ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

Құралбек Мейіржан Нұржанұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Күн панельдерінің тиімділігіне қоршаған орта факторларының әсерін зерттеу»

5В071800 - «Электр энергетикасы»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

ТҒК докторы, қауым.,профессор

_____Е.А. Сарсенбаев

«22» 05 2022 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Күн панельдерінің тиімділігіне қоршаған орта факторларының әсерін зерттеу»

5В071800 - «Электр энергетикасы»

Орындаған
Пікір беруші
т.ғ.д., профессор
_____Н.И.Сагитов
(қолы)
«23» 05 2022 ж.

Құралбек М.Н.
Ғылыми жетекші
техн.ғыл.канд., ассоц.профессор
_____Е.Хидолда
(қолы)
«23» 05 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
PhD докторы, қауым.,профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«_1_» ___03___ 2021 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Құралбек Мейіржан Нұржанұлы*
Тақырыбы *«Күн панельдерінің тиімділігіне қоршаған орта факторларының әсерін зерттеу»*
Университет ректорының *2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген*
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«16» мамыр 2022 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:
«Энергетика» кафедрасының лабораториясы, қуаты 10 Вт болатын поликристалл күн панелі, саны 2 дана
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:
а) Күн панельдерінің типтері;
ә) Күн батареяларын пайдалану, қызмет көрсету, қызмет ету мерзімі және тиімділігі, жұмыс өнімділігі;
б) Климаттық факторлардың ФМ өнімділігіне әсерін зерттеу эксперименттік жұмыстары.
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер *12 атау*

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Күн панельдерінің типтері	15.04.2022	
Күн батареяларын пайдалану, қызмет көрсету, қызмет ету мерзімі және тиімділігі, жұмыс өнімділігі	01.05.2022	
Климаттық факторлардың ФМ өнімділігіне әсерін зерттеу эксперименттік жұмыстары	10.05.2022	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмыска қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	**Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)**	**Қол қойылған күні**	**Қолы**
Күн панельдерінің типтері	техн.ғыл.канд., асоц.профессор Хидолда Е.	15.04.2022	
Күн батареяларын пайдалану, қызмет көрсету, қызмет ету мерзімі және тиімділігі, жұмыс өнімділігі	техн.ғыл.канд., асоц.профессор Хидолда Е.	01.05.2022	
Климаттық факторлардың ФМ өнімділігіне әсерін зерттеу	техн.ғыл.канд., асоц.профессор Хидолда Е.	15.05.2022	
Норма бақылау	сениор-лектор Бердібеков А.О.	20.05.2022	

Ғылыми жетекші _____ Е.Хидолда

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Құралбек М.Н.
Күні «01» 02 2022 ж.

АҢДАТПА

Күн энергетикасы – Болашақтың энергиясы. Баламалы айтқанда, күн энергиясын өзімізге пайдалы, мейлі электр, жылу энергиясы түрлеріне өндірсек болады. Бұл процессте негізгі қызметті күн панельдері атқарып тұр. Дәл осы сәтте күн панельдерінің ПӘК – ін жоғарылату мәселесіне тоқталып, ондағы негізгі мәселелерді шешуге әлемнің жетекші ғалымдары тырысуда. Бұл сәтте,біз де өз үлесімізді қосып қалуға тырыстық. Алдымен, бірнеше ғалымдардың, университеттердің күн энергетикасы саласындағы зерттеулері мен эксперименттік тәжірибелерін қарастырып, нақты қай бағытта жұмыс жасайтынымызды анықтадық. Эксперименттік жұмыста панельдің қалыпты жұмысына қоршаған орта факторларының қалай және қаншалықты әсер ететіні қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Солнечная энергетика-это энергия будущего. Альтернативно, мы можем производить солнечную энергию на полезные для нас виды энергии, будь то электрическая, тепловая энергия. Основную функцию в этом процессе выполняют солнечные панели. Именно в этот момент, затронув проблему повышения КПД солнечных панелей, ведущие ученые мира пытаются решить основные проблемы. В этот момент мы тоже старались внести свой вклад. Сначала мы рассмотрели исследования и экспериментальные опыты нескольких ученых, университетов в области солнечной энергетики и определили, в каком именно направлении мы будем работать.

ANNOTATION

Solar energy is the energy of the future. Alternatively, we can produce solar energy for our own benefit, whether it is electric or thermal energy. The main function in this process is solar panels. It is at this point that the world's leading scientists are trying to solve the main problems, focusing on the issue of increasing the efficiency of solar panels. At this point,we also tried to make our contribution. To begin with, we looked at the research and experimental experiments of several scientists and universities in the field of solar energy and found out exactly what direction we are working in. In our own experimental work, we considered how and to what extent harmful factors affect the normal functioning of the panel.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Күн панельдерінің типтері	10
1.1	Күн энергиясын энергетикада қолдану	10
1.2	Күн батареяларын орнату жөніндегі нұсқаулық. Фотоэлектрлік станцияларда күн сәулесінің қолданылуы, жұмыс істеу принципі	14
2	Күн батареяларын пайдалану, қызмет көрсету, қызмет ету мерзімі және тиімділігі, жұмыс өнімділігі	18
2.1	Күн электр станциясының жұмысына әсер ететін параметрлер. Фотоэлектрлік модульдердің жұмысына әсер ететін факторлар	19
2.2	Географиялық орналасуы	21
2.3	Фотомодельдердің бағыты мен еңкею бұрышы	21
2.4	Күн панельдерінің тиімділігіне әсер ететін факторлар	24
2.5	Күн батареяларының қызмет ету мерзімі	25
2.6	Күн батареяларына қызмет көрсету	26
3	Климаттық факторлардың ФМ өнімділігіне әсерін зерттеу эксперименттік жұмыстары	28
3.1	Күн радиациясы немесе жарықтандыру	29
3.2	Қоршаған орта температурасы және ФМ бетінің температурасы	33
3.3	Ылғалдылық және ауа қысымы	38
3.4	ФМ өнімділігіне әсер ететін басқа да климаттық факторлар	40
	Қорытынды	55
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	56

КІРІСПЕ

Біздің заманымыздың маңызды әлемдік проблемаларының бірі-энергетикалық проблема. Электр энергиясын тұтынудың артуына және дәстүрлі энергия көздерінің шектеулі қорына байланысты балама энергия көздерін дамыту және пайдалану қажеттілігі туындайды. Дәстүрлі энергия көздерінің қорларын сарқылудан басқа, оларды пайдаланудың тағы бір маңызды проблемасы бар – қоршаған ортаны атмосфераға шығарылатын заттармен ластау. Дәстүрлі энергия көздерін пайдаланудан туындаған экологиялық өзгерістер туралы алаңдаушылық артып келеді, осыған байланысты тиімділігі жоғары және қоршаған ортаны ластамайтын, сондай-ақ кеңінен таралуымен ерекшеленетін жаңа жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК) игеруге деген қызығушылық артып келеді. Жаңартылатын энергия көздерін халықтың қашықтығы мен тығыздығының төмен болуына байланысты орталықтандырылған энергиямен жабдықтау жүйесімен қамтылмаған аудандарда, қуат тапшылығы бар аудандарда, сондай-ақ экологиялық жағдайды жақсарту үшін көпшілік демалатын орындарда және маусымдық жұмыс орындарында белсенді қолданған жөн.

Жаңартылатын энергия көздерінің ішінде күн энергиясы ең тартымды болып көрінеді. Күн энергиясы пайдаланудың максималды қарапайымдылығымен, үлкен ресурстармен, экологиялық тазалықпен және кең таралуымен сипатталады. Бір апта ішінде жер бетіне түсетін күн энергиясының толық мөлшері әлемдегі барлық мұнай, газ, көмір және уран қорларының энергиясынан асады. Бұл жағдайлар гелиоэнергияны жаңартылатын энергетиканы дамытудың неғұрлым перспективалы бағыттарының бірі ретінде айқындайды. Күн энергиясының артықшылығы-жоғары сенімділік, отын шығындарының болмауы, өнімділікті үнемі жақсарту, күн коллекторларын өндіру шығындарын азайту және қауіпті ластағыштар мен қалдықтардың болмауы.

Күн энергетикасы – болашақтың энергиясы. Әрине ол электр, жылу энергиясы немесе басқа пайдалы энергия қалыпында болуы мүмкін. Сондықтан біз, яғни ғылыми жетекшіміз және бірнеше ғылымға құштар бір топ жас ғалымдар әлемдік Күн энергетикасының дамуына кедергі келтіріп отырған бірнеше факторларды жою мақсатында эксперименталды стендтер мен ақпараттар жинадық. Мұнымен қоса айырықша назар дипломдық жұмыс тақырыбы болып табылатын “Күн панельдерінің тиімділігіне қоршаған орта факторларының әсерін зерттеу” тапсырмасы да негізгі жоба ретінде қабылданды. Бұл жобаға қатысты стенд, ғылыми ақпараттар мен сандық физикалық шамалар, анализ тұжырымдамалары мен қорытындылары бүтінделіп, бұйым жұртқа мәлімделуге дайын.

1 Күн панельдерінің типтері

Электр энергиясын өндіру үшін күн панельдерін пайдалану танымал бола бастады. Өйткені, оларды өндіру технологиялары жетілдірілуде, бұл олардың өнімділігіне ғана емес, сонымен қатар құнына да әсер етеді. Енді олар қарапайым азаматтарға да қол жетімді болды. Бірақ қиындық бар, олар әртүрлі, үйге қайсысын таңдау керек?

Шартты түрде күн батареяларының түрлері оларды жасау үшін қолданылатын жартылай өткізгішпен анықталады. Көбінесе бұл кремний, бірақ бүгінде басқа элементтер белсенді дамуда. Мұндай зерттеулердің мақсаты-өндірісті арзандату, өнімнің мөлшерін азайту және тиімділігін арттыру.

1.1 Күн энергиясын энергетикада қолдану

Ең көп тарағаны: монокристаллды және поликристаллды. Олар кристалды кремний негізінде жасалады. Олар алюминийден жасалған тікбұрышты жақтау, олар біріктірілген ұяшықтары бар (көбінесе олардың 36, 60 немесе 72), өлшемдері 125-тен 125-ке немесе 156-дан 156 мм-ге дейін, Арнайы қыздырылған әйнекпен қорғалған. Ол жарық сәулелерін, соның ішінде шашыраңқы сәулелерді жақсы өткізеді, жартылай өткізгіштерді механикалық зақымданудан және қоршаған ортаның әсерінен қорғайды. Қазіргі уақытта моно және поли ұяшықтарын қолдана отырып, қатты жақтаусыз және әйнексіз икемді модельдер пайда болды. Монокристаллды және поликристаллды панельдер 1.1-суретте белгіленген.

1.1-сурет – Монокристаллды және поликристаллды күн панельдері

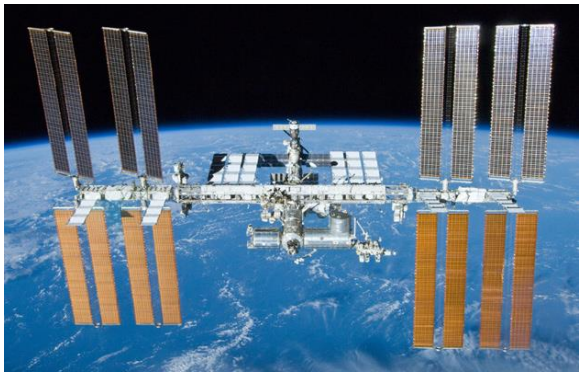
Алдымен, Монокристаллды күн панельдері. Ол монокристалды кремний негізінде жасалады, соңғы өнім төртбұрышты пішінді, әдетте жиектері тегіс, қара немесе қою көк. Тікелей сәулелену кезіндегі қайтарым: 17-22%. Қуат

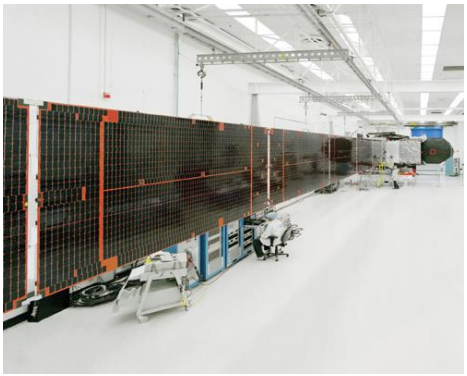
біртіндеп төмендейді: әр 25 жыл сайын шамамен 20%. Ең аз қызмет мерзімі - 30 жыл. Ал келесі типі Поликристаллды күн панельдері. Поликристалды кремнийден жасалған. Бұл бірдей тіктөртбұрыштар, тек біртекті жасушалардың орнына көк немесе ашық көк гетерогенді бет. Моно тиімділігі жағынан аздап жоғалады, тиімділігі – 12-18%, орташа жылдық өндіріс сәйкесінше аз болады, бірақ олар құны бойынша жеңеді-мұндай фотокеллаларды жасау арзанырақ.

Аморфтылар. Металл немесе полимер таспасы субстрат ретінде пайдаланылса, олар қатты және икемді болуы мүмкін. Сыртқы жағынан олар біркелкі сұр түске ие. Тиімділігі 5-6%, ол аз жарық пен шаң жағдайында жақсы жұмыс істейді. Қуат тез төмендейді – пайдаланудың бірінші жылында 20%-ға дейін. Пайдаланудың орташа мерзімі-10 жыл. Аморфты панельдің тұрпаты 1.2-суретте келтірілген.

1.2-сурет – Аморфты күн панельдері

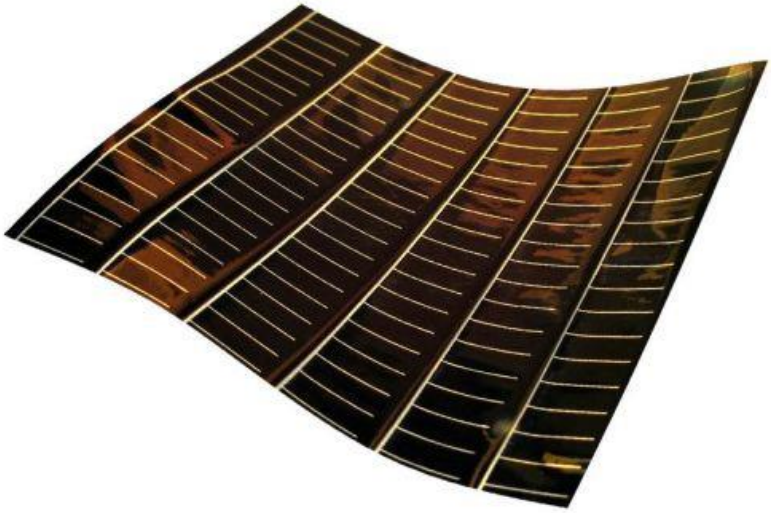
Арсенид – галлилілер типті. Галлий мен мышьяктың қосылуына байланысты ең өнімді панельдер, бірақ қымбат. Тиімділік 25-30% рекордтық емес, бірақ жоғары температураға төзімділіктің арқасында 40% - ға дейін тиімділікке қол жеткізу үшін концентраторларды қолдануға болады, ал жылу алу және 150ºС дейін температураны ұстап тұру жағдайында олар 60% рекордтықтиімділікке "тездетіледі". Бұл панельдер 1.3-суретте көрсетілген.





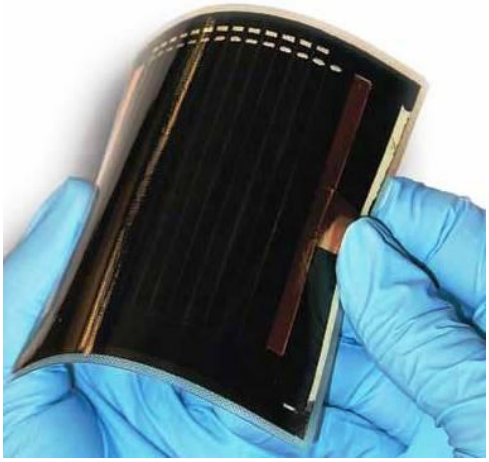
1.3-сурет –Арсенид – галлилілер типті күн панельдері

Теллуридтілер типті. Кадмий теллуридінің негізінде құрылады. Олар жартылай өткізгіштің жұқа қабаттарынан гетероқұрылым болып табылады, олар субстратқа қолданылады және сәулеленудің жоғары сіңу қабілеті бар. Олардың көмегімен берілген сипаттамалары бар қабаттарды алу үшін металдармен және басқа элементтермен қорытпаларды алу оңай. Өнімділігі - 15 - 17%. Әзірге олар танымал болмады. Бұл кадмийдің экологиялық зияндылығына және теллурияның сирек кездесуіне байланысты. Ия, және баға ең тиімді емес. Бұл панельдер 1.4-суретте көрсетілген.



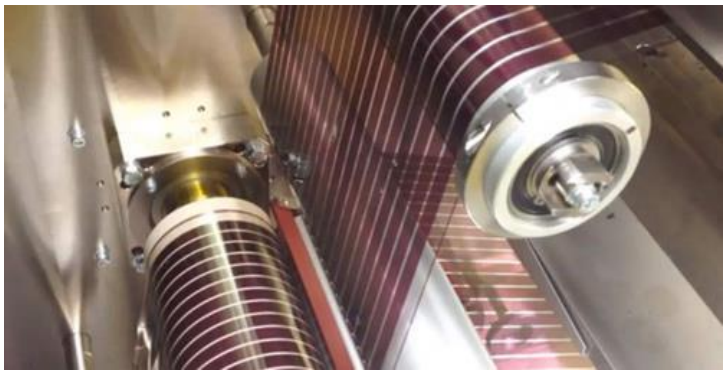
1.4-сурет – Теллуридтілер типті күн панельдері

CIGS селенид меди - индиялы (кейде галлиялы) типті. Технология пленкалы, өнім радиацияны сіңірудің өте жоғары қабілетіне ие. Әзірге олардың кең таралуы жоқ, бірақ олар өте жақсы. Бұл өндірістің қымбаттығына және күрделілігіне байланысты. Тиімділігі-15-20%, галлий қосылған кезде қайтарым артады. Бұл панельдер 1.5-суретте көрсетілген.



