атқарушы орган қорғаныстық ажырату құрылғысының құрамын анықтайды (ЖҚБ). Қауіптілік пайда болған кезде ЖҚБ тогының әсерінен 0.2 с артық емес уақыт аралығында пайда болуы тиіс.

Сезімтал элемент корпус потенциалына реакция көрсетеді, ток жерге қосылған, жедел ток, нөлдік тізбектегі ток және кернеу. Магнитті қосқыштар, контакторлар, тәуелсіз ажыратқышы бар автоматты ажыратқыштар, арнайы ажыратқыштар қорғаныш ажыратқыш құрылғысына арналған ажыратқыштар ретінде пайдаланылады.

Басты мақсаты ЖҚБ – қамтамасыз ету сақтандыру электр тогының әсерінен арқасында ажырату электр қондырғылары (ЭҚ) қауіп-қатер туындаған кезде тұйықталу корпусына жабдықтарды немесе тікелей жанасқанда ток өткізгіш бөліктеріне адамдар.

Қондырғының қауіпсіздігі мүмкін болмаған жағдайда, қорғаныс қосылыстарын пайдалану кезінде немесе қорғаныс қосылысы әртүрлі себептер бойынша мүмкін болмаған жағдайда, қорғанудың негізгі немесе қосалқы техникалық тәсілі ретінде оқшауланған немесе тұйық Жерге тұйықталған бейтарабы бар кернеуі 1000 В дейінгі электр қондырғыларында ТҚБ қолданады.

7.4 Электр қауіпсіздігі

Асинхронды генератордағы тік жел генераторының кепілді электр қауіпсіздігі үшін кейбір айырмалық нюанстар бар. Электр қондырғыларының қорғаныстық қосылысын орындау керек: номиналды кернеуі 380 В және одан жоғары айнымалы ток және 440 В және одан жоғары тұрақты ток кезінде - барлық жағдайларда; номиналды кернеуі 42 В-тан 380 В-қа дейін айнымалы ток және 110 В-тан 440 В-қа дейін тұрақты ток бойынша жұмыс істеу кезінде

12.1.013-78 МЕСТ бойынша аса қауіпті және жоғары қауіпті жағдайларда. Біздің қондырғыда айнымалы токтың номиналды кернеуінің шамасы 24 В тең болғандықтан, қорғаныстық нөлдеу немесе жерге қосу қажет емес. IEC 61140-2012 МЕСТ сәйкес жабдықтың ақаулығына немесе басқа да қорғау шараларына байланысты ерекше жағдайларды болдырмау шаралары ретінде: төмен вольтты электр қондырғылары мен электр жабдықтары үшін номиналды ажырататын дифференциалды ток құрылғыларын қолдану

30 мА-дан аспайтын дифференциалды ток негізгі қорғаныс және (немесе) қорғаныс зақымдану кезінде тиімсіз немесе электр жабдығын абайсыз пайдаланған кезде электр тогының зақымдануынан қосымша қорғаныс ретінде мойындалады. [

7.5 Бұйымның электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі шаралар кешені

Бұл әдіс қауіпсіз аймаққа түсіп кетуден қорғау үшін немесе адамның электр қондырғыларының ток өткізгіш бөліктеріне тиюі үшін қолданылады. Ток өткізгіш бөліктерді бұғаттауға арналған құрылғы токөткізгіш бөліктерден кернеуді ажыратудың немесе түсірудің белгіленген режимі бар құрылғы болып табылады.

Жел генераторын шағын көлемді кемелерге орнату болжанып отыр, бұл жабдықтың бөліктерін қорғау, сондай-ақ ток өткізетін бөліктермен тікелей байланысқа жол бермеу сияқты аспектіге көп көңіл бөлуді талап етеді. Басқаша айтқанда, қорғау дәрежесін, IP кодын анықтау қажет.

