

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Магруппов Асан Муратулы

Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасын әзірлеу, зерттеу
және компоненттерді таңдау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

_____ Е.А. Сарсенбаев

«__» _____ 2024ж.

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасын әзірлеу, зерттеу және компоненттерді таңдау»

6B07101-«Энергетика» мамандығы бойынша

Орындаған

Магруппов А. М.

Пікір беруші

ТОО «Newgen ELECTRICAL» бас директоры

_____ Н.Б.Кульшев

(қолы)

«__» _____ 2024ж.

Ғылыми жетекші

Аға оқытушы

_____ А.О.Бердібеков

(қолы)

«__» _____ 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6B07101-«Энергетика» мамандығы

«БЕКІТЕМІН»

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

«___» _____ 2024 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Студент Магруппов Асан Муратулы

Тақырыбы: «Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасын әзірлеу, зерттеу және компоненттерді таңдау»

Университеттің Ғылыми кеңесі бекіткен. № 408-п «28» қараша 2022 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» мамыр 2024 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі:

а) Физика-техникалық негіздерінде фотоэлектрлік күн энергиясы;

б) Тұрақты токты күн фотоэлектр стансасының айнымалы құрылымды қадағалаушы электр жетегін басқару жүйесін даярлау;

в) Бақылау электр жетегінің басқару жүйелері және оларды құрудың негізгі принциптері;

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Савченко И.Г., Тарнижевский Б.В. Определение оптимального уровня концентрации солнечного излучения для фотобатарей при различных способах их охлаждения.: - Гелиотехника, 1972, № 4, с. 20-23.

2. Климат Казахстана. Под ред. Канд. геогр. наук А.С. Утешева.: - Гидрометеорологическое издательство. Справочник. Ленинград 1959.-450с

3. Метеорология и климатология. Учебник. 4-е изд. перераб. и доп.-М.: Издательство МГУ. 1994.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Физика-техникалық негіздерінде фотоэлектрлік күн энергиясы		
Тұрақты токты күн фотоэлектр стансасының айнымалы құрылымды қадағалаушы электр жетегін басқару жүйесін даярлау		
Бақылау электр жетегінің басқару жүйелері және оларды құрудың негізгі принциптері		

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Физика-техникалық негіздерінде фотоэлектрлік күн энергиясы	А.О. Бердібеков аға оқытушы		
Тұрақты токты күн фотоэлектр стансасының айнымалы құрылымды қадағалаушы электр жетегін басқару жүйесін даярлау	А.О. Бердібеков аға оқытушы		
Бақылау электр жетегінің басқару жүйелері және оларды құрудың негізгі принциптері	А.О. Бердібеков аға оқытушы		
Норма бақылау	А.О. Бердібеков, аға оқытушы		

Жоба жетекші _____ /А.О. Бердібеков/
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент _____ / А.М. Магруппов/
(қолы)

Күні _____ «___» _____ 2024 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста күн фотоэлектр станциясының тұрақты ток электр жетектерін бақылайтын ауыспалы құрылымы бар басқару жүйесін жасалды.

Сонымен қатар күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасы әзірленді, зерттелді. Күн фотоэлектр стансасы үшін электр жетекті қолдану қажеттілігі мен оның экономикалық тиімділігі негізделіп есептіктер жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе была разработана система управления с изменяемой структурой для управления электроприводами постоянного тока солнечной фотоэлектрической установки.

Кроме того, была разработана и исследована схема управления электроприводом в системе производства солнечной энергии. Расчеты проводились исходя из необходимости использования электропривода для солнечной фотоэлектрической установки и его экономической эффективности.

ANNOTATION

In this thesis, a control system with a variable structure for controlling direct current electric drives of a solar photovoltaic plant was developed. In addition, the control scheme for the electric drive in the solar energy production system was developed and studied.

Calculations were made based on the need to use an electric drive for a solar photovoltaic plant and its economic efficiency.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Физика-техникалық негіздерінде фотоэлектрлік күн энергиясы	9
1.1	Күн энергиясы – энергия өндірісін бағалау	9
1.2	Күн сәулесінің энергиясын пайдаланатын электр станциялары (КСЭС)	11
1.3	Күннің жарқырау ұзақтығының ықтималдық бағасы	14
1.4	Күн фотоэлектр стансалар және электр жетекті қолдану негіздемесі	19
1.5	Күн фото электр стансаларда қолданылатын электр жетек	23
1.6	Күн фото электр станциясының бақылаушы электр жетегінің негізгі құрылымын негіздеу	28
2	Тұрақты токты күн фотоэлектр стансасының айнымалы құрылымды қадағалаушы электр жетегін басқару жүйесін даярлау	31
2.1	Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару құрылымдық схемасын әзірлеу	31
2.2	Күн фотоэлектр стансаның қадағалағыш электр жетегінің қуатын анықтау	36
2.3	Күн фото электр стансаның қадағалаушы электр жетегінің айнымалы құрылымды басқару жүйесін оңтайландыру жүйесін	40
3	Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқаруды зерттеу және компоненттерді таңдау	46
3.1	Бақылау электр жетегінің басқару жүйелері және оларды құрудың негізгі принциптері	46
3.2	Электр жетегін бағдарламалық басқару жүйесі, құру принциптері және жіктелімі	48
3.3	«SOLAR LAB» зертханалық стендімен күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасын әзірлеу	51
3.4	Тұрақты токтың (сә-і) бақылаушы электр жетектерін және гелиоқондырғыланды енгізудің тиімділігін есептеу	54
	Қорытынды	61
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	62

КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта жаңғыртылатын энергия көздерін қолданау потенциалына үлкен назар аударылуда. Келешекте қолданылатын және экологиялық таза энергия көзіне күн энергиясын жатқызуға болады. Бұл энергия көзі Қазақстанда алыс қашықтықта орналасқан аудандарды электр энергиямен қамтамасыз етуге және қуатты электр стансалары бар үлкен қалалардың атмосферасына азот, күкірт оксиді мен күлдің шығарылуын төмендетуге мүмкіндік береді. Сондықтан, қолданыстағы күн стансаларын жаңарту, оны қолдануды тездету үшін қажетті және маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Соңғы онжылдықтарда жаһандық күн энергиясы қарқынды дамып келеді, күн электр станциялары көптеген елдердің энергетикалық инфрақұрылымының бір бөлігіне айналууда. Күн технологиясының дамуы экономикаға айтарлықтай әсер етеді. Алдағы онжылдықтарда күн энергиясы «күн» ресурсы барынша жоғары елдер мен аймақтардың экономикалық дамуының ынталандырушысына айналады деп күтуге болады.

Күн шығаратын энергияның бір бөлігі ғана, алып «энергия қазандығы» жерге жетеді. Жыл сайын біздің планетамызға түсетін қорлар жер қыртысында шоғырланған барлық органикалық отынның (көмір, шымтезек, мұнай, табиғи газ) дәлелденген алынатын қорларынан бірнеше есе көп. Жылына Күннің планетамызға беретін энергиясы стандартты отынға айналса, онда бұл көрсеткіш шамамен 100 триллион тоннаны құрайды. Бұл бізге қажетті сомадан он мың есе көп.

Күн энергиясы технологияларының жетілдірілуі бір адамға 1 кВт/сағ энергия өндіруге кететін шығынға әкелді. Күн электр станциялары көмірсутектердің «дәстүрлі емес» көздерінен энергия өндірудің өзіндік құнына тең немесе одан төмен. Сонымен қатар, энергия өндіру үшін жағылатын қазба отындарының антропогендік әсерін ескеру қажет, бұл біздің планетамыздың биосферасының өзгеруіне әкеліп соқтырды.

Стансаның қадағалаушы электр жетегінің пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) жоғарлату мәселесі, энергияны түрлендіру кезіндегі шығындарды төмендету жолдары маңыздылығымен түсіндіріледі. Бұл мәселені шешу жолдарының бірі бұл – қадағалаушы электр жетегінде орналасқан буындардағы шығындарды төмендету, сонымен қатар толықтай күннің энергиясын алу мақсатында, күн қондырғысының күн қабылдағыш дискісіне күнді дәлдеп бағыттау. Күн «дискісіне» қабылдағыш электр жетек көмегімен күн қондырғысын бағыттау дәлдігі басқару жүйесімен, яғни реттегіш қабылдағыш электр жетегімен іске асады. Фото электр стансаның қабылдағыш электр жетегімен энергияны түрлендіру кезінде пайда болатын шығындарды төмендетумен қатар, басқару жүйесі қоздырушы әсер етулерге электр жетектің шамалы сезімталдығын қамтамасыз етуі тиіс.

Осыған байланысты күн фото электр стансадағы күн қондырғысының қадағалаушы электр жетегін басқару жүйесін жобалау, станцияның қажетті **міндеті** болып табылады.

Жұмыстың мақсаты. Дипломдық жұмыста күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасын әзірлеу, зерттеу және компоненттерді таңдау. КФЭС үшін электр жетекті қолдану қажеттілігі мен оның экономикалық тиімділігі негізделеді.

1 Физика-техникалық негіздерінде фотоэлектрлік күн энергиясы

1.1 Күн энергиясы – энергия өндірісін бағалау

Күн энергиясы ең тиімді, үнемді және ластамайтын жаңартылатын энергия көздерінің бірі болып табылады

Күн энергиясының көптеген артықшылықтарымен қатар, кемшіліктері де бар. Мысалы, күн энергиясы тығыздығы төмен және үздіксіз болмайды. Басқаша айтқанда, күн энергиясы қалаған сәтте бола бермейді және әрқашан күтілетін қарқындылықта болады. Екінші жағынан, күн энергиясын пайдалану үшін қажет жүйелердің инвестициялық шығындары қазіргі технологиялық қондырғылармен салыстырғанда біршама жоғары. Күн энергиясының тағы бір жағымсыз жағы - күн сәулесінен келетін энергия мөлшері бақылаусыз.

Күн энергиясы негізінен келесі салаларда пайдаланылады: электр желілері ешқашан қол жетімді емес аймақтарда, электр энергиясының қымбат тұратын аудандарында және электр желілері проблемалары бар аймақтарда қолданылады.

Энергияның бұл түрі күн радиациясын тікелей электр энергиясына түрлендіруге қабілетті фотоэлектрлік модульдер арқылы электр энергиясын өндіретін қондырғы болып табылатын фотоэлектрлік жүйенің көмегімен жиналады. Күн панельдерінде тікелей жарық алған кезде бір-бірімен әрекеттесіп, электр тогын тудыратын электрондарды иондайтын және шығаратын фотоэлектрлік элементтер бар.

PV күн энергиясы соңғы жылдары күн қауымдастықтарының келуімен және жаңа өзін-өзі тұтынатын күн қондырғылары әкелген энергияны үнемдеумен айтарлықтай қарқын алды.

Күн және әртүрлі энергияны сақтау түрлерге түрлендіру бірқатар термиялық, химиялық, механикалық және электрлік әдістермен жүзеге асырылады. Әдетте, термиялық қоймада меншікті жылу сыйымдылығы жоғары және оңай, су, май және малтатас шөгінділері сияқты үнемді материалдар қолданылады. Механикалық қоймада энергия күн сорғысы немесе компрессормен қысыммен жоғары қысымды сұйықтық ортасында жиналады. Гидрат тұздары әдетте химиялық қоймаларда қолданылады. Батареялар (аккумуляторлар) электрлік қоймада қолданылады.

Қоршаған ортаның ластануымен және күшейіп келе жатқан энергетикалық дағдарыспен бірге бүкіл әлем қоршаған ортаға әсер етпейтін жаңа тұрақты энергия көзін табуға ұмтылуда. Осылайша, күн энергетикасының даму болашағы өте жақсы. Күн энергиясын өндірудің алғышарттары мен принциптерін мұқият түсінуге негізделген толық мәтін күн энергиясын өндіру объектілерін салу кезінде кездесетін технологиялар мен қиындықтарды зерттейді.

Сақталатын немесе энергияның әртүрлі түрлеріне айналатын күн энергиясы тұрмыстық суды жылыту, бассейн мен лимон ұстағыштарды жылыту, шөптен жасалған өнімдерді кептіру, құрылымдарды жылыту және

салқындату (ауа баптау), электр энергиясын өндіру және фотохимиялық және фотосинтетикалық циклдерді орындау үшін қолданылады. Осы циклдердің ең көп қолданылатынын келесідей санауға болады: күн энергиясынан тікелей энергия алу, электр энергиясын алу және сутегі энергиясын алу.

Мұндағы маңызды сәт - күн сәулесінен алынған энергияны дұрыс бағалау. Жобаланған және орнатылған жүйелер тиімді жұмыс істейтіндігі туралы уәкілетті органдар өткізген бағалау жұмыстары туралы хабарлайды.

Күн энергетикасы саласында жұмыс істейтін кәсіпорындар арзан, бірақ сапалы энергия өндіруге мәжбүр. Сондықтан біздің ұйым күн энергиясын зерттеу аясында энергия өндірісін бағалау қызметін ұсынады. Осы зерттеулерде ол бизнеске тиімді, тұрақты және сапалы қызмет жасауға бағытталған.

Күн энергиясының технологиялары мен электр станциялары жұмыс істеген кезде ауаны ластанмайды және парниктік газдар шығармайды. Күн энергиясы қоршаған ортаға көбірек әсер ететін басқа энергия көздерін алмастырғанда немесе пайдалануды азайтқанда, күн энергиясын пайдалану қоршаған ортаға оң, жанама әсер етуі мүмкін. Дегенмен, күн энергиясы технологияларын өндіру және пайдалану кейбір экологиялық зардаптарға әкелуі мүмкін.

Күн энергиясының технологиялары өндіру үшін энергияны көп қажет ететін металдар мен шыны сияқты материалдарды қажет етеді. Бұл материалдарды өндіруге байланысты экологиялық мәселелер күн энергиясы жүйелерімен байланысты болуы мүмкін. Бірқатар ұйымдар мен зерттеушілер PV өтелімділік талдауларын жүргізді және PV жүйесі 1-4 жыл ішінде оны өндіруге жұмсалған энергияға баламалы энергияны өндіре алады деген қорытындыға келді. Көптеген фотоэлектрлік жүйелердің қызмет ету мерзімі 30 жылға дейін немесе одан да көп.

Фотоэлектрлік (PV) ұяшықтар мен панельдерді өндіру үшін қолданылатын қауіпті химиялық заттар олардың қоршаған ортаға түсуіне жол бермеу үшін мұқият өңделуі керек. Фотоэлектрлік ұяшықтар технологияларының кейбір түрлері ауыр металдарды пайдаланады және фотоэлектрлік элементтердің және фотоэлектрлік панельдердің бұл түрлері қызмет ету мерзімінің соңына жеткенде ерекше өңдеуді қажет етуі мүмкін. Кейбір күн жылу жүйелері жылуды тасымалдау үшін ықтимал қауіпті сұйықтықтарды пайдаланады және бұл материалдардың ағуы қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін.

Кез келген электр станциясы сияқты, үлкен күн электр станциялары орналасқан жерінде немесе оған жақын жерде қоршаған ортаға әсер етуі мүмкін. Электр станциясы үшін жерді тазарту жергілікті өсімдіктер мен жануарлардың тіршілік ету ортасына ұзақ мерзімді әсер етуі мүмкін. Дегенмен, ауылшаруашылық құндылығы аз жерлерде күн энергиясы жүйелерін орнату немесе фермаларда күн энергиясы жүйелерін біріктіру фермерлерге бірқатар экономикалық және экологиялық пайда әкелуі мүмкін.

1.2 Күн сәулесінің энергиясын пайдаланатын электр станциялары (КСЭС)

Күн жылу станциясы - кәдімгі термодинамикалық цикл арқылы күн энергиясын электр энергиясына айналдыруға арналған қондырғы. Дегенмен, қазбалы отынды пайдалану арқылы жұмыс істейтін жылу электр станцияларынан айырмашылығы, күн жылу электр станциялары күн сәулесі сияқты толығымен экологиялық таза энергия көзін пайдаланады. Электр энергиясын өндіру технологиясы біз айтып отырған күн жылу станциясының түріне байланысты аздап ерекшеленеді, бірақ оның жұмыс жүйесі ұқсас.

Күн жылу электр станциясы жылу өткізгіш қасиеттері бар сұйықтықты қыздыру және оның температурасын буға айналғанға дейін көтеру үшін күн радиациясын шоғырландырады. Содан кейін ол турбинаға беріледі. Мұнда жылу энергиясы механикалық энергияға айналады, ол генераторға беріледі, онда оның электр энергиясына соңғы түрленуі жүреді. Термодинамикалық цикл аяқталғаннан кейін бу конденсаторға қайтарылады, онда ол өзінің сұйық күйін қалпына келтіреді және процесс қайтадан қайталаынады.

Тиімділік тұрғысынан күн жылу станциясының өнімділігі күн сәулесінің сағатына және ауа райы жағдайына байланысты екенін ескеру маңызды. Сондықтан бұл электр станцияларында алынған энергияны қажет кезде пайдалану үшін сақтауға мүмкіндік беретін резервуар да бар.



1.1 – сурет - Орталық мұнара күн жылу электр станциясы

Бұл 1.1 - суретте нысандарда гелиостаттар деп аталатын үлкен айналар мұнарасы бар, олар максималды күн радиациясын түсіру және оны белгілі бір нүктеге шоғырландыру үшін бағытты өзгертуге қабілетті. Жылу жылу өткізгіш сұйықтыққа беріледі, оның температурасы көтерілген сайын буға айналады және термодинамикалық циклды бастайды.



1.2 – сурет - Коллекторлы күн жылу электр станциясы

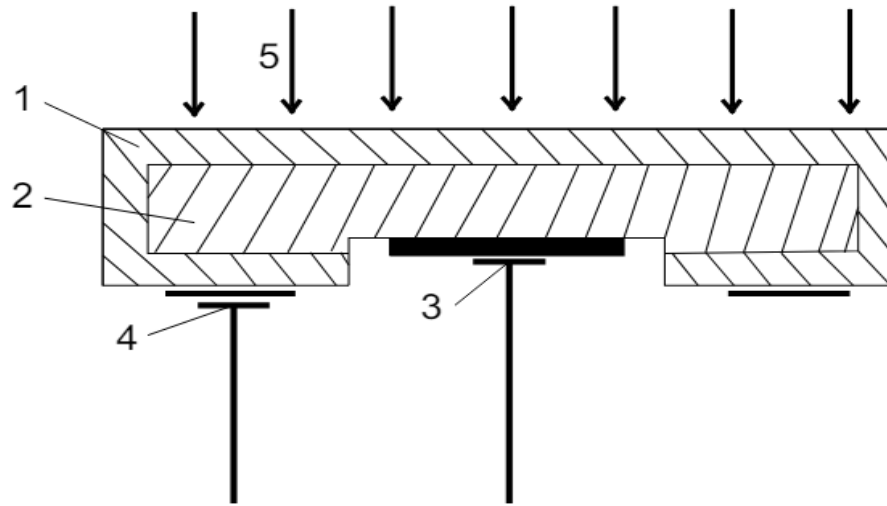
Күн жылу электр станциясының бұл түрі (1.2 – сурет) күн сәулесін концентратор немесе жоғары температуралы коллекторлар арқылы алады. Коллекторлар күн радиациясының қарқындылығын арттыру үшін 250°C -тан жоғары температураға дейін олардың орнын өзгертуге мүмкіндік беретін құрылымға орнатылған ойыс айналар болып табылады.

Ең қуатты энергия көзі – күн энергиясы. Күн сәулесінің толық қуаты 4,10 млрд. кВт болып есептеледі. Жер бетінің күн сәулесіне тік орналасқан әрбір шаршы метріне 0,35 кВт, ал жалпы жер бетіне 1,4 кВт күн сәулесінің радиациясы түсетіндігі анықталған (6). Әрине, бұл келтірілген цифрлар күн энергиясын пайдалануды зерттеудің қажеттігін дәлелдейді. Дүниежүзінде күн энергиясын электр энергиясына түрлендірудің бірнеше бағыты зерттеліп отыр [3,4].