1.5-сурет – CIGS селенид меди - индиялы (кейде галлиялы) типті күн панельдері

Полимерлі типті. Өсімдіктердің фотосинтезіне ұқсас принцип бойынша жұмыс істейтін жұқа қабатты батареялардың жаңа түрі. Полимердің белсенді қабатынан тұрады (органикалық композиция, бояумен сенсибилизацияланған); алюминий электродтары, икемді субстрат және қорғаныс қабаты. Қайтару тек 5-6% құрайды. Олар қоршаған ортаға ұшырағандықтан тез қуатын жоғалтады. Жарық энергиясын түрлендіру қабілетінің төмендігіне байланысты олар әлі кең қол жетімді емес. Бұл панельдер 1.6-суретте көрсетілген.



1.6-сурет – CIGS селенид меди - индиялы (кейде галлиялы) типті күн панельдері

Жоғарыдағы ақпараттарды ескере отырып, күн батареяларының келесі түрлерін бөлуге болады:

1) Қатты (негізінен кристалды кремнийден, аз аморфты);

2) Икемді немесе жұқа пленка (аморфты және кристалды, кадмий теллуридіне негізделген);

3) Бір жақты (жарықты тек бір жағынан сіңіретін дәстүрлі модульдер);

4) Екі жақты (екі жағынан да жарық сіңіреді).

Соңғы түрі жақында пайда болды. Жаңалық өте қызықты, өйткені күн энергиясы панельдің екі жағында да электр энергиясына айналады. Идея, әрине, керемет, бірақ ерте қуанудың қажеті жоқ.

Қасбеттің нұсқасы тек ірі орталықтарда ұтымды қолдануға жарамды, егер олардың қасбеті оңтүстікке қараса. Үйге арналған екі жақты күн батареяларын пайдалану тиімсіз. Оларды шатырға орнатқан кезде артқы жағында жарық шағылыспайды.

Егер сіз күн батареяларының түрін және олардың өндірушісін шешсеңіз, енді күн модульдерінің қуатын сіздің қажеттіліктеріңізге дұрыс есептеу керек. Мұнда бәрі егжей-тегжейлі сипатталған. Күн панельдерінің қажетті қуатын біле отырып, олардың қажетті мөлшерін анықтау оңай. Фотоэлемент ұяшықтары жарықтың әсерінен электр энергиясын өндіретін монокристалды немесе поликристалды кремний сияқты жартылай өткізгіш материалдардан жасалады.

1.2 Күн батареяларын орнату жөніндегі нұсқаулық. Фотоэлектрлік станцияларда күн сәулесінің қолданылуы, жұмыс істеу принципі

Қазіргі уақытта Қазақстанның баламалы энергия нарығында күн батареяларының екі түрі жиі кездеседі: монокристалды және поликристалды. Монокристалды батареялар поликристалды батареяларға қарағанда күн энергиясын электр энергиясына түрлендірудің тиімділігімен ерекшеленеді. Сонымен қатар, олардың құны поликристалды батареялардың құнынан да жоғары. Бұл күрделі және қымбат өндіріс процесіне байланысты.

Күн панельдерін таңдағанда туындайтын тағы бір маңызды мәселе - өндіруші. Әрине, күн батареяларының көпшілігі Қытайда жасалады. Сондай-ақ, еуропалық және ресейлік батареялар бар. Қытайлық батареялар, көбінесе, еуропалық және ресейлік әріптестеріне қарағанда әлдеқайда арзан, бірақ сонымен бірге олардың арасында сапасыз үлгілер жиі кездеседі. Осыған қарамастан, біз қытайлық Suoyang компаниясының Күн батареяларын таңдадық. Олар біздің инженерлер Қытайға Suoyang өндірісінде болған кезде жеке көз жеткізе алатын жеткілікті қолайлы бағаға сапалы өнім ретінде өздерін дәлелдеді.

Егер сіз күн батареяларының түрін және олардың өндірушісін шешсеңіз, енді күн модульдерінің қуатын сіздің қажеттіліктеріңізге дұрыс есептеу керек. Мұнда бәрі егжей-тегжейлі сипатталған. Күн панельдерінің қажетті қуатын біле отырып, олардың қажетті мөлшерін анықтау оңай. Фотоэлемент ұяшықтары жарықтың әсерінен электр энергиясын өндіретін монокристалды немесе поликристалды кремний сияқты жартылай өткізгіш материалдардан жасалады. Ашық ауа-райында кремний элементтері шамамен 25 мА электр тогын 1 см^2 ұяшықтың ауданына 0,5 В кернеумен шығарады, яғни 12-13 мВт/см^2. Кремний элементтерінің теориялық тиімділігі шамамен 28%, практикалық тиімділігі 14-тен 20% - ге тең.

Орнату қалай?

Орынды таңдаудан бастайық. Күн панельдерін үйдің төбесінде, үйдің жанында және тіпті көп пәтерлі үйдің балконында кез-келген жерде орнатуға болады. Ең бастысы, электр энергиясын өндірудің негізгі шарттары сақталуы керек. Бұл көкжиекке қатысты көлбеу бұрыш және бағдар.

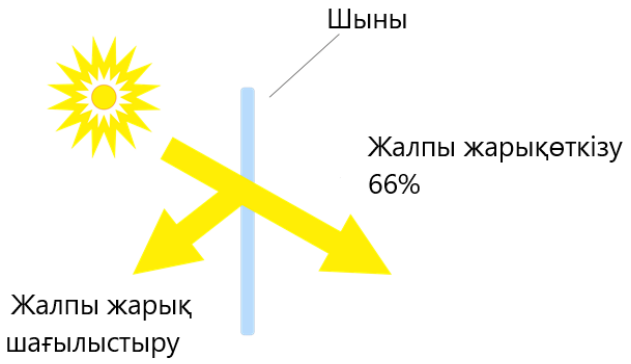
Сериялық қосылу кезінде тиімділіктің төмендеуіне жол бермеу үшін тізбектегі барлық панельдер бір жазықтықта, бір бұрышта орналасуы керек.

Егер сіз күн батареяларын шатырға емес, үйіңіздің жанындағы жерге орнатуды шешсеңіз, оларды жер бетінен кем дегенде 50 см көтеруді ұмытпаңыз (қыста қар көп болған жағдайда).

Күн батареялары мен көлеңке

Тіпті кішкентай көлеңке күн батареяларының электр қуатын өндіруге теріс әсер етеді. Сондықтан күн батареяларының массивін көлеңкеге

ұшырамайтын жерлерде орналастыру ұсынылады. Жыл бойы көлеңке өз орнын өзгертеді, орнату кезінде осыны ескеріңіз. Күн панельдерін қосымша әйнекпен жаппауға тырысыңыз, бұл әйнектің көрінетін мөлдірлігімен де панельдің тиімділігін шамамен 30% төмендетеді. Төменде, 1.7-суретте күннен келетін жарықтың шағылысуы көрсетілген.



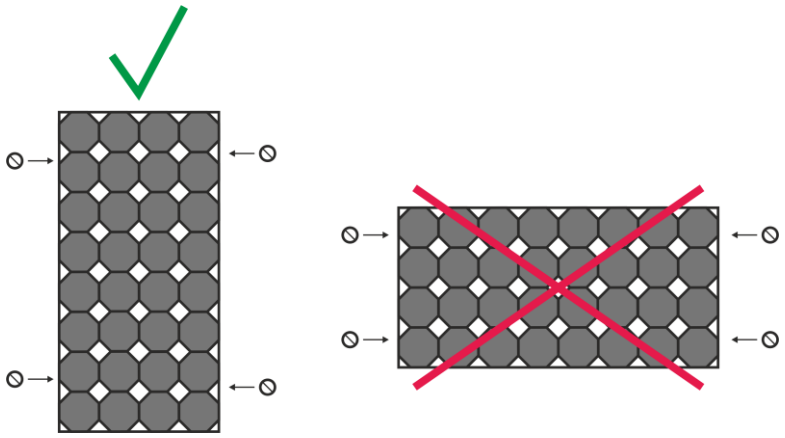
1.7-сурет – Жарық шағылысуы

Күн батареяларын желдету

Күн панельдерінің астыңғы жағын жақын орнатпаңыз, панель мен орнату жазықтығының арасында ауа айналымы үшін қашықтық болуы керек. Күн панельдерінің төменгі бетін дұрыс желдету арқылы артық жылудың таралуы қамтамасыз етіледі, бұл панельдердің тиімділігіне теріс әсер етеді.

Күн батареяларын бекіту

Сенімді бекітуді орындау үшін күн батареялары кем дегенде төрт нүктеге бекітілуі керек. Алюминий бекіткіш рамка ұзын жағына бекітуге арналған, қысқа жағын бекіту үшін қолдануға болмайды. ФЭМ орнатылуы 1.8-суретте келтірілген.



1.8-сурет – Күн панельдерін бекіту

Күн панельдерін бекітудің бірнеше әдісі бар, олардың негізгілері: қысқыш бекіткіштерді және раманың төменгі бөлігіндегі тесіктер арқылы болтты қосылысты қолдану. Бекіту үшін панельдің жақтауындағы арнайы берілген тесіктерді ғана қолданыңыз. Күн батареяларына кепілдік қосымша бұрғылау кезінде тоқтатылады; тесіктер, сондай-ақ дизайнға өзгерістер енгізу. Бекіту үшін күн батареяларын пайдаланыңыз берік бекіткіштер бірі таттануға тұрақты материалдар.

Күн батареяларын қосу

Кіріктірілген сымдар ультрафиолет сәулелеріне төзімді. Сымның көлденең қимасы-4 мм^2. Сымдардың ұштарында герметикалық қосылу үшін MC4 стандартты қосқыштар бар. 1.9-суретте қосқыштар көрсетілген.

1.9-сурет – MC4 стандартты қосқыштар

Күн панельдерін жүйеге қоспас бұрын әрқашан электр қондырғысының дұрыстығын тексеріңіз. Полярлықты тексеріп, күн батареяларының жұмыс істемейтін кернеуін өлшеңіз, егер ол төлқұжат мәнінен өзгеше болса - қате байланыс бар.

Күн батареяларын қосқан кезде максималды кернеу мен рұқсат етілген Ток бойынша басқа құрылғылардың техникалық талаптарынан аспаңыз. Инвертор мен зарядтау контроллерін өндірушілердің техникалық талаптарын орындаңыз.

Күн батареясының қорапшасын ашпаңыз. Панельдерде жүйеге қосылу үшін барлық қажетті сымдар мен қосқыштар бар.

Қосылу үшін сымның тогы мен ұзындығына байланысты қимасы бар, бірақ кемінде 4 мм^2 болатын бір ядролы мыс сымдарды пайдалану ұсынылады. Сымды оқшаулау ультракүлгін сәулеге төзімді болуы керек. Егер ультракүлгін сәулеге төзімді емес сым қолданылса, оны сыртқы төсеуге арналған гофрге салыңыз. Көріңіз сымдар енбеді тікелей күн сәулесі. Күн панельдерін қосу үшін тек MC4 стандартты коннекторларды пайдаланыңыз. Сым мен коннекторды қосу арнайы қысқыш құрал немесе дәнекерлеу арқылы жүзеге асырылады.

Шағын күн электр станциясын қалай жинауға болады?

Шағын күн электр станциясын жинау үшін сізге қажет:

1) Күн батареясы;

2) Зарядтау контроллері;

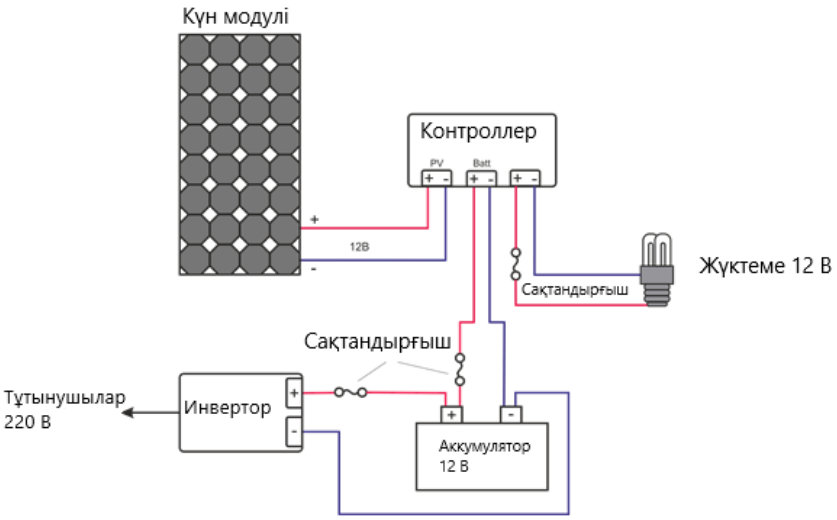
3) Батарея (егер сіз оны үйде орнатуды жоспарласаңыз, ауа өткізбейтін);

4) 12В электр кернеуін 220В түрлендіруге арналған инвертор;

5) Қысқатұйықталудан қорғауға арналған сақтандырғыштар;

6) Күн батареясын контроллерге қосу үшін MC4 қосқыштар жиынтығы.

Төменде 1.10-суретте шағын күн электр станциясының схемасы берілген:



1.10-сурет – Шағын күн электр станциясының схемасы

1.10-сурет бойыша шағын күн электр станциясын құрастыру нұсқаулық:

1)Батареяны полярлықты сақтай отырып, тиісті коннекторларға контроллерге қосыңыз. Қосылу үшін контроллердің қуатына сәйкес келетін қимасы бар сымдарды қолданыңыз.

2) Күн батареясын контроллерге тиісті коннекторларға қосыңыз, сонымен қатар полярлықты сақтаңыз. Қауіпсіз қосылу үшін MC4 қосқыштарын пайдаланыңыз.

3) 12V жүктемесін контроллердің тиісті коннекторларына қосыңыз.

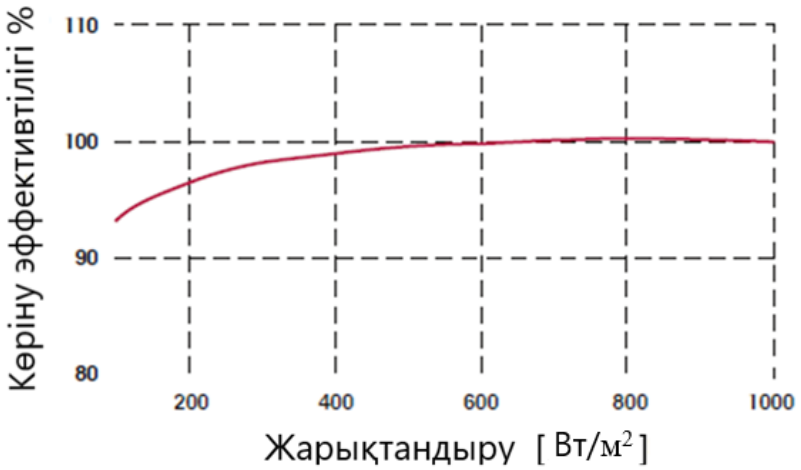
4) Егер 12 В электр кернеуін 220 В-қа түрлендіру қажет болса, полярлықты сақтай отырып, Инверторды батареяға қосыңыз. Инверторды тікелей контроллерге қоспаңыз!

5) 220V электр құрылғыларын инвертор шығысына қосыңыз.

Контроллердің бұзылуына жол бермеу үшін күн электр станциясының элементтерін қосу реттілігін қадағалаңыз. Қысқа тұйықталуды болдырмас үшін күн батареясын жерге қосып, контроллер мен батарея арасындағы, сондай-ақ батарея мен инвертор арасындағы қосылыстарға сақтандырғыштарды орнатыңыз.

2 Күн батареяларын пайдалану, қызмет көрсету, қызмет ету мерзімі және тиімділігі, жұмыс өнімділігі

Күн сәулесінің электр энергиясына айналу коэффициенті күн батареясының тиімділігі деп аталады. Ол STC Фото модулін стандартты тестілеу жағдайында анықталады. Стандартты жағдайлар-қоршаған ортаның температурасы 25^0С және 1000 Вт/м^2 AM 1.5 G жарық спектрінің ағымы. танымал поликристалды күн панельдері үшін тиімділігі 16% - дан 17,5% - ға дейін. Монокристалды күн панельдерінде бұл параметр жоғары және 17% - дан 19% - ға дейін. Мысалы, өлшемі 1650 мм х 991 мм поликристалды модуль үшін тиімділігі 15,9%, қуат 260 Вт болады, ал тиімділігі 17,1% болса, қуат модульдің бірдей мөлшерінде 280 Вт болады. 2.1-суретте ФЭМ өнімділігі бейнеленген.



2.1 – сурет - ФЭМ өнімділігі

Күн станциясының өнімділігі

Энергиямен жабдықтау жүйелерін дұрыс есептеу және күн станциясының жұмысына әсер ететін әртүрлі параметрлерді есепке алу үшін біздің инженерлер күн станциясының жұмысын модельдеудің арнайы бағдарламаларын (PVGIS, PVSyst), күн калькуляторларын және статистикалық метео деректерді – күн инсоляциясын, желдің жылдамдығын, температураны және басқа жағдайларды пайдаланады. Біз географиялық орналасуы мен көлбеу бұрыштарын ескереміз. Күн батареяларын генерациялаудың нақты жұмыс жағдайларына барынша жақын дұрыс жұмыс істеу үшін біз желілік станциялар үшін шығу қуатын жоғалту, пайдалану мерзіміне бөлшектердің тозуы, көлеңкелеу және Қарға шамамен 12% қоямыз, сондай-ақ модельдеу бағдарламалары жазғы уақытта фото модульдердің қызып кетуінен болатын шығындарды ескереді. Нәтижесінде біз станцияның 7-8 жылдық жұмысының орташа өнімділігін аламыз. Сондықтан станцияны пайдаланудың алғашқы жылдарында күн қондырғысының өнімділігі есептелген мәндерден асып кетуі керек. Бұл бізге күн электр станциясының өтелу мерзімін нақты есептеуге

мүмкіндік береді. Автономды күн станциялары үшін жүйелерді есептеу кезінде біз коммутациялық жабдықта, инверторда және аккумуляторларда шығындардың шамамен 30% - ын қоямыз.

2.1 Күн электр станциясының жұмысына әсер ететін параметрлер. Фотоэлектрлік модульдердің жұмысына әсер ететін факторлар

Фотоэлектрлік модульдер-жартылай өткізгіш материалдан жасалған жеке ұяшықтардың жиынтығы. Күн элементі шығаратын кернеу негізінен жартылай өткізгішті және жартылай өткізгіш қабаттардың элементтерін таңдау арқылы анықталады. Кремний күн батареялары (ең көп таралған таңдау) әр ұяшықтан жарты вольт шығарады. Күн элементі тудыратын Ток оған түсетін күн сәулесінің мөлшеріне байланысты. Оған күн сәулесі неғұрлым көп түссе, соғұрлым ол жасушаның электрлік шегіне дейін энергия шығарады.

