

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Технологиялық машиналар, көлік және логистика кафедрасы

Кардасинов С.М.

**Жаңартылатын энергетикалық қондырғыларға арналған жобалық және
технологиялық шешімдерді әзірлеу**

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

6М07220 – Полиграфия мамандығы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

ӨОЖ 532.685-621.763

Қолжазба құқығында

Кардасинов Саят Мамырбаевич

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы

*Жаңартылатын энергетикалық қондырғыларға арналған
жобалық және технологиялық шешімдерді әзірлеу*

Дайындау бағыты

6М07220 – Полиграфия

Ғылыми жетекші

Т.Ғ.Д., профессор

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Машеков С.А.

қолы

Т.А.Ә.

" " 20__ г.

Пікір беруші

Т.Ғ.Д., профессор

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Арпабеков М.И.

қолы

Т.А.Ә.

" " 20__ г.

Норма бақылаушы

Т.Ғ.К., доцент

(ғылыми дәрежесі, атауы)

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгеруші

Технологиялық машиналар, көлік және

логистика кафедрасы

(кафедра атауы)

Козбагаров Р.А.

қолы

Т.А.Ә.

" " 20__ г.

Т.Ғ.К.

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Елемесов К.К.

қолы

Т.А.Ә.

" " 20__ г.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Технологиялық машиналар, көлік және логистика кафедрасы

6M07220 – Полиграфия

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі _____

Технологиялық машиналар, көлік және логистика

(кафедра атауы)

Т.Ғ.К.

(ғылыми дәрежесі, атауы)

Елемесов К.К.

қолы

Т.А.Ә.

“ _____ ” _____ 20__ г.

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант *Кардасинову Саяту Мамырбаевичу*

Тақырыбы: *Жаңартылатын энергетикалық қондырғыларға арналған жобалық және технологиялық шешімдерді әзірлеу*

Университет Ректорының 20__ жылғы “__” ____ №__ –б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 20__ жылғы “__” _____

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: _____

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) _____

б) _____

в) өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары

г) экономикалық тиімділікті есептеу

д) қосымшалар

Сызба материалдар тізімі

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. Национальный центр государственной научно-технической экспертизы, 2018. Отчет Национального научного совета по приоритетному направлению «Энергетика и машиностроение» за 2018 год. // Режим доступа: <https://www.ncste.kz/assets/files/otchet-nns-eim-2018.-15-01-2019-16-51-49.pdf>

2. Web of Science: База данных патентов и публикаций в научных журналах. Clarivate Analytics – 2019. // Режим доступа: www.webofknowledge.com

3. Scopus: Библиографическая и реферативная база данных. Elsevier – 2019. // Режим доступа: <https://www.scopus.com>

Магистрлік диссертация дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі			
Еңбек қорғау бөлімі			
Норма бақылаушы			

Ғылыми жетекші _____
(қолы) (аты жөні)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____
(қолы) (аты жөні)

Күні " ____ " _____ 20__ ж.

МАЗМҰНЫ

	бет
КІРІСПЕ	6
I БӨЛІМ. АЛТЕРНАТИВТІК ЭНЕРГЕТИКА БОЙЫНША ЖЕТІСТІКТЕРІН ТАЛДАУ	11
1.1. Қазақстан ғылымының алтернативтік энергетика бойынша жетістіктерін талдау	11
1.2. Энергияны шоғырландырудың заманауи тәсілдерін талдау	14
1.3. Алтернативтік энергетика технологияларын шолу және талдау	17
1.4 Әлемдегі, Қазақстанда, Ресейдегі жаңартылатын энергияның күрделі жүйелерін талдау және зерттеу міндеттері	20
1.5 Ресейдегі жаңартылатын энергия көздерінің қазіргі жағдайы және даму перспективалары	22
1.6 Әлемдегі ЖЭК энергетикалық кешендер	23
1.7 Шетелдегі жаңартылған энергия жүйелерінің жұмыс тәжірибесі	24
1.8 Ресейдегі жаңартылған энергия жүйесінің интеграцияланған зерттеулеріне қысқаша талдау	25
1.9 Облыс шалғайдағы елді мекендерін энергиямен қамтамасыз ету мәселелері	30
II БӨЛІМ. ЖЭК АНАЛИЗІ ЖӘНЕ КОНСТРУКТОРЛЫ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМІ. ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДРҒЫЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ	34
2.1 Заманауи желқондырғыларына күштік жүктемелер мен негізгі техникалық талаптар	34
2.2 ЖЭК мұнараларын оның жел доңғалағымен әрекеттесуінің гидродинамикасын ескере отырып жобалау	36
2.3 Қуаты 30 ... 250 кВт класты мұнара құрылымдарының беріктігі мен қаттылығы	44
III БӨЛІМ. ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ	69
3.1. Заманауи технологиядағы электр жетегінің орны	69
3.2. Баспа машиналары: электромеханикадан мехатроникаға дейін	72
3.3 Жел қондырғысының орналасуын таңдауға қойылатын талаптар	81
ҚОРЫТЫНДЫ	86
ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	87

КІРІСПЕ

Жаңартылатын энергия көздері арасында жел энергетикалық, шағын гидроэнергетикалық (оның ішінде микро-, шағын және шағын ГЭС) күн қондырғылары кең таралған: күн коллекторлары (КК), күн фотоэлектрлік түрлендіргіштер (ФЭТ), биогаз қондырғылары (БГҚ), ал дәстүрлі емес энергия көздері (жылу) ішінде - буландырғышта топырақтың төмен әлеуетті жылуын, тазарту құрылыстарының төгінді суларын, жылу өнеркәсіптік қалдықтарды немесе шағын теріс температураға дейін жай қоршаған ауаны пайдаланатын жылу сорғылары. [1]. Барлық көрсетілген энергия көздері не жабдықтың бір түрін пайдаланатын моноэнергостансаларда (ДЭУ немесе мысалы, ФЭП) не әдетте дизель-генератордан (энергиямен кепілді қамтамасыз ету үшін) және бірнеше жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) әртүрлі үйлесімдерінде вариативті жиынтығынан тұратын кешенді қондырғылар құрамында пайдаланылуы мүмкін.

Осылайша, екі немесе үш ЖЭК пайдаланатын кешенді жел толқынды, желдизелді және дизель-желдосолқынды қондырғылар белгілі (тиісінше оларды дуплекс және Трио-КС ЖЭК ретінде белгілеуге болады). Осылайша, жергілікті, өңірлік немесе аумақтық мүмкіндіктерді ескере отырып, энергия кешендерін кватро- (төрт), пента- (бес), сикстет-жүйелеріне (жабдықтың алты түрімен) және т.б. дейін ЖЭК негізінде тиісті энергия кешендеріне резервтеуді гипотетикалық түрде арттыруға болады. ЖЭК негізінде энергиямен жабдықтаудың кешенді жүйелерін енгізу Үкіметінің 2009 жылғы 13 қарашадағы № 1715-ө өкімі бойынша орнатылған жаңартылатын көздер базасында энергия өндіру индикаторларына қол жеткізу бойынша міндеттерді жедел шешуге ықпал етуі мүмкін [2].

Орталықтандырылмаған тұтынушыларды энергиямен қамтамасыз ету үшін ЖЭК бірқатар энергетикалық кешендерді кеңінен пайдалану жаңартылатын энергетиканың теориясы мен практикасын дамытуға жаңа көзқарас қалыптастыруы мүмкін. ЖЭК жүйелерін кешенді қолданудың математикалық теориясы нова емес. Кешенді (кластерлік) талдау – шешім қабылдауды қолдау жүйесін әзірлеумен байланысты дамушы пән. Ол бизнеске, әлеуметтану мен экономикаға арналған бірқатар зерттеулерде егжей-тегжейлі сипатталған [3–5].

Осыған байланысты кешенді жүйелерді сипаттаудың қазіргі тәсілдері талданды және "ЖЭК кешенді жүйесі" немесе ЖЭК ҒЖ ретінде аталған жұмыста сипатталатын зерттеу объектісін анықтайтын жүйенің толық жіктелуі ұсынылған. Кешенді жүйелердің жалпы жіктемесі жүйесіндегі ЖЭК ҒЖ орны суретте көрсетілген. 1. Американдық экономистің жұмысы оның мұғалімдері Г. Марковитц пен У. Шарппен салынған іргетасқа негізделді, бірақ кейінірек Нобель лауреаттары болған (1990 ж.) [6]. Өз зерттеулерінде экономист-Нобель лауреаттары тәуекелдік (жеке меншік имитенттердің) және тәуекелсіз (мемлекеттік) акциялардың оңтайлы арақатынасын іздеу мақсатында Бағалы қағаздар портфелін қалыптастыруды зерттеді.

Мұның жаңартылатын энергиямен қандай байланысы бар?! Өздеріңіз білесіздер, әр түрлі кәсіпорындардың акциялары мен бағалы қағаздары қор биржаларында әр түрлі кірістерге ие, олар ең алдын ала болжанбаған түрде өзгеруі мүмкін және стохастикалық құндылық болып табылады. Стохастикалық процестердің заңдылығын талдау Г.Марковацты, кейінірек

В.Шарпты қаржылық портфельдерді оңтайландыру теориясын жасауға алып келді. Ол белгілі бір уақыт аралығында әртүрлі қаржылық портфельдік инвестициялар бойынша алынған статистикалық деректердің көп мөлшерін есепке алуға негізделген. Американдық ғалымдар алға қойған мақсат - кірістілікті арттыру және қаржылық тәуекелдерді азайту.

Нәтижеге қарап, олар оны математикалық тұрғыда негіздеп, іс жүзінде дәлелдеді. Марковиц-Шарп-Дж. Тобиннің оңтайлы қаржылық портфолиосы теориясының арқасында дөңес оптимизацияның математикалық әдісіне негізделген Америка экономикасы мен қаржы жүйесі әлі күнге дейін әлемде жетекші орынға ие.

2 суретте Дж. Тобин бойынша оңтайлы қаржылық портфельдің математикалық моделінің кестесін ұсынады. Диаграммада тәуекелсіз активтер (координаталық біліктің өзі) төмен рентабельділікті, бірақ іс жүзінде ешқандай тәуекелсіз мемлекеттік қаржылық бағалы қағаздар мен міндеттемелерді білдіреді..

М-О нүктесінде мемлекеттік емес бағалы қағаздар құнынан гиперболаға дейінгі, көптеген тиімді акцияларды көрсететін, ең төменгі тәуекелмен кірістілігі жоғары оңтайлы портфель табылған.

Жаңартылатын энергияның қаржылық құралдарға ұқсас көптеген сипаттамалары бар: күннің оқшаулауы, желдің жылдамдығы, өзен ағысының жылдамдығы (аз дәрежеде) - стохастикалық сипаттамалары. Жаңартылатын энергияны пайдалану кезіндегі елеулі тәуекелдер дәл стохастикалық процестерге байланысты, энергияның ірі өндіруші компаниялары мен жеке тұтынушылар үшін жаңартылатын энергия көздерін енгізу және тарату мәселесін шешудегі басты проблема болып табылады.

Дж.Тобиннің қаржылық моделінде ұсынылған факторлар (түрлі акциялар жиынтығының болуы, стохастикалық кіріс, тәуекел) оңтайлы қаржылық портфолио теориясын КЭ-нің оңтайлы әдіснамасын әзірлеу кезінде пайдалану мүмкіндігі туралы идеяны тудырды

ЖЭК бірнеше түрлі типтегі жүйелер (жел, гидро, күн батареялары, күн коллекторлары, биогаз және геотермалды қондырғылар, сондай-ақ жылу сорғылары).

Мұндай жүйелер, басты ерекшелігі - жаңартылатын энергия көздерінің бірнеше түрін бір уақытта пайдалану, күрделі жаңартылатын энергия жүйелері немесе жай ғана жаңартылатын энергия жүйелері..

Бір энергия көзімен жаңартылатын энергия көздерінің бір көзді кешендері емес, жаңартылатын энергия көздерін пайдалану қажеттілігі Ресей үшін келесі факторлармен түсіндіріледі:

- географиялық орналасуына байланысты елдің үлкен аумағында салыстырмалы түрде төмен инсоляция ($120-200 \text{ Вт} / \text{м}^2$);

- күрт континентальды климатқа және аумақтардың теңіздер мен мұхиттардан алшақтығына байланысты ел аумағының 65-70% үшін орташа жылдамдығы 3-5 м / с жылдамдықпен аз энергия;

- қуатты өндірушіден орталықтандырылмаған электр энергиясын тұтынушыларға дейінгі қашықтық (жүздеген және мыңдаған километр);

- халық тығыздығының төмендігі және ұзартылған электр желілерін салу немесе қалпына келтірудің экономикалық мақсатқа сәйкес еместігі.

Бұл факторлар 50-60 жылдары кең таралуына әкелді. XX ғасыр және дизель генераторлары сенімді, қауіпті энергия көзі ретінде. Оларды

пайдаланудың негізгі проблемасы - қымбат емес отын компоненті, ол ЖЭК пайдаланғанда нөлге тең болады.

Жаңартылатын энергия көздері қондырғыларында энергия өндірудің қауіпті көрсеткіші ретінде 1 кВт / сағ электр энергиясының өндірістік құнын екінші тарату сәті (дисперсия) пайдаланылуы мүмкін. бүкіл жаңартылатын энергия жүйесінің энергиясы. Жабдықты әртараптандыру, дұрыс қолданылған жағдайда, дисперсияның төмендеуіне әкеледі, қалған барлық заттар бірдей болады. Әртараптандыру қарапайым гипотезаға негізделген. Егер кешеннің әр компоненті (бұл мәселеде ол ЖЭК жабдықтары болса) 1 кВт / сағ өндірістік қуатының белгілі бір дисперсиясымен сипатталса, онда 1 кВт.сағ электр энергиясының өндірістік құны. жаңартылатын энергия көздеріндегі энергия дисперсияға ие, оның құрамы бойынша анықталады. Осылайша, жаңартылатын энергия жүйесі жабдықтарының құрамын өзгерту арқылы сенімділіктің жалпы дисперсиясын өзгертуге болады, ал кейбір жағдайларда оны азайтуға болады.

Бір-бірінен тым алыс орналасқан (Еуропа мен Азия аумағының стандарттары бойынша) энергия өндірушілер мен тұтынушылар орталықтандырылған орасан зор аумақтары бар Ресей үшін, сондай-ақ GSOP жоғары мәндері (жылыту кезеңінің дәрежелері) үшін жаңартылатын энергия көздерін қолдана отырып интеграцияланған жүйелерді пайдалану ең тиімді бола алады. жаңартылатын энергия көздерін пайдаланатын шалғайдағы тұтынушыларды энергиямен жабдықтау туралы шешім..

Осы жұмыстың мақсаты – энергияның түрлі түрлерінің әр түрлі комбинацияларын ескере отырып, энергияның бір-бірімен өзара байланысқан кешенді түрде қалпына келетін энергия жүйесінің (ЖЭК) есептеуінің теориялық негіздерін, жіктелуі мен есептеу әдістемесін ұсынады және орталықтандырылмаған объектілерде пайдалану үшін белгіленген қуаттың белгілі бір деңгейімен сипатталады.

ТМД – аумағы үлкен елдер, олардың едәуір бөлігі күрт континенталды климаты бар үлкен аумақтарға байланысты жаңартылатын энергия көздерінің салыстырмалы түрде аз әлеуетке ие. Ол, жоғарыда айтылғандай, төмен жел потенциалымен (желдің жылдамдығы 3-5 м / с) және инсоляциямен (125-200 Вт / м²) сипатталады. Сонымен қатар, аумақтардың өзі дәстүрлі емес және қалпына келетін энергия көздерінің кең ауқымын кешенді пайдалану үшін баға жетпес ресурс болып табылады [7].

Қашықтағы нысандарды энергиямен жабдықтаудың тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін әр түрлі көздердің - жаңартылатын энергия көздерінің кеңейтілген жиынтығы бар жүйелерді пайдалануға болады. Жаңартылатын энергия көздерінің кең спектрі бар күрделі жүйелерді іске асыру құрылысшылар мен дизайнерлер үшін дәстүрлі емес және жаңартылатын көздердің әрқайсысының техникалық және функционалдық ерекшеліктерін білу қажеттілігімен қиын: DG (дизель генераторлары) және GG (газ генераторлары) - жел турбиналары (жел электр станциялары), фотоэлектриктер (фотоэлектрлік түрлендіргіштер)), СК (күн коллекторлары), гидроэлектростанциялар (микро және шағын гидроэлектростанциялар), VT (жылу сорғылары), BSU (биогаз қондырғылары), VN (жел сорғылары). Сонымен қатар, жаңартылатын энергияның әртүрлі комбинацияларын пайдалану мүмкіндігі тиісті климатогеографиялық факторлардың болуымен немесе болмауымен және, әрине, экономикалық орындылығымен анықталады.

Осы жұмыста қарастырылған негізгі міндеттерді келесі үш санатқа бөлуге болады:

- жыл бойына минималды энергия тұтынуды қамтамасыз ететін энергия үнемдейтін жүйелер құру және оқшауланған жағдайда өндірілген энергияны тиімді пайдалану мақсатында энергияның үнемделетін жүйелерін құру мақсатында энергияның негізгі көздерін және олардың алыс қашықтықтағы қондырғыларын талдау;

- Орталық жерлердің климаттық жағдайында шалғайдағы автономды үйді қалпына келтірілетін энергияны пайдаланудың интегралды тәсілін іске қосудың мүмкін нұсқаларының техникалық-экономикалық негіздемесін әзірлеу;

- орталықтандырылған энергиямен жабдықтау жүйелерінен қашықтағы шағын автономды объектілерді электр қуатымен қамтамасыз ету үшін күн, жел, гидроэнергетика, мал азықтық биоотын, жылу сорғыларында төмен потенциалды жылуды пайдалануды ескеретін математикалық модельді қолдану негізінде біріктірілген энергиямен жабдықтау жүйелерінің параметрлерін іріктеудің интегралды тәсілін әзірлеу..

Зерттеу әдістері. Жұмыста шешілетін міндеттерді тұжырымдау негізінде және зерттелетін объектінің сипаттамаларын ескере отырып, негізгі нәтижелерге қол жеткізу үшін теориялық және тәжірибелік зерттеу әдістері қолданылды. Зерттеудің әдіснамалық негізі жылу техникасының теориялық негіздерінен, жел энергетикасынан, фотоэлектрика, биомеханизация, гидравликаның дәлелденген классикалық әдістері, автоматты басқару теориясы, теориялық электротехника, математикалық модельдеудің сандық әдістері, ішкі жану қозғалтқыштары мен жылу сорғыларының жұмыс процестерінің теориясынан құрылды. Математикалық құрылыстар және жаңартылатын энергия жүйесінің жұмыс істеуін қарастыру ұсынылған объективті функцияға және дөңес оптимизация әдісіне негізделген.

Жаңартылатын энергия көздерінің моно- және күрделі энергетикалық жүйелері

Қазіргі заманғы энергия жаңа технологиялардың дамуына, қауіпсіздік жүйелерін жетілдіруге, жаңа материалдар мен қашықтықтан басқаруға негізделген көздерді әртараптандыру үрдістерінің өсуімен сипатталады. Жаңартылатын энергетика ерекше орынға ие энергия түрлері. Жел энергиясы, шағын гидроэнергетика (соның ішінде микро, шағын және шағын су электр станциялары), күн қондырғылары: күн коллекторлары, күн фотоэлектрлік түрлендіргіштер, биогаз қондырғылары жаңартылатын көздер арасында кеңінен таралған. Дәстүрлі емес энергия көздеріне (жылу) төмен топырақтың жылуын пайдаланатын жылу сорғылары, ағынды суларды тазарту қондырғыларындағы ағынды сулар, өндірістік ағынды суларды жылытқыштар немесе буландырғыштағы төмен теріс температураларға дейін қоршаған ауаны жатқызуға болады.

Барлық энергия көздерін моноэнергетикалық қондырғыларда кез-келген жабдықтың түрін (тек жел турбиналары немесе мысалы, тек фотомультипликаторлар) пайдалана отырып, немесе дизель генераторынан тұратын гибридті өсімдіктердің бөлігі ретінде осы немесе басқа конфигурацияда пайдалануға болады. кепілдендірілген энергиямен жабдықтау) және әр түрлі комбинациядағы бірнеше жаңартылатын энергия көздерінің ауыспалы жиынтығы.

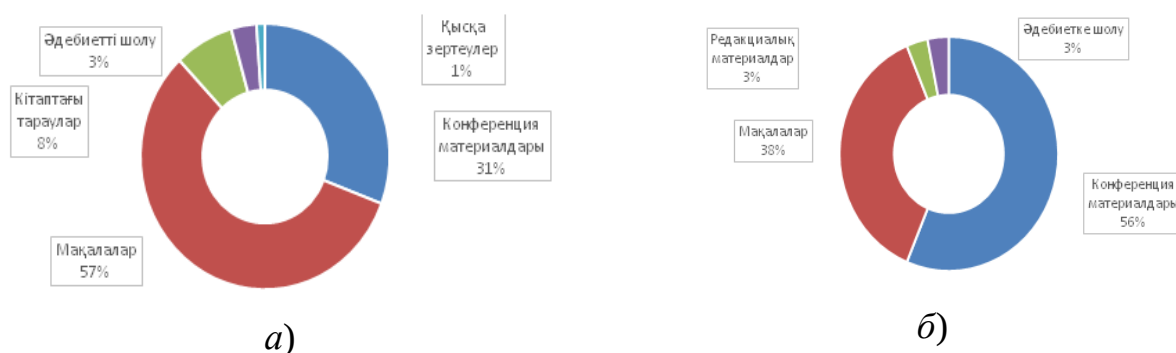
Технологиядағы көптеген инновациялық шешімдер ғылым мен ғылыми зерттеулердің қиылысына негізделгені белгілі. Ұсынылған материал, әрине, ең алдымен энергияға, оның салыстырмалы түрде жаңа және перспективалы бағытына - жаңартылатын энергия көздеріне қатысты. Әрине, математикасыз, энергиясыз, тіпті техникалық салаларсыз олардың дамуы мүмкін емес. Бұл диссертация Қазақстанның жаңартылатын энергиясын дамытуға қарапайым үлес қосуға шақырады.

I БӨЛІМ. АЛТЕРНАТИВТІК ЭНЕРГЕТИКА БОЙЫНША ЖЕТІСТІКТЕРІН ТАЛДАУ

1.1. Қазақстан ғылымының альтернативтік энергетика бойынша жетістіктерін талдау

Баламалы энергетика саласындағы ғылыми қызмет, «Энергетика және машина жасау» басымдықтарындағы маңызды бағыттардың бірі болып табылады. 2016 жылдан 2018 жылға дейінгі кезеңде баламалы энергетика атом энергетикасы мен жаңартылатын энергия көздері саласындағы ғылымды дамытуға бағытталған [1].

Қазақстандық ғалымдардың альтернативті энергия тақырыбы бойынша жасаған еңбектері және абыройлы басылымдарда шығарылған мақаларының саны 2016 - 2018 жылдар аралығында да сәйкесті дәрежеде өсті [2,3]. Мысалы, Scopus деректері бойынша, жоғарыда айтылған кезеңдерде Scopus базасына біріктірілген журналдарда Қазақстан ғалымдары жазып шығарған басылымдардың саны 2 есе өсті (1,а суреттің қараңыз). Scopus базасын талдасақ, ғылыми еңбектердің айтарлықтай бөлігі ғылыми мақалалар (57%) және конференция материалдары (31%) түрінде ұсынылған.



Сурет 1 - Scopus (а) Web of Science (б) деректері бойынша, Қазақстан авторларының жаңартылатын энергияға қатысты жариялаған еңбектерінің құрылымы (2016-2018 жж.)

Web of Science дерекқорындағы мәліметтер бойынша, 2016-2018 жылдар аралығында Қазақстан ғалымдары, жаңартылатын энергияның альтернативті энергетикасына қатысты тақырып бойынша 27 мақала жариялаған. Осы мақалаларды он үші 2016 жылы, бесеуі 2017 жылы, ал тоғызы 2018 жылы ғылыми басылымдарда шыққан.

Сонымен бірге, ғылыми жарияланымдардың маңызды бөлігі конференциялық материалдар (56%) және ғылыми журналдардағы мақалалар (38%) болып табылады.

Қазіргі уақытта, пайдаланудың қолайлы және тиімділігінің жоғары болуының арқасында, жаңартылатын энергия саласында күн энергиясын қолданудың ең перспективті әдістердің бірі болып фотовольтаиктер әдісі (күн радиациясын электр энергиясына тікелей түрлендіру әдісі) саналатындығы басылымдарды талдау байкатады [4]. Көптеген елдерде қабылданған мемлекеттік бағдарламалар мен құқықтық қолдау заңдарының арқасында, фотоэлектрлік жүйелердің әлемдік нарығы өте қарқынды дамып келеді. Осы фотоэлектрлік жүйелердің әлемдік нарығы жылына шамамен 30-40 пайызға өседі, ал нарықтық сұраныс ұсыныспен салыстырған едәуір артып келеді.

Күн фотоэнергетикасының негізгі материалы болып кремний саналады [4]. Ол төменгі өзкұндылықты сақтай отырып қоспалардың аз деңгейімен сипатталады. Бүкіл әлемде, қосымша тазалауға ұшырайтын арзан металлургиялық әдіспен жасалынатын кремнийді фотовольтаикте қолдануға көптеген әрекеттер жасалуда.

Қазақстанның ғалымдары кремниді алуға бағытталған әдістерді дамытатын жұмыстарды жүргізіп жатыр [4]. Қазіргі уақытта силан өндіруге қажетті тәжірибе-эксперименттік пилоттық тізбек жасалынды. Силанның прототипі алынды.

Силикат қождарын өңдеу жолымен жартылай өткізгіш кремний мен моносиланды өндіретін технология әзірленді [5]. «Ноу-хау» технологиясына Қазақстан Республикасының патенті алынды және Халықаралық патенттік агенттік оң шешімі берді. Біздің елімізде Czochralski әдісімен алғаш рет кремнийдің бірегей кристалдары өсірілді және электр белсенді қоспалар бойынша 99,9992% тазалыққа қол жеткізді. Күн кремнийнің жақсы сапасына қол жеткізу үшін тазалау процесін дамытуға және қоспалардың концентрациясын екі-үш рет азайтуға бағытталған жұмыстар жүргізілуде.

Сондай-ақ, күн электр станцияларын интеграциялаған кезде, тарату желілеріндегі кернеуді тұрақты жасауға, қалалық жылу үшін күн энергиясын тиімді және нәтижелі пайдалануға, сондай-ақ орталық Қазақстанда екі жақты сезімтал FSM 280-30D күн модулдері ерекшеліктерін қолдануға бағытталған зерттеулер жасалыным, күн энергиясын дамытудаға арналған жұмыстар жүргізілуде [6].

Сонымен бірге, әртүрлі заманауи жартылай өткізгіш материалдар негізінде жоғары тиімді күн батареялары аймағында әртүрлі зерттеулер жасалынып, әзірлемелер дайындалуда. Атап айтқанда, 2018 жылынан бастап «Жаңа материалдар мен күн энергетикасы жүйесі» зертханасында екі жоба іске асырылып жатыр.

Сондай-ақ, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің базасында, Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі бекіткен, энергияны үнемдейтін термиялық қалқандар мен автоматтандырылған жылу пункттері бар қазіргі заманғы ғимараттарды жылумен жабдықтау жүйелерін жасау және енгізу бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің ғалымдарының жекелеген жұмыстары, Орталық Қазақстанда екі жақты сезімталдығын FSM 280-30D күн модулдерді қолданудың ерекшеліктеріне арналған [6]. Айтылған ғалымдар өздерінің соңғы жұмыстарында, Еуропада күн модульдерін пайдаланудың тиімділігін сипаттады және түрлі баламалы энергия көздерін қолданудың нәтижелерін салыстырмалы талдады. Сондай-ақ олар, сутегіні генерациялайтын жүйесі бар қосарлы модульдер негізіндегі күн энергиясы жүйесін, жұмыс істеу принципін және әртүрлі режимдерде жұмыс істеу тиімділігін қарастырды. Осы ғалымдар екі жақты модульдер негізінде жұмыс істейтін ұсынылып отырған күн энергиясы жүйелері мен дәстүрлі күн энергиясы жүйелері өнімділігін салыстырып, нәтижесін ұсынған.

ААҚ-м «Назарбаев Университеті» жанындағы «Астана ұлттық ғылыми зертханасы» жеке меншік мекемесі базасында озық материалдар мен сақтау жүйелері, энергияны қайта өңдеу аймақтары бойынша бірқатар зерттеулер жүргізілді [6]. Осы университеттің «Жаңа материалдар мен энергия сақтау

жүйелері» зертханасында қайта зарядталатын батареялар мен суперконденсатор саласында зерттеулер жүргізілуде. Сонымен бірге, ол осы құрылғыларда қолданылатын жаңа материалдардың жетілуінен айтарлықтай дәрежеде көңіл бөлініп, қуат пен энергияның тығыздығын арттыруға керекті зерттеулермен кең айналысады. Зертхананың түпкі мақсаты болып, наноқұрылымдау, нано/микрокомбинациясы, гибридтеу, кеуекті құрылымды басқару, конфигурациялау, беттерді модификациялау және құрамды оңтайландыру сияқты стратегияларды қолдана отырып, энергияны сақтаудың алдыңғы қатарлы материалдарын жасау саналады. Энергия сақтайтын материалдар, энергияны тиімді, таза және әмбебапты пайдаланған кезде шешуші рөлді атқаратындығы және жаңартылған энергия пайдаланған кезде үлкен пайда әкелетіндігі осыған себеб болады. Сонымен бірге, осы зертхананың қазақстандық ғалымдары аккумулятор ойлап тапты, соның арқасында ұялы телефонды бір минутта зарядтауға болады.

Белгілі ғалымдардың ойы бойынша «Жаңа материалдар мен энергия сақтау жүйелері» зертханасында үлкен болашақ бар [6]. Өйткені осы зерхана, литий-күкірт батареяларын коммерцияландыру бойынша Дүниежүзілік банк грантына иемденді. Зертханада, қазіргі кезде қолданылып жүрген ұялы телефондар аккумуляторымен салыстырғанда 8 есе көп жұмыс істейтін аккумулятордың прототипі бар. Сонымен қатар, аккумуляторлар жақсы сыйымдылық пен циклділікке иемденген. Басқаша айтқанда, аккумулятор 1000 рет зарядталуы мүмкін, ал олардың тозуға төзімділігі жоғары. Литий-күкірт аккумуляторлары мен қарапайым аккумуляторлары арасындағы айырмашылыққа, қарапайым аккумулятор катодының тез тотығуын жатқызуға болады. Бұл өтпелі металл тотығы улы болып табылады. Литий-күкірт батареяларында катод ретінде күкірт қолданылады. Бұл материал аз уытты және әлдеқайда арзан.

Жел энергетикасының болашағы мол жүйелерін зерттеу саласында, кең және нәтижелі аэродинамикалық қанаттары бар арнайы жел турбогенераторы (ЖТ) әзірленді [7]. Олардың радиусы енінен 2,5-3 есе көп. Бұл олардың дауылға ұқсайтын желдерде берік және қатал жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Өртүрлі қуатқа иемденген ЖТ электргенераторлары төменгі жақта платформада орналасады. Бұл тіректердің құрылымын жеңілдетеді және ЖТ орнықты қылуға мүмкіндік береді. Төменгі қуаты бар генераторлар жылдамдығы 20 м/с дейін болатын кішкентай желдерде жұмыс істеуіді, ал қуаты жоғары ЖТ қатты желдерде қолданылады. Сөйтіп, ЖТ табиғи текше сипаттамасына сәйкес келетін 5-тен 40 м/с дейінгі желде тоқтамай жұмыс істейді, ал электр қуаты әмбебапты ЖТ-мен салыстырғанда 30% көп болады.

Сонымен қатар, жарияланымдарды талдау альтернативті энергетика саласындағы зерттеулер тек техникалық және инженерлік жазықтықта ғана емес, сонымен қатар саяси экономикада да жүргізіліп жатқанын көрсетеді. Сөйтіп, ғылыми ұйымдар, соның ішінде негізгі қызметі гуманитарлық ғылымдар болатын институттар, Қазақстанда жаңартылатын энергия көздерін енгізудің саяси және экономикалық аспектілерін, баламалы энергетика секторына инвестицияларды тартудың және Қазақстанда жаңартылатын энергия көздерін енгізудің құқықтық мәселелерін қарастырады. Осымен бірге, Қазақстан Республикасының болашақтағы энергетикалық балансында жаңартылатын энергия көздерінің рөлі бойынша, сондай-ақ минералдық ресурстарға бай елде баламалы энергия көздері алдында тұрған міндеттер

бойынша бірқатар зерттеулер жүргізілгенін айта кеткен жөн. Бұған қоса, Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздері туралы деректерді жинаудан бастап, оларды орналастыруды талдауға және Қазақстан Республикасының жаңартылған энергия көздеріне мониторинг жасаудың технологиялық алғышарттарын зертеуге бірқатар жұмыстар арналған.