Қорғау дәрежесі-қандай да бір заттардың түсуін болдырмаудан қорғау тәсілінің деңгейі, оның ішінде қауіпті және қозғалып келе жатқан бөліктерге және судың енуінен қорғау.

Ажыратылу: бірінші сипаттамалық шаңнан қорғауды, екінші – судың түсуінен уақытша қысқа батырылғанға дейін қорғауды болжайды. "М" қосалқы әрпі қозғалысты, яғни судың түсуінен қорғауды сынау кезінде желшенің айналуын болжайды.

Сонымен қатар, барлық қабықшалар ус сақтауға мүмкіндік беру үшін жеткілікті тозуға төзімді (механикалық беріктігі) болуы тиіс жеткілікті агрессивті сыртқы әсер ету кезінде қорғанудың белгіленген дәрежесі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жоба барысына тақырыпқа сай жұмыс тура орындалмағанымен, жел энергетикалық қондырғыға аймақтық сипаттамаларға, әлемдік қажет нормаларға байланысты талаптар орындалды.

Жел энергетикалық қондырғыны Қазақстан аумағындағы ауылдық аймақтарда пайдалану өте тиімді болып келетіні дәлелденді. Әсіресе, электр тогы көздері жетпеген аймақтарға пайдалуының маңызы зор. Өндіретін қуат шамасы, үй ішіндегі электр көзін қажет ететін жабдықтарды(тоңазытқыш, микротолқынды пеш, теледидар и т.б.) қамти алады.

Жасалған жұмыс қорытындысында келесі мәліметтер орындалды:

- Қолданыста бар жел генераторларына шолу, жел энергиясының механикалық энергияға түрлену принциптері қарастырылды
- АМ базасына байланыты, автономды генератор құратыру тәсілдері қарастырылып, сипатталды. Ең қолайлысының пайдасына таңдау жасалынды.
- SolidWorks бағдарламасында ротордың компьютерлік моделі құрастыру жасалынды. Flow Simulation арқылы қондырғының 3Д моделіне термиялық сынау, коррозияға төзімділігін және желге төзімділігіне тексеріс жасалды.
- Бұйымды пайдалану қауіпсіздігі, атап айтқанда әзірленетін стендтің электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету сияқты әзірлеудің маңызды аспектісі қарастырылды. Ол үшін электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету бойынша шаралар кешені ұсынылды және нөлдеу жүйесін есептеу және қажетті қорғаныс құрылғыларын таңдау жүргізілді.

Жоғарыда аталғандай, жел қондырғысына қойылған талаптар орындалғанын байқауға болады. Жел энергетикалық қондырғы қосымша желге бағыттауышқа мұқтаж емес, жетерліктей үлкен ЖЭПК-ке ие, шағын конструкция тиімділігі бар. Генератор автономды және сенімділігі жақсы, оған қоса құны көп емес.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Poznauka: интернет портал: Жел энергетикалық қондырғылардың классификациясы. Көтеру күші және қарсылық күші. - URL: <http://poznayka.org/s46846t1.html>
- 2 Уикипедия: Еркін энциклопедия: Аэродинамикалық профиль. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэродинамический_профиль.
- 3 Физикалық ғылымдар ғылыми-көпшілік журналы: Эффект Магнус и желді корабль. 1925
- 4 П.П. Безруких, П.П. Безруких (кіші), С. В. Грибков Жел энергетика. Анықтамалық-әдістемелік басылым. "Теплоэнергетик" Мәскеу, 2014-Том 1, ӘОК 621.47
- 5 EnergyLand: ТЭК қауымдастығының Интернет порталы: вертикалды айналу осі бар ВЭУ: техникалық шешімдерді салыстырмалы бағалау және даму перспективалары - URL: <http://www.energyland.info/analitic-show-52412>
- 6 Иннатъев К. В. Айнымалы айналу жылдамдығы кезінде автономды асинхронды генераторды басқару. Санкт-Петербург, 2014-УДК 681.51