Әр түрлі жарық жағдайларының фотоэлектрлік модульдерді өндіруге әсері (толық қуаттың%) 2.1-кестеге сәйкес көрінеді.

2.1-кесте–Фотоэлектрлік модульдерді өндіруге әртүрлі жарық жағдайларының әсері

Шарт	«Толық» күннен алынатын, %
Жарқын күн панельдері күн сәулелеріне перпендикуляр орналасқан	100%
Жеңіл бұлттылық	60-80%
Бұлттылық	20-30%
Терезе әйнегінің артында бір қабат, әйнек және модуль күн сәулесіне перпендикуляр	91%
Терезе әйнегінің артында 2 қабат, әйнек және модуль күн сәулесіне перпендикуляр	84%
Терезе әйнегінің артында, бір қабат, әйнек және модуль күн сәулесінің 45° бұрышында	64%
Кеңседе, үстелдің бетінде жасанды жарық	0.4%
Жарқын бөлменің ішіндегі жасанды жарық (мысалы, дүкен)	1.3%
Тұрғын үй ішіндегі жасанды жарық	0.2%

Күн батареяларының номиналды қуаты 1000 Вт/ш.м. және панельдердің температурасы 25 ^{0}С қоршаған ортада шығарылады. Күн элементтерінің ПӘК-і төмен болған жағдайда, жарықтың құлайды. Сондықтан, шекті жарықтандырудың айырмашылығы 50÷100 Вт/ш.м. күн батареясының жалпы өндірісіне аз әсер етеді.

Күн батареясының біркелкі жарықтандыруы оның жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді. Егер күн панелінің құрамына кіретін фотоэлемент көршілес ұяшыққа қарағанда аз қарқынды жарықтандырылса, онда ол паразиттік жүктемеге айналады және күн панельдерінің жалпы энергия беруін төмендетеді. Бұл фактордың әсерін азайту үшін кейде көлеңкелі фотокеллді өшіру ыңғайлы. Максималды тиімділікті қамтамасыз ету үшін күн панелі дәл күнге бағытталуы керек. Бұған жету үшін кейде күннің күйін автоматты бақылау жүйесі бар айналмалы жүйелер қолданылады.

Күн энергетикалық жүйесін жобалау үшін электр энергиясын өндіруді болжау және күн панельдерін пайдалану жоспарланған аймақтың климаттық ерекшеліктерін ескеру қажет. Бұл мәселені шешу үшін қажет:

1) Климаттық және технологиялық факторлардың әсерін ескере отырып, ФМ моделін әзірлеу;

2) Атмосфераның параметрлері мен ФМ сипаттамаларын бір мезгілде мониторингтеу кезінде ФМ далалық сынақтарын жүргізу.

Бақылау құрылғыларын, сондай-ақ күн батареялары мен батареялардың жұмысына әсер ететін факторларды таңдағанда, нақты жағдайларда панельдердің жұмысы кезінде болатын әртүрлі процестерді ескеру қажет. Мысалы, энергияның кез-келген түрін түрлендіру кезінде бөлік элементтерді жылытуға кетеді. Бұл орнату параметрлерінің өзгеруіне, күн элементінің тозуына, ФМ тиімділігінің төмендеуіне әкеледі.

ФМ жұмысына әсер ететін факторларды екі топқа бөлуге болады:

1) ФМ және КЭС конструкциясымен және дайындау технологиясымен, ФМ горизонтқа қатысты орналастыру бұрышымен, КЭС элементтерінің сипаттамасымен, контроллермен, аккумулятормен, инвертормен және т.б. байланысты аппараттық құралдар.;

2) Әр түрлі климаттық параметрлердің ФМ шығу энергетикалық сипаттамаларына әсер етуіне байланысты климаттық.

Бұл жұмыста климаттық факторлардың ФМ жұмысына әсері ғана қарастырылады, мысалы:

1) Күн радиациясы немесе жарықтандыру;

2) Күннің көкжиектен жоғары еңкею бұрышы және күн азимуты;

3) Қоршаған орта температурасы;

4) ФМ бетінің температурасы;

5) Ауаның ылғалдылығы;

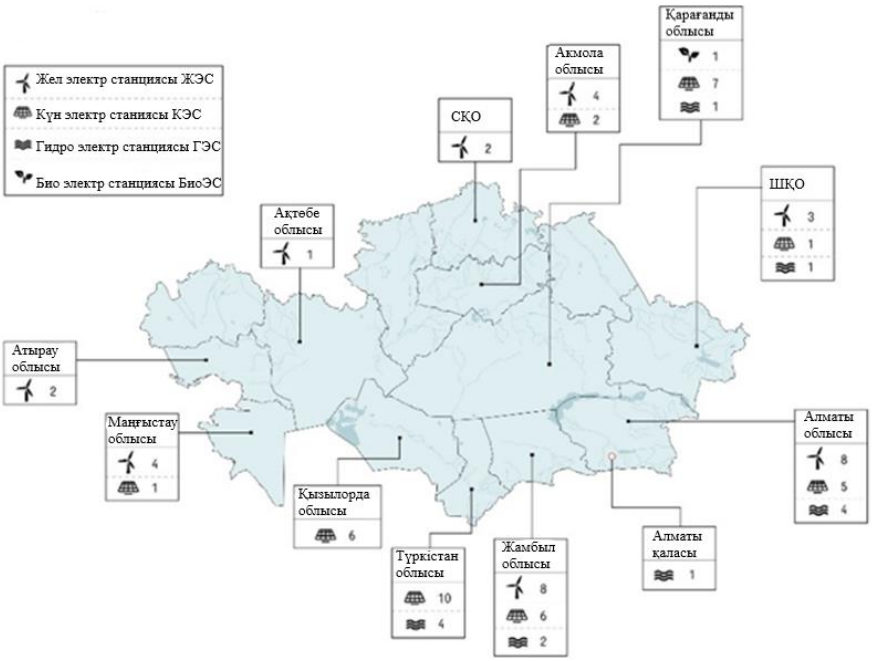
6) Ауа қысымы;

7)Сондай-ақ басқа да факторлар (мысалы, желдің жылдамдығы, атмосфераның аэрозольдық құрамы, ФМ бетінің шаңдануы).

Бақылау құрылғыларын, сондай-ақ күн батареялары мен батареялардың жұмысына әсер ететін факторларды таңдағанда, нақты жағдайларда панельдердің жұмысы кезінде болатын әртүрлі процестерді ескеру қажет. Мысалы, энергияның кез-келген түрін түрлендіру кезінде бөлік элементтерді жылытуға кетеді.

2.2 Географиялық орналасуы

Күн станциясының өнімділігі оның географиялық орналасуына тікелей байланысты. Фотомодель экватордан неғұрлым алыс болса, оның бетіне күн сәулесі соғұрлым аз түседі. Қазақстан үшін күн сәулесінің орташа жылдық жиынтық энергиясы солтүстікте 1070 кВт*сағ/м^2 және елдің оңтүстігінде 1400 кВт*сағ/м^2 шегінде болады. Бұл жақсы көрсеткіштер. Күн радиациясының ұқсас деңгейінде күн станцияларын пайдаланудың жалпы еуропалық тәжірибесі олардың жеке үй шаруашылығын қиындықсыз қамтамасыз ету үшін жеткілікті электр энергиясын өндіруде тиімділігін дәлелдеді. 2.2-суретте Қазақстан ауамағындағы ЖЭК көздері белгіленген.

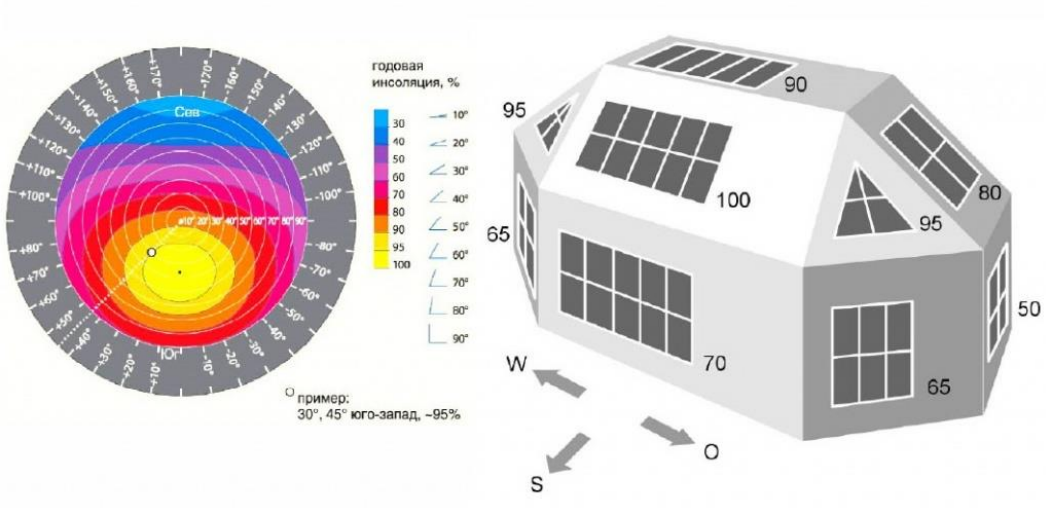


2.2-сурет – Қазақстан аумағындағы ЖЭК картасы

2.3 Фотомодельдердің бағыты мен еңкею бұрышы

Күн сәулесіне қатысты фотомодулдарды бағдарлаудың тамаша нұсқасы экваторға (географиялық оңтүстікке) және күн сәулелеріне перпендикуляр фотомодулды орнату бұрышы болғандықтан, осы бағыттан кез-келген ауытқу фотомодулалардың дамуына әсер ететіні түсінікті. Бірақ бұл идеалдан басқа кез-келген бағыт дұрыс емес дегенді білдірмейді. Көп жағдайда нысанда оңтүстікке бағытталмаған күрделі шатырлар бар. Сондықтан, бұл фотомодельдердің жылына қалай әсер ететінін түсіну керек. Төмендегі суретте күн батареяларының массивінің орналасуына байланысты электр энергиясын

өндірудің тиімділігін көрсететін пайыздар көрсетілген. 2.3-суретте Фотомодельдердің бағыты мен еңкею бұрышы үйлесімділігі көрсетілген.



2.3-сурет - Фотомодельдердің бағыты мен еңкею бұрышы үйлесімділігі

Көлбеу бұрышы, бағдарлау сияқты, күн станциясының жұмысында маңызды рөл атқарады. Егер біз 2 осьтік трекерге орнатылған жүйені 100% алатын болсақ, онда оңтайлы көлбеу көмірмен біз мүмкін болатын теориялық қуаттың 70-75% аламыз.

Күн панельдерінің оңтайлы бұрышы жердің ендігіне байланысты, сонымен қатар энергия өндірісінде қандай оңтайландыруға қол жеткізу керек екеніне байланысты өзгеруі мүмкін. Сонымен, егер фотоэлектрлік жүйе жазда жұмыс істесе (жазғы оптимум), егер фотоэлектрлік жүйе негізінен күзгі-қысқы кезеңде жұмыс істесе немесе егер фотоэлектрлік жүйе жыл бойына пайдалануға арналған болса, орташа мән қабылданса, оны оңтайлы мәннен азайтуға болады. Осы оңтайлы бұрыштан 5 градусқа дейінгі кішкентай ауытқулар жүйенің жұмысына аз әсер етеді. Украинаның географиялық ендік үшін оңтайлы ауа-райының бұрышы-35-36 градус. 2.4-суретте тұрғын үйдің шатырына бекітілген күн панельдері көрсетілген.

2.4-сурет – Тұрғын үйдің шатырына бекітілген күн панельдері

Айта кету керек, оңтайлы бағдардан шамалы ауытқулар күн станциясының жылдық өндірісіне және күн панельдерінің тиімді жұмысына аздап әсер етеді. Сонымен, the system Advisor Model (SAM) және PVGIS-те жүргізілген математикалық модельдеу нәтижелері бойынша келесі қорытынды жасауға болады:

1) Фотомодульдердің оңтайлы орналасудан оңтүстікке қарай +/- 30 градусқа ауытқуы кезінде генерацияның төмендеуі небәрі 3% - ды құрайды, ал + / - 45 градусқа ауытқу кезінде-5%;

2) Оңтайлы бағдардан көкжиекке +/- 15 градусқа ауытқыған кезде генерацияның төмендеуі шамамен 3% құрайды%;

3) О-Ш немесе О-Б ауытқуы бар фотомодельдерді +/- 45 градусқа монтаждау кезінде орнату бұрышын 5-10 градусқа азайтуды ұсынамыз.

4) Шығыс/Батыс +/- 90 градусқа ауытқуы бар фотомодельдерді монтаждау кезінде орнату бұрышын неғұрлым тегіс етіп азайтуды ұсынамыз.

Орнату түрі және температура

Күн станциясының жұмысына Фото модульдерді орнату түрі де әсер етеді. Сонымен, жердегі немесе тегіс шатырда тұрған электр станциясында электр энергиясын өндіру шатырдың төбесіне орнатылған станцияға қарағанда біршама көп болады. Бұл бос тұрған модельдерде ең жақсы желдету және салқындату бар, бұл жаздың ыстық күндерінде күн панельдерін пайдалану кезінде маңызды. Осы ереже инвертор үшін де өзекті. Шамадан тыс қызған кезде, ол қызып кетпеуі және істен шықпауы үшін оның шығу қуатын азайтады. Сондықтан инверторды тікелей күн сәулесіне орнатпаңыз.

Жабдықтың сипаттамалары

Күн станциясы жабдықтарының барлық элементтері көп болмаса да, трансформацияға, электр энергиясын беруге және компоненттердің жыл сайынғы тозуына байланысты шығындарға ие. Ішінара оларды станцияны дұрыс жобалау және сапалы, сертификатталған және жоғары тиімді жабдықты таңдау арқылы болдырмауға болады. Сондықтан біз жобалау процесін барлық нюанстарды ескере алатын және ең жақсы нұсқаны ұсына алатын кәсіпқойларымызға ұсынуға кеңес береміз.

Көлеңкелеу

Фотомодуль ұяшықтарының көлеңкесі, қысқа немесе ұзақ мерзімді, күн радиациясының фотомодулаларының мөлшерін азайтады және оның тиімділігін төмендетеді. Тегіс шатырға орнатылған жер үсті станциялары мен станциялары үшін панельдің биіктігі + 1,7 биіктігінен төмен емес қадаммен күн панельдерінің қатарларын орналастыру ұсынылады. Егер көлеңкелерді жою мүмкін болмаса, онда электр қуатын жоғалтуды азайту үшін станцияны жобалау кезінде инженерлер бұл мәселені фотомодуль немесе қуатты оңтайландырғышқа By-pass диодтарын қосымша пайдалану сияқты шешімдерді

ұсына алады. Бұл өнімділіктің аз болатындығын жоймайды, бірақ оны ішінара өтей алады.

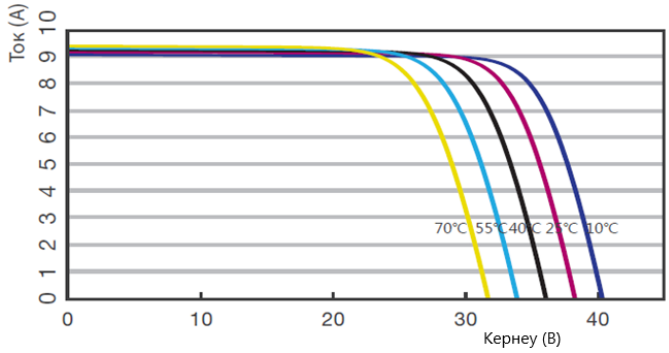
Күн станциясының толық қуатында жұмыс істеуі үшін фото модульдердің ұзақ уақыт қар астында немесе қалың шаң қабатында болмауын қамтамасыз ету қажет.

2.4 Күн панельдерінің тиімділігіне әсер ететін факторлар

Сіз таңдаған Фото модульдің техникалық сипаттамасынан басқа, жұмыс және дизайн шешімдері күн панелінің тиімділігіне әсер етеді. Күн станциясының өнімділігі мыналарға байланысты:

1) Географиялық орналасуы;
2) Бағдар және күн бұрышы;
3) Орнату түрі және температура сипаттамалары;
4) Көлеңкелеу;

Күн батареяларын дұрыс пайдалану және олардың ұзақ қызмет ету мерзімі көбінесе сіз таңдаған орнатушы жасаған жобалау және монтаждау жұмыстарының сапасына байланысты. Мәселен, мысалы, күн қондырғысының температуралық жағдайларын ескеру қажет. Температура неғұрлым жоғары болса, жаз күндері күн панелінің электр қуатын өндіру өнімділігі соғұрлым төмендейді, бұл 2.5-суреттегі күн панелінің вольт-амперлік сипаттамасынан айқын көрінеді.



2.5-сурет – ВАС сипаттамасы

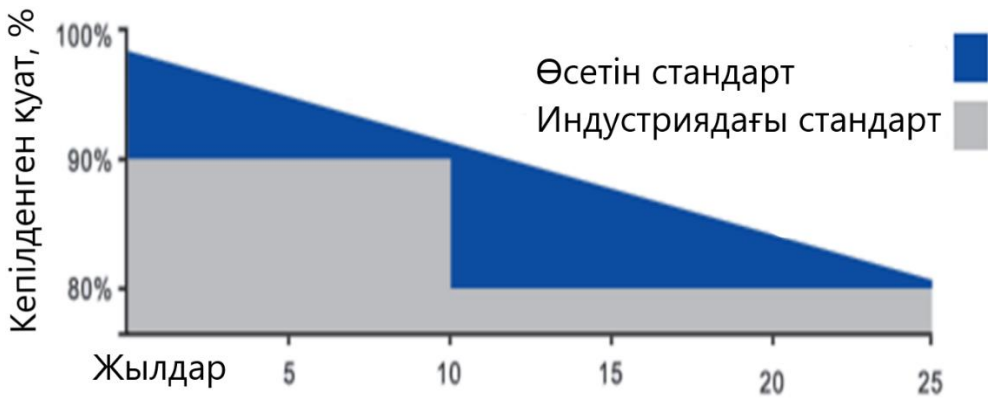
Сондықтан, шатырға орнатылған жүйелер үшін қосымша желдетуді қамтамасыз ету үшін панель мен шатырдың арасында бос орын қалдыру керек. Осылайша, фотомодуль ұяшықтарының температурасын төмендетіп, күн панелінің мерзімінен бұрын тозу мүмкіндігін азайтады. Күн панелінің құрылымы 2.6-суретте көрсетілген.