Ұлттық Интеллектуалды меншік институты 2016 - 2018 жылдарда көтеріліп отырған мәселе бойынша жалпы 143 патент бергенін қосымша айта кеткен жөн [8]. Көптеген патенттер «Жел қозғалтқыштары» бағыты бойынша берілген (40 патент), ал ең аз патентер «Көлік құралдарының электр жабдықтары» бағыты бойынша тіркелген.

1.2. Энергияны шоғырландырудың заманауи тәсілдерін талдау

Теориялық тұрғыдан энергияны одан әрі пайдалану мақсатында (оның ішінде, микро ГЭС энергиясын) шоғырландырудың бірқатар тәсілдері қаралуы мүмкін, олардың негізгілері мыналар болуы мүмкін:

- жылу сыйымдылығы мен жылу өткізгіштігін, яғни заттардың жылу физикалық қасиеттерін пайдалану;
- заттың фазалық жағдайының өзгеруі; яғни
- балқыту және кристалдау;
- булану және конденсация [9,10,11].

Заттың жылуфизикалық қасиеттерін пайдалана отырып энергия жинау

Бұл жағдайда жылу жинағыштарды жобалау жылу сыйымдылығының екі түрін пайдаланумен байланысты: меншікті және көлемді. Меншікті жылу сыйымдылығы 1°C зат массасының бірлігін қыздыру үшін қажетті энергия мөлшерін анықтайды. Көп заттар үшін (су мен құйманы қоспағанда, меншікті жылу сыйымдылығы тиісінше 4,2 және 4,4 кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$ тең болатын жылу сыйымдылығы (0.1 ÷ 2) кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$ шегінде өзгереді. Ең жиі пайдаланылатын жылу және су қатты отынды аккумуляторлары үшін көрсетілген параметрлер 1- кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Жылуаккумуляторының жылу сипаттамалары

№	Параметрі	Белг.	Өлшемі	Материалы:			
				шунгит	талькохлорит	су	май
1	Меншікті жылу сыйымдылық	c	кДж/кг $\cdot^{\circ}\text{C}$	0,88	0,98	4,2	1,68
2	Көлемді жылу сыйымдылығы	c_v	кДж/м ³ $\cdot^{\circ}\text{C}$	2700	2400	4200	1512
3	Жылу өткізгіштік коэффициенті	λ	Вт/м $\cdot^{\circ}\text{C}$	3,8	6,0	0,6	0,20
4	Тығыздығы	ρ	кг/м ³	2700	2750	1000	900
5	Температура өткізгіштігі	a	м ² /с	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$0,25 \cdot 10^{-6}$	$0,13 \cdot 10^{-6}$

Кестеде келтірілген ең аз жарамды энергия жинаушы машина майы, ал ең тиімді – су болып табылады. Су жоғары көлемді жылусыйымдылықпен сипатталады және көп жағдайда үй- жайлардың қызуы қолданылады. Бірақ оны пайдалану үлкен күрделі шығындармен – суды қыздырумен қазанды

жабдықпен, сумен жылыту батареяларын орнатумен және сумен жабдықтау құбырларын төсеумен байланысты – және шағын Үй-жайлар үшін негізсіз қымбат болуы мүмкін. Ең арзан және ыңғайлы болып табылады соңғы уақытта кеңінен қолданылатын қатты денелі жылуаккумуляторлар, оларды дайындау үшін талькохлорит және шунгит сияқты табиғи заттар пайдаланылуы мүмкін. Бұл ретте жылуаккумуляторды дайындау кезінде шунгитті пайдалану талькохлоритті пайдалануға қарағанда, оның көлемдік жылу сыйымдылығының неғұрлым жоғары мәніне байланысты неғұрлым қолайлы болып табылады. Құрылымының қарапайымдылығына байланысты қатты энергия жинағыштары қоршаған ортамен жылу алмасудың пассивті режимінде жұмыс істей отырып, іс жүзінде шексіз жинақтау циклдары-энергия қайтарымы және өте ұзақ қызмет ету мерзімі бар. Бірақ оларда энергияны сақтау уақыты өте шектеулі және бірнеше тәуліктен аспайды.

Сонымен қатар пассивті режимде жылуаккумуляторларын пайдалану іс жүзінде ғимараттар мен құрылыстарды жылыту проблемасын әрдайым шешпейді. Сонымен қатар, жылу тасымалдағыштың айналуына арнайы арналарды жылуаккумулятор ішінде және оның қоршаған ортамен байланысы үшін пайдаланады, бұл конструкцияны қиындатады және оның сенімділігі мен энергия сыйымдылығын төмендетеді, сондай-ақ техникалық қызмет көрсетуді қиындатады.

Ақырында, жылуаккумуляторының жылу өткізгіштік коэффициентінің мәні, оның ішінде оның қоршаған орта температурасының өзгеру жылдамдығына реакциясын сипаттайды (1- кестені қараңыз) шунгитті талькохлориттен гөрі жылуаккумулятор ретінде артық көреді.

Фазалық (агрегаттық) жай- күйінің өзгеруі есебінен энергия жинау

Агрегаттық жай- күйінің өзгеруі (балқыту-қатаю, булану конденсация), әдетте, энергияның айтарлықтай сіңірілуі (немесе бөлінуімен) қоса жүреді. Бұл энергия үй- жайларды жылыту үшін жеткілікті болар еді. Бұл әдісті қолдану ерекшелігі Заттың агрегаттық жай- күйінің өзгеруі процесінде оның температурасы іс жүзінде өзгеріссіз қалады. Алайда, агрегаттық жай- күйі өзгерген кезде бөлінетін энергияны пайдалану техникалық жағынан өте қиын.

Бұл талаптарға кейбір күрделі органикалық қосылыстар, мысалы, Еру температурасы $(40 \div 65) ^\circ\text{C}$ болатын нафталин немесе құрамына қорғасын, қалайы, висмут кіретін Вуда қорытпасы, Еру температурасы $65,5 ^\circ\text{C}$ болатын, бірақ осы заттарды пайдалану мүмкіндігі қазіргі уақытта ғылыми және техникалық негізделмеген.

Сондай-ақ қазіргі уақытта термохимиялық реакциялар немесе басқа да экзотикалық тәсілдер көмегімен балқыту және кристалдану есебінен энергия жинақтаудың әдістері мен тәсілдері әзірленбеген.

Осылайша, орындалған талдау негізінде жылу сыйымдылығы есебінен қатты денелі жылу жинағыштармен энергия жинақтау әдісін пайдалану ұсынылады, өйткені олар үнемді, қызмет көрсетуге ыңғайлы және дайындау мен пайдалану кезінде экологиялық қауіпсіз.

Көрсетілген таңдаудың дұрыстығы, сондай- ақ энергетиканың аралас салаларында да аз тұтыну кезеңінде энергияны кәдеге жарату үшін Атомдық және жылу электр станцияларын пайдалану кезінде қатты отынды жылуаккумуляторды пайдалануға ауысатындығымен расталады, өйткені басқа тәсілдер (гидроаккумуляторлық станциялар, майлы аккумуляторлар және т. б.) пайдалануда жоғары құнмен және ыңғайсыздықпен сипатталады [11].

Орындалған талдау негізінде энергияны шоғырландырудың қазіргі заманғы әдістерінің негізінде микро-ГЭС үшін жоғары жылу сыйымдылығы бар қатты денелі жылу жинағыштар пайдаланылуы тиіс. Талькохлорит және шунгит негізінде жылу аккумуляторларын пайдалану ұсынылады.

1.3. Альтернативтік энергетика технологияларын шолу және талдау

Қазақстан Республикада сутегі энергиясын пайдалану мүмкіндіктерін қарастыратын болсақ, онда зерттеу бағыттарының бірі болып TiCrMn сутегісі бар қорытпаларды алудың мүмкіндігін және олардың адсорбциялық қасиеттерін зерттеу саналады [12].

Қазақ агротехникалық университетінде еңбек жасайтын отандық ғалымдар, Екібастұз көмірін техногенді қалдықтармен өңдей отырып, сутегімен байтылған су газын алудың технологиясын жасау бойынша зерттеулер жүргізген [13].

Қазақстандық ғалымдардың бірқатар зерттеулері Қазақстан Республикасында биогаз шығаруға арналған ресурстарға арналды [12,13]. Атап айтқанда, муниципалды қатты қалдықтарды қайта өңдеуді жетілдіруге және метан алу үшін оларды биологиялық пайдалануға арналған жұмыстар туралы айту кету қажет. Еліміздің өңірлерінде қалдықтарды өңдеудің баламалы технологиялары салыстырмалы бағаланып, осы бағытта қосымша зерттеулер жүргізді.

Осымен бірге, бірқатар ғалымдар Қазақстанда биоэнергетикалық ресурстардың таралуына және кеңістіктікте таралуды бағалауға арналған зерттеулерді жүргізеді [12]. Сондай-ақ парниктік газдар шығарындыларын азайту үшін биогаздық және газдық электрстанцияларында жану процесін диагностикалаумен және математикалық моделдерді құрумен айналысады.

Қазіргі уақытта баламалы энергетика саласында жасалып жатқан іргелі ғылым жетілдірілген [13]. Инженерлік, ақпараттық технологиялар және математика саласындағы іргелі және қолданбалы зерттеулердің маңызды бөлігі энергиямен байланысты. Қолда бар деректерге сәйкес, осы тақырыптар бойынша жасалған жарияланымдардың жартысы қолданбалы энергетикаға, ал біршамасы энергияның іргелмелі аспектілеріне арналған.

Дегенмен, тәжірибе көрсеткендей, ғылыми зерттеулердің қол жеткізілген деңгейімен салыстырғанда дайын жобаларды коммерциялану тұрақты артта қалып келе жатыр [12]. Кейбір жағдайларда жаңалық ашу мен технологияларды коммерцияландыру арасындағы үзіліс шамамен 10 жылға, ал кейбір жағдайларда шамамен жарты ғасырға тең. Осының себептерінің бірі болып энергетикалық жүйедегі таңдауды анықтайтын техникалық-әлеуметтік-экономикалық және экологиялық критерийлер саналады. Басқа себепке технологияға құйылған инвестицияларды қайтару перспективаларының белгісіз болуын жаитқызады.

Қайта жаңартылмайтын энергия көздерінің қорлары бағаланса да, олардың нақты көлемін белгілеу өте қиын [14]. Кейбір болжамдар да көмірсутектердің көлемі айтарлықтай деп айтылып, жақын болашақта энергия ресурстарының жетіспеушілігін болдырмауға болады делінген. Қарама-қарсы көзқарас та негізделініп келе жатыр. Бірақта, кез-келген саладағы сияқты энергетикада да глобалды трендтер мен белгісіздік факторлар орын алуда. Ал тағы да бар ресурстардың көлемін бағалау, энергетиканың дамуын жоспарлау үшін маңызды параметрлер болып табылады. Жаңартылмайтын көздер қорлары

көлемінің белгісіздігі, коммерциялық өндірілетін қорлардың мөлшерінің белгісіздігімен толықтырылады. Дәстүрлі емес және қиын шығарылатын көмірсутектерді өндіру рентабiлді емес болуы мүмкін. Энергетикалық емес пайдалы қазбаларды шығарудың, байытудың және қайта өңдеудің технологиясы мен энергоқарқындылығы кең шекте өзгертіліп отын теңгерімінің құрылымына тікелей әсер етуі мүмкін. Энергия көздері бағасының динамикасында айтарлықтай белгісіздік бар екенін айта кеткен жөн.

Аса жақсы өткізетін технологиялардың даму жылдамдығы, материалдар қасиеттері аймағында жүргізілген зерттеулердің болжамды нәтижелерімен тығыз байланысты [14]. Алайда, бөлме температурасында жететін аса жақсы өткізгіштік қолдаңбалы қосымшаның біраз бағытында серпіліс тудыруы мүмкін, мысалы энергия жинаудан есептеу техникасына дейін. Қазіргі уақытта аса жақсы өткізгіштерді жаппай технология ретінде қарастыру ерте. Бірақ осы аймақтағы жұмыстың көптілігі, болашақта мұндайға ауысу мүмкін екендігін дәлелдейді. Сондай-ақ, осы саладағы бірінші ауқымды жобалардың нәтижесі қызықты, атап айтқанда «Tres Amigas superstation» жобасы.

Болашақта балама энергиясы планетадағы электр энергиясының негізгі көзі болады [15]. Бұл тұжырымға Норвегияда орналасқан, энергетика саласындағы консалтингке белгілі мамандандар болып жүрген DNV GL компаниясының эксперттері келді.

DNV GL компаниясының мәліметтері бойынша, алдағы 20-30 жылда электр энергиясының түпкілікті тұтынудағы үлесі 2 еседен астамға артады [15]. Егер бүгінде ол шамамен 20% бағаланса, 2050 жылға қарай бұл көрсеткіш 40-45% деңгейден «асып түседі». Сонымен бірге өндіріс пен тұтынудың өсуі жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) есебінен болады.

Күн энергиясы көшбасшысы болады деген болжам бар [12]. Келесі 15-20 жыл ішінде күн энергиясы объектілерін салудың құны шамамен 2 есе азайады, бұл күн энергия станциялары (КЭСҚ) санын едәуір арттырады, сонымен қатар тарифтерді төмендетеді. Ірі күн электр станцияларын салудың орташа құны 2050 жылға қарай белгіленген қуаттылықтың 1 ваттына 0,4 доллардан 0,6 долларға дейін жетеді.

Норвегиялық DNV GL компаниясы сарапшыларының айтуынша, күн энергиясының негізгі өсуі ірі электр станцияларын пайдалануға беру есебінен болады [13]. Олардың пікірінше, ірі КЭС шағын үй электр станцияларына қарағанда 3 есе тиімді болады.

Осылайша, бүкіл әлемдік тенденцияны талдағанда байқайтымыз, жыл сайын және жақын арада баламалы энергияны қолдану қарқынды өсетін болады [12].

Сонымен бірге, көптеген мемлекеттер ғалымдарының ойы бойынша, ғылымның одан әрі дамуы ынтымақтастықтан, байланыстан, ғылыми жобаларға қатысудан тәуелді болады [16]. Жобаларға бүкіл әлемнің ғалымдары қатысуы қажет. Сонымен қатар, әр түрлі мемлекеттерде осы саланың даму деңгейі әр түрлі екендігін атап өткен жөн. Сонымен бірге, барлық елдер үшін энергетикалық қауіпсіздік пен электр энергетикалық кешендердің тиімділігін арттыру маңызды.

Осыған байланысты, мемлекеттік-жеке меншіктік әріптестік механизмін қолдана отырып және салалық субъектілердің міндетті түрде өзара әрекеттесуін қолданып, жаңа технологияларды енгізу және болашағы мол энергетикалық жабдықтарды дамыту, баламалы энергетиканы бірлесіп

дамытудың, электр энергетикалық кешендерді пайдалану тиімділігін арттырудың маңызды шарасы болып табылады [14].

Дүниежүзілік инженерлер мен ғалымдардың конгресінде, баламалы энергетиканы одан әрі дамытуға қолдау жасау маңызды шара екені атап айтылды [17]. Сонымен қатар, дәстүрлі энергияға балама энергияны алдын-ала қарама-қарсы қою экономикалық тұрғыдан негізсіз. Өйткені дәстүрлі энергия ұзақ уақыт бойы баланста жетекші позицияны сақтайды.

Алайда, Қазақстанда тұрақты жаңартылатын энергия кешенін қалыптастыру, мемлекет пен инвесторлардың тікелей қатысуымен айтарлықтай қаржыны құюды және технологиялық құралдарды дамытуды қажет етеді [15]. Онсыз жаңартылатын энергия көздерін дамыту қиын. Дамыған елдермен салыстырғанда инновацияға сұраныстың төмен болуы Қазақстандағы инновациялық процестің дамуын тежейді.

Сонымен, ғылыми және өндірістік кооперацияны жандандыру және баламалы энергетика саласын дамыту үшін мыналар қажет [12]:

- сала ішінде ынтымақтастық механизмін әзірлеу және ғылыми ұйымдар мен ғалымдар арасында тығыз ынтымақтастық пен бірыңғай ақпараттық жүйені құру;

- ғылыми инновациялар мен өндірістерді одан әрі дамытуға ықпал ететін өзара инвестициялық практиканы кеңейту үшін жағдайлар жасау;

- материалтану, технология, физика-технология, конструкция және жоба проблемалары саласында жан-жақты зерттеулер жүргізу керек, демек, көптеген ғылыми және инженерлік топтар мен өнеркәсіп өндірушілері бірлесесіп және өзара әрекеттесіп энергетиканы дамыту қажет;

- кедендік және салықтық әкімшілендірудің тиімділігін арттыру, субсидиялау механизмдерін жетілдіру, прототиптерді құрған кезде тәжірибелік-эксплуатациялық операцияларды жүргізу бөлігінде техникалық реттеу жүйесін дамыту керек;

- электроэнергетикада бірыңғай техникалық саясат тұжырымдамасын әзірлеу, бұл ұсыныс бұрын шетелдік қондырғыларды сатып алуға және Қазақстан жағдайында пайдалануға талпыныстар болғандығымен түсіндіріледі;

- энергияны дамытудың стратегиялық мәселелерін шешуге арналған жаңа жабдықтар мен технологияларды тиімді құруға және енгізуге негізінен балама болатын ұйымдық және технологиялық инфрақұрылым құру;

- инвестициялық жобалар аясында баламалы энергия көздеріне жоғары технологиялық жабдықты жасау және енгізу процесіне интеграцияланған көзқарасты қамтамасыз ету үшін энергетиканың инженерлік орталықтарының желісін құру және дамыту;

- баламалы энергетика саласында технологиялық алаң құру;

- инновациялық әзірлемелерді енгізумен, ресурстарды және энергияны үнемдеудейтін технологиялармен, энергетикалық машинажасау кәсіпорындардың техникалық және технологиялық қайта жабдыктандырумен байланысты жобаларды іске асыруды ынталандыру;

- перспективі мол инновациялық жабдықты жасау үшін бірлескен ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарды жүргізу (тәжірибелік станцияларды құру бойынша бірлескен жобалар);

- өткізгіштігі жоғары технологияны қолданатын электр құрылғыларын өндіру және енгізу;

- жаңартылатын энергия технологияларын бірлесіп дамыту;
 - алдыңғы қатарлы жабдықтарды шығару және енгізу;
 - 600 - 620 ° С температурасында 30 МПа бу параметрен қалыптастыратын, көмірмен жұмыс істейтін бу қондырғыларын өнеркәсіпте қолдану;
 - 700 - 720 ° С температурасында 35 МПа бу параметрлерін қалыптастыратын, көмірмен жұмыс істейтін электрблоктарды енгізу;
 - табиғи газды пайдаланған кезде тиімділігі 65 - 70% болатын, газ турбиналары мен жоғары температуралы отын камералары бар қуаттылығы төмен демонстрациялық гибридті қондырғысын енгізу,;
 - газ турбиналары мен жоғары температуралы отын ұяшықтары бар гибридті қондырғылардың өнеркәсіптік түрін игеру (табиғи газбен жұмыс істегенде пайдалы әсер коэффициенті 70-75%, ал көмірмен жұмыс істегенде - 60-65%);
 - CO₂-ны өз циклдерінен шығарудың әртүрлі технологияларын қолданатын электр қондырғыларының өнеркәсіптік түрін енгізу.
- Ұсынылған бастамаларды іске асыру альтернативті энергетика саласындағы Қазақстан Республикасының ғылымын әлемдік ғылыммен қатар дамуға мүмкіндік береді.

1.4 Әлемдегі, Қазақстанда, Ресейдегі жаңартылатын энергияның күрделі жүйелерін талдау және зерттеу міндеттері

Әлем елдерінің энергетикалық қажеттіліктері жыл сайын артып келеді. Энергиямен жабдықтауды дамыту және энергия қажеттілігін қамтамасыз ету қазіргі уақытта негізінен көмір, мұнай, газ және атом энергетикасы арқылы жүзеге асырылады. Органикалық ресурстардың салыстырмалы түрде тез сарқылуы (көмірден басқа) мамандар арасында түбегейлі дау туғызбайды.

Жапониядағы Фукусима-1 АЭС-тегі оқиғалардан кейін (2011) атом энергетикасы әлемдегі оның даму қарқынын тағы да күмән тудырды. Сонымен қатар, күн, жел және басқа да жаңартылатын энергия көздері жыл сайын белгіленген қуаттылықтың 10-нан 40% -ға артуына ие.

Осы тараудың мақсаты - әлемдегі және Ресейдегі дәстүрлі және жаңартылатын энергия көздерінің жағдайы мен динамикасын талдау, біздің елімізде жаңартылатын энергияның интеграцияланған жүйелерін енгізу ерекшеліктерін және олардан туындайтын осы зерттеу мақсаттарын көрсету.

Тағы бір айта кететін жағдай, дәстүрлі қазба отындарына балама дәстүрлі емес және жаңартылатын энергия көздерінің барлық спектрі болып табылады. Оларға жел, күн, гидроэнергетика, биомассаны пайдалану, жылу сорғыларында төмен потенциалды және ысырапты жылу, электр станциялары, температуралық градиентті пайдалану, изотоптық көздер және т.б.

Ресейдің 2030 жылға дейінгі энергетикалық стратегиясы жаңартылатын энергия көздерін пайдалануға берудің келесі мөлшерлемелерін анықтады: (Ресей Федерациясы Үкіметінің 2009 жылғы 13 қарашадағы № 1715-п бұйрығымен бекітілген) (1.1 кестені қараңыз).

Кесте 1.1 – Ресейдегі ЖЭК және электр энергиясын өндіру кезеңдері

Іске асыру кезеңдері	2009 (нақты)	I 2013-2015	II 2020-2022	III 2030
Электр энергиясын	1137	1059-1245	1350-1550	1800-2210

өндіру, млрд кВт*сағ				
Оның ішінде ірі ГЭС-терсіз, жаңартылатын энергия көздеріне негізделген, млрд кВт*сағ	*0,8% **7,8	2,5% 26-30	4,5% 60-70	7% 126-155
<i>Ескерту: * - салыстырмалы мәні, ** - абсолютті мәні</i>				

Жаңартылатын энергия көздерінің көрсетілген динамикасы әлемнің жетекші елдерінің көрсеткіштерінен алыс және болашақта Ресейге сәйкес келмейді. Сонымен бірге, біздің елімізде жаңартылатын энергия көздерін жылдам қарқынмен енгізу бәсекелестік артықшылықтардың жоқтығынан және энергия көздерінің көмірсутек түрлеріне салыстырмалы түрде төмен бағаларға байланысты объективті түрде дами алмайды. 2013 жылғы 28 мамырда Ресей Үкіметі «Электр энергиясы мен энергияның көтерме сауда нарығында жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды ынталандыру тетіктері туралы» № 449 қаулы қабылдады.

«Мұз (жаңаратын энергия көздерін енгізу бойынша) сынған сияқты».

Алайда, бір жағынан, бұл Жарлық энергияның үш көзіне ғана қатысты: гидро, жел және күн энергиясын өндіретін қондырғылар (биоэнергетика, геотермалдық энергияға әсер етпейді). Екінші жағынан, осы шешімге сәйкес ел деңгейінде қолдауды 5 немесе одан да көп мегаватт зауыт иелері ғана алады. Осылайша, ынталандыру жүйесінен шағын тұтынушы толығымен алынып тасталады - қалпына келтірілетін энергия көздерін алуға және пайдаланғысы келетін жеке трейдер.

Осыған байланысты, алыстағы орталықтандырылмаған аумақтардағы көптеген жеке фермалар мен тұтынушыларды қолдау үшін қуаттылығы киловатт қуаттылығынан 5 МВт-қа дейінгі шағын жаңартылатын энергия жүйелерін одан әрі жетілдіру және оларды Ресейдің белгілі бір аумағында қол жетімді энергетикалық әлеуетті кешенді пайдалану мақсатымен оларды оңтайландыру міндеті одан әрі өзекті болып отыр.

Осы зерттеуде қарастырылатын жаңартылатын энергия әлеуетін кешенді пайдалануға деген көзқарас, әдетте, энергиямен қамтамасыз ету үшін орталықтандырылмаған шалғай аудандарда орналасқан көптеген ұсақ тұтынушыларды тартуды көздейді.

1.5 Ресейдегі жаңартылатын энергия көздерінің қазіргі жағдайы және даму перспективалары

Қазіргі уақытта Ресейде жаңартылатын энергия көздерінің төмен қарқындарының өзіндік объективті себептері бар. Әлемдегі ең үлкен газ қорының болуы, әлемдегі ең жоғары мұнай өндірісі, ал көмір қорында екінші орын - осының бәрі бүгінде елімізді электрмен жабдықтауға жайлы жағдай туғызады. Алайда мамандар органикалық отын қорының сөзсіз сарқылуына байланысты болашақ жаңартылатын энергиядан артта қалатынын түсінеді [7].

1.2 Кестеде Ресейдегі жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін ұсынады.

Кесте 1.2 – Ресейдегі жаңартылатын энергетикалық әлеует

ЖЭК түрлері	Ресейдің әлеуеті
Желэнергетикасы	8,6 ГВт
Күн энергетикасы	1,1 ГВт
Шағын-СЭС	2,1 ГВт
Толқын энергетикасы	100 ГВт көп

2014 жылы Қырымның Ресейге енуі Ресей Федерациясының жел станциясының қуатын 83 МВт-қа арттырды (1.3-кесте).

Таблица 1.3

Ветроэнергетические станции России на полуострове Крым

Название ВЭС в Крыму	Мощность, МВт	Количество	ТИП ВЭУ	Страна изготовитель	Год ввода в эксплуатацию
Донузлавская	13,3	97	USW 56-100	США	1993 (не функционирует)
Мирновская (Сакская)	18,5	1553	USW 56-100 T600-48	США Бельгия	1998
Тарханкутская	15,9	131	USW 56-100 T600-48	США Бельгия	2001
Пресноводненская	5,6	52	USW 56-100	США	2006
Восточно-Крымская	2,7	17	USW 56-100 T-600-48	США Бельгия	2009

Қырымда орналасқан күн электр станцияларының жалпы қуаты - 297 МВт (1.4 кесте)

Таблица 1.4

Солнечные электростанции России на полуострове Крым

Название СЭС	Мощность, МВт	Район Крыма	Год ввода в эксплуатацию
Родниковое	7,5	Симферопольский	2010
Перово	105,56	Симферопольский	2011
Охотниково	82,65	Сакский	2011
Митяево	31,55	Сакский	2012
Николаевка	69,7	Симферопольский	2013

Суретте. 1.1. Қырымдағы жел паркі мен жел паркінің орналасқан жері.



Рис.1.1. Ветроэнергетические и солнечные ЭС на полуострове Крым

Қазіргі уақытта Қырымда жаңартылатын энергияның жағдайы оған ғылыми зерттеулер мен жаңартылған энергетика саласындағы ең озық технологияларды енгізуге мүмкіндік береді. 2015 жылғы қарашада Қырымда жаңартылатын энергия көздерімен айналысатын ең жақсы ресейлік мамандардың кездесуі жоспарланғандығы кездейсоқ емес. Мақсаты - түбекті Ресейдің отандық қалпына келтірілетін энергияны дамытудың заманауи орталығы етіп құру, ол шетелдік, өндірілген, күн сәулесі және жел электр станциялары негізінде жұмыс істейтін, пайдасыз немесе тиімді емес.

Ресейдің 2020 жылға дейінгі энергетикалық стратегиясының жобасы жаңартылатын энергия көздерін дамытудың келесі динамикасын қарастырады (1.5-кесте).

Таблица 1.5

Перспективы динамики развития ВИЭ в России

Вид возобновляемых источников энергии	Уст. мощность, МВт		Рост за 10 лет, %
	2010 г.	2020 г.	
1	2	3	4
Малые ГЭС	740	4700	640

Окончание табл. 1.5

1	2	3	4
Ветроэнергетика	16	6800	425
Солнечная энергетика	0,03	140	4660
Использование биомасс (пеллеты, мусор, метангенерация)	1450	7800	537
Геотермальная энергетика	71	750	1056
Приливная энергетика	1,5	4500	3000

Көрсетілген индикаторлар Ресей Федерациясының Үкіметінің 2009 жылғы 8 қаңтардағы «Ресейде электр энергиясын өндірудегі жаңартылатын энергия көздерінің үлесін 2020 жылға қарай 4,5% -ға жеткізу туралы» (№1 ірі гидроэлектростанциялар) қаулысында көрсетілген.

Қарарды әзірлеу кезінде жел электр станцияларының шекараларын негіздейтін жоба қолданылды, ол 2020 жылға қарай елдің электр қуатын өндірудегі жел электр станцияларының үлесін $\approx 1\%$ (жалпы қуаттылығы 7 ГВт жел электр станциясының 17,5 млрд кВтсағ) анықтады.

Нысаналы индикаторлардың жаңартылатын энергия түрлері бойынша саралануы (жаңартылатын энергия көздерін дамытуға мемлекеттік тапсырыс) кестеде келтірілген. 1.6.

Таблица 1.6

Целевые показатели для России по видам ВИЭ

Вид ВИЭ	Показатель/год	2008 г.	2010 г.	2015(п) г.	2020(п) г.
1	2	3	4	5	6
ВИЭ, всего	Производство	8,41	17,8	35,5	80,5
	Мощность	2 180	3 862	9 262	25 450
	Доля, %	0,9	1,5	2,5	4,5
Вид ВИЭ	Показатель/год	2008	2010	2015(п)	2020(п)
Энергия ветра	Производство	0,0097	0,21	2,6	17,5
	Мощность	12	120	1 500	7 000
Энергия солнца	Производство	0,00002	0,00003	0,2	1,1
	Мощность	0,02	0,02	150	750
Малые ГЭС	Производство	2,8	3,5	10	20
	Мощность	683	850	2 430	4 800
Энергия приливов	Производство	0	0	0,024	2,4

Окончание табл. 1.6

1	2	3	4	5	6
	Мощность	1,5	1,5	12	4 500
Геотермальная энергия	Производство	0,4	0,6	1	2,1
	Мощность	71	90	150	300
Биомасса и биогаз	Производство	5,2	13,5	22,0	36,9
	Мощность	1 413	2 800	5 000	7 850
Прочие ВИЭ	Производство	0	0	0,08	0,5
	Мощность	0	0	20	250

Жаңартылатын энергия көздерінің өсу динамикасы шамалы болса да (әлемдік қарқынмен салыстырғанда), бірақ барлық бағыттар бойынша жоспарлы көрсеткіштердің тұрақты өсуін көрсетеді.

1.6 Әлемдегі ЖЭК энергетикалық кешендер

Қазіргі уақытта әлемдегі қалпына келетін энергия жүйелерінің басым көпшілігі монокомплексермен ұсынылған. Оларға жел электр станциялары, күн электр станциялары, шағын су электр станциялары, геотермалдық жылу электр станциялары және электр станциялары және т.б.

Жаңартылатын энергияның ең үлкен монокомплексері келесі елдерде қолданылады: АҚШ, Қытай, Германия (жел станциялары, күн фотоэлектр станциялары); Франция («Рэнс» су электр станциясы), Жапония, Оңтүстік Корея (FES күн); АҚШ, Италия, Исландия (геотермалдық). Олардың сипаттамалары әдебиеттерде, оқу материалдары мен электрондық ақпарат құралдарында кеңінен ұсынылған [8]. Белгіленген қуаттылық бойынша ең үлкен моностерлердің бірі - Калифорния штатындағы (АҚШ) орнатылған қуаты 1550 МВт жел электр станциялары; Windrom Wind Farm Horns Rev 2,

Солтүстік теңізде, Джутландтың (Дания) батыс жағалауынан 30 км қашықтықта орналасқан, қуаты 210 МВт; фотоэлектрлік үшін - Қытай, 2010 жылдың соңына белгіленген қуаты - 900 МВт, 2012 жылға қарай - 2 ГВт, ал 2015 жылға қарай Қытайдың мақсатты индикаторы - белгіленген қуаттың 15 ГВт; салынып жатқан ФЭС-тен - АҚШ-та (Калифорния, Сан-Луис-Обиспо округі), қуаты ≈ 550 МВт.