Олар:

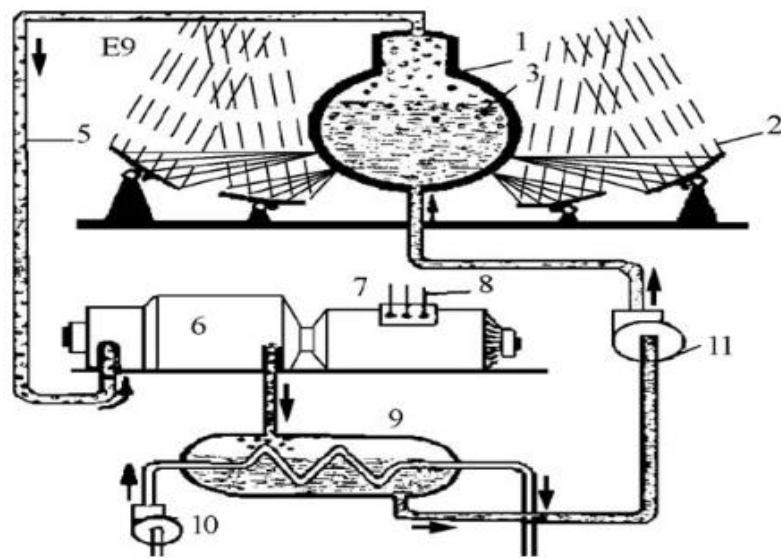
- 1) Термодинамикалық цикл арқылы күн энергиясын электр энергиясына айналдыру.
- 2) Фотоэлектрлік әдісті қолдану.
- 3) Жартылай өткізгішті генераторларды пайдалану. 1.3-суретте күн батареясы элементінің сұлбасы көрсетілген. Күн батареясының қуаты ондаған немесе жүздеген киловатқа жетеді. Оның пайдалы әсер коэффициенті 25% да, бағасы жоғары. Сондықтан күн батареясын пайдаланып, күн энергиясын электр энергиясына айналдыру, әзірге өндірісте көп қолданылмайды.

Ал, күн энергиясын жартылай өткізгішті генераторларды қолданып, электр энергиясына түрлендіру дамымай отыр. Олардың пайдалы әсер коэффициенті 6-12 пайыздан аспайды.



1.3 – сурет - Күн батареясы элементінің сұлбасы

Беттік қабат: өткізгіштігі п-типті кремний. 2 – Өткізгіштігі р-типті монокристалдық кремний. 3,4 – электродтар. Сонымен, алдағы уақытта күн энергиясын электр энергиясына түрлендірудің ең тиімді әдісі – термодинамикалық цикл тәсілі. 1.4 - суретте күн энергиясын электр энергиясына термодинамикалық цикл тәсілмен түрлендіру қондырғысының сұлбасы берілген.



1 – күн қазаны; 2 – күн сәулесін шоғырландыратын айналар (гелиоконцентратор); 3 – су; 4 – бу; 5 – бу құбыры; 6- бу турбинасы; 7 – электр генераторы; 8 – электр өткізгіштер; 9 – бу салқындатқыш (конденсатор); 10 – салқындататын су сорғысы; 11 – су сорғысы.

1.4 – сурет. Күн энергиясын электр энергиясына термодинамикалық цикл тәсілімен түрлендіру қондырғысының сұлбасы;

Бұл қондырғының жұмыс ұстанымы мынадай: Биік мұнарға сумен толтырылған күн қазаны (1) қондырылған. Мұнаның жанына көптеген сәуле жинақтағыш айналар (2) орналастырылған. Ол айналар жинақталған күн сәулесін қазанға бағыттайды да қазандағы суды (3) қыздырады. Су буға (4) айналады. Содан кейін бу құбырлармен (5) бу турбинасына беріледі. Ақырында бу турбинасымен (6) білікті қосылған электр генераторы (7) электр энергияны өндіреді (КЭС, ЖЭО, АЭС, СЭСты сияқты). Әзірге, осындай қондырғылардың пайдалы әсер коэффициенті төмен және анықталған бағасы жоғары.

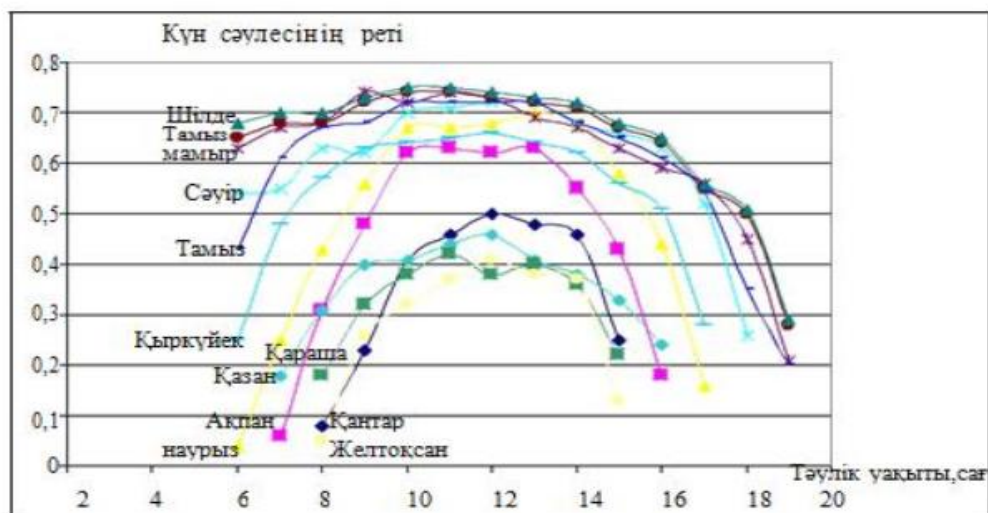
1985 жылы Қырымда (Алуштада) қуаты 5 МВт күн электр станциясы салынды. Сонымен қатар Украинада, Қазақстанда және Орта Азияда күн энергиясын тиімді пайдалану мақсатында бір қатар жұмыс жүргізілуде.

Францияда, АҚШ-та, ФРГ-де, Египетте, Жапонияда, Индияда және т.б. елдерде күн энергиясын пайдалану ынтамен зерттелуде. Бірақ адамзат қауымы әзір бұл керемет табиғат күшін толығынан пайдалану мүмкіндігін жасай алмай келеді. Ең қуатты энергия көзі – Күннің арзан энергиясы халық шаруашылығында толық пайдаланылмай отыр. Ол космос кемелерін, жердің жасанды спутниктерін, теледидар станцияларын энергиямен жабдықтау үшін ғана оқта-текте пайдалана бастады. Кейбір аудандарда (аймақтарда) су жылыту және термогенераторлары үшін күн сәулесінің қондырғыларын орнату қолға алынды. Дегенмен, олардың қуаты әлі де тым аз және пайдалы әсер коэффициенті өте төмен. Сондықтан Күн энергиясын өнеркәсіпте қолдану мүмкіндігі өз дәрежесінде емес.

1.3 Күннің жарқырау ұзақтығының ықтималдық бағасы

Күннің жарқырау ұзақтығы жеке сағат аралықта жарқырау уақытының қосындысынан алынады. Ықтималдық баға күн жарқырауы байқалатын ең ықтимал сағат аралығын анықтауға мүмкіндік береді. Күннің жарқырау ұзақтығын ықтималдық бағалануының тәжірибесі көрсеткендей, өткен жылдардың берілген мәліметтері бойынша ағымдағы уақытта бұл параметрді объективті алдын ала болжауға болады. Жеке уақыт аралығында күннің жарқырауын ықтималдық бағалау үшін, Алматы облысындағы метеорологиялық стансаның 5-10 жыл кезеңіндегі тіркелген материалдары өңделді. Рұқсат етілген қателікті ескергендегі, оның орташа мәндері 1.1 кестеге еңгізілген, сонымен қатар Алматы облысы үшін күннің жарқырауы ұзақтығының ықтималдық тәуелділігін көрсетуі мүмкін [3].

(1.5 - сурет) мәліметтердің анализі талтүсте күннің жарқырау ықтималдығы барлық айлар үшін тән екенін көретеді. Бір күн ішінде күннің жарқырау ұзақтығы талтүске симметриялы болып таралады. Күз-қыс мезгілдерінде (қазан-қаңтар айларында) күннің жарқырау ықтималдығы 50% аспайды.



1.5 – сурет – Алматы облысы үшін күннің жарқырау ұзақтығының ықтималдығы

Алматы облысы үшін күннің жарқырау ұзақтығының ықтималдығын талдау, Қазақстанның аталған аймағында гелиоэнергетикалық қорының жоғары потенциалы, сонымен қатар ЖЭК, соның ішінде гелиотехниканың дамуының практикалық тапсырмаларын шешу кезінде қолдану мүмкіндіктері туралы мәлімдейді [4].

1.1 кесте – Алматы облысы үшін күннің жарқырау ұзақтығының ықтималдығы

Айлар	Сағат және тәулік бойынша күн сәулесінің жарықтауының реттелуі													
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Қаңтар			0,08	0,23	0,41	0,46	0,5	0,48	0,46	0,25				
Ақпан		0,06	0,31	0,48	0,62	0,63	0,62	0,63	0,55	0,43	0,18			
Наурыз	0,04	0,25	0,43	0,56	0,67	0,67	0,68	0,7	0,68	0,58	0,44	0,16		
Сәуір	0,54	0,55	0,63	0,62	0,67	0,71	0,72	0,72	0,68	0,66	0,63	0,52	0,26	
Мамыр	0,64	0,67	0,68	0,74	0,7	0,74	0,73	0,69	0,67	0,63	0,59	0,56	0,45	0,21
Маусым	0,65	0,68	0,68	0,72	0,72	0,74	0,73	0,72	0,71	0,67	0,64	0,55	0,50	0,28
Шілде	0,65	0,68	0,68	0,72	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71	0,67	0,64	0,55	0,50	0,28
Тамыз	0,43	0,61	0,67	0,68	0,74	0,72	0,72	0,72	0,68	0,65	0,61	0,54	0,35	0,2
Қыркүйек	0,25	0,48	0,57	0,63	0,64	0,65	0,66	0,64	0,62	0,56	0,51	0,28		
Қазан		0,18	0,31	0,4	0,41	0,44	0,46	0,41	0,38	0,33	0,24			
Қараша			0,18	0,32	0,38	0,42	0,38	0,4	0,36	0,22				
Желтоқсан			0,05	0,26	0,32	0,37	0,41	0,38	0,37	0,13				

Күн жылу жабдығы күн радиациясын жылуға айналдыру үшін күн коллекторларын пайдаланады. Бұл коллекторлар суды жылыту үшін күн радиациясын жинау және сақтау үшін пайдаланылады, ол кейінірек гигиеналық, тұрғын үй немесе өнеркәсіптік пайдалану үшін жылыту немесе ыстық су жүйелерін қолдау үшін пайдаланылады [5].

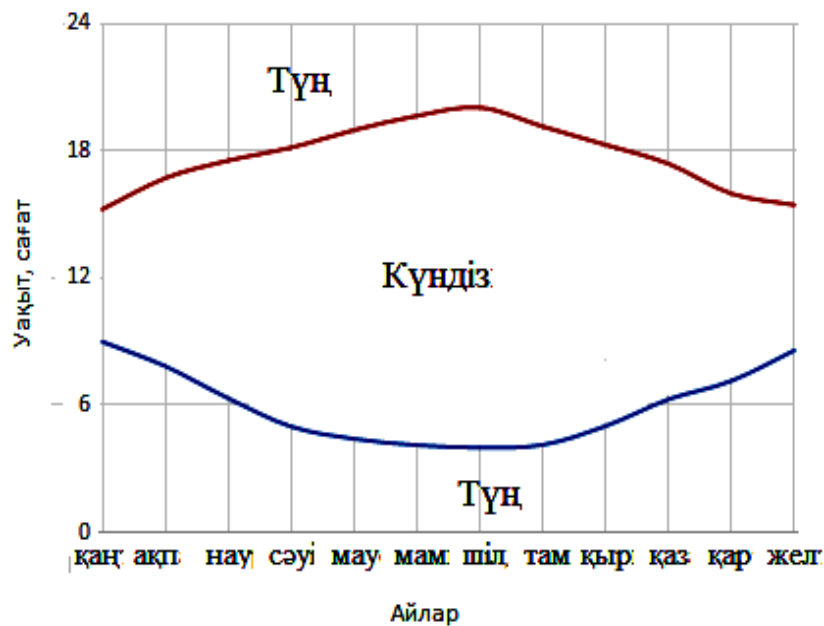
Шоғырландырылған күн энергиясы (ШКЭ) деп аталатын тағы бір нұсқа бар. Бұл жағдайда жүйе күн сәулесін белгілі бір бетке шоғырландыратын линзалар немесе айналар сериясымен жұмыс істейді. Бұл процесс нәтижесінде пайда болатын энергия жылуды суды қайнату үшін пайдалану арқылы бу мен қуат өндіруге пайдалана отырып, электр энергиясын өндіруге пайдаланылады, мысалы, генератордың турбиналары.



1.6 – сурет - Жылулық күн энергиясы күн радиациясы

Күн радиациясы литосфераның жоғарғы қабаттарында, атмосферада және гидросферада дамиды барлық табиғи процестер үшін жылу энергиясының жалғыз көзі болып табылады. Күннің сәулелік энергиясы жер бетіне тікелей және диффузиялық сәуле түрінде түседі. Табиғатта күн радиациясының екі түрі де бір уақытта жалпы күн радиациясы ретінде әрекет етеді. Жер бетіне келіп түсетін радиацияның мөлшері нүктенің географиялық ендігінен, күннің көтерілу биіктігінен, бұлт қабаты мен атмосфераның мөлдірлігінен тәуелді болады.

Элементтің ендігі күннің ұзақтығын және, сәйкесінше, күн сәулесінің мүмкін болатын ұзақтығын анықтайды. 1.7-суретте көрсетілгендей Алматы облысы ендігі бойынша күн мен түннің ұзақтығы көрсетілген. Қысқы күні (22 желтоқсан), күннің ұзақтығы 6 сағ 30 мин, жаздық күнде (22 мамыр) - 18 сағ [6-7].



1.7-сурет - Алматы облысының ендігі бойынша күн мен түннің ұзақтығы

Ауа-райы мен күн радиациясының деректері өлшемдер ауылшаруашылық және әуе тасымалы мақсаттары үшін деректерді жеткізу үшін қысқаша қабылданады. Өлшенетін факторларға ауа температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, жел жылдамдығы, барометрлік қысым, жауын-шашын және күн сәулесінің ұзақтығы жатады.

Жергілікті бақыланатын деректерді пайдалану ақпараттың өзектілігін айтарлықтай жақсартады, сондай-ақ неғұрлым сәйкес жергілікті бақылаулардың пайдалы нәтижелерін береді.

Күн сәулесінің ұзақтығы - климаттық жағдайдың ең танымал және негізделген көрсеткіші, оны әлемдегі көптеген метеорологиялық станциялардағы күнделікті бақылау деректерінен алуға болады. Ол нақты аспан жағдайларын анықтау үшін ең практикалық және ыңғайлы параметр ретінде белгілі.

Күн сәулесінің ұзақтығының өлшенген деректеріне сүйене отырып, пайда болу ықтималдығы, үш аспан жағдайын бағалауға және ХЖК (Халықаралық жарықтандыру комиссиясы) анықтамалық аспан ретінде ашық аспан жағдайына (квазиключественный аспанды қоса), аралық аспан күйіне және бұлтты аспан жағдайына (квази бұлтты аспанды қоса) бөлуге болады.

Күн сәулесінің ұзақтығы туралы деректер басқа деректер мен әдістерге қарағанда нақты аспан жағдайларын анықтау үшін қолайлырақ және ыңғайлы параметр ретінде қарастырылады, яғни жарықтандыру мен сәулеленуге бұлт қатынасы, атмосфералық өткізгіштік, атмосфераның бұлыңғырлық коэффициенті және т.б.

1.4 Күн фотоэлектр стансалар және электр жетекті қолдану негіздемесі

Күн фотоэлектр станциясының жұмысы күн сәулесінен түсетін фотондар мен жарық энергиясына негізделген. Бұл нысандарда қолданылатын күн панельдерінің түрлері де әртүрлі. Күн жылу станциялары коллекторларды пайдаланса, фотоэлектр станциялары кремнийден (монокристалды немесе поликристалды күн панельдері) немесе фотоэлектрлік қасиеттері бар басқа материалдардан (аморфты күн панельдері) жасалған фотоэлектрлік күн батареяларынан тұратын панельдерді пайдаланады [8].

Олар жасалған материалдардың арқасында күн сәулелері оларға тікелей түскенде, фотоэлектрлік элементтердің сыртқы қабаттарындағы электрондар сәулеленуді сіңіріп, тұрақты ток электр энергиясын жасайды. Күн фотоэлектр станциясын салу үшін бұл күн батареялары фотоэлектрлік панельдерді құра отырып, бір модульге біріктіру үшін серияға қосылады.

Оның жұмысын оңтайландыру үшін фотоэлектр станциясында күн радиациясының қарқындылығын және оның қысқа мерзімді эволюциясын анықтау үшін қоршаған орта жағдайын талдайтын, сондай-ақ күннің нақты бату уақытын хабарлайтын ауа райы мұнарасы бар. Сондықтан жарықтың тапшылығы бар кезеңдерді болжауға және электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін қажетті энергияны сақтауға болады.

Кәдімгі күн электр станцияларынан басқа, өзін-өзі тұтыну үшін электр энергиясын өндіретін және энергия шығындарын азайтатын күн қауымдастығы деп аталатын ғимараттардың төбесінде орнатылған фотоэлектрлік жүйелер.

Өз кезегінде, күн панельдері параллель қосылып, ток инверторына қосылған жолдарды құрайды, мұнда фотоэлектрлік элементтерден келетін тұрақты ток айнымалы энергияға айналады. Содан кейін электр энергиясы трансформаторға бағытталады, оның кернеуі мен қарқындылығы электр желісі желілері арқылы тұтыну орталықтарына тасымалдана алатындай етіп бейімделеді [9].

Фотоэлектрлік күн панельдері:

1) Монокристалд - кремнийдің өте таза түрінен жасалғандықтан, олар қазіргі уақытта нарықта қол жетімді ең жоғары тиімділік көрсеткіштерін ұсынады, 15% және 20% аралығында. Негізгі артықшылықтары: жоғары қуат, ұзақ пайдалану мерзімі және олардың өлшемдері, үйлер үшін өте қолайлы.

2) Поликристалды - бұл күн панельдері, олардың көгілдір реңктері арқасында оңай анықталатын, шикі кремнийден жасалған. Олар монокристалды панельдерге қарағанда арзанырақ, бірақ олардың қуаттылығы ұқсас болғанымен, тиімділігі төмен, шамамен 15%. Олар көбірек орын алады және жоғары температураның әсеріне сезімтал, сондықтан олар өте ыстық климат үшін ұсынылмайды.

Аморфты немесе жұқа қабықшалы күн батареялары: Күн панельдерінің бұл түрлері аморфты кремний, кадмий теллурид немесе фотоэлектрлік

қасиеттері бар галлий сияқты материалдарды пайдаланады. Осылайша, икемді және жеңіл панель жасауға болады. Олар кәдімгі фотоэлектрлік панельдер сияқты тиімді емес, 7-ден 10% -ға дейін аз, олардың пайдалану мерзімі қысқа және олар әлдеқайда көп орынды қажет етеді. Дегенмен, олар үнемді, сондықтан олар әдетте өнеркәсіп немесе қоғамдық нысандар сияқты ірі қондырғыларда қолданылады.

Қазіргі уақытта барлық елдерде жаңғыртылатын энергия көздерін (ЖЭК) қарқынды қолдануда, соның ішінде СФЭС. Күннің орналасуын бақылау жүйесінің негізгі бақылаушы типтері бар [10]:

- есептеу машинасының бағдарламалық режиміндегі қадамдық электр жетегі;
- келісілмейтін датчиктен басқарылатын авто қолдау режиміндегі байқайтын қадамдық электр жетегі;
- генератор импульсінен басқарылатын сағаттық режиміндегі қадамдық электр жетегі (тек бір координаталы (экваториалды) жүйелер үшін);
- үздіксіз авто қоса жүретін тұрақты ток электр жетегі;
- қадамдық авто қоса жүретін режимдегі тұрақты токтын байқалатын релелік электр жетегі.

Күн қондырғылары үшін қадамдық электр жетектер қымбат және күрделі болып табылады. Бұдан басқа, аз айналу жиілігіндегі қадамдық қозғалтқыштың жұмысы шумен және дірілмен бірге жүреді. Демек, оған қарағанда қымбат емес және қарапайым релелік қорғаныс жетектері ұнамды:

- $\delta_n = \pm 100$ рұқсат етілетін қателікте үздіксіз авто қоса жүрудің қажетсіздігі – фотопанельді 20° –қа жарық күн ішінде 8 рет ауыстыру жеткілікті. Бұл жағдайда рұқсат етілген қателік $\delta_{max} = 10^\circ$ аспайды;
- қадамдық режимдегі электрлік шығындар, үздіксіз авто қоса жүру режимімен салыстырғанда бірқатар төмен болады;
- байқау және қайта жөнелту режимдері номиналды айналу жиілікті тек бір қозғалтқышпен іске асады. Ол, жетектің электр механикалық бөлігін және кинематикалық тізбегін жеңілдетеді.

Электр жетегінің қадағалағыш релелік жүйесі қарапайымдылығымен және сенімділігімен айырықшалаынады.