2.6-сурет – Күн панелінің құрылымы

Сондай-ақ, жоғары температура герметикалық материалдардың бұзылуына әкелуі мүмкін, бұл болашақта жүйенің сапасына және күн панельдерінің тиімділігіне әсер етеді. Депрессиямен бірдей проблема сапасыз құрастырылған панельдер үшін, арзан материалдарды пайдалану кезінде немесе сыртқы жұмыс жағдайында (қатты ультракүлгін сәулелер, бұршақ, жиі жаңбыр, күн мен түн үшін температураның кенеттен өзгеруі) мүмкін. Әсіресе құрылымдық элементтердің сапасына назар аударған жөн ева әйнек пен фотокамераның арасындағы пленка және күн панелінің ламинатталған жабыны. Бұл элементтердің мерзімінен бұрын тозуы фотомодуль бетінің бұлдырлануына және фотоүлдердің дәнекерленген контактілерінің ылғалдан қорғанысының нашарлауына әкеледі. Алайда, дәнекерленген контактілердің сапасы-бұл күн батареясының ұзақ және проблемасыз жұмысының және жұмысының кепілі. Арзан күн панельдерін сапасыз құрастыру 2-3 жыл жұмыс істеп тұрғанын көрсете алады, өйткені контактілер бүкіл күн панелі істен шыққанға дейін қарқынды қызып кете бастайды.

2.5 Күн батареяларының қызмет ету мерзімі

Күн панельдерінің қызмет ету мерзімі күн фото модульдерінің тозу коэффициентімен анықталады, ол өндірушіге, дәлірек айтқанда, оның өндірісінің сапасы мен сапасына байланысты. Tier 1 топ-тізіміндегі өндірушілердің көпшілігі күн панелінің жылдық қуатын 0,8-1% мөлшерінде жоғалтады (сонымен қатар 0,3 - 0,5% коэффициенті бар жаңа премиум модельдер бар). 2.7-суреттен ФЭМ-нің шамамен қызмет ету ұзақтығы көрсетіледі.



2.7-сурет – Күн панелінің орташа қызмет ету уақыты

Бұл сатып алушыға 20-25 жылдан кейін оның күн қондырғысы күн панельдерін өндіру және орнату жылына белгіленген қуат номиналының 80-85% өндіретініне кепілдік береді. Осы 25 жылдық қызмет ету мерзімінен кейін де күн панелі бірден істен шықпайды, ол ондаған жылдар бойы жұмыс істей береді, бірақ өнімділік сипаттамалары сәл нашар. Күн батареяларының болжамды қызмет ету мерзімі үшін сіз 2 немесе тіпті 3 инверторды өзгерте аласыз. Өндірушілердің механикалық зақымдануына кепілдік орташа баға сегменті үшін орта есеппен 5 жыл, ал премиум класы үшін 10-12 жыл.

Поликристалды күн панельдерінің тозуы монокристалды панельдерге қарағанда тезірек жүреді. Олардың баға саясатына сүйене отырып, поликристалды фотомодулалардағы жүйелердің өтелу мерзімі әлдеқайда жылдам болады, бірақ олар 30 жыл жұмыс істегеннен кейін тезірек ауыстыруды қажет етеді, әсіресе орташа және төмен баға сегментіндегі күн панельдеріне қатысты. Сондықтан біз оларды сатып алуға және орнатуға кеңес бермейміз.

Осы 25 жылдық қызмет ету мерзімінен кейін де күн панелі бірден істен шықпайды, ол ондаған жылдар бойы жұмыс істей береді, бірақ өнімділік сипаттамалары сәл нашар. Күн батареяларының болжамды қызмет ету мерзімі үшін сіз 2 немесе тіпті 3 инверторды өзгерте аласыз.

2.6 Күн батареяларына қызмет көрсету

Күн панельдерінің жұмысы күн панельдеріне қызмет көрсетудің қарапайым және қымбат емес процесін білдіреді. Әрине, бұл сіздің үйіңіз жалпы электр желілеріне қосылған кезде іс жүзінде ештеңе жасамауға қарағанда біршама қиын, бірақ үйде техникалық қызмет көрсетуді қажет ететін кез-келген басқа техникаға қарағанда қиын емес.

Егер сіздің қондырғыңыз сенімді жеткізушілерден сатып алынған болса, онда сіз, клиент ретінде, күн панельдеріне толық қызмет көрсету және сатып алуды жөндеу қызметіне қол жеткізе аласыз. Күн панельдерін пайдалану қосымша проблемалар туғызбайды. Сізге күн станциясының шығыс

параметрлерін бақылау керек, егер инвертор қатені немесе кез-келген соққыларда генерацияның болмауын көрсетсе, онда орнатушы компанияның өкілдерімен байланысыңыз.

Күн панельдерінің тиімділігін арттыру үшін күн станциясының иелеріне не істеуге кеңес береміз:

1) Қар ұзақ уақыт жабысқан кезде, мүмкін болса, фото модульдерді тазалаңыз. Бірақ бұл мәселені алғашқы қар жауғаннан кейін бірден қабылдауға болмайды, өйткені қыста жұмыс істеген кезде күн панелі күн сәулесінен қызады және қардың кішкене жабысуын ерітеді.

2) Ұзақ уақыт бойы жаңбырдың болмауы және қатты шаңдану немесе фото модульдердің ластануы кезінде оларды шлангтан жуыңыз (бірақ ыстық ауа райында емес, фото модуль қатты қызған кезде).

3) Күн панеліндегі қоқыстың кез-келген үлкен жабысуын алып тастаңыз.

Жалпы, қыс айларында күн панельдерінің беткі бөлігін қардың қабаты жауып қалады. Сол қардың қабатын тазалау процессі 2.8-суретте көрсетілген.

2.8-сурет – Күн панелінің беткі бөлігін қардан тазалау

Күн станциясына күтім жасау кезінде не нәрсеге назар аудару керек:

1) Күн панельдерінің, контактілердің және күн кабелінің қосылу оқшаулауының жалпы жағдайы;

2) Инверторды шаңнан тазарту және тазарту, әсіресе желдеткіш жүйелер үшін;

3) Бекіту жүйелерін тоттанудың немесе әлсіреген болтты қосылыстардың болуына тексеру;

4) Жерге қосу жұмысын тексеру;

5) Егер бар болса, онда АКБ жүйесінің тұтастығын, олардың байланыстарын және оқшаулауын тексеру;

3 Климаттық факторлардың ФМ өнімділігіне әсерін зерттеу эксперименттік жұмыстары

Біз негізінен климаттық жағдайлардың өзгеруінің электр энергиясын өндіруге әсер ету мәселесіне тоқталамыз. Бұл проблемалар көбінесе еленбейді, ал фотоэлектрлік панельдер орналасқан климаттық жағдайлардың өзгеруі ұзақ уақыт бойы жалпы электр энергиясын өндіруге айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

Фотоэлектрлік элементтер технологиясы күн сәулесін пайдаланады. Күн сәулесі-бұл күн шығаратын сәулелі энергия, атап айтқанда электромагниттік энергия (бөлшектер мен толқындар түрінде). Радиацияның жартысына жуығы электромагниттік спектрдің көрінетін қысқа толқындық бөлігінде орналасқан. Екінші жартысы негізінен жақын инфрақызыл бөлігінде, ал кейбіреулері спектрдің ультракүлгін бөлігінде орналасқан. Электромагниттік сәулеленуді Фотон ағыны ретінде қарастыруға болады, сәулелі энергияны осы фотондар өткізетін энергия ретінде қарастыруға болады.

Фотоэлектрлік элементтер технологиясының негізі фотоэлектрлік болып табылады. Фотоэлектрлік эффект дегеніміз-ультракүлгін сәуле немесе рентген сәулесі сияқты электромагниттік сәулеленуді сіңіру кезінде заттан электрондардың шығуы. Металл бетіне шекті жиіліктен немесе толқынның шекті ұзындығынан асатын электромагниттік сәулелену әсер еткен кезде (ол бет пен материалдың түріне байланысты) фотондар сіңіп, ток пайда болады. Шекті жиіліктен немесе толқын ұзындығынан жоғары электромагниттік сәулеленудің өткізгіш немесе жартылай өткізгіш бетіне әсер еткен кезде фотондар сіңіп, ток пайда болады. Токтың бұл түрі фототок деп аталады. Электрондар шекті жиіліктен төмен сәулелену кезінде шығарылмайды, өйткені электрондар Кристалл бетінің сынуы кезінде пайда болатын электростатикалық кедергіні жеңу үшін жеткілікті қуат ала алмайды. Энергияны сақтау кезінде фотонның энергиясы электронды сіңіреді, ал егер бұл жеткілікті болса, Электрон соңғы кинетикалық энергиясы бар материалдан шығуы мүмкін. Бір фотон тек бір электронды шығара алады, өйткені бір фотонның энергиясын тек бір электрон сіңіре алады. Шығарылған электрондар көбінесе фотоэлектрондар деп аталады.

Күн батареяларын өндірушілер өз өнімдерін стандартты 25 градус Цельсий (77 градус Фаренгейт) жағдайында шаршы метрге 1000 Вт инсоляциямен сынайды. Инсоляция-бұл күн сәулесінің бағытына перпендикуляр әр шаршы метрге қанша күн энергиясының түсетіндігінің көрсеткіші. Инсоляция өте ашық күндерде шамамен бір шаршы метрге 1000 Вт-тан жоғары болуы мүмкін және бұл күн панелінің көбірек ток шығаруына әкеледі, бұл көп қуат береді.

Күн энергиясын екі технология, күн фотоэлектрлік технология және CSP технологиясы арқылы электр энергиясына айналдыруға болады. Күн энергиясын шоғырландыру жүйесі (CSP) үлкен қуатты күн сәулесін немесе күн энергиясын шағын аймаққа шоғырландыру үшін айна немесе линзаларды

пайдаланады. Күн энергиясын электр энергиясына тікелей түрлендіру фотоэлектрлік (PV) Модульдер (генераторлар) арқылы жүзеге асырылады.

Электр энергиясын өндіруге фотоэлектрлік панельдер орналасқан бағдарлау, позиция, бейімділік және қоршаған орта жағдайлары да әсер етеді.

Осы жұмыста біз әртүрлі климаттық факторлардың ФМ-нің тиімді жұмысына әсерін анықтау бойынша зерттеушілердің жұмысын талдауға тырыстық. "Энергетика" кафедрасының қауымдастырылған профессоры Хидолда Е. жетекшілігімен эксперименттік-зерттеу жұмысы жүргізілді, оның түпкі мақсаты әртүрлі ФМ диагностикалау әдістемесін әзірлеу және СЭС тиімділігін болжау.

3.1 Күн радиациясы немесе жарықтандыру

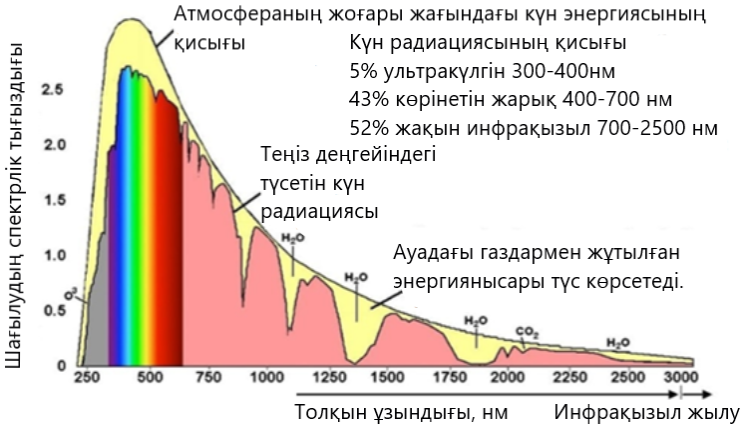
Планетадағы тау жыныстары мен климат процестері, ең алдымен, атмосферадағы күн радиациясының ағынымен анықталады. Бұл радиацияның бір бөлігі жер бетіне жетіп, оны қыздырады, екінші бөлігі атмосфераға сіңіп, соңғысын қыздырады, үшінші бөлігі атмосферамен шағылысып, ғарыш кеңістігіне өтеді. Қыздырылған жер беті атмосферадан өтетін жылуды шығарады, оған ішінара сіңіп, шашырайды. Өз кезегінде атмосфера күн мен жерден барлық бағытта сіңірілген жылуды шығарады. Барлық осы процестер планетаның жылу тепе-теңдігін, демек оның климатын анықтайды. Осылайша, радиациялық тепе-теңдік климатты қалыптастыратын негізгі факторлардың бірі болып табылады. Ол табиғи жылу айналымын, ауа мен топырақ температурасының маусымдық өзгерістерінің тереңдігін, булану жылдамдығын және аймақтың басқа да маңызды экологиялық және климаттық сипаттамаларын қалыптастырады және анықтайды.

Күн радиациясы-бұл энергияның негізгі көзі, ол күннен ультракүлгін сәуледен инфрақызыл сәулеге өтетін жарық спектрінде таралатын электромагниттік сәулелер жиынтығы арқылы энергияны беру сияқты.

Күн сәулесінің спектрін электромагниттік толқындардың толқын ұзындығына сәйкес бірнеше аймаққа бөлуге болады.

3.1-суреттен біз жарықтың ең жоғары мәндерін көрінетін жарық аймағында алуға болатындығын байқаймыз. Бұл аймақта кемпірқосақтың барлық түстері бар және толқын ұзындығы 400-ден 700 нм-ге дейін.

Осы тәсілге сүйене отырып, күн панельдерін өндірушілердің көпшілігі көрінетін аймақта жарықтың максималды сіңуіне назар аударады. Алайда, күн панельдерін жарықтың кең толқын ұзындығында сіңуі үшін де жасауға болады.



3.1-сурет – Күн энергиясын бөлу

Жер мен ғимараттарға күн радиациясының түсуі географиялық ендік пен жыл мезгіліне байланысты. Ғимараттардың күн сәулесімен сәулеленуі олардың Жарық елдеріне қатысты бағытына да байланысты. Әр түрлі бағыттағы беткейлер қызады. Осылайша, жер учаскесіне түсетін Күн радиациясының мөлшерін бағалау кезінде қарастырылып отырған аумақтың көлбеуін де, экспозициясын да ескеру қажет. Беткейге тікелей радиацияны астрономиялық факторларды, сондай-ақ беткейдің көлбеуі мен бағытын ескеретін формулалар бойынша анықтауға болады.

$$S_{\text{скл}} = Scosi, \tag{1}$$

мұндағы S-сәулелерге перпендикуляр бетке тікелей радиация;

cosi-күн сәулесінің берілген бетке түсу бұрышының арақатынасымен анықталатын косинусы.

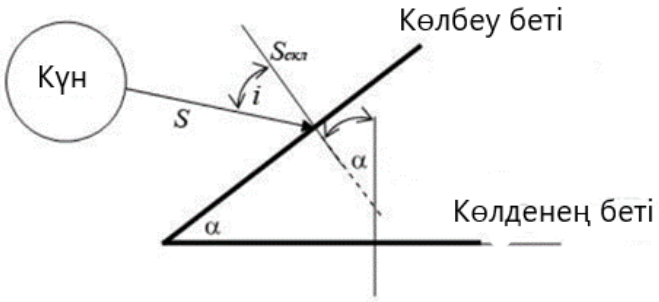
$$cosi = cos\alpha sinh_{\theta} + sin\alpha cosh_{\theta} cos\psi \tag{2}$$

мұндағы α-беткейдің көлбеуі,

i – беткейге күн сәулесінің түсу бұрышы;

h_{θ}-күннің биіктігі, ψ-күн азимуттарының айырмашылығы және беткейге қалыпты проекция.

Көлбеу орналасқан күн панелінің бетіне түсетін сәуленің шағылуы 3.2-суретте көрсетілген.



3.2-сурет – Көлбеу бетке тікелей күн радиациясының түсуі

Күннің биіктігі h_θ шын мәнінде келесідей анықталады

$$sinh_\theta = sin\varphi sin\delta + cos\varphi cos\delta cos\tau, \quad (3)$$

мұндағы φ-ендік;

δ-берілген күн үшін күннің ауытқуы (оның диапазоны шамамен -23,45° ≤ δ ≤ 23,45°), τ – күннің шынайы түс сәтінен бастап есептелетін сағаттық бұрышы.