Дүние жүзінде жұмыс істейтін күн жылу коллекторларының қуаттылығы 2014 жылдың аяғында 290,2 ГВт (алып жатқан ауданы 250 миллион шаршы метр) құрады. Олардың ішінде 188,4 ГВт жалтыратылған және эвакуацияланған коллекторлары бар 27,4 ГВт жалатылмаған пәтерге жатады. Ауа коллекторларының қуаты 1,8 ГВт құрады.

Зауыттардың басым көпшілігі Қытайда (114,5 ГВт), Еуропада (33,1 ГВт), сондай-ақ АҚШ пен Канадада (19,6 ГВт) орналасқан, олардың жиынтық қуаттылығының 88,2% құрайды.

Қалғаны Австралия мен Жаңа Зеландия (5,7 ГВт), Оңтүстік Америка (5,4 ГВт), Азияның басқа елдері, мысалы Оңтүстік Корея, Тайвань, Таиланд, Үндістан (5,1 ГВт), Жапония (4, 4, 5). 9 ГВт), Израиль мен Иордания (3,8 ГВт) және кейбір Африка елдері (1,4 ГВт).

1.7 Шетелдегі жаңартылған энергия жүйелерінің жұмыс тәжірибесі

Әлемнің көптеген елдерінде жаңартылатын энергияның қуатты жүйелері, белгілі болғандай, моновольттық, моносольерлық фотоэлектрлік немесе моносольерлы жылу генераторларын пайдалануға негізделген.

Сонымен қатар, жаңартылатын энергия көздерінің екі немесе одан да көп түрлерін бір мезгілде қолданудың көптеген мысалдары бар.

Канадада гибридік схемалар шалғай ауылдарды - жел-дизельді және желмен жұмыс істейтін ауылдарды энергиямен қамтамасыз ету үшін қолданылады.

Сутегі ішкі жану қозғалтқыштарында электр энергиясын өндіру үшін қолданылады. Жел үлгісі Ханзада Эдвард аралы жел-сутегі кенті жобасында және Рамеяда қолданылады. Сутегі генераторының қуаты 250 кВт құрайды. Жыл сайын ол 120 мың литр жанармай үнемдейді, осылайша атмосфералық шығарындылардың алдын алады: CO₂ - 320 тонна, NO_x - 6,8 тонна, SO₂ - 0,6 тонна.

TAFE Тасмания институтында (Австралия) екі жел турбинасынан, электролизерден және дизель қондырғысынан тұратын кешен бар, ол сутегімен жұмыс істеуге бейімделген.

VD ЕС тиімді пайдаланудың мысалы: Фрей аралында (Шотландия) 70 адам тұратын ауыл үшін екі дизельді электр станциясы бар электр станциясы салынды, біріншісі (қуаты - 20 кВт) жазда электр қуаты үшін жеткілікті, ал екіншісі (50 кВт) қыста электр қуатына ие болды (қараңыз) Кесте 1.7). Аралда желдің жағдайы өте қолайлы. Желдің орташа жылдамдығы - 9,6 м / с.

1982 жылы маусымда онда қуаттылығы 50 кВт болатын жел паркі орнатылды. Содан бері энергия өндірісі 3,7 есе өсті. VDU-тың Fair аралындағы жұмысы DES-тен алынған электр энергиясының құны 8 цент / кВтсағ, ал жел паркінен 3,5 цент / кВтсағ екенін көрсетті. Бұл станция үшін арнайы құрылғы жасалды, ол энергия есептегішінің жоғары тарифке ауысқанын көрсетті.

Таблица 1.7

**Производство энергии
на комплексной ветродизельной установке (ВДУ) (о. Фэр)
за год работы**

Производство энергии на острове Фэр за год работы	Выработка энергии	
	абс. кол-во, кВт·ч	отн. кол-во, %
Комплексная ВДУ	185 024	100,00
ВЭС	168 895	91,28
ДЭС	16 147	8,72

1.8 Ресейдегі жаңартылған энергия жүйесінің интеграцияланған зерттеулеріне қысқаша талдау

Жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) дамытудың әлемдік тәжірибесі автономды тұтынушылардың энергиямен жабдықтау жүйелерінде жаңартылатын энергия көздерінің тек бір түрін пайдалану әрқашан жаңартылатын энергия көздерінің физикалық сипаттамаларына байланысты сенімді және үздіксіз энергиямен қамтамасыз етуге мүмкіндік бермейді. Әдетте, олар жаңартылатын энергия көздері арқылы автономды тұтынушыларды энергиямен жабдықтауды энергиялық кешендер (ЕС) деп аталатын әртүрлі түрлерде біріктіру арқылы жүзеге асырады. Олар әдетте жаңартылатын энергияға негізделген электр станциялары, дизельді (бензинді) электр станциялары (ДЭУ) және энергия сақтау жүйесінің әр түрлі түрлерін қамтиды.

Бүкілресейлік ауыл шаруашылығын электрлендіру институты (VIESH, Мәскеу) жаңартылатын және баламалы энергияның көптеген бағыттары бойынша жұмыс істейді. Академик, доктор Тех басқарды. Д.И.Стребкова VIESH-де қалпына келтірілетін энергия көздерінің негізгі бағыттары бойынша ғылыми мектептер құрды, оларды зерттеу мен әзірлеу кезінде Ресейдің климатогеографиялық ерекшеліктерін ескереді [9–10].

Ресей Федерациясында жаңартылатын энергия көздерінің дамуына баға жетпес үлес қосып келеді және солай бола бермек. Ғылымдар Безруких П. [11]. 10 жылдан астам уақыт бойы ол Ресей Федерациясында қалпына келтірілетін энергия көздерін зерттеумен және енгізумен айналысатын бүкіл ғылыми қауымдастықтың күш-жігерін біріктіріп келеді. Оның Ресейдегі күш-жігерінің арқасында қуатты газ және мұнай монополиялары жағдайында, органикалық ресурстардың едәуір қорларының болуы мемлекеттік деңгейде қалпына келетін энергияны дамытуды алға жылжытуға мүмкіндік берді.

Ұлы Петр Санкт-Петербург политехникалық университеті жаңартылатын энергияның қалыптасуына айтарлықтай үлес қосты және жалғастыруда (Завкаф., Т.ғ.д., академик Васильев Ю.С. және осы уақытқа дейін техника ғылымдарының докторы, профессор Элистратов) В.В.). Университет ғалымдары Ресейдің барлық аймақтарында жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін зерттеу жүргізді, Ресей Федерациясының федералды аудандары мен облыстарының әлеуеті туралы атластар мен анықтамалық кітаптар жасады, бұл

бізге қалпына келтірілетін энергия көздерінің әртүрлі комбинацияларын қолдана отырып кешенді энергетикалық әлеуетті есептеуге мүмкіндік береді [12–13].

МЕИ-TU-де Доктор Тех орындаған ғылымдар, проф. Виссарионов В.И., Малинин Н.К. және Дорошин А.Н. есептеулер көрсеткендей, бүгінде жел, жылу сорғысы, дизель қондырғылары мен сутекті сақтау жүйесінің негізінде ЕС құруға болады. Сонымен бірге DEU қолданудан бас тартуға болады [14-15]. Алайда, бұл мәселені түпкілікті шешу операциялық тәжірибені қажет етеді. Жалпы алғанда, есептеулер мен зерттеулер кешеннің жоғары энергия тиімділігін және жанармай жеткізу мәселелерін шешкен кезде - экономикалық тиімділікті көрсетеді. Бұл есептеулердің негізгі жетіспейтін жері жұмыс тәжірибесі мен оны пайдалану туралы статистикалық мәліметтері бар ЖЭК кешенді қондырғысының нақты сынағының болмауы болды.

Орыстың әйгілі ғалымы доктор Тех. ғылымдар, профессорлар В. Бутузов, Ресей Федерациясында жаңартылатын энергия көздері Краснодар өлкесінде (Қырымды қоспағанда) барынша кең қолданылатындығы көрсетілген.

- жыл сайын 10 миллион м³ геотермалдық су алынады;
- жалпы ауданы 6,5 мың шаршы метрден асатын 70-тен астам күн су жылыту қондырғысы жұмыс істейді;
- ондаған жел турбиналары мен фотоэлектрлік түрлендіргіштер [16–17].

Краснодар өлкесіндегі және Адыгея республикасындағы геотермалдық кен орындарындағы 69 ұңғыманы талдау нәтижесінде дебит, аузындағы температура, жалпы минералдану, болжамды және бекітілген қорлар анықталды: жылу энергиясының жалпы болжамды қуаты 238 МВт және жыл сайынғы өндірудің әлеуеті - 834 мың МВт / с.

В.Бутузовтың жетекшілігімен Ресейде күн коллекторларын қолдану тиімділігінің фундаменталды зерттеулері қауіпті (яғни оқшаулау және GSOP деңгейінде) Орал аймағында, тіпті тікелей мегаполисте әртүрлі СК жүйелерінің мүмкіндіктері мен іске асырылуын талдауға серпін берді. - Екатеринбург [18].

Орыс ғалымы, доктор Тех. Попеля О.Н. ғылымдары бойынша күрделі жаңартылатын энергия көздерін конфигурациялаудың келесі нұсқалары зерттелді: бастапқы энергия көздері фотоэлектрлік аккумулятор, жел турбины және олардың үйлесуі болды [19-21]. Электрохимиялық аккумулятор және сутегі қондырғысы жинақтау жүйесі және қайталама энергия көзі ретінде қолданылады. Талдауды жеңілдету үшін жыл бойына 1 кВт тұрақты жүктемені қалпына келтірілетін энергиямен қамту мүмкіндігі қарастырылды.

Мысал ретінде Попел О. ұсынған нәтижелер Батыс Кавказдың климаттық жағдайында жұмыс істейтін (Бермамыт метеостанциясы) және Сібірде (Магадан) келесі бастапқы мәліметтермен жұмыс істейтін ЖЭК кешендеріне қатысты болды:

- фотоконтерлер:
- тиімділік - 15%, көкжиекке бейімділік бұрышы ендікке, бағыты оңтүстікке тең;
- жел турбины: желдің минималды жұмыс жылдамдығы - 3 м / с, ал желдің жылдамдығы 9 м / с-тен асады, өндірілген қуат тұрақты болады;
- электрохимиялық батарея:
- Тиімділік - 95%, өздігінен ағу - сағатына 0,1%.

Попел О. Батыс Кавказ тауларында Ресей ғылым академиясының арнайы астрофизикалық обсерваториясының Үлкен оптикалық телескопының бірнеше оптикалық жүйесімен және бірнеше бөлмелерді жылытуға арналған автономды күн-жел электр станциясымен автономды электр станцияларының негізгі компоненттерін тәжірибелік зерттеуге арналған кешенді орын жасады. Автономды күн-жел электр станцияларының қазба отыны негізінде электрохимиялық батареялары бар техникалық-экономикалық көрсеткіштерін талдау және талдау әдістері жасалынған және олардың техникалық-экономикалық көрсеткіштері бағаланады. Ресейде бірінші болып Ресей ғылым академиясының арнайы астрофизикалық обсерваториясының Үлкен оптикалық телескопы төмен тұтынушылары үшін жылумен жабдықтау және авариялық электрмен жабдықтауға арналған автономды күн-жел электр станциясы жасалды.

Попел О.С., осы жұмыс үшін маңызды тұжырымдарының арасында мыналар бар:

- күн және жел қондырғыларын энергияның бастапқы қайнар көзі ретінде пайдалану әр түрлі климаттық жағдайларда электр жүктемелерін жыл бойы кепілдендіретін, кем дегенде кішкентай тұтынушылар үшін толықтай автономды электр станцияларын құруға мүмкіндік береді;

- күн және жел қондырғыларын оңтайлы (климаттық жағдайларға байланысты) біріктіретін қондырғылар ең тиімді болып көрінеді;

- жаңартылатын энергия көздерін қолданатын автономды электр станцияларының эксперименталды сынағы мен математикалық модельдерін одан әрі жетілдіру жөніндегі жұмыстарды дамыту қажет, олар нақты нақты климаттық пайдалану жағдайлары мен тұтынушылық ерекшеліктерін ескере отырып, олардың оңтайлы конфигурацияларын негіздеу үшін қажетті негіз болып табылады [22].

Канд. тех. Сидельников А. (MEI-TU) модельдеу және оңтайландыру моделіне негізделген жел (жел), күн (SPP) және гидравликалық (гидроэлектрстанциялар) тұратын жаңартылатын энергия көздеріне негізделген энергетикалық кешенді жобалауды ұсынды [23–24].

Бұл әдіс жаңартылатын энергия көздері (ASNI RES) саласындағы автоматтандырылған зерттеу жүйесінің бөлігі ретінде жаңартылатын энергия көздеріне (CAD RES) негізделген энергетикалық кешендерге арналған АЖЖ жүйесінің бөлігі ретінде қолдануға болатын модельдеу бағдарламасы түрінде жүзеге асырылады.

Дамудың кемшілігі оның нақты оқу орнында практикалық іске асырылуы, жоғары оқу орнында оқу-зертханалық кешен ретінде пайдаланудан басқа. Алайда, бұл әдіс жаңартылатын энергияны оңтайландыру теориясын одан әрі дамытудың бастапқы нүктелерінің бірі болды.

Санкт-Петербург политехникалық университетінің ғалымдарымен бірге жасалынған қазақ ғалымы М.Ташымбетовтің жұмысы Қазақстан Республикасында жаңартылатын энергияны кешенді пайдалануды қарастырады [25].

Қазақстанның оңтүстігіндегі Жамбыл облысының мысалында қажетті қуаттылығы 100 кВт-ты ауылдық елді мекендерді электрмен жабдықтау үшін жаңартылатын энергия көздеріне негізделген біріктірілген энергетикалық кешенді таңдаудың негіздемесі жасалды [26]. Электрмен жабдықтау жүйесінің орташа қуаттылығы анықталады және тұтынушылардың жылдық жүктеме

кестесінің сақталуы көрсетілген. Жаңартылатын энергия көздеріне негізделген электрмен жабдықтау жүйесінің электр станцияларының қуаттылықтарын оңтайландыру мәселесін шешу осындай электр станцияларының ағымдағы күрделі шығындарымен бірге қарастырылатын нұсқада жаңартылатын энергия көздерін бірлесіп пайдалану ұсынылады. Жұмыстың жетіспеушілігі іске асырылатын жаңартылатын энергия кешенін сынақтан өткізудің болмауы болды.

Доктор Тех жүргізген жаңартылатын энергия жүйелерінің интеграцияланған зерттеулерін ілгерілету үшін маңызды. Ғылымдар Шерязов С. К. [27]. Жаңартылатын энергия көздерінен тұтынушыларды энергиямен тиімді қамтамасыз ету үшін жаңартылатын энергия көздерінің энергетикалық сипаттамаларын анықтау қажет.

Күн радиациясының энергетикалық сипаттамалары күн радиациясының қарқындылығы мен күн сәулесінің ұзақтығы, ал желдің ағымы үшін - желдің жылдамдығымен қамтамасыз етілген, желдің жылдамдығы қарастырылды. Жаңартылатын энергия көздерінің энергетикалық сипаттамалары бақылау деректері негізінде анықталды. Бұл жағдайда қалпына келетін энергияның кездейсоқ сипатын ескеру қажет.

Күн сәулесінің тұрақсыз ұзақтылығына байланысты С.Черязов оның пайда болу ықтималдығын зерттеді. Ол Оңтүстік Орал жағдайындағы күн сәулесінің ұзақтығын «күн ішінде» қарастырды. Зерттеу нәтижелері күн сәулесінің ең ықтимал сағаттары түске қатысты симметриялы түрде таратылатындығын көрсетті [28].

Зерттеу барысында С.К. Шерязов күн сәулесінің түсу ұзақтығын (S) түске қатысты симметриялы түрде бөлу кезінде күн сәулесінің интенсивтілігінің hS орташа мәндерін анықтады. Күн радиациясының қарқындылығын анықтау ұсынылады

$$h_s = h_0 \cdot b_s \cdot \exp\left(-0,25 \frac{S}{S_0}\right), \quad (1.1)$$

мұндағы $h_0 = 1360 \text{ Вт/м}^2$ – күн тұрақтысы;

b_s – жылдың уақытына байланысты коэффициент 1.8 кестеде келтірілген;

S_0 – күн сәулесінің мүмкін ұзақтығы (тәулік бойы), сағ.

Таблица 1.8

Параметр уравнения интенсивности солнечной радиации

Параметр	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
b_s	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,3	0,2

b_s коэффициенті түске дейін горизонталь бетіне келетін күн тұрақтысының үлесін көрсетеді. b_s коэффициентінің күн тұрақтысы бойынша көбейтіндісі түске дейін күн радиациясының қарқындылығын анықтауға мүмкіндік береді. b_s коэффициенті жыл сайынғы байқалады және жазғы кезеңде ең үлкен мәнге ие болады.

Күн сәулесінің сәйкес ұзақтығына берілген күн радиациясының орташа қарқындылығынан S уақытының күн сәулесін анықтау оңай:

$$H_s = h_s S. \quad (1.2)$$

Күн сәулесінің түсуін объективті бағалау үшін оның қол жетімділігін сипаттайтын күн сәулесінің ұзақтығының пайда болу ықтималдығын білу қажет. Күн сәулесінің тәуліктік ұзақтығының ықтималды сипаттамасы метеорологиялық қызметтің бақылауына сәйкес әр ай үшін анықталады.

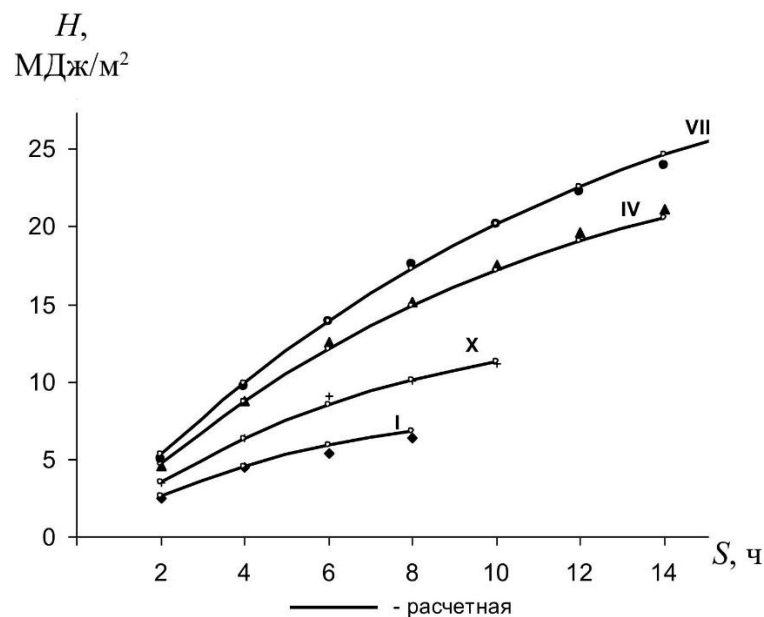


Рис. 1.2. Зависимость суммарной солнечной радиации от продолжительности солнечного сияния внутри дня

Жел ағынының нақты қуаты есептеу кезеңінің орташа мәні ретінде ұсынылатындығы белгілі және v^3 орташа мәнін білу қажет. Ол үшін бақылаушы мәліметтерден әр ай үшін анықталатын жел жылдамдығының қайталануының таралуын білу қажет.

Сонда эмпирикалық қайталану қабілеттілігінен ($t * (v)$) немесе жел жылдамдығының d (д) дифференциалды тарату функциясынан есеп айырысу кезеңіндегі желдің күтілетін орташа қуатын, Вт / м², анықтай аламыз,

$$\overline{N}_0 = \frac{1}{2} \rho \int_0^{\infty} v^3 f(v) dv = \frac{1}{2} \rho (v^3)_{\text{ср}} \quad (1.3)$$

Автор жел ағынының тәулігіне орташа мәнін анықтауға кеңес береді. Сонда желдің орташа тәуліктік қуаты күтілетін желдің жылдамдығы желдің энергетикалық сипаттамасы ретінде ұсынылады.

Шерязов С.К. бойынша жел ағынының энергетикалық сипаттамасының желдің орташа жылдамдығына тәуелділігі (1.3 суретті қараңыз) формула тендеуімен жақсы жақындастырылған

$$v_{\text{ср.м}} = 1,4 + 1,1 v_{\text{ср}}, \quad (1.4)$$

мұндағы $v_{\text{ср}}$ – желдің орташа айлық жылдамдығы, м/с

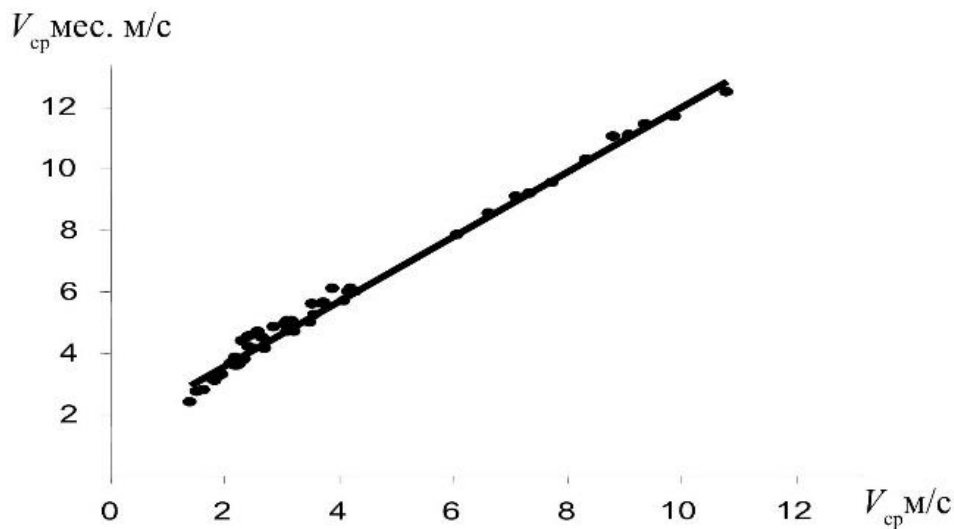


Рис. 1.3. Зависимость энергетической характеристики ветрового потока от средней скорости ветра

Зерттеулердің жетіспеушілігі теориялық есептеулерді толық көлемде сынау үшін жаңартылатын энергияның әртүрлі түрлерін кешенді пайдалану үшін енгізілген жүйенің болмауы болды.

Жалпы, жаңартылатын энергия көздерін кешенді пайдалану объективті жағдайларға және кең ауқымды пайдалануға арналған жабдықтардың бәсекеге қабілетсіздігіне (қымбат) байланысты жақында шектеулі болды. Сонымен бірге, энергетикалық қызметтерге және қазба отындарына тарифтердің өсуі қолданыстағы жаңартылатын ресурстарды пайдалану тиімділігін жаңа деңгейге көтеру мәселесін туындатады.

Жоғарыда келтірілген мысалдарға байланысты осы зерттеуде ұсынылған жаңартылатын энергияны кешенді пайдалану үшін оңтайлы шешімдерді іздеуді және зерттеуді жалғастыруда проблема туындайды.

1.9 Облыс шалғайдағы елді мекендерін энергиямен қамтамасыз ету мәселелері

Елдің өндірістің бір режимінен (социалистік) екінші режимге (нарыққа) ауысуы көптеген салалардың құлдырауымен және жабдықтардың, атап айтқанда электр және жылу желілерінің күйін сақтаудағы күрт төмендеуімен сипатталды.

Облыс - өнеркәсіптік әлеуеті жағынан Ресей Федерациясының төрт құрамдас бөліктерінің бірі (Мәскеу, Санкт-Петербург және Мәскеу облысынан кейін). Свердлов облысының энергетикалық экономикасы өз күйінде Ресейдің басқа аймақтарынан айтарлықтай ерекшеленбейді. Сондықтан кестеде келтірілген мәліметтер. 1.9 Свердлов облысының әкімшілік аудандарында, елдегі кең желілерді құрту проблемасын сипаттайды.

Таблица 1.9

Состояние сетей в управленческих округах Свердловской области

Управленческие округа Свердловской области	Тепловые сети, км (только муниципальные)		Электрические сети, км (только муниципальные)	
	Всего	в т. ч. ветхие	Всего	в т. ч. ветхие
Восточный УО	675	310,8	1483	357
Западный УО	856	522,5	3960	1445,2
Северный УО	894	332,3	2240,2	192
Южный УО	1095	360,7	2641,1	930
Горнозаводской	1222,4	337,3	3914,7	1889,1
г. Екатеринбург	1404,6	611,9	1417,5	697,8
ВСЕГО по области	6147,8	2475,3	15657,4	5513,0

Осылайша, барлық желілердің шамамен 30% ы қажет етеді. -де. жөндеу немесе ауыстыру, бұл өте маңызды қаржылық салымдарды қажет етеді. Әйтпесе, төтенше жағдайлар туындау қаупі күшейеді.

2012 жылдың шілдесінде осы монографияның авторының қатысуымен Свердлов облысы Ивдел ауданының шалғай орналасқан елді мекендеріне (облыс орталығынан Екатеринбургтен солтүстікке қарай 500 км) экскурсиялық тур өткізілді.

Іссапардың мақсаты - шалғайдағы елді мекендердің қысқы кезеңге дайындығын бағалау және орталықтандырылмаған аумақтарды энергиямен қамтамасыз ету шараларын ұсыну және оның сенімділігін арттыру.

Сарапшылардың негізгі тұжырымы: ұзын электр желілері бар шалғай ауылдарды энергиямен қамтамасыз ету тұрақты қауіпке ұшырайды және техникалық қызмет көрсету мен қалпына келтіруге айтарлықтай шығындарды талап етеді.

Кестеде елді мекендердің тізімі және шалғай аудандардың (Ивделский) тұрғындарының саны келтірілген. 1.10.

Бұл кестеде газ құбырларын төсеуге кеткен шығындарды көрсетпей әр елді мекен үшін қамтамасыз етілуі мүмкін газдың жылдық көлемінің есебі берілген. Шалғай ауылдың 5-10 тұрғыны үшін ұзындығы 35-50 км болатын газ құбырын тарту экономикалық тұрғыдан мүмкін емес екені түсінікті. Сондықтан энергияның жалғыз көзі тұрақты отынмен қамтамасыз етуді қажет ететін дизель генераторлары бар. IDGC басшылығы қаржыландырудың жоқтығынан Ивдел аймағындағы барлық электр желілерін қалпына келтіру мүмкін емес деп санайды.

Осыған байланысты шалғайдағы елді мекендерді жаңартылатын энергия көздерімен қамтамасыз ету мәселесі өзекті болып отыр. Алыс орталықтандырылмаған объектілерді энергиямен жабдықтаудың тиімділігі мен сенімділігін арттыру үшін, балама түрде, жаңартылатын энергия көздерінің кеңейтілген жиынтығы бар жүйелер, яғни жаңартылатын энергия көздеріне негізделген интеграцияланған жүйелер - жаңартылатын энергия жүйелері қолданылуы мүмкін.

Олардың қатарына жел, күн және гидроэнергетика, мал мен ауылшаруашылық қалдықтарын метанмен өндіретін биогаз технологиясын

қолданатын классикалық қондырғылар, сонымен қатар дәстүрлі емес көздер - топырақтың, ауаның, теңіздердің төмен сортты жылуын, сондай-ақ сарқынды сулар мен полигондарды айналдыратын жылу сорғылары жатады.

Жалпы Ресейде орталықтандырылмаған тұтынушылар санының көрсеткіштері 1.11 кестеде келтірілген.

1.10 Зерттеудің қысқаша тұжырымдары мен міндеттері

2011 жылы Свердлов облысының Энергетика және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық министрі «Свердлов облысының отын-энергетикалық кешенін 2020 жылға дейін дамыту стратегиясы» бекітті (Министрдің 2011 жылғы 15 маусымдағы № 50 бұйрығы).

«Жаңартылатын энергия көздері» «Свердлов облысының отын-энергетикалық кешенінің 2020 жылға дейінгі даму стратегиясы» 4.6 бөлімін дамытуға қосқан қомақты үлесі Профессор С.Е.Шеклейн, т.ғ.д., УрФУ ЭС және ЖЭҚ кафедрасының меңгерушісі және осы жұмыстың авторы. ЖЭҚ «Стратегиялар ...» бөліміне қосу туралы ұсыныстарды дайындау кезінде Свердловск облысының гидро әлеуеті, жылу сорғыларының буландырғыштарында пайдаланылатын ағынды сулардың энергетикалық потенциалы туралы зерттеулер жасалды, биогаз қондырғыларында пайдалануға арналған мал шаруашылығы кешенінің қалдықтарының энергетикалық әлеуетіне талдау жасалды, жел энергиясын пайдалану мүмкіндіктері бағаланды. қондырғылар мен күн фотоэлектрлік түрлендіргіштер және Орал өңірінің жағдайына арналған күн коллекторлары.

Таяу Орал, сондай-ақ бүкіл Ресей үшін, олардың аумағының көп бөлігінде күрт континенталды климат тән, әлемдегі қалпына келетін энергияның моносистемаларымен салыстырғанда жаңартылатын энергияны енгізу мен пайдалануға басқаша көзқарас қажет.

- оқшаулаудың орташа жылдық мәні төмендейді ($125-200 \text{ Вт} / \text{м}^2$),
- аз қуатты жел ($3-5 \text{ м} / \text{с}$),
- елдің кең ауқымы (17 млн. км^2),
- тұтынушылардың дәстүрлі орталықтандырылған энергия көздерінен қашықтығы (жүздеген және мыңдаған километр).

Мұндай тәсіл жаңартылатын энергия көздерінің кең спектрін пайдалануға негізделген біріктірілген энергиямен жабдықтау жүйелерін пайдалану болуы мүмкін.

Осы зерттеудің қойылған мақсаттарына байланысты келесілер болды:

1. Жабдықтың әртүрлі типтері мен қуаттылықтарында жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды жан-жақты зерттеу үшін толыққанды жағдайдағы нақты объектіні жасау және құру.

2. Классификацияны жасаңыз, жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың кеңейтілген, математикалық тұрғыдан негізделген негізінде жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың әдіснамасы мен жаңа жүйелік тәсілін ұсыныңыз.

3. Жаңартылатын энергия көздерінің математикалық моделін және белгілі бір аумақтың стохастикалық сипаттамаларын ескере отырып жабдықтың құрамын оңтайландыру алгоритмін жасау.

4. Әр түрлі нақты нысандарда жаңартылатын энергия көздерін тәжірибелік, математикалық негіздеу және толық масштабты сынақтар жүргізу.

5. Свердловск аймағындағы жаңартылатын энергияның (жел энергетикасы, күн және гидроэнергетика, биогаз қондырғылары, жылу сорғылары) әлеуетін және ЖЭК пайдалану мүмкіндіктерін зерттеу.

6. Белгілі бір аумақтарға арналған жабдықтың әр түрінің құрамы мен белгіленген қуаттылығы бойынша оңтайлы ЖЭК есептеу үшін алгоритм мен компьютерлік бағдарламаны жасаңыз.

7. Жаңартылатын энергия көздеріне арналған жабдықтардың жаңа әзірлемелерін және оларды жаңартылатын энергия жүйесінің құрамдас бөлігі ретінде пайдалану бойынша ұсыныстарды ұсыну.

Зерттеу 1997 жылдан бастап, Урал мемлекеттік техникалық университеті - Атом энергиясы кафедрасында жаңа мамандық ашылып, «балама және жаңартылатын энергия көздері» бағыты бойынша оқыту ұйымдастырылғаннан бері жүргізіліп келеді.

2011 жылы Ресейдің бірінші Президенті Б.Н.Ельцин атындағы Урал федералды университетінің пайда болуымен кафедраның атауы өзгертілді, ол қазір оның қызметінде екі бағытты көрсетеді: «Атом электр станциялары және жаңартылатын энергия көздері».

Жұмыстағы сәттіліктің маңызды факторы эксперименттік зерттеулердің толық көлемді нысанын құру және ұзақ мерзімді пайдалану болды, ол энергияның түрлі көздерімен жабдықталған, «Теориялық әзірлемелер мен есептеулермен кейіннен салыстырып тексеру үшін мәліметтер базасын құруға мүмкіндік берді.

Энергияны үнемдейтін үй жобасын іске асыруда Свердлов облысының үкіметі губернатор Россель Е., үкімет төрағалары (әр уақытта) А. Воробьев және В. А. Кокшаров (қазіргі УрФУ ректоры), үкімет төрағасының орынбасарлары тарапынан айтарлықтай қолдау көрсетті. Данилова Н. И. (Орал федералды университетінің энергияны үнемдеу кафедрасының меңгерушісі (1999–2014 жж.) Және Стагер В. П. - Свердлов облысының энергетика министрі және UPI атом энергиясы кафедрасының алғашқы түлектерінің бірі.