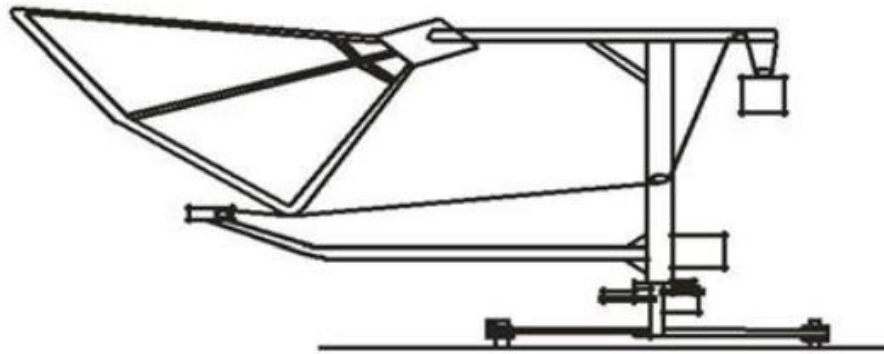
Әдетте жер үйлердің шатырына күн фотоэлектр стансалар (КФЭС), тұтынушылар оңтүстіке бағыттталып, бекітіледі; жел әсері астындағы аудандарда қадағалау жүйесін орнату мүмкін болмаған жағдайларда ғимараттың шатырына бекітеді. Басым көпшілік жағдайларда барлық құрылымдаушылардың күн қондырғысының электр жетегіне қадағалау жүйесін орнатуға тырысады. Өйткені КФЭС жетегінің жүйелері өндірілетін электр энергияның едәуір көлемін үнемдеуге мүмкіндік береді.

АҚШ пен ЕС елдерінде әрбір екінші КФЭС қадағалағыш жетегі болады. Ресей де бұл технологияға қызығушылық танытуда. Ал Қазақстан Республикасында бұл сұраққа назар аударылмауда. Бұл, ҚР күн батареялары, электр қозғалтқыштар өндірілмейтіндіктен, сонымен қатар энергетиканың бұл бағыты бойынша жұмыс істейтін арнайы фирмалар жоқ болғандықтан. Қазіргі

таңда тек «ND&Co» фирмасы ғана ҚР күн панельдерін шығаратын зауытты ұйымдастыруда.

Қазір ҚР өндірістік-экономикалық базасы аутсортингке негізделген, ал қазақстанның нарығындағы күн батареяларының құны өте жоғары, барлық көрсетілген электр жетектерінің ішінен тек Индиядан әкелінген қымбат өнім көрсетілген.

Бұл дипломдық жұмыста КФЭС үшін электр жетекті қолдану қажеттілігі мен оның экономикалық тиімділігі негізделеді.

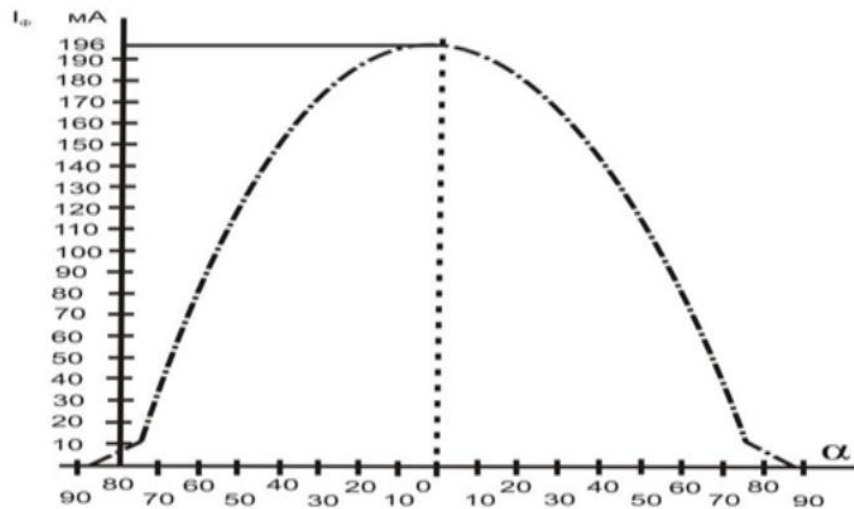


1.8 – сурет - Электр жетегі шығарылған күн қондырғысының азимутзенитті ОПУ

1.9 - суретте тәжірибе жүзінде алынған α_1 сәулеленудің түсу бұрышынан I_{ϕ} фототокқа тәуелділігі көрсетілген. Графикалық интеграциялау әдісімен от 0^0 до 180^0 аралығында құлау бұрышының мәнінде фототоктың орташа мәнін анықтаймыз $I_{\phi, cp} = 110$ мА:

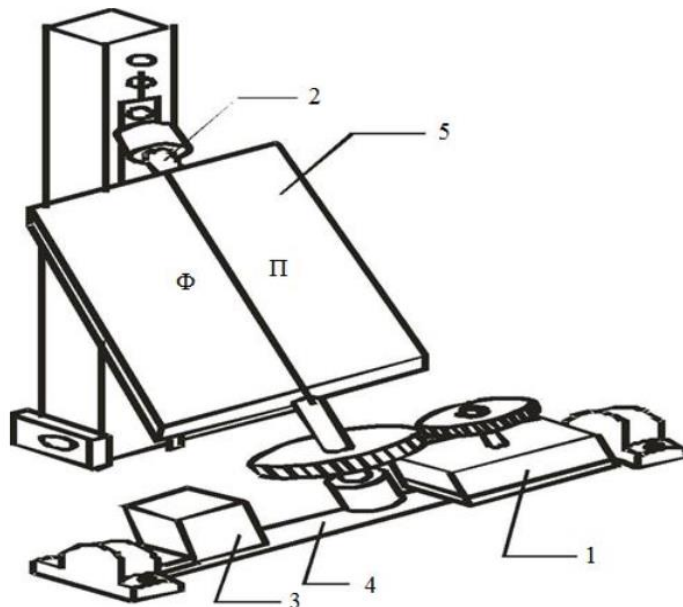
$$\varepsilon = \frac{I_{\phi \max} - I_{\phi \text{cp}}}{I_{\phi \max}} \cdot 100 \% = \frac{196 - 110}{196} \cdot 100 \% = 44 \% \quad (1.1)$$

Демек, егер күн қондырғысы Күнге қатысты тал түске бағытталып, бекітілген болса, онда ол тікелей күн радиациясы қол жетімді жарық күн мен сәйкесінше 0^0 до 180^0 құрайтын шығыс пен батыстың сағаттық бұрышы бекітілмеген күн қондырғысымен салыстырғанда 40% жоғалтады.



1.9 – сурет - Сәулеленудің құлау бұрышынан фото түрлендіргіштің ток күшіне тәуелділігі

КФЭС үшін экваториялық координата жүйесін қолдану мақсатты. Мұнда негізгі ось бойынша оның орналасуы бір күн бойы автоматты реттеледі, ал жағдайының бейімделу координатасы бойынша жыл сайын бірнеше рет ауыстыру жеткілікті. 1.10 - суретте экваториялық координата жүйесі бар КФЭС энергетикалық ОПУ көрсетілген.



1.10 – сурет - Бір координата бойынша басқарылатын энергетикалық күн қондырғысының экваториалды ОПУ

Осьте 1 иілу координатасы бойынша көлбеу осі орналасқан, ал негізгі координата 2 бойынша жоғарғы жағы тірегішке жалғанады. 1 ось бойынша

айналу қолмен, ал 2 ось бойынша айналу 4 басқару блогынан басқарылатын, СЭП-3 көмегімен іске асасды. Негізгі ось 5 фото қабылдағышпен бекітілген.

Екі ось бойынша автоматты реттеу қажеттілігінде экваториалды координата жүйесін қолдану мақсатты. Демек, негізгі осьтің көлбеу күйінде кемшіліктері пайда бола бастайды.

1.5 Күн фото электр стансаларда қолданылатын электр жетек

Күн фото электр стансалардың қадағалайтын электр жетектері екі ось координатасы бойынша істейді. КФЭС бағыты үшін электр жетектің келесі түрлері қолданылады:

- есептеу машинасынан басқарылатын бағдарламалық режимде немесе генератор импульсі берілетін басқарудан сағаттық зауыт режимде қадамдық электр жетегі;

- келісілмеген датчиктен басқарылатын авто қоса жүру режимде қадағалайтын қадамдық электр жетегі;

- күннің орналасуын үздіксіз байқап тұратын режимде басқарылатын тұрақты токтың қадағалайтын электр жетегі.

Яғни, қамту бұрышы кең және жоғары сенімділікті, жоғары дәлдікті қамтамасыз ететін энергетикалық күн қондырғысының барлық типі үшін арналған келісілмеу датчиктерінен басқарылуға орын беретін, компьютерлік басқаруды ығыстырып шығарады [11]. Қазіргі таңда келісілмеу датчиктері кең қолданыс тапты.

Қадамдық электр жетегі қазіргі уақытқа дейін ең күрделі, қымбат және энергетикалық тиімсіз болып көрсетілді. Бұдан басқа, КФЭС қажет кезде айнымалы токқа ауыса алатын, тұрақты токты өндіреді. Айтылғанның негізінде келесі қорытындыға келеміз: СФЭС Күнді қадағалау процессін іске асыру үшін, фотодатчигі бар бағыттау жүйесінен басқарылатын тұрақты токтың электр жетегін қолдану абзал [12].

Күнді үздіксіз авто қоса жүру режимінде тұрақты ток қозғалтқышын коректендіру үшін, кернеуді күштік түрлендіргіші ретінде, күштік режимде жұмыс істейтін транзисторлардағы түрлендіргіш - тиристорлы және транзистордағы кең-импульсті түрлендіргіш қолданылуы мүмкін [13].

Күштік режимде жұмыс істейтін, транзисторлардағы түрлендіргіш энергияны үнемдеу жағынан ең тиімсіз болып табылады. Мұндай сұлбаның ПӘК-ті төмендегідей анықталады:

$$\eta_{\text{ЭФФ}} \approx \frac{U_2}{U_1}$$

мұндағы, U_1 – түрлендіргіш шығысынадағы кернеу, В;

U_2 – түрлендіргіш кірісіндегі кернеу, В.

Жылдамдығы бойынша 10 тең коэффициент қорында қадағалау режиміндегі 10% аспайды. Бірақ тәжірибеде күн қондырғысының электр жетегіндегі кернеуді реттеудің әдісі сенімділігі мен іске асу қарапайымдылығымен түсіндіріледі. Тиристорлы түрлендіргішті қолдану үшін түрлендіргіштің кірісіне айнымалы токты жіберу мүмкіндігі болуы керек. Өндірілетін тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіретін, күн қондырғысы автономды қорек көзінен жұмыс істесе, онда тиристорлы түрлендіргіштің және инвертордың ПӘК-і н ескеру қажет. Бұл тиристорларды қолдануының энергетикалық тиімділігіне күмән тудырады. Күн қондырғыларында қолданылатын қозғалтқыштардың қуаты әдетте 1кВт аспайды, кей кезде 100 Вт –тан кем болады. Тиристорлы түрлендіргіштің шығысында тегістеу реакторын қолдану қажеттілігі, жүйенің динамикасын жақсарту мақсатында жылдамдығын және ток бойынша кері байланысын қажет етеді. Осылайша, бір контурлы басқару жүйесіне шектелмеу керек [14].

Кең-импульсті түрлендіргіштер қызығушылық танытуда. Заманауи жартылай өткізгішті аспаптар 20 кГц дейін және одан жоғары коммутация жиілігін қамтамасыз ете алады [15].

Кең-импульсті түрлендіргіштің негізгі кемшілігі – күрделілігі мен салыстырмалы сенімділігі болып табылады. Нақты көрсеткіштерді алу мақсатында жылдамдық бойынша кері қайта байланысты қолдану ұсынылады. Кернеуді инерциясыз түрлендіргіштер үшін жылдамдықты пропорционал реттегіш ұсынылған, ал егер түрлендіргіштің инерциясын ескерген жағдайда, онда пропорционал-дифференциал реттегіш қолданылады. Сонымен қатар, жетектің механикалық бөліктеріндегі жанас беттерінің арасындағы саңылаулардың қарымталау әдістеріне үлкен назар аударылады. Келесі қарымталау әдістері қарастырылады: механикалық торисонды жабдығын қолдану, шығыс білігіндегі фрикционды тежегішті қолдану, көп қозғалтқышты СЭП қолдану. Аталған әдістердің барлығы қуаттың қосымша шығынына, электр жетек жүйесінің күрделенуіне және құнының жоғарлауына әкеледі. Энергетикалық күн қондырғыларында люфт әдетте рұқсат етілген қадағалау қателігінен кіші болады. Сондықтан, механикалық есептеулер механикалық бөлікте пайда болатын соққы жүктемелердің тиімділігін көрсетсе, онда люфтті қарымталайтын кез келген әдістерден бас тарту қажет [16].

КФЭС үшін, күнді қадамдап қадағалау режимінде фотодатчигі бар күнге бағытталған жүйеден басқарылатын тұрақты ток релелік қадағалайтын электр жетегін қолданған дұрыс. Электр жетек – электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіргіш функционалды қызметінен тұратын құрылғы. Берілген жүйенің орындайтын функциялары кең ауқымды: қарапайым іске қосу операциясын қамтамасыз ету, ЭМП тоқтату мен реверсивтеу, оны орындау уақытын, моменттің, механикалық буындарындағы динамикалық жүктемелердің, удеуінің шектеулілігін, ескергендегі аталған операцияны тиімді басқару; қоздырушы әрекеттердегі қалыптасқан режимдегі кез келген көрсеткіштерді берілген деңгейде автоматты тұрақтандыру мен тапсырмамен

қамтамасыз етілуі; кездейсоқ ауытқулардың әсерінен қандай да бір сипатбелгісі бойынша технологиялық машиналардың электр жетегінің ең жақсы жұмыс режимін таңдауды қамтамсыз етеді.

Аталған жүйеге қойылатын талаптар, (мысалы, басты параметрі болып табыладытын, айнымалы токтың жиілігі мен шығыс кернеуін нақты бір мәнде ұстап тұру немесе электр жетектің алдын ала берілген жұмыс органымен қамтамасыз ету) күрделі ЭМС пайда болуына әкеледі. Олар: турбина қалақшаларының көлбеу бұрышы немесе энерготасымалдағыштың шығынының өзгеруі есебінен генератордың айналу жиілігін реттейтін, басқарудың әртүрлі әдістері мен тәсілдерін қолданатын және құрамында түрлі элементтері бар, балласты жүктемені басқару жолымен электр магнитті моментті өзгерту есебінен, немесе бірікке энерго жүйелердің бөліктері мен электр стансалары, генераторлары арасында дәл және тиімді жүктеменің реттелуі қамтамасыз етілетін, екінші реттік реттеуді қолдану; есептегіш құрылғыларды, оңтайландырғыштарды, ағынды, орналасуды, моментті, жылдамдық датчиктерді, релелік орындалатын контактісіз немесе контактілі аспаптардың арнайы элементтерін (сақтандырғыштар, қорғаныс диодтары, контакторлар және т.б.) қорғау, интеграл құрылымды жартылай өткізгішті КН ретінде қолданылатын, корректорлар мен кернеуді реттегіштер қолданыс тапты [17].

ЭМС энергетикалық компоненттерін жақсарту есебінен жаңа жүйеге қойылатын талаптарды қамтамасыз ету мүмкіндігі қаралып болғандықтан, жаңа жүйелердің құрамында жүйенің компоненттері арасындағы жүктеменің реттелуі мен пайдалану процессінде жұмыс қасиетін талап ететін деңгейде сақтап қалу және жұмыс істеу сапасын болжалдау, қорғау, техникалық жағдайын жедел диагностикалау, тиімді басқару мәселесін шешетін дамыған ақпараттық қосалқы жүйесі болады.

Электр жетегі мен электр энергиясын түрлендіретін, типтік логикалық және арифметикалық функцияларды іске асыратын, сонымен қатар аналогты реттегіш және басқаратын жабдықтармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар микроконтроллерлік құралдар заманауи ЭМС ақпараттық жүйесінің негізін құрайды. Заманауи микроконтроллерлер: бір кристалды микро-ЭЕМ, бірқатар біріктірілген жабыдықтардан тұратын қазіргі уақыттағы басқару мәселелеріне бейімделген, сандық сигналды процессорлар; аналогты датчиктерді еңгізуге арналған сандық-аналогты түрлендіргіш (САТ) [18].

ШИМ ЖТ негізіндегі электр жетекті жиілікті-реттегіш автоматты реттейтін жүйе қарастырылады. Мұнда әрбір 25 мкс сайын асинхронды қозғалтқыштың (АҚ) жылдамдығы мен автономды инверторлы кернеудің шығыс тогының жиілігін есептеу іске асатын, асинхронды қозғалтқыштың моделі қолданылады. Демек, автоматты реттеу жүйесінде реттелеті параметрлер бойынша кері байланыстың ұйымдастырылуын іске асыратын модель [19].

Қорытындалай келсек, шешілетін функционалды тапсырмалардың ерекшелігін ескере отырып, сонымен қатар қоршаған орта әсері мен техникалық жағдайы жаңа классты интеллектуалды техникалық жүйені қалыптастыру туралы айтуға негіз беретін, ақпараттық компоненттердің техникалық жүйесінің құрамына.

Энергетикалық жүйеге еңгізілетін есептеу құралдарының дамуы, мұндай жүйенің тәжірибе жүзінде пайда болуына мүмкін туғызады. Бұл клас энергетикалық компоненттермен қатар, дамыған ақпараттық қосымша жүйенің болуымен сипатталады. Аталған қосымша жүйенің құрамына датчиктердің жиынтығы, жүйенің өзін-өзі ұстау моделі сигналды түрлендіргіштер кіреді. Келіп түскен ақпаратты өңдеу және басқару сигналдары шығатын бағдарламалар. Дамыған интеллектуалды жүйелерде ең маңызды функционал компоненттерінің техникалық жағдайын болжалдау, диагностикалау және өздігінен тестілеу іске асады [20].

Тәжірибе жүзінде электр жетек құрылғылармен энерго үнемдеу мүмкіндігі келесі жолдармен іске асады: бірінші - ұзақ уақыт жұмыс режиміндегі көпшілік электр жетектер үшін маңыздысы қуаты бойынша қозғалтқыштарды таңдау; екінші – активті материалдардың (мыс, болат) массасының ұлғаюынан ПӘК мен $\cos\phi$ номинал мәндерінің жоғарлауы үшін, арнайы энерго үнемдегіш қозғалтқыштарды қолдану. Тұрақты жүктеме астында жұмыс істейтін жетектер үшін бұл жол өте маңызды. Үшінші жолы - энергия шығынының минимум критериясы бойынша электр жетекті оңтайландыру (немесе энергетикалық тиімділіктің максимумы). Қазіргі уақытта энергетикалық мәселелер күрделеген сайын, мұндай мәселерді шешу маңыздылығы арта түсуде. Ал күштік түрлендіргіш техникасы мен микроэлектрониканың дамуы осы мәселелерді шешетін қажетті алғышарттарды құрды.

Соңғы жылдары механизмдердің технологиялық сипаттамаларының жақсаруымен қатар, реттегіш электр жетекке көшу электр энергияны орташа 20-30 % төмендеуін қамтамсыз ететін зерттеулер көрсетеді. Реттегіш электр жетекті қолдануға кеткен қосымша шығындар бір жылдың ішінде ақталады [21].

Жоғарыда айтылған экономикалық мәліметтерді ескере отырып, тұрақты немесе баяу жүктемесі ауысатын статикалық режимдерде жұмыс істейтін реттегіш электр жетектерінің энергетикалық көрсеткіштері бойынша оңтайландыруға, сонымен қатар жайғастыру немесе энергетикалық тиімді өлшемдері бойынша ЭМС оңтайлы жұмыс режимдерін таңдауға келтірілген. Бұл – шығындардың минимумы (энергия тұтыну) мен шекті жеделдігімен (уақытты жеделдету) сипатталатын айналу жылдамдығын өзгерту (тұрақтандыру) мәселесі.

Жаңа микропроцессорлы басқару жүйелерінде процессорлы басқарудың ерекшелігін ескеру, яғни басқару сигналының есебінің кешігуін ерекшелеу әзірше мүмкін емес.

Экстремалды басқаруды, іздеу және іздемейтін әдістермен ұйымдастыру мүмкін.

Экстремалды басқарудың іздеу жүйесі кейбір энергетикалық көрсеткіштердің экстремумын байқау қадамының көмегімен табуды қамтамасыз етеді. Бір өлшемді экстремалды реттеу жүйесі бір канал бойынша оңтайлы жұмыс режимін табуға арналған. Олар экстремумға бағытталған жүйенің жағдайын анықтау үшін қолданылатын принципке сәйкес, келесі топтастырылулар ұсынылған [22]:

- алдындағы моментте қол жеткен ең үлкен айырмасына әсер ететін, экстремумдары толтырылған жүйелер;

- шығысындағы шаманы өсіруге әсер ететін, қадамдық типті жүйелер;

- dy/dx немесе dy/dt туындыларына немесе таңбаларға әсер ететін, жүйелер;

- объектінің кіріс тербелуі арасындағы және фаза бойынша экстремумға бағытталған қозғалысты анықтайтын, қосымша модуляциясы бар жүйелер.