Өз кезегінде күн азимуттары келесі қатынастармен анықталады:

$$cos\psi_\theta = \frac{sinh_\theta sin\varphi - sin\delta}{cosh_\theta cos\varphi} \quad (4)$$

$$sin\psi_\theta = \frac{cos\delta sin\tau}{cosh_\theta} \quad (5)$$

Жоғарыда аталған теңдеулер радиацияның пайда болуының көлбеу бағытқа тәуелділігін жалпы түрде көрсетеді, кез-келген ендік үшін α және ψ және күн уақытының әр түрлі сәттерінде (сағат бұрышы τ) немесе жыл (күннің ауытқуы δ). Практикалық есептер үшін тікелей күн радиациясының абсолютті мәні емес, көлденең беттің радиациясына қатысты тікелей радиацияның ағындары мен қосындыларының салыстырмалы мәні ерекше маңызды.Радиацияның мұндай салыстырмалы мәндері көлденең бетінен тік Kv-ге ауысу коэффициенті деп аталады:

$$K_v = \frac{S_v}{S_H} \quad (6)$$

Бұл теңдеу көлбеу бетке (S_V) тікелей сәулелену ағынының көлденең бетке (S_H) ағынға қатынасын білдіреді. Ағынның салыстырмалы шамасын белгілі геометриялық қатынастар бойынша есептеуге болады және келесі түрде жазылады.

$$K_v = \frac{cos\psi}{tgh_\theta} \quad (7)$$

Осылайша, S_H көлденең бетіне келетін тікелей радиация ағындары туралы мәліметтермен және күннің азимуты мен биіктігін анықтай отырып, кез-келген бағыттағы тік бетке радиация ағынының мәнін табуға болады. Бұл әдіс радиацияның салыстырмалы мәні абсолютті шамамен салыстырғанда атмосфераның бұлттылығы мен мөлдірлігіне әлдеқайда аз тәуелді болатындығын айтарлықтай жеңілдетеді. Осылайша, K_v коэффициентіне әсер ететін факторлардың ішінде негізінен орынның ендік қалады.

$$K_G = \frac{H}{H_0}$$

(8)

мұндағы H - ғаламдық көлденең күн сәулесі;

H_0-Ғаламдық жерден тыс радиациялық сәуле және теңдеу;

КП → 1-де атмосфера таза, ал КП → 0-де атмосфера бұлтты.

$$H_0 = \frac{1440}{\pi} * I_0[1 + 0{,}034\cos\frac{2\pi n}{365} * [w_o \sin\varphi \cdot sin\delta + cos\varphi cos\delta sinw_o] \qquad (9)$$

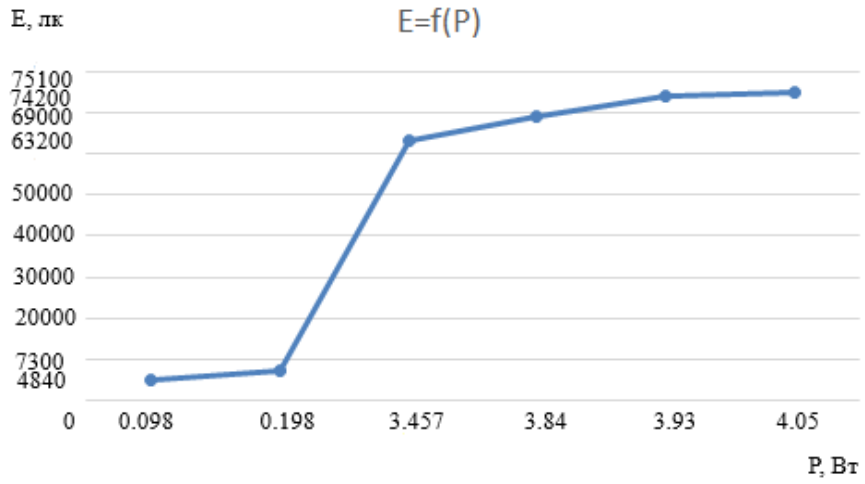
мұндағы I_0-күн тұрақтысы және 0,002 МДж /м^2/мин тең.

Төменде, 3.1-кестеде күн панелінің өндіретін қуатының панель бетіне түсетін жарықтандырудан тәуелділігі көрсетілген.

3.1-кесте – Қуаттың жарықтандырудан тәуелділігі

Күні	Уақыты	Ауа-райының сипаттамасы	Күн панелі бетіне түсетін жарықтандыру E, лк	Күн панелі өндіретін қуаты P, Вт
18.03.2022	09:54	ФЭМ көлеңкеде орналасқан	7300	0,198
19.04.2022	11:15	ФЭМ бетіне енді ғана күн түсе бастады	75100	4,05
29.03.2022	13:30	Күннің көзі ашық,шырайлы	74200	3,84
01.04.2022	15:30	Күннің көзі қайта бастады	63200	3,457
25.04.2022	11:45	Нөсер жаңбыр уақытында	4840	0,098
25.04.2022	13:00	Жаңбырдан кейінгі күн шыққан сәтте	69000	3,93

Қуаттың жарықтандырудан тәуелділігі 3.3-суретте тәуелділік сызбасы ретінде көрсетілген.



3.3-сурет – Қуаттың жарықтандырудан тәуелділігі

Қорытынды: Күн радиациясының деңгейі немесе жарықтандыру ФМ көмегімен электр энергиясын өндіруде өте маңызды рөл атқарады, ал жылына күн шуақты күндер неғұрлым көп болса, соғұрлым электр энергиясы өндіріледі.

Сағаттық және күндізгі жерден тыс сәулелену мен көлденең орнатылған пиранометрден жиналған энергияның интегралды тығыздығы арасындағы байланыс анықтық деп аталады. Бұл параметрлер бұлт жамылғысы мен шаң тұрғысынан әр түрлі айларды сипаттауға мүмкіндік береді. Тәуліктік анықтық индексі өлшенген сәулеленудің күн ішінде жерден тыс күн сәулесі үшін энергия тығыздығына қатынасын білдіреді.

Күн радиациясының деңгейі немесе жарықтандыру ФМ көмегімен электр энергиясын өндіруде өте маңызды рөл атқарады, ал жылына күн шуақты күндер неғұрлым көп болса, соғұрлым электр энергиясы өндіріледі. Бұл параметрлер бұлт жамылғысы мен шаң тұрғысынан әр түрлі айларды сипаттауға мүмкіндік береді. Тәуліктік анықтық индексі өлшенген сәулеленудің күн ішінде жерден тыс күн сәулесі үшін энергия тығыздығына қатынасын білдіреді.

3.2 Қоршаған орта температурасы және ФМ бетінің температурасы

ФМ өндіретін электр энергиясының мөлшеріне әсер ететін негізгі факторлардың бірі-олар жұмыс істейтін температура.

Әр түрлі күн панельдері қоршаған ортаның жұмыс температурасына әр түрлі әсер етеді, бірақ барлық жағдайларда күн панелінің тиімділігі температураның жоғарылауымен төмендейді.

ФМ тиімділігі мен өнімділігі әртүрлі стандарттар мен сынақ шарттарымен анықталады. Негізгі тест шарттарына мыналар жатады: — Standard Test Condition (STC) – тестілеудің стандартты шарты;-PV-USA Photovoltaics for Utility Systems (PTC). STC параметрлері күн панелінің жұмысын тамаша жағдайларда көрсетеді (жарықтандыру - 1000 Вт/м^2 модуль температурасы – 25^{0}C, AM-1,5 G, ал желдің жылдамдығы нөлге тең). STC кезіндегі AM параметрлері барлық күн панельдерінің тақтайшасында көрсетілген және барлық өндірушілер үшін міндетті болып табылады. Есептеулер нәтижелері және ФМ бетінің өлшенген температурасы және ФМ астындағы ауа температурасы төменде келтірілген. Әр түрлі климаттық жағдайдағы күн панелінің өлшенген беткі температурасы көрсетілген. Бұл жағдайда күн панелінің тиімділігі тәуелділікке сәйкес анықталады. Әр түрлі күн панельдері қоршаған ортаның жұмыс температурасына әр түрлі әсер етеді, бірақ барлық жағдайларда күн панелінің тиімділігі температураның жоғарылауымен төмендейді. ФМ өндіретін электр энергиясының мөлшеріне әсер ететін негізгі факторлардың бірі-олар жұмыс істейтін температура.

3.2-кестеде әр түрлі өндірушілердің көрсеткіштерін қарастырамыз.

3.2-кесте – Әр түрлі өндірушілердің көрсеткіштері

Өндіруші	Температуралық коэффициент (%/°C)	Панельдің тиімділігі(25°C кезінде)
ABi-Solar	-0.408 - 0.41	16.63%
JA Solar	-0.39	17.4%
LG	-0.41	18.6%
Panasonic	-0.3	21.6%
SolarWorld	-0.43	17.6%
SunPower	-0.38	22.2%
CHN250-60P*	-0.34	17%

Қоршаған орта температурасының және панельдің үстіңгі бетінің әсерін талдау үшін Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дың "Энергетика" кафедрасында (Satbayev University) CHN250-60p ФМ типті зерттеу жұмыстары жүргізілді. Күн панельдерінің беткі температурасын жылдың әр мезгілінде әр түрлі жүктемелер кезінде өлшеу жүргізілді.

Күн панелінің беткі температурасының қоршаған орта температурасына тәуелділігі қолданылды:

$$T_{pi} = T_{\text{возд}} + \frac{\mathrm{E}_i}{800}(T_{n.\text{экс}} - 20°\text{C}) \qquad (10)$$

мұндағы T_{pi}-күн панелінің беткі температурасы; ^{0}C;

E_i-күн сәулесінің түсуі, Вт/ш.м.;

$T_{возд}$ -есептік нүктедегі қоршаған ортаның температурасы;

$T_{(п.экс)}$ - күн панелінің қалыпты жұмыс температурасы.

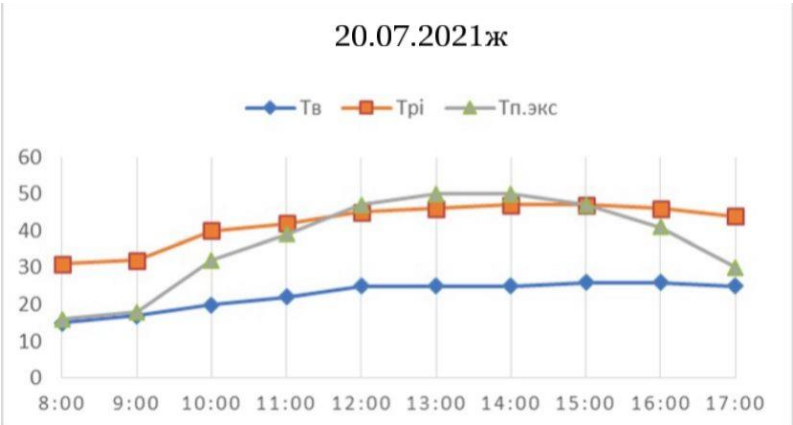
Белгілі бір айдың нақты күн күні үшін күн панелінің беткі температурасы есептелді. Бұл ретте Алматы қаласы үшін күн сәулесінің түсуі NASA SSE (NASA Surface meteorology and Solar Energy) деректер базасынан алынды, ал қоршаған ортаның температурасы ретінде есептеу нүктесінде ФМ астында өлшенген ауа температурасы алынды. Есептеулер нәтижелері және ФМ бетінің өлшенген температурасы және ФМ астындағы ауа температурасы төменде келтірілген. 3.4-суретте әр түрлі климаттық жағдайдағы күн панелінің өлшенген беткі температурасы көрсетілген. Бұл жағдайда күн панелінің тиімділігі тәуелділікке сәйкес анықталады:

$$\eta_{pi} = \eta_0 \ (1- 0{,}0045\cdot(T_{pi} - 25)) \qquad (11)$$

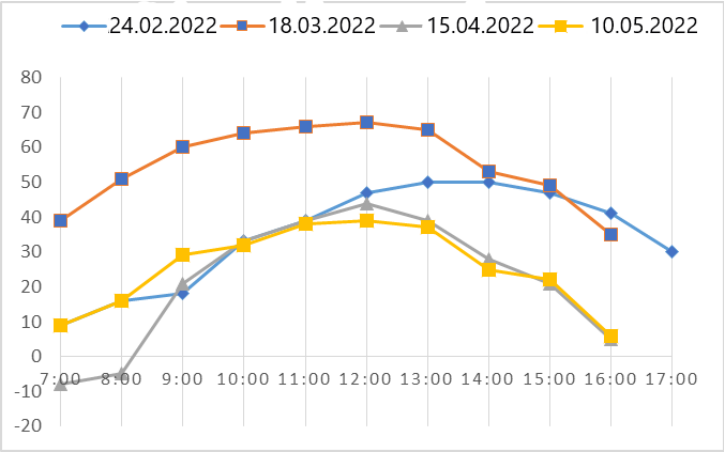
мұндағы η_{pi} - -күн панелінің тиімділігі, %;

η_0 -25^{0}С температурада күн панелінің тиімділігі,%.

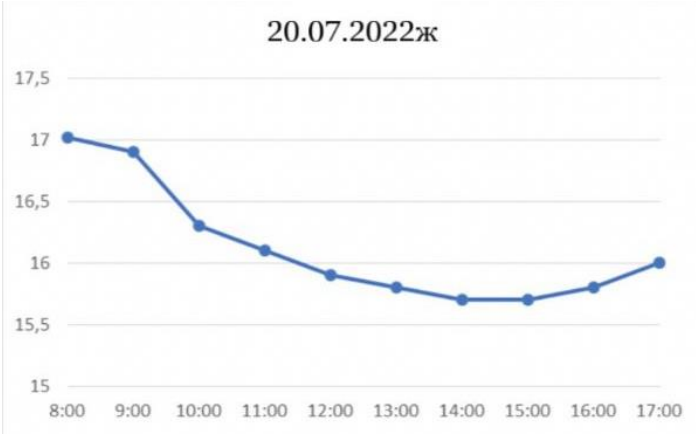
3.5-суретте күн панелінің температурасын күн радиациясына және қоршаған орта температурасына байланысты өзгерту, күн панелінің бетінде тікелей өлшеу арқылы алынған және T_{pi} формуласы бойынша есептелген, сондай-ақ белгілі бір айдың күн күні ішінде ФМ астында ауа температурасының өзгеруі 3.6-суретте көрсетілген. Сонымен қатар, күн панелінің беткі температурасының өлшенген және есептелген мәні таңертең және кешке өте ерекшеленеді және күн панелінің максималды энергиясын өндіру сағаттарында жақындайды. Күн панелінің беткі температурасының өлшенген мәндері күн шуақты күндері Қыс мезгілінде бетінің температурасы 40 ^{0}С-қа дейін, ал жазда 70 ^{0}С-қа дейін жететінін көрсетті, 3.7-суреттен көрініп тұрғандай, күн панелінің беткі температурасының өлшенген мәндері негізінде және беткі температураның есептелген мәндерінен алынған ФМ тиімділігі шамамен сәйкес келеді.



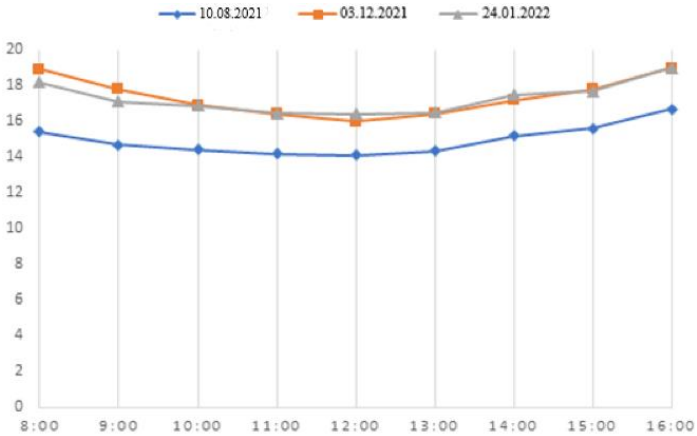
3.4-сурет – ФМ бетінің есептік мәндері мен өлшенген температурасы және ФМ астындағы ауа температурасы



3.5-сурет – Зерттеу нәтижесінде алынған әртүрлі климаттық жағдайлардағы ФМ беті температурасының мәні



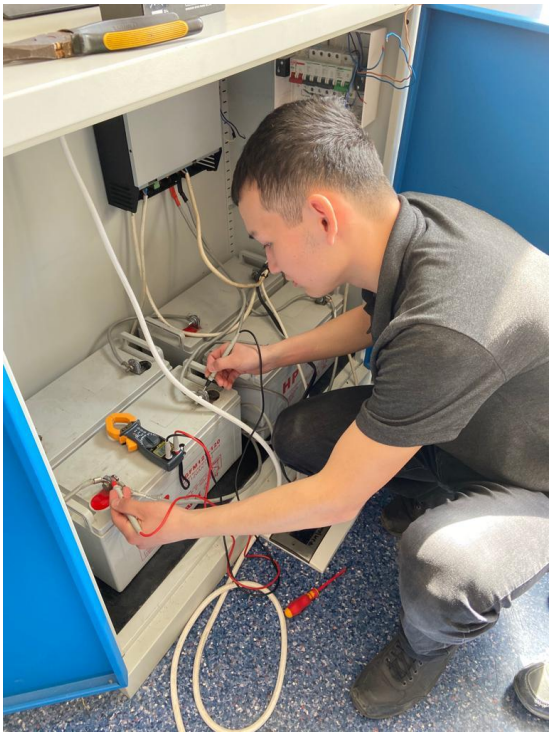
3.6-сурет – ФМ бетінің температурасының өлшенген мәндері негізінде және беткі температураның есептелген мәндерінен алынған ФМ ПӘК



3.7-сурет – Әр түрлі маусымның шуақты күндерінде алынған ФМ тиімділігі

Жергілікті КЭС түрі және ҚазҰТУ-да (Алматы қ.) дала сынақтарын жүргізу процесі 3.8 3.9, 3.10-суреттерде көрсетілген.

3.8-сурет – Жергілікті КЭС



3.9-сурет – Аккумуляторлық батареяны орнату және кернеуін өлшеу процесі

3.10-сурет – ФЭМ өткізгіштерін жалғау

Қорытынды: эксперимент нәтижелері күн ауа райы кезінде ауа райының маусымдық өзгеруі фотоэлектрлі станцияның энергетикалық параметрлеріне әсер ететінін көрсетті, бұл ретте жазғы уақытта Алматы қаласында панельдердің температурасы 70°С және одан жоғары температураға дейін қызады. Алынған деректер Алматыда жылдың ыстық мезгілінде күн панелінің пәк 8-20% - ға төмендегенін көрсетті. Қыста ФМ 40^{0}С температураға дейін қызады, ал фотоэлектрлік күн станциясының тиімділігі іс жүзінде төмендемейді.

Тұрақты ыстық және ылғалды ауа-райы ФМ-нің қызмет ету мерзімін нашарлатуы мүмкін. ФМ өндірушілері ылғалды бөлмелердегі күн панельдеріне ылғалдылықтың әсері туралы жақсы біледі.

3.3 Ылғалдылық және ауа қысымы

Ылғалдылық. Кішкентай су тамшылары немесе су буы ФМ-де жиналуы мүмкін (тер тамшылары сияқты) және күн сәулесінен алыс күн сәулесін шағылыстырады немесе сындырады. Бұл оларға әсер ететін және электр энергиясын өндіретін күн сәулесінің мөлшерін азайтады.

Тұрақты ыстық және ылғалды ауа-райы ФМ-нің қызмет ету мерзімін нашарлатуы мүмкін. ФМ өндірушілері ылғалды бөлмелердегі күн панельдеріне ылғалдылықтың әсері туралы жақсы біледі. ФМ ылғалдылығының тез нашарлауына жол бермеу үшін сақтық шаралары бар, мысалы, жиек тығыздағыштары және төмен иондық өткізгіштігі бар материалдарды пайдалану.

