

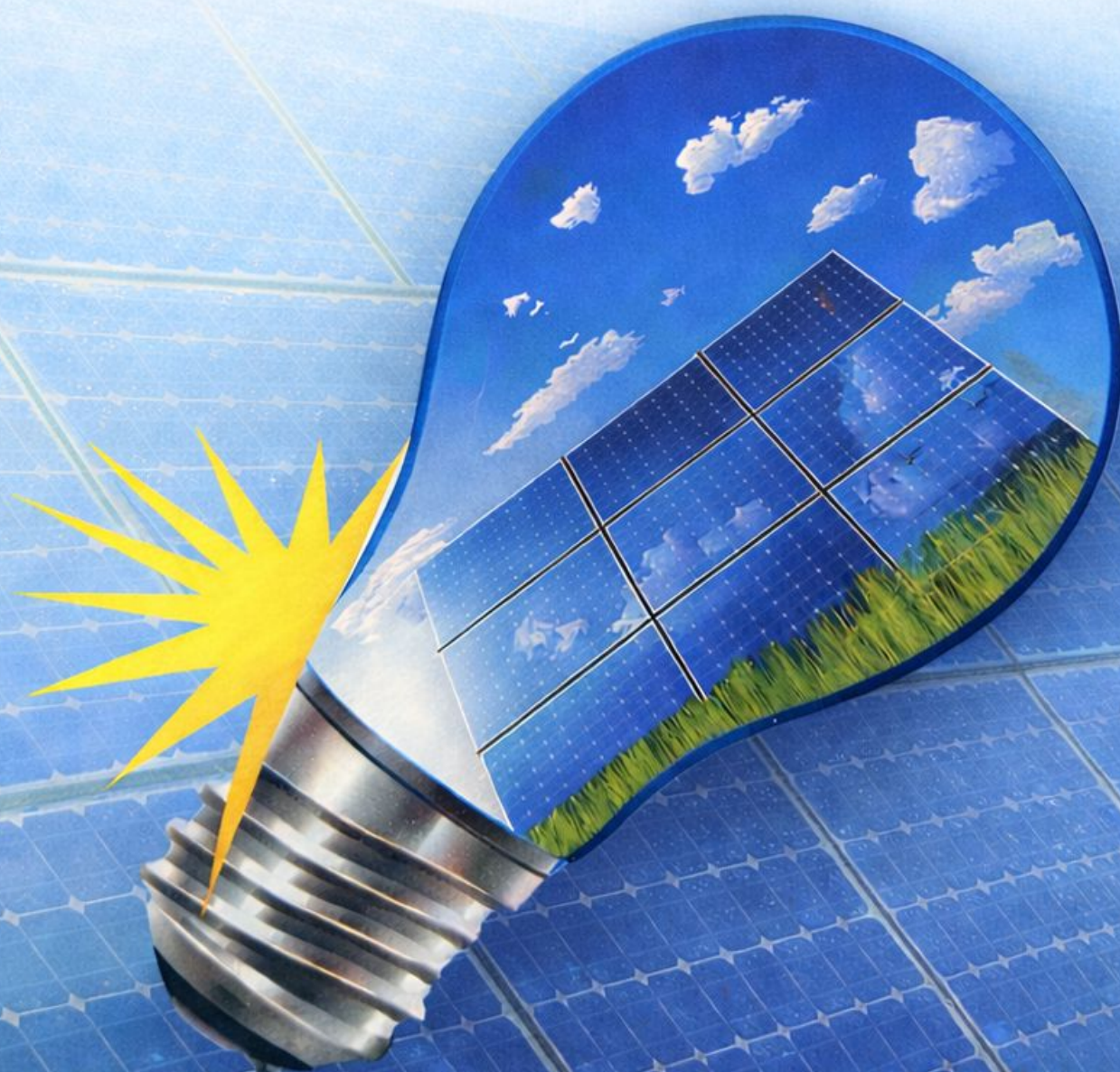


Co-funded by the
European Union



Д. Қодиров, Ж. Иззатиллаев, И. Сиддиқов, А. Воҳидов

ҚУЁШ ЭНЕРГЕТИКАСИ



“ТИҚХММИ” МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ

Д. Қодиров, Ж. Иззатиллаев, И. Сиддиқов, А. Воҳидов



ҚУЁШ ЭНЕРГЕТИКАСИ

“Олий таълим муассасалари учун ўқув қўлланма”

Тошкент– 2025

Ушбу ўқув қўлланма “ТИҚХММИ” Миллий тадқиқот университети Илмий Кенгашининг 2025 йил “29” ноябрдаги “373-а/ф” сонли буйруғига асосан чоп этишга тавсия қилинган.

Ўқув қўлланма олий таълим учун халқаро ўқув режалари ва дастурларини таҳлил этиш орқали ишлаб чиқилган янги дастур асосида тайёрланган. “Қуёш энергетикаси” номли китоб қуёш ва унинг тузилиши, инсоляцияси, қуёш энергиясини ҳисоблаш ва ундан фойдаланиш масалаларига бағишланган ўқув-услубий қўлланма ҳисобланади. Ушбу китоб асосан энергетика, электротехника ҳамда муқобил энергия йўналишида таълим олаётган талабалар, магистрантлар ва соҳа мутахассислари учун мўлжалланган. Китобда қуёш радиациясининг турлари, фотоэлектрик станциялар ва уларнинг ишлаш принциплари ҳамда замонавий энергетика тизимларида тутган ўрни ҳақида батафсил маълумот берилади. Шунга қўшимча, фотоэлектрик станция ва қуёш коллекторларининг тузилиши ҳамда ишлаш принциплари батафсил ёритилган.

Ўқув қўлланма Европа Иттифоқининг “Erasmus+” дастури доирасида “Ўзбекистонда қуёш энергетикаси бўйича мақсадли муҳандислар тайёрлаш ўқув дастурини ишлаб чиқиш” (101128871 - DEBSEUz - ERASMUS-EDU-2023-SBHE) лойиҳасида кўзда тутилган амалий натижалардан бири сифатида тайёрланган.

Муаллиф: Д.Б. Қодиров – ТИҚХММИ МТУ “Энергетика факультети декани.

Ж.О. Иззатиллаев – ТИҚХММИ МТУ “Электр таъминоти ва қайта тикланувчан энергия манбалари” кафедраси мудири.

И.Х. Сиддиқов – ТИҚХММИ МТУ “Электр таъминоти ва қайта тикланувчан энергия манбалари” кафедраси профессори.

А.У. Воҳидов – ТИҚХММИ МТУ “Электр таъминоти ва қайта тикланувчан энергия манбалари” кафедраси доценти.

Такризчилар: Р.Захидов Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси “Энергетика муаммолари институти лаборатория мудири. т.ф.д., проф., академик

А.Мирзабаев - “Mir Solar” МЧЖ директори, т.ф.д. профессор.

МУНДАРИЖА

КИРИШ	7
1-БОБ. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИ ВА УНИНГ ЭНЕРГЕТИК САЛОҲИЯТИ.....	9
§1.1. Қуёш энергиясининг физик асослари	16
§1.2. Қуёш энергиясини ўлчовчи асбоб ускуналар	23
§1.3. Қуёш энергиясининг нурланиш спектри	28
§1.4. Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг иқтисодий, энергетик ва экологик аҳамияти	33
§1.5. Қуёш энергетикасидан фойдаланишнинг ҳукуқий тартиби.....	37
1-боб бўйича саволлар:.....	39
2-БОБ. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИДАН ИССИҚЛИК ЭНЕРГИЯСИ ОЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ	40
§2.1. Қуёш энергиясидан иссиқлик энергиясини оловчи	40
қурилмаларнинг ривожланиш тарихи.....	40
§2.2. Қуёш коллекторларининг тарихи.....	41
§ 2.3. Қуёш энергетикасини қишлоқ хўжалигида.....	42
қўллаш ва фойдаланиш.....	42
§ 2.4. Қуёш сув иситгич коллекторлари ва уларнинг турлари	45
§ 2.5. Қуёш коллекторлари ва улардаги иссиқлик алмашиш қурилмаларни ўрнатиш ва созлаш.....	50
§ 2.6. Қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалар ва уларнинг энергетик таҳлили	57
§ 2.7. Қуёш энергияси асосидаги қуриштиш қурилмалари	59
2-боб бўйича саволлар:.....	62
3-БОБ. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯДАН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ОЛИШ УСУЛЛАРИ, ҚУРИЛМАЛАР ВА ТИЗИМЛАР	63
§ 3.1. Тарихга назар.....	63
§ 3.1.1. Қуёш нурининг физик хусусиятлари ва фотоэффект ҳодисаси ва унинг кашф этилиши.....	63

§ 3.1.2. Яримўтказгичли материаллар ва қуёш фотоэлектрик панелларининг вольт ампер таснифи	83
§ 3.2. Қуёш фотоэлектрик панеллари ва улардан фойдаланиш тўғрисида тушунча ҳамда қуёш панелларини ўрнатишнинг муҳим шартлари	89
§ 3.3. Қуёш фотоэлектрик панелларини тайёрлаш технологияси.....	101
§ 3.4. Қуёш фотоэлектрик қурилмаси учун таянч конструкциясини тайёрлаш	110
§ 3.5. Қуёш энергиясидан электр энергия олиш усуллари	117
§ 3.5.1. Поликристал кремнийли фотоэлектрик панеллар	119
§ 3.5.2. Монокристал кремнийли фотоэлектрик панеллар.....	121
§ 3.5.3. Аморф кремнийли фотоэлектрик панеллар.....	123
§ 3.5.4. Монокристалли, поликристалли ва аморф қуёш панелларининг самарадорлигини қиёсий таҳлил қилиш	125
§ 3.5.6. Грецел элементи.....	127
3-боб бўйича саволлар:.....	130
4-БОБ. ҚУЁШ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСИ ВА УНИНГ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ.....	131
§ 4.1. Қуёш электр станцияси	131
§ 4.2. Фотоэлектрик тизимлар учун инверторлар.....	141
§ 4.3. Замонавий қурилиш ва архитектурада қуёш энергетикасидан фойдаланиш	148
§ 4.5. Энергия тежамкор ва самарадор технологиялар	155
§ 4.6. Қуёш энергетикаси соҳасидаги замонавий ва истиқболли.....	157
ечимлар.....	157
4-боб бўйича саволлар:.....	160
ГЛОССАРИЙ.....	162
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.....	175

КИРИШ

Инсониятни қайта тикладиган энергия манбаларини кенг қўламда саноат миқёсида ривожланиши билан шуғулланишга ундаган асосий сабаблар:

- атмосферадаги CO₂ таркибининг кўпайиши натижасида юзага келадиган иқлим ўзгаришлари;

- кўплаб ривожланган мамлакатларнинг, айниқса Европанинг ёқилғи импортига кучли боғлиқлиги;

- ердаги органик ёқилғининг чекланган захиралари.

Яқинда дунёнинг аксарият ривожланган мамлакатлари томонидан Киото протоколининг имзоланиши атроф-муҳитга CO₂ чиқиндиларини камайтиришга ҳисса қўшадиган технологияларни жадал ривожлантиришни кун тартибига қўйди.

Қуёш дунё энергия таъминотининг 99,98 % қисмини ҳаракатга келтиради. Бунга иссиқлик, фотоэлектрик, фотохимёвий, фотобиологик ва гибрид қуёш энергияси, шунингдек гидроэнергия, шамол энергияси, тўлқин энергияси ва биомасса энергиясини ўзгартириш жараёнлари киради. Қуёш дастлаб ҳозирда биз қазилма ёқилғи сифатида фойдаланаяпган биомассани ҳам шакллантирган. Бошқа энергия манбаларига эса гелгит (tidal), геотермал ва ядро энергияси киради. Қуёш энергияси унинг ядросида содир бўладиган термоядро синтези реакциялари натижасида ҳосил бўлади. Бу реакциялар тахминан 4,5 миллиард йил давомида “ёниб” келмоқда ва яна 6,5 миллиард йил давом этиши кутилмоқда. Қуёш томонидан фазога нурлантириладиган умумий қувват тахминан $3,86 \times 10^{26}$ Вт ни ташкил этади. Қуёш Ерга тахминан $1,5 \times 10^{11}$ м масофада жойлашганлиги ва Ер радиуси тахминан $6,3 \times 10^6$ м бўлганлиги сабабли, Ер бу энергиянинг атиги 0,000000045% қисмини қабул қилади. Шунақа ҳам, бу миқдор ҳам жуда катта бўлиб, тахминан $1,75 \times 10^{17}$ Вт га тенг.

Ушбу технологияларни ривожлантириш учун рағбат нафақат иқлим ўзгариши таҳдиди ва улар билан боғлиқ иқтисодий йўқотишларни англаш, балки иссиқхона газлари чиқиндилари учун квоталар жуда реал қийматга эга

бўлган товарга айланганлигидир. Органик ёқилғи сарфини камайтириш ва CO_2 чиқиндиларини камайтириш имконини берувчи технологиялардан бири қуёш энергияси ҳисобига иссиқ сув таъминоти, иситиш, кондиционер, технологик ва бошқа еҳтиёжлар учун паст потенциал иссиқлик ишлаб чиқаришдир.

Ҳозирги вақтда инсоният томонидан истеъмол қилинадиган бирламчи энергиянинг 40% дан ортиғи ушбу еҳтиёжларни қоплашга тўғри келади ва айнан шу соҳада қуёш энергияси технологиялари кенг амалий фойдаланиш учун энг етук ва иқтисодий жиҳатдан мақбул ҳисобланади.

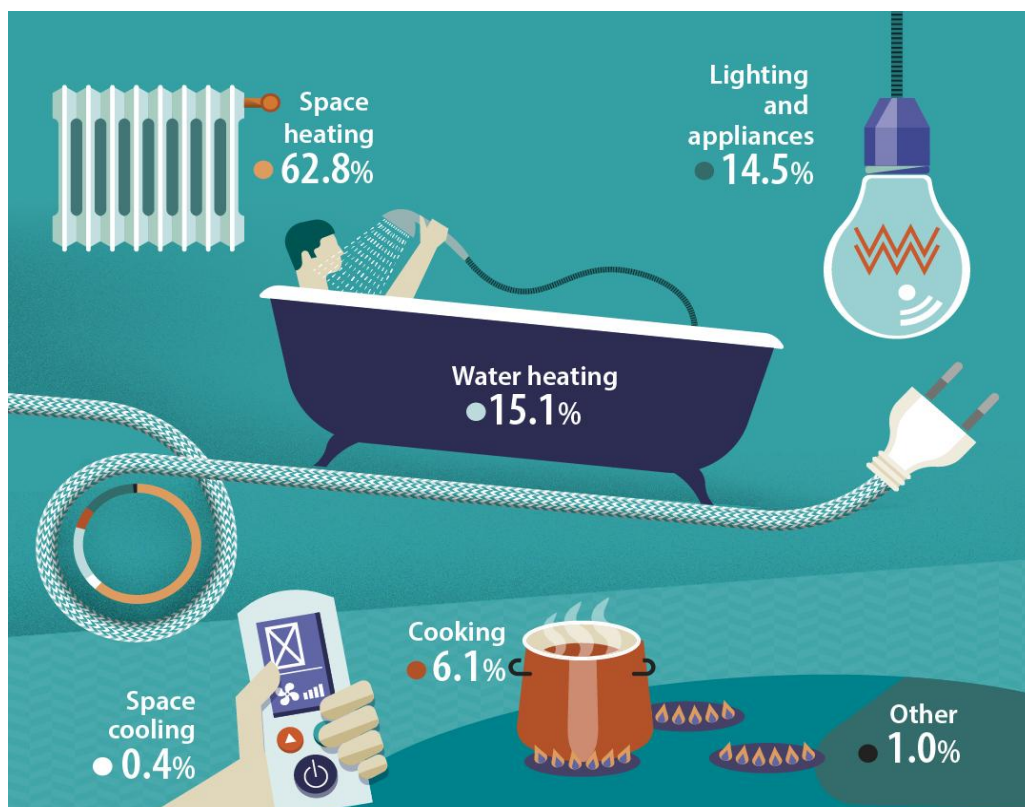
Кўпгина мамлакатлар учун қуёш иситиш тизимларидан фойдаланиш ҳам иқтисодиётнинг қазиб олиннадиган ёқилғи импортига боғлиқлигини камайтиришнинг бир усули ҳисобланади. Бу вазифа, айниқса, иқтисодиёти 50% қазилма энергия манбалари импортига боғлиқ бўлган Европа Иттифоқи мамлакатлари учун долзарбдир ва бугунга келиб бу қарамлик 70% гача кўтарилиши мумкин, бу эса ушбу минтақанинг иқтисодий мустақиллигига таҳдид солади.

Ўртача, иқлим шароитига ва ҳудуднинг кенглигига қараб, ер юзасига қуёш нурланиш оқими 400 дан 800 Вт/м² гача, деярли ҳар қандай жойда (кенгликдан қатъи назар), тахминан 1000-1200 Вт/м² етади. Ўзбекистоннинг барча ҳудудлар қуёш энергиясини яхши қабул қилувчи ҳамда энергия ишлаб чиқариш қобилияти мавжуд Республика ҳисобланади. Иссиқ сув ва электр таъминоти, иситиш ҳамда совутиш тизимларида қуёш энергиясидан фойдаланиш орқали 50-70% бирламчи энергия манбалари тежамкорлигига эришиш исконияти мавжуд.

1-БОБ. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИ ВА УНИНГ ЭНЕРГЕТИК САЛОҲИЯТИ

Қуёш энергияси – бу қуёш чиқарадиган ва электр энергиясини ишлаб чиқариш ёки сув ва бошқа моддаларни иситиш учун ишлатилиши мумкин бўлган энергия манбаидир. Ушбу энергия қуёш нурларини электр токига айлантириш (қуёш панеллари ҳолатида) ёки қуёш коллекторлари орқали суюқлик ёки газларни иситиш орқали иссиқликни тўғридан-тўғри ишлатиш орқали олинади.