Ағын сұлбасы (1.4-суретті қараңыз) 1997 жылдан бастап 2015 жылға дейінгі кезеңдегі ҰРФ-да қалпына келтірілетін энергетика саласындағы зерттеулердің негізгі бағыттары мен нәтижелерін көрсетеді.

II БӨЛІМ. ЖЭҚ АНАЛИЗІ ЖӘНЕ КОНСТРУКТОРЛЫ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМІ. ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДРҒЫЛАРДЫ ЕСЕПТЕУ

2.1 Заманауи желқондырғыларына күштік жүктемелер мен негізгі техникалық талаптар

ЖЭҚ әсер ететін, барлық жүктемелердің түрлері келесідей:

- қалыпты жүктеме - дауылдар (жел ағындары), мұнараның әсері, жел градиенті (тік, көлденең), көлбеу (көлбеу) жел ағындары;
- қалыпты емес жүктемелер - гироскопиялық жүктемелер, жел салмағын қосу және тоқтату, массаның эксцентриситеттері;
- экстремалды жүктемелер - электр энергиясын беруді ажырату, генератордың қысқа тұйықталуы, олардың бойлық осьтеріне қатысты жел ілгіш қалақтарын орнату бұрышын басқару жүйесінің ақаулығы (авариясы).

Энергиямен жабдықтау жүйелерінде негізгі энергия көзі ретінде ЖЭҚ қолдану шарттарынан жүктеудің есептік жағдайларын тағайындау қажет пайдалану режиміндегі ЖЭҚ жұмысы. Төменде 2.1-кестеде. - 2.3. желқондырғының құрылымын тұтастай және оның жекелеген агрегаттарын жүктеу жағдайларының тізімі мен қысқаша сипаттамасы келтірілген.

Қазіргі заманғы жел қондырғыларының конструкциялары әзірлемелердің деңгейі бойынша өз тиімділігінің практикалық шекарасына жетті. Бұдан бұрын болған ӘЭУ тиімділігінің өсуі туралы, оның өлшемдерінің ұлғаюымен, тәжірибе расталмады. Қазіргі таңда жел жылдамдығы 1,5 кезінде қалыпты қуатқа қол жеткізу қағидатына негізделген...Орташа жылдық жел жылдамдығынан 3,0 есе артық, ал бірқатар жағдайларда одан да жоғары.

Осылайша, әлемдік практикада бүгінгі күні номиналды қуатта жылына уақыт үлесі тек 2-ні құрайтын жоғары бірлі-жарым қуаттың БЭҚ құрылды. Жыл мезгілінің 19% - ы-қалғандары-қуаты аз. Нәтижесінде-төмен жылдамдықты жел ағындары кезінде ВЭУ қуатының төмен қайтарымы. Сонымен қатар, бұл тәсіл іс жүзінде өнеркәсіптік электр желілеріне қазіргі заманғы энергия "байлады", себебі өндірілетін энергияны тиімді пайдалану үшін қуатты шоғырландыру үшін желі немесе құрылғылар қажет.; соңғы жоғары қуаттар мен олардың пайда болуының қысқа мерзімділігі кезінде бүгінде экономикалық тұрғыдан тиімсіз.

Сондықтан "классикалық", әсіресе автономды тұтынушы үшін пайдаланылатын, қосалқы рөл: отынды үнемдеу және ауа райы жағдайлары мүмкіндік беретін ең жоғары жүктемелерді тегістеу.

Өндірістік желімен жұмыс істейтін ЖЭҚ желіге өндірілетін энергияның артығын беруге және сол арқылы қосымша табыс алуға мүмкіндік береді. Автономды тұтынушыда жұмыс істейтін энергия жинағыштармен және жел болмаған кезде тұтынушыларды жабдықтау үшін түрлендіргіштермен жабдықталуы тиіс, бұл олардың тиімділігі мен өзін-өзі ақтауын шектейді. Неғұрлым тиімді ЖЭҚ-ға көшу жобалау кезінде қолданылған тәсілдерге сапалық өзгеріспен сүйемелденуі тиіс.

Қазіргі заманғы ЖЭҚ мынадай техникалық сипаттамалары болуы тиіс:

- жел ағындарының жұмыс диапазоны 0...20 (23 м/с), ал екпіні 26 м/с дейін;
- 52 м / с дейінгі жылдамдықпен желге төтеп беру;
- температура диапазоны +50...-50°C;

- +25°C температурада ылғалдылығы 98% дейін;
- тропиктерден, төменгі температуралы аудандардан, теңіз деңгейінен биіктігі 3000 м асатын таудан және температурасы 50°C жоғары аудандардан басқа кез келген климаттық жағдайларда жұмыс қабілеттілігі;
- қуат класы бойынша градация: 0...16; 16...32; 50...250; 250...500 кВт;
- 1,0 диапазонында номиналды қуатты қайтару...6,2 м / с барлық жұмыс диапазонында;
- қуаттың номиналды қайтарымын қамтамасыз ету үшін берілген қуаттың жоғары қайтарымын қамтамасыз ететін қосымша құрылғылармен жабдықталуы тиіс;
- ЖЭҚ өзінің техникалық жағдайын диагностикалаумен және ақпаратты жақын орналасқан басқару буынына берумен Автоматты болуы тиіс;
- Қызмет мерзімі-15 жылдан кем емес;
- ЖЭҚ мынадай модификациялар шығарылуға тиіс: стационарлық; стационарлық фуундамасыз; қайта базаланатын; қайта базаланатын жылдам өрістетілетін-үю және өрістету уақыты – 1 сағат;
- ЖЭҚ пайдалану және жөндеу технологиялылығының шарттарын қанағаттандыруы, сондай-ақ мынадай қолдану жағдайларында жұмысты қамтамасыз етуі тиіс: автономдық, желінің локалдығында, мемлекеттік (өнеркәсіптік) желіде;
- ЖЭҚ шығаратын электр энергиясының сапасы жоғарыда келтірілген қолдану жағдайларындағы кез келген жұмысты қанағаттандыруы тиіс;
- ЖЭҚ қауіпсіздік және сертификаттау жөніндегі талаптарды қанағаттандыруы тиіс;
- бір жылдағы уақыт бойынша жел пайдалану коэффициенті-80...90% (яғни 7000...8000 ч), КПД ЖЭҚ - кемінде 85%;
- ЖЭҚ энергия шығыны 1% - дан аспауы тиіс: мұнараның құйынды ізінен өту кезінде; ластанудан; жөндеу кезінде; электр желілерінде; өзге де шығындар;
- ЖЭҚ акустикалық жүктеме бойынша келесі талаптарды қанағаттандыруы тиіс: өнеркәсіптік аудандар - күндіз 65 дБ, түнде 50 дБ; аралас аудандар - күндіз 60 дБ, түнде 45 дБ; қарапайым тұрғын аудандар-күндіз 55 дБ, түнде 40 дБ; таза тұрғын аудандар-күндіз 50 дБ, түнде 35 дБ;
- ЖЭҚ табиғатты қорғау және ландшафтты жайластыру туралы заң талаптарының орындалуын қамтамасыз етуі тиіс: табиғи ортаны қалпына келтіру қабілеті; табиғи байлықтарды пайдалану мүмкіндігі; өсімдіктер мен жануарлар дүниесінің қалыпты болуы; адамдардың өмір сүруі мен демалуы үшін табиғат пен Ландшафттардың алуан түрлілігін, бірегейлігі мен сұлулығын сақтау.

2.2 ЖЭҚ мұнараларын оның жел доңғалағымен әрекеттесуінің гидродинамикасын ескере отырып жобалау

Классикалық жел турбиналық нұсқаларында мұнараның немесе мұнараның артына орнатылған жел доңғалағын пайдалану кезінде жұмыс істеп тұрған жүктемелердің құрылымы мен деңгейін анықтайтын ең жағымсыз факторлардың бірі, сәйкесінше жел турбинасының техникалық шешімі жел доңғалағының жүзін айналдыру кезінде мұнараның «жақындығымен» бұзылады, Пышақ пен мұнара арасындағы бағанның қаттылығының өзгеруінен (мұнараның алдындағы доңғалақ) немесе мұнараның құйынды жолындағы құйынды әрекеттен

(мұнараның артындағы доңғалақ) пышақтың бүкіл ұзындығына сәйкес қолданылады.

Бұл пышақ пен жел доңғалақтарына әсер ететін жүктемелердің тұрақсыз ағыннан түсетін жүктемелерге қатысты шамамен үш есе артуына әкеледі [12, 24]. Нәтижесінде көтерілген динамикалық жүктемелер жел доңғалақ білігіне, сырғанақ сақинасына, мұнараға әсер етеді және іргетас пен жерге берілетін вибрациялық жүктемелердің жоғарылауын тудырады.

Жел турбиналық тіректері мен басқа ұзын құрылыстардың конструкцияларына жасалатын талдау, жел турбиналық тіректері ретінде қолдануға болатын қазіргі уақытта жел турбиналық мұнарасы үшін беріктік пен төзімділік, жел доңғалағымен өзара әрекеттесу мәселелерін шешетін оңтайлы техникалық шешім жоқ екенін көрсетті. , динамикалық жүктемелерді, діріл мен шуды азайту оңтайлы нәтижеге қол жеткізу үшін өзара байланысты болады. Бұл мәселелер жеке техникалық шешімдерде қарастырылады, алайда бұл мәселеге жүйелі көзқарас жоқ.

Мысал ретінде жел турбиналық мұнаралары ретінде пайдалануға болатын конструкциялардың кейбір типтік техникалық шешімдерін қарастырайық және олардың мысалында белгілі құрылымдардың түбіне тән жалпы кемшіліктерді талдаймыз.

Мысалы, су мұнарасын жобалауға арналған белгілі техникалық шешімде, оларға қатаң бекітілген көлденең қосылыстары бар эстакадалар, тіректердің сыртқы беттері арасындағы кеңістікте орнатылған элементтер қоршау, мұнараның негізінен оның биіктігіне дейін біркелкі төмендейтін ауыспалы қимасы бар. жоғарғы бөлігі, ал көлденең байланыстар ішкі жағында тік бағытта орналасқан.

Бұл мұнара құрылымдарының осы класына тән кемшіліктерге ие және оларды келесідей жүйелеуге болады:

- конструкцияда әр түрлі элементтердің, беріктік қасиеттерінің, қоршау тіректері түрінде және қоршаушы элементтердің қабырғаларының болуы жүктемені құрылымдық элементтер арасында оңтайлы бөлуге мүмкіндік бермейді және осы конструкцияның жүк көтергіштігін бұралу сияқты иілу сияқты күрделі жүктемелерге шектейді;

- мұнара құрылымдағы материалды оңтайлы пайдаланбау салдарынан өндірісте көп еңбек сіңіреді;

- мұнараны басқа құрылымдармен және тетіктермен үйлесімді қолдану кезінде, мысалы, жел турбинасының жел турбинасында, жел доңғалақтарында жүктемелердің жоғарылауы және дыбыстық және инфрақызыл диапазондарда шу деңгейі жоғары болады.

Тағы бір техникалық шешім - ұзаққа созылатын жүк құрылымы, мысалы, тіреуіш, қуат беру мұнарасының тірегі [13], оған үшбұрыштың көлденең қимасын құрайтын, үшбұрыштың жоғарғы жағынан қарама-қарсы бағытта бұралған және тең қабырғалы қалыптастыру арқылы қосымша қисық парақтармен жалғанған жиектері бар жұқа иілген парақтар кіреді. тругольников.

Бұл мұнараның кемшіліктері бар, олардың ең бастысы жабдықты, коммуникацияны ұстап тұратын және басқа құрылымдармен байланысты, сондай-ақ желдің әсерінен болатын құрылымдарға тән «бұралу арқылы иілу» қиын жүктеме режимдерінде төмен жүктеме. Дизайн материалды қажет етеді, оны жасау өте ауыр. Сонымен қатар, жел доңғалақтары бар мұнараның пайда болған кезде, желдің бағытына байланысты біркелкі көрінбейтін қарқынды

құйын пайда болады және жел доңғалағында жоғары кернеу деңгейі және жел доңғалақ жұмыс істеген кезде жоғары шу деңгейі - пышақ мұнараның құйынды соқпағын кесіп өткен кезде пайда болады.

«Жүк көтергіш және құрылымдық» мәселелерден басқа, жел турбиналық тіректерді құру және өндірудің маңыздылығы маңызды.

Жел турбиналы мұнаралар ретінде пайдалануға жарамды қолданыстағы құрылыстарды өндірудің қазіргі жағдайын қарастырыңыз.

Мысалы, жел турбинасы мұнарасын жасаудың белгілі технологиясы

Ол электрлік тіректерді (жақтауды) кезең-кезеңмен жеке өндіруді және тіректерге (жақтауға) қосылған және кәдімгі көпбұрыш түрінде шеңберге салынған көлденең қимада орналасқан бірдей типтегі элементтердің мұнара қабырғаларын қалыптастыруды қамтиды.

Бұл өндіріс технологиясының бірнеше кемшіліктері бар:

- әр түрлі типтегі бөлшектерді - бөлек қуаттау тартпаларын (жақтауын) және қабырға элементтері түрінде бөлек тұратын қабырға элементтерін дайындауды талап етеді;

- еңбекқор;

- жүктемелердің келу бағытында бірдей күш жасауға мүмкіндік бермейді. иілу және бұралу, желден, мұнарадан;

- мұнара түпнұсқа парақтарын бөлгеннен кейін қалған парақтардың бір бөлігі түрінде шығынсыз өндірілуіне жол бермейді;

- ол көп уақытты алады, ең алдымен парақтардың элементтерін тіректердің (жақтаудың) астына салу, тегістеу, туралау және парақтарды оларды тегістеген кезде қою;

- кесілген пирамида түрінде мұнара жасауды қиындатады; күрделі технологиялық және әр түрлі жабдықты қажет етеді және гетерогенді элементтерді өндіруге арналған құралдар, оларды орнату және қосу;

- мұндай технологияның өндірістік құны жоғары.

Су мұнарасы резервуарының технологиясы [11], цилиндрлік резервуардың бөліктері түрінде жасалған элементтерді, оларды диаметрлік жазықтықтарға бөлу арқылы алынады және олардың әрқайсысы қисық парақтардан құралған қабықтардың (құбырлардың) цилиндрлік қабырғаларының коаксиалды орналасқан бөліктерінен тұрады. оларға түбінің және шатырдың жапырақтары. Аяқталған элементтер құрастыру алаңына қойылады, шеттері бір-біріне жабысқанша жиналып, бірге дәнекерленеді.

Бұл белгілі технологияның кемшіліктері бар:

- бұл әртүрлі бағыттар мен бұралу мұнарасынан бірдей күшті иілуге мүмкіндік бермейді; кесілген пирамида түрінде мұнара жасауға мүмкіндік бермейді; әмбебап емес;

- металл, өйткені цилиндрлік резервуарды диаметрлі жазықтыққа бөлу мұнараның негізіне де, үстіңгі бөлігіне де радиусын, қабырғасының қалыңдығын және т.с.с бірдей күшті сипаттамаларды береді;

- биіктігі 10-15 метрден асатын мұнараларды жасау кезінде мұнараның бірлігіне шаққандағы құнын арттыруға тырысады, өйткені жоғары құрылымдар үшін құрылымның тұрақтылығы, әсіресе аралас жүктеме кезінде маңызды болады: бұралу арқылы иілу, бұл жел турбиналарына тән жағдай - бұл режимде, мысалы, жел доңғалақтары желге қатысты емес.

Зерттеу мақсаты жел турбинасы мұнарасының оңтайлы дизайнын құру болып табылады, онда құрылымдық қарапайымдылық пен жүктеме

Жел турбиналық мұнарасының оңтайлы дизайнын құру келесі өзара байланысты мәселелерді шешуді қажет етеді: бірдей типтегі мұнараның дизайны - конструкциясы, беріктік қасиеттері, материалда - көлденең қосылыстары бар қорапша және қоршаушы элементтер ретінде; тең берік құрылыс құру; өндірістің күрделілігін, ең алдымен бірдей типтегі элементтердің өндірісі есебінен төмендету; материалды тұтынудың төмендеуі; жел доңғалағының механикалық жүктемелеріне және іс жүзінде мұнара құрылымының өзара әрекеттесу параметрлеріне, сондай-ақ пайда болатын инфрақызыл тербелістердің деңгейлері мен жиіліктеріне әсер ету мүмкіндігін қамтамасыз ету; жел турбиналы мұнара кесілген пирамида түрінде өндіруді қамтамасыз ету, ол жүктемелерді қолдану бағытында, иілу және бұралу беріктік сипаттамаларында «біркелкі» болады; мұнараның функционалды мақсаты тұрғысынан әмбебаптықты арттыру (пайдалану, жабдықты орналастыру), бастапқы бланкілер мен материалдарды таңдауға, тасымалдау жағдайларын жақсартуға мүмкіндік береді; металл шығынын азайту; бірлік құнын төмендету; өндіріс уақытын қысқарту.

Мұнара дәл осындай элементтерден жасалған, оларда көлденең байланысы бар тіректердің әр жұбы және олардың арасындағы қоршаушы элемент трапеция сегменті түрінде бір радиуста көлденең қимада қисайған тұрақты трапеция түрінде жасалған бір қатты элементке біріктірілген. Сегменттер трапеция негізімен мұнараның төменгі шетіне, ал дөңес жақтары қалыптасуымен мұнара ортасына, атаулы байланыс нүктелері арқылы әр бесбұрышты тұрақты фигураның әрбір көрші жұпының трапециясының бүйірлерімен, ішкі жағынан құрылған радиацияланған сыртқы тауашалардың саны түрінде орнатылады.



Бесбұрыштық көлемді тұрақты фигураның жоғарыда аталған элементтерін құратын мұнара құрылымның динамикасы мен беріктігін талдауда ақырлы элемент әдісін қолдана отырып теориялық зерттеулер негізінде жүргізілді;

Қарастырылған дизайнның техникалық мәні мен оны жасау технологиясы келесі суреттермен суреттелген (3.4-3.6 суретті қараңыз). 3, 5, 7, 9 және басқалары бар мұнаралар қарастырылды. - көмір формасы. Сонымен бірге, 3 көмір пішінді мұнара тұрғызылған кезде, сыни бөлімдегі мұнара тұрақтылықты жоғалтады. Мұнара «бұралу» кезінде тұрақтылықтың жоғалуы орын алады - дауыл кезінде жел турбинасын жел дөңгелегімен желге бағдарланбаған кезде жүктелген жағдай. 3 ... 9 элементтерінің ішінде 3 элементі бар мұнара, басқалары тең, бұралу және иілуге минималды инерция моменті болады. Мұнара ішкі көлемі оны мұнараға ішкі көлемдегі адамды жылжытуға немесе жүк тасуға арналған жабдықты орналастыруға қолдануға мүмкіндік бермейді.

Мұнара жағдайында 7, 9 және т.б. - көмірдің формасы, 5 көмірмен салыстырғанда, беріктігі мен тұрақтылығы іс жүзінде айтарлықтай өспейді, бірақ жұмыс күші, металды тұтыну және өндіріс уақыты айтарлықтай артады. Сондықтан, бесбұрышты көлемді мұнара жел турбиналарын пайдалану тұрғысынан оңтайлы болып табылады.

Мұнараның жоғары беріктік пен тұрақтылықты пайдалану үшін қолайлы жағдайларды қамтамасыз ететін қасиеттерін атап өту керек, атап айтқанда:

- адамды мұнара ішіне ішкі жағынан желдің турбиналық моделіне сыртқа шықпай өткізе алу мүмкіндігі;
- мұнара ішкі көлемі арқылы шағын жүктерді тасымалдау мүмкіндігі;
- мұнара ішкі көлемін жабдықты орналастыру үшін, оның ішінде операторды орналастыру үшін пайдалану мүмкіндігі.

Мұнараның дизайны өндіріс тұрғысынан жеңілдетілген. Пирамидалық мұнара прокаттау парағынан немесе стандартты түтік дайындамаларынан бойлық қималар арқылы жасалады және трапеция тәрізді сегменттер кесілген кезде пайда болатын бүйір жиектер бойымен дәнекерленеді, олар кіші доғалармен жиналған кезде мұнараның үстіңгі негізіне, ал үлкендері төменгі негізге бұрылады. Құрастыру трапеция сегменттерін бүйір жиектер бойымен дәнекерлеу арқылы жүзеге асырылады, содан кейін жалғастырғыш фланецтер орнатылады.

Биік мұнара құрылымдары фланецті қосылыстармен бекітілген екі немесе одан көп бөліктен жасалуы мүмкін. Бұл жағдайда тасымалдау жеңілдетіледі, мысалы, ұзындығы 9,5 ... 10.5 м - барлық көлік түрлерімен жолдар мен қашықтықтарға шектеусіз.

Мұнара конструкциясы бесбұрышты көлемді фигура түрінде жасалады, мұнда тік элементтердің көлденең байланыстары, көлбеу элементтердің көлденең байланыстары, сыртқы тауашалары мен ішкі қуысы, олар ұқсастық заңына сәйкес жасалады, мұнараның төменгі ұшынан жоғарыға қарай бағыттағы биіктікке байланысты төмендейді, мұнаралар жасауға мүмкіндік береді. Тең беріктік құрылысы.

Жел турбиналық мұнарасының дизайны желдің жылдамдығына және оның бағытына қарамастан ағын режимдерін тұрақтандыруға мүмкіндік береді. Жоғары құрылымдарды жобалау теориясынан [6, 7] белгілі болғандай, бұл үшін құрылымды трапеция сегменттерімен қалыптасатын іргелес тауашаларды

байланыстыратын және желдің келу бағытына қарай біркелкі аэродинамикалық сипаттамаларын қамтамасыз ететін аэродинамикалық каналдармен жабдықтау қажет. Трапеция сегменттерінің бүйір беттерінің түйіскен жерінде мұнарада өткір жиектердің болуы бөлінген ағындардың пайда болу нүктесін оқшаулауға және сол арқылы желдің жылдамдығының кең спектрінде құйынның пайда болуын тұрақтандыруға, соның ішінде желдің келуінің әртүрлі бағыттары үшін мүмкіндік береді. Мұнараның артындағы құйынды ойықтың ені артады, бұл құйындылықтың пайда болу қарқындылығын төмендетеді және сол арқылы инфра-диапазондағы дыбыстық қысым деңгейін төмендетеді.

Құйынды ойықтың енінің ұлғаюы инфра-фондық тербелістердің жиілігін төмендетуге әкеледі, өйткені Жел доңғалағының пышақ құйынды күйінде болған уақытпен анықталатын тиеу импульсінің ұзақтығы дөңгелек немесе тұрақты көпбұрышты пішінмен салыстырғанда 2-3 есе артады, бұл нәтижесінде пайда болатын тербелістердің спектральды аймағын 1,8 ... 2,8 Гц спектрлі аймаққа алып тастайды, қауіпті 7-ден. Тербелістердің қарқындылығын төмендету кезінде қарапайым жағдайларда пайда болатын 10 Гц. Бұл қоршаған ортаның ластануын азайтады және мұнараға, жел доңғалақтарының пышақтарына және жел турбиналарының басқа қуат элементтеріне жүктемені азайтады.

Мұнараның дизайны бірнеше функцияларды, конструкцияға сәйкес келетін интегралды элементтерді, беріктік қасиеттерін, мұнараны тұтастай немесе мұнараның бір деңгейіне сәйкес келетін материалдарды біріктіре отырып, оны бірдей түрде орындауға мүмкіндік береді. Ұсынылған шешім мұнараны жасаудың күрделілігі мен уақытын, ең алдымен, мұнара жобалауына және сол типтегі элементтерге, сондай-ақ олардың аздығына, мұнара өндірісіне қажетті бесеуін азайтуға мүмкіндік береді.

Мұнара өндіру келесі ерекшеліктерді ескере отырып жүзеге асырылады:

- әр түрлі ұзындықтағы стандартты коммерциялық құбырлар, бланкалар ретінде пайдаланылады;
- тасымалдау талаптары.

Бірінші талап мұнараны жалғыз дайындамадан жасауды көздейді, өйткені бұл мүмкін емес, өйткені сериялы шығарылған құбырдың ұзындығы жел турбинасы мұнарасының ұзындығымен сәйкес келмейді, екінші - жел турбиналарының көпшілігі алыс және қол жетімді емес жерлерде орнатылатындығын ескере отырып, тасымалдаудың ыңғайлылығы үшін қысқа бөліктер.

Мысалы, теміржол көлігімен жеткізу үшін жел турбинасы мұнарасының бөліктерінің ұзындығы ~ 18 м, ал қуаты 30 ... 250 кВт болатын жел турбиналары үшін 25 ... 40 метр биіктіктегі мұнара қажет, оны екі немесе одан да көп құбырлы дайындамалардан жасау керек.

Көлемді күшті қабырғалардың болуы, әсіресе мұнараның төменгі бөліктерінде, мұнда тауашалардың тереңдігі және сәйкесінше қабырғалардың биіктігі жоғарылайды, бұл жел тұрақсыздығы мен жер сілкінісі кезінде жел турбиналық мұнарасының жалпы тұрақтылығы мен беріктігін қамтамасыз етуге, сонымен қатар жергілікті және жергілікті әсерлерге, оның ішінде жергілікті құрылымға тұрақты құрылым алуға мүмкіндік береді. «көлік құралының базаға соққан» жел турбиналық мұнарасын жүктеу жағдайларының саны және есептелген жағдайларының біріне қатысты (2.1 кестені қараңыз).

Осындай жүктеме кезінде «классикалық» трусалар немесе құбыр тәрізді қабықша құрылымы жергілікті зақымға алып келуі мүмкін, бұл жалпы тұрақтылыққа әсер етеді, апаттың дамуына әкелуі мүмкін.

Дауыл кезінде желді 52 м / с жылдамдықпен қабылдауды қамтамасыз ету, жоғарыда орнатылған гондола мен жел доңғалақтары бар мұндай құрылым 10 балдық жер сілкінісін алады.

Мұнара мен жел доңғалағының аэродинамикалық өзара әрекеттесуін қалыптастыру және реттеу мәселесі, жоғарыда көрсетілгендей, жел турбиналарының дизайнын анықтайтын негізгі мәселелердің бірі болып табылады.

Жоғарыда сипатталған мұнара құрылымының түріне қатысты әзірленген тәсілді жүзеге асыруды қарастырыңыз.

Жел электр қондырғысының мұнарасы (2-сурет) мұнараның ішкі көлемін шектейтін, қисық трапеция тәрізді парақтардың вкварттық көпедресі түрінде жасалған үстіңгі 1 және төменгі 2 негізді, 3-баррельді қамтиды. Мұнара 4-ші тереземен жабдықталған, 3-ші баррельдің әр жағында жасалған және мұнараның ішкі көлемімен байланысады, мұнара Н биіктігі шегінде дөңгелек сызық бойымен бір-біріне қатысты аралықта орналасады, үстіңгі негізден өлшенеді және тәуелділікпен анықталады (1):

$$(1) \quad H = (R + d_B) \cdot \frac{H}{R} < \frac{H}{R} \cdot H,$$

мұндағы Н – мұнара биіктігі,

R - желшоқ жауырының радиусы,

d_B – мұнара диаметрі.

аудан F терезе келесі қатынастан анықталады (2):

$$(2) \quad 0,1 \cdot F_s < F < 0,8 \cdot F_s.$$

4 терезелері t қадамымен орындалған, фиг қараңыз. Ара қатынасынан анықталатын 4,5 бұрандалы сызық (3):

$$t = (k \cdot h + b) \cdot (n - 1) \cdot m \quad (3)$$

мұндағы h – мұнара тезере биіктігі,

n – мұнара шет саны,

b - мұнараның қырындағы биіктігі бойынша шектес терезелер арасындағы қашықтық,

k - мұнараның қырындағы аралас терезелердің биіктігі бойынша жабу коэффициенті ($k < 0,5$),

m - бұрандалы желінің кіру саны.

Мұнара ұзындығы бойымен бірнеше бөлімдерге бөлінеді, олардың ішкі көлемі бір-бірімен байланысады. Кем дегенде, бөлімдердің бірінде калибрленген кедергісі бар каналдар арқылы ішкі көлеммен байланысатын жабық қуыс жасалады.

Терезе 4 биіктігі олардың еніне тең немесе үлкенірек жасалады, тікбұрышты, жиектері тегіс, дөңгелек, сопақ, және өту мүмкіндігімен бірнеше

терезе жасалған олар арқылы персонал, мысалы, мұнарадан шығу, мұнарадан тыс жұмыстарды орындау үшін.

Мұнара секцияларын екі дөңгелектің радиусы $R = 1,5$ м жел дөңгелегі бар терезелермен жүзеге асыру жел турбинасы мұнарасының массасының центрін және сәйкесінше бүкіл жел турбинасын төмендетуге мүмкіндік береді, бұл есептелген мәліметтер бойынша мұнара мен фундаменттің төменгі бөлігіндегі динамикалық жүктемелерді азайтады. күші 10 балл (Рихтер шкаласы бойынша) шамамен 15 ... 25%.

Мұнара бөлімдерінің бірінде жабық көлемнің қуысы жасалады, мысалы, мұнараның төменгі бөліміндегі аппараттық бөлменің астында. Бұл қуыс калибрленген кедергісі бар каналдар арқылы («лабиринттің» конструктивті орындалуы, перделер және т.б.) іргелес бөлімдермен (ең болмағанда біреуі) байланыста болады. Жабық қуыспен байланысқа байланысты бөлімдегі ауа бағанының ауытқуы кезінде ауа алмасуды басқаруға болады, оны жабдық бөлмесін желдетуге қолдануға болады. Калибрленген кедергі жел турбинасының жел турбинасының жұмысы кезінде ауа бағанының ауытқуына байланысты қажетті ағымды орнатуға мүмкіндік береді.

Аэродинамикалық сүйреуішті реттеу үшін 4-ші терезені торлармен жабдықтауға болады, ал терезелерді тормен жауып, бүкіл биіктіктен және спиральдың бір жоғарғы бұрылысында ғана орнатуға болады. Терезелерге тор орнату мұнараға бөгде заттар мен құстардың кіруін шектейді, мұнараның ішкі көлемінде персонал мен тауарларды тасымалдау кезінде қауіпсіздікті арттырады. Шағын торлы тығыз торларды қолданған кезде торлар реттеуші рөл атқарады, ауа алмасу кезінде аэродинамикалық сүйемелдеу жасайды, тордың өткізгіштігімен бақыланады. Ауаның тербелісі кезіндегі тордың серпімділігі оны қатып қалуға және шаңмен бітелуге жол бермейді, сонымен қатар «жел дөңгалақ - құйынды мұнарасы» динамикалық жүйесінде дамып жатқан тербелмелі процестерге демпингтің енгізілуіне байланысты қосымша оң әсер етеді. Мұнарадан насельді желдету жүйесіне ауа қабылданған кезде, торлы желілерді тек бір жоғарғы бұрылыста жүзеге асыру, ауа атмосферадан тікелей қабылданған кезде әуе жолын насельге кеңейтуге және қар мен шаңның кіру мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Мәселен, Воркута жағдайында жел турбиналарын пайдалану тәжірибесінен қардың желдің қысымының салдарынан таяз жарықтар мен ағып өтетін жабдықтың қарға түсуіне жол бермеу үшін 30 м биіктіктегі гондоладағы ауа қабылдайтын перделерді тығыз жабу қажет. Әуе жолын ағынды бұрылыстармен созу қар мен шаңның тундра немесе шөлді аймақтарда гондолаға енуіне жол бермейді.

Терезелер тұрғысынан алғанда, ең қолайлы болып, терезелерді көршілес бұрылыстарда (және жақтарда) ығысуымен орындау $\gamma / g h$, мұндағы h - терезенің биіктігі, бұл жағдайда терезелердің F максималды ауданы бар иілу мен бұралу беріктігінің оңтайлы үйлесіміне қол жеткізіледі. Бұл қабықтың ақырлы элементтерінің модельдерін қолдана отырып, А-мұнарасының нұсқалары үшін көптеген беріктік зерттеулерде анықталған. Спиральдың қадамдық шкаласы терезенің бүтін санымен сызықтың бір бұрылысын «жабу» шартынан орнатылады.

Персоналдың өтуі үшін ені кемінде бірнеше терезенің орнатылуы персоналдың, мысалы, өрт болған кезде, сонымен қатар сыртқы жұмыстарға шығу үшін қызметкерлердің мұнарадан жедел шығуына мүмкіндік береді. Адам өтуі үшін ені 0,5 ... 0,6 м жетеді.