Күн панелін пайдалану ылғалдылықтың әсеріне оңай байланысты және ылғалдылық өзгерген кезде мәндер өзгереді. Алматы қаласында эксперимент жүргізілді, бұл тәуелділікті анықтау үшін Vamp = 17,3 В және I_{mp} = 2,9

Асипаттамалары бар BP 50 Вт күн панелі I_{sc} = (0,065 ± 0,015)% / °C температура коэффициентімен, V_{OC} = (80 ± 10) мВ / °C және температуралық қуат коэффициенті = (0,5 ± 0,05)% /°C, сондай-ақ 1000 Вт вольфрам галогендік шамы, 2 ылғалдандырғыш, гигрометр, термометр, вольфрамның қыздыру шамдары түріндегі Шығыс жүктемесі (15, 20, 25 Вт), 2 миллиметр.

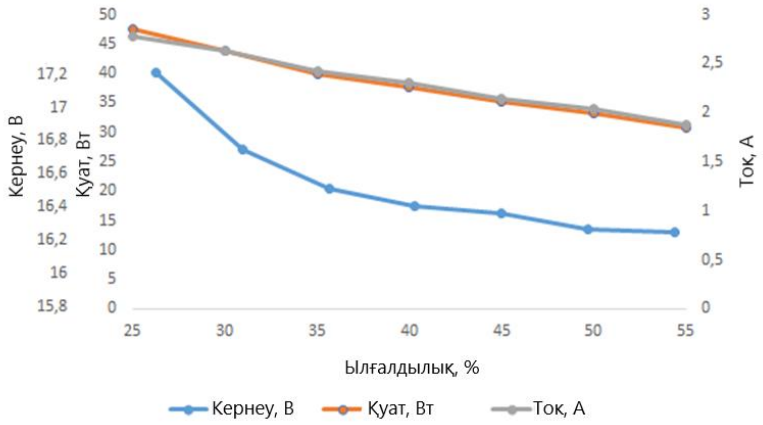
Нәтижелер бастапқыда Алматыдағы қалыпты температура 32^0C (305K) және 25% ылғалдылықпен есептелген. Ылғалдандырғыш күн панеліндегі жүктемеге байланысты және вольфрам галогендік шамымен тұрақты қарқындылыққа ұшыраған және қашықтық 60 см болатын жерде ылғалдылық деңгейін жоғарылату үшін қолданылды.көрсеткіштер жазылды және ылғалдылық гигрометрмен мұқият есептелді.

Нәтижелер ылғалдылық біртіндеп жоғарылаған кезде көрсеткіштердің күрт өзгеруін көрсетті. Төменде 3.3-кесте келтірілген, онда ылғалдылық пен кернеу арасындағы ток пен қуат есептелетін көрсеткіштер мен графиктер көрсетілген.

3.3-кесте – Эксперименттік қондырғыда алынған ылғалдылық пен кернеу, ток пен қуат көрсеткіштері

Температура (K)	Ылғалдылық (%)	Кернеу (DC), В	Күшейткіштер тогы (DC), А	Қуат, Вт
305	25	17,10	2,78	47,538
305	30	16,72	2,63	43,973
305	35	16,53	2,42	40,002
305	40	16,45	2,3	37,605
305	45	16,41	2,14	35,117
305	50	16,33	2,04	33,313
305	55	16,32	1,88	30,681

Жоғарыдағы кесте бойынша төменде 3.11-суретте тәуелділік графигі тұрғызылған.



3.11-сурет – Кернеудің, токтың және берілетін қуаттың қоршаған орта ылғалдылығына тәуелділігі

Қорытынды: жұмысты талдау көрсеткендей, ылғалдылық деңгейі күн панелінің жұмысына әсер етеді және қалыпты ылғалдылық деңгейінде, мысалы, Алматы жағдайында көбірек пайда болатын қалаларда орнатылған күн панелінің тиімділігін төмендетуі мүмкін.

Ауа қысымы, кейде барометрлік қысым деп те аталады, бұл Жер атмосферасындағы (немесе басқа планетадағы) ауа салмағының әсерінен болатын қысым. Көп жағдайда атмосфералық қысым өлшеу нүктесінен жоғары ауа салмағынан туындаған гидростатикалық қысымға жақын келеді. Төмен қысымды аудандар олардың орналасқан жерінен төмен атмосфералық массаға ие, ал жоғары қысымды аудандар олардың орналасқан жерінен жоғары атмосфералық массаға ие. Сол сияқты, биіктіктің жоғарылауымен атмосфералық масса аз болады, сондықтан биіктік жоғарылаған сайын атмосфералық қысым төмендейді. Сонымен қатар, ауа қысымы жер бетінің бірлігіне келетін күш ретінде анықталады, сол бетіндегі ауаның салмағына. Нүктедегі қысым оның үстіндегі ауа салмағының жоғарылауымен жоғарылайды. Ауа молекулалары тұрғысынан ойлау, егер жер бетіндегі ауа молекулаларының саны көбейсе, онда сол бетке күш беретін молекулалар көп болады, сондықтан қысым да артады. Керісінше, жер бетіндегі ауа молекулаларының азаюы қысымның төмендеуіне әкелгенде де болады.

Жер бетіндегі ауа молекулаларының саны жер бетіндегі биіктіктің өзгеруімен өзгереді. Мысалы, жер бетінен 50 км (км) ауа молекулалары жер бетінен 12 км-ге қарағанда аз.жер бетіндегі ауа молекулаларының саны биіктіктен төмендейтіндіктен, қысым да биіктіктен төмендейді. Атмосфералық молекулалардың көпшілігі ауырлық күшімен жер бетіне жақын орналасқан. Осыған байланысты ауа қысымы алдымен тез төмендейді, содан кейін жоғары деңгейлерде баяу болады. Атмосфералық молекулалардың жартысынан көбі 5,5 км биіктіктен төмен орналасқандықтан, атмосфералық қысым ең төменгі 5,5 км шегінде шамамен 50% - ға (шамамен 500 мб-ға дейін) төмендейді.

Қорытынды: зерттеулер көрсеткендей, ауа қысымының жоғарылауы күн сәулесінің жоғарылауына әкеледі, және бұл дұрыс, өйткені ауаның салмағы ауырлық күшінің әсерінен түсетін күш болып табылады. Бұл көп бөлшектердің (немесе фотондардың) жерге түсуіне мүмкіндік береді. Бұл тартылыс күші ауа салмағының және сонымен бірге қысымның жер бетіне көтерілуінің нәтижесінде төмен түсетін бөлшектердің (немесе фотондардың) саны да артады.

3.4 ФМ өнімділігіне әсер ететін басқа да климаттық факторлар

Шаң. Эксперименттік зерттеу Сенегалдағы Зигиншордағы Ассан Сек университетіндегі химия және материалдар физикасы зертханасында (LCPM)

жүргізілді. Сенегалдың орташа жылдық сәулелену ұзақтығы шамамен 3000 сағ және сәулелену қарқындылығы 5,7 кВт/сағ. М/тәул айтарлықтай Күн әлеуеті бар. Екі модуль де эксперимент жасамас бұрын сыналды, сондықтан екі панель де бірдей кернеу мен бірдей Шығыс тогына ие болды. Модульдердің бірі үздіксіз шаң жинау үшін қалдырылды, ал басқа модуль күн сайын тазартылды. Шаң тығыздығы 0,0001 г қателігі бар таразыларды қолдана отырып, шаң модулінде тұндырылған шаңды өлшеу арқылы өлшенді.

Модуль тиімділігі:

$$\eta = \frac{V_{oc} \cdot I_{so} \cdot FF}{G \cdot A} \tag{12}$$

мұндағы V_{oc} - бос жүрістің өндірілген кернеуі (В);

I_{so}- фотоэлектрлік күн модулі шығаратын қысқа тұйықталу тогы (А);

FF- толтыру коэффициент;

A- PV фотоэлектрлік модульдің беті;

G- күн сәулесінің қарқындылығы (Вт /кв.м.).

Шаң жинаудан туындаған қуат шығыны мен тиімділігі:

$$\Delta P = \frac{P_{clean} - P_{dirty}}{P_{clean}} \cdot 100$$

$$\Delta \eta = \frac{\eta_{clean} - \eta_{dirty}}{\eta_{clean}} \cdot 100 \tag{13}$$

Жұмыс шаңның жинақталуының күн Модулінің фотоэлектрлік өнімділігіне әсерін бағалау болды. Күн сәулесінің орташа қарқындылығы 427,8-ден 548,2 Вт /ш. м. қоршаған ортаның минималды және максималды орташа температурасы 27,58-ден 38,52 °С-қа дейін болды.

Таза және шаңды фотоэлектрлік модульдердің орташа шығыс қуатының өзгеруі көрсетілген уақыт функциясы әр аптаның соңына байланысты тәуелділік графигі көрсетілген. Қуаттың ауытқуы ауа-райына және күн сәулесіне байланысты. Басында, бір аптадан кейін, екі модуль де (таза және шаңды) Шығыс қуатының шамалы айырмашылығын көрсетті. Уақыт өте келе шаңды модульдің шығыс қуаты оның бетіне шаңның түсуіне байланысты салыстырмалы түрде таза модульге біртіндеп азайды.

Шаңның жиналуына байланысты панельдер шығаратын қуаттың төмендеуі әр аптаның соңында уақытқа байланысты тиімділіктің жоғалуына әкелді.

Панельдің бетіндегі шаңның жиналуы қысқа тұйықталу тогына айтарлықтай әсер етеді және тәжірибенің соңында тозу жылдамдығы шамамен

92% - ға дейін артады, себебі шаңның беткі тығыздығының жоғарылауымен I_{sc} төмендейді. Бұл мән жоғалту тиімділігінің пайызымен бірдей. Айта кету керек, бұл тұнба V_{CO}-ның бос кернеуіне іс жүзінде әсер етпейді және шаңның жауын-шашынының айтарлықтай өсуіне қарамастан оның мәні аз өзгереді. Эксперимент соңында 70 күндік әсерден кейін қысқа тұйықталу тогымен салыстырғанда ашық тізбектің кернеуі 6,5 (%) шаң бетінің тығыздығы 13,84 (г /ш.м) кезінде төмендеді.

Эксперимент соңында таза және шаңды анықтамалық ұяшықтарды салыстыру көрсетілген. Ұсынылған деректер 34 ° С температурада және 740 (Вт / м^2) сәулелену кезінде алынды. Бұрын айтылғандай, ашық тізбектің кернеуі шаңның жиналуына 6,5% - ға азая отырып, 13,84 (г / м^2) жоғары беттік тығыздыққа қарамастан байқалады. Қысқа тұйықталудан айырмашылығы, шаң элементтері үшін ток айтарлықтай төмендеді, бұл қуаттың айтарлықтай төмендеуіне әкелді.

Қорытынды: шаңның жиналуы ұяшықтардың шығу қуатын төмендетудің негізгі себептерінің бірі, демек, ұяшықтардың шығу тогының төмендеуіне алып келеді. Нәтижелер сонымен қатар панельдің бетінде шаңның жиналуы ФЭМ температурасына айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетеді.

Ауадағы қатты шаң бөлшектерінің мөлшері кіретін күн радиациясына қатты әсер етеді, сондықтан климаттың өзгеруін бағалау кезінде шаң экранының әсері ескеріледі. Американдық ғалымдар Үнді және Қытай әріптестерімен бірге шаң мен ауадағы өнеркәсіптік шығарындылардың әсерінен күн электр станцияларын қанша энергия жоғалтатынын анықтауға шешім қабылдады.

Ғалымдар Күн панельдерінде жиналған шаңның жалпы массасын ғана емес, сонымен қатар шаңдағы карбонаттар мен силикаттардың үлесін де білді. Бұл үлес ауаның өнеркәсіптік шығарындылармен, иондық аэрозольдармен, көмір мен мұнайдың жану өнімдерімен және адам қызметінің басқа да өнімдерімен ластану дәрежесін көрсетеді, сондықтан оның ауаның ластануына, демек, күн электр станцияларының энергия шығындарына "үлесін" бағалауға мүмкіндік береді.

Ауадағы аэрозоль бөлшектері күн сәулесін таратады белгілі. Зерттеу көрсеткендей, ластанған аудандардағы аэрозоль жүктемесінің салыстырмалы төмен деңгейінен жоғары деңгейіне көшу кезінде жарықтың таралу үлесі 15-тен 40% - ға дейін артады.

Күн энергиясын жоғалтудың маңызды факторы күн панельдерінің бетіне шаңның түсуі болды. Осыған байланысты фотоэлементтерге түсетін күн энергиясының мөлшері ауа салыстырмалы түрде таза аймақтармен салыстырғанда 17-25% - ға азаяды.

Шаңның шөгу уақытын өлшеу және шаң қабатының қалыңдығын күн электр станцияларының энергия тиімділігімен салыстыру күн панельдерін уақытында жуудың қаншалықты маңызды екенін көрсетті. Егер панельдер әр 20-30 күн сайын тазаланса, энергия өндірісі орташа есеппен 50% - ға артады .

Бұлт жамылғысы мен шаңның ФМ-ге әсері. Алматы қаласында жүргізілген экспериментті қарастырыңыз. Бұлт жамылғысы мен шаңның ФМ-ге

әсері. Зерттеу үшін 100 Вт-қа тең екі полярлық ФМ қолданылды. Сондай-ақ, олар CNES-те орнатылған деректер тіркеушісі бар пиранометрді деректер жиынтығын толықтыру үшін қолданды.

Таза және таза емес модульдердің шығу тогы мен кернеуі төмендегі формула бойынша өлшенеді:

$$P_{PV} = V * I \tag{14}$$

$$E_d = \sum_{i=7\div00}^{i=18\div30} P_i * 0.5$$

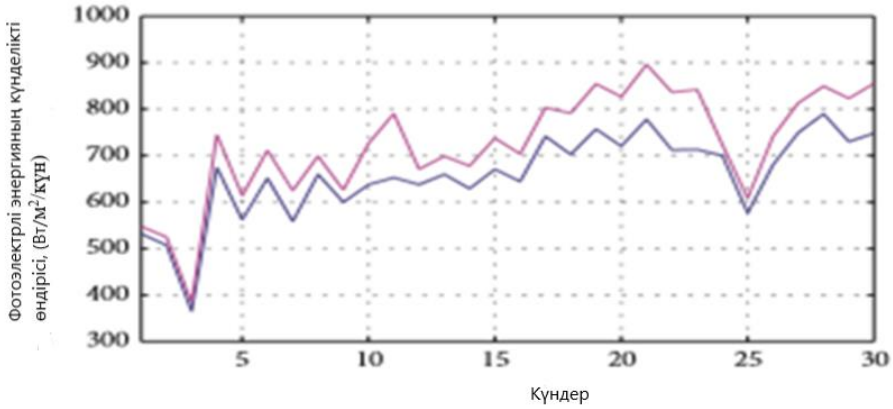
P_{PV} - шығыс қуаты, шығыс кернеуі, шығыс тогы және күнделікті шығыс тогы. Орташа тәуліктік энергия, айлық энергия және қоршаған ортаның орташа тәуліктік температурасы:

$$E_d = \frac{\sum_{i=1}^{i=31} E_{di}}{n}, \qquad E_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=31} E_{di}}{n}. \tag{15}$$

Модульдің тиімділігі келесі қатынасты қолдана отырып есептеледі:

$$\eta = \frac{P_{PV}}{P_{rad}} \tag{16}$$

Күнделікті эксперименттер жүргізу уақытында өлшенген мәліметтер бойынша тұрғызылған тәуелділік сызбасы 3.12-суретте көрсетілген.



3.12-сурет – Таза және таза емес модульдің күнделікті өндірілетін энергиясы

Нәтижелер бұлт жамылғысы да, ФМ бетіндегі шаңның жиналуы күн энергиясының фотоэлектрлік сипаттамаларына үлкен әсер ететіндігін көрсетеді. Бұлтты жабу әсері күн сәулесінің сәулесінің түсуіне тікелей әсер

етеді, сондықтан қысқа уақыт ішінде Шығыс қуатына әсер етеді, ал шаңды жинау әсері өте ұзақ әсер етеді. Жинақтау әсерінен кейін ол күн модуліне жететін күн сәулесін көрсетеді, бұл модульдің Шығыс энергиясының төмендеуіне әкеледі. Осылайша, модульді тазарту өте лайықты, көбінесе шаңды жинамау үшін, әсіресе қолайсыз жағдайларда.

Бұлттылықтың ФЭМ-ге әсерін анықтайтын тағы бір экспериментті қарастырыңыз. Fai tbu ғимаратының төбесінде Злин қаласындағы (Чехия) шағын FES зауыты орналасқан. Жүйе жалпы ауданы 11,25 шаршы метрді құрайтын 9 фотоэлектрлік панельден тұрады. М пайдаланылатын панельдер поликристалды фотоэлектрлік элементтердің түріне жатады. Бұл панельдердің өндірушісі 15% энергия тиімділігін жариялады (беті 750 Вт /шаршы метрге жетеді, панельдер шығаратын электр қуаты өндіруші жариялаған тиімділікке негізделген Р =1265 Вт болуы керек.

Жылдың жекелеген айларында пайда болатын бұлттылықтың әр түрінің орташа мөлшері, сондай-ақ фотоэлектрлік панельдердің көмегімен электр энергиясын өндіру және көлденең жазықтыққа түсетін күн сәулесінің мөлшері көрсетілген. Деректер ҚазҰТЗУ гидрометеорологиялық институтынан (CHMI) алынды, ол осы ақпаратты өзінің веб-сайтында график түрінде жариялайды.

Бұлтты жабу әсері күн сәулесінің сәулесінің түсуіне тікелей әсер етеді, сондықтан қысқа уақыт ішінде Шығыс қуатына әсер етеді, ал шаңды жинау әсері өте ұзақ әсер етеді. Жинақтау әсерінен кейін ол күн модуліне жететін күн сәулесін көрсетеді, бұл модульдің Шығыс энергиясының төмендеуіне әкеледі. Осылайша, модульді тазарту өте лайықты, көбінесе шаңды жинамау үшін, әсіресе қолайсыз жағдайларда.

Жалпы бұлттылықтың күн сәулесінің қарқындылығына және қараша айында электр энергиясын өндіруге тәуелділігі көрсетілген. Аспанның бұлттылық дәрежесі мұнда сегізде көрсетілген.