Қуёш энергияси энг экологик тоза энергия манбаларидан биридир, чунки у атмосферага зарарли чиқиндиларни чиқармайди ва қазиб олишни талаб қилмайди. Кундалик ҳаётимизда катта миқдордаги энергияни ишлатамиз. Бизнинг ҳаётимиз сарфлар асосига қурилган – табиий заҳиралар ва энергиялар сарфланади. 1.1- расмда энергия қаерга сарфланиши кўрсатилган. Расмдаги маълумотлар Англия учун келтирилган, лекин буларни “яратилган дунё” нинг бошқа жойлари учун ҳам олиш мумкин.

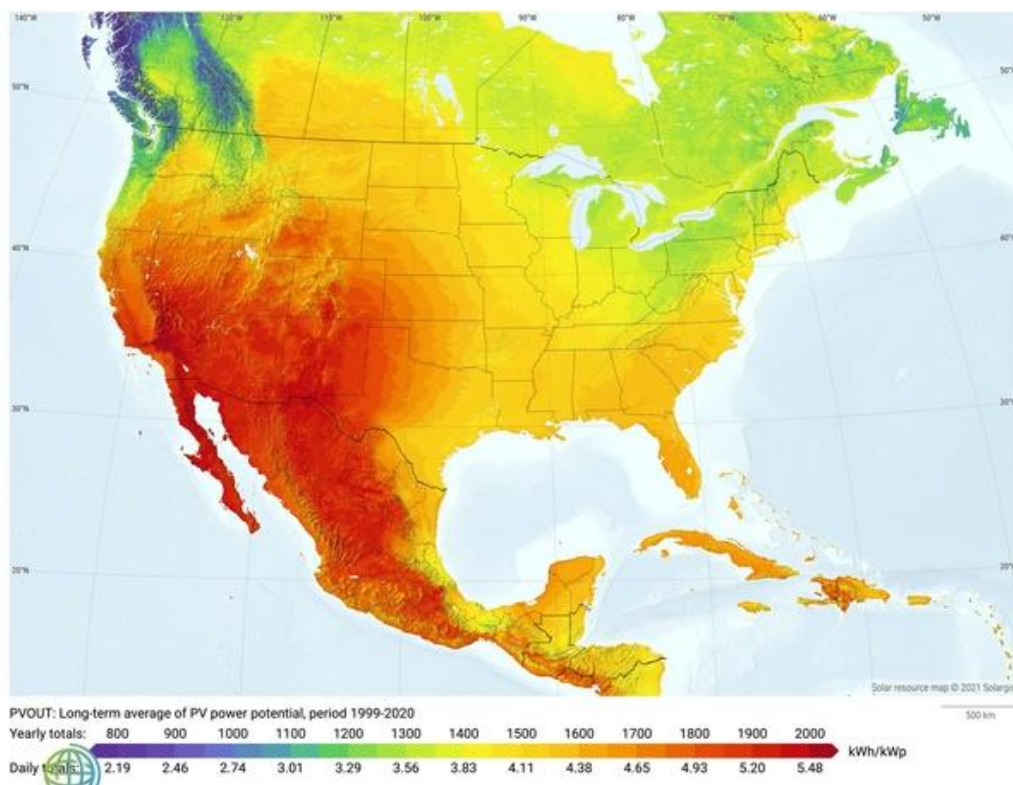


1.1 - расм. Хўжаликда фойдаланиладиган энергиялар.

Фойдаланаётган энергиямизнинг катта қисми қиздиришга сарфланади – 58 %, буни пассив Қуёш лойиҳаларида кўришимиз мумкин. Биз фойдаланаётган энергиянинг 24 % и сувни қиздиришга сарфланади, ушбу манбада Қуёш энергияси ёрдамида сувни осонлик билан иситиш келтирилган.

Шундай қилиб кўриб чиққанимиздек ишлатадиган энергиямизнинг 82 %и Қуёш технологияси билан боғлиқ. Энергиянинг кейинги 13 % и уйимизни электр энергия билан таъминлашга сарфланади. Қолган 5 % энергия пишириш учун қўлланилади. Шундай қилиб бизга керак бўладиган энергиялар Қуёш технологияларига боғланган. Қуёш энергияси тоза, яшил, текин, барчасидан яхши, қаерга борманг кейинги беш миллиард йил давомида ҳамма жойда бор. Натижада Қуёшга янгича ёндошадиган ва ер учун қулай, атроф-муҳитга зарар етказмайдиган усуллар ҳақида билимларга эга бўлишингиз мумкин.

Мисол сифатида Шимолий Американи олиб қарайдиган бўлсак, 1.2 - расмда Қуёш энергиясининг етарлича захирасини кўришимиз мумкин. Энергиянинг асосий қисми ғарбий томонга тўғри келяпти, АҚШ нинг қолган ерларида ҳам тежамли фойдаланса бўладиган Қуёш энергияси бор.



1.2 - расм. Шимолий америкага тушадиган қуёш энергияси тақсимооти.

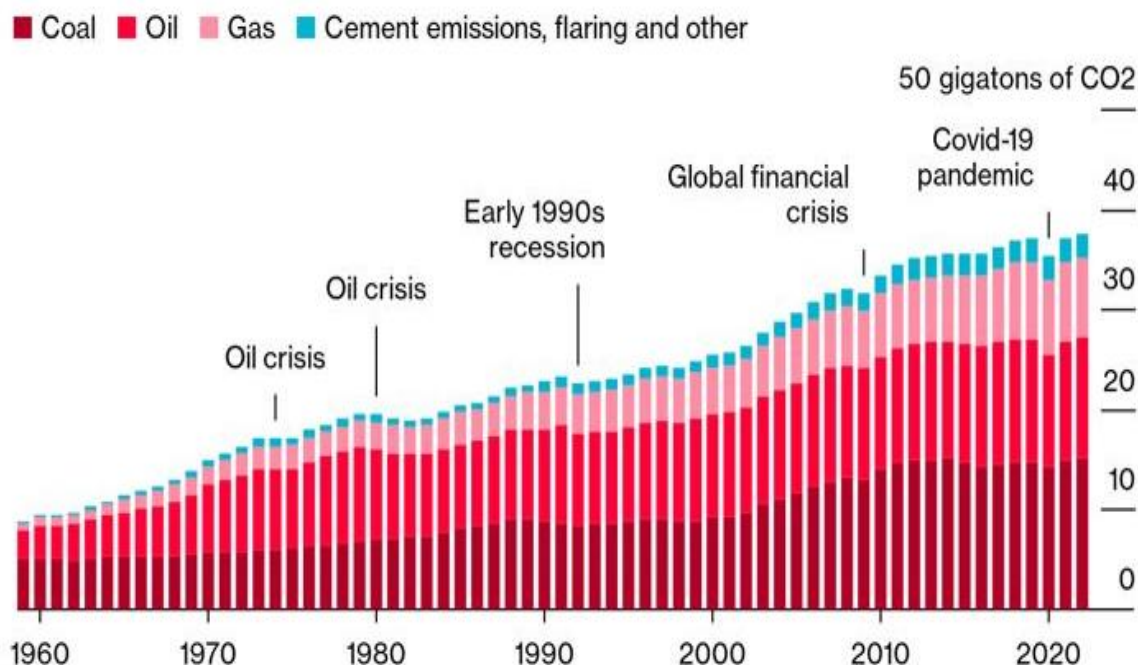
Шу ўринда бирламчи энергия манбаларининг қандай пайдо бўлиши, талаб доирасидаги эҳтиёжларни қондириш учун фойдаланиш кўламини ошириш тўғрисида фикр юритиш учун қазилма ёнилғилар ҳақида дастлабки маълумотларга эга бўлиш зарур. Хусусан, улар жуда қадим замонда мавжуд бўлган жониворлар ва ўсимликлар қолдиқлари асосида пайдо бўлган. Қазилмаларнинг ҳосил бўлишида тахминан 360 – 286 миллион йил олдин Палеозой эрасининг бир қисми бўлган углерод даври муҳим аҳамиятга эга. Бу вақтлар яшаш учун қулай бўлган – олам кўп миқдордаги ўсимликлар, катта қирққулоқлар, ботқоқликлар, ўсимликлар ўрмонлари билан қопланган. Океанлар ва денгизлар майда ўсимликлардан ташкил топган сув ўтларига тўла бўлган. Кўмирнинг пайдо бўлиши динозаврлар бўлган даврдан бошланган бўлса ҳам таркибида углерод бўлган қазилмалар асосий қисми тахминан 65 миллион йил олдинги бўр давридаги углерод даври қолдиқларидан шаклланган.

Вақт ўтиши билан ўсимликлар нобуд бўлди, тошлар ва барча жойлар углеродга бой бўлган ўсимликлар қолдиқлари билан қопланди. Кўп йиллар давомида қатламлар туфайли ҳосил бўлган юқори ҳарорат ва босим уларнинг сиқилишига сабаб бўлди. Қазилма ёнилғилар эмиссияси. 1.3 - расмга қаранг. Маълумотлар етарлича ташвишга солади! Кейинги юз йил ичида қазилма ёнилғи эмиссияси кескин ошганлиги кўриниб турибди – бу катта миқдордаги кабонат ангидриди дэгани ва у бизнинг экотизимимизни нотурғун бўлишига ва иқлимни издан чиқишига сабаб бўлади.

Хубберт чўққиси ва нефть чўққиси. 1956 йилда Америкалик геофизик Марион Кинг Хубберт Америка нефть саноати институтида маъруза қилди. У АҚШ да нефть қазиб олиш 1960 йил охирида максимумга эришади ва жаҳон бўйича чўққи 2000 йилда кузатилади деб айтди. Аслида америка нефть қазиб олиш 1970 йил бошига тўғри келди, бу ёмон башорат эмас эди: лекин назариянинг қолган қисми даҳшатли.

Назариянинг ҳолати, яъни қазилма ёнилғини ишлаб чиқариш эгри чизиғи кўнғироқсимон кўринишга эга, унда ишлаб чиқариш секин ошиб боради,

кейин технология асосий кучга айланганда ишлаб чиқаришда ўткир чўққи кузатилади, бундан кейин ишлаб чиқариш ошиб бораётган сарфга қарши ишлаши керак. Қазиб олиш харажати ошиши билан ишлаб чиқариш платога эришади ва кейин тушади – дастлаб секин ва жадаллашиб боради. Бу 1.3 - расмда тасвирланган.

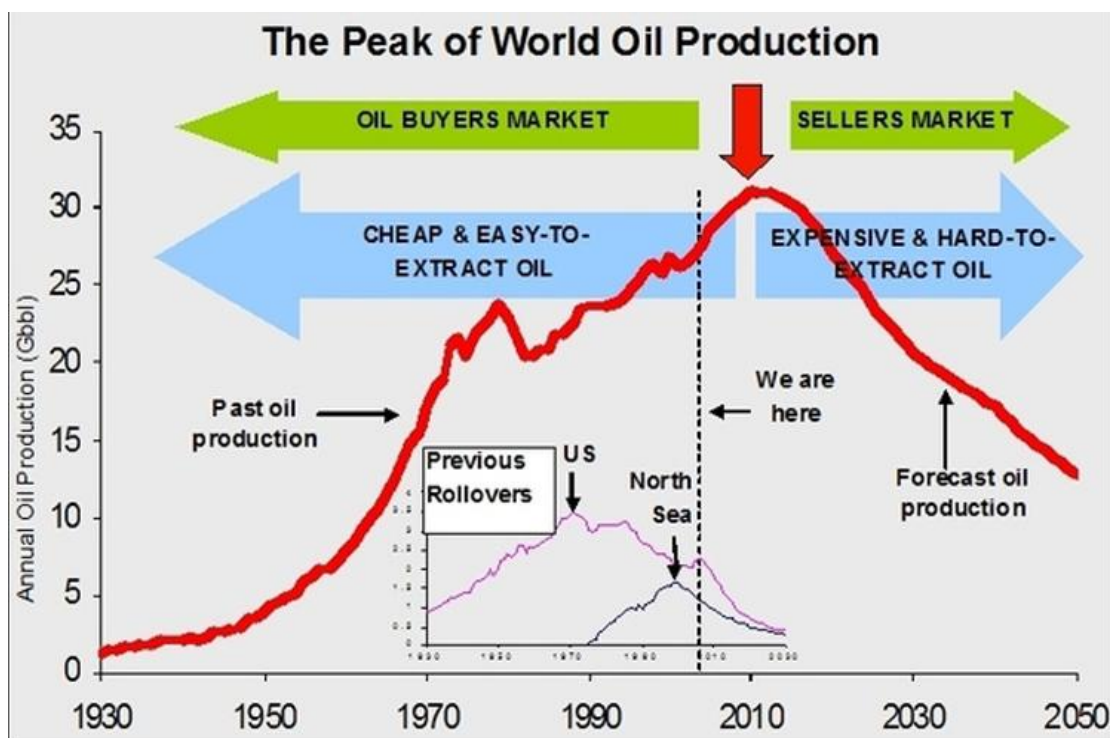


1.3 - расм. Қазилма ёқилғи эмиссиясининг ошиб бориши

Хабберт чўққиси ва нефть чўққиси. 1956 йилда геофизик **Мэрион Кинг Хабберт** Америка нефть институтида маъруза қилди. У ўз маърузасида АҚШда нефть қазиб олиш ҳажми 1960-йиллар охирида энг юқори нуқтага етишини, дунё бўйича эса 2000-йиллар атрофида максимал даражага чиқишини башорат қилган. Амалда эса АҚШда нефть қазиб олиш ҳажми 1970-йиллар бошидаёқ энг юқори нуқтага етди. Шу билан бирга, унинг назариясининг қолган қисми ҳам катта қизиқиш уйғотди.

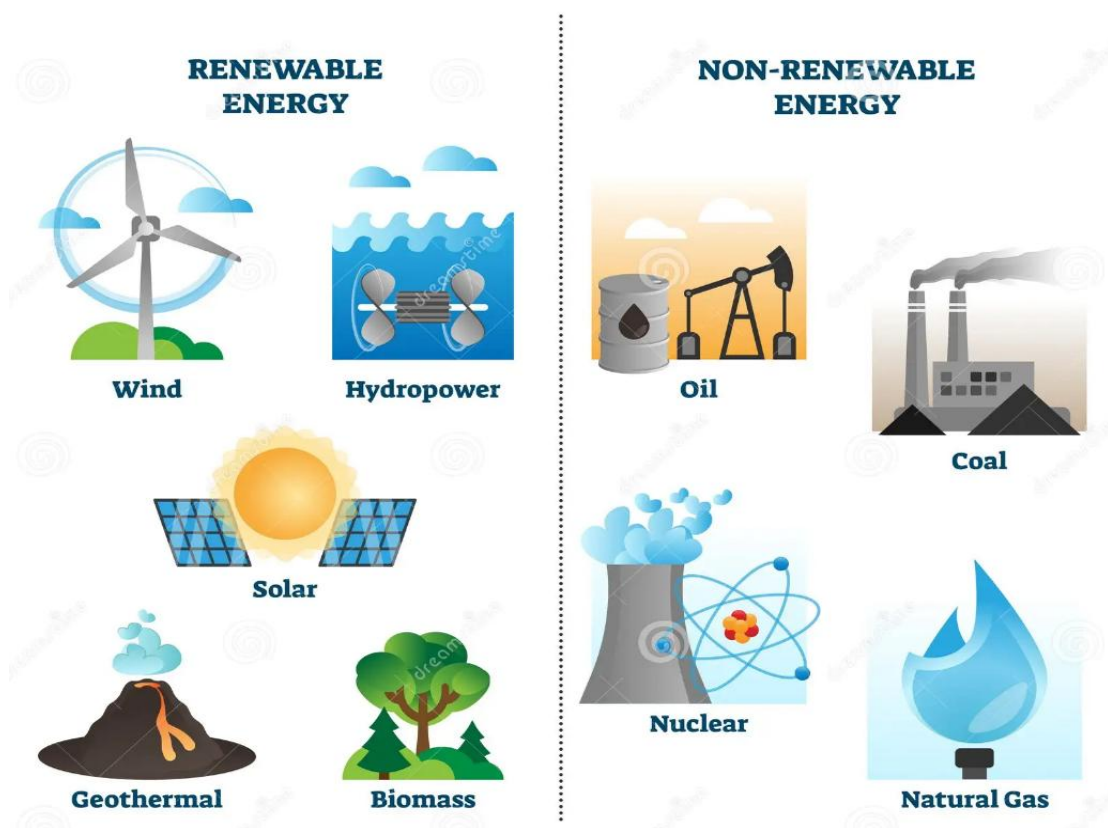
Ушбу назарияга кўра, қазилма ёқилғи ишлаб чиқариш динамикаси **қўнғироқсимон эгри чизик** шаклида бўлади. Бунда ишлаб чиқариш дастлаб секинлик билан ўсади, кейин технология асосий ҳаракатлантирувчи кучга айланганида ишлаб чиқариш кескин равишда энг юқори нуқтага чиқади. Шундан сўнг эса ишлаб чиқариш ўсиб бораётган истеъмолга қарши

курашишга мажбур бўлади, маълум бир барқарорлик босқичига етади ва кейин қазиб олиш харажатларининг ортиши туфайли пасая бошлайди. Пасайиш дастлаб секин кечади, кейин эса тезлашади.



1.4-расм. “Нефть чўққиси” назариясининг тасвири

Халқаро энергетика агентлигининг маълумот беришига қараганда жаҳондаги энг катта 48 та нефть таъминотчиларидан 33 тасида энергия ишлаб чиқариш ҳолати пасайгани маълум. Нефть чўққиси билан бирга кўмир чўққиси ҳам, газ чўққиси ҳам, уран чўққиси ҳам бор (1.4-расм). Барча манбаларнинг сўнгги захиралари қолган ва доимий давом этмайди. Хўш қуёш энергиясидан қандай фойдаланамиз? Бу ҳақда ўйлайдиган бўлсак, атрофимизда қанча турдаги Қуёшга боғлиқ бўлган манбалар бор ва қанчаси Қуёш таъсирида ишлайди. Булар 1.5 - расмда тасвирланган.