Экстремалды басқарудағы іздеу жүйесінің артықшылықтары - датчиктердің аз санында экстремумдарды ұстап тұру дәлдігі, қозғалтқыш типіне тәуелсіз. Бірақ мұндай жүйелердің бірқатар кемшіліктері болады: салыстырмалы жоғары емес жылдам әсер еткіштігі, экстремумды іздеуге жұмсалған қосымша шығындардың болуы, іске асыру күрделілігі. Сондықтан, электр жетектер жүктемелері баяу өзгертін жүйелерде қолданылады.

Экстремалды басқарудың іздеусіз жүйесі нысанға әсер ететін қоздыру функциясындағы алдын ала тағайындалған, реттелу заңы бойынша, кейбір энергетикалық көрсеткіштерді оңтайлы шамада ұстап тұруын қамтамасыз етеді.

Мұндай жүйелердің артықшылықтары: байқама қадамдардың болмауынан жоғары тез әсер еткіштігі, қарапайым өткізімі. Бірақ, олардың кемшіліктері де болады: оптимумды ұстап тұру дәлдігінің төмендігі, қандай да бір жетекті жеке күйге келтіру.

Заманауи тәжірибелік зерттемелер мен ғылыми зерттеулерде жаңа басқару алгоритмін іске асыруға мүмкіндік беретін, электр жетектің құраушы бөліктерінің дамуына тән үрдістерді айырықшалауға болады. Электр жетектің энергетикалық сипаттамасына қойылатын талаптардың өсуіне және дамуына байланысты, электр жетекті басқарудың тиімді әдісін қамтамасыз ететін түрлендіргіштерді алады.

Жаңа электр жетектер өзінің басқару мүмкіншілігінің арқасында, энергияны тиімді тұтыну кезіндегі технологиялық процесстердің сапасы мен өнімділігін жоғарлатуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың соңғы мақсаты электр механикалық жүйелердің функционалды көрсеткіштерінің деңгейін анықтайтын, сонымен қатар тиімді басқару алгоритмдерін зерттеу мен іздеу үшін модельдерді қолданатын, динамикалық процесстердің компьютерлік және математикалық модельдерінің жиынтығын құру болып табылады.

1.6 Күн фото электр станциясының бақылаушы электр жетегінің негізгі құрылымын негіздеу

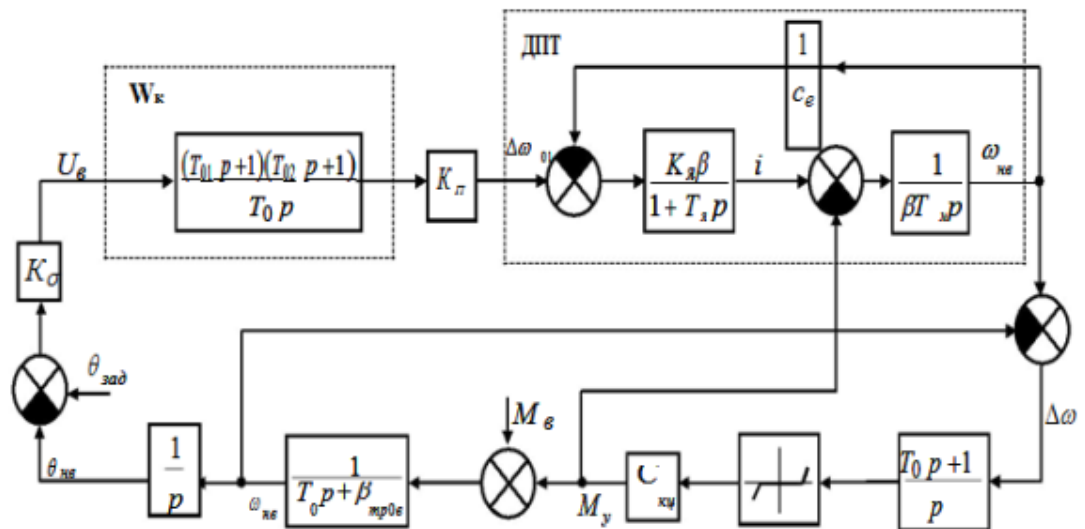
Жалпы жағдайда бақылаушы электр жетектері (БЭЖ) құрылымы көп контурлы, мұндағы контур дегеніміз кері байланыспен қамтылған түйіндердің жиынтығы болып табылады. Электр жетектерінің кең таралған түрі құрылымы бұрыш контурамен толықтырылатын бақылаушы электр жетектері мен ток контурларының реттеу әдісі бойынша оңтайландырылған электр жетектері.

Қарастырылатын жетектердің класы қуатының 1 кВт аздығымен сипатталады. Мұндай жетектер көп жағдайларда токшектеуішті қажет етпейді. Бұл қолданылатын арнайы қуаты аз қозғалтқыштардың жүктемлік қабілетінің жоғарылығымен түсіндіріледі. Қуаты ең аз (50-100 Вт аз) жетектер үшін «түрлендіргіш – қозғалтқыш» жүйесінде зәкірлі тізбектің кедергісі жеткілікті болғандықтан табиғи токшектеуіштер орын алады. Сонымен қатар, динамикасы төмен зәкірлі тізбектерде ток лақтыруларды бұрыш контурындағы реттеуіштің әрекетімен шектеуге болады. Сондықтан, КФЭМ БЭЖ құрылымында ток контурын қарастыру қажет емес. Жылдамдық және бұрыш контурларымен шектелген жеткілікті болып табылады [23].

Жылдамдық контуры жылдамдығы төмен аумақтарда қондырғылардың қозғалысының тұрақтылығын жоғарлатуды қамтамасыз етеді, сонымен қатар электр жетектерін өткізу жолақтарын кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл БЭЖ динамикалық дәлдігін жоғарлатуға әсер етеді. Қажетті динамикалық қасиеттер және БЭЖ дәл көрсеткіштері реттеуішті бұрыш контурына әкеледі.

БЭЖ бекітілген қуатына байланысты кернеудің басқарылатын түрлендіргіштерінің түрі өзгереді. КФЭС БЭЖ үшін техникалық іске асыруда және пайдалануда қарапайым транзисторлы және тиристорлы түрлендіргіштер ұсынылады. Басқарылатын кернеу түрлендіргішінің түрі мен орындалуы БЭЖ құрылымын анықтайды. Бұл сұлбаға БЭЖ бір контурлы сұлбасы сәйкес келеді. БЭЖ электромеханикалық құрамына өлшеуіш аспаптары, жағдайды реттеуіш, кернеудің басқарылатын түрлендіргіші, орындаушы механизм жатады.

Жетектің механикалық бөлігінің құрылымдық сұлбасын құру кезінде кинематикалық люфт және тығыздылық, сонымен қатар орындаушы біліктегі жабысқақ үйкеліс жатады.



2.1 – сурет - КФЭС БЭЖ бір контурлы құрылымдық сұлбасы

КФЭС орындаушы механизмінің құрылымының қаттылығын ескеріп, келесі тұжырымға келеміз: жүйенің икемділігі редукторды түбірлі тісті дөңгелектпен байланыстыратын редуктор мен шығыс жіберілуінен тұратын кинематикалық тізбекбен белгіленген. Кинематикалық тізбектегі элементердің инерция моменті нөлге тең деп қабылданған. Бұл есептік ретінде жетектің механикалық бөлігіндегі екі салмақты тығыз моделді қолдануға мүмкіндік берді, бұл 2.1 - суреттегі құрылымдық сұлбада және БЭЖ төмендегі сұлбаларында көрсетілген [22].

БЭЖ құрылымдық сұлбасына екінші кезектегі астотизм қойылған, ол БЭЖ өткізу жолақтарына қойылатын талаптарды төмендетуге және статикалық және жылдамдықты қателерді жоюға мүмкіндік береді. Тәжірибиеде БЭЖ бірінші және екінші кезектегі астоизмі орын алады. Бірінші категориядағы БЭЖ кемшіліктеріне бақылауда статикалық және жылдамдық жүйесінің болуы жатады. Үшінші кезектегі астотзмі бар бақылау жүйелері БЭЖ жіберу жолақтарына талаптарды қосымша төмендетуге және жылдамдықтан болатын қателіктерді жоюға мүмкіндік береді [23].

КФЭС нақты БЭЖ сызықтылық емес қатарына ие. Оларға жіберудегі кинематикалық люфт, орындаушы білік пен қозғалтқыш білігінің айғалу бұрыштарының әр түрлілігінен момен тызыздылығының сызықты еместігі; сезімталдық аумағы және тұрақты ток күшейткіштері жатады. БЭЖ осы сызықты еместіктер мен үшінші кезектегі астатизмнің болуы оны тұрақты емес жасайтын еді, демек ол жұмысқа жарамсыз болар еді [21].

Екінші кезектегі астатизмі бар ($v=2$) бақылау жүйесі элементердің сызықты емес сипаттамаларына сезімталдығы $v=3$ жүйесімен салыстырғанда аз және дәлдік мүмкіндіктері бірінші кезектегі астатизмі бар БЭЖ қарағанда жоғары. Сондықтан негіз ретінде $v=2$ астатизмі бар

БЭЖ құрылымы алынады. БЭЖ (2.4 сурет) сұлбасында екінші кезектегі астатизм бұрыш контурындағы пропорционал-интегралды-дифференциалды реттеуіштің көмегімен іске асады, оның ауыстыратын (өткізетін) функциясы келесі түрде болады:

$$W_{pn}(P) = \frac{U_{pn}(P)}{U_{\delta}(P)} = \frac{(T_{k1} \cdot P + 1) \cdot (T_{k2} \cdot P + 1)}{T_0 \cdot P} \quad (1.2)$$

мұндағы $U_{pn}(P)$ – реттеуіштің шығыс кернеуіндегі Лаплас белгісі;

$U_{\delta}(P)$ – шығыс кернеуіндегі өлшеуіш құрылғылары;

T_0, T_{k1}, T_{k2} – реттеуіштің уақыт тұрақтылығы.

Пропорционалды – дифференциалды реттеуішті КФЭС барлық түрі үшін ұсынуға болады, мұнда бақылаудың жоғары дәлдігі қажет. Реттеуіштің параметрлерін анықтау төменде қарастырылады. КФЭС БЭЖ құрылымын жалпылау (жинақтау) үшін түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйесінің ауыстырылатын функциясына назар аудару керек, себебі БЭЖ сұлбасының бұл бөлігі ары қарай өзгереді.

КФЭС БЭЖ бір контурлы құрылымды қолдану кең тараған. Мұндай құрылымда бақылау дәлдігі қарапайым түрде іске асады, көптеген технологиялық процесстерде КФЭС көмегімен іске асады [12].

2 Тұрақты токты күн фотоэлектр стансасының айнымалы құрылымды қадағалаушы электр жетегін басқару жүйесін даярлау

2.1 Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару құрылымдық схемасын әзірлеу

Климаттың өзгеруі және энергияға деген сұраныстың экспоненциалды өсуі бүкіл әлемде жаңартылатын энергия көздерін орасан зор кеңейтуді талап етеді. Қазіргі уақытта бүкіл әлем бойынша барлық фотоэлектрлік жүйелердің (PV) орнатылған қуаты 2018 жылы 102,4 ГВт және 2020 жылы 125 ГВт құрайтын барлық басқа жаңартылатын энергия жүйелерінің қосындысынан жоғары [1]. Күн энергиясы таусылмайтын энергия көзі болып табылады және болашақта маңызды рөл атқарады. Дегенмен, күн радиациясының тығыздығы әр жерде және осылайша күн энергиясын пайдалануда өзгереді.

Күн энергиясын пайдалануды бақылау немесе субсидиялау сияқты бірнеше жолмен ынталандыруға болады, сондай-ақ күн жолымен жүретін күн жүйелері арқылы - бақылау күн жүйелері деп аталады. Бақылау жүйелерінің негізгі мақсаты бұрын жүргізілген зерттеулер мен зерттеулерге сәйкес бекітілген күн жүйесімен салыстырғанда 22% және 56% аралығында болатын энергия өнімділігін арттыру болып табылады. Дегенмен, ол сонымен қатар жүргізу жүйесіне, еркіндік дәрежесіне, басқару жүйесіне және ауа райы жағдайлары немесе орналасқан жер сияқты басқа параметрлерге байланысты.

Фотоэлектрлік күн сәулесін тікелей электр энергиясына айналдыру технологиясын қамтиды. «Фото» термині жарық және «вольталық», электр қуатын білдіреді. Фотоэлектрлік (PV) ұяшық, «күн батареясы» деп те аталады, оған жарық түскен кезде электр энергиясын өндіретін жартылай өткізгіш құрылғы.

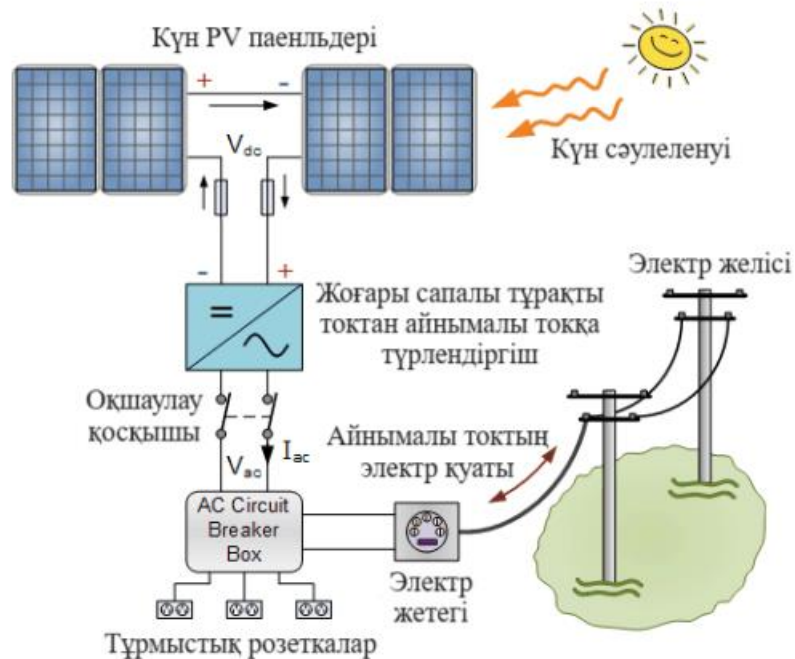
1950 жылдардағы АҚШ ғарыштық бағдарламаларының орбиталық спутниктерін қуаттандыруда өзінің алғашқы коммерциялық пайдаланылуынан бастап, PV соңғы онжылдықта фотоэлектрлік модульдердің жалпы өнеркәсібінің 40% -дан астам өсуімен айтарлықтай прогреске қол жеткізді.

PV модульдері қосымша қолданбаған тәуелді жүйе құрамдастарының жиынтығымен (мысалы, инверторлар, батареялар, электрлік компоненттер және орнату жүйелері) біріктірілген PV жүйесін құрайды. Бұл PV жүйелері жоғары модульдік, яғни бірнеше ватттан ондаған мегаваттқа (МВт) дейінгі қуатты қамтамасыз ету үшін модульдерді біріктіруге болады.

Күн PV панельдері әдетте электр желілік интерактивті инверторға берілетін тұрақты токты өндіреді, бұл өз кезегінде тұрақты токты қажетті кернеу деңгейінде айнымалы ток электріне түрлендіреді. Жүйенің жоғары кернеуіне қол жеткізу үшін инверторлардың шығысы кернеу деңгейін қажетті деңгейде арттыру үшін трансформаторларды күшейту үшін беріледі.

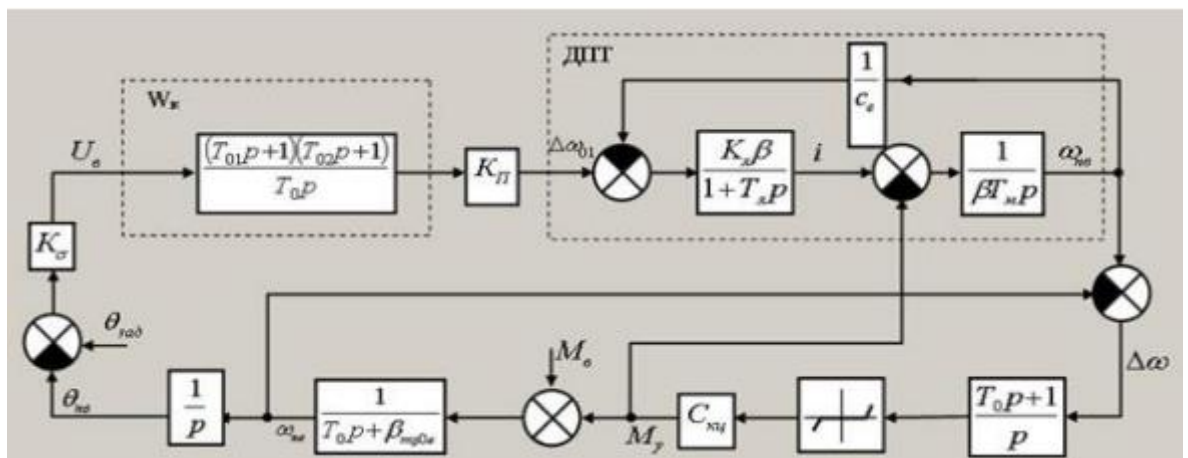
Трансформатордан қуат жоғары вольтты панель арқылы және сайып келгенде, желіге қосылмас бұрын басқа қажетті өлшеу және қорғау

құрылғыларына жіберіледі. Әдеттегі күн қондырғысының негізгі жабдықтары мен құрамдас бөліктері келесі суретте көрсетілген.



2.1 – сурет - Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару компоненттері

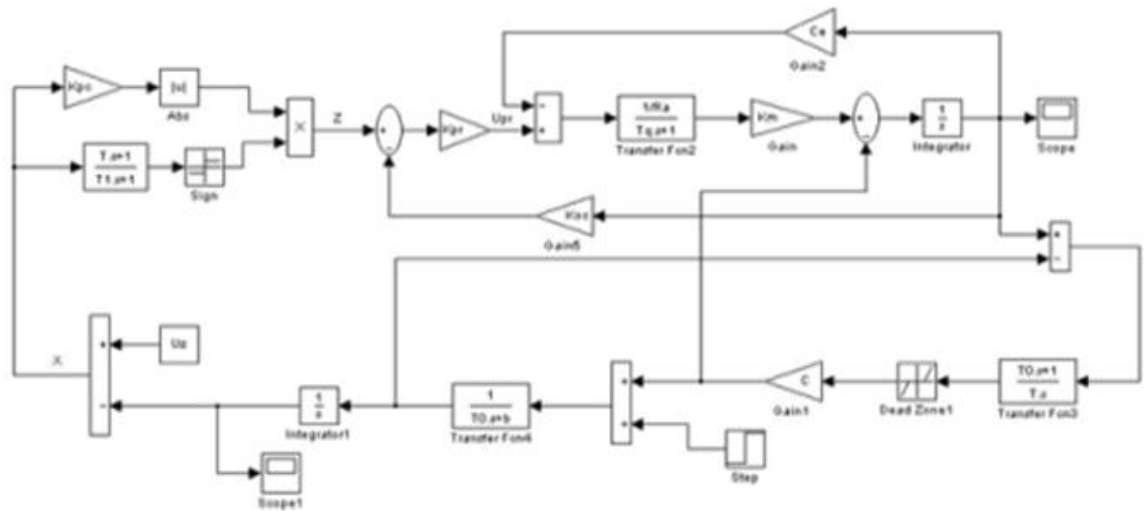
Тұрақты токты КФЭС қозғалтқыш білігінің орындаушы бұрышы мен жылдамдығын, өтпелі процесстердің сапасы мен қадағалау дәлдігін жоғарлату, қадағалаушы электр жетекті күн стансасын жобалаудың негізгі тапсырмасы болып табылады. 2.2 - суретте тұрақты токты күн фото электр стансаның [23] электр жетегін басқаратын жүйенің құрылымдық сұлбасы көрсетілген.