Үстіңгі бөлігінде 2,8 және 1,7 м төменгі бөлігінде, үш бөліктен тұратын биіктігі $H = 30$ м болатын, шеңберлі шеңбердің диаметрі бар бесбұрышты мұнараны пайдаланып жел турбинасын жасау кезінде терезелердің ені 0,4 м, биіктігі 0,6 м., Ал ортаңғы бөліктің төменгі бөлігінде (1.5-суретті қараңыз) ені 0,5 м екі терезе бар.

Терезенің пішіні келесі ойлардан таңдалады:

- максималды беріктігі - генераторлар бойымен сопақша негізгі осіне бағытталған дөңгелек, сопақша - мұнараның шеттері;

- салмақты үнемдеу және құйынның оянуының параметрлерін жақсарту үшін терезенің ашылатын максималды аймағын алу - дөңгелек бұрышы бар тікбұрыш (дөңгелектелген - шаршау жарықтары мен стресс концентрациясын төмендетпеу үшін).

Мұнараның терезелері $H = \text{const}$ мұнарасында тұрақты биіктікке ие бола алады, және, мысалы, биіктіктің төмендеуі. $T = h = (H)$ қадамы айнымалы болады. Бұл опция мұнараның конустық дизайнына сәйкес келеді.

V° жел ағынының және жел доңғалағының жұмысының әсерінен мұнара жел доңғалағының жел ағынының қозғалу күшінен және мұнараның өзінен иілуге және бұралуға ұшырайды. Мұнара көп қырлы қабық бұралу кезінде иілу үшін жақсы жұмыс істейді. Терезелер мұнараны әлсіретеді, бірақ олардың мұнара үстіңгі бөлігіндегі орналасуы H -ден жоғарғы базадан 1-ге дейінгі және спиральды сызық бойымен көршілес бұрылыстар бойынша терезелер өзара қабаттаса, жоғары бұралу қаттылығы мен жеткілікті беріктікке, соның ішінде жоғары мойынтіректерді ұстап тұруға мүмкіндік береді. максималды иілу моментінің диапазонындағы құрылымның мүмкіндігі.

Егер ағынның бөлінуі терезе арқылы полеэдронның өткір шығатын жиектерінде пайда болса, ауа мұнараның ішкі көлемінен, кіретін ағыннан және құйынды оятудан алмасады. Нәтиже - бөлу аймақтарындағы қысымды теңестіру және алынған құйындыларды ұсақтау.

Терезелердің спираль бойымен орындалуы беріктікті қамтамасыз етумен қатар, төмен қарай сфералық құйындардың пайда болуына қолайлы жағдай жасайды.

Нәтижесінде құйынды оятқыш (16-сурет) аз диаметрі бар құйындылар айналымы төмен қарқындылығымен бөлінеді.

Мұнараның құйынды соққысында алынған құйындардың мөлшері аз болады, пышақтың ұзындығына дейін, бұл өте маңызды, өйткені пышақтың шектеулі аймағында құйынды «жабуға» мүмкіндік береді, ол жоғары қаттылыққа ие және бұл бұзылысты іс жүзінде оны тамыр бөлігіне берместен тиімді қабылдайды. Нәтижесінде, күшті динамикалық жүктемелердің орнына, жел доңғалағының пышағы салыстырмалы түрде әлсіз импульстарға ұшырайды, бұл пышақтың қызмет ету мерзімін едәуір арттырады, жел доңғалағының білігіне, трансмиссияға, сырғанау сақинасына, жел турбиналық мұнараға түсетін жүктемені азайтады, сонымен бірге іргетас пен жерге берілетін жүктемелерді азайтады.

Мұнарадағы терезелер 4 жасалынған H биіктігі жел дөңгелегі пышақтарының ұштарының қолайсыз жүктемелерін болдырмау үшін, радиусы R радиусы 8 жел доңғалағының пышақтың бүкіл ұзындығы бойында қолайлы құйынның пайда болу жағдайынан, сондай-ақ мұнара диаметрінің dB шегінде болатын өтпелі аймақпен анықталатын тәсілі: $H - (R + d) \leq \underline{H} < R$

Аэродинамикалық позициядан жел турбинының құрылымын салу жел ағынының жылдамдығы 3,0-ден 60 м / с-қа дейін құйынды ойықтың пайда болуының «ұйымдастырылған» тұрақты көрінісін алуға мүмкіндік береді, бұл жағдайда жел доңғалақтары да, мұнаралары да «классикалық» деңгейден төмен. динамикалық жүктеме шешімдері.

Ауа бағанының серпімділігіне байланысты мұнараның ішкі көлемі құйынды ойықтың пайда болуына қатысады.

Құйынды қалыптастыру процесі үшін бағанның тербелістерін реттеу, тербелістерге қатысатын мұнара бөлімдерінің көлемін және тербелістерге қатысатын ауа бағанының биіктігін қосатын шұңқырдың немесе каналдың ауданын белгілеу арқылы жүзеге асырылады: егер байланыс тесіктері немесе арналары кішкене аймақтан немесе екіден болса және егер қосылатын арналар (тесіктер) жеткілікті үлкен болса, бөлімдердің саны көп болады. (Жеткіліктілік критерийі ауадан секцияға секіру кезіндегі саңылау мұнарасының қимасының ауданы мен саңылаудағы қарсыласу күшінің арақатынасынан анықталады - серпімді күштердің демпферлік күштерге қарағанда басым болуына немесе керісінше). Бұл «түзету» жел ағындарының бұрыннан белгілі жергілікті жағдайларында, жел турбиналарының қуаты мен жел доңғалақтарының параметрлері жел турбиналары орналасқан аймақтың жағдайларына сәйкес жүзеге асырылады.

F терезелерінің ауданы бір жағынан беріктік тұрғысынан шектелген: осыдан $0,8 F_s$ жоғарғы шегі белгіленеді, ал жел дөңгелегі мен құйрығының ең қолайлы жүктемесі байқалады.

Сонымен қатар, $F < 0,1 F_s$ кезінде жел доңғалағының құйынды оятқышпен әрекеттесу үлгісі өте катал болады, оянған құйындылардың мөлшері жел доңғалағының радиусымен салыстырғанда айтарлықтай байқалады, бұл мәлімделген шешімнің тиімділігін шектейді, өйткені кіші аймақтың терезелері бөлу аймақтарындағы қысымды теңестіру міндетін жеңе алмайды, ал құйындылықтың пайда болу қарқыны күрт артады. Сондықтан $F = 0.1 F_s$ тәуелділіктің төменгі шегі ретінде таңдалады (2).

Қарастырылған тәсіл максималды мәnnің төмендеуін қамтамасыз етеді жел доңғалағының жүзінде әрекет ететін иілу моменті, 2,0 ... 2,5 рет. Тербелістердің қарқындылығының төмендеуімен дыбыстық қысым деңгейі төмендейді, ал қоршаған ортаның ластануы сәйкесінше төмендейді.

Пышақтың беріктігіне қойылатын талаптар азаяды немесе беріктігін сақтау кезінде жел доңғалағының ғана емес, сонымен қатар жел турбинының басқа қондырғыларының ресурсы да айтарлықтай артады.

Қарастырылған тәсілді қолдана отырып, жел турбинының нақты конструкциялары 30 ... 250 кВт қуатына арналған. Сандық әдістерді қолдану ұсынылған шешімнің жоғары тиімділігін көрсетті, бұл шын мәнінде пайда болатын жүктемелерді азайтумен жел дөңгелегі мен мұнараның бірлескен жұмысының оңтайлы мәселесін шешуге мүмкіндік береді және негізінен төмен жылдамдықты жел ағындарымен жұмыс істеуге арналған және практикалық конструкциялардың бірқатарын құруға негіз болады. орташа және күшті желдерде тиімділік.

2.3 30 ... 250 кВт қуат класты мұнара құрылымдарының беріктігі мен қаттылығы

Осы бөлім 30...250 кВт класты ЖЭҚ мұнарасының металл конструкциясының беріктігі мен қаттылығын талдауға арналған. Мұнараны стандартты жүктеудің екі типтік нұсқасы, сондай-ақ Рихтер шкаласы бойынша тоғыз баллдық жер сілкінісінің сейсмикалық әсері қарастырылған.

Жүктеудің бірінші нұсқасы номиналды қуаттағы жел турбинасының қалыпты жұмысына сәйкес келеді (2.3-кестеде келтірілген 3-жағдай), екіншісі - доңғалақ осіне қатысты көлденең бағыты бар $V = 52$ м / с боран желінің мұнарасының әсеріне сәйкес келеді (кестеде 4-жағдай). 2.3).

Мұнара құрылымы ақырлы элемент әдісімен жеткілікті егжей-тегжейлі модельдеуден өткізілген.

Беріктікті талдау кезінде мұнара құрылымының қабықтары мен мембраналарының парақтарын сипаттайтын тақтайшаның ақырғы элементтерінде, сондай-ақ оның әртүрлі арматураларына еліктейтін өзекшелерде қауіпсіздік факторлары анықталады. Сонымен қатар, сипаттамалық түйіндердің ығысуы, сондай-ақ мұнара негізінің іргетастың бекіту элементтеріндегі күштер анықталады.

Есептеулер SADAS бағдарламалық пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды[]. SADAS бағдарламалық пакеті (5.1 нұсқасы) беріктікке, қаттылыққа, тұрақтылыққа және дірілге арналған жалпақ және кеңістіктік серпімді металл конструкцияларын есептеуге арналған.

Құрылымдарды сипаттау үшін ақырлы элемент әдісі қолданылады. Ақырлы элементтер ретінде өздігінен көлденең қиманың өзектері, жұқа және қалың тақтайшалар (тақталар мен тақталар) және көлем элементтері қолданылады. Сонымен қатар, жұқа қабырғалы ашық профильдің өзектерінде бұралу әсерін ескеруге болады.

Кешен серпімді құрылымды белгілі бір қатты дене түрінде ғана емес, сонымен қатар жекелеген түйіндер арасындағы байланыстардың ерекшеліктерін ескере отырып ұсынады. Атап айтқанда, олардың кез-келген бағытта бірлескен қозғалысты қамтамасыз ететін әртүрлі ілмектер мен берік байланыстар арқылы байланысы Осылайша, дизайнда жекелеген бөліктердің кинематикалық тізбек түріндегі байланыстарын ескеруге болады.

Күрделі құрылымды бұрын жеке тәуелсіз блоктарға (супер элементтер) бөлуге болады, олар үшін қаттылықтың, масса мен қуаттың сипаттамаларын төмендетуге болады. Әр түрлі жүйелер блоктардан кез-келген комбинацияда жиналуы мүмкін, олардың кезектері одан да күрделі. Қондырмалы блоктардың жұмысы автоматтандырылған және өте жеңілдетілген.

Кешеннің дамуында динамикалық есептерді шешуге ерекше көңіл бөлінеді. Өте күрделі дизайн салыстырмалы түрде кішігірім (80 жалпыланған координат тәрізді) математикалық модельмен ұсынылған, бұл есептерді шешудің уақытын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді.

Қатты түзетілмейтін байланыстар түрінде немесе оларсыз еркін серпімді құрылым үшін 45-ке дейін табиғи жиіліктер мен діріл режимдерін жоғары дәрежеде сенімділікпен алуға болады.

Зерттелетін құрылым кеңістікте еркін болатын күш пен кинематикалық әсерлерді сезінуі мүмкін. Ол сыртқы және ішкі қосылыстарды салыстырмалы түрдегі орын ауыстырулар мен жылдамдықтарға байланысты ерікті қуат сипаттамаларына ие амортизаторлар түрінде қамтуы мүмкін. Бұл жағдайда жеке амортизаторлар серпімді құрылымда орналасуы мүмкін және тірек контурына өзектер арқылы қосылады. Амортизаторлар (тарту) құрылымның

динамикалық қозғалысы процесінде олардың бағдарларының өзгеруін ескере отырып, кеңістіктегі еркін бағытқа ие бола алады.

Қарастырылып отырған құрылымға оның бағыттаушылары бойымен құрылымға қатысты аудармалы қозғалыстарға тап болуы мүмкін объект (серпімді ішкі құрылым) кіруі мүмкін. Нысан гидтермен екі жақты (бір жақты) байланыста болуы мүмкін.

Динамикалық процестің кез келген уақытында FE дизайнындағы кернеулерді анықтауға болады.

SADAS бағдарламалық пакеті әмбебап болып табылады. Оны әртүрлі құрылымдарды, құрылғылар мен машиналарды статикалық және динамикалық талдау үшін сәтті қолдануға болады. Атап айтсақ - металл конструкцияларын, көлік құралдарын, амортизаторлармен жабдықталған, қуатты кинематикалық әсерлерге ұшырайтын заттарды салу, мысалы, жер сілкінісі және т.б.

Бағдарламалық кешен (5.1 нұсқасы) он негізгі бағдарламадан тұрады: BANK, GALCUL, MASSA, SUPEREL, DYN2, RESULT, GRAPHIK, PICTURE, PRINTER, PROFIL.

Бағдарламалық жасақтама пакетін анықтауға мүмкіндік береді;

- берілген түйіндер мен бағыттардағы құрылымның қаттылық матрицасы (МК) төмендеді;

- конструкцияның массаларының қысқарған матрицасы (ҚМ);

- тұрақтылықтың төмендетілген матрицасы (ТМ);

- өзектердегі, ішкі күш факторлары мен кернеулердің өзектердегі, пластиналардағы және көлемдегі КЭ статикалық жүктемедегі орын ауыстыруы (сонымен қатар өзектердің бойлық иілу әсерін ескере отырып);

- сыртқы күштер белгілі жалпыланған координаттарға азайтылды;

- тұрақтылық үшін қауіпсіздік коэффициенті және тұрақтылық жоғалған жағдайда иілу формасы;

- өзектердегі статикалық бойлық күштерді ескеретін табиғи тербелістердің жиілігі мен формалары;

- діріл формалары бойымен қозғалу кезінде өзектер мен кернеулердегі ішкі күш факторлары;

- сыртқы физикалық және геометриялық сызықты емес серпімді-демпферлік байланыстарды ескере отырып, құрылымның және оған қатысты динамикалық жүктеме кезінде қозғалатын заттардың қозғалыс параметрлері (жылжу, жылдамдық, үдеу);

- динамикалық жүктеме кезіндегі амортизаторлардағы күш;

- амортизаторлардың жылдамдығын ұзарту және ұзарту;

- нысанды бағыттаушылармен байланыстыру түйіндерінде күш салу;

- өзектердегі ішкі күш факторлары мен кернеулер, пластиналардағы кернеу компоненттері және динамикалық жүктемелер жағдайында көлемді КЭ-дағы кернеулер.

Динамикалық әсердегі құрылымның әрекеті дифференциалдық теңдеулер жүйесімен сипатталады:

$$[M] * \{q''\} + [B] * \{q\} + [L] * \{q\} = \text{SUM}(\{P\} * f_i(t)) + \text{SUM}(\{T_o\} * R(h, h')) + \text{SUM}(\{T_H\} * F(h)), \quad (9)$$

мұндағы $[M]$ – инерция матрицасы;

$\{q''\}$, $\{q'\}$, $\{q\}$ - абсолютті жалпыланған үдеулердің, жылдамдықтардың және орын ауыстырулар векторлары;

$[B]$ - қондырғының дизайнында тербелмелі энергияның дисперсиясын ескеретін матрица;

$[B]=q_{атма} * [L]$, мұндағы $q_{атма}$ - тозу коэффициенті;

$[L]$ - қаттылық матрицасы;

$\{P\}$ - конструкцияға күш әсерлерін үлестіру нұсқасының векторы;

$f_i(t)$ - уақыт күшін өзгерту функциясы; $R(h,h')$ - бейсызық байланыстағы күш;

h,h' - байланыстың ұзаруы және ұзарту жылдамдығы;

$\{To\}$ - сызықтық емес байланыс күшінің жалпыланған координаттар бағытына бағыт проекциясының векторы;

$F(h)$ - нысан бөгеліндегі күш;

$\{T_n\}$ - сыртқы қосылған объектілерден күш бағытының проекцияларының векторы жалпыланған координаттардың бағыты.

(9) тендеулер жүйесін интеграциялау Ньюмарк әдісімен жүзеге асырылады.

Нұсқаулық бойынша объектінің қозғалысын есепке алу қосымша қиындықтар тудырады. Нысан қозғалған сайын, қамыттар әртүрлі нүктелердегі гидтермен байланыста болады. Жүйенің геометриясы үнемі өзгеріп отырады және жобалау схемасы мұндай өзгерістің мүмкіндігін қарастырады. Мойынтіректер бағыттаушылармен және дизайн схемасының түйіндерінен тыс байланыса алады. Кез-келген нүктенің қозғалысын құрылымдық бөлімдердің қозғалысы арқылы білдіре білу керек.

Жел турбиналық мұнарасы өте күрделі парақ құрылымы. Есептеудің ыңғайлылығы үшін мұнара 12 супер элементтерге (SE) бөлінген. Бастапқыда әр СК ақырғы элементтердің (FE) көп жиналған кейбір тәуелсіз жүйесі ретінде қарастырылады.

Кеш ретінде призмалық өзектер, үшбұрышты және төртбұрышты пластиналар қолданылады, олар кернеулі-деформацияланған күйде болады (ҚҚС). FE-да жеке FE-лер түйіндерде бір-бірімен байланысады, оларды алты еркіндік дәрежесі бар шексіз қатаң денелер ұсынуы мүмкін.

FE-де FE-дің және түйіндердің көп болуы олардың қаттылық матрицасының үлкен өлшеміне әкеледі. СК-ны бір жүйеге салу үшін оларды сипаттайтын қаттылық матрицалары олардың өлшемдерін азайтады. Әрекет кейбір таңдалған жалпыланған координаттарға сәйкес келетін салыстырмалы түрде төмен өлшемді СК-нің қаттылықтың төмендетілген матрицаларын қалыптастыру үшін орындалады. Мұндай координаттар басқа күн ұяшықтарымен түйін түйіндерінің барлық жалпыланған координаттары, сонымен қатар оның динамикадағы орнын анықтайтын жүйенің кейбір сипаттамалық түйіндерінің координаттары болуы керек. Таңдалған жалпыланған координаттар алдымен нөмірленеді.

Мұнара тұтасымен және оның жеке СС сәйкес нөмірі бар модель деп аталады. Бұл мәселені шешу кезінде келесі белгілер қабылданды: жүйе - модель 499, төменгі бөліктің төменгі бөлігі - 400 модель, төменгі бөліктің ортаңғы бөлігі - 401 модель, төменгі бөліктің жоғарғы бөлігі - 402 үлгі, ортаңғы бөліктің жоғарғы бөлігі - 403 модель, ортаңғы бөліктің төменгі бөлігі - модель. модель 404, жоғарғы бөлігінің жоғарғы жағы 405 модель, төменгі бөлігінің төменгі бөлігі 406 модель, төменгі және ортаңғы бөлік арасындағы мембрана 407 модель, ортаңғы және жоғарғы бөлік арасындағы мембрана 408 модель, мұнара жотасының индикаторы

бар энергетикалық бөлім 409 модель, төменгі бөліктің негізін 410 моделі құрайды, төменгі бөліктің төменгі және ортаңғы бөліктері арасындағы мембрана 411 моделінен тұрады.

Қабылданған барлық жобалық сызбалардың толық сипаттамасы төменде келтірілген және дизайн схемалары кұріш. 2.2 - 2.10.

Жел турбиналық мұнарасын іргетасқа бекіту тік сызықты емес демпфирлік байланыстар жиынтығын енгізу арқылы модельденді. Осы облигациялардың серпімді сипаттамалары суретте көрсетілген. 1.1. Сығымдау кезінде түйісті алдын-ала тартатын күшке түсірсе, амортизатордың қаттылығы буынның қаттылығына тең, ал созылу күші алдын-ала тартылатын күшке карағанда үлкен, амортизатордың қаттылығы болттың қаттылығына тең болады. Осы байланыстардың демпфирлік сипаттамасы сызықтық түрде қабылданды.

Модель 400 мұнараның төменгі бөлігінің түбін сипаттайды. Оған қабықтың фрагменті (биіктігі 1,6 м) және тіреу жақтауы кіреді.

Дизайн моделі 400 моделі үшбұрышты және төртбұрышты ламельді КЭ-дің ұшақтарында жұмыс жасайтын және иілгіш ұшақтарынан тұрады, сонымен қатар күрделі ҚҚС-ны бастан өткізетін КЭ шыбықтарынан тұрады.

88

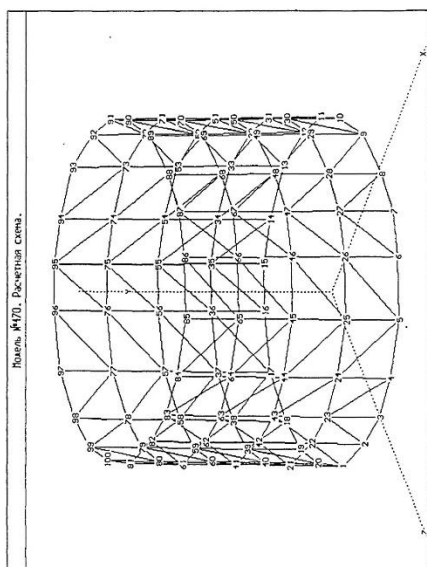


Рис. 2.2.

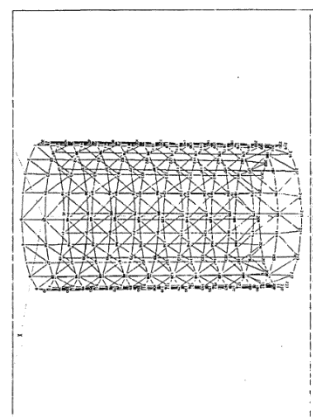


Рис. 2.3.

89

Үшбұрышты КЭ - мұнараның төменгі бөлігінің қабығын модельдейді, ал төртбұрышты КЭ - есікке арналған кескіші бар панельдің жиектерін бойлық арматураны білдіреді. Бұл шамдар КЭ -де қалыңдығы 25 мм болады.

Модельдің 1 ... 20 өзектері өлшемдері 120 мм x 50 мм болатын көлденең қимада берік профильге ие тірек болып табылады.

Бес қабық панельдердің әрқайсысында төрт секция бар, сонымен қатар бұл модельде биіктігі бойынша төрт бөлім бар. Осылайша, 400 моделінде 100 түйін бар.

400 моделінде 1 ... 20 және 81 ... 100 түйіндеріне жататын жалпыланған координаттар бөлінген. Бұл жалпыланған координаттар сәйкесінше мұнара фланецімен (410 моделі) және төменгі бөліктің ортаңғы бөлігімен (401 үлгісі) бекіту үшін қажет.

Дизайн моделі 400 моделі күріш. 2.4.

401-модельде мұнараның есік қақпасы бар төменгі бөлігінің ортаңғы бөлігі сипатталған.

401 моделінің конструкторлық моделі ұшақтарда жұмыс жасайтын және жазықтықтан бүгілетін үшбұрышты және төртбұрышты ламельді FE-дің, сондай-ақ күрделі ҚҚС-ны бастан өткеретін КЭ -лерден тұрады.

Үшбұрышты КЭ мұнара төменгі бөлігінің қабығын модельдейді, ал төртбұрышты КЭ панельдің шеттерінің есікке арналған ойығы бар бойлық арматурасын білдіреді. Бұл шамдар КЭ -де қалыңдығы 25 мм болады. Мұнараның есігін білдіретін тақтайшалардың қалыңдығы «нөл» болады.

КЭ 1 ... 50 өзегі төменгі бөліктің қабықшасының мүмкін арматурасын білдіреді, ал 51 ... 62 өзектер есіктің арматурасын білдіреді. Соңғысы өлшемдері 100 мм болатын қатты профиль түрінде жасалады. x 8 мм.

401 үлгісінде 220 түйін бар биіктігі бойынша ол 10 бөлімге бөлінеді.

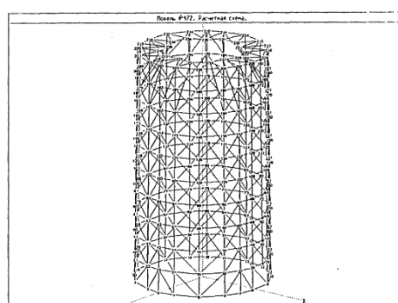


Рис. 2.4.

401 модельде 1 ... 20 және 201 ... 220 тораптарына жататын жалпыланған координаттар бөлінген. Бұл жалпыланған координаттар мұнара төменгі бөлігінің төменгі және жоғарғы бөліктерімен бекіту үшін қажет (модельдер 400 және 402).

401 моделінің жобалық диаграммасы күріш. 2.5.

402 үлгісінде мұнараның төменгі бөлігінің жоғарғы жағы сипатталған. Оның жобалық сызбасы ұшақта жұмыс істейтін және ұшақтан бүгілген үшбұрышты және төртбұрышты ламельді КЭ -дің, сондай-ақ күрделі ҚҚС-ны бастан өткеретін КЭ шоғырларының жиынтығынан тұрады.

Үшбұрышты КЭ габельдің төменгі бөлігінің бүйірін имитациялайды, ал төртбұрышты КЭ панельдің шеттерінің бойлық арматурасын есікке арналған кескішпен бейнелейді. Бұл шамдар КЭ -де қалыңдығы 25 мм болады.

Қабырғаның жиектеріне арматураны қосуға мүмкіндік беретін 402 үлгісіндегі КЭ өзегі енгізілді. Осы есептеулерде олар өте аз геометриялық сипаттамаларға ие.

402-де 220 түйін бар.

402 модельде 1 ... 20 және 201...220 түйіндеріне қатысты жалпыланған координаттар бөлектелген. Бұл жалпыланған координаттар төменгі бөліктің ортаңғы бөлігімен (модель 401) және төменгі бөліктің төменгі бөлігімен (404 модель) бекіту үшін қажет.

402 моделінің жобалық диаграммасы күріш. 2.6.

403 және 405 модельдері сәйкесінше мұнараның ортаңғы және жоғарғы бөліктерінің жоғарғы бөліктерін сипаттайды. Бұл бөліктер - бұл терезе спиральмен қапталған қабықшалар. Бұл құрылымдарды идеализациялау үшін біз олардың ұшақтарында және жазықтықтан иілу кезінде жұмыс істейтін үшбұрышты FE-ді қолдандық. Қабықты еліктейтін тақталардың қалыңдығы - 15 мм., Тақталар бұрыштық арматураның қалыңдығы 5 мм. Терезелерге сәйкес келетін тақтайшалар айтарлықтай қалыңдығына ие. Терезелердің спиральды орналасуын ескере отырып, қабықты үшбұрышты элементтерге бөлудің көлденең сызықтары да спираль түрінде жүреді, түйіндердің нөмірленуі жоғарыдан басталады. Басқа блоктармен байланыстыру үшін жоғарғы жиектердегі 20 түйінге және блоктардың төменгі жиектеріндегі 20 түйінге сәйкес келетін жалпыланған координаттар бөлектелген.

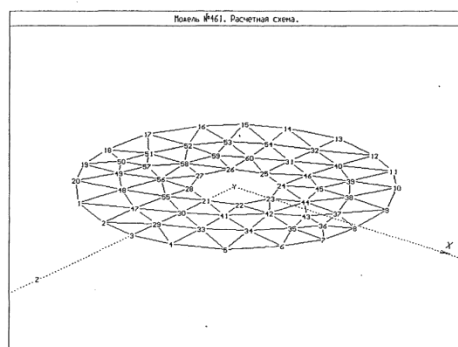


Рис. 2.5.

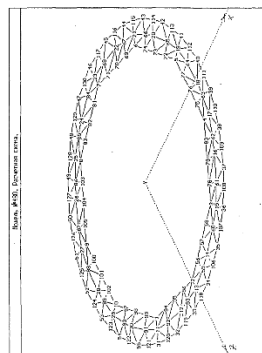


Рис. 2.6.

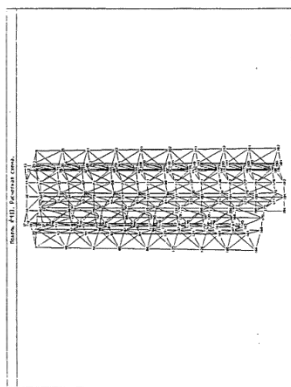


Рис. 2.7.

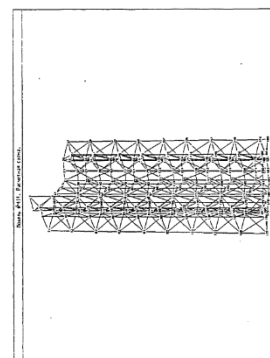


Рис. 2.8.

403 және 405 модельдерінің жобалық сызбасы күріш. 2.7.

404 және 406 модельдері сәйкесінше мұнараның ортаңғы және жоғарғы бөлімдерінің төменгі бөліктерін сипаттайды. Бұл бөліктер бойлық бағытта спираль түрінде орналасқан терезелері бар қабықшалар. Бұл құрылымдарды идеализациялау үшін өз ұшақтарында жұмыс жасайтын және жазықтықтан бүгілген үшбұрышты КЭ пайдаланылды.

Қабықты еліктейтін тақталардың қалыңдығы - 15 мм, бұрыштық арматураның тақталары 5 мм қалың. Терезелерге сәйкес келетін тақтайшалар айтарлықтай қалыңдығына ие. Терезелердің спиральды орналасуын ескере отырып, қабықтың үшбұрышты элементтерге бөлінген көлденең сызықтары да спираль түрінде жүреді, түйіндердің нөмірленуі жоғарыдан басталады. Басқа блоктармен бекіту үшін жоғарғы жиектердегі 22 түйінге және блоктардың төменгі жиектеріндегі 20 түйінге сәйкес келетін жалпыланған координаттар таңдалады.

404 және 406 модельдерінің жобалық сызбасы күріш. 2.8.

407 және 408 модельдері сәйкесінше төменгі және ортаңғы бөлімдер арасындағы диафрагмаларды сипаттайды. Олардың есептеу схемалары бір-бірінен тек түйіндердің декарттық координаттарында ерекшеленеді. Модельдер қалыңдығы 15 мм болатын үшбұрышты FE-дан түзіледі, олардың жазықтықта жұмыс істеуі және жазықтықтан бүгілуі.

407 және 408 модельдерінде басқа күн батареяларын қосу үшін диафрагманың контуры бойымен 1 ... 20 түйіндердің барлық жалпыланған координаттары орналасқан.

407 және 408 дизайн үлгілері күріш. 2.9.

409 моделі шарлы эпаулеттің және жоғарғы диафрагманың, сонымен қатар мұнараның жотасының қаттылық құрылымын ұсынады.

Жоғарғы диафрагма өз ұшақтарында жұмыс істейтін және жазықтықтан бүгілуді бастан кешіретін үшбұрышты КЭ-мен модельденеді, сфералық үстіңгі жағының негізі күрделі стресс жағдайын бастан өткізетін және қабық түйіндеріндегі шоғырланған крутящиті төмендету үшін төмен бұралу

қаттылығына ие шыбықтармен модельденеді. 35 ... 54 шыбықтар мұнараның «жотасын» имитациялайды және бүкіл мұнараның күйін келтіруге ыңғайлы болу үшін енгізілген. Барлық модель шыбықтары «салмақсыз» материалдан жасалған.

1 ... 20 және 41 ... 52 түйіндерде осы модельді басқа мұнара үлгілерінің сәйкес түйіндерімен біріктіру үшін жалпыланған координаттар бөлінген. 22, 33 және 38 түйіндерде мұнараға жүктеу процесінің параметрлерін көрсету үшін барлық сызықтық координаттар, ал 21, 36, 37, 37 және 40 түйіндерде көлденең бағыттағы екі сызықты координаттар таңдалады.

Энергетикалық қондырғының инерциялық қасиеттері 22 және 33 түйіндердегі шоғырланған массалар және сәйкесінше 22,2 және 6,3 тонна мәндері ескеріледі.

409 моделінің жобалық диаграммасы күріш. 2.10.

410 үлгісі мұнараның төменгі бөлігінің фланецін білдіреді.

410 моделінің конструкторлық сызбасы қалыңдығы 120 мм болатын үшбұрышты тақталар жиынтығынан тұрады, олардың жазықтықта жұмыс жасауы және жазықтықтан бүгілуі. СЕ мұнарасымен модельге қондыру үшін 11 ... 30 түйіндерге жататын жалпыланған координаттар, ал 31 ... 55 түйіндердің тік жалпыланған координаттары оларға базалық болттар болып табылатын сызықтық емес байланыстарды бекіту үшін бөлінген.