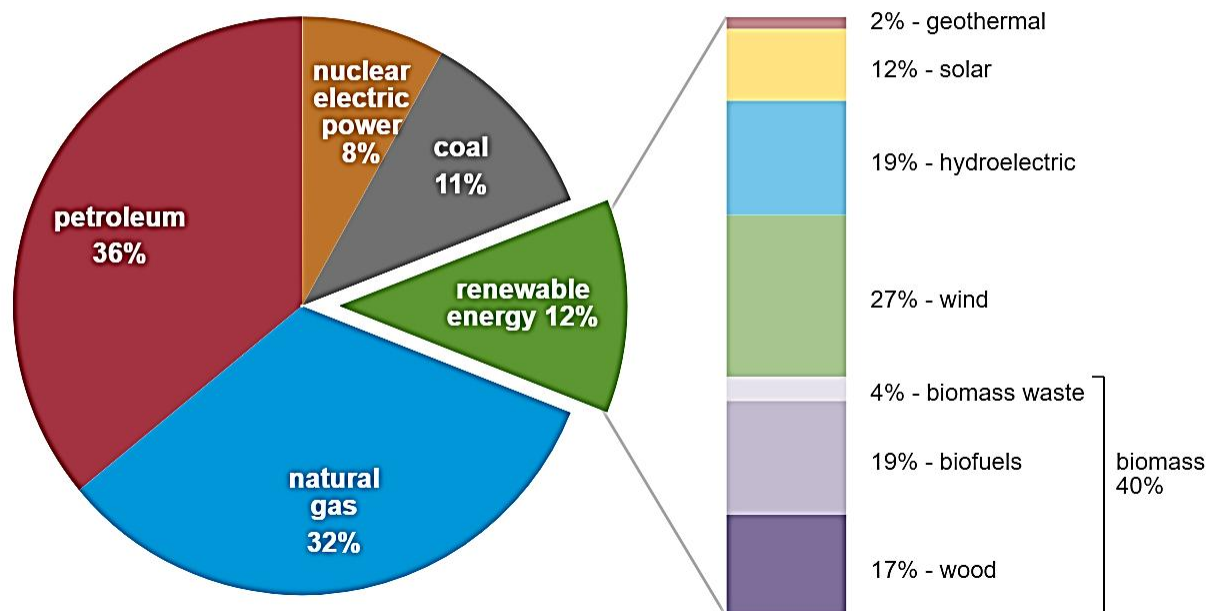


1.5 - расм. Энергия манбалари.

АҚШ энергия таъминотига қаранг – Ғарбий Европадаги давлатларда вазият шундай. АҚШ нинг энергия таъминотига қарайдиган бўлсак (1.6 - расм) ҳозирги вақтда асосий энергия қазилма ёқилғилардан олинади. Бу эса углероднинг интенсив иқтисоди, яъни углерод казиб оладиган бошқа мамлакатлардан асосан яқин Шарқдан импорт қилиш кўзда ттилган. Афсуски бу АҚШ ни нефть сотиб олиш бўйича бошқа мамликатларга боғлиқ қилиб кўяди – сиёсий жиҳатдан яхши ҳолат эмас. Кейин гидроэнергияни кўришимиз мумкин – Американинг 7 % атрофидаги электр энергиясини таъминлайди. Электр энергиясини катта сарфлайдиган алюминий печлари каби нарсалар асосан гидроэлектр станция яқинига қурилган, шунинг учун улар нисбатан арзонроқ энергия ишлаб чиқаради. Ниҳоят “бошқа” лари америка электр энергиясини шлаб чиқаришнинг 5 % ини ташкил этади.

total = 97.33 quadrillion
British thermal units (Btu)

total = 12.16 quadrillion Btu



1.6 - расм. Америка Қўшма Штатлар энергия манбаси тақсимооти.

“Бошқа” ларига қуёш энергияси, шамол энергияси, тўлқин энергияси, сувларнинг кўтарилиши ва тушиши ҳисобидан олинadиган энергиялар кабилар киради. Бу сектор қазилма ёқилғиларни тежаш, сарфини барқарорлаштириш мақсадида оширишимиз керак бўлган сектор. Қуёш энергиясидан қандай фойдаланишимиз мумкин? Бу ҳақда ўйлайдиган бўлсак, Қуёшдан келаётган барча энергия бир нуқтадан бошқа нуқтага тўғридан-тўғри ёки билвосита узатилади.

Қуёш энергияси – қуёш қувватидан таъминладиган кўпчилик қурилмалар Қуёш энергиясини тўғридан тўғри йиғади ва фойдаланади ҳамда уни бирор фойдали энергия турига айлантириши мумкин. Қурилмалар Қуёш энергиясини ўзида тўплайди ва тўғридан-тўғри фойдали энергия манбасига айлантиради.

Шамол энергияси – қуёш берадиган иссиқлик бизнинг атмосферамизда конвектив оқимларни ҳосил қилади, бу оқимлар катта ва кичик босимли соҳалар орасида градиент бўлиши аниқдир. Ҳавонинг бир жойдан бошқа жойга кўчиб юриши шамол ҳосил қилади ва катта шамол генераторларидан

фойдаланиб Қуёш энергиясини олишга ва уни электр энергияга айлантиришимиз мумкин.

Гидроэнергия – қуёш гидрологик циклни амалга оширади, яъни сув буғланиб осмонга кўтарилади ва ёмғир кўринишидаги ёғингарчилик билан ерга қайтиб тушади. Бунинг маъноси сувнинг денгиз сатҳидан ернинг баландроқ сатҳига кўтарилиши билан тушунтирилади! Баланд жойларда тўғон ҳосил қилиб сувни тўпласак, уни турбиналар орқали тушириш билан сувнинг гравитацион потенциал энергиясини электр энергиясига айлантиришимиз мумкин.

Биомасса – қазилма ёқилғиларни тежаш учун биз унинг ўрнини босадиган ҳосил етиштиришимиз мумкин. Дарахтлар биомассадир, улар ёқиб ишлатиладиган ўрмон ҳосил қилади. Шакарқамишни ҳам етиштира бўлади ва уни био-этанолга айлантириш мумкин, улар ички ёнув двигателларида бензин ўрнида ишлатилади. Етиштирилладиган барча ўсимликлар Қуёш таъсирида ўсади, шундай экан улар ҳам Қуёш энергияси маҳсули ҳисобланади.

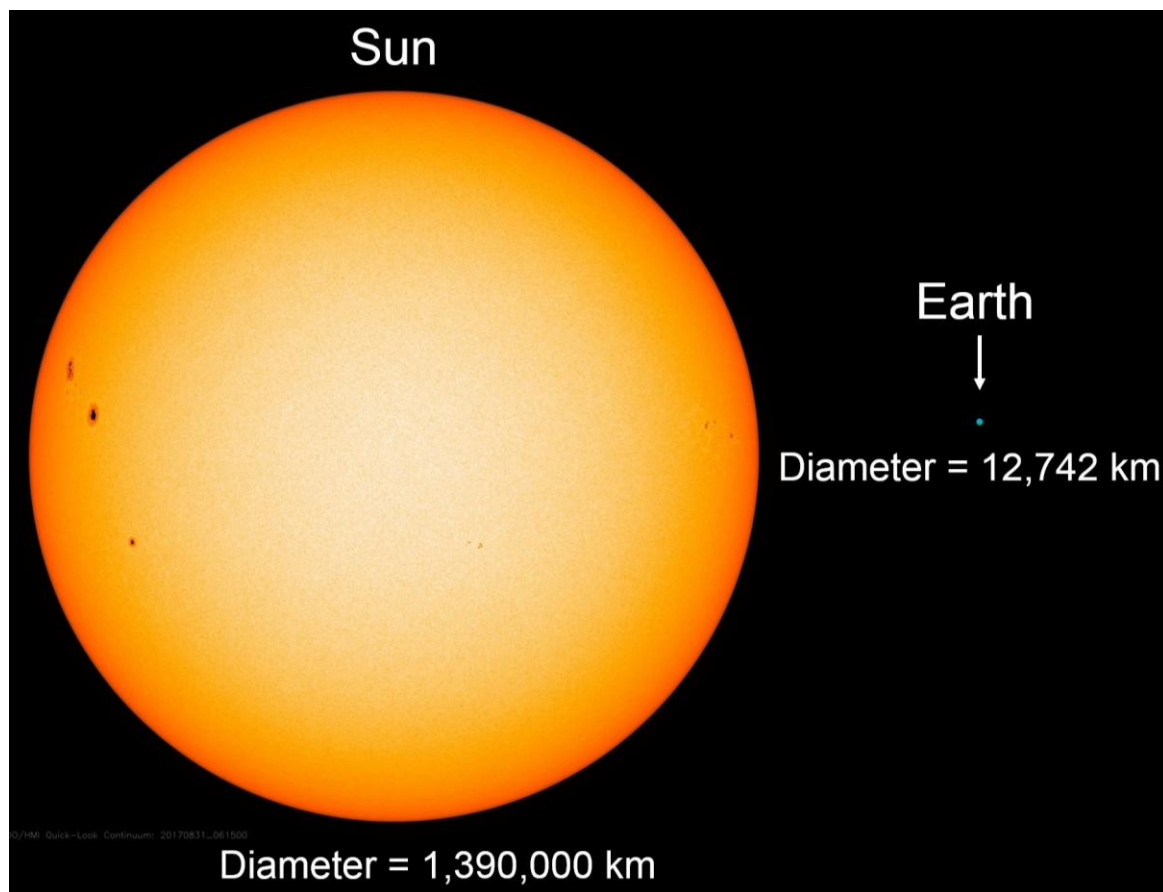
§1.1. Қуёш энергиясининг физик асослари

Қуёш биздан $92.25 \cdot 10^6$ мил узоқликда, ёки метрларда $149,6 \cdot 10^6$ км нарида (1.7- расм). Бундай катта масофани тасаввур қилиш учун секундига 299792458 метр босиб ўтадиган ёруғликни олиб қарайдиган бўлсак, у бизга етиб келиши учун 8,31 минут керак бўлади. Америкадан учиб ўтаётган самолёт мисолида ҳаёлий тажриба қилиб кўришингиз мумкин. У соатига 500 миль тезлик билан ҳаракатланса, тўрт соат керак бўлади. Агар сиз ёруғлик тезлигида ҳаракатлансангиз Ер атрофида экватор бўйлаб секундига етти ярим маротаба айланасиз. Энди шундай тезликда 8,31 минут ҳаракатлансангиз қанчалик узоқ масофага боришингизни тасаввур қилишингиз мумкин.

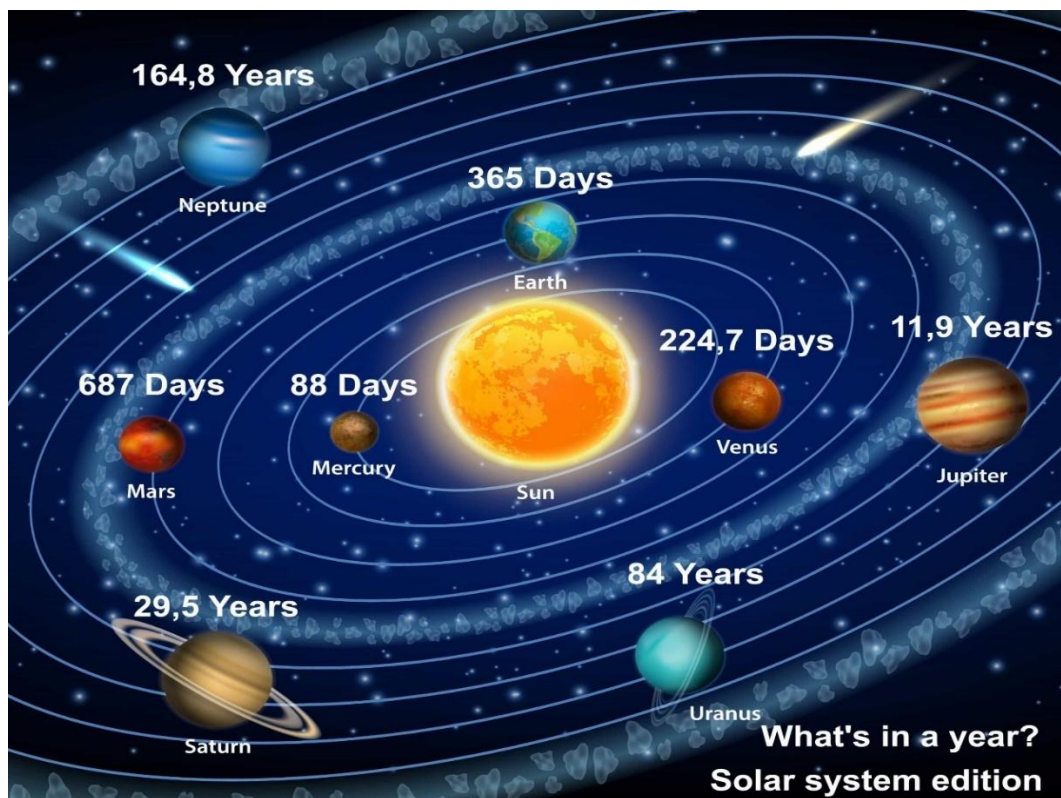
У нафақат узоқда, балки у жуда ҳам улкандир. Унинг диаметри 864950 мил; агар сиз метрли стандартда ишлайдиган бўлсангиз у 1392 миллион км га тенг бўлади.

Қуёш жуда узоқда бўлганлиги билан – у ўта катта! Сиз бизгача нисбатан кам энергия етиб келади деб ўйлашингиз мумкин, аслида бизгача етиб келаётган қуёш нурланиш энергиясининг миқдори йиллик глобал энергия сарфидан 10000 марта катта. Йилига бир квадрат метрга ўртача 1700 кВт·соат Қуёш энергияси тушади.

Ер сиртини бир мил қалинликда қора суюқлик қатлам билан иситиш учун қопласак, биз Ер сиртига тушаётган энергияни тўпловчи манбага эга бўламиз дэган ғоя энди бемаъни эмасдек туюлади. Қуёш энергияси Ергача етиб келганида уни ўраб турган атмосферада 19 % ютилади ва яна 35 % булутларда ютилади. Қуёш энергияси Ерни фақат давомий равишда қиздиради, бу сарфланишлар беҳуда йўқотилаётган энергияни фойдали энергияга айлантирувчи технологияни талаб қилади, яъни бунда биз бирор фойдали иш бажара олишимиз зарур.



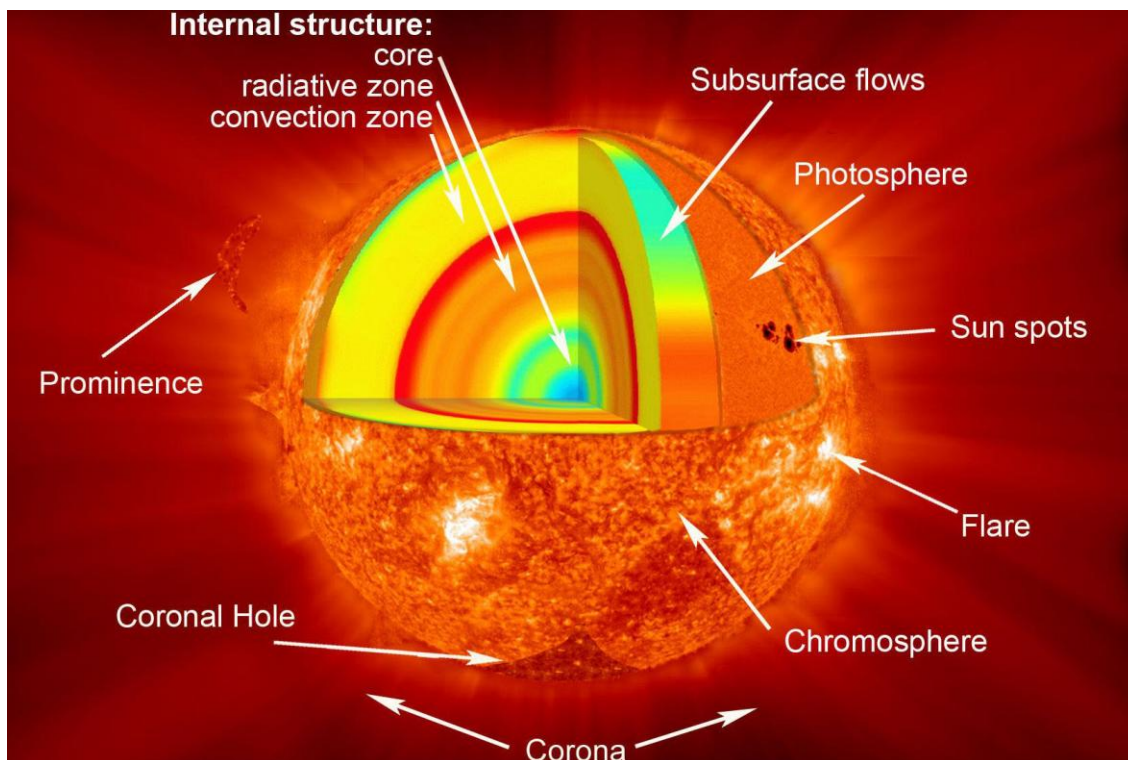
1.7-расм. Қуёш ўлчами



1.9- расм. Қуёшнинг тизими.

Қуёш самарали катта термо-ядро реактори ҳам ҳисобланади. Қуёшда ҳар сонияда, минутлар алмашиниши билан доимий равишда водород гелийга айланади. Қуёшни катта миқдордаги термоядро реакцияси таъсиридан портлаб кетмаслигига нима тўсқинлик қилади? – оддий гравитация кучлари! Қуёш ичида кечаётган комплекс реакциялар натижасида тарқатувчи кучлар ва ғоятда катта ўлчамдаги модда миқдори туфайли ҳосил бўладиган гравитация кучлари орасидаги доимий жанг натижасида турғун бўлади.