2.2 – сурет - Күн фото электр стансаның қадағалаушы электр жетегінің құрылымдық сұлбасы

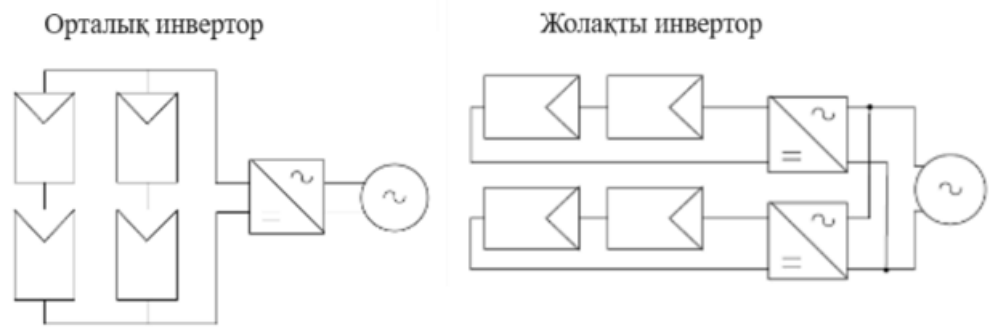
2.2 - суретте КФЭС қадағалаушы электр жетегі келесілерден тұрады: екі буынан тұратын (біріктіруші және екпінді буындар), тәуелсіз қоздырушы тұрақты ток қозғалтқышынан, редуكتورдың модельдеуші люфтiнен, сызықты емес және берілісті коэффициенті түзетуші буындардан тұратын, теріс кері байланыспен қамтылған тиристорлы түрлендіргiштен. Тұрақты ток КФЭС-ның қадағалаушы электр жетегіндегі өтпелі процесстерді зерттеу кезінде [14], жүйе қадағалаушы электр жетегі динамикасының сапалық сипаттамаларына сәйкес келмейтіндігін көрсетті. Соның себінен, MATLAB ортасында сызықтық емес түзетуші құрылғысы (СЕТК) бар, тиристорлы қадағалаушы тұрақты ток электр жетегінің жаңа құрылымдық сұлбасы ұсынылады (2.3 - сурет).

Таңдалған сызықты емес түзетуші құрылғы [15] айнымалы құрылымды буынға ұқсас. Сондықтан, тұрақты ток қадағалаушы электр жетегімен басқарылатын жүйені айнымалы құрылымды жүйе ретінде қарастыруға болады.



2.3 – сурет - Айнымалы құрылымды басқарылатын жүйенің құрылымдық сұлбасы

Күн инверторы күн энергиясы жүйесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Ол массивтің айнымалы тұрақты ток шығысын (фотовольттық (ФВ) модульдер жолы) коммерциялық электр желісіне беруге болатын пайдалы жиіліктегі айнымалы ток қуатына түрлендіруді жүзеге асырады. Күн инверторларының негізінен екі санаты бар: орталық және жолақты. Орталық инвертор әдетте МВт масштабты қондырғы үшін қабылданады және жолақты инвертор салыстырмалы түрде аз қуатты өңдей алады.



2.4 – сурет - Күн инверторы күн энергиясы жүйесі

Инвертор - күн энергиясы жобасының жүрегі. Ол сондай-ақ Қуатты кондиционерлеу блогы (ҚКБ) ретінде белгілі. ҚКБ электрондық инвертордан, сонымен қатар бақылау, қорғау және деректерді тіркеу құрылғыларынан тұрады. Әдетте шкала түрлендіргіштері бір бағытты болып табылады және IEC 61727 немесе баламалы стандартқа сәйкес келетін айнымалы ток қуаты түрінде желіге қуат береді. Инвертордың торға сәйкес кернеу және жиілік деңгейлері сияқты желі жағдайларымен автоматты түрде реттелетін мүмкіндігі бар. Әр түрлі жеткізушілерге инверторға қойылатын талаптарды анықтау кезінде келесі негізгі тармақтарды ескеру ұсынылады.

а) Дәлелденген технология: Инвертор дәлелденген технология негізінде таңдалуы керек және инвертор жоғары температуралы ауа-райы жағдайында және құбылмалы тор жағдайларында кемінде бір жыл табысты жұмыс істегені жөн.

б) Торға сәйкестік: Кейде жергілікті желі жағдайларына сәйкес инверторлардың кейбір негізгі параметрлерін өзгерту қажет болуы мүмкін, сондықтан инверторда кейбір шекті параметрлерді өзгерту мүмкіндіктері болуы керек және оны сәйкесінше бағдарламалауға болады. Сондай-ақ, оның ауа сөндіргіштері арқылы торды бөлу ерекшеліктері болуы керек. Жаңа буын инверторларының кейбірінде өзін-өзі қорғау және өзін-өзі диагностикалау мүмкіндіктері бар, осылайша ол өзін PV массивінің ақауларынан қорғай алады және күн PV массивінің өзгертін параметрлерімен реттей алады. Инверторда таңертең автоматты түрде «ояну» және жеткілікті күн энергиясы болған жағдайда және желі кернеуі мен жиілігі диапазонда болған жағдайда қуатты экспорттай бастауы керек.

в) Инвертордың тиімділігі: инвертордың тиімділігі тағы бір негізгі фактор болып табылады және инверторлардың көпшілігі шамамен 97-98% тиімділік деңгейіндегі тиімділік диапазонында қол жетімді. Дегенмен, ішінара жүктеме жағдайында инвертордың тиімділігін ескеру маңызды. Әдетте ішінара жүктеменің тиімділік деңгейлері IEC 61683 немесе баламалы стандартқа сәйкес 75% жүктеме кезінде 97%-дан асады. Түрлі жүктеме кезінде инвертордың тиімділік деңгейлерін бағалау маңызды, мысалы, 25%, 50%, 75% және 100% және ол IEC 61683 стандартына сәйкес болуы керек.

г) Басқару және қорғау: түрлендіргіште фидер желісіндегі кез келген тұрақты ақаудан және фидер желісіндегі найзағайдан ішкі қорғаныс жүйесі болуы керек. Сондай-ақ оның жерге тұйықталу ақауларынан қажетті қорғаныс құралдары болуы керек. Сондай-ақ түрлендіргіште жүйені қауіпсіз іске қосуға және өшіруге мүмкіндік беретін сәйкес номиналды тұрақты токты ажырату қондырғысы болуы керек. Сондай-ақ түрлендіргіш тұрақты ток қосылымының кері полярлығынан қажетті қорғаныс қондырғылары болуы керек. Ақаулы токты жерге тұйықтау жүйесіне беру үшін сәйкес асқын кернеуден қорғау жүйесі болуы керек. Жерге тұйықталу жағдайында түрлендіргіште ажырату мүмкіндігі болуы керек.

Тұрақты ток кіріс кернеуі, тұрақты ток кіріс тогы, барлық фазадан фазаға дейінгі айнымалы ток кернеулері, барлық фазалық айнымалы ток тогы, айнымалы ток шығыс қуаты, жиілік, көрінетін қуат, реактивті қуат т.б. сияқты барлық маңызды параметрлер көрінетіндей түрлендіргіште сәйкес дисплей панелдері болуы керек.

Инверторлар аккумуляторлардан немесе күн батареяларынан тұрақты токты орталықтандырылған электрмен жабдықтау желілеріндегі токқа ұқсас айнымалы токқа түрлендіру үшін қолданылады.

Торға қосылған жүйелерде инверторлар күн батареяларынан энергияны алып, оны желіге берілетін айнымалы токқа айналдырады. Көптеген күн панельдері тұрақты ток жасайды. Микроинверторлары бар айнымалы ток панельдері деп аталатын біріктірілген инверторлары бар панельдер бар (2.5-сурет). Олардың артықшылығы қарапайым орнату және осындай панельдерді қосу арқылы фотоэлектрлік жүйені оңай масштабтау мүмкіндігі. Мұндай инверторлар тек желіге қосылған жүйелерде қолданылады.

Автономды жүйелерде стандартты тұрмыстық құрылғылар мен құрылғыларды қуаттандыру үшін батареялар мен күн батареяларынан тұрақты токты 220 В айнымалы токқа түрлендіру қажет.



2.5 – сурет - Күн панелінің артқы жағындағы микроинвертор

Сақтық көшірме жүйелерінде дәл осындай тапсырма батареядан тұрақты токты әдеттегі құрылғыларды қуаттандыру үшін айнымалы токқа түрлендіру болып табылады.

Қуаты мен түріне қарай әр түрлі инверторлар бар. Олардың кейбіреулері өте жоғары тиімділікке ие. Егер түрлендіргіш жиі жүктемесіз болса, күту режимінде аз тұтынуды таңдау керек. Егер ол жүктемені көп жағдайда қуаттайтын болса, онда максималды тиімділігі бар инверторды таңдау керек.

2.2 Күн фотоэлектр стансаның қадағалағыш электр жетегінің қуатын анықтау

Қадағалағыш қозғалтқыштың қажетті қуатын келесі формуламен анықтауға болады:

$$P_{\text{кадагал}} = K_{\text{козгалт}} \cdot \frac{(M_{\text{жел}} + M_{\text{тірек}} + M_{\text{теңес}}) \cdot \omega_{\text{орын биік}}}{\eta_{\text{кинем}}} \quad (2.1)$$

мұндағы $M_{\text{жел}}$ – желдің әсерімен шектелген, фото қабылдағыштың айналу күшінің моментінің есептік мәні, Н;

$M_{\text{тірек}}$ – фото қабылдағыш тіректеріндегі үйкеліс моменті, Н;

$M_{\text{теңес}}$ – теңестіруші жүк пен фото қабылдағыштың салмағымен анықталатын, айналу моментінің теңгерімсіздігімен шартталған, фото қабылдағыштың айналу күшінің моменті, Н;

$\Omega_{\text{орын биік}}$ – орындаушы біліктің максимал қажетті жылдамдығы, рад/с

$\eta_{\text{кинем}}$ – кинематикалық тізбектің ПӘК-і;

$K_{\text{козгалт}}$ – қозғалтқыш қуаты бойынша қор коэффициенті.

$M_{\text{жел}}$ айналу моменті ұқсас қондырғының аналогы бойынша анықталатын тәжірибелік мәліметтердің негізінде анықталады. Нақыт факторлардың әсерін көрсететін аналитикалық тәуелділікті анықтау.

$M_{\text{жел}}$ – құрылымының сенімділігі мен қадағалағыш қозғалтқыштың қуатын есептеу кезіндегі тәжірибелік маңызы зор тапсырмалардың бірі. Тіректегі үйкеліс моменті фото қабылдағыштың көтергіш білігі жалғанған, мойынтіректегі үйкеліс моментін көрсетеді.

$M_{\text{тірек}}$ мойынтірекке әсер ететін, радиал қорытынды салынған күшке тәуелді болады. $M_{\text{теңес}}$ ұқсас қондырғыларда, немесе экваториалды координата жүйесі бар, сәулелену концентрациясыз фото электрлік күн қондырғылары үшін тәжірибе жүзінде анықталады [22].

$$M_{\text{теңес}} = 0,01 \cdot l \cdot (F_{\text{жел}} + m_{\text{ф}} \cdot g) \quad (2.2)$$

мұндағы $m_{\text{ф}}$ – фото қабылдағыштың қосынды массасы, кг;

l – фото қабылдағыш жазықтығында жатқан және негізгі айналу осіне перпендикуляр, ось бойынша фото қабылдағыштың ұзындығы, м;
 $F_{\text{жел}}$ – фото қабылдағышқа түсетін желдің күш қысымы, н;
 g – еркін құлауды жылдамдату $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

$\omega_{\text{орын билік}}$ орындаушы біліктің максимал қажет жылдамдығы әдетте орындаушы біліктің жылдамдығына «ауысу» режиміне сәйкес келеді.

$$\omega_{\text{орын билік}} = \frac{\theta_m}{t_n} \quad (2.3)$$

мұндағы t_n – «ауысудың» қажетті ұзақтығы, с;
 θ_m – қосынды бөліктерінің ұзындығы, рад.

$$\eta_{\text{кинем}} = \Pi \cdot \eta_i \quad (2.4)$$

Әдетте, жүйенің күн қондырғысына бағытталған кинематикалық тізбегі бұрамдық берілісі негізінде құралады. Ол оның төмен ғқц ПӘК түсіндіріледі.

Электр қозғалтқыштары - электр энергиясын айналдыру білігі арқылы механикалық энергияға айналдыратын электромеханикалық машиналар. Көлемі мен түріндегі айырмашылықтарға қарамастан, электр қозғалтқыштарының көпшілігі бірдей негізгі принцип бойынша жұмыс істейді: магнит өрісіндегі (статордағы) сым катушкасы арқылы өтетін электр тогы орамды (роторды) айналдыратын күш жасайды, осылайша айналу моментін (айналдыру білігі) жасайды.

Бұл қозғалтқыштың тиімділігі қозғалтқыштың электр энергиясын механикалық энергияға қаншалықты жақсы түрлендіретінінің қатынасы болып табылады және қозғалтқышқа берілетін электр қуатын қозғалтқыштан жасалған механикалық қуатқа бөлу арқылы есептеледі. Содан кейін механикалық шығыс момент пен бұрыштық жылдамдық негізінде есептеледі, ал электр қуаты қозғалтқышқа берілетін кернеу мен ток негізінде есептеледі. Механикалық қуат шығысы әрқашан электр қуатының кірісінен төмен, өйткені энергия түрлендіру процесінде жылу, үйкеліс, омдық жоғалтулар және шу сияқты әртүрлі нысандарда жоғалады.

Қозғалтқыш түріне қарамастан, сипатталған шығындарды толығымен жобалау мүмкін емес. Дегенмен, қозғалтқыштың тиімділігін жоғалтуды түсіну маңызды, өйткені тиімділігі аз қондырғылар қозғалтқыштың қызмет ету мерзімі ішінде жоғары пайдалану шығындарына әкеледі.

Жоғарыда сипатталғандай, электр қозғалтқыштары электр энергиясын механикалық жұмысқа айналдырады. Екі маңызды айнымалы қозғалтқыштың механикалық мүмкіндіктерін анықтайды: бұрыштық жылдамдық және айналу моменті. Қозғалтқыштың механикалық қуатын келесі формула арқылы есептеуге болады:

$$P_{\text{мех}} = P_{\text{шығ}} = \tau \cdot \omega \quad (2.4)$$

мұндағы $P_{\text{шығ}}$ - шығу қуаты, (Вт);
 τ - өлшенетін момент (Н•м);
 ω - бұрыштық жылдамдық, (рад/с).

Қозғалтқыштың айналу жылдамдығын айн/мин (минутына айналу) білеміз, сондықтан да бұрыштық жылдамдықты есептеу оңай:

$$\omega = \frac{r_{\text{айн}} \cdot 2\pi}{60} \quad (2.5)$$

мұндағы ω - бұрыштық жылдамдық, (рад/с);
 $r_{\text{айн}}$ - минутына айналымдағы айналу жылдамдығы;
 π - математикалық тұрақты (3,1415);

Қозғалтқыштың тұтынылатын электр қуаты келесі теңдеумен анықталады:

$$P_{\text{электр}} = P_{\text{кір}} = I \cdot U \quad (2.6)$$

мұндағы $P_{\text{кір}}$ - кіріс қуаты, (Вт);
 I - ток, (А);
 U - кернеу (В).

ИЕМ (импульстік ен модуляциясы) негізіндегі электр жетек пен қозғалтқыш жүйесін толық сынау үш сатылы (қадам) процесс болып табылады.

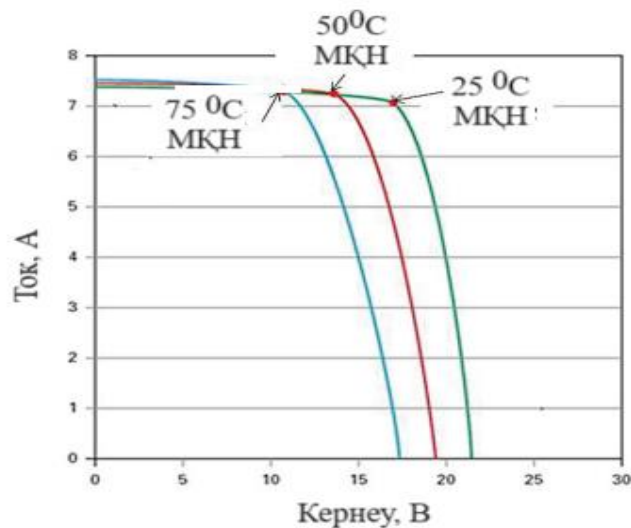
1-қадам дискінің тиімділігін және қуат жоғалтуларын анықтау үшін ИЕМ айнымалы жылдамдықты жетегінің кіріс және шығыс қуатын дәл өлшеу болып табылады;

2-қадам - қозғалтқыштың кіріс қуатын дәл өлшеу;

3-қадам - қозғалтқыштың механикалық қуатын дәл өлшеу.

Күн панелінің максималды қуат нүктесіндегі (МҚН) кернеуі панельдің әртүрлі температураларында өзгеруі мүмкін (2.6-сурет).

Күн панелі неғұрлым ыстық болса, кернеу соғұрлым төмен болады, демек, күн панелінен энергия өндіру болады. Кейбір сәттерде максималды қуат нүктесі батарея кернеуінен төмен болуы мүмкін және бұл жағдайда әдеттегі контроллермен салыстырғанда ешқандай пайда болмайды. Дәл осындай жағдай күн панелі жартылай көлеңкеленгенде орын алады.

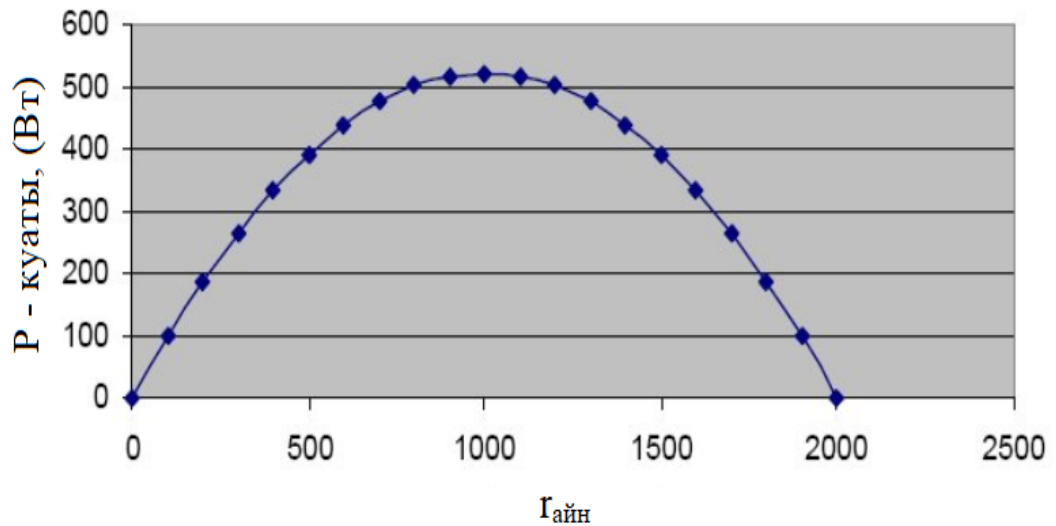


2.6-сурет - Күн панелінің максималды қуат нүктесіндегі (МҚН) кернеуі панельдің әртүрлі температураларында өзгеруі

Оңтайлы әдіс - уақыт ауытқуын жою үшін бір қуат анализаторы арқылы барлық үш қадамды біріктіру. Бұл бір бағдарламалық/аппараттық шешімде тамаша тиімділік есептеулерін қамтамасыз етеді.

Электр жетегінің қуатын анықтау қозғалтқыштың сызықтық айналу моменті қисығы болған кезде, ең жоғары қуат әрқашан қозғалтқыштың бос жүріс жылдамдығының жартысында болатынын көрсетеді. Сондықтан, тұрақты магнитті тұрақты ток қозғалтқыштары туралы алғашқы түсінігіміз үшін қозғалтқыштың ең жоғары тиімділігі де осы жылдамдықта болады деп болжауға болады.

Демек, біз қозғалтқышты мүмкіндігінше осы жылдамдыққа жақындатқымыз келеді. Қозғалтқыш 500 мен 1500 айн/мин аралығында жұмыс істейтін болса, қажетті момент негізінде қолдану үшін қозғалтқышты таңдайтын болсақ, бұл қозғалтқыштың ең жоғары тиімділігінің 25% шегінде болады (390 Вт және 520 Вт), бұл қолайлы болар еді. Осы ауқымнан тыс жұмыс істеу қуаттың тиімсіз берілуіне әкеледі және қозғалтқыштарды таңдау кезінде қатесін көрсетеді (2.7 – сурет).



2.7 – сурет - Электр жетегінің қуаты

Электр жетектері үш фазалы айнымалы ток қуатын қажет етеді. Тұрақты ток сигналын қамтамасыз ету үшін кіріс тіркелген жиілікті айнымалы ток көзі түзетіледі.

Шығу сатысы қозғалтқышқа ауыспалы жиіліктегі үш фазалы айнымалы ток тоғын ауыстыру және беру үшін бағдарламалық басқарылатын оқшауланған қақпалы қосынды транзисторларын пайдаланады.