Өлшенген мәндерден жылдың әртүрлі кезеңдерінде бұлттылық байқалады, бұл жекелеген айларда электр энергиясының жалпы өндірісі фотоэлектрлік модульдердің сәулеленуіне әсер етеді. Екінші жағынан, бұлтты күндер жалпы электр энергиясын өндіруге әсер етпейді. Бұл жағдайда шешуші нәрсе-күн радиациясының орташа мәні және фотоэлектрлік панельдердің жарықтандыру уақыты жылдың әр бөлігінде әр түрлі болады. Нәтижелер аспанды бұлттармен бірдей пайыздық қамту кезінде фотоэлектрлік панельдер арқылы электр энергиясын өндіру кездейсоқ екенін көрсетті. Бұл өлшенген деректер бұлттылық пен электр энергиясын өндіру арасындағы байланысты анықтай алмайды. Дәл осындай процедура бұлттылықтың көлденең жазықтыққа түсетін жаһандық күн сәулесінің қарқындылығына тәуелділігін анықтау үшін қолданылды. Бұлттылық пен электр энергиясын өндіру арасындағы фотоэлектрлік панельдер арасындағы тәуелділік пайызын анықтау бірнеше себептер бойынша жиналған мәліметтер негізінде анықталмайды. Бұлт жамылғысының пайызын өлшеу бұлт жамылғысының қандай екенін, оның жоғары, орташа немесе төмен екенін анықтай алады, бірақ біз бұлт жамылғысының Күшін, әртүрлі биіктіктегі бұлттардың түрі мен тығыздығын

анықтай алмаймыз. Бұл ақпарат бұлттың жекелеген түрлерінің фотоэлектрлік панельдермен электр энергиясын өндіруге әсерін анықтауда өте маңызды, өйткені бұлттың күші мен түрі күн сәулесінің бұлт арқылы өтуіне айтарлықтай әсер етеді.

Жел. Жел күн батареяларын салқындатады. Бұл күн панельдерінің өндірісіне әсер етпесе де, ол өзгереді. 1 градусқа салқындатылған күн батареялары 0,05 пайызға тиімді. Бұл пайыз уақыт өте келе қосылады. Жел күн энергиясын пайдалану тиімділігіне кері әсер етеді, ол ылғалдылық факторын теңдестіруге көмектеседі.

Жоғарыда келтірілген ақпараттарды саралап-сараптап төмендегі эксперименттер тізімі жүргізілді. Дәлірек айтсақ, панель түрі таңдалды: поликристалл типті, қуаты:10 Вт, орналасқан жері: Сәтбаев университетіндегі автотұрақ алаңында, орналасу бұрышы: 43°. Жасалатын эксперименттерге байланысты бірдей типтегі екі панель орналастырылған. Бірдей климаттық жағдайда, бірақ 1-панель әрдайым жай ғана тазаланып, 2-панельге әртүрлі эксперименталды әрекеттер жасалады. Мысалы, шаң қабатын төсеу, күн панелінің артқы жағында ауа қуысын жою, климаттық жағдайлар, жасанды кедергілер ұйымдастыру.

Бір топ жас ғалымдардан құралған студенттер күн панельдерінің құрылымын немесе зауыттық көрсеткіштерін өзгертпей, оның ПӘК-ін қарапайым әртүрлі амалдармен көтеру.

Қ.И.Сәтбаев университетіндегі, дәлірек айтсақ университеттің автотұрақ алаңында орналасқан күн панельдеріне бірнеше эксперименттер жүргізілді. Нақты орналасқан панельдер типі: монокристаллды 4×140 Вт, поликристаллды 2×10 Вт және 3×250 Вт.

Оларға жасалған эксперименттер түрлері:

1) Панельдің температурасы және жарықтандыру
2) Шаң тозаңмен панель бетін қабаттау
3) Ылғалдылық немесе жауын шашын
4) Күннің көк аспанда орналасуы
5) Ғимараттардың немесе жасанды көлеңкенің панель бетін басып қалуы

Жалпылама эксперимент жұмыстарын жүргізу жылдың төрт мезгіліне бөлініп жасалған. Сәйкесінше әр мезгілде күн панельдерінің өнімділігі әр түрлі. Эксперимент нәтижелері А қосымшасында көрсетілген.

Жоғарыда көрсетілген эксперименттер түрлеріне қысқаша тоқталсақ:

Эксперимент жұмыстары бір оқу жылына тең уақыт аралағында, Тау-кен Металлургиялық корпусының 48 кабинетінде жүргізілді. Зерттеуге қажет бүкіл құрал-жабдықтар, стенд құрастыру барысында керек бөліктерді жетекшіміз тауып беріп қолдау көрсетті. Негізгі екі 10 Вт панель сыртта орналасқан трекерге бекітілген. Сәйкесінше I – беті әрдайым тазаланып тұратын, II - беті мүлдем тазаланбайтын панель. Ең алдымен панельіміздің типіне, яғни зауыттық сипаттамаларына 3.4-кестеде көрсетілген.

Ескерту: STC кезінде (1000 Вт/м^2, жарық спектрі 1,5, жасуша температурасы 25°C). Егер олар сыналған деп көрсетілмесе, барлық мәндер

номиналды болады. 12 вольтты қайта зарядталатын батарея және нұсқаулық бойынша пайдалану үшін.

3.4-кесте – 10 Вт поликристалл күн панелінің сипаттамалары

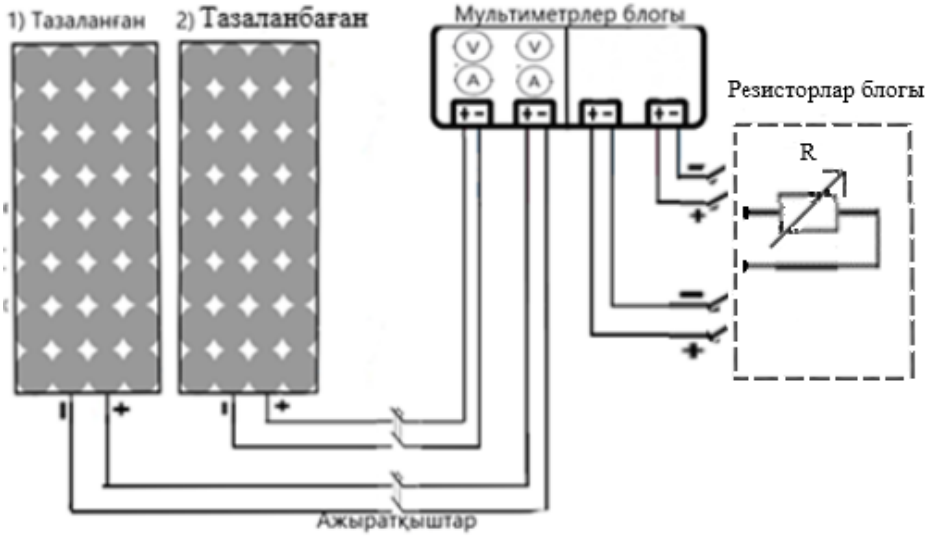
Максималды өндірілетін қуат	10.0 Вт
Максималды қуат кернеуі	18.0 В
Максималды қуат тоғы	0.56 А
Ашық тізбектің кернеуі	22.1 В
Қысқа тұйықталу тоғы	0.6 А

Жоғарыда келтірілген ақпаратта төменде 3.13-суретте бейнеленген панельдер жайлы сөз қозғалған. Мұнда негізгі назарымызды тартатын мәселеге II санымен бейнеленген панельдің беткі бөлігі қалың шаңмен қапталған. Дәл осы шаңның қабатынан пайда болатын фотоэлектрлі модульдің толық пайдалы әсер коэффициенті төмендеуінің алдын алу жолдарын анықтау біздің зерттеу жұмыстарының негізгі мақсаты. Осы мақсатқа жету жолында бірнеше айлар мен мезгілдерді артқа тастап, эксперимент соңында қорытынды шешімдер қабылдадық.

3.13-сурет – Қуаты 10 Вт күн панельдері

Сәйкесінше панельден шыққан өткізгіш кабельдер эксперименттік стендке келеді. Толық стендтің құрылымдық сызбасы мен сыртқы көрінісі 3.14 – сурет пен 3.15-суретте келтірілген. Стендтік жобамыз жартылай автоматтандырылған, дәлірек айтсақ жүктеме шамаларын әрдайым қолмен ауыстырып отыруды қажет етеді. Стендтің негізгі құрамдас бөліктері: поликристаллды күн панелі 2×10 Вт, өткізгіш кабельдер (2×2,5 мм^2), ағаш тақталық бет, мультиметрлер блогы 2× (I_{max}=10 А, V_{max}=50 В), аккумуляторлық батарея (9 В). Ең алдымен стендтің жұмыс істеу принципіне келетін болсақ: қуат көзі 10 Вт панельден келген кернеу мен ток автоматты ажыратқышқа келеді, мұндағы мақсат – қауіпсіздік. Ажыратқыштан өткен қуат толық автоматтандырылған мультиметрлер блогына бағытталады. Мұндағы

мультиметр бүтіндей бір жүйенің үш жұмыс режиміндегі кернеу мен токты бірден өлшеп отырады. Панелдің үш жұмыс режимі: Бос жүріс режимінде, Жүктеме жалғанған режимде, Қысқа тұйықталу режимі. Бастапқы кіріс қуаты жүктемелер блогына бағытталады, және жүктемеге тікелей жалғанып мультиметр экранында кернеу мен токтың шамасы бейнеледі. Дәл осы шамалар кестеге енгізіледі және оларға талдау мен талқылау жұмыстары жүргізіледі. Ең соңында анализ жасалып, ары қарай қалай эксперимент жүргізілетіні анықталады. Осындай қарапайым электротехникалық құралдар арқылы әлемдік деңгейдегі күрделі тапсырмаларды шешуге талпындық. Эксперименттік стендтің құрылымдық сұлбасы 4.6-суретте көрсетілген. Сол құрылымдық сұлба бойынша 4.7-суреттегі стенд құрастырылды.



3.14-сурет – Эксперименттік стендтің құрылымдық сұлбасы

3.15-сурет – Зерттеулер жүргізуге арналған зертханалық стенд

Жалпы, жайдарлы күн шуағы түскен жағдайда, жаңбыр, қар немесе шаңды дауыл жағдайында поликристаллды күн панелы зауыттық мәліметтерінен қаншалықты ауытқиды деген сұраққа жауап табуды алғашқы

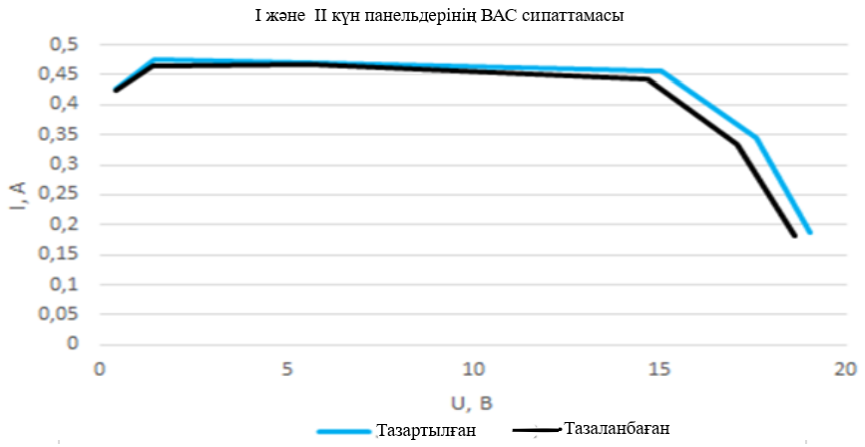
тапсырма ретінде қабылдадық. Мұндағы негізгі сұраққа жауап алу үшін бірнеше климаттық жағдайлар бойынша поликристаллды күн панельдерінің вольт-амперлі сипаттамасы алынды. Негізгі назар аударатын жағдай: 1-панельдің беткі бөлігі эксперимент басында сүртіліп тазаланды, ал 2-панельдің беткі бөлігін біз мүлдем тазаламаймыз. Бірдей климаттық жағдайда екі панельдің арасында жеке-жеке өндіретін қуаттары шамасы бойынша едәуір айырмашылықпен эксперимент жасаушыға айқын көрінеді. Ал ВАС-қа келетін болсақ: 1-панельдің ВАС-ның ауданы 2-панельдің ВАС-ның ауданынан байқаларлықтай үлкенірек. Мұндағы ақпараттарға көз жеткізу үшін төменде келтірілген ВАС сызбаларына мұқият назар аудару қажет.

Күн сәулесі панель бетіне түсе салысымен алынған мәліметтер 3.5-кестеде көрсетілген.

3.5-кесте – ФЭМ бетіне күн сәулесі түсе бастаған сәтте алынған мәліметтер. Күні:17.04.2022ж, уақыт: 10:50, E=69000лк, t=24^{0}C, R=1÷102 Ом, U_{xx1}=20.88 В, U_{xx2}=20.78 В

Кернеу, В		Ток, А		Жүктеме, Ом	
1	2	1	2	1	2
0.426	0.424	0.426	0.424	1	1
1.426	1.393	0.475	0.464	3	3
5.64	5.61	0.47	0.467	12	12
15.04	14.66	0.456	0.444	33	33
17.61	17.08	0.345	0.335	51	51
19.04	18.64	0.186	0.183	102	102

ФЭМ беті қызбаған, жарықтандыру едәуір үлкен шама жағдайында жүргізілген эксперимент нәтижелері бойынша тұрғызылған ВАС сипаттамасы 3.16-суретте көрсетілген.



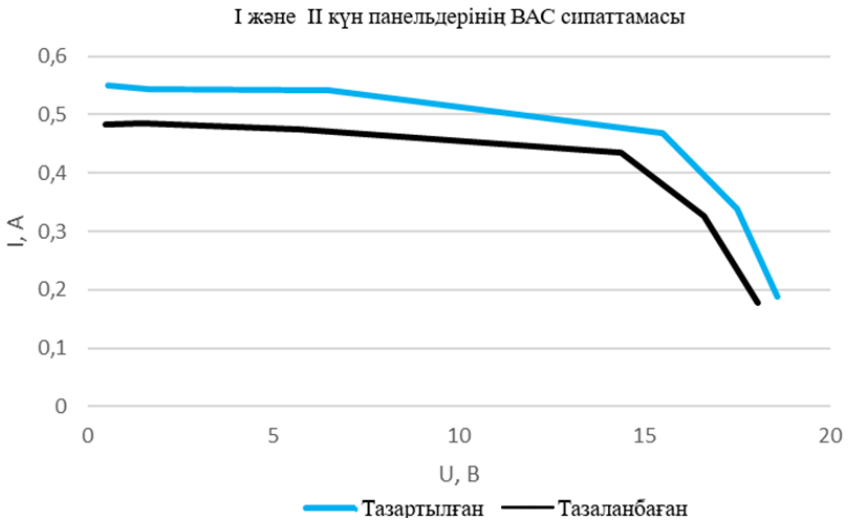
3.16-сурет–Күн сәулелері ФЭМ бетіне түсе бастаған сәттегі вольт амперлік сипаттама

Күн сәулесі панель бетіне тіке түсіп, панель беті қызып, жарықтандыру максималды мәнге жеткен сәттегі алынған мәліметтер 3.17-суретте ВАС сипаттамасы ретінде көрсетілген. Дәл осы жағдайда өлшенген мәліметтер 3.6-кестеде көрсетілген. Ал ВАС-қа келетін болсақ: 1-панельдің ВАС-ның ауданы 2-панельдің ВАС-ның ауданынан байқаларлықтай үлкенірек. Мұндағы ақпараттарға көз жеткізу үшін төменде келтірілген ВАС сызбаларына мұқият назар аудару қажет.

Қорытынды, мұнда ФЭМ үшін салыстырмалы қолайлы климаттық жағдайлар туындап, эксперименттік жұмыстар жүргізілген. Яғни, жарықтандырудың шамасы үлкен болғанымен ФЭМ бетінің температурасы қалыпты температураны көрсетіп тұр. Жалпы, әр күні жасалған эксперименттер сәтінде дәл осы уақыт пен климаттық жағдайларда күн панельдері ең үлкен шамадағы шығыс қуатты өндіре алды.

3.6-кесте – ФЭМ беті қызған, сәйкесінше панель өзінің нормалық сипаттамаларын көрсете алмайды. Күні:06.04.2022ж, уақыт:12:43, E=87000лк, t=57^{0}C, R=1÷102 Ом, U_{xx1}=19.72 В, U_{xx2}=19.13 В

Кернеу, В		Ток, А		Жүктеме, Ом	
1	2	1	2	1	2
0.55	0.484	0.55	0.484	1	1
1.633	1.455	0.544	0.485	3	3
6.51	5.7	0.542	0.475	12	12
15.49	14.36	0.469	0.435	33	33
17.28	16.62	0.339	0.326	51	51
18.57	18.04	0.182	0,177	102	102



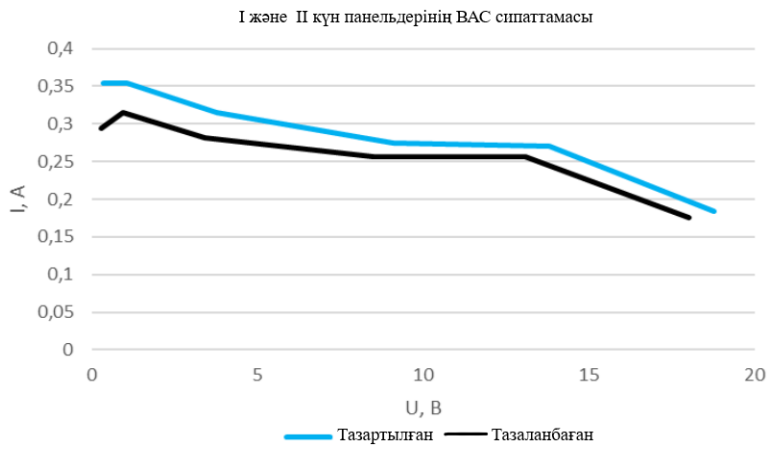
3.17-сурет – Күн сәулелері ФМ бетіне тіке түскен түсе бастаған сәттегі вольт амперлік сипаттама

Қорытынды, ҚазҰТЗУ университетінің алаңында орналасқан күн панельдеріне сағат 12:30 шамасында күн сәулелері тік бұрыш жасап түсе бастайды. Жарықтандыру мен күн сәулесінің түсу бұрышы максималды болғанымен мұнда күн панелі өзінің максималды жұмыс шамаларын өндіре алмайды. Себебі күн сәулесінің құрамындағы қыздырушы инфрақызыл толқындар ФЭМ бетін едәуір қыздырады. Нәтижесінде электр энергиясын өндіру процессіне кері әсері тиеді. Қазіргі таңда, күн панельдерін қызып кетуден сақтау мақсатында әлемнің жетекші ғалымдары еңбектеніп жатыр. Массачусетс технологиялық институтының зерттеушілері қарапайым күн панельдерінің тиімділігін арттыру әдісін ойлап тапты. Олар күн сәулесінің ағыны мен панельдердің беті арасында аралық қыздыру элементін енгізуді ұсынады. Идея мынада, қызған кезде бұл элемент стандартты кремний элементтерін сіңіруге жақсы сәйкес келетін спектрдегі толқындарды шығарады. Қыздырушы элемент ретінде нанофотонды күн термофотоэлектрлік элемент, сіңіргіш ретінде көміртекті нанотүтікшелердің бірнеше қабаттарынан және эмитент ретінде SI / SiO2 аотон кристалынан, сондай-ақ 0,55 eV күн фототүтікшесінен тұрады. Мұндай элементті орнату арқылы ФЭМ-нің пайдалы әсер коэффициенті 80%-ға дейін жеткен. Сондай-ақ ФЭМ беттеріне Френель линзаларын жұқа қалыңдықта пирамида тәріздес қабат ретінде орнату да күн панельдерінің ПӘК-ін 40%-ға жеткізген.