Қуёш ичидаги барча атомлар катта миқдордаги ичкарига “сиқилиши” натижасида бир-бирига тортилган бўлади. Айни пайтда ядро реакцияси таъсирида ҳосил бўлган иссиқлик ва энергия барча нарсаларни ташқарига чиқаришга ҳаракат қилади. Бизнинг бахтимизга улар мувозанатда бўлади ва натижада Қуёш доимий қолади. Қуёшнинг тузилиши 1.9- расмда келтирилган – унда нималар борлигини тушунтириб ўтамиз. Қуёш марказидан бошлаб ядро, радиоактив зона, конвектив зона, фотосфера, хромосфера ва тожлар бор



1.9- расм. Қуёшнинг тузилиши (НАСА тасвири).

Қуёшнинг ядроси иккита хоссага эга, биринчидан ядро реакцияси учун қулай шароит яратади – ишониб бўлмайдиган 15 миллион градус цельсий ҳароратга эга, иккинчидан ишониб бўлмайдиган катта босим. Шунинг учун у ерда термо-ядро реакцияси амалга ошади.

Ядро реакциясида тўртта водород ядроси парчаланиб битта гелий ядросини ҳосил қилади. Бу жараёндан иккита натижа олинади – гамма нурлар яъни катта энергияли фотонлар ва нейтронлар, улардан бири коинотга маълум зарядга ва массага эга бўлмаган зарралар.

Радиактив зона – ядродан кейингиси радиактив зона. Зонанинг бундай аталишига сабаб, у радиация чиқаради. У озроқ совуқ, радиактив зонада ҳарорат 15 миллиондан 1 миллион градус цельсий оралиғида бўлади (ҳаттоки бундай ҳароратни ҳам термометр билан ўлчашни ҳоҳламайман). Радиактив зонада нима асосан қизиқ, бу зонадан кейинги зонага фотонларнинг ўтиши учун миллион йиллар керак бўлади, шунинг учун ҳам у конвектив зона деб аталади!

Конвектив зона – бу зона бошқача, бу ерда фотонлар конвекция туфайли ҳаракатланади – юқори синф физикасини эслайдиган бўлсангиз конвекция ҳажмининг пастроқ ҳарорат ва камроқ босим бўлган томонига қараб ҳосил бўлади. Бу зонанинг радиацион зона билан чегарасида миллион градус фарк бор. Цельсий ҳисобида ташқи қисмда ҳарорат атиги 6000 °C бўлади (сиз асбест кўлқопда термометрни ушлаб туришни ҳоҳламайсизми энди).

Фотосфера – кейинги соҳа фотосфера деб номланади. У қуёшнинг кўришиб турадиган ёруғ қисми, чунки у ерда кўринувчи нурлар пайдо бўлади. Фотосферанинг ҳарорати 5500 °C, бу ҳам улкан ҳарорат. Қуёшга нисбатан бу қатлам юпқа бўлгани билан унинг қалинлиги 300 мил.

Хромосфера – хромосферани бир неча минг мил қалинликдаги туманлик ташкил этади, у ерда ҳарорат 6000 °C дан 50000 °C га ўзгариб туради. Бу соҳа кўринадиган спектр соҳасидаги қизил нурланишни чиқарувчи уйғонган водород атомлари билан тўлган.

Тож – тож Қуёш атмосферасининг космосга миллионлаб мил масофага тортилиб туриши. Бу ерда ҳарорат жуда иссиқ бўлади, яъни миллион градус цельсий атрофида. Қуёш сиртининг айрим хусусиятларини 1.8 - расмда кўриш мумкин, лекин улар кейинги қисмдаги 1.9 - расмда батафсил таърифланган.

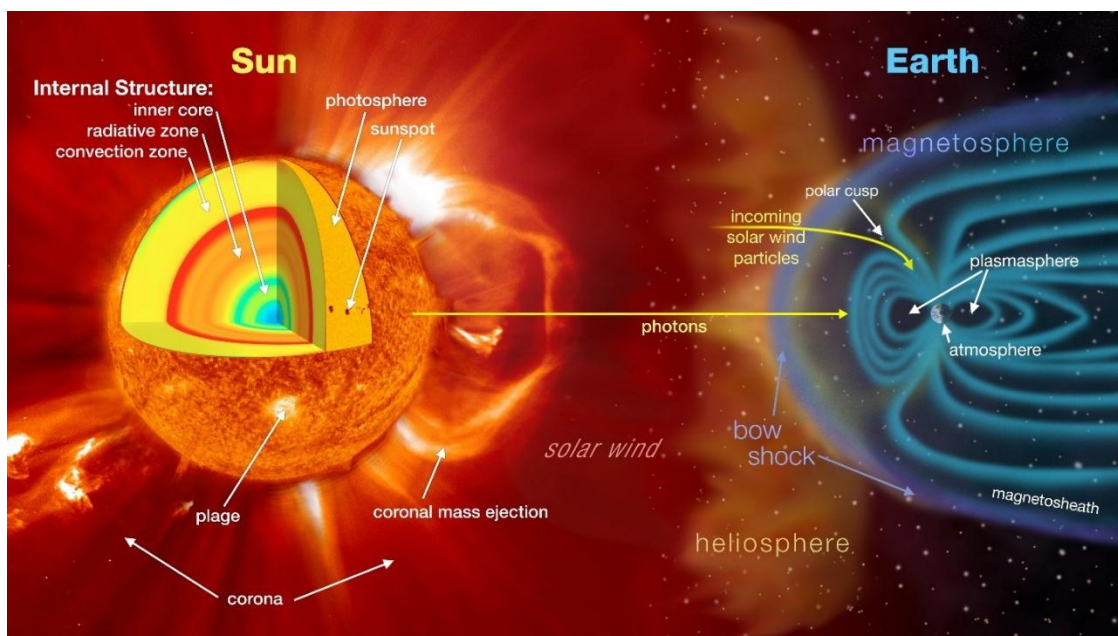
Қуёшнинг хусусиятлари. Қуёшнинг ички тузилишини кўриб чиқдик, бизга Қуёш сиртида ва тожда нима жараёнлар кечаётганлигини билиш қизиқ.

Қуёшнинг магнит майдонлари бор жойларда тож коваклари пайдо бўлади. Қуёш протуберанецлари космосга катта миқдордаги тож материалларини ажратиб чиқариб юборади. Магнит халқалар протуберанецларни фозода тутиб қолади. Қуёш сиртидан чиқувчи тожнинг ручкасимон қутбли проекцияси жуда кичик.

Ер ва қуёш. Қуёшда содир бўладиган ҳодисалар билан танишиб чиқдик, энди ундан кейин Қуёш энергиясини космос орқали Ер орбитасига қандай етиб келишини кўриб чиқамиз.

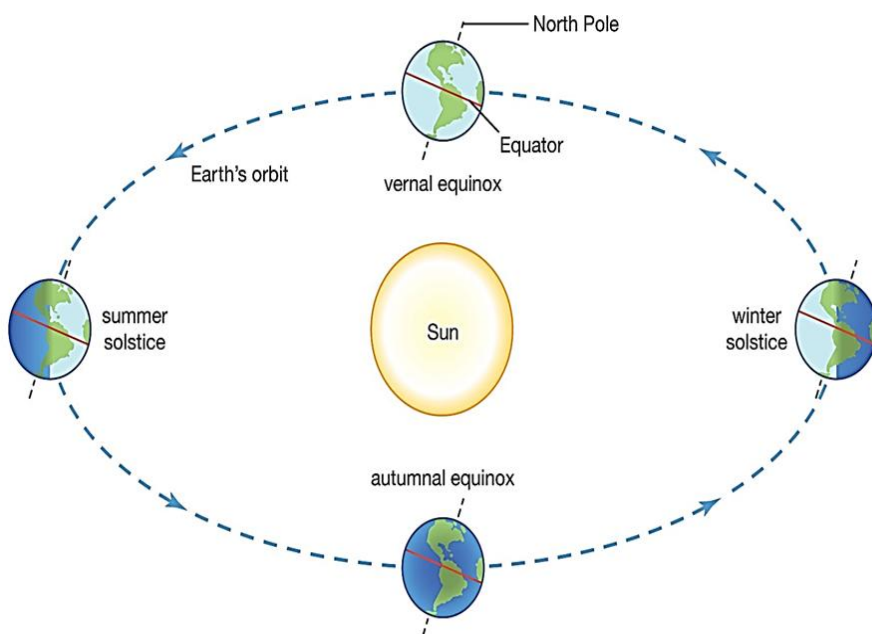
Ер атмосфераси ташқарисидаги фазонинг исталган нуқтасида Қуёш томонидан бериладиган нурланиш (инсоляция) деярли турғун бўлади. Ер сиртида эса вазият қуйидаги ҳолатларга кўра ўзгаради:

- Ернинг фазодаги ҳолатининг ўзгариши,
- Ернинг айланиши,
- Ер атмосфераси (газлар, булутлар ва чанглар).



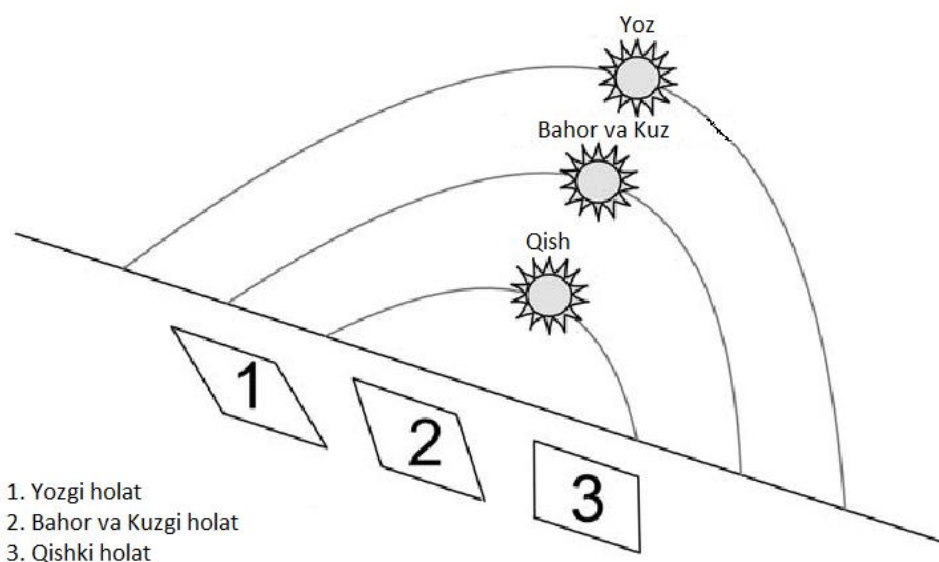
1.10 - расм. Қуёш юзасида кузатиладиган ҳодисалар

Атмосферадаги газлар нисбатан турғун. Охирги йилларда ҳавонинг зарарланиши туфайли глобал ёритилиш камайиши кузатилмоқда, атмосферадаги қаттиқ аралашмалар, қазилма ёқилғилар чиқиндилари Қуёш энергиясини Ергача етиб келишини камайишига сабаб бўлмоқда.



1.10 - расм. Қуёш ва фасллар

Булутлар анча ҳаракатчан ва Ерда жойдан-жойга кўчиб қия соялар бериб туради. Ер ва унинг орбитаси ҳақида тасаввур қилсак, биз Ер ўз ўқи атрофида айланишида Қуёшга нисбатан қия жойлашганини кўришимиз мумкин. Ер ўзгармас тезлик билан айланади, Ер орбитасининг шундай нуқталари топилиши мумкинки, унинг айрим қисмлари кўпроқ ёритилиши мумкин ва аксинча, чунки Ер фазода жойлашган. Ернинг ўша қисми кун давомида Қуёшга яқинроқ бўлади. Бу эса фасллар бўлишининг сабабидир – жараён 1.10 - расмда тасвирланган.



1. Yozgi holat
2. Bahor va Kuzgi holat
3. Qishki holat

1.11 - расм. Йилнинг турли вақтларига нисбатан Қуёш вазиятининг ўзгариши

Қуёш осмоннинг ҳар хил жойларида кўринадигандек бўлганлиги учун Қуёш қурилмамизни уни кузатадиган қилишимиз керак. 1.11- расмда ясси коллекторни йилнинг турли вақтларида энергиядан самарали фойдаланиш учун Қуёшнинг вазиятига қараб қандай ўрнатиш кераклиги тасвирланган.

§1.2. Қуёш энергиясини ўлчовчи асбоб ускуналар

Қуёш нурланишини ўлчаш асбоблари турли соҳаларда ва турли мақсадларда қўлланилади. Улар ер юзасига ёки маълум бир объектга тушувчи қуёш нурланишининг миқдорини аниқлашга ёрдам беради. Қуйида ушбу ўлчов асбобларидан кенгроқ фойдаланиш мумкин бўлган соҳалар ва зарурати келтирилган:

1. Метеорология ва иқлимшунослик: қуёш нурланишини ўлчаш об-ҳаво шароитларини тушуниш ва башорат қилиш, шунингдек, ердаги иқлим ўзгаришини ўрганиш учун муҳимдир.

2. Қуёш энергияси: потенциал самарадорликни ҳисоблаш ва қуёш фотоэлектр станциялари ва қуёш коллекторларини жойлаштиришни режалаштириш учун қизиқиш минтақасида қуёш нурланишининг даражасини аниқ билиш керак.

3. Қишлоқ хўжалиги: қуёш нурлари даражасини билиш агрономлар ва фермерларга маълум бир ҳудудда етиштириш учун энг мос екинларни аниқлашга, шунингдек қишлоқ хўжалиги ишларини режалаштиришга ёрдам беради.

4. Илмий тадқиқотлар: экология, биология ва бошқа илмий фанлар соҳасида қуёш нурланишини ўлчаш ёрдамида қуёш нурларининг турли экотизимлар ва тирик организмларга таъсирини ўрганиш мумкин.

5. Қурилиш ва архитектура: бино ва иншоотларни лойиҳалаш учун, айниқса табиий ёритиш ва энергия тежайдиган технологиялардан фойдаланишни ҳисобга олган ҳолда, йилнинг турли даврларида қуёш нурларининг интенсивлиги ва тарқалишини ҳисобга олиш керак.

Қуёш нурланишини ўлчаш асбоблари ҳар хил бўлиши мумкин, шу жумладан пиргелиометрлар (тўғридан-тўғри қуёш нурланишини ўлчаш учун), пирометрлар (умумий қуёш нурланишини ўлчаш учун) ва фотометрлар (маълум диапазонларда ёруғлик интенсивлигини ўлчаш учун). Ушбу қурилмалар инсон фаолиятининг кўплаб соҳаларида ишлатилиши мумкин бўлган аниқ маълумотларни тақдим этади.

Пергелиометр. Пиргелиометр-бу унга перпендикуляр бўлган сиртга тушадиган қуёш нурланишининг миқдорини ўлчайдиган қурилма. Унинг ишлаш принципи иссиқлик миқдорини ўлчашга асосланган, шунинг учун қурилма Зеебек эффекти орқали ҳарорат фарқига асосланган электр қучланишини яратадиган термал батареяларга асосланган. Пиргелиометрнинг пиранометрдан фарқи шундаки, у тарқоқ нурни эмас, балки тўғридан-тўғри нурни ўлчайди.



1.12 – расм. Замонавий пергелиометр

Қуёш радиацияси бирлик майдонига тушадиган вақт бирлигига энергия миқдори бўйича ўлчанади. Унинг интенсивлиги кўплаб ўзгарувчиларга боғлиқ-биринчи навбатда, ўлчов жойига, шунингдек, ёруғлик кирадиган атмосферага боғлиқ.

Ўртача ердаги қуёш радиацияси квадрат метр учун 1366 ваттни ташкил қилади. Ўлчовлар аниқ бўлиши учун пиргелиометр тўғридан-тўғри қуёш нури манбасига йўналтирилиши керак ва у одатда ёритгич орқасида ҳаракатланадиган кузатув мосламасига ўрнатилади.

Ишлаш принципи. Термал батарея қуёш нурини электр энергиясига айлантириш қобилиятига эга. Кейинчалик қучланиш қуёш нурланишининг стандарт ўлчов бирликларига айланади-яъни квадрат метр учун ваттда. Бу тарқоқ бўлмаган, тўғридан-тўғри ёруғлик ишлатилади; нурлар Сайёра атмосферасидан ўтгандан кейин доимо пайдо бўладиган тарқоқ нурни ўрганиш ва ўлчаш учун пиранометр ишлатилади.

Термал батареяни айлантириш учун Зеебек эффекти ишлатилади, бу ҳарорат фарқи асосида қучланиш ҳосил қилиш имконини беради, шунинг учун термал батареянинг бир металл учи ҳар доим қуёшга қарайди, иккинчиси эса сояланади, бунинг натижасида улар бошқача қизийди. Қуёш радиацияси қанчалик юқори бўлса, қучланиш шунчалик юқори бўлади, бу мутахассисларга нисбатан аниқ натижаларни олиш имконини беради.

Асосий турлари. Россияда 1896 йилда яратилган Ангестрем пиргелиометридан фойдаланилади. Унда қорайган манганин плиталари ва улар билан боғлиқ термоджупт ишлатилади, плиталардан бири normal иситилади, иккинчиси эса электр токидан. Ҳарорат тенг экан, ҳеч қандай қучланиш бўлмайди ва қуёш нурланиши ҳароратни тенглаштириш учун иккинчи пластинкага ўтказилиши керак бўлган оқим миқдори билан белгиланади.

АҚШда Шулгин томонидан такомиллаштирилган Чарлз Абботт пиргелиометри энг кенг тарқалган. У сув оқими билан ювилган қорайган камерадан фойдаланади. Қуёш нури тушмайдиган иккинчи камера электр энергияси билан иситилади, шунда ундан чиқадиган сув ҳарорати бўйича биринчи камерадан чиқадиган сувга тенг бўлади. Ўрнатилган термоджуптлар оқим ҳароратини тенглаштириш учун қанча электр энергияси кераклигини ўлчайди ва шунга асосланиб, тадқиқотчилар қуёш нурланишининг интенсивлигини ҳисоблашлари мумкин.