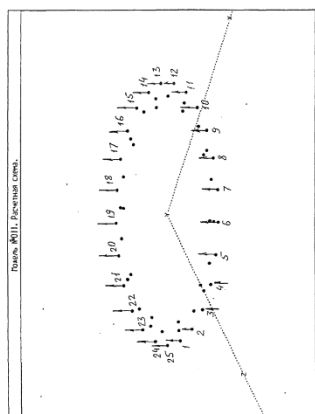


Рис. 2.9.

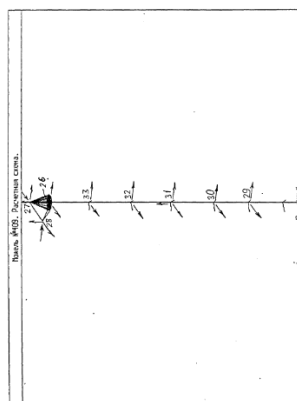


Рис. 2.10.

410 моделі мұнара ұшынан іргетасқа жүктемелердің берілуін ұсынады. Металл фланецінің беріктігі туралы мәселелер қарастырылмайды.

411 моделі есіктің астында орналасқан мұнараның төменгі бөлігінің диафрагмасын сипаттайды.

Бұл модель қалыңдығы 15 мм болатын үшбұрышты FE-дан түзілген, олардың жазықтықтарында жұмыс жасап, жазықтықтан бүгілген. 411 моделіндегі басқа күн батареяларын қондыру үшін 1 ... 15 түйіндердің барлық жалпыланған координаттары диафрагманың контуры бойында орналасқан.

Жүйенің сипаттамасы тұтастай алғанда бастапқы ақпаратты және жүйенің математикалық моделін қалыптастыру үшін қажет бастапқы ақпаратты алдын ала өңдеу нәтижесінде алынған ақпаратты қамтиды.

Бастапқы ақпарат жүйеге енгізілген блоктардың тізімін, қосылатын түйіндер туралы мәліметтер (бір түйінге үш жұп түйін), жүйеде бөлінген координаттар туралы мәліметтер.

Осы мәліметтерге және блоктардағы алғашқы мәліметтерге сүйене отырып, жүйе туралы қажетті мәліметтер жасалады: декарттық координаттар массивтері, жүйеде блоктардың бағдарлануы және орнын толтыру, блоктардағы және жүйелік түйіндер саны арасындағы сәйкестікті белгілейтін индекстер.

499 моделінде ерекшеленген жалпыланған координаттары бар 33 түйін бар. Олардың ішінен 1 ... 25 түйіндер базаның тірекке бекітілген нүктелеріне сәйкес келеді, онда тік жалпыланған координаттар бөлектелген. Қалған түйіндер 26 ... 33 мұнараның кеңістігіндегі орнын анықтайтын координаттар бөлектелген мұнараның осіне орналасқан.

Тұтас алғанда жүйенің жобалық сызбасы (499 моделі) күріште көрсетілген. 2.11, және бастапқы деректер мен оларды алдын-ала өңдеу нәтижелері қосымшада келтірілген.

Тұрақты жүктеме. (Есептелген жағдай 2.2, кестенің 1.1, 1.2, 1.3).

Жобалау жағдайында мұнараға стандартты жүктеудің 3 нұсқасы қабылданады, олар келесі жұмыс режимдеріне сәйкес келеді:

- номиналды жұмыс күші кезіндегі жел турбинасының жұмысы жел доңғалағының осіне және желдің бағытымен 10° бұрышқа сәйкес келмеуі;
- доңғалақ осіне қатысты көлденең бағыты бар $V = 52$ м / с дауыл желінің мұнарасына түсуі;
- дауыл желі $V = 52$ м / с мұнараға түскенде, доңғалақ осіне 13° бұрышпен бағыттайды, жел доңғалағының пышақтары ағынның бойымен ең үлкен бағытта бағытталған;

- келтірілген жүктеу нұсқаларына сәйкес келетін күштік факторлардың мәндерін талдау үшінші нұсқа барлық көрсеткіштер бойынша біріншіден төмен екенін көрсетті. Сондықтан, осы есептеуде тек алғашқы екі нұсқа қарастырылды.

Жел турбиналық мұнараға стандартты жүктеудің екі нұсқасы қосымшада келтірілген 409 моделінің тораптарында күш-жігердің екі нұсқасы түрінде жүзеге асырылады. Жүктеудің стандартты нұсқаларын

модельдеу динамикалық жағдайда жүзеге асырылады, бұл ретте барлық құрылымдық элементтер автоматты түрде ескеріледі.

Стандартты жүктеу нұсқаларын модельдеуде квазидинамикалық жүктемені қолдану жобалық сұлбада 25 сызықты емес амортизатордың болуымен түсіндіріледі, мұнара фланецінің іргетаспен жанасу әрекетін модельдейді, сонымен бірге мұнара жүктеудің екі түрін бір конструкция сызбасын қолдана отырып зерттеуді қалайды.

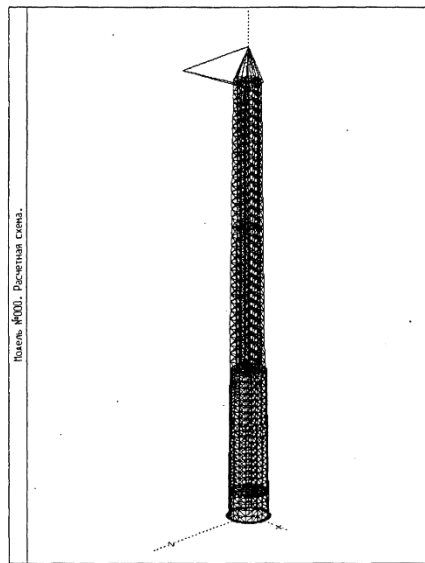


Рис. 2.11.

Барлық жүктеме нұсқаларында мұнара жүктемесінің динамикалық есебін жүргізу үшін қосымшада келтірілген бастапқы мәліметтер пайдаланылды.

Сейсמודинамикалық жүктеме. (Дизайн корпусы 2.2 кестеде келтірілген)

Әсер ету параметрлері Спитакта тіркелген жер сілкінісі туралы мәліметтер негізінде алынды.

Жер сілкінісінің параметрлері 7 баллдық жер сілкінісі үшін нормаланған үдеулер кестесі түрінде келтірілген. Кестеде 0-ден 10 секунд аралығындағы топырақ үдеуінің 500 мәні берілген. 0,02 сек қадаммен Кестеде 7 балл деңгейіне және үдеудің графигінің түріне сәйкес келетін базалық орын ауыстыру графигі берілген.

Жер сілкінісінің басқа деңгейлері үшін әсер ету параметрлері пропорционалды түрде k есе артады.

$$k = 2^{(n-7)},$$

мұндағы n = жер сілкінісінің баллдылығы.

Бұрыштық сейсмикалық-динамикалық әсерлер туралы мәліметтер болмағандықтан, әсер жазықтыққа параллель деп саналады.

Бұл мәселені шешу үшін динамикалық есептерді салыстырмалы координаттарда шешуге арналған динамикалық талдау бағдарламасы өңделді, бұл кезде үдеумен базаның қозғалысы инерциялық күштердің әсерімен ауыстырылады.

Есептеулер стандартты жүктеудің екі нұсқасы үшін және сегіз және тоғыз баллдық жер сілкінісінің сейсмикалық әсерлері үшін жүргізілді.

Есептеудің әр нұсқасы үшін:

1. Жел турбинасы консолінің жоғарғы нүктесінің үш бағыт бойынша салыстырмалы орын ауыстыру графигі.

2. Мұнара қимасы сәулелерінің байланысына сәйкес келетін үш сипаттамалық амортизаторлардың созылу сызбалары.

3. Кернеу аймағындағы амортизатордағы күштер садақтың осінен ең алыс.

4. 400 ... 408, 411 модельдерінің элементтеріндегі қауіпсіздік минималды факторларының кестелері.

5. 409 және 410 модельдерінің барлық түйіндеріне арналған орын ауыстыру кестелері.



Рис. 2.12.

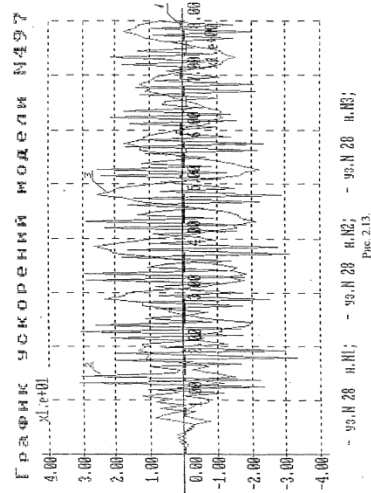


Рис. 2.13.

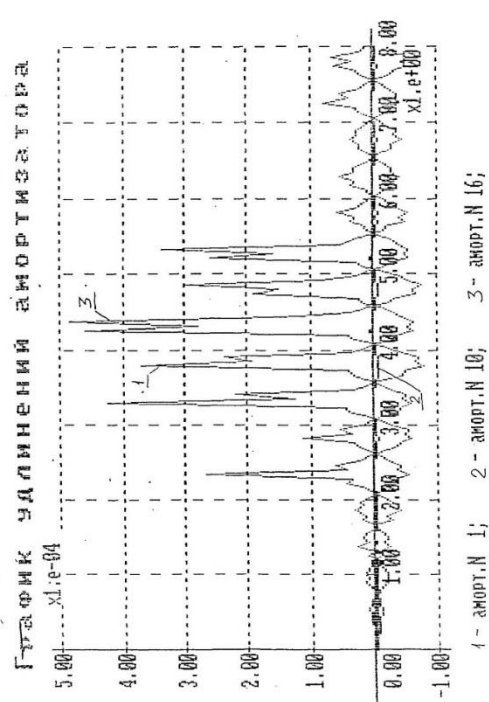
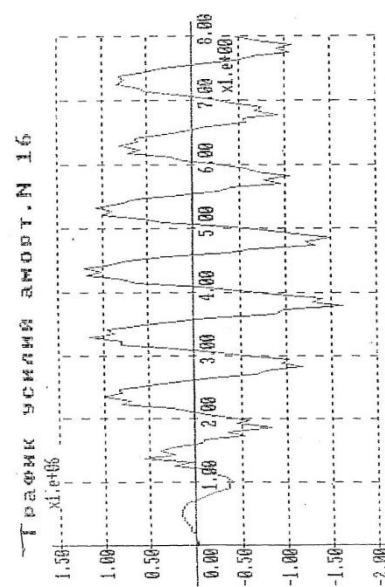


Рис. 2.14.



Есептеу жағдайы 1.1. штаттық жүктеу.

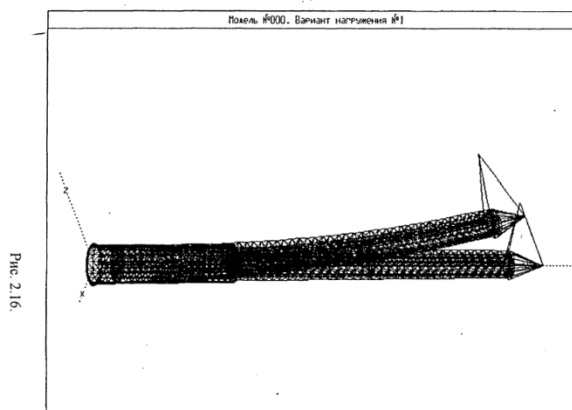
1-нұсқа штаттық жүктелу номиналды қуатта ДЭУ жұмысы кезінде жүктемелерге сәйкес келеді. Бұл ретте 409 моделінің тораптарына төменде келтірілген кестеге жинақталған жүктемелер салынды.

Торабы	22	22	21
Бағыты	1	6	5
Күш, Н	1.750E+05-1.500E+05	1.500E+05	

1-ші нұсқада үш бағыт бойынша ЭЭУ 499 мұнарасының 28-ші нүктесінің салыстырмалы жылжу графиктері суретте көрсетілген. 2.12. Бұл орын ауыстырулар келесі шамаларды құрайды: $q_x = -231$ мм, $q_y = -10$ мм $q_z = 21$ мм.

3, 10 және 21 амортизаторлардың ұзарту графиктері осы нұсқада штаттық жүктеудің көрсетілген. ал ең созылған амортизатордағы күш - 21-суретте. 2.15. Онда күш $68 * 104$ Н шамасын құрайды, бұл іргелі болттардың созылу күшінен аспайды және демек 1 штаттық жүктеу нұсқасындағы түйіспелер ашылмайды.

Графиктерді талдау төменгі және орта секциялардағы кордың ең төменгі коэффициенті 2.2, ал жоғарғы жағынан ол 3.0-ден артық екенін көрсетті.



109

499 моделінің деформацияланған күйі суретте келтірілген. 2.16.

1.3 штаттық жүктеудің есептік жағдайы.

Сейсмикалық әсер ету.

Есепте Рихтер шкаласы бойынша тоғыз балдық жер сілкінісіне сәйкес сейсмикалық әсер қарастырылды.

Аталған сейсмикалық әсер ету кезінде үш бағыт бойынша ӘЭУ 499 мұнарасының салыстырмалы орын ауыстырулар мен үдетудің 28 нүктесінің графиктері суретте көрсетілген. 2.17 және 2.18 тиісінше. Z осі бойынша максималды жылжу осы нүкте үшін $t = 6.8$ с уақыт кезінде жетеді және 356 ММ мәнін құрайды.

Жүктеменің осы нұсқасында 1, 10 және 16 амортизаторлардың ұзарту графиктері суретте көрсетілген. 2.19, ал ең созылған амортизатордағы күш - 16-суретте. 2.20. Онда күш $102 * 104$ Н шамасын құрайды, бұл іргелі болттардың созылу күшінен асып түседі, демек, сейсмикалық әсердің түйісуі ашылады. Түйіспенің ашылу шамасы 0.3 мм құрайды.

Модель элементтеріндегі қордың ең төменгі коэффициенттерінің кестесі 400...408 және 411 қосымшада келтірілген. Көрсетілген кестелерді талдау төменгі секциядағы ең төменгі қор коэффициенті 1.72, орта секцияда - 1.1, ал жоғарғы секцияда - 1.5 құрайды.

499 моделінің деформацияланған күйі суретте келтірілген. 2.21.

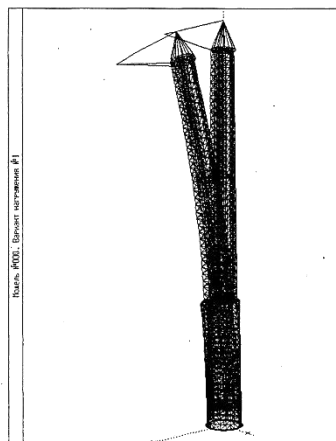


Рис. 221.

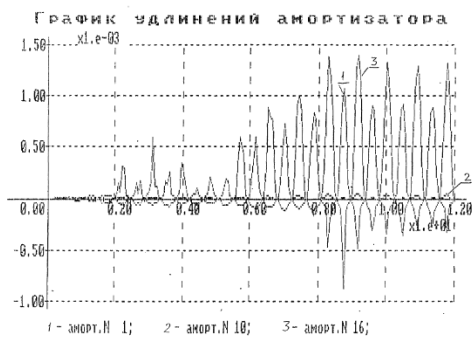


Рис. 219.

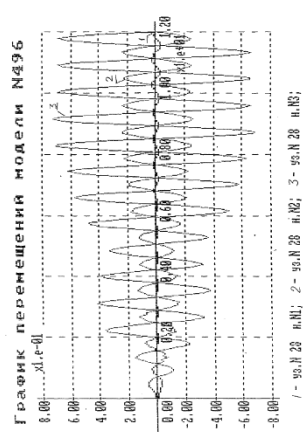


Рис. 217.

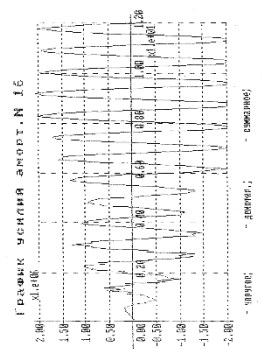


Рис. 220.

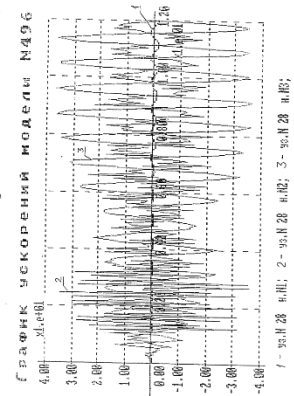


Рис. 218.

Рихтер шкаласы бойынша 9 баллдық жер сілкінісі кезінде стандартты жүктеме мен сейсмикалық әсердің екі нұсқасын есептеу және теориялық талдау нәтижесінде келесі негізгі нәтижелер алынды:

1. Жел турбинасының кантильваторының жоғарғы нүктесінің стандартты жүктеме кезінде ығысуы келесідей: $q_x = 231$ мм; $q_y = -10$ мм; $q_z = 21$ мм.

2. Қалыпты жүктеу кезіндегі ең созылған іргетастың болтындағы максималды күш $68 * 104$ N, бұл алдын-ала тарту күшінен аспайды. Демек, қалыпты жұмыс кезінде іргетастың және іргетастың түйісуі ашылмайды.

3. Қалыпты жұмыс кезінде мұнараның құрылымдық элементтеріндегі минималды қауіпсіздік коэффициенті 2,2-ден кем болмайды.

4. Рихтер шкаласы бойынша күші 9 балл болатын сейсмикалық әсер кезінде жел турбинасының жоғарғы нүктесінің Z осі бойымен максималды ығысуы 356 мм.

5. Рихтер шкаласы бойынша 9 баллдық күші бар сейсмикалық әсер кезіндегі ең кеңейтілген іргетастың болтындағы ең үлкен күш $102 * 104$ Н. Бірлескен саңылаудың мөлшері 0,3 мм-ден аспайды.

6. Рихтер шкаласы бойынша сейсмикалық күштің минималды қауіпсіздік коэффициенті ортаңғы бөліктің базасында болады және 1,1 құрайды.

2.4. Жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың техникалық-экономикалық негіздемесі бойынша әдістемелік нұсқаулар

Соңғы жылдардың үрдісі жаңартылатын энергия көздері (ЖЭК) технологияларының құны айтарлықтай төмендейтіндігі болып табылады. Осыған байланысты белгілі бір шарттар кезінде жаңартылатын энергетика технологияларының көптеген түрлері экономикалық тиімді болады. Сонымен қатар, жел мен күн энергиясын пайдалану негізінде жобаларды ірі көлемді-штабтық қолданудың алғашқы белгілері пайда болады. Кейбір технологиялар, атап айтқанда, биомасса, жел және шағын ГЭС негізінде қазіргі уақытта энергия жабдықтаудың басқа орталықсыздандырылған тәсілдерімен салыстырғанда ренталық және экономикалық тиімді болып табылады. Фотоэлектрлік, бірақ ол тез азаятын құнмен сипатталса да, ЖЭК технологияларынан нарықтағы қолайлы экономикалық жағдайларға тәуелді түрі болып қала береді.

ЖЭК-тің әртүрлі түрлерін көбірек пайдалану үшін жоғары бастапқы инвестициялық шығыстар елеулі кедергі болып табылады. Бұл дәстүрлі отын генераторлары өндіретін энергия бағасының қазіргі уақытта оларды пайдаланудан туындаған қоршаған ортаның нашарлауы жағдайында өмір сүретін қоғам үшін сыртқы шығындарды қамтитын нақты толық құнды көрсетпеуі салдарынан орын алады. Екінші кедергі-жаңартылатын энергетика технологиялары, басқа да көптеген шығармашылық технологиялар сияқты инвесторлар, үкіметтер және пайдаланушылар тарапынан сенімнің бастапқы жетіспеушілігінен зардап шегеді [1].

Осы немесе басқа инженерлік шешімнің экономикалық тиімділігі оны іске асырумен байланысты шығындар мен нәтижелердің қатынасымен анықталады және тиісті капитал салымдарының тиімділігін бағалауға тура келеді [8].

Осы жұмыста жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың техникалық-экономикалық негіздемесі бойынша әдістемелік нұсқаулар беріледі. Техникалық-экономикалық негіздеме үш баламалы нұсқаны салыстыруға негізделген және оңтайлы параметрлерді таңдау, энергия объектісінің және оның жеке элементтерінің, қондырғылардың, құрылғылардың конструктивтік орындалуын мақсат етеді. Бұл таңдау нұсқаларды экономикалық салыстыру нәтижесі болып табылады. Энергия объектісінің оптималдылығының өлшемі өндірілген энергияның $1 \text{ кВт} \cdot \text{с}$ өзіндік құны болып табылады.

Әдістемелік әзірлемелер облыстардың әкімшіліктеріне, өнеркәсіптік кәсіпорындардың басшыларына, энергетикалық шаруашылық бастықтарына арналған және баламалы энергия көздерін пайдаланудың жеке жобаларын орындау кезінде қолдануды таңдауға арналған.

Техникалық-экономикалық есеп (ТЭЕ) жел қондырғысына, күн батареялары мен микро-ГЭС-ке күрделі салымдардың экономикалық тиімділігін негіздеу үшін қажет.

Техникалық-экономикалық есепте Электрмен жабдықтаудың әр түрлі нұсқаларында шығындарды бағалауда ерекше ерекшеліктер ескеріледі.

Кәсіпорынның электрмен жабдықтау нұсқаларын салыстырамыз: Ву, күн батареялары және микро-ГЭС пайдалану арқылы.

Электр энергиясының өзіндік құны $1 \text{ кВт} \cdot \text{с}$ негізінде салыстыру әдісін қолданамыз және инженерлік шешімдердің нұсқаларын таңдаамыз. Салыстырмалы нұсқалар салыстыру талаптарын қанағаттандыруы тиіс:

1. Энергетикалық әсердің теңдігін қамтамасыз ету салыстырмалы нұсқалардың энергетикалық салыстыру шарттарын сақтау қажет. Бұл шарттар кәсіпорынның электр тұтынуының бірдей деңгейлерінде, жүйедегі тұтынылатын қуат шамасынан, электр энергиясын пайдалы босатудан тұрады.

2. Негізгі қорларға күрделі салымдарды және нормаланатын айналым қаражатын қоса алғанда, энергетикаға жатқызылатын барлық шығындарды, сондай-ақ өндірістің жыл сайынғы шығындарын есепке алу болып табылатын экономикалық салыстырмалылықты бағалау. Есептеу кезінде қолданылатын барлық материалдардың бірдей дәлдігін сақтай отырып (дәлдік дәрежесі бойынша бірдей бағалардың бірдей деңгейі және т.б.); күрделі салымдардың әр түрлі кезең кезіндегі уақыт факторын есепке алуда.

3. Нұсқалардың сенімділігінің әртүрлі дәрежесі жағдайында залалды есепке алуда.

4. Еңбек пен тұрмыстың бірдей жағдайларын қамтамасыз етуде.

Сонымен қатар, барлық салыстырылатын нұсқаларда таңдап алынатын объектілердің энергетикалық шаруашылықтың олармен байланысты басқа буындарының жұмыс көрсеткіштеріне әсері ескерілуі тиіс.

Техникалық-экономикалық көрсеткіштерді жобалаудың әртүрлі сатыларында тікелей салыстыруға болмайды. Біздің жағдайда шартты түрде қабылдаймыз, екі қарастырылған нұсқаны да салыстыруға болады, яғни барлық салыстыру шарттарын қанағаттандырады. Нұсқаларды шартты түрде тең үмітпен қабылдаймыз. Нұсқаларды салыстыру кезінде таңдау өлшемі ең аз шығындар болып табылады.

1-кестеде Шағын облысының кәсіпорындарында ЭҚҚ, күн батареяларын, микро-ГЭС қолдану мүмкіндігіне байланысты шығындар құрылымын қарастырайық.

Кесте 1 – Кәсіпорындарда ЖЭҚ, күн батареяларын, микро-ГЭС қолдану мүмкіндігіне байланысты шығындар құрылымы Шағын облысы

Сипаттамалары Балама энергия көздері	ЖЭҚ			Күн батареялары			Микро-ГЭС		
Қуаты, Вт	3000	5000	9000	13*235 =3000	22*235 =5000	39*235 =9000	3000	5000	9000
Жабдықтардың жалпы	~200000	~350000	~500000	13*4231	22*4231	39*423	~11440	~182000	~35000
Кәсіпорын шегіндегі алып жатқан алаң, м ²	0	0	0	22	36	64	0	0	0
Жабдықтың жұмысы үшін кәсіпорыннан тыс қосымша талап етілетін алаң, м ²	5	7	9	0	0	0	1	2	3
Пайдалану мерзімі, ж.	15	15	15	20	20	20	10	10	10
Персоналдың қызметін көрсететін жабдықтарының саны	1 адам	1 адам	1 адам	1 адам	1 адам	1 адам	1 адам	1 адам	1 адам
Қызмет көрсететін жабдық персоналының жалақысы, тенге./ай.	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
Қызмет көрсететін жабдық персоналының жалақысы, тенге./ж.	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵	2*10 ⁵ *12 =24*10 ⁵
Міндетті сақтандыру жарналары, 26%	624000	624000	624000	624000	624000	624000	624000	624000	624000
Материалдарға арналған	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Амортизациялық аударымдар: тенге/ж тенге/ай	13333,33 3 1111,11	23333,33 3 1944,44	33333,33 3 2777,77	27500 2291,66	46500 3875	82500 6875	11440 953,33	18200 1519,66	35000 2916,66
Аландарды ұстауға арналған шығындар, тенге.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мүлік салығы, тенге./ж.	4253,332	6928,026	9787,17	10866,7	18374,6 5	32600,1 9	2197,36 0	3495,40 0	6722,68
Жерге салынатын салық, тенге./ж.	331,236	463,7304	596,224	-	-	-	198,741	332,236	529,977
Су салығы, тенге./г.: Жайық үшін Дон үшін басқада өзендер	-	-	-	-	-	-	120,72 119,26 57,97	171,02 168,95 82,09	286,72 283,21 139,86
Жалпы жылына кететін шығын, тенге.	3228584, 5	3381391, 7	3534383, 3	3584866, 7	3972374, 6	470660 0,1	314091 631439 153140 853	3209998 3209996 3209909	881539 338153 533813 92

3 кВт, 5 кВт, 9 кВт қуаты бар жабдықты қарастырайық. Жел қондырғылары мен микро-ГЭС күн батареяларына қарағанда осы қуаттар

үшін өндіріледі. Ол үшін күн батареяларының қуатын жел қондырғыларына және микроГЭС-ке 3 кВт, 5 кВт, 9 кВт жалпы жиынтық қуат алатындай теңестіреміз:

- 3 кВт қуаты үшін шамамен 13 дана күн батареяларын алу керек, әрқайсысының қуаты 235 Вт ($13 * 235 = 3000$ Вт);

- 5 кВт қуаты үшін шамамен 22 дана күн батареяларын алу керек, әрқайсысының қуаты 235 Вт ($22 * 235 = 5000$ Вт);

– 9 кВт қуаты үшін шамамен 39 дана күн батареяларын алу керек, әрқайсысының қуаты 235 Вт ($39 * 235 = 9000$ Вт).

3 кВт, 5 кВт, 9 кВт қуатқа арналған барлық жабдықтың жиынтық құны 1.1 формуласы бойынша есептеледі. [5]:

$$C_{ЖЭҚ/күн.бат./микро-ГЭС} = n * N, \quad (1.1)$$

мұндағы n – жабдықтар саны, шт.

N – бір жабдықты орнату құны, тенге.

Есептеу амортизация боламыз өндіретін негізгі жабдықты (ветроустановки, күн батареяларын, микро-ГЭС) және қабылдауға, олар бар сызықтық бөлу мынадай формула бойынша 1.2. [9]

$$A_2 = Walga_{am} / T_a, \quad (1.2)$$

мұндағы A_2 – бір жылға есептелген амортизацияның сомасы;

$Walga_{am}$ – негізгі құралдардың бастапқы құны;

T_a – амортизациялық кезең.

Осылайша, қуаты 3 кВт желқондырғының құны 200000 тенге., амортизациялық кезең 15 жыл есептелген амортизацияның сомасы келесідей құрайды:

$200000 * 1/15 = 13333,333$ тенге./ж. $13333,333/12 = 1111,11$ тенге./ай.

Сондай-ақ күн батареялары мен микро-ГЭС үшін 5 кВт, 9 кВт қуаты үшін жел қондырғысының амортизациясын есептейміз.

Ол үшін алдымен мүліктің орташа жылдық құнын білеміз. Есептеу үлгісі қуаты 3 кВт жел қондырғысына өндіреміз:

1.01. 200000 (жабдықтың бастапқы құны)

1.02. $200000 - 1111,11$ (ай сайынғы амортизациялық аударымдар) = 198888,89 тенге.

1.03. $198888,89 - 1111,11 = 197777,78$ тенге. 1.04. $197777,78 - 1111,11 = 196666,67$ тенге. 1.05. $196666,67 - 1111,11 = 195555,56$ тенге. 1.06. $195555,56 - 1111,11 = 194444,45$ тенге. 1.07. $194444,45 - 1111,11 = 193333,34$ тенге. 1.08. $193333,34 - 1111,11 = 192222,23$ тенге. 1.09. $192222,23 - 1111,11 = 191111,12$ тенге. 1.10. $191111,12 - 1111,11 = 190000,01$ тенге. 1.11. $190000,01 - 1111,11 = 188888,9$ тенге. 1.12. $188888,9 - 1111,11 = 187777,79$ тенге. 1.01. $187777,79 - 1111,11 = 186666,68$ тенге.

Барлығы: 197777,78 + 196666,67 + 195555,56 +
+ 194444,45 + 193333,34 + 192222,23 + 191111,12 + + 190000,01 +
188888,9 + 187777,79 + 186666,68 = = 2513333,1/13=193333,31 – мүліктің
орташа жылдық құны

Осылайша Шағын облысында орнатылған қуаты 3кВт жел
қондырғысы үшін мүлік салығы:

$193333,31 \cdot 2,2\% = 4253,3328$ тенге./ж.

5кВт, 9кВт қуаты үшін, сондай-ақ күн батареялары мен микро-ГЭС
үшін жел қондырғысының мүлкіне салынатын салықты есептейміз. 2-кестеде
нәтижелерді құрастырып, соңғы сандарды 1-кестеге енгіземіз.

Жер салығын есептеу қажет. Күн батареялары кәсіпорын ғимараттарының
шатырында орнатылғандықтан, сондықтан қосымша алаңды қажет етпейді, онда
күн батареялары бойынша жер салығын біз күтпейміз.

Кесте 2 – Жел қондырғылары, күн батареялары және микро-ГЭС үшін заңды
тұлғалардың мүлкіне салынатын салықты есептеуге, Шағын облысында
орнатылған

Айдың бірінші күні	Мүліктің бастапқы құны/айына амортизациялық аударымдар								
	Қуаты бар жел қондырғылары			Қуаты күн батареялары			Микро-ГЭС		
	3 кВт	5 кВт	9 кВт	3 кВт	5 кВт	9 кВт	3 кВт	5 кВт	9 кВт
	200000 1111,11	350000 1944,44	500000 2777,77	550000 2291,66	930000 3875	1650000 6875	114400 953,33	182000 1519,66	350000 2916,66
1.01	200000	350000	500000	550000	930000	1650000	114400	182000	350000
1.02	198888,8	348055,5	497222,2	547708,3	926125	1643125	113446,7	180480,3	347083,3
1.03	197777,7	346111,1	494444,4	545416,6	922250	1636250	112493,4	178960,6	344166,6
1.04	196666,6	344166,6	491666,6	543124,9	918375	1629375	111540,1	177440,9	341249,9
1.05	195555,5	342222,2	488888,8	540833,2	914500	1622500	110586,8	175921,2	338333,2
1.06	194444,4	340277,8	486111	538541,5	910625	1615625	109633,5	174401,5	335416,5
1.07	193333,3	33833,36	483333,2	536249,8	906750	1608750	108680,2	172881,8	332499,8
1.08	192222,2	336388,9	480555,4	533958,1	902875	1601875	107726,9	171362,1	329583,1
1.09	191111,1	334444,4	477777,6	531666,3	899000	1595000	106773,6	169842,4	326666,4
1.10	190000,0	332500,0	474999,8	529374,6	895125	1588125	105820,3	168322,7	323749,7
1.11	188888,9	330555,6	472222	527082,9	891250	1581250	104867	166803	320833
1.12	187777,7	328611,1	469444,2	524791,2	887375	1574375	103913,7	165283,3	317916,3
1.01	186666,6	326666,7	466666,4	522499,5	883500	1567500	102960,4	163763,6	314999,6
Барлығы	2513333,	4093834	5783332	6421247	10857750	19263750	1298442	2065464	3972498
Мүліктің	193333,3	314910,3	444871,6	493942,0	835211,5	1481826,	99880,15	158881,8	305576,7
Заңды тұлғаның	4253,332	6928,026	9787,177	10866,72	18374,65	32600,19	2197,363	3495,400	6722,688

Есептеу үлгісі 1 м2 орташа кадастрлық құны кезінде қуаты 3 кВт жел
қондырғысы үшін жүргізіледі 4416,48 тенге.