2.3 Күн фото электр стансаның қадағалаушы электр жетегінің айнымалы құрылымды басқару жүйесін оңтайландыру

MATLAB анықтамасында реттеу уақытын бағалау Δ (% Settling) аймағы 5 % тең деп айтылған, бірақ нақты жағдайда 2 % ретінде берілген және уақыттың өсу аралығын бағалау 10-нан 90 % дейін болады. Анықтама бойынша осы екі шамалар қалыптасқан мәнмен (Final Value) есептелінетіндігі көрсетілген, бірақ тәжірибеде бұл кей кездері іске аса бермейді. MATLAB қалыптасқан мәннің ең көп ауытқуын максимум есептейді (Peak Response). Реттеу жүйесін зерттеу кезінде беріліс функциясының үш түрі болады: $m=0$ (нөлдер болмайды) – бұл беру кірісінен $r(t)$ реттеу шығысына $y(t)$ дейінгі негізгі беріліс функциясы болып саналады; $m = n$ (алымындағы m полином қатары бөліміндегі n полином қатарына тең болады) – бұл берілістен реттеу қателігін беру функциясына сәйкес келеді; $0 < m < n$ (бұл функциялар, ауытқудың реттеу шамасына және реттеу қателігіне әсері).

MATLAB-та модельдеу нәтижелерінің талдауы $m = n$ кезіндегі жүйе үшін сапаның көрсеткіші дұрыс болмауы мүмкін екендігін көрсетті, ал жеке алғанда қайта реттеу және уақыт мәні жоғары болады.

Беріліс функциялы жүйелер үшін қайта реттеудің (Overshoot)

$$W(s) = \frac{s^2 + 2s + 1}{s^2 + 2s + 3}$$

статистикалық жүйе қателігі өтпелі функцияның графигінде 200 % мәнімен көрсетілген (3.2 суретке қараңыз), осы жүйені түбірлі әдіспен бағалағанда беріліс функцияларының полюстары бойынша MATLAB бағдарламасы қайта реттеудің 10,8 % мәнін береді. Егер оқулықтағы стандарттық ережені қолдана отырып өзіміз қисық сызық бойынша есептесек, онда қайта реттеу $(0.333-0.261)/(1.000-0.333) = 0.072/0.667=0.108$, және 10,8 % тең болады.

Яғни, бұл дегеніміз нөлдік жүйеден ($m = 0$) толық алып тастағанда өтпелі сипаттама бойынша бағдарлама 10,8 % мәнді шығарады, мысалы, негізгі беріліс функциясы үшін

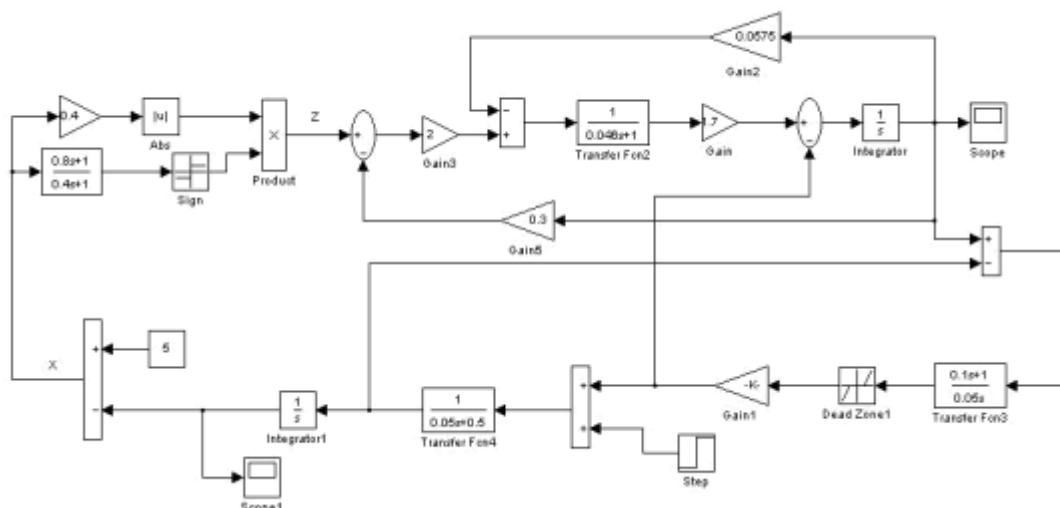
$$W(s) = \frac{3}{s^2 + 2s + 3}$$

Күн фото электр стансаның қадағалаушы электр жетегінің айнымалы құрылымды басқару жүйесін оңтайландыру, электр жетегі қозғалуының тұрақтылығын анықтау мен айнымалы құрылымды лицензияланған басқару жүйесінің беріліс функциясын құру позициясынан іске асады. Жүйенің буындарының шамалап таңдалған параметрлері мен қозғалтқыштың параметрлері [36] 2.8 - суретте келтіріліп, күн фото электр стансаның қадағалаушы электр жетегінің моделін оңтайландыру қарастырылған. 2.1 кестеде тұрақты ток қозғалтқыштың параметрлері көрсетілген.

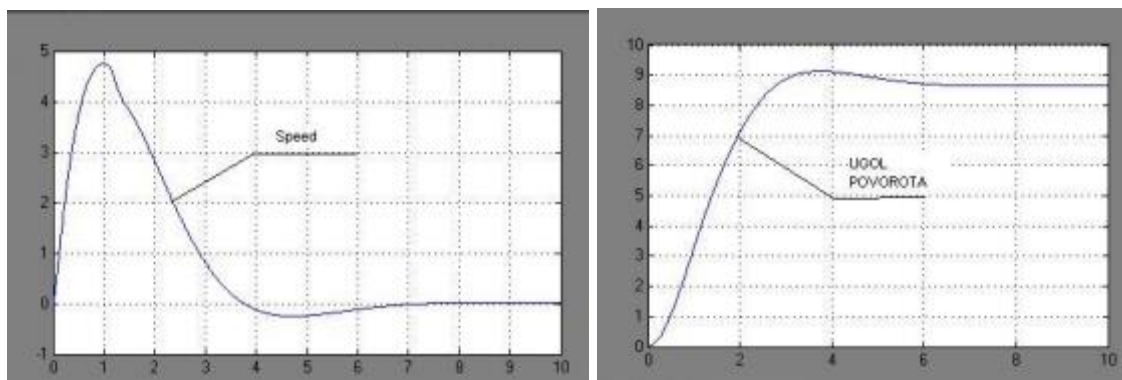
2.1 – кесте. Тұрақты ток қозғалтқышының параметрлер

P, кВт	U _н , В	n _н , айн/мин	R, Ом	L, мГн
0,17	110	3000	5,84	128

2.9 - суретте MATLAB ортасында алынған, құрылымдық сұлбаның негізіндегі тұрақты ток қозғалтқыш роторы білігінің бұрылу бұрышы мен өтпелі процесстердің жылдамдығының графигі көрсетілген (2.8 - сурет).

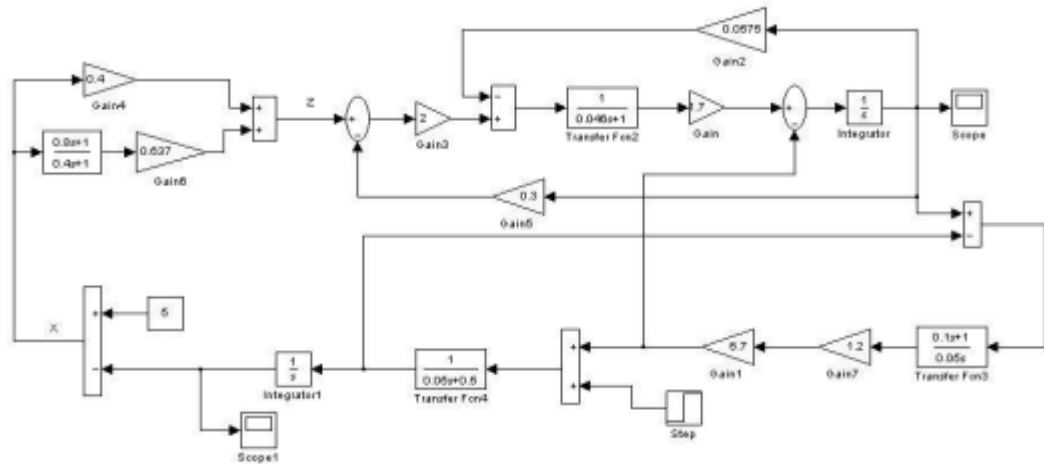


2.8 – сурет - Тұрақты ток қозғалтқыш параметрлерлі, айнымалы құрылымды басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы



2.9 – сурет – Тұрақты ток қозғалтқыш білігінің бұру бұрышы мен өтпелі процесстердің жылдамдық графигі

Өтпелі процесстің тәуелділігін салыстыра отырып, тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдығы мен орындаушы біліктің бұрылу бұрышының, өтпелі процессінің сапалық сипаттамалары сәйкес келетінін байқауға болады. Қадағалаушы электр жетегі моделі (2.10 - сурет) сызықты емес буындарды сызықты түрге келтіруге және жүйенің беріліс функциясын алуға қолайлы. Күн фото электр стансаның сызықтық қадағалаушы электр жетек жүйесі 2.10 - суретте құрылымдық сұлба түрінде келтірілген. КФЭС алынған БЭЖ моделінің құрылымдық сұлбасы (2.10 - сурет) жүйенің ауыстыратын функциясын алу үшін қолайлы.



2.10 – сурет - БЭЖ айнымалы құрылымы бар сызқты жүйенің құрылымдық сұлбасы

Беріліс функциясының бастапқы мәні туралы теоремаға сәйкес $t = 0$ кезіндегі сипаттаманың шегі жүйенің полином сипаттамасы арқылы емес, ал алымында және беріліс функциясының бөлімінде s үлкен дәрежелі болғандағы коэффициенттердің ара қатынастары арқылы анықталады. Бұл өз жүйесінің құрылыстарымен байланыспаған, кешенді жазықтықта полюстер мен нөлдердің орналастырылуынан ауытқи алмайды. Қорыта келгенде, MATLAB-та реттеу сапасын бағалау кезінде уақыттық және түбірлік модельдер бір-біріне қарама қарсы нәтижелерді беруі мүмкін.

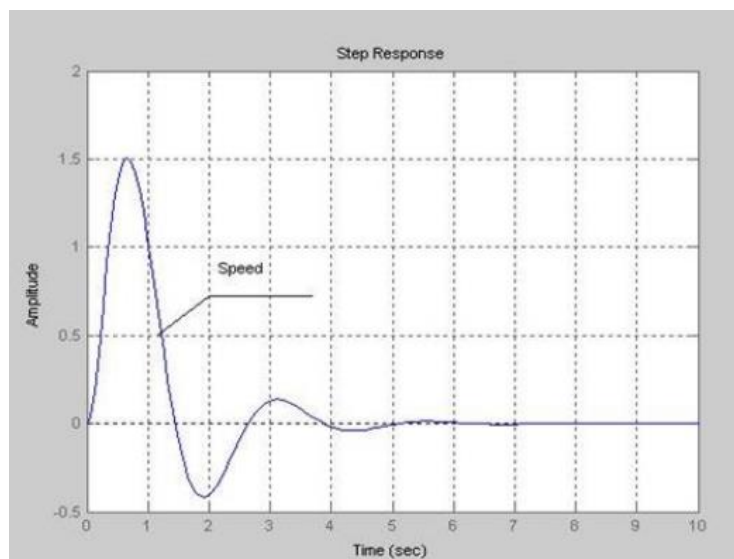
Беріліс функциясы

$$W(s) = \frac{(s^3 + 2s^2 + 3s)}{(s^4 + 2s^3 + 3s^2 + 4s + 1.2)}$$

өтпелі сипаттама нөлден басталып нөлден бітетіндігін сипаттайды. Қайта реттеу мәні шексіздікке (∞) тең! Түбір картасы 83,5 % табиғи және басқа мәнді береді. Егер оқулықтың ұсынысына жүгінсек, онда қайта реттеуді максимумның бір толқынның өзгерісіне қатынасы арқылы қарастырады, яғни 105 %, немесе екінші максимумның бірінші максимумға қатынасы, немесе $0,237/1,05 = 0,226$ (22,6 %) арқылы қарастырады. Жүйе өте келісімді болып келеді.

Қайта реттеуді стандартты анықтауға қарамастан бағдарлама максимум ретінде кері жартылай тербелістің экстремум таңдай алады. Мұнда қалыптасқан мән кері болып келеді, кесте нөлден басталады, сондықтан қалыпты мәндегі сызық арқылы төмен құлауы қайта реттеу болып саналуы керек.

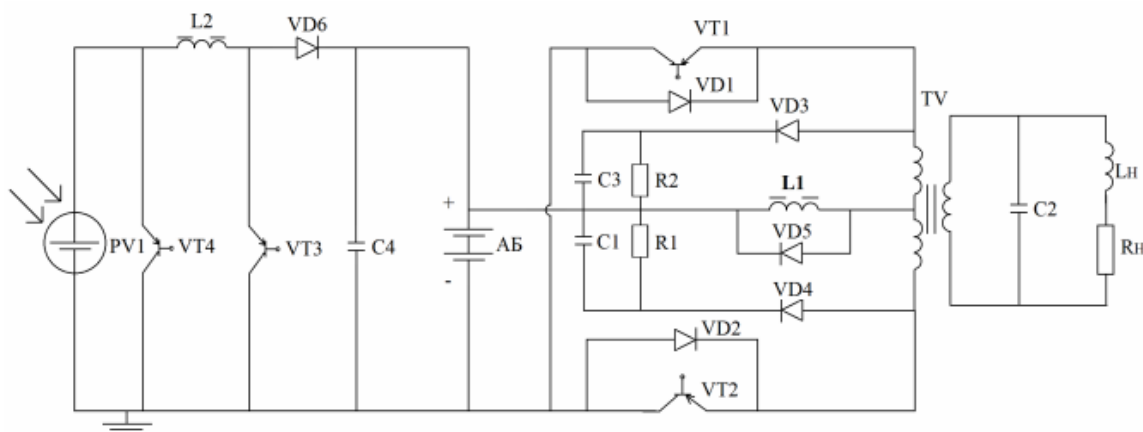
Бақылаушы электр жетегінің ауыстырмалы міндетін құру бақылаушы электр жетегін басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы негізінде MATLAB [38] математикалық жүйесінің көмегімен іске асады (2.11 - сурет).



2.11 – сурет - Күн фото электрлік жүйенің бақылаушы электр жетегінің бұрыштық жылдамдықтың өтпелі процесінің графигі

2.12-суретте PV1 ток көзі бар фотоэлектрлік қондырғының ұсынылған құрылымы көрсетілген, SB, қайта зарядталатын батарея (АБ) және инверторды күшейткіш трансформаторлы теледидармен имитациялау.

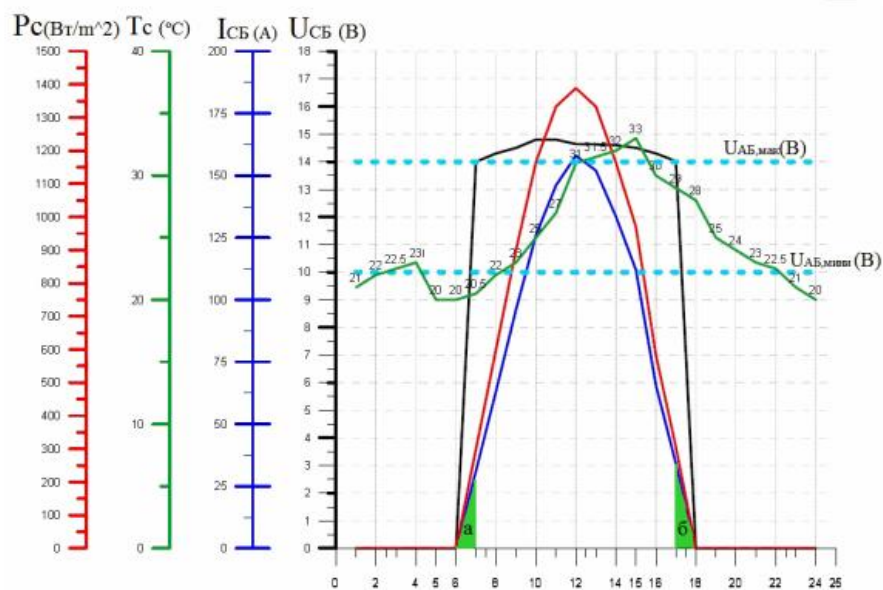
Жарықтандырудың ұлғаюына байланысты күн батареясының кернеуі аккумулятордың минималды кернеуінің деңгейіне дейін көтерілгенде, батарея зарядтала бастайды, ол 10÷12 В кернеуде болады. Күшейткіш кернеу түрлендіргіші L2, VT3 екенін анықтайық.



2.12 – сурет - PV1 басқарылатын ток көзі түріндегі күн батареясының моделі және L2, VT3, VD6 күн батареясының кернеуін арттыратын түрлендіргіші бар фотокөбейткіштің электр жетегі

2.13 - суретте сыртқы жағдайларды ескере отырып, фотоэлектрлік қондырғының ұсынылған элементтерінің энергетикалық сипаттамаларын үйлестіру мүмкіндіктерін көрсетеді. Бұл күн батареясының тогы ($I_{сб}$ (A)), күн батареясының кернеуі ($U_{сб}$ (B)), қоршаған орта температурасының өзгеруі T_c

(°C), күн радиациясының қуаты P_c (Вт/м²) тәулік уақытына байланысты типтік сипаттамалары көрсетілген [3].



2.13 – сурет - Күн батареясының сипаттамаларын күн сәулесінің түсуіне байланысты

MATLAB бірінші емес, ал оның белгісіне және реттік нөмеріне қарамастан (оңға немесе солға қарй нөлден ең үлкен ауытқуы) абсолютті максимумды таңдайды және мәні оң немесе теріс болсын қалыптасқан мән үшін қайта реттеуді есептейді. Сонымен қатар қайта реттеу мәні теріс болуы мүмкін (-691%).

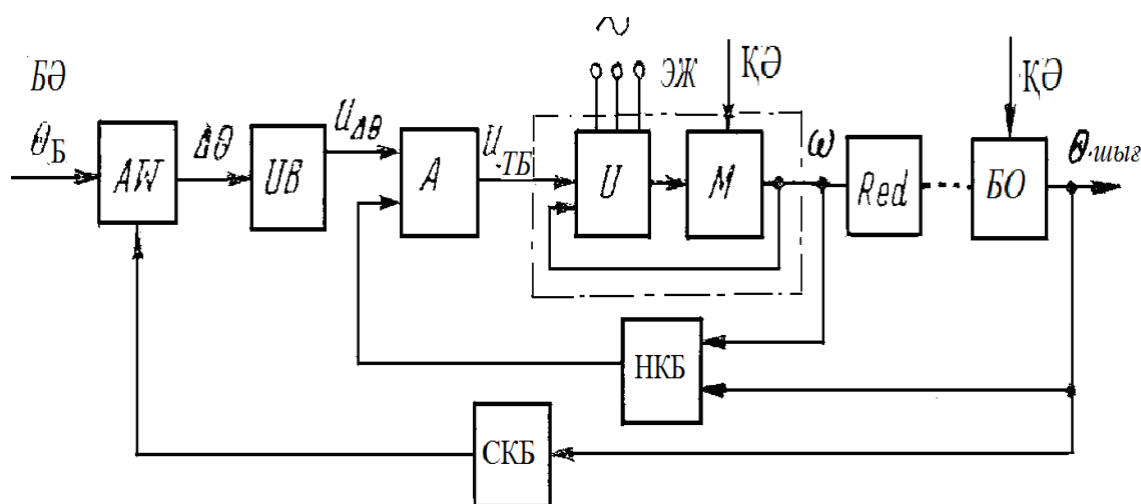
Сонымен MATLAB-та модельдеу кезінде алынған нәтижелер анықтамасы бойынша және бір - біріне көбінесе қарама қарсы болып келеді. Оларды өте абайлап қолдану қажет, әсіресе өтпелі сипаттама нөлден басталмағанда (яғни $m=n$ болғанда); нөлден біткенде (астатикалық буын, $b_m=0$); бірдей деңгейде басталып және біткенде; әр түрлі полярлық мәндерден тұрғанда.

3 Күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқаруды зерттеу және компоненттерді таңдау

3.1 Бақылау электр жетегінің басқару жүйелері және оларды құрудың негізгі принциптері

Бақылау электр жетегінің басқару жүйелері (БЭЖ БЖ) – кірісте уақыт бойынша өзгертін айнымалы сигналды қабылдайтын және шығыста оны бақылау қателігі берілген мәннен жоғарлап кетпес үшін өңдейтін тұйық динамикалық жүйе. Өндірістік механизмнің бақылау электр жетегі тағайындалуы бойынша бұрышпен бақылау электр жетегі немесе ЖМАО сызықты орын ауыстыруы болып бөлінеді. Қолданылуы бойынша электрлі тұрақты токты және айнымалы токты қозғалтқыштар, басқару жүйесі бойынша қосындылау күшейткіштерінен тұратын жүйе және координатты бағыныңқы реттеу жүйесі, әсер ету принципі бойынша аналогты, дискретті (релелік және импульсті) және санды жүйелер болып бөлінеді [8,9,10].