Фойдаланиш соҳалари. Қурилма илмий тадқиқотлар учун ишлатилади - хусусан, маълум вақт ичида чиқадиган қуёш нурланишидаги ўзгаришларни ўрганиш учун ишлатилиши мумкин. Енди у муқобил "яшил" энергия соҳасида

ҳам талабга эга, чунки у қуёш панелларини ўрнатиш учун мақбул жойларни аниқлаш учун ишлатилади. Пиргелиометр томонидан ўтказилган ўлчовлар асосида ўртача радиация даражасининг махсус хариталари тузилади, улар енг яхши ўрнатиш жойларини топиш учун ишлатилади.

Актинометр. Актинометр-бу қуёш нурланишининг иссиқлик қувватини ўлчовчи қурилма. Актинометрлар метеорологияда пиранометрлар, пиргелиометрлар ва тоза радиометрлар сифатида қуёш нурланишини ўлчаш учун ишлатилади. Актинометр 1825 йилда Жон Херсчел томонидан ихтиро қилинган.



1.13-расм. ПЕЛЕНГ-СФ 12 актинометри

Актинометр-бу бутун ёки вақт бирлигидаги нурдаги фотонлар сонини аниқлайдиган кимёвий тизим ёки физик қурилма. Ушбу ном одатда ултрабинафша ва кўринадиган тўлқин узунлиги диапазонларида ишлатиладиган қурилмаларга қўлланилади. Масалан, темир (III) оксалат эритмалари кимёвий актинометр сифатида ишлатилиши мумкин, болометрлар, термоэлементлар ва фотодиодлар аниқланган фотонлар сони

билан ўзаро боғлиқ бўлиши мумкин бўлган кўрсаткичларни берадиган физик қурилмалардир.

Фойдаланиш мақсади. “Пеленг СФ-12” актинометри қуёш нурланишининг давомийлигини ўлчаш учун мўлжалланган бўлиб, у тўғридан-тўғри қуёш нурланишининг номинал чэгара даражасидан 120 W/m^2 дан юқори бўлган вақт сифатида аниқланади.

Аналог чиқиш версияси. Актинометрнинг аналог чиқиши электрон саккиз каналли блокнинг киришига киради, рақамли шаклга айлантирилади, ушбу блокнинг дисплейига чиқарилади ва шу билан бирга сигнал RS-485 интерфейси орқали компьютерга келади. Компьютердаги маълумотлар “Пеленг Метео” дастури ёрдамида кўрсатилади.

Рақамли чиқиш версияси. RS-485 интерфейси орқали актинометрнинг рақамли чиқиши тўғридан-тўғри компьютерга келади, кейин маълумотлар Пеленг Метео дастури ёрдамида қайта ишланади ва кўрсатилади.

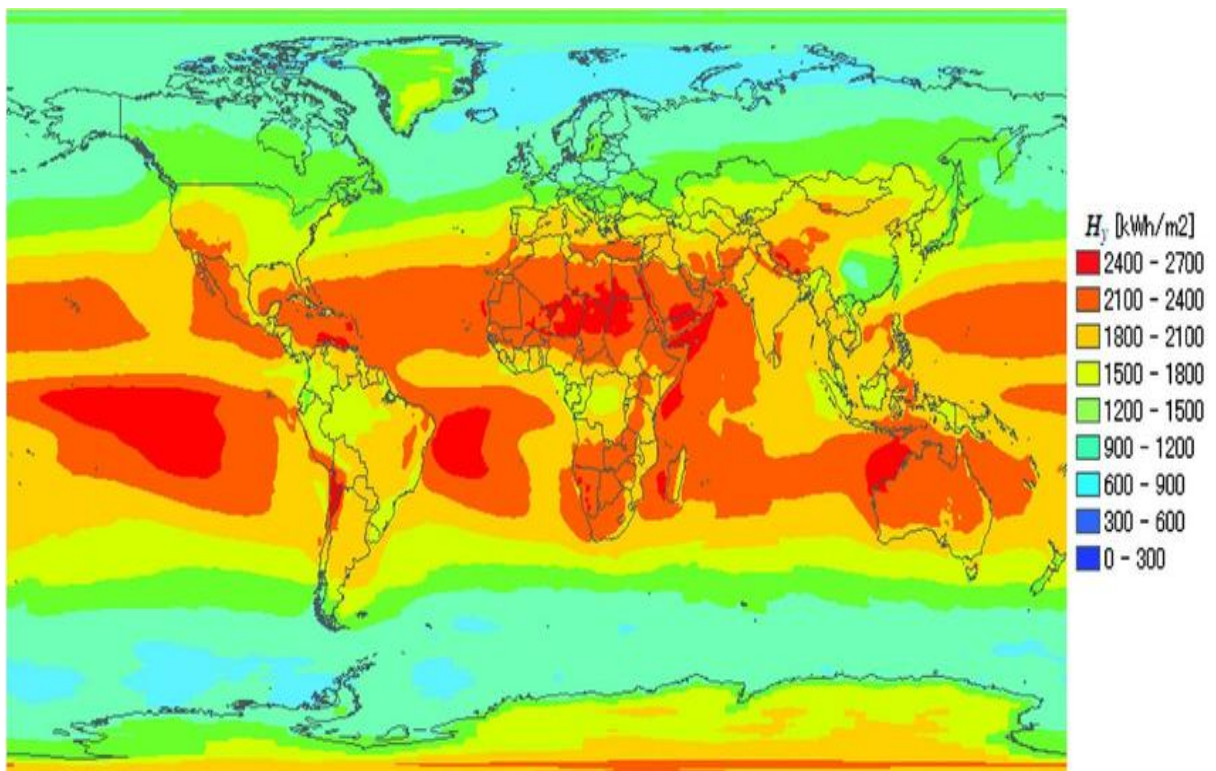
Актинометрлар нурланиш энергиясининг интенсивлигини ўлчовчи асбоблардир. Аксарият актинометрлар нурий энергияни иссиқлик энергиясига айлантиришда иссиқлик эффектини ўлчаш принципига асосланади. Нурланиш энергия микдори нурлар йўналишига перпендикуляр жойлашган тарзда 1 дақиқада 1 см^2 сирт билан сўрилган кичик калорияларда ифодаланади ($\text{кал} / \text{см}^2 \cdot \text{мин}$).

Қуёш нурланишининг ер атмосферасига киришидан олдинги интенсивлиги қуёш доимийси деб аталади. Қуёшнинг нурли энергиясининг ер юзасига етиб борадиган қисми (тўғридан-тўғри қуёш нурланиши), қуёш нурланишининг атмосферага тарқалгандан кейин тушадиган қисми (тарқок нурланиш) билан биргаликда умумий қуёш нурланишини ташкил қилади. Ер юзасидан акс еттирилган нурланишнинг бир қисми акс еттирилган деб аталади.

§1.3. Қуёш энергиясининг нурланиш спектри

Қадим замонлардан бошлаб қуёш энергиясидан ўз мақсадлари учун инсонлар фойдаланиб келишган. Бизнинг эрамиздан олдин 212 йилларда бир жойга жамланган қуёш нурлари ёрдамида ибодатхоналар олдида қутлуғ олов хосил қилганлар. Айтишларича буюк грек олими Архимед ўзи туғилган Сиракуза шаҳрини химоя қилишда Рим флоти Кейжа (парусларини) елкаларини худди шу усулда ёниб кетишига сабаб бўлган қуёш нурлари оқими куввати ер атмосфераси юқори чەгарасида $1,78 \cdot 10^{17}$ Вт сатҳ қилишда эса $1,2 \cdot 10^{17}$ Вт ташкил қилади.

Қуёш радиацияси оқими Ер шарида тақсимланиши нихоятда нотекисдир. Қуёш энергияси миқдори 1 м^2 ер юзасига бир йил мобайнида 3000 МДж/м^2 дан шимолий районларда ва 8000 МДж/м^2 гача иссиқлик жанубий районларда тақсимланади (1.14-расм).



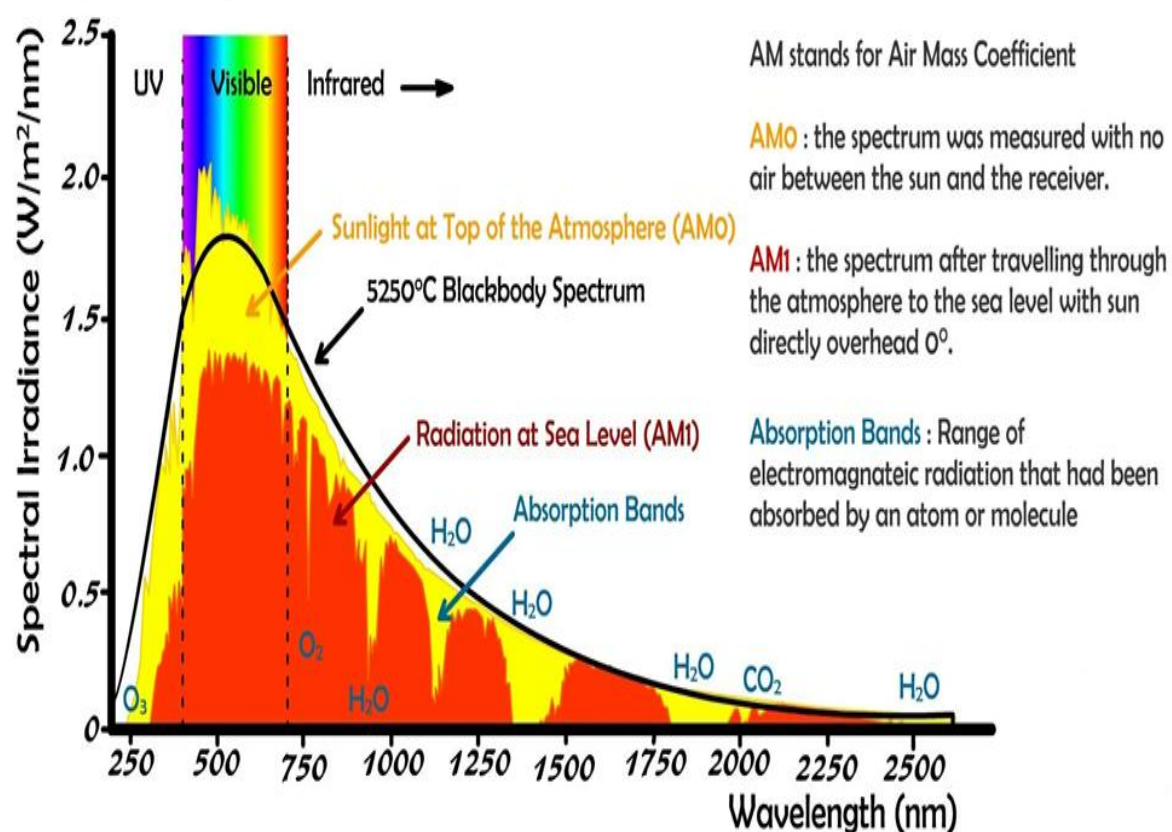
1.14-расм. Қуёш радиацияси оқими ер шарида турли районларда тақсимланиши (МДж/м^2 йилига).

Қуёш энергияси оқими зичлиги Q_0 атмосферанинг юқори чەгарасида нурларга перпендикуляр юзага 1353 Вт/м^2 га тенг бўлиб, уни қуёш доимийси ўртача энергия миқдорини E_0 1 соатда 1 м^2 юзага $4871 \text{ кДж/с} \cdot \text{м}^2$ бўлиши

анақланган. Қуёш нурлари оқими ўртача йиллик зичлиги $210\text{--}250\text{ Вт/м}^2$ субтропик ва чўл ўлкаларида ва $130\text{--}220\text{ Вт/м}^2$ Марказий Россия зонасига тўғри келади. Қуёш энергияси тик зичлиги 1 кВт/м^2 га етади. 1.15-расмда қуёш нурларининг у тўғри тақсимланиш спектори атмосферанинг юқорига чэгарасида ва қуёш нурлари атмосфера юқори чэгараси хамда денгиз сатхига нисбатан кўрсатилган.

Ер атмосфераси юқори чэгарасида қуёш нурлари абсолют қора жисмнинг 5900 К температурада нур сочишига тўғри келади ва ултрабинафша нурланиш хисобланиб (тўлқин узунлиги $\lambda=0,2\text{--}0,4\text{ мкм}$), кўринаётган ёруғлик $\lambda=0,4\text{--}0,78\text{ мкм}$ ва инфра қизил нурларидан (улар узун тўлқинга) иборат бўлади. қуёш нурларининг максимум тезкорлиги (тезлашиши) $0,5\text{ мкм}$ тўлқин узунлиги интенсив тўғри келади.

Irradiance is the energy of sunlight



1.15-

расм. Атмосферадан ташқарида қуёш нурланиш тўғри таъсир этиш.

Қуёш нурларининг Ер атмосферасидан ўтишида бир қисми атрофга тарқалади ва ҳавонинг осон ва сув буғлари молекулаларига ютилади. Ҳамда чанг зарраларига ҳам сарфланади. Бу тўғри тушаётган қўёш нурлари кучини сусайтириб диффузияланган (тарқаладиган) нурланишга олиб келади. Қуёш энергиясининг бир қисми газлашган зарраларга ютилиб ва тарқалиб космик барқарорликка қайтиб кетади.

Диффуз (тарқалган) нурлар кўринишида Қуёш энергиясининг асосий оқими Ер юзасига етиб боради, умумий оқимда қуёш радиацияси тушишида тарқалган нурлар миқдори географик ва иқлим омилларига боғлиқ ва йил давомида ўзгариб туради. Масалан, Киевда унинг катталиги 0,39 июл ойида, 0,75 декабрда. Москвада 0,54-0,8; Тошкентда эса 0,19-0,5; Ашхабодда 0,3-0,5.

Қуёш энергияси потенциалини 1 м^2 горизонтал юзага тушаётган қуёш радиациясининг ўртача йиллик катталиги билан характерлаш мумкин. МХД майдонларида қуёш нурланиш йиллик оқими кенг миқёсда ўзгаради. 1 м^2 горизонтал юзага шимолий оролчаларда ва шимолий-шарқий Сибир ўлкасида йил давомида 550...830 кВт/с, Украина, Молдавия, Волга бўйи, Сибир ва узок шарқда 1100-1300 кВт/с, Кавказ орти ва Марказий Осиёда 1400-1600 кВт/с, Ўзбекистон чўл ҳудудларида 2000 кВт/с ва ундан ортиқ энергия тушади.

Йиллик қуёш нур сочиш соатлари сони Туркменистонда 3000, Ўзбекистон ва Тожикистонда 2815....2880, Қозоғистон ва Қирғизистонда 2575....2695, Арманистон, Грузия ва Озорбайжонда 2125...2520, Украина ва Молдавияда 2005....2080 га тенг (10.3-расм).

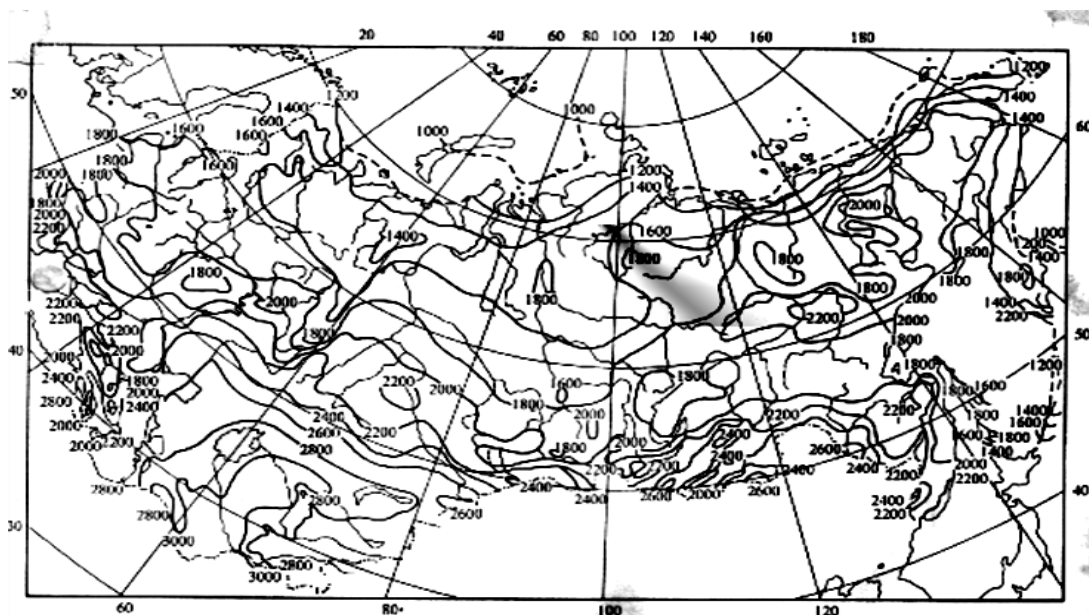
Марказий Осиёда қуёш нури ёруғлиги давомийлиги июн ойида 16 с, декабр ойида 8..10 с. бу ҳудудларда 300 қуёшли кун ҳисобланиб, қуёш ёруғлиги давомийлиги 2500..3100 с/йил, ёз ойларида 320...400 с/ой ни ташкил қилади. Қуёш энергияси нурлари тушушини очик кун давомида кузатилса, кун бошланишида ва охирида қуёш энргияси миқдори нурларга перпендикуляр текисликда катта эмас.

Қуёш чиқишидан бир соат кейин унинг энергияси $400 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{с}$ бўлади. Ярим кунда эса у максимал катталиқда бўлиб, $800 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{с}$ га этади (1.1-жадвал).