3кВТ жел қондырғысының орташа кадастрлық құны 1 м2 4416,48
тенге. болғанда есептеу үлгісі:

$5 \text{ м}^2 \cdot 4416,48 \text{ тенге} \cdot 1,5\% = 331,236 \text{ тенге}.$

Сондай-ақ, қуаты 5 кВт, 9 кВт жел қондырғылары, сондай-ақ микро-ГЭС үшін жер салығын есептейміз. 3-кестеде нәтижелерді құрастырып, соңғы сандарды 1-кестеге енгіземіз.

Микро-ГЭС үшін қосымша су салығын есептеу керек. 4-кестеде нәтижелерді құрастырып, соңғы сандарды 1-кестеге енгіземіз.

Су объектілерін гидроэнергетика мақсаттары үшін су алмай пайдалану кезінде салық базасы салық кезеңінде өндірілген электр энергиясының мөлшері ретінде анықталады [2]. Шағын облысының аумағы екі өзен бассейндерінде орналасқан: Еділ мен Дон өзендері [3], су объектілерін гидроэнергетика мақсаттары үшін су алмай пайдалану кезінде 1 мың кВт*сағ электр энергиясының салық ставкасы 1 мың кВт * сағ құрайды:

1. егер су қоймалары Еділ бассейндеріне жататын болса-9,84 тенге.
2. егер су қоймалары су алаптарына жататын болса-9,72 тенге.
3. егер су айдындары басқа су айдындарына жататын болса – 4,80 тенге.

Белгілі бір жерде алынатын электр энергиясының мөлшерін 1.3 формуласын пайдалана отырып есептеуге болады [7]:

$$P = 0,0098 \cdot Q \cdot Hg, \quad (1.3)$$

мұндағы P – қуат (кВт) Q – судың шығыны (л / сек)

Hg – толық гидростатикалық қысым (м)

Алдымен, жүйенің ПЭК-і 50% - ға тең деп болжаймыз. Содан кейін алынатын электр энергиясының мөлшерін анықтау үшін 1.4 формуласы қолданылады:

$$P = 0,5 \cdot 0,0098 \cdot Q \cdot Hg \quad (1.4)$$

Осылайша, осы энергия мөлшерін алу үшін қажетті гидростатикалық қысым тең:

$$Hg = P / 0,5 \cdot 0,0098 \cdot Q$$

Шағын облысының климаты орташа континентальды болғандықтан, микро-ГЭС наурыз айында 15 күн, одан әрі сәуірден қыркүйек айына дейін және қазан айында 15 күн пайдаланылуы мүмкін деп болжаймыз.

Кесте 3 – Шағын облысында орнатылған жел қондырғысы, микро-ГЭС үшін жер салығын есептеуге

пп	Ауданы, м ²					
нн	Жел қуатына қондырғылар қуаты			Микро-ГЭС		
	3 кВт	5 кВт	9 кВт	3 кВт	5 кВт	9 кВт
рр	5	7	9	1	2	3
1 м ² Орташа кадастрлық құны	4416,48	4416,48	4416,48	4416,48	4416,48	4416,48
Салық ставкасы, %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Жерге салынатын салық, тенге./ж.	331,236	463,7304	596,2248	66,2472	132,4944	198,7416

Электр энергиясының әр баламалы түрі үшін кәсіпорында бас энергетика болған жағдайда жабдыққа қызмет көрсететін 1 адам жеткілікті. Сондай-ақ салықты ескере отырып, жалпы еңбекақы қорын есептеу қажет. Жаңартылатын энергия көздерінің дәстүрлі энергия көздерінен айырмашылығы қандай да бір табиғи ресурстардан, демек қосымша шығындардан басқа энергия өндіру үшін ешқандай шикізат талап етілмейді. Құрылыс аяқталған сәттен бастап шығындарға тек амортизациялық аударымдар, жалақы және жел қондырғыларына қызмет көрсету құны кіреді.

Кесте 4 – Микро-ГЭС үшін су салығын есептеуге

П/П	Микро-ГЭС		
	3 кВт	5 кВт	9 кВт
Алаңы, м ²	1	2	3
Су шығыны,	70	95	130
Жұмыс	7,0	7,5	9
Өндірілген электр	2,4 57,6	3,4 81,6	5,7 136,8

Жылына айлар бойынша өндірілген электр энергиясын ың саны, кВт соның ішінде:.	12268,8			17380,8			29138,4		
Қаңтар	0			0			0		
Ақпан	15күн*57,6=864			1224			2052		
Наурыз	30күн*57,6=1728			2448			4104		
Сәуір	31күн*57,6=1785,6			2529,6			4240,8		
Мамыр	30күн*57,6=1728			2448			4104		
Маусым	31күн*57,6=1785,6			2529,6			4240,8		
Шілде	31күн*57,6=1785,6			2529,6			4240,8		
Тамыз	30күн*57,6=1728			2448			4104		
Қыркүйек	15күн*57,6=864			1224			2052		
Қазан	0			0			0		
Қараша	0			0			0		
1 мың кВт үшін салықа ставкасы.эле ктр энергиясы.	9,84	9,72	4,80	9,84	9,72	4,80	9,84	9,72	4,80
Су салығы, тенге./жыл соның ішінде	120,72	119,3	57,9	171,02	168,9	82,09	286,72	283,21	139,86
1 квартал	8,50	8,40	4,15	12,04	11,90	5,87	20,19	19,94	9,85
2 квартал	51,58	50,95	25,1	73,07	72,18	35,64	122,50	121,00	59,75
3 квартал	52,14	51,51	24,4	73,87	72,97	36,03	123,84	122,33	60,41
4 квартал	8,50	8,40	4,15	12,04	11,90	5,87	20,19	19,94	9,85

Бюджеттен есеп айырысу алынған жоғары есептейміз өзіндік құны 1 кВт*сағ болады өндірілген энергия ветровыми қондырғылармен, күн батареясы, микро ГЭС жалпы жиынтық қуаты 3 кВт (кесте. 5).

Кесте 5 – 1 кВт*сағ өзіндік құнын есептеуге мүмкін өндірілген энергия

№ п/п	Сипаттамалары	Жел қондырғысы 3кВт	Күн батареялары 3кВт	Микро-ГЭС 3 кВт
1.	Өндірілген энергия мүмкін саны, кВт/жыл	2736 [6]	24687,84[6]	12268,8

2.	Жылына жалпы шығындар	3228584,5	3584866,7	3140916,7 3143915,2 3140853,9
3.	1 кВт * сағ. өзіндік құны (жол 2/жол 1)	1180,0381	145,2078	256,0085 256,2528 256,0033

1 кВт*сағ өзіндік құнын салыстыру нәтижелері бойынша 3000 Вт қуаты үшін әр түрлі баламалы энергия көздерімен өндірілуі мүмкін келесі қорытынды жасауға болады:

1. Күн батареялары бойынша шығындар ең көп болғанымен, өзіндік құны 1кВт*сағ ең аз.

2. Жел қондырғыларының ең жоғары өзіндік құны.

3. Егер жұмыс үшін климаттық жағдайлар болса, онда микро-ГЭС пайдалану керек, өйткені баламалы энергия көзінің осы түрінің шығындары мен өзіндік құны ең аз.

Осылайша, ЖЭҚҚ, күн батареялары, микро-ГЭС өнеркәсіптік пайдаланудың экономикалық орындылығы бірқатар факторларды кешенді есепке ала отырып анықталады және табиғи-климаттық жағдайларға, отын-энергетикалық ресурстар қорына, пайдаланылатын отын бағасына, өнеркәсіптік әлеуетке, үкіметтің қаржылық саясатына және т. б. байланысты болады.

ІІІ БӨЛІМ. ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЭКОНОМИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ

Электр жетегі - бұл машиналардың жұмыс органдарын басқаруға және олардың технологиялық процестерін басқаруға арналған және электр түрлендіргіші (ЭТ), электромеханикалық түрлендіргіші (ЭМТ), механикалық түрлендіргіш (МТ) және басқару құрылғыларынан тұратын қазіргі заманғы электромеханикалық жүйе.

3.1. Заманауи технологиядағы электр жетегінің орны

Электр энергиясын механикалық энергияға айналдырумен байланысты барлық процестер керісінше электр жетегі арқылы жүзеге асырылады (өнеркәсіптегі қозғалтқыштардың 90% -ы электрлік болып табылады). Гидравликалық жетек пен пневматикалық диск салыстырмалы түрде аз қондырғыларда қолданылады.

Электр энергиясының артықшылықтары:

- энергияны алыс қашықтықтарға тасымалдау мүмкіндігі;
- жұмысқа тұрақты дайындығы;
- энергияның басқа түрлеріне түрлендірудің жеңілдігі.

Егер компьютерлік технологияны заманауи технологияның миы деп атайтын болса, онда бағдарламаланатын механикалық жұмыстың нақты және дәл орындалуын қамтамасыз ететін электр жетегі - қазіргі заманғы технологияның тірегі.

Электр жетектерінің қозғалтқышының қуаты 1012 құрайды (кВт - құрал жүйелерінен ондаған МВт-қа дейін - газ айдау станциясындағы компрессор жетегі үшін).

Қолданылатын жылдамдықтардың диапазоны 1012-ге жуық - бір төңкерістен бірнеше сағат ішінде (жартылай өткізгіштердің кристалдарын салуға арналған қондырғылар) минутына 150 мың революцияға дейін (жоғары дәлдіктегі тегістеу машиналарында).

Осылайша, электр жетегінің көлемі шексіз кең - жасанды жүректен жүретін экскаваторға дейін.

Электр жетегі және қазіргі заманғы энергия

Бір жұмыс күні ішінде бұлшықет энергиясының көмегімен бір адам шамамен бір кВт / сағ энергия өндіре алады. Жоғары электрлендірілген өндірістерде орта есеппен бір жұмысшыға электр қозғалтқышының қуаты төрт-бес кВт құрайды, бұл жеті сағаттық жұмыс күнімен 28-35 кВт / сағ шығынын береді. Бұл дегеніміз, жұмысшы бір ауысымда 28-35 адам жұмысына тең болатын механизмдерді басқарады. Осылайша, жұмыс күші неғұрлым жоғары болса, оның өнімділігі де жоғары болады.

Қазіргі заманғы электр жетегі жұмыс күшінің электр жабдықтарының деңгейін анықтайды және оның басқа типтегі дискілерден артықшылығы арқасында жұмыс машиналары мен технологиялық процестерді автоматтандырудың негізгі және негізгі құралы болып табылады.

Электр жетегі - электр энергиясының негізгі тұтынушысы (өндірілген электр энергиясының 60% -дан астамы), қалғаны электрлік технологиялар, көлік, жарықтандыру және т.б.

Энергетикалық ресурстардың жетіспеушілігін ескере отырып, бұл электр жетегіндегі энергияны үнемдеу проблемасын ерекше өткір етеді. Бүгінде энергия ресурстарының бір бірлігін үнемдеу (стандартты жанармайдың бір тоннасы) оны өндіруден екі есе арзан. Болашақта бұл арақатынастың өзгеретінін болжау оңай: отын алу қиындап барады, өйткені оның акциялары азаяды.

Сонымен, электр жетегін дамытуда екі мәселе бар:

- 1) әр түрлі технологиялық салаларда электр жетегінің функционалдығын кеңейту;
- 2) энергияны және басқа ресурстарды үнемді пайдалануға деген өткір сұраныс.

Жетекке қойылатын жалпы талаптар

Электр жетегін басқарылатын электр механикалық энергияны түрлендіруге жауап беретін жүйе ретінде сипаттайтын негізгі көрсеткіштер:

Сенімділік - электр жетегі белгіленген функцияларды белгілі бір уақыт аралығында белгілі бір шарттарда орындауға міндетті. Егер бұл қамтамасыз етілмеген болса, қалған барлық қасиеттер пайдасыз болады. Сенімділікті ескермеу ауыр зардаптарға әкеледі;

Дәлдік - жетектің негізгі функциясы - берілген дәлдікпен басқарылатын қозғалысты орындау;

Өнімділік - жүйенің әртүрлі әсерге тез жауап беру мүмкіндігі;

Динамикалық процестердің сапасы - уақыттың белгілі бір заңдылықтарын қамтамасыз ету;

Энергия тиімділігі - энергияны түрлендіру және беру процесі шығындармен бірге жүреді. Негізсіз үлкен шығындар - бұл ысырап болған энергия ресурстары және оларды энергияға айналдыру үшін адамдардың еңбегі;

Электр жетегінің электрмен жабдықтау жүйесімен үйлесімділігі, әсіресе жоғары қуатты тиристорлы электр жетектерін енгізу кезінде;

Ресурстардың қарқындылығы - жобалау мен өндіріс технологиясына ендірілген материалды тұтыну және энергия сыйымдылығы, өндіріс, іске қосу, жөндеу, пайдалану күрделілігі. Бұл көрсеткіш алдыңғы көрсеткіштермен де, технология деңгейімен де, экономикалық жағдаймен және басқа да факторлармен байланысты ең күрделі болып табылады.

Барлық көрсеткіштер техникалық болып табылады техникалық құралдармен қамтамасыз етілген. Бірақ сонымен бірге, олардың барлығы нақты экономикалық мағынаға ие: кез-келген индикатор неғұрлым жоғары болса, соғұрлым шығын соғұрлым жоғары болады.

Жоғарыда көрсетілген индикаторлардан басқа, толықтық, зауыттың дайындығы, дизайн сипаттамалары, пайдаланудың қарапайымдылығы және басқалары сияқты көрсеткіштер үлкен мәнге ие.

3.2. Баспа машиналары: электромеханикадан мехатроникаға дейін

XXI ғасырдың басына дейін, көбінесе машиналарды басқарудың жергілікті автоматтандырылған жүйелері деп аталатын жүйелер баспа машиналары мен зауыттарына электронды-механикалық жабдық ретінде қызмет етті.

Салыстырмалы түрде жақында басып шығару технологиясында негізгі және қосалқы электр жетектерін басқарудың автоматтандырылған жүйелерін компьютерлік басқару, технологиялық процестердің параметрлерін автоматты басқару жүйелері және т.б. белсенді енгізілді. Мысалы, парақты және орамдық баспа машиналарында тікелей машиналарға орнатылған әртүрлі компьютерлік басқару жүйелері және тұтасымен машинаның күрделі иерархиялық басқару жүйелері қолданылады. Пресстеу жабдықтарында фотоформалар мен басып шығару тақталарын жасауда компьютермен басқарылатын оптоэлектрондық электромеханикалық жүйелер қолданылады. Постпресс жабдығы, мысалы, пресспресс, бұл компьютерлік немесе микропроцессорлық басқаруымен оптоэлектрондық-электромеханикалық жүйе. Мысал ретінде қағаз кесетін машиналарды, компьютерлік техниканы (жинақтағыштар), жинайтын машиналарды және т.б.

Қазір терминдер ретінде әр түрлі шетелдік сөздерді қолдану сәнге айналды. Бұл модуль электр жетектеріне қатысты барлық әрекеттерді айналып өтпеді және басқару жүйелерімен үйлеседі. Енді қысқаша сөзді «мехатроника» деп атау әдетке айналды. Оқу орындарының бағдарламаларында сәйкес пәндер пайда болды. Мехатроника деген не екенін анықтап көрейік.

«Мехатроника» терминін 70-жылдардың басында жапондық Yasakawa Electric компаниясы электроника бұрын механикалық компоненттер атқаратын шешім қабылдау функциясын қабылдаған кездегі механикалық жүйелерді сипаттау үшін ұсынған. Компьютерлердің бағасы / өнімділігі жағынан ілгерілеу шешім қабылдаудың бастапқы ортасы ретінде электроникадан бағдарламалық жасақтамаға ауысуға әкелді.

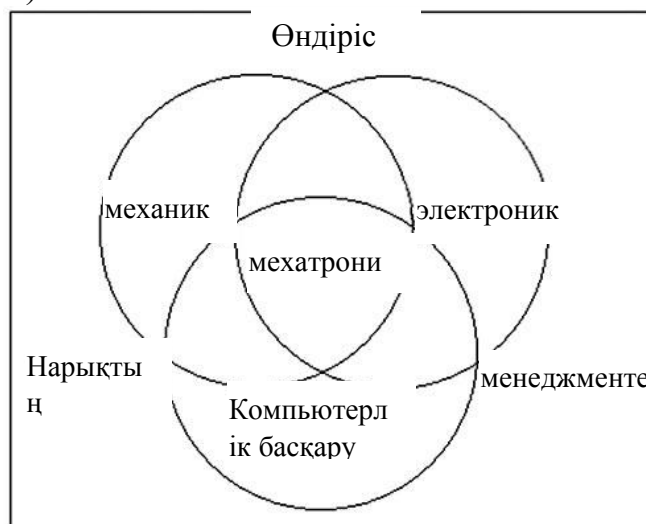
Қазіргі кезеңде барлық полиграфиялық жабдықтарды мехатронды жабдыққа жатқызуға болады, өйткені ол қазіргі уақытта қабылданған мехатроника анықтамасына толық сәйкес келеді.

Мехатроника – бұл нақты механика қондырғыларының электронды, электромеханикалық және компьютерлік компоненттерімен синергетикалық үйлесуіне негізделген, олардың функционалды қозғалыстарын саналы түрде басқаратын сапалы жаңа модельдер, жүйелер, машиналар мен жүйелерді жобалау мен өндіруді қамтамасыз ететін ғылым және технология саласы.

Бұл термин екі бөлімнен тұрады: «механика» - сөз механикасынан және «электроника» сөзінен. Алдымен бұл термин сауда белгісі болды, бірақ кең таралғаннан кейін, бұрын аталған компания оны тіркелген тауар белгісі ретінде пайдаланудан бас тартты. Жапониядан бастап, мехатроника ұғымы бүкіл әлемге таралды. Мехатроника механика, электр машиналары, электрлік электроника, бағдарламаланатын контроллерлер, микропроцессорлық

технологиялар мен бағдарламалық қамтамасыздандыруды толықтай біріктіруге ұмтылуымен сипатталады. «Механикадан мехатроникаға» - бұл қазіргі заманғы баспа жабдықтарының даму тенденциясы.

Мехатрондық жүйелердің ең көп таралған графикалық көрінісі үш қиылысатын шеңбер: «өндіріс - басқару - нарықтың талаптары» сыртқы қабығына орналастырылған «механика - электроника - компьютерлік басқару» (Сурет 3.1).

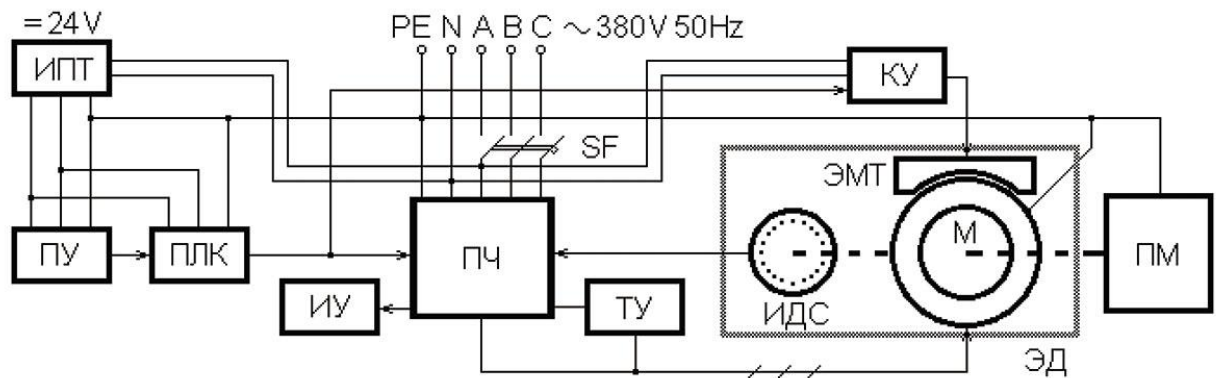


Сурет 3.1 – Мехатрондық жүйені графикалық көрінісі

Нысанның бағдарламаланған қозғалысы мәселесін шешетін мехатрондық жүйенің құрылымын суретте келтірілген жалпыланған схемамен білдіруге болады.

Мұнда механика негізінен қоздырғыштармен, жетек қондырғысымен электрлік электроника және ақылды құрылғылармен компьютермен басқарылады. Егер мұқият қарасаңыз, электронды сенсорлар сигналдарды жетек блогынан да, атқарушы құрылғылардан да, басқару объектісінен де (технологиялық машина) ақылды құрылғыларға жіберетіндігін атап өтуге болады. Компьютерлік басқару адам операторының сыртқы бақылауында болады. Сонымен қатар, сыртқы орта жүйенің ажырамас бөлігі болып табылатын басқару объектісіне мазасыз әсер түрінде әсер етеді. Жалпы алғанда, жүйенің барлық бөліктері берілген мақсатқа жету ниетіне байланысты өзара тығыз байланысты.

Мұндай жүйенің құрылымын оның құрамына кіретін мехатронды модульдерден де көруге болады. Бұған мысал ретінде 3.2 суретте көрсетілген машинаның негізгі жетегінің сызбасы келтірілген.



Сурет 3.2 – Баспа машинасының электржетегінің функционалды сұлбасы

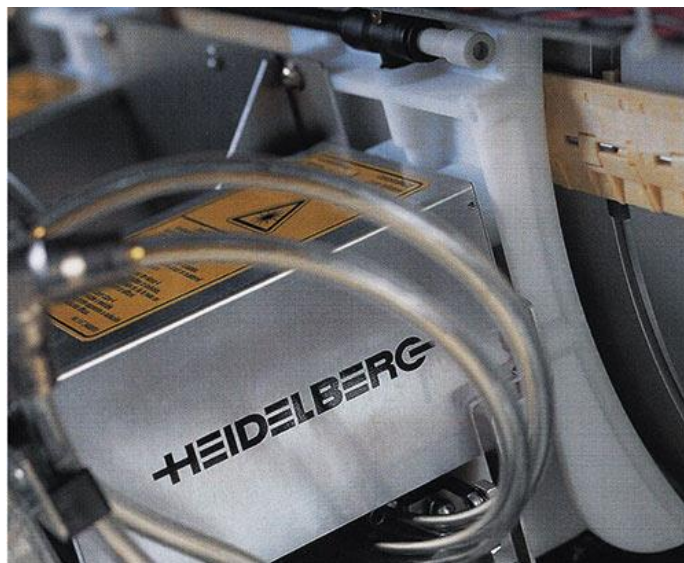
Қазіргі заманғы баспа машинасының (БМ) негізгі жетегі «жиілік түрлендіргіші (ЖТ) - асқын синхронды қозғалтқыш - роторлы ротормен жұмыс істейді» (М). Мұндай схема сізге қозғалмалы факторлардың әсерінен номиналды $\pm 0,01\%$ дәлдікпен берілген жылдамдықты ұстап тұруға мүмкіндік береді (жүктеме өзгерісі, жеткізу желісінің кернеуі және т.б.); қозғалтқышты шамадан тыс жүктеуден қорғаңыз; белгіленген үдеу және тежеу уақытында ұстаңыз; айналу жылдамдығын реттеу заңын орындау; машинаның қажетті жұмыс режимдерін орындау.

Модуль қуатты бейтарап (N) және жердегі (PE) үш фазалы (ABC) айнымалы желіден алады. Желілік кернеудің SF ажыратқышы арқылы (тізбектерді қысқа тұйықталу токтарынан және шамадан тыс жүктемелерден қорғау функциясы бар) қуат баспа машинасын (БМ) басқаратын М асинхронды қозғалтқыштың беріліс кернеуінің амплитудасы мен жиілігін белгілейтін электронды қуат түрлендіргіші болып табылады (БМ). Импульстік жылдамдық сенсоры (ИЖС) электр жетегінің айналу жылдамдығы туралы ақпаратты инверторға жібереді. Электромеханикалық тежегіш құрылғы (ЕМТ) сонымен қатар электр қозғалтқыш блогына (ЭД) кіреді. Жетек кернеу / жиілік қозғалтқышының жылдамдығын басқару заңын орындайды. Нысанның қажетті жұмыс режиміне сәйкес анықталған тапсырманың кернеуі бағдарламаланатын логикалық контроллермен (PLC) жасалады. Оның мәні индикатор құрылғысында (DUT) көрсетіледі. Тежегіш құрылғысы (ТУ), оның ішінде тежегіш резисторы және ұсақтағыш индукциялық қозғалтқыштың динамикалық тежелуін қамтамасыз етеді. PLC, сондай-ақ басқару тақтасы тұрақтандырылған тікелей ток көзінен (IPT) қуат алады. Инвертормен бірге PLC-тің басқару пәрмендері де коммутациялық құрылғыға жіберіледі (КУ), ол байланыссыз ЭМТ релесі болып табылады.

Технологиялық мехатрондық жүйелердің бірнеше мысалдары келтірілген. Бүгінгі таңда мұндай жүйелер полиграфиялық өндірістің барлық сатысында қолданылады.

Баспаға дейінгі кезеңі. (CtP) магнитофондарға арналған компьютер. 90-жылдардың басынан бастап фотокомпозиция және фильммен байланысты барлық технологиялар басып шығарудан біртіндеп жоғала бастады.

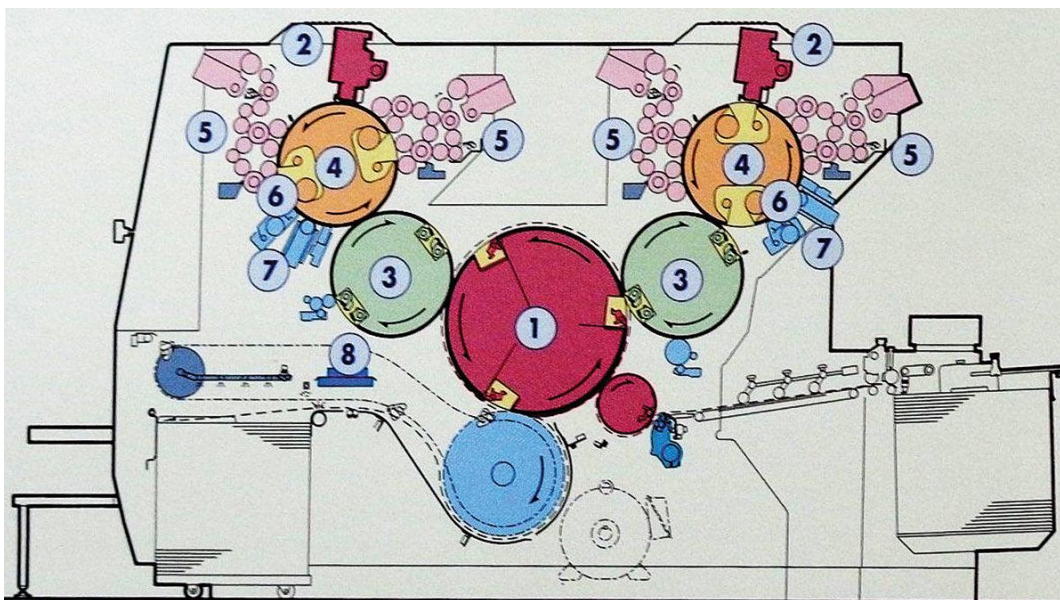
Компьютерлік технологияның жаңа буыны жоғары жылдамдықпен және ұлғайып келе жатқан жадымен бірге барлық жолақтарды сақтауға және өңдеуге және оларды фотоформаларды шығару сатысын айналып өтіп, тақтайшаларға шығаруға мүмкіндік берді. CtP технологиясы сәйкес жабдықта, әдетте лазерлік ақпаратты жазуға арналған құрылғыда пайда болды. Бастапқыда бұл құрылғыларды мамандандырылған компаниялар (мысалы, Кроо, Пресстек) шығарды, бірақ көп ұзамай технологияның даму тенденциясын сезіне отырып, полиграфия флагманы осы бағытта белсенді жұмыс істей бастады, мысалы Гейдельберг (3.3 сурет).



Сурет 3.3 – Heidelberg фирмасының лазерлі жазатын құрылғысы

CtP құрылғыларында жазу үшін схеманың бірі бойынша жүзеге асырылды, олар шартты түрде «ішкі барабанмен» (жазу цилиндріндегі табақша), «сыртқы барабанмен» (жазу цилиндрінің сыртқы бетіндегі табақша), «жазықтықта» (табақша) «сыртқы барабанмен» схема негізінде көптеген инженерлік компаниялар (неміс MAN, КВА, Гейдельберг, жапондық Комори, Риоби, Сакурай), формаларды тікелей баспаханаға жазудың техникалық шешімдерін ұсынды.

Баспа табақшаларын жасауға арналған баспаханаға орнатылған тіркемелер Мысал ретінде күріш. 3.4-суретте құрғақ офсет 46Karat офис машинасында ҚБА жүзеге асыратын, 3404 DI ұқсас машинасында Риоби, сондай-ақ сол машинаны шығарған және осы өндірушілердің барлығына лазерлік жазуды бастайтын американдық Presstek компаниясы шығаратын баспа машинасында басып шығару тақталарын жасау схемасы көрсетілген.



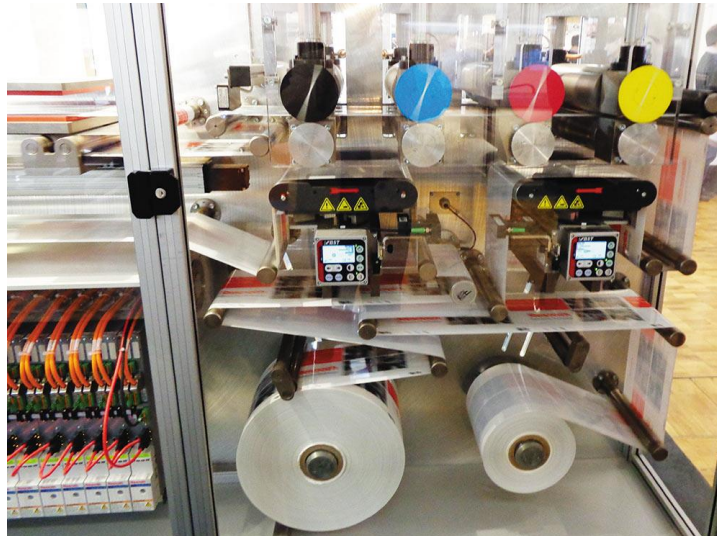
Сурет 3.4 – 46Karat машинасында баспаға дейін формалық пластинадағы суреттің жазу сұлбасы

Руобі А3 форматындағы төрт түсті парақты басып шығару 500 данамен басып шығару тапсырыстарын орындау тиімділігіне салыстырмалы зерттеу жүргізді. CtP қолдана отырып және 3404 DI машинасында жазу кезінде дәстүрлі технология бойынша (компьютерде түсірілген фотоқұжаттардан бастап) басып шығару тақталарын жасауда. Осы зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей, соңғы нұсқада формалар мен басып шығаруды басып шығару бірінші нұсқаға қарағанда үш есе аз, ал екінші нұсқаға қарағанда екі есе аз уақытты алады.

Жүргізу редукторлары. Мехатроника баспа машинасының дәстүрлі құрылысына байланысты көптеген мәселелерді бір біліктен шығаруға көмектесті. Жиіліктермен басқарылатын асинхронды электр жетегінің жетістіктеріне сүйене отырып, компьютерлік бағдарламаны пайдаланып, «виртуалды электронды білікке» біріктірілген басып шығару бөлімдерінің, баспа аппараттарының және оның құрамына кіретін әрбір цилиндрдің «қозғалтқышсыз» баспа машиналары пайда болды, бұл өтпелі жағдайда дәлдікті қамтамасыз етеді. қадамдастыру бұрышы кемінде $0,1^\circ$, ал $0,01^\circ$ - тұрақты күйде. Мысалы, күріш. 3.5-суретте баспа лентасының жұмыс жылдамдығымен айналу бұрышында синхрондалған төрт цилиндрдің жеке цилиндрлерінің (суреттің жоғарғы бөлігіндегі төрт жұп түрлі-түсті дискілердің төрт жұбы) айналуын көрсететін Rexroth (Германия) компаниясының макеті көрсетілген.