Жалпы БЭЖ БЖ құрылымдық сұлбасы 3.1 - суретінде көрсетілген. Бұл жүйе AW өлшеу құрылғыларынан, UB түрлендіргіш құрылғысынан, A аралық қосындылау күшейткішінен, $ЭЖ$ электр жетегі U түрлендіргіш және M электр қозғалтқышынан тұрады. Электр қозғалтқышы Red редуктор арқылы өндірістік механизмнің орындау органына (БО басқару органына) әсер етеді. Шығыс координаты $\theta_{шығ}$ бұрыш түрінде, кері байланыстар: ішкі немесе (НКБ) негізгі және (СКБ) сыртқы байланыстар ретінде көрсетілген.



3.1 - сурет – ЭЖЖ БЖ құрылымдық сұлбасы

БЭЖ БЖ кірісінде уақыт бойынша өзгертін θ_B бұрыш түріндегі және объектіні талап етілген заңмен басқаруды қамтамасыз ететін беру әсері (БЭ) берілген. Электр жетегі мен басқару объектісіне беру әсерінен басқа берілген басқару заңынан реттеу шамасының ауытқуы болатын әртүрлі сыртқы қоздырушы әсерлер $КЭ$ әсер етеді. Сыртқы қоздыруға электр қозғалқыш

білігінің жүктемесінің өзгеруі, ал ішкі қоздырғышқа БЭЖ БЖ құрылғыларына әсер ететін әртүрлі кездейсоқ кедергілер және өзгерістер жатады.

БЭЖ БЖ әсер етуі бойынша қоздыру әсерлерімен және жүйенің параметрлерімен анықталатын қателігі төмен басқару әсерін толық өңдейтін астатикалық болып саналады. Басқарулар кезінде БЭЖ БЖ жұмысының дәлдігін зерттеулерде тұрақты үдеумен немесе гармоникалық заңмен, тұрақты жылдамдықпен өзгертілген берілген сигналды қайта қалпына келтірудің дәлдігімен бағалайды.

БЭЖ БЖ өлшеу құрылғыларына потенциометрлер, сельсиндар және синус-косинусты айналу трансформаторлары (СКАТ) жатады. Олардың зерттеулерде болатын қателіктері: потенциометрларде 0,2– 0,6%, сельсиндерде 0,25 – 1° және айналу трансформаторларында – бұрыштық минуты бірге тең.

Түрлендіргіш құрылғысы (ТҚ) $UB \Delta\theta$ қателікке пропорционалды $U\Delta\theta$ үйлесімсіздік кернеуін алу үшін қолданылады. Мұны шығыс сигналы үйлесімсізді кернеу болатын өлшеу құрылғылары орындайды. Сельсиндарды және СКАТ қолданған кезде ТҚ-на айнымалы токты сигналды тұрақты токты сигналға түрлендіретін фаза сезгіш түзеткіші (ФСТ) қолданылады.

БЭЖ БЖ аралық күшейткіштері ретінде түзеткіш кері байланыстың берілген сигналдарын қосындылайтын тұрақты токты операторлық күшейткіштер қолданылады. БЭЖ БЖ тұрақты токты күшейткіштің нөлге ығысуы кезінде айнымалы токтың күшейткіштері қолданылады. Ол тұрақты токты сигналды айнымалы токты сигналға түрлендіретін (модулятор) және күшейтілген айнымалы токты сигналды (күшейткіш) тұрақты токтың сигналына түрлендіретін (демодулятор), модулятор – күшейткіш – демодулятор ретінде жұмыс жасайды.

БЭЖ БЖ орындау құрылғылары ретінде тұрақты, айнымалы токты тиристорлы және транзисторлы электр жетектері қолданылады. Тұрақты токты электр жетектерінде ТМҚ және ПБВ [17] сериялық жоғарғы моментті қозғалтқыштар кең қолданылады. Олар білік моментінің инерциялары мен орамдардың индуктивтілігінің аздығына байланысты тез әсерді қамтамасыз етеді, сонымен қатар номиналды мәнді сегіз есе жоғарылататын жоғарғы іске қосу моменттермен қамтамасыз етеді.

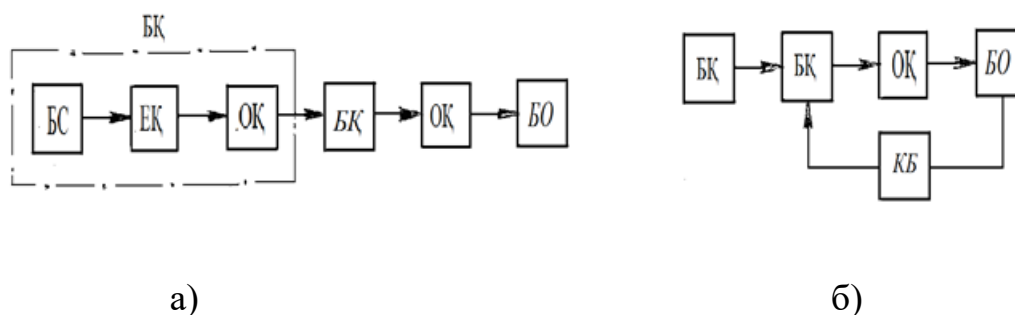
Бақылау электр жетектерін қоректендіру өндірістік тізбекте 50Гц жиілікті айнымалы токпен және тұрақты токтың өзіндік қоректендіру көздерімен жүзеге асады. Аз қуатты электр жетектері 400 Гц жиілікті қоректендіру көзімен қоректенеді. Өлшеу, түрлендіргіш құрылғылары және аралық күшейткіштер 400 Гц жиілікті айнымалы токпен қоректенеді. Сондықтан бұл құрылғылардың көлемі мен инерциялығы төмендетеді.

Шығыс координатындағы негізгі кері байланыстың жүйесі қарапайым түзетілмеген БЭЖ БЖ болып саналады. Оны пропорционалды реттеу жүйесі деп те атайды. БЭЖ БЖ синтездеу мен талдау кезінде шығыс координаты ретінде өлшеу құрылғысында қабылдағышпен өлшенетін координатты айтады. Егер қабылдағыш ЖМАО тәуелсіз орналасқан болса, онда біліктің

орын ауыстыруы немесе айналу бұрышы шығыс координаты болып саналады. Көп жағдайда бақылау электр жетегінде өлшеу құрылғысындағы қабылдағыш қозғалтқыш білігіне орналасады, ал жоғарғы моментті қозғалтқыштарда қабылдағыш қозғалтқышқа орналасады. Бұл жағдайда шығыс координаты ретінде айналу бұрышына немесе ЖМАО орын ауыстыруына сәйкес келетін қозғалтқыштың айналу бұрышы қолданылады.

3.2 Электр жетегін бағдарламалық басқару жүйесі, құру принциптері және жіктелімі

Бағдарламалық басқару жүйесі (ББЖ) жұмыс машинасын автоматты басқару жүйесі немесе берілген басқару бағдарламасына сәйкес басқаруды орындайтын жеке орындау органы (БО – басқару объектісі) болып саналады [11-14].



a – ажыратылған; *б* – тұйықталған.

3.2 – сурет - Бағдарламалық басқару жүйесінің құрылымдық сұлбасы;

Бағдарламалық басқару жүйесінің кең қолданылатын құрылымдық сұлбасы 3.2 - суретінде көрсетілген. Жүйе бағдарламалық (БК), басқару (БК) және орындау құрылғыларынан (ОК), басқару объектісі (БО) мен кері байланыстан (КБ) тұрады. БК бағдарламаны сақтаушыдан (БС), енгізу (ЕК) мен оқитын (ОК) құрылғылардан тұрады. Бағдарламаны сақтаушы ретінде магнитті ленталар, дискеталар және дисктер, штекерлі және басқа түрдегі матрицалар немесе ЭЕМ, бағдарламашы немесе ЭЕМ енгізген бағдарламаны басқару сызбасын немесе ақпаратты беруді сақтау жатады. ЕК енгізу құрылғысы БС бағдарламаны сақтаушыға немесе ЭЕМ тікелей жазылған бағдарламаны басқаратын ақпаратты ОК көмегімен басқару құрылғысына енгізеді. БК басқару құрылғысы кері байланыс ақпаратына немесе басқа ақпарат көздеріне сәйкес басқару бағдарламасының ақпарат ағымдарын түзетеді. Мысалы интерполяторлар қажетті математикалық операцияларды өңдейді және орындау элементтеріне (электржетегіне) басқару әсерін өңдеп шығарады. ББЖ тұрақты және айнымалы токты тез әсерететін, реттелетін және бақыланатын электр жетегі қолданылады. Ол басқарылатын ақпаратқа сәйкес басқару объектісін қозғалсықа келтіреді. Кері байланыс ЖМАО нақты

жағдайы туралы ақпарат ағымын өңдейтін кері байланыстың бергішімен орындалады. Ол бергішті орындау органына немесе электр жетегінің электр қозғалтқышының білігіне жанама орналастыруымен анықталады.

Бағдарламалық басқару өнеркәсіптің барлық салаларында қолданылады. Күрделі пішінді бұйымды жоғарғы дәлдікпен орындайтын және тікелей адамның қатысуынсыз өндірілетін металды өңдеу өнеркәсібінде кең қолданылады.

ББЖ жіктеу бойынша келесі түрге бөлінеді: бағдарламаны беру принципі; басқару принципі; әсер ету принципі; тағайындалуы.

Басқару бағдарламасын беру принципі бойынша ББЖ аналогты және санды болып бөлінеді. Аналогты ББЖ басқару бағдарламасын беру тұрақты токты кернеу деңгейін немесе айнымалы токты кернеу фазасын беру түрінде аналогты сигналмен орындалады.

Санды ББЖ станокты құруда кең қолданылады. Сондықтан олар үшін терминдер мен анықтамалар «Метал өңдеу жабдықтарын санды бағдарламамен басқару құрылысы» деген 20523-81 МТ сәйкес келеді. Осы МТ сәйкес бағдарламаны санды кодпен жазудан тұратын басқару бағдарламасы санды бағдарламамен басқару (СББ) деп аталады және берілгендері санды түрде жазылған, басқару бағдарламасымен станокта өңделетін бұйымды басқарумен анықтайды. Бағдарламаны басқаратын санды ақпаратты кодтайтын әртүрлі санды кодтар болады. ББЖ-де бірлік, екілік және екілік-ондық кодтар кең қолданылады.

СББ-да басқару құрылғысы СББ құрылғысы деп аталады (СББҚ), ал СББ қамтамасыз ететін технологиялық және бағдарламалық құралдарына функционалды өзара әсер ететін, өзара байланысқан жиынтығын анықтауды СББ (СББЖ) жүйесі деп аталады.

Халықаралық классификацияға сәйкес СББҚ техникалық деңгейінің мүмкінділігіне қарай төмендегі класстарға бөлінеді:

NC (Numerical Control) – әрбір бұйымды дайындауды өңдеу кезінде бағдарламаны кадрлық есептеу СББҚ;

SNC (Stored Numerical Control) – бірдей бұйымды дайындауды өңдеудің алдында бағдарламаны бір рет есептеу СББҚ;

CNC (Computer Numerical Control) – мини-ЭЕМ (микропроцессормен) тұратын СББҚ;

DNC (Direct Numerical Control) – бір ЭЕМ-мен станоктар топтарынан тұратын СББҚ;

HNC (Handled Numerical Control) – пультпен басқару арқылы бағдарламаны қолмен терудің оперативті СББҚ.

ББЖ басқару принципі бойынша ажыратылған және тұйықталған болып келеді. Ажыратылған ББЖ басқару бағдарламасында (*ББ*) ақпаратты берудің бір ағымынан тұрады. Олар машинаны қажетті технологиялық жұмыспен және бағдарламаны дәл өңдеуді қамтамасыз етеді. Тұйықталған ББЖ (2.26, б суретті қара) басқару бағдарламасы *ББ* және кері байланыс *КБ* бойынша екі ақпараттық ағымнан тұрады. Олар ЖМАО жағдайы туралы ақпараттың

болуынан және үздіксіз бақылаудың салдарынан ақпаратты өңдеудің жоғарғы дәлдігін қамтамасыз етеді.

ББЖ әсер ету принципі бойынша аналогты, импульсті, аралас (аналог-импульсті және импульс-аналогты) және кодты болып бөлінеді [6,7]. Қазіргі кезде СББ ЭЕМ дамуының салдарынан аппараттық құралдармен орындалатын ББЖ ескірді. Сондықтан үздіксіз әсер ететін тұрақты және айнымалы токты электр жетегімен және импульсті қадамдық электр жетегімен орындалатын санды СББҚ ғана шығарылады.

Тағайындалуы бойынша технологиялық белгісіне сәйкес ББЖ циклді, позициялық және контурлы болып бөлінеді.

Циклді бағдарламалық басқару жүйесі (ЦББ), ЖМАО жұмыс машинасының бір немесе бірнеше орындау органдарымен басқаруды орындайды. Ол әдетте жеке ЖМАО немесе топты машиналардың тізбектілігін қайталаумен анықталатын, қажетті технологикалық циклді қамтамасыз етеді. Әсер ету тізбектілігі ЖМАО қозғалысқа келтіретін, электр жетегін қосу мен өшіру үшін қарапайым дискреттік бұйрықпен берілетін басқару бағдарламасымен орындалады. ЦББ жүйесі негізі ажыратылған күйде орындалады, ал ЖМАО жағдайын белгілейтін және электр жетегін қосу мен өшіру бұйрығын беретін жағдай датчигі кері байланыс ретінде қарастырылады.

Металды кесу станоктарымен СББ-да ББЖ позициялық және контурлық ретінде екіге бөлінеді. 20523-81 МТ сәйкес позициялық СББ станокты санды бағдарламамен басқарумен анықталады. Станоктың жұмыс органдарының орын ауыстыруы берілген нүктеде орындалады, бірақ орын ауыстыру траекториялары берілмейді. Позициялық СББ металды кесетін станоктың қозғалысын бақылау үшін ғана қолданылады, сонымен қатар кез келген жұмыс машиналарында орындау органдарының орнынын анықтап, орнын ауыстыруға қолданылады. Мұндай жүйеде берілген соңғы жағдайда дәл орналастыру маңызды, ал оның орналастыру траекторияларының дәлдігі маңызды емес.

Позициялық жүйелер жазықтықта, бірнеше координатта дәл орны анықталатын орындау органының жағдайын басқаруды жүзеге асырады. Бұл жағдайда ЖМАО бір координаттан екінші координатқа қозғалуы кез келген траекторияларда орындалады, бірақ өнімділігі жоғары болу үшін орын ауыстыру уақыты аз болады. Позициялық ББЖ позициялық басқару жүйелерінің базасы арқылы тұрғызылады, онда берілген сигналдар берілген бағдарламамен өзгереді.

Позициялық СББ негізі тұрақты токты тез әсер ететін электр жетектері қолданылады, олар позициялық электр жетектерінің талаптарын қанағаттандырады.

Контурлы СББ дегеніміз станокпен (кез келген жұмыс машинасымен) санды бағдарламалық басқару, оның орындау органдарының орын ауыстыруы қажетті өңдеу контурын (контур бойынша қозғалыс) алу үшін берілген траекториялармен және берілген жылдамдықпен орныдалады.

Контурлы СББҚ сигналы уақыт функциясы, жылдамдық, жолдар немесе кез-келген басқа параметрлер болатын, басқару ақпаратының үздіксіз өзгеруінен тұратын ЖМАО (басқару объектісі) орын ауыстыруын басқару үшін арналған. Мұндай ББЖ берілген контур бойынша жазықтықта және кеңістікте объектінің қисық сызықты қозғалысын құрады. Сонымен қатар ББЖ сипаттамалық ерекшелігі жылдамдық пен жол бойынша әрбір уақыт моментінде орындау органының үздіксіз үйлесімді қозғалысы.

Басқару алгоритмі мен электр жетегінің талабы бойынша контурлы жүйе позициялы жүйеге қарағанда өте күрделі болып келеді. Контурлы ББЖ басқару құрылғыларының негізгі блоктары ретінде сызықты және шеңберлі интерполяторлар қолданылады. Олар басқару бағдарламасында тірек нүктесімен ЖМАО қозғалыс траекториясын бағдарламалауды жүзеге асырады және электр жетегімен сигналдарды басқаруды қамтамасыз ететін бағдарламаның санды кодтық ақпаратын бірыңғай код ақпаратына түрлендіреді.

Өздігінен бейімделетін адаптивтік жүйені өңдеу ақпараттың ағымдарының саны бойынша СББ жіктелімін кеңейтті. Санды бағдарламалық басқару ретінде анықталатын адаптивті СББ (АСББ) құрылды. Онда анықталған критериялар бойынша өңдеу шартымен өзгертін бұйымды дайындауды өңдеу процесі автоматты бейімделеді. Сондықтан қазіргі кездегі СББ ақпараттың негізгі ағымдармен бірге кері байланыспен және басқару бағдарламасымен ғана анықталатын қосымша ағымдар пайда болды.

3.3 «SOLAR LAB» зертханалық стендімен күн энергиясын өндіру жүйесіндегі электр жетек үшін басқару схемасын әзірлеу

Зертханалық стенд жарық (күн) радиациясының энергиясын электр энергиясына түрлендірудің физикалық процестерін зерттеуге арналған. Стенд студенттерге күн батареяларымен (СК) жұмыс істеуде практикалық дағдыларды алуға және олардың негізгі параметрлері мен сипаттамаларын зерттеуге мүмкіндік береді.

Құрылымдық тұрғыдан стенд - бұл жарық көздері және күн батареясын бекітуге арналған ұстағыш орнатылған үстелдің үстіңгі қорабы. Ұстағыш айналмалы құрылғымен жабдықталған, ол сәулелердің түсуінің әртүрлі бұрыштарын қамтамасыз ететін күн батареясының радиация көзіне қатысты көлбеу бұрышын реттеуге мүмкіндік береді.

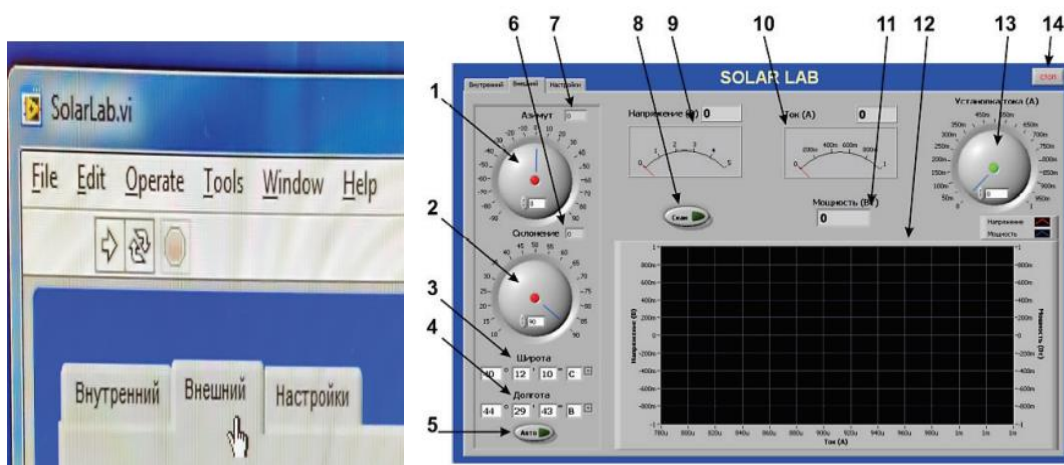
3.3-суретте келесі басқару элементтері бар «Внешний» қойындысының интерфейсі көрсетілген:

1 – азимут бұрышын орнату тұтқасы (тұтқа шкаласы Күннің орналасуына байланысты автоматты түрде өзгереді);

2 – көлбеу бұрышын орнату тұтқасы;

3, 4 – стенд орнының географиялық координаттарын (ендік, бойлық) орнатуға арналған терминалдар;

- 5 – Күннің орнын автоматты түрде бақылауды қосу түймесі;
- 6 – Күннің ағымдағы еңіс бұрышының көрсеткіші;
- 7 – Күннің ағымдағы азимуттық бұрышының көрсеткіші;
- 8 – күн батареясының сипаттамаларын автоматты сканерлеуді бастау түймесі;
- 9 – күн батареясының ток кернеуінің көрсеткіші;
- 10 – күн батареясының ағымдағы жүктеме тоғының көрсеткіші;
- 11 – күн батареясының ток қуатының көрсеткіші;
- 12 – сыналған күн батареясының ток-кернеу сипаттамасының графигі;
- 13 – электронды жүктемені орнату тұтқасы;
- 14 – бағдарламаны тоқтату түймесі.