1.1-жадвал

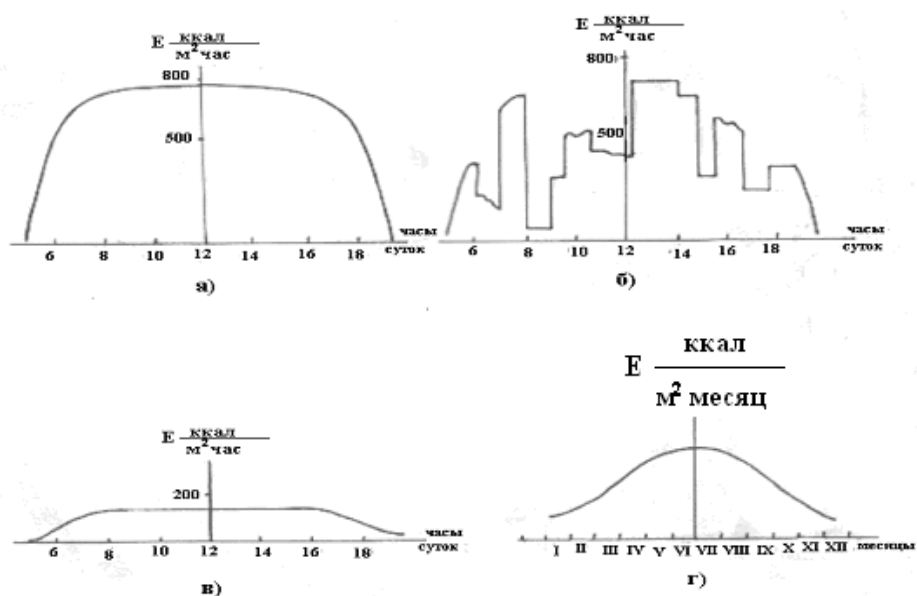
Йил ойлари	Сутка, Вт·ч/ ($\text{м}^2 \cdot \text{сут}$)	Соатлари, Вт·ч/($\text{м}^2 \cdot \text{ч}$)						
		12	11,13	10,14	9,15	8,16	7,17	6,18
Январ, декабр	2860	710	670	630	540	310	-	-
Феврал, ноябр	3245	750	740	690	605	460	-	-
Март, октябр	3920	780	770	730	670	650	320	-
Апрел, сентябр	4411	800	790	765	730	640	546	170
Май, август	4640	800	79+0	765	730	670	545	340
Июн, июл	4760	785	780	770	730	670	585	440

Қуёш нурланиш даражаси булутли кунларда I_p да нотекис ва кучсиз бўлади. Бундай кунларда қуёш энергияси тушиши катта камайиш зоналарига эга бўлиб қуёшни тўсадиган булутлар ўлчамига боғлиқ (1.16-расм).



1.16-расм. Қуёш нур таратиши, соат, йил давомида.

Тўлалигича булутли кунлари фақат диффуз (тарқоқ) қуёш нурланишидан фойдаланиш мумкин. Қуёш нурларининг тахминий график кўриниши бундай ҳолат учун 1.17 (в)-расмда бир текис, лекин радиациянинг абсолют кўрсаткичи кичик.



1.17-расм. Кун давомида қуёш радиацияси юзага перпендикуляр тушиши очик (а), ярим очик (б) кунда, булутли кундаги тарқоқ радиация (в) кунлик ва ойлик қуёш энергиясини тушиши (г).

Йиллик қуёш радиацияси кузатилиши 1.17.г-расмда берилган, бундан кўринадики қуёш энергияси тушиш характери нотекис бўлиб, уни чэгаравий

қийматини ва ундан фойдаланиш имкониятини кучайтиради. Гелиотехниканинг асосий вазифаларидан бири қуёш энергиясини аккумуляция (тўплаш) имкониятини кенгайтириш ҳисобланади.

§1.4. Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг иқтисодий, энергетик ва экологик аҳамияти

Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш аҳамияти баҳолаганда маълум маънода Ердаги органик ёқилғилар захирасининг тугалланишини, уларнинг барча жабҳаларда сарфлаш суръатларини ошириш ва шунинг билан бирга муқобил энергия манбаларини излаш заруратини, шунингдек, ёқилғи-энергетик ресурслар тежашнинг қаттиқ тартибини амалга оширишни ҳисобга олиш зарур.

Бир қатор илмий ва техник исботланган ва қандайдир даражада бу муаммони ечишнинг рақобатлашувчи йўналишлари мавжуд. Келажак нуқтаи назаридан, маълум ривожланиш босқичида ҳозир энг иқтисодий самарадорликни таъминлайдиган йўналишни маъқул кўриб, янги энергия манбаларини излашнинг барча йўналишларини ривожлантириш зарурати бор. У ёки бу даражада энергетика билан боғлиқ бўлган ижтимоий-иқтисодий муаммоларни ечиш йўлларида бири маҳаллий энергия ресурслари (ривожланган инфраструктурали туманлардаги кўмир, газ, нефт кичик захиралари) ни актив ўзлаштириш шунингдек, Ўзбекистон ҳудудида мавжуд бўлган экологик ҳавфсиз тикланувчи энергия манбаларидан масшабли фойдаланиш ҳисобланади.

Тикланувчи энергия манбалари тушунчасига қуйидаги энергия шакллари киради: қуёш, геотермал, шамол, денгиз тўлқинлари энергияси, оқимлар, бўғозлар ва океан, биомасса энергияси, гидроэнергия, паст потенциалли иссиқлик энергияси ва тикланувчи энергиянинг бошқа «янги» турлари. Шартли равишда ҚТЭМларни икки гуруҳга ажратиш қабул қилинган:

- Одатий: 30МВт дан кўпроқ қувватга эга гидроэлектростанциялар ёрдамида электр энергияга айлантириладиган гидравлик энергия, одатий

ёндириш усуллари билан (ўтин, торф ва печ ёқилғисининг бошқа турлари иссиқлик олиш учун ишлатиладиган биомасса энергияси ҳамда геотермал энергия.

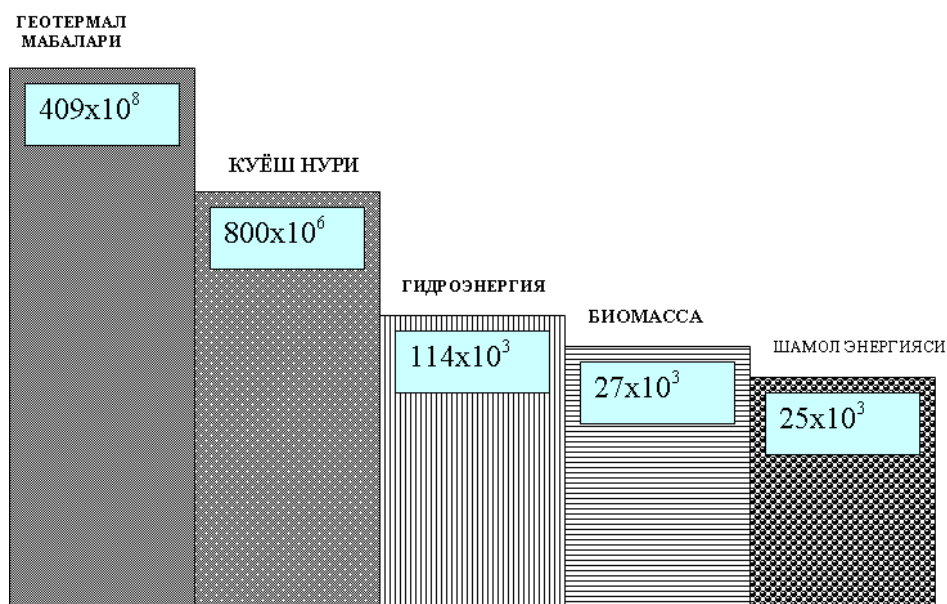
- Ноодатий: қуёш энергияси шамол энергияси, денгиз тўлқинлари, оқимлар, бўғозлар энергияси, кичик ва микроГЭСлар томонидан ишлатиладиган энергия турига айланадиган гидравлик энергия, одатий усуллар билан иссиқлик олиш учун ишлатилмайдиган биомасса энергияси паст потенциал иссиқлик энергияси ва тикланувчи энергиянинг бошқа «янги» турлари.

ҚТЭМларнинг потенциал захиралари валли, техник ва иқтисодийга бўлинади. ҚТЭМнинг валли потенциали – берилган ҚТЭМ тури таркибидаги фойдали ишлатилаётган энергияга тўла айлантириб борганда таркибидаги ўртача йиллик энергия ҳажми. ҚТЭМнинг техник потенциали – вали потенциалнинг бир қисми бўлиб, уни фойдали энергияга айланиши атроф-муҳитни муҳофоза қилиш бўйича талабларга амал қилишда техник воситаларни берилган ривожланиш даражасида мумкин бўлади.

ҚТЭМнинг иқтисодий потенциали- техник потенциалнинг бир қисми бўлиб, уни фойдаланиладиган энергия айланишига берилган нарх, қазиб олинаётган ёқилғи, иссиқлик ва электр энергияси, жиҳозлар, материаллар ва транспорт хизматлари ҳамда меҳнат нархи даражасида иқтисодий тарафдан мақсадга мувофиқ бўлади ва ҳ.к.

Республикамиз Олий ва Ўрта махсус таълим, ташкилотлари ва корхоналарнинг лойиҳавий-текширув, илмий-тадқиқот ишларининг натижалари асосида ўрнатилган Ўзбекистоннинг тикланувчи энергия манбаларининг умумий ва техник потенциали ҳақидаги умумлаштирилган маълумотлар тикланувчи энергия манбалари ресурсларидан масшабли фойдаланиш ҳамда ёқилғи хом-ашёсидан фойдаланиш улушининг аста-секин камайтириш натижасида иссиқлик ва электр энергиясини истеъмол қилиш ва ишлаб чиқаришда ҳам республикамизнинг бирламчи энергия ташувчиларга бўлган эҳтиёжларни қондиришининг принципиал-техник имкониятини

кўрсатади. Тикланувчи энергия манбаларининг потенциал захираларини баҳолашнинг кўрсатишича, улар республикада жуда яхши (1.18-расм).



1.18-расм. Ўзбекистон ҳудудидаги тикланувчи энергия манбаларининг потенциал энергия захиралари (млн. кВт соат/йил)

Республика ҳудудига қуёш нурининг, кичик дарёлар, шамол оқимлари энергияси ва бошқа манбаларнинг йиллик келиб тушадиган валли потенциалли, Ўзбекистоннинг 55-60млн. тонна шартли ёқилғига баҳоланадиган ёқилғи-энергетик ресурсларга бўлган йиллик эҳтиёжидан бир неча баробар ва углеводород хом-ашёсининг топилган захираларидан кўп бора ортиқ ҳисобланади.

1.2-жадвал

	Қуёш энергияси (1)	Геотермал энергия (2)	Гидроэнергия (3)	Биомасса энергияси (4)	Шамол энергияси (5)
Валли потенциал	0,76	99,24	$1,36 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-5}$
Техник потенциалли	98,5	-	1,08	0,14	0,23
Иқтисодий потенциал	0,18	-	99,82	-	-

Валли ресурс ёки бошқача айтганда назарий захиралар бўйича тикланувчи энергия манбалари орасида, геотермал энергия етакчи

ҳисобланади. Бироқ нисбатан паст ҳароратлар (70-80⁰С гача), артезиан сувларининг катта минералланиши ва ётиш чуқурлиги техник нуқтаи назардан улардан электр энергия ишлаб чиқариш учун фойдаланишни қийинлаштиради. Шунинг учун, агар техник амалга ошириладиган потенциалларни кўриб чиқсак, у ҳолда қуёш энергияси етакчи ҳисобланади. Қуёш энергияси ишлаб чиқараётган энергиянинг нархи эса ундан кенг фойдаланишни чەгаралайди.

Шунинг учун тикланувчи энергия манбаларининг ҳамма турлари ичидан, иқтисодий потенциали жуда юқори бўлган ва ҳозирги вақтда 14.4 млрд кВт соатни ташкил этадиган гидроэнергетика амалий мазмун кашф этади. Ҳозирги вақтда 4 дан 6,5 млрд кВт соатгача ишлатилади. Ишлатилмайдиган резервлар кичик ва ўрта ГЭСлар гуруҳига киритилиб, улар нисбатан кичик босимлари билан тавсифланади ва натижада суғориш ва дренаж каналларини ўз ичига олиб, бутун сув оқими бўйлаб йўналган кам қувватли гидроэлектр станцияларга мўлжалланган.

Энергия ресурслари нархларини умумий ошириш кичик ва ўртача ГЭСлар электр энергиясини рақобатбардошлиги учун замин яратади. Таҷрибаларнинг кўрсатишича микроГЭСларнинг турли кўринишлари (енгли, енгсиз, тиргакли ва ҳ.к.)дан фойдаланиш самарадорлигини кўрсатади. Сув оқимлари энергиясидан комплексли фойдаланиш мутлоқ энергия истеъмол қилиш катталиги бўйича кам қувватли, лекин ишлаб чиқариш натижалари бўйича жуда самарали чиқарилган истеъмолчиларни энергия билан таъминлаш муаммосини ечишга ёрдам беради. Бу авваламбор, аҳоли пунктлари ва ҳайдаладиган яйловларнинг тоғ олди туманларига тааллуқли. Марказлашган энергия таъминоти туманларида, локал автоном энергия манбаларидан фойдаланиш энергетик бозорнинг рақобатчи муҳитни яратишига имкон беради. Кичик ва ўрта сув оқимлари энергияси билан бирга, бундай рақобатда ноанъанавий энергия манбалари (шамол, қуёш, биогаз энергияси) ҳам қатнашиши мумкин. Дастлабки ҳисоблар бўйича кичик ва ўртача сув оқимлари, маҳаллий ва ноанъанавий энергия манбалари

потенциали мутлоқ қиймати бўйича бирламчи энергиядан умумий фойдаланиши 1 дан 1,5% гача ташкил этади.

§1.5. Қуёш энергетикасидан фойдаланишнинг ҳуқуқий тартиби

Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишни ривожлантириш қазилма, ёқилғини ишлатишни камайтиради ва атроф-муҳит экологик ҳолатини ва иқлимни яхшилайдиган, янги хил иқтисодий фаолият корхоналарини ташкил этади ва қўшимча ишчи ўринлари яратади. Бундан ташқари территорияларда ҚТЭМ фойдаланиш ЭЭТ сифат даражасини тезда ошириб уларни этап билан жорий қилишга имкон яратади. Инвестиция харажатларини ва хавфини камайтиради.

ҚТЭМлари ривож учун имтиёз яратмай туриб уларни кенг масштабга тадбиқ қилиш қийин. Буни ҳама мамлакатлар тушуниб етди, бу жараёндаги технология ва муваффақиятларини камайтириш қилмоқда. Бу мамлакатлар тажрибасига таяниб, ҚТЭМларидан фойдаланишга қуйидаги имтиёз формаларини (шакллари) келтириш мумкин.

1. Илмий тадқиқот ва тажриба конструкторлик ишлари учун моддий қўллаб қувватлашни қўпайтириш ҳамда ҚТЭМ асосидаги қурилмалар ишлаб чиқадиган энергия нархини пасайтиришни таъминлаш;

2. ҚТЭМ асосидаги жихоз ва қурилмалар ишлаб чиқариш тармоғи давлат инвестициясини жалб қилиш;

- ҚТЭМлардан фойдаланиши бўйича энергия қурилмалари сотиб олишга аҳоли учун имтиёзни кредитга ишлатишни жорий қилиш;

- ҚТЭМлари жихозларидан энергия ишлаб чиқарувчилар ва энергия истеъмолчиллари учун солиқ солиш тизимида имтиёзлар олиш;

- ҚТЭМ бўйича алоҳида ёки компонент қурилмалари ва жихозлари бўйича импорт ва экспорт божхона чегирмасини пасайтириш ёки бекор қилиш;

- Қазилма ёқилғи учун CO₂ газини ҳисобга олиб солиқ ўрнатиш;

- ҚТЭМларини қўллаш кўргазмали майдонларини, кўпчилик аҳолии дам оладиган ва даволанадиган зоналарда экологик тоза муҳит яратиш;

- Олий ва ўрта махсус таълим тизимида мутахассис тайёрлаш курс ва дастурларини ишлаб чиқиш ва киритиш в ах.к.

Кўп мамалкатлар узоқ вақтлармабайнида турли хилдаги имтиёзлар формасини қўллаб ҚЭТМ ҳаётга жорий қилиш устида иш олиб бормоқдалар ҳамда янада янги технологияларни қўллаш тадбирларини ишлаб чиқмоқдалар.

Ўзбекистонда давомли энергетика сиёсати бозор иқтисодиёти шароитида норматив ҳужжатлар ва кўрсатмалар асосида олиб борилмоқда. Бу ҳужжатлар хўжалик объектлари ва давлат органдлари ўртасида энергетика бозорини тартибга солади. Шу мақсадда норматив-қонуний актлар яратилмоқда ва такомиллаштирилмоқда.

Энергетика тараққиётини ишга солувчи механизмлар ва қоидалар алоҳида норматив ечимлар орқали ва ЎзР президенти қонунлари ва ВМ қарорлари билан қабул қилинади.

Ўзбекистонда 1997 йил 7 майда қабул қилинган «Энергиядан рационал фойдаланиш ҳақида»ги қонунлари юридик ва физик шахсларга айрим имтиёзлар белгилайди, бу эса энергия истеъмолчинитежамкорлик билан ишлатиш, иккиламчи энергоресурсларидан фойдаланиш, ҚТЭМларидан ва маҳаллий ёқилғи турларидан фойдаланиш кабилар киради. Бундай ҳолларда энергияни фондидан улар учун ёрдам бериши кўзда тутилади.

Имтиёзлар қуйидаги ҳолларда амалга оширилади:

1) Хорижий махсус жиҳозларга, асбоб ва материаллар учун божхона чегирмаси ва солиқ олишда агарда бу нарса ва жиҳозлар сезиларли даражада энергиядан фойдаланиш самарадорлигини оширса;

2) Энергетик самарадорли жиҳозларни тажриба ва ишлаб чиқариш соҳалар ўртасида илмий тадқиқот ва тажриба конструктивлик ишларини молиялаштиришда;

3) Энергияни рационал ишлатиш соҳасида бажариладиган лойиҳалар мақсадли (программа) дастурларини миллий регионал ва тармоқлар бўйича

бажаришга молиялаштиришда давлат кредитини имтиёзли ажратишда ЎзР ВМ нинг қароридан 1995 йил 28 декабр №476 «Кичик гидроэнергетикани ривожлантириш» га бағишланган бўлиб мамлакатимизда жуда кўп кичик ГЭС ларни қуришни назарда тутди. ҚТЭМ лардан фойдаланиш ҳуқуқий асослари доимо такомиллашиб бораверади.