Нәтижесінде құрылымдардың металл шығыны азаяды, машиналарды жеке модульдерден еркін орналастыру мүмкіндігі пайда болады, басылған таспаның бөлімдер арасындағы қозғалысы жеңілдейді, басылған суреттердің репродукциясы жоғарылайды және өнімнің сапасы жақсарады. Сонымен қатар, жабдықты пайдалану тиімділігі артып келеді. Рас, егер механикалық

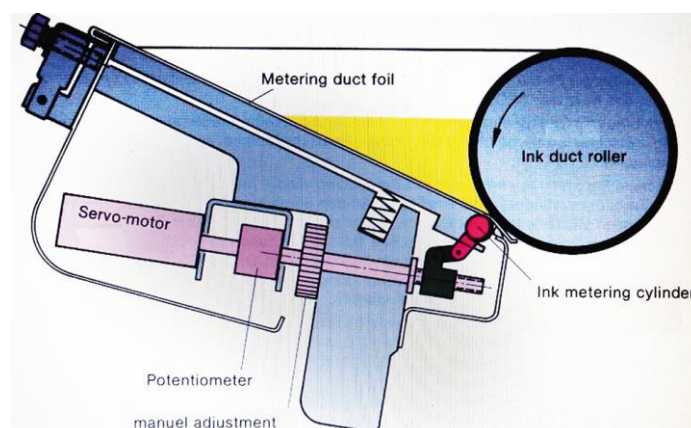
диск «көрінетін» болса, онда «виртуалды электронды біліктің» дұрыс жұмыс істеуін арнайы жабдықтың көмегімен ғана орнатуға болады.



Сурет 3.5 – Rexroth фирмасының жеке жетекті төртсекциялы машинаны имитациялық стенді

Басылған бөлімдер. Басып шығару процесі басып шығару бөлімдерінде жүреді, жоғары жылдамдықпен жүреді және, әдетте, автоматты режимде жалғасады, өйткені оператор ауытқуларға уақтылы жауап бере алмайды. Мысалы, әдеттегі операциялардың бірін алайық - бояуды жеткізуді аймақтық реттеу.

Қағаз прессіне әрқайсысының түсі 1 + 1 болатын төрт басып шығару бөлімі кірсін (түсі 4 + 4 болатын өнімдер үшін). Машина сиямен жабдықтайтын сегіз қондырғымен жабдықталған, олардың әрқайсысында бояуды жеткізуді реттейтін 32 аймақ бар. Барлығы: 256 (32 S 8) реттеу механизмі. Осындай механизмдердің заманауи нұсқаларының бірінің диаграммасы 3.6 суретте көрсетілген.



Сурет 3.6 – Heidelberg фирмасының машинасында бояу беруді зоналық реттеу механизмі

Бұл жағдайда да, машинаның басқару тақтасына оператор жасаған айла-шарғы туралы ақпаратты жіберетін сервомоторлар мен кері байланыс потенциометрлері болса, оператор әр түрлі бағыттардағы сиямен қамтамасыз етуді дұрыс конфигурациялау үшін көп уақыт пен материалдарды (сия, қағаз және т.б.) жұмсайды. сиямен жабдықтау қондырғылары. Бірақ бүгінгі күні бұл операцияның күрделілігі айтарлықтай төмендеді. Операция барлық басып шығару бөлімдерінде принтердің қатысуынсыз бір уақытта жүзеге асырылады, әр басып шығару нысаны үшін әр түрлі реттеу аймағында басып шығару аймағының таралуы туралы басып шығару кезеңінде алынған ақпарат негізінде аймақтық сиямен қамтамасыз етуді компьютерлік алгоритмдердің арқасында жүзеге асырылады. Нәтижесінде алғашқы жүз данадан бастап сапалы тауарлар баспадан шығады.

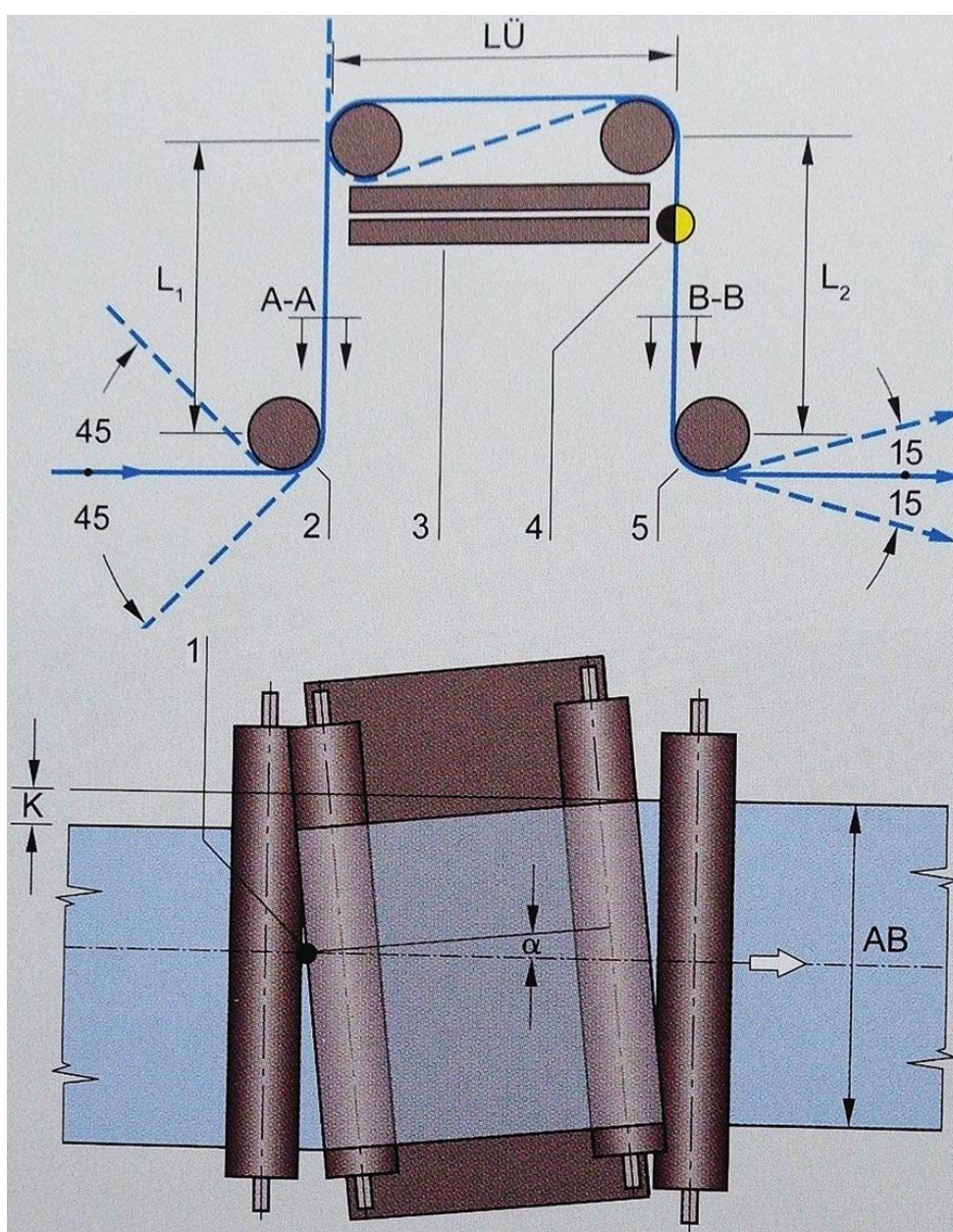
Басылымнан кейінгі кезеңі. Кескінді баспа материалына көшіруден кейінгі барлық операциялар басып шығарудан кейінгі кезеңге жатады, бірақ олардың кейбіреуі баспа машинасында орындалады. Жоғары жылдамдықты машиналарда герметикалық ленталар көбінесе бір немесе басқа типтегі кептіру құрылғысынан өтеді - инфрақызыл, ультрафиолет, газ және т.б. Мехатроника тұрғысынан электрлік параметрлері электронды компоненттермен біріктіруге оңай болатын құрылғыларды перспективалы деп санауға болады.

Инфрақызыл кептіру құрылғысы. Оларда, әдетте, орама баспа машинасының соңғы басып шығару бөлімінен кейін болады. Ол қағаз лентасының бір немесе екі жағына басылған түрлі-түсті суретті кептіру процесін тездетуге арналған. 3.7 суретте осындай кептіру құрылғысын (СУ) салудың мүмкін нұсқаларының бірін көрсетеді. СУ басқару жүйесі ауа беруді алдын-ала енгізуді, кейіннен инфрақызыл (IR) лампаларды қосуды, басып шығару жылдамдығына байланысты шамдардағы кернеуді автоматты немесе қолмен өзгертуді қамтамасыз етеді. Веб бұзылғанда немесе құрылғы тоқтаған кезде, сол жүйе сәйкес элементтердің кері тәртіпте өшірілуін қамтамасыз етеді.



Сурет 3.7 – Инфракрасное сушильное устройство рулонной печатной машины

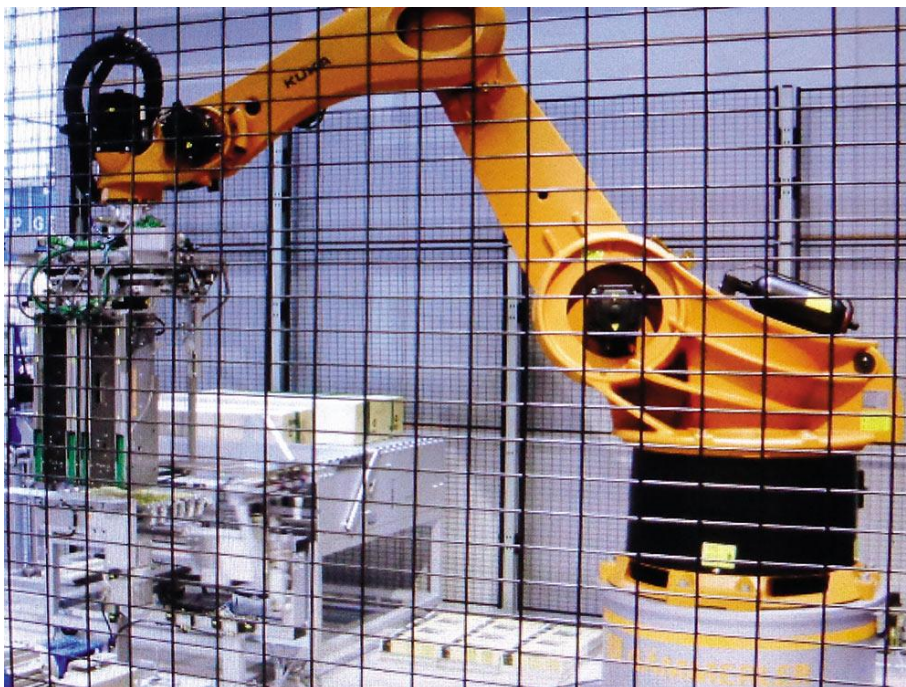
Құрылғы бүйірлік бағытта таспаның орнын тіркейді. Мұндай құрылғылар әдетте бірінші басып шығару блогының алдында немесе папканың алдына орнатылады. Бірінші басып шығару блогына немесе қалтасына кірмес бұрын, таспа машинаның осіне орналастырылуы керек. Бұл операция, мысалы, ELGUIDER сияқты жүйені қолдану арқылы жүзеге асырылады. 3.8 суретте аталған құрылғының жұмысының диаграммасын көрсетеді. Жоғарғы көріністе АВ лентасы екі жиекті сенсормен басқарылатын пышақтың ағымдағы және қалаған осьтік позициясы арасындағы K айырмашылығымен есептелуі керек екендігі көрсетілген. Таспаны өшіру үшін, бұрылмалы табаққа 3 орнатылған екі роликті а бұрышы бойынша жабу керек. Сәйкес келмейтін сигнал бойынша бұру бұрышын есептеу және атқарушы қозғалтқышқа пәрмен беру мамандандырылған құрылғы контроллерімен көрсетілген алгоритммен анықталады.



Сурет 3.8 – ELGUIDER регистрлі құрылғының жұмысының сұлбасы

Тасымалдау құрылғылары (конвейерлер). Мұндай құрылғылардың алуан түрі бар. Мақаланың көлемі олардың барлық түрлеріне тоқталуға мүмкіндік бермейді. Міне, бір ғана мысал. Жиналмалы машинадан кейін бүктелген дәптерлер/газеттер алдымен веб-баспасөздің шығыс конвейеріне, содан кейін экспедицияның өнімдерін өткізетін конвейерге түседі. Бұл конвейер кез-келген дерлік веб-пресспен жұмыс істей алады. Оның басқару жүйесі конвейерге папканың шығыс конвейерімен синхронды түрде де, одан бөлек жұмыс істеуге, конвейердегі дәптерлер/газеттердің барлық көшірмелері экспедицияға, тіпті баспа жұмыс істемей тұрған кезде де экспедицияға жіберілуін қамтамасыз етеді.

Паллеттерге өнімді қоюға арналған роботты жүйелер. Кәдімгі мехатрондық құрылғыларды бірқатар шетелдік баспаханаларда дайын өнім пакеттерін паллеттерге жинау үшін қолданылатын роботтар деп санауға болады (3.9 сурет).



Сурет 3.9 – Дүра көрмесінде KUKA робот-қалағыш

Берілген мысалдар полиграфия саласында қолданылатын барлық мехатронды жүйелердің номенклатурасын толық пайдаланбайды. Осыған қарамастан, жоғарыда келтірілген ақпарат негізінде, мехатроника жоғары сапалы баспа өнімдерін өндірудің технологиялық процестерін дамытуға ықпал ететін жаңа құралдар жинағын басып шығаруға мүмкіндік береді деп қорытынды жасауға болады.

3.3 Жел қондырғысының орналасуын таңдауға қойылатын талаптар

Жел қондырғыларының орналасуын таңдау жел энергиясын пайдаланудың экономикалық орындылығын қамтамасыз ететін қолайлы жел жағдайлары бар жерлерде жасалуы керек.

Желдің орташа жылдық жылдамдығы 6 м / с және одан жоғары аудандарда жел энергиясын пайдалану кез-келген мақсаттағы жел қондырғылары үшін кең мүмкіндіктерде тиімді болады.

Желдің орташа жылдық жылдамдығы 6 м / с-тен төмен аудандар үшін жел энергетикалық жүйелерін жобалау энергияның болжамды өндірісін есептеумен және оны сұраныс деректерімен салыстырумен және нақты тұтынушылар үшін экономикалық индикаторлар бойынша нәтижелердің қолайлылығын бағалаумен қосымша негіздеуді қажет етеді.

Ең қолайлы жерлер - бұл биік және жазық жерлер, теңіз жағалауларына жақын жерлер, ірі өзендер мен су қоймалары.

Конвекциясы бар жер пішіні бар жерлерден, сондай-ақ ауа массаларының жел турбинасына кедергі келтіруі мүмкін ормандардың, тұрғын үйлердің және өндірістік объектілердің жанындағы жерлерден аулақ болу керек.

Бұл жағдайда энергияның басым бөлігін алатын бағыттардағы жел жолына кедергілерді болдырмауға ерекше назар аудару қажет.

Жоба жел қондырғысын бөгде адамдар қол жетімді емес қоршалған жерде орналастыруды қамтуы керек. Олай болмаған жағдайда, жел турбинасының айналасында қоршау салу қарастырылған, қоршаудың алдыңғы есігі құлыпталуы керек, оған қауіпсіздік белгілері, сондай-ақ жел турбинасының мұнарасы орнатылуы керек.

Жел турбинасын тұрғын үй-жайлардан, медициналық мекемелерден, мектептерден және демалыс үйлерінен қашықтықта алып тастау керек, бұл жұмыс істейтін жел фермасы шығаратын шу деңгейін 45 дБ деңгейіне дейін төмендетеді.

Жел турбиналарын салуға арналған орын темір жолдар мен автомобиль жолдары, электр желілері, газ құбырлары, кабельдік және су жолдары үшін белгіленген аумақтан тыс жерде орналасуы керек.

Жел турбиналарын қоныс аударатын құстардың негізгі бағыттарының жолына орнатуға болмайды, оларды жаппай ұя салатын орындарға жақын орналастыруға болмайды.

Жел турбиналарын салу үшін таңдалған орынды жел паркі орналасқан облыстың жергілікті әкімшілігімен келісу керек.

Таңдалған жел электр қондырғысының орналасуын таңдау талаптары негізінде ол барлық өлшемдерге сәйкес келеді, өйткені Восточное қаласының №16 қазандығы тұрғын үйлерден, мектептерден және мектепке дейінгі мекемелерден едәуір қашықтықта орналасқан, бұл бізге жел қуатын орнатуға мүмкіндік береді.

Бастапқы ақпарат. «Шығысты» ЖШҚ жылу өндіруге қажет электр мөлшерін анықтау. Есеп «Коммуналдық жылу энергетикасы кәсіпорындарының жылу қазандықтарымен жылу өндіру үшін отын, электр қуаты мен судың шығынын анықтауға арналған әдістемелік нұсқауларға» сәйкес Мемлекеттік коммуналдық шаруашылық академиясының мемлекеттік унитарлық кәсіпорны «Шығысты» ЖШС бір жыл ішінде тұтынған электр энергиясының жалпы көлемі:

$$\Sigma = 318472 + 63233 + 24000 + 9669 = 415401 \text{ кВт*сағ}$$

Генераторды таңдау. Шығысты кенті кестенің алғашқы деректері негізінде тұтынылған электр жүктемесін ескере отырып № 16 қазандықтың жалпы қуатын есептейміз:

$$\begin{aligned} \Sigma P_{\text{есеп}} &= 38,5 + 52,5 + 3,2 + 3,2 + 5,3 + 10,5 + 10,5 + 0,4 + 0,04 + 0,08 + 0,15 * 0,1 \\ &= 126 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Алынған есептеулер негізінде біз генератордың қажетті қуатын жалпы қуаттың 10% артық жүктемесін ескере отырып аламыз:

$$P_{\text{г.}} = \Sigma P_{\text{есеп}} + 10\% = 126 + 10\% = 140 \text{ кВт}$$

Табылған генератордың қуатына сүйене отырып, бізге қажет жел турбинасын таңдаймыз:

Жел генераторы - Daewoo; «Прогрессивті энергетикалық технологиялар» компаниясы. Тікелей келісімшарттар, үйді дамыту, кепілдік. ҚР бойынша жеткізу. Жел генераторы (жел электр станциясы, жел турбинасы) 3 кВт-тан 150 кВт-қа дейін

Генератордың максималды қуаты (Вт) - 150 000

Генератордың кернеуі (V) - 380;

Ротордың диаметрі (м) - 14

Желдің бастапқы жылдамдығы (м / с) - 3,5;

Номиналды желдің жылдамдығы (м / с) - 11

Мастикалық биіктігі: ұзындығы 18 м;

Пышақтар саны: 3 дана.

Дауыл желіне төтеп береді: 25 м / с дейін

Материал: корпустар - болат; пышақтар - талшықты шыны

Салмағы: 3550 кг; Құны: 750 000 тн

Жел генераторы (жел паркі) 3-тен 150 кВт-қа дейін

Өтеу мерзімін есептеу. Бір жыл ішінде «Шығысты» ЖШС 264516 кВт/сағ жұмсайды, ал кәсіпорындар үшін 1 кВт электр энергиясы 12,52 тн құрайды, сондықтан жел генераторының өтелу мерзімін анықтауға болады:

$$\text{ТОК} = \text{П} / \text{Пч} \quad \text{Пч} = \text{П} - \text{Ш},$$

П - жел қондырғысын сатып алу құнын шегеріп тастамай кәсіпорынның пайдасы

Пт - кәсіпорынның таза пайдасы

Ш - жел қондырғысын сатып алуға жұмсалған шығындар (2750 мың тн)

Өтемділіктің стандартты мерзімі - 6,7 жыл.

$P=6,7 \cdot 264516 \cdot 12,52 = 4466088,1$ тн.

$P_t = 4466088,1 - 750000 = 3716088,1$ тн.

$ТОК = 4466088,1 / 3716088,7 = 1,3$ жыл

Жүргізілген есептеулерден жел қондырғысының өтелу мерзімі нормативті кезеңнен аз (6,7), яғни осы парниктік қондырғыны сатып алу тиімді болғанын көрсетеді.

Жел станциясының техникалық-экономикалық көрсеткіштері.
VES Daewoo жел электр станциясын пайдаланудың орындылығы критерийі (Шығыс қ.,) - бұл қолданылу орнының жел жағдайларына және жанармай құнына байланысты жылдық экономикалық тиімділік.

Электр қуатын өндіруге арналған Daewoo жел фермасынан алынған экономикалық тиімділікті есептеу кезінде салыстыру негізінде $P = 150$ кВт генераторы қабылданды. Бұл қондырғыны салыстыру базасы ретінде таңдау қуаттылықтың салыстырмалы болуын және орталықтандырылған электр желілерінен қашықтағы генератор-электр станцияларында таратылғандығын ескере отырып жасалды. Іс жүзінде электр станциясын энергия көзі ретінде пайдалану мәселесі электр энергиясын өндіруді ұлғайту қажет болған кезде туындайды. Неғұрлым пайдалы - қосымша генератор-электр қондырғысын пайдалануға беру немесе Daewoo VES пайдалану, қосымша отын жеткізу мәселесін көтермей электр қуатын өндіруді ұлғайтуға мүмкіндік береді?

Жел турбиналары, жанармай бағасы күрт көтеріліп, жел турбиналарына қызмет көрсеткені үшін сыйақы төлеуде айтарлықтай өзгерістер болғандықтан, есептеу жаңа жағдайларға байланысты қайталануы керек.

Қазіргі уақытта әртүрлі елдердегі ондаған компаниялар қуаттылығы 3-150 кВт болатын жел турбиналарын көтерме бағамен 1 кВт үшін 1000 доллардан сатады. Демек, қазіргі жағдайда, қуаттылығы 150 кВт жел паркінің көтерме бағасы 150 мың долларды, ал тенге түрінде -5100 мың тенгені құрайды. Мұздатқыш жағдайында жел қондырғысын жеткізу мен орнату үшін қосымша шығындарды ескере отырып, оның баланстық құны 10249 мың рубльді құрайды.

Daewoo VES-тің техникалық сипаттамаларына сәйкес, қондырғыға техникалық қызмет көрсету өте қажет - жылына 32 адам / сағат.

2004 жылғы мәліметтер бойынша, VEC Daewoo-дің көтерме бағасы 750 мың тенгені құрайды. Жеткізуге және орнатуға арналған қосымша шығындарды көтерме бағаның пайыздық үлесі (48%) ескере отырып, Daewoo WES компаниясының баланстық құны 111 мың рубльді құрайды. Жел генераторына қызмет көрсетуге кететін уақыт ГОСТ 10032-80 сәйкес автоматтандырылудың 1-дәрежелі жел фермасы үшін анықталады (жылына 1875 с.).

Қазіргі заманғы жел энергиясы негізінен автономды электрмен жабдықтау режимінде жұмыс жасау үшін пайдаланылатын шағын қуаттылығы бар жел фермаларын (1-ден 150 кВт-қа дейін) дамыту және пайдалануымен байланысты бір бағытта дамиды. Осындай қондырғылардың көмегімен жеке ауыл үйлерін де, бүкіл ауылдарды да электр қуатымен қамтамасыз етуге, ашық су қоймаларынан, шахталар мен ұңғымалардан суды көтеруге, тұщыландырылған суды шығаруға, жылу шығаруға және батареяларды зарядтауға болады. Жел жағдайлары жел энергиясының салдарынан тұтынушылардың қажеттіліктерін толығымен қанағаттандырмайтын жағдайларда, жел электр станцияларына қосымша резервтік қуат көздері қолданылады: фотоэлектрлік батареялар, бензин немесе дизельді электр қондырғылары және батареялар. Шағын электр станцияларының жел турбиналарының диаметрі әдетте 3-тен 25 м-ге дейін жетеді.

Қазіргі уақытта жел энергиясын жаппай пайдалануға жел қондырғылары мен жел турбиналарын салу үшін қажет болатын жоғары инвестициялар кедергі келтіруде. Сіз жоғары жылдамдықты жел доңғалақтарын пайдалану және дизайнды барынша жеңілдету арқылы инвестицияның қысқаруына қол жеткізе аласыз. Жел турбиналарының құны көбінесе олардың материалды тұтынуымен анықталады. Әр түрлі диаметрлі жел доңғалақтары бар қуатты жел турбиналарының бірқатар үлгілерінің массалық және нақты материалдық шығыны туралы мәліметтер келтірілген.

Кабельді таңдау есебі. Максималды жүктеме уақытын анықтаңыз (Tmax.)

$$T_{max} = 4466088.1 / 150 = 29774 \text{ сағ.}$$

Ағымдағы экономикалық тығыздық - 1,1

$$M_{en} = 150,000 / 1,73 * 380 = 150,000 / 657,4 = 228 \text{ A}$$

$$\text{Сымның экономикалық бөлімі} - Fe = 228 / 1.1 = 207$$

«Электрмен жабдықтауды есептеу және жобалау; Электр жабдықтарына арналған анықтамалық материалдар» кестесін таңдаңыз. «Жерге салынған қорғасын немесе алюминий қабықшасында сіңдірілген қағаз оқшаулауы бар электр сымдарына ағымдағы жүктеме», біз экономикалық қимасы=207 болатын 3 кВ-тан 3 кВ-қа дейінгі алюминийді 3 сымнан таңдаймыз, сондықтан есептеулерден $S=70 \text{ мм}^2$ сымын аламыз.

Таңдалған қондырғының жіктелуі. Диаметрі мен пышақтар санына байланысты жел доңғалағының бірдей жылдамдықтағы айналуы әртүрлі болады. Бұл көрсеткіш жел доңғалағының жылдамдығы деп аталады және пышақтың ұшындағы перифериялық жылдамдықтың жел жылдамдығына қатынасы арқылы анықталады.

$$Z = L * W / 60 / V$$

Мұндағы: W – желдөңгелегінің айналу жиілігі (айн/мин); V – желдің жылдамдығы (м/с); L – шеңбер (м); Z – желдөңгелегінің құрылымының тезжүруі.

Бірақ бастапқыда біз жел доңғалағының айналу жылдамдығын білмейміз, бұл оның жұмысына байланысты. Жел пышақтардан өткен кезде ашуланған із қалады, ол жел доңғалағының айналуын тежейді. Сондықтан пышақтар неғұрлым көп болса, соғұрлым жылдамдық азаяды. Сондықтан жел доңғалағының жылдамдығын алдын-ала есептеу үшін тәжірибеде тәжірибе жүзінде әр түрлі жүзі бар доңғалақтар үшін белгіленген жылдамдықты (Z) аламыз: доңғалақты жел доңғалақтары $Z=73$ доңғалақты жел дөңгелегі $Z=5$.

Төмендегі формула бойынша жел доңғалағының жылдамдығын есептейміз: $= V / L * Z * 60$

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы жұмыста мен осы жерге қажетті энергиямен қамтамасыз ету үшін Шығысты жел қондырғысының жобасын қарастырдым. Мен есептеулер жасадым: дұрыс генераторды таңдау, кабельді таңдау, өтелімді кезеңді есептеу, жел сипаттамалары таңдалды, жел сипаттамалары анықталды. Біз ҚР солтүстігінде өмір сүретіндігімізге байланысты және тұрақты желдер осында (және жел - бұл таусылмайтын энергия көзі және айналдырылған кезде қоршаған ортаға зиянды шығарындылар жоқ), және қарастырылып отырған шығыс облысында электрмен жабдықтаудың балама көздері жоқ. Менің таңдаған 3-150 кВт Daewoo жел турбины ҚР көптеген аймақтарында үлкен сұранысқа ие болуы мүмкін. Бұл жел электр қондырғысы бірнеше қамтамасыз ете алады.

Кейбір кезде тиімділігі төмен, өйткені 1 кВт пен қамтамасыз ету үшін орта есеппен 400 мың на 2 млн дейін қаражат жұмсалады. Ол дегеніміз 150 кВт пен қамтамасыз ету үшін орта есеппен 60 млн на 85 млн ға дейін қаражат жұмсалады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Национальный центр государственной научно-технической экспертизы, 2018. Отчет Национального научного совета по приоритетному направлению «Энергетика и машиностроение» за 2018 год. // Режим доступа: <https://www.ncste.kz/assets/files/otchet-nns-eim-2018.-15-01-2019-16-51-49.pdf>
2. Web of Science: База данных патентов и публикаций в научных журналах. Clarivate Analytics – 2019. // Режим доступа: www.webofknowledge.com
3. Scopus: Библиографическая и реферативная база данных. Elsevier – 2019. // Режим доступа: <https://www.scopus.com>
4. Национальный доклад по науке / под ред. Академика Журинова М.Ж. Национальная академия наук. – Астана; Алматы, 2018. – 120 с.
5. Национальный научный портал Республики Казахстан. Информационно-аналитические издания НЦГНТЭ / Библиометрические показатели казахстанских авторов. // Режим доступа: http://www.nauka.kz/page.php?page_id=859&lang=1&parent_id=906
6. Национальный доклад по науке / под ред. Академика Журинова М.Ж. Национальная академия наук. – Астана; Алматы, 2019. – 120 с.
7. Буктуков Н.С., Буктуков Б.Ж., Жакып А.К. 2018. Возобновляемые источники энергии – энергетическая независимость. // *Инженерное дело в Казахстане* (ENGINEER.KZ) <http://engineerkz.com/vypuski-zhurnala/vypuski-zhurnala-0-za-2018-god/vozobnovljaemye-istochniki-jenerгии-jenergeticheskaja-nezavisimost/>
8. Национальный институт интеллектуальной собственности. Поиск по патентам: Энергетические технологии. <https://green.kazpatent.kz>.
9. ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам.
10. Бляшко Я.И., Золотаревич В.П., Югов Н.В. Расчет гидродинамических характеристик потока для моделирования проточной части гидроагрегата на основе численных и аналитических методов с целью разработки инженерной методики расчета // Проблемы машиноведения и машиностроения: Межвуз. сб. СПб., 2005. Вып. 34. С. 24-40.
11. Елистратов В.В., Васильев Ю.С., Бляшко Я.И. Разработка научно-технических и технологических основ проектирования, создание, исследования и испытания головного образца агрегата микро-ГЭС на сверхнизкие напоры с турбиной нового поколения и интегрированной системой аккумулирования энергии»//СПб., 2012
12. Национальный доклад по науке / под ред. Академика Журинова М.Ж. Национальная академия наук. – Астана; Алматы, 2019. – 120 с.
13. Буктуков Н.С., Буктуков Б.Ж., Жакып А.К. 2018. Возобновляемые источники энергии – энергетическая независимость. // *Инженерное дело в Казахстане* (ENGINEER.KZ) <http://engineerkz.com/vypuski-zhurnala/vypuski-zhurnala-0-za-2018-god/vozobnovljaemye-istochniki-jenerгии-jenergeticheskaja-nezavisimost/>

14. Moldabekov D. How does Kazakhstan try to increase the share of renewable energy in the energy sector // <https://vlast.kz/jekonomika/24037-kak-kazahstan-pytaetsa-uvelicit-dolu-vie-v-energetike.html>

15. Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева. Наука. <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauchno-issled-podr/nii-energoberezhenie-i-energoeffektivnye-tehnologii>.

16. Moldabekov D. How does Kazakhstan try to increase the share of renewable energy in the energy sector // <https://vlast.kz/jekonomika/24037-kak-kazahstan-pytaetsa-uvelicit-dolu-vie-v-energetike.html>.

17. Фонд «Global monitor», 2017. «Возобновляемая энергетика в Казахстане». / Алматы, апрель 2017 – 59 с.

18. 1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. М., 1994.

19. 2. Налоговый кодекс РФ. Часть 2 // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2000.

20. 3. Общая характеристика водно-ресурсного потенциала.

21. 4. Пахомов М. А., Трибунская У. Г. Направления повышения уровня предпринимательской активности в области // Социально-экономические явления и процессы. 2010. № 3.

22. 5. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / под ред. С. С. Рокотяна, И. М. Шапиро. 3-е изд., перераб. и доп. М., 1985.

23. 6. Сысоева М. С. Конкурентоспособность альтернативной энергетики для области // Управление конкурентоспособностью предпринимательских структур: мат-лы круглого стола: 28 февраля 2011 г. / отв. ред. Е.Ю. Меркулова. Тамбов, 2011.

24. 7. Что такое микро ГЭС URL: <http://www.fsda.ru> 8. Шапиро В. Д. [и др.] Управление проектами СПб., 1996.

25. 9. Экономика организаций (предприятий): учебник / под общ. ред. В. Я. Горфинкеля, В. А. Швандара. М., 2006.