Күннің көзі қайтып, яғни күн бас оқу ғимаратына жақындай бастайды бірақ панель беті суып үлгермеген сәтте өлшенген мәліметтер 3.7-кестеде көрсетілген, ал сол мәліметтер бойынша тұрғызылған ВАС сипаттамасы 3.18-суретте көрсетілген.

3.7-кесте – ФЭМ беті қызған, бірақ температурасы суып үлгермеген және жарықтандыру едауір азайған. Күні: 01.04.2022ж, уақыты: 15:45, E=58000лк, t=33^{0}C, R=1÷102 Ом, U_{xx1}=20.77 В, U_{xx2}=20.32 В

Кернеу, В		Ток, А		Жүктеме, Ом	
1	2	1	2	1	2
0.354	0.294	0.354	0.294	1	1
1.061	0.946	0.354	0.315	3	3
3.78	3.39	0.315	0.282	12	12
9.1	8.5	0.275	0.257	33	33
13.8	13.1	0.271	0.2568	51	51
18.79	18.02	0.184	0.176	102	102



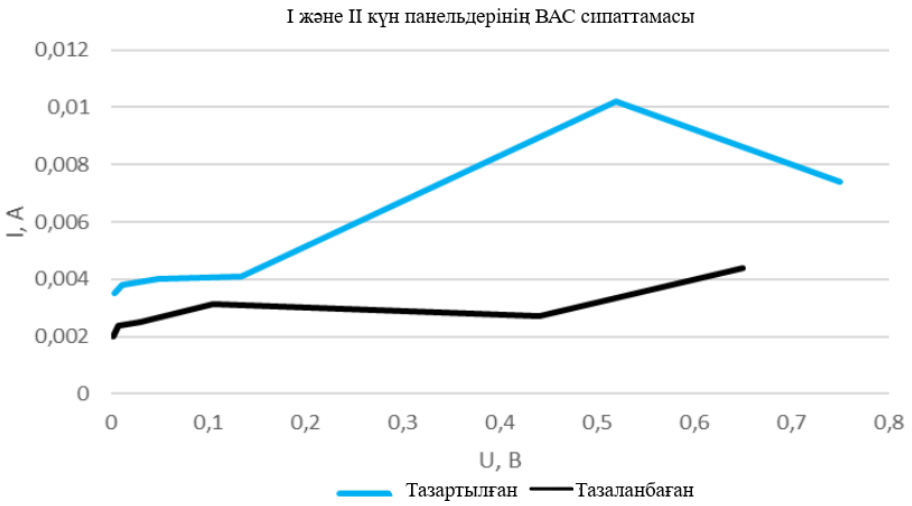
3.18-сурет – Күн сәулелері бас оқу ғимаратына жақындай бастаған сәттегі вольт амперлік сипаттама

Қорытынды, жоғары температурамен ұзақ жұмыс жасаған күн панельдерінің температурасын түсіру қажет. Климаттық жағдайда бізге жел көмектесе алады. Университет аумағында орналасқан күн панельдеріне сағат 16:00 шамаларында күн сәулелерінің түсуі тоқтай бастайды. Себебі күннің бетін бас оқу ғимараты жауып қалады. Сәйкесінше жарықтандыру азайып, ФЭМ-нің беткі температурасы төмендейді. Осы сәтте жүргізілген өлшеулер ФЭМ бетінің температурасын төмендету арқылы өндірілетін қуат бірнеше Вт-қа артқанын дәлелдеді. Жалпы, күн панельдерін дұрыс орнату арқылы да олардың температураларын төмендетуге болатыны дәлелденген. Күн трекерлерін ғимараттардың шатырына орналастырған сәтте шатыр мен ФЭМ-нің артқы бөлігі арасында ауа қуысын орналастыру қажет. Ауа қуысы орташа есеппен 50 см құрайды.

Күн панельдеріне дәл жауын-шашын уақытында эксперименттік жұмыстар жүргізілді. Экспериментте өлшенген шамалар 3.8-кестеде көрсетілген, ал сол мәліметтер бойынша 3.19-суретте көрсетілген ВАС сипаттамасы тұрғызылды.

3.8-кесте – Жаңбыр жауып, аспандағы бұлттану максималды мәнге ие. Сәйкесінше күн бетін бұлт жапқан. Күні: 25.04.2022ж, уақыты:12:30, E=7700лк, t=11^{0}C, бұлттылық: 90%, R=1÷102 Ом, U_{xx1}=14.7 В, U_{xx2}=14.3 В

Кернеу, В		Ток, А		Жүктеме, Ом	
1	2	1	2	1	2
0.0035	0.002	0.0035	0.002	1	1
0.0115	0.0073	0.0038	0.0024	3	3
0.0481	0.03	0.004	0.0025	12	12
0.1336	0.104	0.0041	0.00315	33	33
0.52	0.44	0.0102	0.0027	51	51
0.75	0.65	0.0074	0.0044	102	102



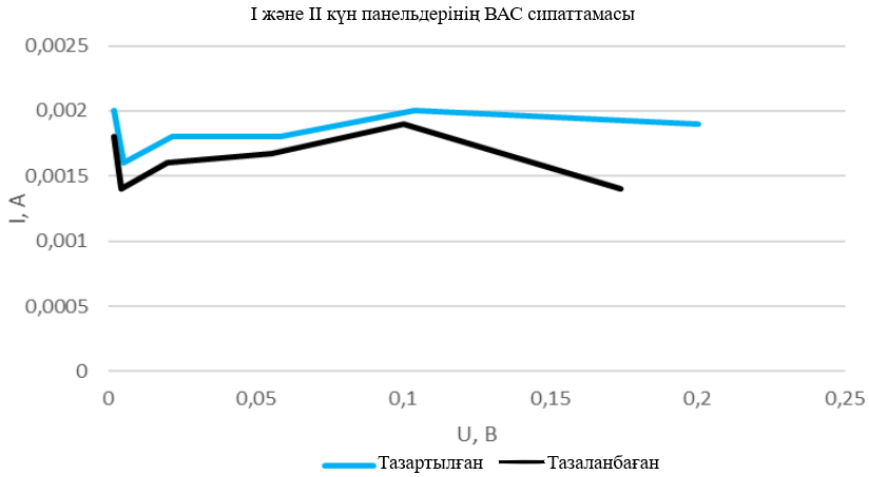
3.19-сурет – Күн сәулелері мүлдем жоқ, нөсер жауын сәтіндегі вольт амперлік сипаттама

Қорытынды, нөсер жауын КЭС үшін ең қолайсыз климаттық факторлардың бірі болып табылады. Онымен күресу жолдары пайдасыз. Апаттық жағдайлардың алдын алу үшін КЭС аумағында найзағайдан қорғаныс жүйелерін орнату қажет.

Күн панельдері үшін тағы қолайсыз табиғат құбылысы – қатты дауыл, шаң мен тозаң араласқан. Бұл жағдайдағы эксперименттер нәтижесі 3.9-кестеде көрсетілген, ал сол мәліметтер бойынша тұрғызылған ВАС сипаттамасы 3.20-суретте көрсетілген.

3.9-кесте – Дауыл тұрып, күн сәулесінің түсуі азайып, панель температурасы суыған. Тағы бір ескеретіні бұлттану пайызы максималдыға жақын. Күні:30.03.2022ж, E=1700лк, t=17^{0}C, бұлттылық:90%, R=1÷102 Ом, U_{xx1}=14.83 В, U_{xx2}=14.53 В

Кернеу, В		Ток, А		Жүктеме, Ом	
1	2	1	2	1	2
0.002	0.0018	0.002	0.0018	1	1
0.005	0.0041	0.0016	0.0014	3	3
0.0214	0.02	0.0018	0.0016	12	12
0.0581	0.0554	0.0018	0.00167	33	33
0.104	0.1	0.002	0.0019	51	51
0.2	0.174	0.0019	0.0014	102	102



3.20-сурет – Күн сәулелері өте әлсіз түсіп, қатты шаңды дауыл сәтіндегі вольт амперлік сипаттама

Қорытынды, ауа райы тез бұзылған сәтте бүкіл КЭС-тің жұмыс режимі құлдырап, өндірілетін қуат едәуір төмендейді. Бұл сәтте өндірілетін қуат қалыпты режимнан шамамен 80%-ға ауытқиды. Табиғат факторларының көбісі басқарылмайтындықтан олармен күресу жолдары пайдасыз болып табылады. Бұл сәтте апаттық жағдайларды болдырмау өте маңызды.

Жалпы эксперименттер соңында күн панельдері қоршаған орта құбылыстарына өте тәуелді екені анықталды. Яғни панельдерге қолайлы жағдайлар жасалмаса, олар паспорттық мәліметтеріне сәйкес физикалық шамаларды бере алмайды. Логика бойынша ең қызығы күн неғұрлым ыстық, жарықтандыру максималды жоғары, сәуленің тіке бұрыш жасап түсуі кезінде панельдің ПӘК азайып номиналды шамаларынан айырылуы. Жалпы панель үшін қолайлы жұмыс температурасы 25 градус айналасында. Ал температура 25 градустан жоғарылаған сайын өнімділік төмендеді.

Тағы бір тоқтала кететін мәселе: күн панельдерінің бетін максималды түрде таза ұстау қажет. Яғни түрлі деңгейде тазалық жұмыстарын жүргізу бүкіл жүйенің жұмысына оң әсерін тигізеді.

Жалпы зерттеу жұмыстарының негізгі мақсаттарының бірі: Күн панелінің бетін таза ұстау арқылы өндірілетін қуатты, жалпы айтқанда ПӘК-ті көтеруге болатынын анықтау. Төменде панель бетін таза ұстауға арналған нұсқаулық келтірілген.

Шаң қабатымен күресу жолдары:

Шаңның жиналуы күн панельдеріндегі ұяшықтардың шығу қуатын төмендететіні белгілі. Эксперименттік жұмыстарды бастамас бұрын әрдайым ФЭМ-нің беткі бөлігі тазаланады. Тазарту жұмыстарын жүргізу ары қарай жасалатын өлшеулерде оң әсерін тигізіп, ФЭМ-нің шығыс қуатын бірнеше Вт-қа арттырады. Неғұрлым күн панельдерінің беткі бөліктерін жиі тазалау олардың қалыпты жұмыс режимдеріне пайдалы әсерін тигізеді. Сондықтан тұрғын үй ауласында, жер телімдерінде, шағын немесе орта КЭС-терде, тіпті

мүмкіндік болып жатса ғимараттардың шатырларында орналасқан күн панельдерін бір жеті сайын немесе беті шаңдануына байланысты уақытылы тазалап тұрған бүкіл КЭС-тың қалыпты жұмыс режиміне оң әсерін тигізеді. Шаңды аудандарда,яғни Африка, Үндістан, Араб Әмірліктері және тағы басқа мемлекеттерде орналасқан КЭС-терді құраушы күн панельдерінің беткі бөлігін уақытылы тазалап тұрған жөн. Тіпті тазалау жұмыстарына арнайы топ құруға да болады. Жұмысшылардың еңбегі санаулы жылда ақталады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу жұмысы әртүрлі қоршаған орта факторларының фотоэлектрлік модульдердің жұмысына әсерін зерттеуге арналған. Әр түрлі климаттық факторлар қарастырылды (жарықтандыру, қоршаған ортаның температурасы, ауаның қысымы мен ылғалдылығы және т.б.). Әр түрлі елдердің ғалымдары жүргізген түрлі зерттеулер талданды. Сонымен қатар, мысалда негізгі климаттық факторлар қарастырылады. Зерттеулерде фотоэлектрлік модульдердің ішінен поликристалды және монокристалды панельдер қолданылды. ҚазҰТЗУ алаңында жылдың әр мезгілінде қоршаған орта температурасының ФМ өнімділігіне әсерін анықтау бойынша далалық сынақтар өткізілді.

Жүргізілген зерттеулер бойынша мынадай негізгі тұжырымдар алынды:

1) Күн сәулесінің қарқындылығы PV модульдерінің шығуына әсер ететін негізгі параметр болып табылады, ал жылына күн шуақты күндер неғұрлым көп болса, соғұрлым электр энергиясы өндіріледі.

2) Ауа райының маусымдық өзгерістері фотоэлектрлі станцияның энергетикалық параметрлеріне әсер етеді, бұл ретте жазғы уақытта Алматы қаласында панельдердің температурасы 70 ^{o}C және одан жоғары температураға дейін қызады. Алматыда жылдың ыстық мезгілінде күн панелінің ПӘК 8-20% -ға төмендейді. Қыста ФМ 40 ^{0}C температураға дейін қызады, ал фотоэлектрлік күн станциясының тиімділігі іс жүзінде төмендемейді.

3) Ылғалдылық деңгейі күн панелінің жұмысына әсер етеді және қалыпты ылғалдылық деңгейінде, мысалы, Алматы жағдайында көбірек пайда болатын қалаларда орнатылған күн панелінің тиімділігін төмендетуі мүмкін.

4) Ауа қысымының жоғарылауы күн сәулесінің жоғарылауына әкеледі, өйткені ауаның салмағы ауырлық күшінің әсерінен түсетін күш болып табылады.

5) Шаңның жиналуына байланысты ұяшықтардың шығу қуатын төмендетудің негізгі себебі, демек, жасушаның шығу тогының төмендеуі. Егер панельдер әр 20-30 күн сайын тазаланса, энергия өндірісі орташа есеппен 50% артады.

6) Аспандағы бұлттылық мөлшері артқан кезде фотоэлектрлік панельдер арқылы электр энергиясын өндіру тиімсіздене бастайды. Бұлттылық пен электр энергиясын өндіру арасындағы және де фотоэлектрлік панельдер арасындағы тәуелділік пайызын анықтау бірнеше себептер бойынша жиналған мәліметтер негізінде анықталмайды. Себебі мұнда өнімділікті жорамалдау мүмкін емес.

7) Жел күн батареяларын өндіруге әсер етпейді, бірақ күн батареяларын салқындатады және ол өзгереді.

Біздің ойымызша, ФМ орнатпас бұрын сізге қажет бөлім атмосфера параметрлерінің өзгеруін ескере отырып, оның энергетикалық сипаттамаларын бағалау үшін нақты ФМ тестілеуін өткізу керек.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Умаров Г.Я., Ершов А.А. Солнечная энергетика. – М.: Знание Юрий Масанов. Как в Казахстане развивается "зелёная" энергетика? [Электронды ресурс] / Ю.Масанов. - Электрон. стат. 2019. – URL: https://informburo.kz/stati/kak-v-kazahstane-razvivaetsya-zelyonaya-energetika.html , свободный.

2 Kapital.kz баспасөз қызметі. За год в Казахстане запустили 21 крупный объект ВИЭ [Электронный ресурс]/ - Электрон. стат.2020. – Режим доступа: https://kapital.kz/economic/83914/za-god-v-kazakhstane-zapustili-21-krupnyy-ob-yekt-vie.html

3 Kapital.kz баспасөз қызметі. В Казахстане в 2020 году введут еще 18 объектов ВИЭ [Электронный ресурс]/ - Электрон. стат.2020. – Режим доступа: https://kapital.kz/economic/84992/v-kazakhstane-v-2020-godu-vvedut-yeshche-18-ob-yektov-vie.html

4 Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.И. Виссарионова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 317 с

5 Масанов Ю., Как в Казахстане развивается "зелёная" энергетика? [Электронды ресурс] / Ю.Масанов. - Электрон. стат. 2019. – URL: https://informburo.kz/stati/kak-v-kazahstane-razvivaetsya-zelyonaya-energetika.html , свободный.

6 Преимущества и недостатки солнечной энергии [Электронный ресурс]/ - Электрон. стат.2014. - Режим доступа: https://solarelectro.ru/articles/ /preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoj-energii

7 Солнечные электростанции [Электронный ресурс]/ - Режим доступа: https://solarelectro.ru/articles/ /preimuschestva-i-nedostatki-solnechnoj-energii

8 Бессель В.Г., Кучеров Р.Д. Мингалеева Изучение солнечных фотоэлектрических элементов: Учебно-методическое пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. – 90 с.

9 Чопра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы / Пер. с англ. с сокращениями. – М.: Мир, 1986. - 435 с.

10 Юмаев Н.Р., Н. Ш. Юсуфбеков. Исследование влияния погодных условий на параметры работы солнечных батарей в естественных условиях эксплуатации / Технические науки: традиции и инновации : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Казань, март 2018 г.). — Казань : Молодой ученый, 2018. — С. 52-57.

11 Сергей М., Влияние тени на работу солнечных батарей [Электронный ресурс] / С. Маринец. - Электрон. стат. – Режим доступа: https://solarsoul.net/vliyanie-teni-na-rabotu-solnechnyx-batarej

12 Dirk C.J., Sarah R. Kurtz Photovoltaic Degradation Rates — An Analytical Review/ NREL, June 2012.