1-боб бўйича саволлар:

1. Қуёш ва унинг энергия салоҳияти ҳақида нималарни биласиз?
2. Қуёшнинг тузилиши ва хусусиятлари қандай?
3. Қуёш радиациясининг турлари ва спектри ҳақида нималарни биласиз?
4. Замонавий қуёш радиациясини ўлчашда қўлланиладиган асбоб ва ускуналар қайсилар ва уларнинг вазифаси нимадан иборат?
5. Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг энергетик, иқтисодий ва экологик аҳамияти ҳақида нима дейиш мумкин?

2-БОБ. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИДАН ИССИҚЛИК ЭНЕРГИЯСИ ОЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА УСУЛЛАРИ

Ўзбекистон иқлими шароитида қуёш энергиясидан иссиқлик энергиясини олиш бу қуёш энергияси қурилмалари асосида бино ва иншоотларни иссиқ сув ва иситиш таъминотига бўлган талабини қондириш назарда тутилади. Ушбу бобда қуёш энергиясини иссиқлик энергияси айлантириб берувчи қурилмалар ва улар асосидаги тизимлар ҳақида фикр юритилади.

§2.1. Қуёш энергиясидан иссиқлик энергиясини оловчи қурилмаларнинг ривожланиш тарихи

Қуёш энергиясидан иссиқлик таъминотида кенг кўламда фойдаланиш узок ўтмишга бориб тарқалади. Қуйида ушбу йўналишнинг ривожланиш босқичлари келтирилган.

1. Қадимги цивилизациялар: қуёш энергиясидан фойдаланиш қадимги цивилизацияларда бошланган. Масалан, қадимги юнонлар ва римликлар ўз уйларида қуёш нури ва иссиқликдан иложи борича самарали фойдаланадиган тарзда қуришган. Меъморлар қуёш нурлари туфайли совуқ ойларда хоналар илиқроқ бўлиши учун биноларни жанубга йўналтирдилар.

2. 19-аср: 1860-йилларда француз ихтирочиси Августин Моучот қуёш нурларини йўналтириш ва сув-буг ь мосламасини иситиш учун нометаллдан фойдаланган биринчи қуёш машинасини яратди. Бу қуёш энергиясидан амалий фойдаланишнинг биринчи мисолларидан бири еди.

3. 1940-йиллар: қуёш иситиш учун биринчи замонавий қуёш сув коллекторининг ривожланиши 1940-йилларда содир бўлган. ушбу қурилмалар уйда сувни иситиш учун ишлатила бошланди, бу еса мустақил энергия тайёрлаш имкониятларини сезиларли даражада яхшилади.

4. 1970-йиллар: 1970-йиллардаги энергия инқироzi қайта тикланадиган энергия технологияларининг, шу жумладан қуёш иссиқлик таъминотининг жадал ривожланишига туртки бўлди. Кўпгина ҳукуматлар ушбу соҳадаги

тадқиқотлар ва ишланмаларни қўллаб-қувватлаш учун рағбатлантириш ва субсидиялар жорий этишни бошладилар.

5. 1980-2000 йиллар: янада самарали ва арзон фотоволтаик технологиялар пайдо бўлиши билан қуёш энергиясининг ўсиши тезлашди. Қуёш иситиш тизимлари хусусий уй хўжаликлари ва корхоналар учун кенг тарқалган ва иқтисодий жиҳатдан фойдали бўлди.

6. 21-аср: нанотехнология, такомиллаштирилган материаллар ва энергияни сақлаш усулларининг ривожланиши билан қуёш иссиқлик таъминоти яхшиланишда давом етмоқда. Замонавий тизимлар нафақат сувни самарали иситади, балки иситиш тизимларининг ишлашини ҳам қўллаб-қувватлайди ва максимал самарадорлик ва барқарорлик учун қайта тикланадиган энергиянинг бошқа турлари билан бирлаштирилиши мумкин.

Шундай қилиб, қуёш иссиқлик таъминоти ибтидоий меъморий ечимлардан қайта тикланадиган энергия манбаларига ўтишда асосий рол ўйнайдиган юқори технологияли тизимларга қадар узоқ йўлни босиб ўтди.

§2.2. Қуёш коллекторларининг тарихи

Қуёш коллекторларининг технологияси ўта янги деб бўлмайди. Қуёш коллекторининг биринчи модели шишадан, ёғоч қоробкадан ва ички қизувчи қатламдан яратилганлиги швецариялик олим Гораций Соссюр томонидан 18 асрда яратилган. Олим шу вақтда бу конструкциянинг “кичик, арзон ва оддий” эканлигини таъкидлаб ўтган. Амалиётда биринчи бўлиб бундай қурилмадан сув иситиш учун 19 аср охирида Жанубий Калифорнияда фойдаланишни бошлашди. Ҳар хил фирмалар ёғоч қутига ўрнатилган, сув учун қора бак кўринишидаги ва бир томони шиша билан қопланиб қуёшга ориентир қилинган содда қуёш коллекторларини ишлаб чиқаришни бошлашди. Бу ҳолатда сув тун давомида совиб қолиб, эртанги кунда қизишини қутишга тўғри келарди. 1909 йилда Калифорнияда Вильям Бейл сув учун бакдан алоҳида ўрнатилган ва иссиқликни иссиқлик алмашинувчи контур орқали узатадиган замонавий ясси коллекторнинг прототипини яратди. Қуёш

коллекторларининг индустрияси асосан АҚШ нинг Калифорния, Флорида штатларида 1940 йилларнинг охиригача ривожланди, сўнгра сув иситишда электр ва газ нархи камайди, шу сабабли қуёш коллекторларини ишлаб чиқариш тўхтади. Қуёш коллекторларининг иккинчи истиқболи 1970 йилларда нефть кризиси вақтида нархлар жуда юқорига кўтарилди. Натижада кўпгина давлатларда қуёш коллекторларини массовий ишлаб чиқариш бошланиб, бу айниқса АҚШ, Япония, Австралия ва Ўрта Ер денгизи ҳудудларида давом этди.

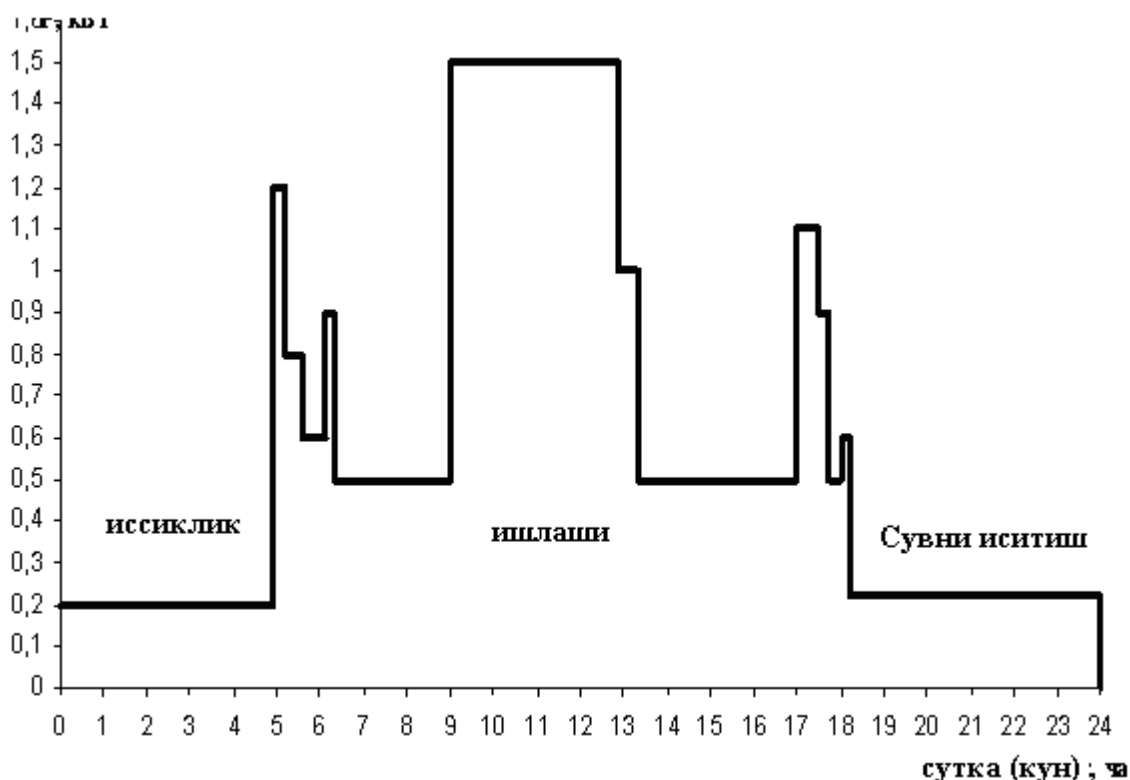
Израилда 1950 йиллардан бошлаб энергия танқислиги сезила бошлади. Энергия танқислиги шундан иборат эдики, кечкурунги, тунги вақтларда сув иситишга Израил қонунчилиги томонидан таъқиқ бор эди. Бундай вақтда мамлакатда сув иситиш қуёш тизимларини ишлаб чиқариш ривожланди. 1967 йилга келиб мамлакатнинг 20% аҳолиси қуёш коллекторларидан фойдаланишга ўтди. 1970 йилларда энергетика кризиси вақтида парламент қонун чиқардики, янги қурилаётган уйлар сув иситиш қуёш тизимлари билан таъминланиши зарур. Ҳозирги вақтга келиб натижада Израилда 85% га яқин уйларда қуёш коллекторлари хизмат қилади. Улар томонидан ишлаб чиқарилган энергия мамлакат энергия истеъмолининг 3% ни ташкил этади ва йилига 2 млн. баррел нефтни тежайди.

2000 йилларда энергия ресурсларининг нархи кўтарилиши билан ишлаб чиқаришда янги босқич бошланди ва қуёш коллекторларидан фойдаланиш кенгайди. 2010 йил бошларида сайёрамизда ўрнатилган қуёш коллекторларининг қуввати 150 гВт ортиб кетди (ҳаво коллекторлари ва бассейнларни иситувчи қуёш тизимларидан ташқари).

§ 2.3. Қуёш энергетикасини қишлоқ хўжалигида қўллаш ва фойдаланиш

Электр энергиясидан деҳқон хўжалигида механизм ва машиналар юритиш учун, ҳаво ва сувни қиздириш, буғ олиш, технологик эҳтиёжларда, сув кўтаришда ҳамда ёритишда ва ҳ.к. фойдаланилади. Деҳқон хўжалигини автоном электр билан таъминлаш бутун машиналар ва жиҳоз комплекслари

ишлаш имкониятини таъминлаб бериши керак. Шунинг учун, қишлоқ хўжалиги энергия истеъмолчиларининг шундай турларини танлаб олиш зарурки, улар ўзининг энергия истеъмоли, иш унумдорлиги ва бошқа техник тавсифлари бўйича кам ҳажмли қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин бўлсин. Фақатгина қишлоқ хўжалик ишларининг қабул қилинган технологиясига асосан энергия истеъмолининг вақт бўйича графигини тузиб олиб автоном энергия манбаининг зарур қувватини бутун деҳқон ёки ширкат хўжалиги томонидан истеъмол қиладиган электр энергиясини ёки технологик операциялар ўртасидаги электр энергиясини аниқлаш мумкин (2.1-расм).



2.1-расм. Сутка давомида фермер хўжалигининг электр жиҳозларига электр энергияни тақсимланиши.

Сувни иситиш. Майший электр сув иситгичи марказлашган иссиқ сув таъминотига эга бўлмаган уйларда, шунингдек, газ ва шунга ўхшаш аппаратлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлмаган бинолардаги аҳолини иссиқ сув билан таъминлаш учун мўлжалланган уй шароитларида

фойдаланиш учун аккумуляцияловчи сув иситгичлар қулайроқ бўлиб, улар катта вақт оралиғида иссиқ сувни иситиш ва сақлаш учун мўлжалланган. Бундай сув иситгич иссиқлик ўтказмайдиган металл бак кўринишида бўлиб, унда электр қиздиргич элемент ва сув ҳароратини ростловчи ёки чегараловчи қурилма жойлашган. Бак сифими одатда иссиқ сувга бўлган кундалик эҳтиёждан келиб чиқиб танланади. Масалан, ошхона эҳтиёжлари учун (асосан, идиш ювиш учун) сув иситгичнинг сифими 7-10 л ни душ ва хаммом учун эса 80-150 л ни ташкил этади. Бақдаги сув табиий конвекция натижасида электр қиздиргич элементлар билан қиздирилади. Қиздириш тезлиги бак ҳажми ва қиздиргичлар қувватига боғлиқ.

Маиший эҳтиёжлар учун унификацияланган сифими УНС серияли, 10 л (ошхона учун) ва 40, 60 ва 100 л (душ ва хаммом учун) ҳажмли сув қиздиргичлар ишлаб чиқарилади. Бу сув қиздиргичларда бутун серия учун яқка бўлган, 125 кВт қувватли қиздирувчи элемент ўрнатилган бўлиб, у 220 В кучланишни тармоққа уланади. Тежамкорлик нуқтаи назаридан ЭВАН туридаги электр қиздиргичлар қизиқиш уйғотади. ЭВАН 5/1,25 туридаги сув қиздиргич паст босимли аккумулятор туридаги асбоб ҳисобланади. У 2-4 кишилиқ оилани ҳамма эҳтиёжлари учун иссиқ сув билан таъминлайди. Сувни 15 дан 85⁰Сгача қиздириш вақти 20 минутдан кўп бўлиши сув ҳароратини ростлашга имкон беради.

2.1-жадвал

Техник маълумотлар	
Қуввати, кВт	6
Сифими, л	12
Иситилаётган сув ҳарорати, ⁰ С	-
Технологик эҳтиёжлар учун	75
Иситиш учун	90 гача
Оғирлиги, кг	12

Катта миқдордаги сувни қиздириш учун масалан, ширкат хўжалиги

учун, ЭВАН-100 ёки ЭВАО-100 турдаги сиғимли иссиқлик аккумуляцияловчи электр қиздиргичлар олиш мақсадга мувофиқ. Бу сув қиздиргич 100 л сувни 85⁰С ҳароратгача қиздиради, сўнгра автомат тарзда ўчади. Махсус иссиқликни сақлаш изоляцияси ҳисобига сув узоқ вақт иссиқ туради ва ундан турли эҳтиёжлар учун фойдаланиш мумкин. ЭВАН қуввати 1,25 кВт, қиздириш узлуклиги 8 соатга яқин. Бу атайин қилинган, бу қиздиргични тармоқда электр энергия ортиғи бўлганда кечқурун ёкиш учун. Янада катта қиздирилаётган сув ҳажми билан оқувчи турдаги ЭВНУ-6 универсал электр сув қиздиргичи таъминлайди, кичик фермалардаги бинолар ва ҳусусий ҳўжаликлардаги ишлаб чиқарувчи ва маиший биноларни технологик иссиқ сув таъминоти ва иситиш тизимларидаги сувни иситиш учун мўлжалланган (2.1-жадвал).

§ 2.4. Қуёш сув иситгич коллекторлари ва уларнинг турлари

Қуёш коллекторлари қуёш нурланиши энергиясини ютиб, уни муҳит иссиқлик энергиясига айлантиради (одатда сув ёки ҳаво) ва иситиш ва иссиқ сув таъминоти учун фойдаланилади. Қуёш коллекторларининг уч хил тури мавжуд:

- ясси
- вакуумли
- жамловчи концентраторлар.

Дунёда энг кенг тарқалган суяқлик ясси коллектори иссиқлик ютувчи панель (абсорбер) ва иссиқлик ташувчи циркуляцияси учун унга бириктирилган каналлар (трубкалар)дан иборат бўлади. Қуёш нурланишини ютувчи абсорбернинг юқори қисми шаффоф изоляцияга эга. Бу конструкциянинг ҳамма қисми корпусга бириктирилиб, орқа ва ён томонлари иссиқлик изоляцион материал билан қопланган. Қуёш коллектори-бу қуёш энергиясини йиғиш ва уни иссиқлик ёки электр энергиясига айлантириш учун мўлжалланган қурилма. Дизайни ва қўлланилишига қараб, қуёш коллекторларининг ҳар хил турлари мавжуд.

Улардан баъзиларини ҳамда самарадорлиги ва ишлаш принципини кўриб чиқамиз:

1. Иссиқлик қуёш коллекторлари: Ясси коллекторлар: бу термал қуёш коллекторларининг энг кенг тарқалган тури. Улар шаффоф материал билан қопланган текис сиртдан иборат бўлиб, у орқали қуёш нури ўтади ва уни иссиқликка айлантирадиган абсорбер томонидан сўрилади. Бундай коллекторларнинг самарадорлиги одатда дизайн ва техник хусусиятларга қараб 40% дан 80% гача. Вакуумли қувурли коллекторлар: вакуумли қувурли коллекторлар одатда текис коллекторларга нисбатан юқори самарадорликка эга. Улар иссиқлик йўқотилишини камайтириш учун вакуум билан ўралган абсорберни ўз ичига олган шиша найчалардан иборат. Вакуумли қувурли коллекторларнинг самарадорлиги 80% дан ошиши мумкин.

2. Фотоволтаик (қуёш) панеллар: Фотоволтаик панеллар фотоволтаик эффект ёрдамида қуёш нурини тўғридан-тўғри электр энергиясига айлантиради. Фотоволтаик панелларнинг самарадорлиги одатда силикон панеллар учун 15% дан 22% гача, аммо кристалли ёки перовскит қуёш панеллари каби 25% дан юқори бўлиши мумкин бўлган янада самарали технологиялар мавжуд.

3. Концентрацияли қуёш коллекторлари: Ушбу коллекторлар қуёш нурини кичик абсорберга жамлаш учун линзалар ёки нометалллардан фойдаланади, бу эса ҳароратни ошириш ва конверсия самарадорлигини ошириш имконини беради. Концентрацияли қуёш коллекторларининг самарадорлиги жуда юқори бўлиши мумкин, бу 30-40% дан ошади.