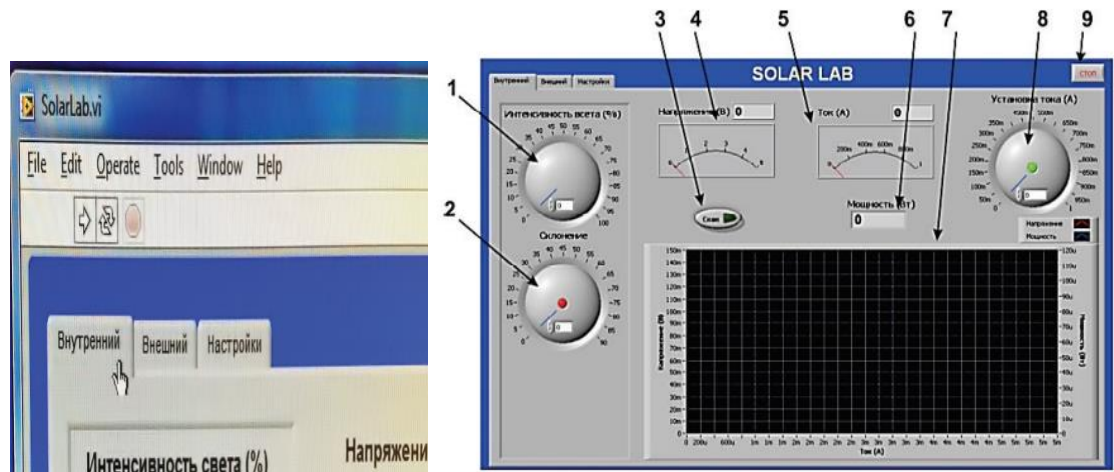


3.3 – сурет - «Внешний» қойындысының интерфейсі

Стенд орналасқан жердің географиялық координаттары (ендік, бойлық) 3 және 4 терминалдардың терезелеріне енгізіледі.

1 және 2 тұтқалары күн батареясы үшін қажетті бағыттау векторын орнатады. 1 және 2 терминалдары үшін мүмкін мәндер ауқымы 6 және 7 индикаторларында көрсетілетін күннің ағымдағы жағдайына сәйкес автоматты түрде өзгереді. 5 түймесі қосылғанда, бағдарлама автоматты түрде бағдарлайды. Бұл жағдайда 1 және 2 дескрипторлар пайдаланушы үшін қол жетімді емес. 9 индикаторы арқылы күн батареясының ток кернеуін бақылауға болады.

Тұтқаны 13 бұру арқылы қажетті жүктеме тоғы орнатылады. Сағаттық жүктемені сыналатын күн батареясы қамтамасыз ете алатындан көп орнату, бағдарлама жүктемені автоматты түрде азайтады. Токтың нақты мәнін 10 индикатор арқылы бақылауға болады. 11-көрсеткіш күн батареясы өндіретін қуаттың ағымдағы мәнін көрсетеді. Сыналатын элементтің ток-кернеу сипаттамасын (вольт-амперлік сипаттамасы) алу үшін күн батареясының 8 сипаттамаларын автоматты сканерлеуді бастау үшін түймені басу керек. Бағдарлама автоматты түрде вольт-амперлік сипаттамасын және өндірілген қуаттың берілген жүктемеге тәуелділігінің графигін көрсетеді.



3.4 – сурет - «Внутренний» қойындысының интерфейсі

3.4-суретте келесі басқару элементтері бар «Внутренний» қойындысының интерфейсі көрсетілген:

- 1 – жарық көзінің қуатын орнату тұтқасы;
- 2 – күн батареясының орналасу бұрышын орнату тұтқасы;
- 3 – күн батареясының сипаттамаларын автоматты сканерлеуді бастау түймесі;
- 4 – күн батареясының ток кернеуінің көрсеткіші;
- 5 – күн батареясының ағымдағы жүктеме тоғының көрсеткіші;
- 6 – күн батареясының ток қуатының көрсеткіші;
- 7 – сыналған күн батареясының ток-кернеу сипаттамасының (вольт-амперлік сипаттамасы) графигі;
- 8 – электронды жүктемені орнату тұтқасы;
- 9 – бағдарламаны тоқтату түймесі

1-тұтқа жарық көзінің қажетті қарқындылығын орнатады, ал 2-тұтқа жарық көзіне қатысты күн батареясының қажетті орналасуының бұрышын орнатады. 4-көрсеткіш күн батареясының ток кернеуін көрсетеді.

8 тұтқасын бұра отырып, қажетті жүктеме тоғын орнатуға болады. Ағымдағыдан үлкен жүктемені орнату кезінде сыналатын күн батареясын қамтамасыз етсеңіз, бағдарлама жүктемені автоматты түрде азайтады. Нақты ток мәні индикатор 5 арқылы бақыланады. 6-көрсеткіш күн батареясы өндіретін қуаттың ағымдағы мәнін көрсетеді. Сыналатын күн батареясының ток-кернеу сипаттамаларын алу үшін күн батареясының сипаттамаларын автоматты сканерлеуді бастау үшін 3 түймешігін басу керек. Бағдарлама автоматты түрде ток-кернеу сипаттамасын, сондай-ақ өндірілетін қуаттың қолданылатын жүктемеге тәуелділігінің графигін алады.

3.4 Тұрақты токтың (сә-і) бақылаушы электр жетектерін және гелиоқондырғыланды енгізудің тиімділігін есептеу

Барлық жүйе жабдықтардың келесі түрлерінен тұрады:

- 1) тұрақты токтың (СЭ-I) бақылаушы электр жетегі;
- 2) тиристорлы түрлендіргіш;
- 3) жылдамдықты реттеуш;
- 4) редуктор;

Жабдықтардың баға көрсеткішіне (прейскурант) сәйкес:

- тұрақты токтың бақылаушы электр жетегіне КТМ 512 ТА-R25-230 қаржы салымы 1200000 теңге;
 - тиристорлы түрлендіргіш ПЧВ101-К18-А - 23 305 теңге (бұл бағаға іске қосуды реттеуші аппараттар кіреді);
 - жылдамдықты реттеуш – 23 780 теңге; - редуктор 7450 мың теңге.
- Барлығы - 174535 мың теңгені құрайды.

Энергиямен жабдықтаудың автономды жүйесіне келесілер кіреді:

- жылу оқшауланған контейнер (полиуретанды оқшаулама 5см), жеке кірмелері бар екі секцияға бөлінген (дизель-генератор, аккумулятор және электроникалар үшін);
- арнайы гальваникалық өңдеуі бар күн батареялары үшін болат стеллаж;
- күн батареяларының -72 PN8/75 PV модулі (габариттері: 122см x 56см);
- 2x24= 8 SVT1500 аккумуляторларына батареялы кабинет;
- PL60 күн батареяларынан 4 реттеуіш заряд;
- екі еселі жүктемеге 9 кВА зарядтауыш/ екі инвентор;
- 20 кВА-ға бір фазалы дизельді генератор; - 1500 л жылу бағы (іші APS);
- тіршілікті қамтамасыз ету жабдықтары (ауа тазарту, жарықтандыру, термиялық датчиктер, найзағайдан қорғаныс);
- 2 А/С құрылғылары 9.000 BTU (инвентордың қалыпты жұмысы үшін және қысқы мерзімде жылыту үшін).

APS бұл конфигурациясы күн батареяларының фото элементтері ауқымында 72 күн модуліне кеңейту мүмкін. Кеңейту үшін бағаналды, кабель және байланыстырушы блоктарды ауыстыру керек, осылайша құны төмен болады. Біз PV қосу дизель генераторын 15% уақытқа босатады деп жоспарлаймыз. Бұл сервистік қызмет көрсетуді әрбір 10 аптада жүргізуге болатынын көрсетеді.

Біз PV қосу дизель генераторын 15% уақытқа босатады деп жоспарлаймыз. Бұл сервистік қызмет көрсетуді әрбір 10 аптада жүргізуге болатынын көрсетеді.

Жоба фирманың өз қаражатымен қаржыландырылады. Орнату және қызмет көрсетумен осы компанияның жергілікті мамандары айналысалды. Бұл жобаны іске асыру үшін әр түрлі жабдықтарды қолдау қажет. Жабдықтарды қолданудың қысқаша сипаттамасы және құндық көрсеткіштері 3.1 кестеде көрсетілген.

3.1 кесте – Автономды электрмен жабдықтау жабдықтарына қаржы салымдары

Жабдықтардың атауы	Саны, дана	Бағасы, теңге	Жалпы бағасы, теңге
Жылу оқшауланған контейнер	1	3090	3090
Болат стеллаж	1	80	80
Батареялық кабинет	2	351	702
72 PN8/75 PV күн батареясының модулі	2	650	1300
Заряд реттеуіші	4	78	312
9 кВА зарядтаушы инвентор	2	39	78
Дизельді генератор	1	910	910
Жылу багы	1	104	104
Шамадан тыс алынған жабдықтары	4	26	1040
А/С құрылғылары	2	390	780
Жалпы құны	20		Бір жиынтық үшін 8084 теңге. Жалпы саны $8084 \cdot 5 = 40\,420$ теңге

Жүйенің жабдықтарын барлық қаржы салымдары:

$$K_{об} = (K_{CЭ1} + K_{ТП} + K_{ред} + K_{рег}) + K_{систем\ автом.\ энергоснаб} \quad (3.1)$$

$$K_{об} = (1200000 + 23305 + 23780 + 7450) + 8084 \cdot 5 = 1254535 + 40420 = 1294955 \text{ тг}$$

Жалпы қаржы салымдары келесілерден тұрады:

«Тұрақты токтың (СЭ-І) бақылаушы электр жетектері – жиілікті түрлендіргіш» жүйесін тасымалдау оның құнының 10% алынады

«Тұрақты токтың (СЭ-І) бақылаушы электр жетектері – жиілікті түрлендіргіш» жүйесінің құны:

Тасымалдау шығындарымен бірге:

$$K_{mp} = 0,1 \cdot C \quad (3.2)$$

$$K_{mp} = 0,1 \cdot 1294955 = 129495,5 \text{ теңге}$$

Жөндеу жұмыстарына жұмсалатын шығындар жабдық құнының шамамен 7 % құрайды:

$$K_{,m} = 0,07 \cdot C \quad (3.3)$$

$$K_{,m} = 0,07 \cdot 1294955 = 90646,85 \text{ тенге}$$

Сонда жалпы қаржы салымдары келесідей болады:

$$\sum K = K_{об} + K_{,m} + K_{,mp} \text{ тенге} \quad (3.4)$$

$$\sum K = 1294955 + 129495,5 + 90646,85 = 1515097,35 \text{ тенге}$$

3.5 Ағымдағы жылдық пайдалану жұмсалымдарын есептеу

Пайдалануға жұмсалған ағымдағы жылдық шығындар:

$$I = I_{фот} + I_{сн} + I_{м} + I_{э} + I_{а} + I_{н} \quad (3.5)$$

мұндағы $I_{фот}$ – еңбек ақысының қоры (негізгі және қосымша еңбек ақысы);

$I_{сн}$ – әлеуметтік салық (11%);

$I_{м}$ – материалдық шығындар және қосымша бөлшектер;

$I_{э}$ – өндірістік қажеттіліктер үшін электр энергия;

$I_{а}$ – амортизациялық аударымдар (5-10%);

$I_{н}$ – үстеме шығыстар (бақару, шаруашылықты, кадрларды оқыту және көлік шығындары). Әдетте бұл басқа шығындардың 15 % құрайды.

Еңбек ақысын анықтау үшін 3.2 кестеде қызмет көрсетуші қызметкерлердің орташа айлық еңбекақысын келтіреміз.

3.2 – кесте. 4.3 кесте – Қызмет көрсетуші қызметкерлердің орташа айлық еңбекақысы

Қызметкерлердің тізімі	Саны	Жұмыскерлердің лауазымдық жалақысы, теңге	Жұмыскерлердің жылдық еңбек ақысы, теңге
Инженер – жөндеуші	1	80 000	960 000
ОПС	1		
Барлығы:			960 000

Бір жылдағы еңбек ақы қоры $I_{фот}=960\,000$ теңге құрайды.

Әлеуметтік салықтың ұсталымдары:

$$I_{CH} = (I_{\phi OT} - 10\% \cdot I_{\phi OT}) \cdot 11\% \quad (3.6)$$

мұндағы 10% - зейнетақы аударымдары.

$$I_{CH} = (960 - 10\% \cdot 960) \cdot 0,11\% = 95,040 \text{ тенге}$$

Материалды шығындар мен қосымша бөлшектерге жұмсалған ұсталдымдар (қаржы салымының 5%):

$$I_M = K \cdot 0,05 \quad (3.7)$$

$$I_M = 1515097 \cdot 0,05 = 75754,8 \text{ тенге}$$

Шығындарды ескеріп, электр энергияның жылдық ұсталымдарын анықтау («Тұрақты токтың (СЭ-I) бақылаушы электр жетектері – жиілікті түрлендіргіш» жүйесі үшін):

$$I_{\mathcal{E}} = W \cdot I_{y\mathcal{E}} \cdot N \quad (3.8)$$

мұндағы W – электр энергияның жылдық тұтынылуы «жиілікті түрлендіргіш – (СЭ-I)» тұрақты токтың бақылаушы электр жетегі».

$I_{y\mathcal{E}}$ – электр энергия тарифі; $I_{y\mathcal{E}} = 14,36 \text{ тенге/кВт} \cdot \text{сағ}$;

N – қозғалтқыштар саны (біздің жағдайда $N=3$).

Электр энергия шығындары:

$$\Delta W = \Delta P_c \cdot T_r \quad (3.9)$$

$$\Delta W = 1,36 \cdot 1404 = 1909,44 \text{ кВт}$$

мұндағы P_c – электр жетегінің қарастырылатын элементінің активті қуатының орташа шығыны;

T_r – жұмыстың жылдық уақыты ($T_M - 10\%T_M$).

Активті қуаттың орташа шығыны:

$$\Delta P_c = \Delta P_m \cdot \tau \quad (3.10)$$

$$\Delta P_c = 1,76 \cdot 0,77 = 1,36 \text{ кВт}$$

мұндағы P_m – активті қуаттың максималды шығындары;

τ – максимум шығынды пайдаланудың салыстырмалы уақыты;

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{T_M}{T_\Gamma} \quad (3.11)$$

мұндағы T_M – максимум жүктемені пайдалану сағатының жылдық саны, аптасына 5 күн 6 сағаттан.

$$T_M = 5 \cdot 6 \cdot 52 = 1560 \text{ сағ/жыл}$$

$$\tau = 0,7 \cdot \frac{1560}{1560 - 0,11560} = 0,78$$

Активті қуаттың максималды шығындары келесі формуламен анықталады:

$$\Delta P_M = \Delta P_{xx} + \Delta P_{nn} \cdot K_3^2 \quad (3.12)$$

мұндағы P_{xx} – бос жүріс шығындары

$$\Delta P_{xx} = 0,55 \cdot \Delta P_n \quad (3.13)$$

$$\Delta P_{xx} = 0,55 \cdot 1,8 = 0,99$$

P_{nn} – номиналды жүктемелік шығындар:

$$\Delta P_{nn} = 0,67 \cdot \Delta P_n \quad (3.13)$$

$$\Delta P_{nn} = 0,67 \cdot 1,8 = 1,2$$

K_3 – жүктеме коэффициенті, $K_3=0,8$

$$\Delta P_M = 0,99 + 1,2 \cdot 0,8^2 = 1,76 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_n = P_n \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \cdot K_3 \quad (3.14)$$

$$\Delta P_n = 30 \cdot \frac{1-0,93}{0,93} \cdot 0,8 = 1,8$$

$P_n=0,3$ кВт (паспорттық мәндер бойынша)

Электр энергияның жылдық тұтынылуы:

$$W = P_n \cdot T \quad (3.15)$$

$$W = 1560 \cdot 0,3 \cdot 3 = 1404 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}$$

Электр энергияны тұтыну және шығындар:

$$W_n = W + \Delta W \quad (3.16)$$

$$W_n = 1404 + 1909,44 = 3313,44 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} / \text{жыл}$$

$$I_{\text{э}} = W_{\text{э}} \cdot T_{\text{э}} \quad (3.17)$$

$$I_{\text{э}} = 3313,44 \cdot 14,36 = 47,580 \text{ тенге}$$

мұндағы $T_{\text{э}}$ – Алматы облысы бойынша электр энергия тарифі.

Амортизациялық шығындар келесі формула бойынша анықталады:

$$I_a = \frac{H_A \cdot K}{100 \%} \quad (3.18)$$

$$I_a = \frac{0,05 \cdot 1515097}{100 \%} = 75754,87 \text{ тенге}$$

НА- амортизация нормасы 5% деп алынады.

Үстеме шығындарға жұмсалған жұмсалымдар.

$$I_H = 0,15 \cdot (I_{\text{зп}} + I_{\text{сн}} + I_M + I_A) \quad (3.19)$$

$$I_H = 0,15 \cdot (960000 + 5040 + 75754,8 + 75754,87) = 1206549,67 \text{ тенге}$$

Жылдық пайдалану шығындарын 3.5 формула бойынша есептеу:

$$I = 960000 + 95040 + 75754,8 + 75754,87 + 1206549,67 + 47580 = 2460679,34 \text{ тенге}$$

мұндағы $I_{\text{фот}}=960000$ тенге;
 $I_{\text{сн}}=95040$ тенге;
 $I_{\text{м}}=75754,8$ тенге;
 $I_{\text{А}}=75754,87$ тенге;
 $I_{\text{н}}=1206549,67$ тенге;
 $I_{\text{э}}=47,580$ тенге

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыс күн фотоэлектр станциясының тұрақты ток электр жетектерін бақылайтын ауыспалы құрылымы бар басқару жүйесін

жасауға арналған. Ауыспалы құрылымы бар басқару жүйесі гелио қондырғылардың бақылаушы электр жетектерінің сапалы өтпелі процесстерін қамтамасыз етуге және жүйені бақылау дәлдігі мен энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді. Ауыспалы құрылымы бар басқару жүйесінің параметрінің синтез бағдарламасы сызықты басқару жүйесінің параметрлері үшін және ауыспалы құрылымы бар сызықты емес жүйесін есептеу үшін қолданылуға болады. Орнықтылық бағдарламасы сызықты дифференциалды теңдеулермен сипатталатын жүелер үшін ғана ауыспалы құрылымы бар басқару жүйесінің қозғалыс тұрақтылығын анықтауға мүмкіндік береді.

Экономикалық бөлімде қажетті жабдықтардың саны, жалпы қаржы салымдары, экономикалық тиімділік, жылдық пайдалану шығындары есептелген. Сонымен қатар жобаның технико-экономикалық негізделуі көрсетілген, онда оның өтелімділік мерзімі 0,6 жыл екендігі келтірілген.

ЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Савченко И.Г., Тарнижевский Б.В. Определение оптимального уровня концентрации солнечного излучения для фотобатарей при различных способах их охлаждения.: - Гелиотехника, 1972, № 4, с. 20-23.
- 2 Климат Казахстана. Под ред. Канд. геогр. наук А.С. Утешева.: - Гидрометеорологическое издательство. Справочник. Ленинград 1959.-450с
- 3 Метеорология и климатология. Учебник. 4-е изд. перераб. и доп.-М.: Издательство МГУ. 1994.
- 4 Сулеев Д.К, Сагитов С.И, Сагитов П.И., Жумагулов К.К. Экология и природопользование. Учебник. – Алматы: Ғылым, 2004.-392с.
- 5 Диаграмма изменения стоимости кремниевых элементов с течением времени. Сайт о солнечной энергетике. <http://solar-battery.narod.ru/img/grafik.gif>
- 6 Клычев Ш.И., Захидов Р.А., Ахмедов Х. Коэффициенты равномерного распределения солнечного излучения в составных концентраторах.: – Ташкент.: Гелиотехника, № 2, 1997 г., с. 62 - 64.
- 7 Овсянников Е.М. Электропривод энергетической гелиоустановки. – Привод и управление. 2000. №2. - С.4-9
- 8 Овсянников Е.М., Датчики рассогласования для следящих электроприводов гелиоустановок. – Привод и управление, 2001. №1. - с.13-17.
- 9 Лукутин Б.В., Суржикова О.А., Шандарова Е.Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
- 10 Городов Р.В, Губин В.Е., Матвеев А.С. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2009. – 294 с.
- 11 Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г. и др. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. – М.: Изд-во МФТИ, 2010. – 83 с.
- 12 Основы возобновляемой энергетики. Компания «Ваш Солнечный Дом», 2016. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/ru/basics/pv/>
- 13 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергосервис, 2003. – 162 с
- 14 СТ КазННТУ – 09 – 2023, Работы учебные, общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. Алматы КазННТУ, 2023.