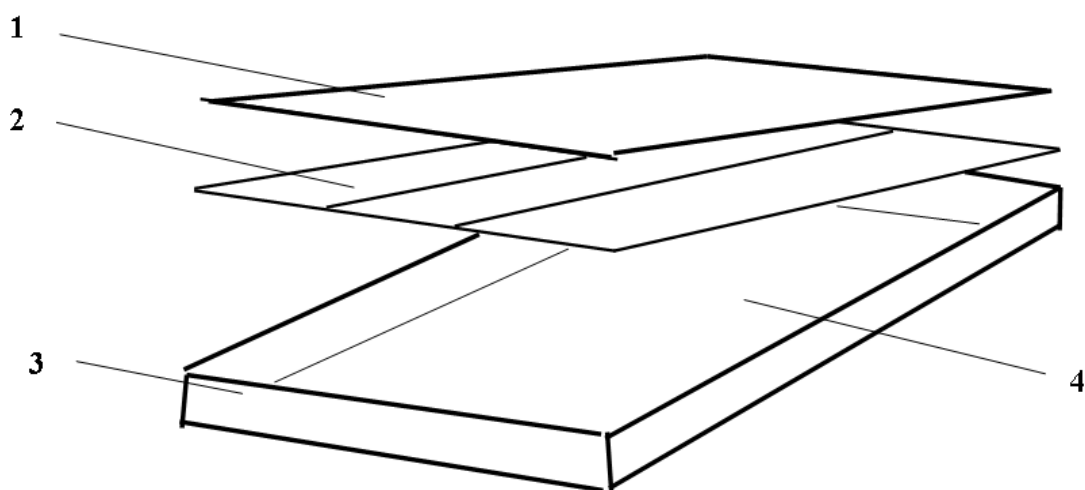
Қуёш коллекторларининг ишлаши ва самарадорлиги кўплаб омилларга, жумладан, қуёш нурланишининг интенсивлиги, ҳарорат шароитлари, техник хусусиятлари ва иш шароитларига қараб сезиларли даражада фарқ қилиши мумкин. Бироқ, тўғри ишлаб чиқилган ва ўрнатилган қуёш коллектори энергияни сезиларли даражада тежаш ва иситиш ёки электр энергиясини ишлаб чиқариш харажатларини камайтириши мумкин.

Қуёш коллекторларининг иш жараёни. Қуёш сув иситиш қурилмаси қуёш коллектори, иссиқлик алмашингич контур ва иссиқлик аккумулятори (сувли бак) дан ташкил топган. Қуёш коллектори орқали иссиқлик ташувчи (суюқлик, пропиленгликоль,) циркуляцион ҳаракат қилади. Қуёш коллекторида иссиқлик ташувчи қуёш энергияси ҳисобига қизийди ва ўз иссиқлигини бак-аккумуляторда ўрнатилган иссиқлик алмашингич орқали сувга беради. Бак-аккумуляторда иссиқ сув у фойдалангунга қадар сақланади, шунинг учун у яхши иссиқлик изоляциясига эга бўлиши зарур. Қуёш коллектори жойлашган биринчи контурда иссиқлик ташувчининг табиий ва мажбурий циркуляцияси бўлиши мумкин. Бак-аккумуляторда электр иситгич-дублер ўрнатилиши мумкин. Бак-аккумуляторда нормадан паст даражада сув ҳарорати тушиб кетганда (булутли об-ҳаво шароитларида, қуёш шуълаланиши соатининг қиш мавсумида камайиб кетиши) иситгич-дублер автоматик равишда қўшилиб сувни берилган ҳароратгача қиздиради.

Қуёш ускунасининг асосий конструктив элементи коллектор бўлиб, унда қуёш энергиясини ушлаб қолиш, уни иссиқликка алмаштириш ва сувни ҳавони ёки бирор-бир бошқа иссиқлик ташувчини қиздириш амалга оширилади. Қуёш коллекторларининг икки тури фарқланади, ясси ва фокусловчи. Ясси коллекторларда қуёш энергияси концентрациясиз ютилади, фокусловчида эса – концентрация билан, яъни келаётган радиация оқимини зичлигининг ошиши билан паст ҳароратли гелио ускуналардаги коллекторларнинг энг кенг тарқалган тури қуёш энергиясининг ясси коллектори (ҚЭК) ҳисобланади. Унинг ишлаши «иссиқ яшик» принципига асосланган бўлиб, уни ёпиқ автомобил салони қуёшда қизишини эсга олсак тасаввур қилиш осон бўлиб, у унга шаффоф ойна юзалари орқали қуёш нурларига ўзига хос қопқон вазифасини ўтайди.

Ясси ҚЭК тайёрлаш учун, аввало, қиздириладиган иссиқлик ташувчи ҳаракатланиши учун қувур ёки каналларни бир қатори билан ишончли алоқага эга нур ютувчи юза зарур. Ясси нур ютувчи юза ва иссиқлик ташувчи қувурлар (каналлар) йиғиндиси конструктив якка элемент-абсорбери ҳосил қилади.

Қуёш энергиясини яхши ютилиши учун абсорбернинг юқориғи юзаси қора рангга бўйлиши керак ва махсус ютувчи қопламага эга фазога иссиқлик йўқотишларининг пасайишига абсорбернинг пастки юзасини ёпиб турувчи иссиқлик гезоляциясидан, шунингдек, абсорбердан юқорида ундан маълум масофада жойлашувчи ёруғлик шаффоф изоляциясидан фойдаланиш йўли билан эришилади. Барча шаффоф изоляция зичлашуви шиша билан қопланади. Шундай қилиб умумий кўриниши 2.1-расмда кўрсатилган суюқликни қиздирувчи ясси коллектор ҳосил бўлади.



2.1-расм. Қуёш энергияси ясси коллекторининг конструктив элементлари.

1 – шиша қопламаси; 2 – қиздирувчи суюқлик учун найчали нур ютувчи юза;
3 – корпус; 4 – иссиқлик изоляцияси.

Ясси ҚЭКнинг бошқа турдаги коллекторларга нисбатан принципиал афзалликларига унинг тўғри (нурли) ва шунингдек сочма қуёш энергиясини ушлаб қолиш қобилиятини ва буни натижасида – қуёш ортидан кузатиш заруратисиз уни стационар ўрнатиш имконияти киради. Қуёш энергиясининг ясси коллектори абсорбери, одатда юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга металдан, хусусан, пўлат, алюминий ва хатто мисдан тайёрланади.

Шаффоф изоляция бир ёки икки қават шиша ёки полимер пленкаси кўринишида бўлади. Шишанинг ташқи қавати ва полимер пленканинг ички қаватидан комбинация ишлатилиши мумкин. Иссиқлик ташувчининг

пастқиздириш харорати ҳолатида (30°C гача) коллектор умуман шаффоф изоляцияга эга бўлмаслиги мумкин. Коллектор корпуси рухланган темир, алюминий, ёғоч, пластмассадан тайёрланиши мумкин. Иссиқлик изоляция сифатида турли материаллар қўлланилиши мумкин: минерал пахта, пенополиуретан ва х.к.

- шаффоф коллектор юзасининг қопламаларининг ўтказувчи хусусияти;
- коллектор юзасининг қуёш нурига нисбатан ютувчанлик қобиляти;
- коллекторнинг оптик коди ёки коллектор юзасининг келтирилган ютувчанлик қобиляти (0,85 дан кўп);
- ютувчи панел самарадорлиги коэффиценти (қиздирувчи суюқлик, материал ва панел қалинлиги каналлар ўлчамларининг) коллектордаги суюқликнинг оқиш тезлиги ва хусусиятлари, замонавий конструкцияларда F қиймат 1 га тенг (0,9 дан кўп);
- коллекторнинг иссиқлик энергиясининг йўқотишлари зичлиги иккита омил билан аниқланади: атроф муҳитдаги панелни конвекция ёрдамида совутиб ва юзадан иссиқ нурлантириб.

Коллектор панелининг ўртача харорати T , ёки ўртача суюқлик харорати худди коллектордан чиқишдаги иссиқ суюқлик харорати T_r каби деярли тенг бўлиб, коллектор конструкцияси ва тавсифи билан, шунингдек, тушувчи нур жадаллиги T , киришдаги совуқ суюқлик харорати T_x ва коллекторнинг бирлик ишчи юзасига тўғри келадиган суюқликнинг мисолли сарфи G , $\text{кг}/(\text{м}^2\text{C})$, суюқлик қиздириш технологияси билан аниқланади.

Бу ерда C_p , $\text{Ж}/(\text{кг}\cdot\text{C})$ – суюқликнинг солиштириш иссиқлик сифими. Бу ерда (I) дан фойдаланиб, энергия суюқлик ҳарорати ва фиксацияланган энергия оқимида атроф-муҳит оқими келиши билан суюқлик сарфи билан боғлиқликка эришамиз. Суюқлик сарфи унинг хароратини чиқаришда кўтарганда пасаяди. Максимал эратиладиган суюқликни қиздириш харорати T_m ва суюқликни оқими йўқлигига мос келувчи ($P=0$) муҳит харорати орасидаги фарқ қуйидагига тенг.

§ 2.5. Қуёш коллекторлари ва улардаги иссиқлик алмашиш қурилмаларни ўрнатиш ва созлаш

Қуёш коллекторлари қуёш нурланиши энергиясини ютиб уни муҳит иссиқлик энергиясига айлантиради (одатда сув ёки ҳаво) ва иситиш ва иссиқ сув таъминоти учун фойдаланилади. Қуёш коллекторларининг ҳар хил турлари мавжуд: ясси, вакуумли ва концентраторлардан фойдаланиш орқали. Энг кўп тарқалган суюқлик ясси коллектори иссиқлик ютувчи панель (абсорбер) ва иссиқлик ташувчи циркуляцияси учун унга бириктирилган каналлар (трубкалар)дан иборат бўлади. Қуёш нурланишини ютувчи абсорбернинг юқори қисми шаффоф изоляцияга эга. Бу конструкциянинг ҳамма қисми корпусга бириктирилиб, орқа ва ён томонлари иссиқлик изоляцион материал билан қопланган.

Қуёш энергиясининг ясси коллектори абсорбери, одатда юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга металдан, хусусан, пўлат, алюминий ва хатто мисдан тайёрланади. Шаффоф изоляция бир ёки икки қават шиша ёки полимер пленкаси кўринишида бўлади. Шишанинг ташқи қавати ва полимер пленканинг ички қаватидан комбинация ишлатилиши мумкин. Иссиқлик ташувчининг пастқиздириш ҳарорати ҳолатида (30°C гача) коллектор умуман шаффоф изоляцияга эга бўлмаслиги мумкин. Коллектор корпуси рухланган темир, алюминий, ёғоч, пластмассадан тайёрланиши мумкин. Иссиқлик изоляция сифатида турли материаллар қўлланилиши мумкин: минерал пахта, пенополиуретан ва х.к.

Коллектор бирлик юзасидан олиб кетилувчи фойдали қувват $P = \dot{Q}/F$ куйидаги ифода билан келтирилиши мумкин:

Бу ерда $\dot{q} = \dot{Q}/F$ – коллектор текислигидаги йиғинди нурланиш жадаллиги;

а. шаффоф коллектор юзасининг қопламаларининг ўтказувчи хусусияти;

б. коллектор юзасининг қуёш нурига нисбатан ютувчанлик қобилияти;

с. коллекторнинг оптик коди ёки коллектор юзасининг келтирилган ютувчанлик қобилияти (0,85 дан кўп);

д. ютувчи панел самарадорлиги коэффициенти (қиздирувчи суюқлик, материал ва панел қалинлиги каналлар ўлчамларининг) коллектордаги суюқликнинг оқиш тезлиги ва хусусиятлари, замонавий конструкцияларда F киймат 1 га тенг (0,9 дан кўп);

е. коллекторнинг иссиқлик энергиясининг йўқотишлари зичлиги иккита омил билан аниқланади: атроф муҳитдаги панелни конвекция ёрдамида совутиб ва юзадан иссиқ нурлантириб.

Ҳаво коллекторлари деганда қуёш энергиясидан фойдалананиб ишлайдиган ва иссиқлик ташувчи сифатида ҳаводан фойдаланилади. Ҳозирги вақтда улар АҚШ, камроқ миқдорда Европанинг марказий қисмларида тарқалган. Жуда ҳам кам ҳолларда сув иситиш учун ҳаво коллекторлари ишлатилади. Энг катта ҳаво қуёш коллектори Европада Ошац шаҳрида Лейпцига яқинида жойлашган бўлиб майдони 1175 м^2 ни ташкил этади. У тайёр маҳсулотлар ва қурилиш материаллари омборини иситиш учун мўлжалланган. Ҳаво коллекторларини иссиқ ҳаво олиш учун (иссиқ сув эмас) фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Ҳаво коллекторларини фойдаланиш учун намуналар:

1. Ҳаво билан иситиш тизимига эга бинолар, масалан, спорт заллари, омборлар, цехлар, ташқи ҳавони юқори даражада истеъмол қилувчи бинолар ва аҳоли яшаш уйлари. Қисман, ғарбий Европада энергияни кам истеъмол қилишга стандарт киритилганидан сўнг вентиляция тизимида ҳавони қиздиришга иссиқликни истеъмол қилишдаги улуши иссиқликнинг умумий истеъмолига нисбатан муҳимроқ бўлиб қолди. Назорат қилинадиган вентиляция ва ҳаво коллектори билан биргаликда фойдаланадиган тизим талаб қилинадиган иссиқликнинг муҳим қисмини қоплаши мумкин. Ҳаво қуёш коллекторлари ёрдамида иссиқлик билан қиш мавсумларида тўлиқ таъминлаш албатта имконсиз, бунга сабаб, тушаётган қуёш энергияси миқдори ва иситиш учун талаб қилинган иссиқлик миқдори ўртасидаги ноқулай муносабатдир.

2. Қишлоқ хўжалиги ва саноат маҳсулотларини қуришиш учун бинолар, шунингдек дон, уруғ, дори ва табобат ўсимликлари, ёғоч ва қурилиш материаллари. Ҳаво қуёш коллекторининг қуришиш потенциали тахминан 1 м² коллектор юзаси учун соатига 0,2 дан 0,7 кг сув буғланишини ташкил этади.

3. Қуёш совитиш тизимларида.

Айтиш жоизки, ҳаво коллекторлари суюқлик билан ишлайдиган коллекторларга нисбатан кам тарқалган, лекин уларнинг суюқлик иссиқлик ташувчи коллекторларга нисбатан муҳим афзалликлари бор:

- ҳаво коллекторлари қиш ойида музламайди;
- ёз ойида ўта қизиқда иссиқлик ташувчилар сизиб чиқиш хавфи бўлмайди;
- каррозия билан боғлиқ муаммолар жуда кам;
- ҳаво коллекторлари материалларга нисбатан камроқ талабчан, анча арзон;
- коллекторларда бевосита қизиган ҳаводан фойдаланилганда иссиқлик алмашингичда иссиқлик йўқотиши бўлмайди;
- ёнғин хавфсизлиги.

Ушбу ютуқлар туфайли улар ҳар доим алоҳида қурилишлар учун мос тушади, ўрнатиш вақтида осон йиғиш мумкин, кам чиқим талаб қилади. Шунингдек ҳаво коллекторлари ишлаб чиқариш биноларини, гаражларни, уй олди кичик биноларини иситиш учун самарали ҳисобланади. Шу билан биргаликда ҳаво коллекторлари қуйидаги камчиликларга эга:

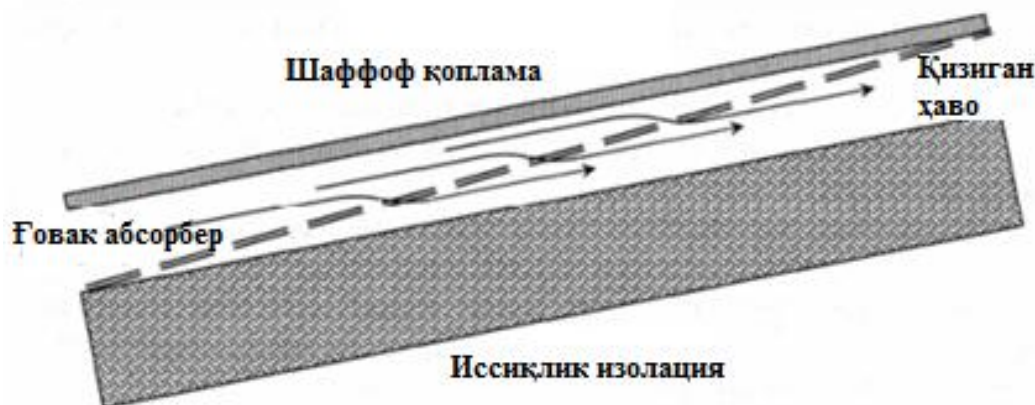
- ҳаво туйнуклари бинода фойдали майдонни қисқартириши мумкин;
- уларда самарали иссиқликни аккумуляция қилишга эришиб бўлмайди;
- иссиқлик ташувчи ҳавонинг зичлиги кам бўлгани учун суюқликда ишловчи коллекторларга нисбатан тизимнинг иссиқлик ишлаб чиқариш самарадорлиги кам;
- одатда ҳаво коллекторларининг иш жараёнида ҳавони ҳайдаш учун катта электрик қуввати сарфланади;

- ҳаво коллекторининг фойдали иш коэффициенти суяқлик коллекторига нисбатан қараганда фойдали иш коэффициенти кичик, бу ҳавонинг физик хоссаларига боғлиқ ҳолда аниқланади.

Ҳаво коллекторлари асосан ясси кўринишда тайёрланади. Улар қуйи ва ён девор корпусида жойлашган иссиқлик изоляцион материал, абсорбер, юқори шаффоф қоплама ва корпусдан ташкил топади. Атмосфера ва бошқа таъсирларга чидамлиликини ҳисобга олиб ҳар хил компонентлар, корпус ва бошқа материалларни танлашда суяқликли коллекторлар каби асосий қоидаларга риоя қилинади.

Ҳаво коллекторларининг абсорбер конструкциясига қараб 2 та синфга бўлинади:

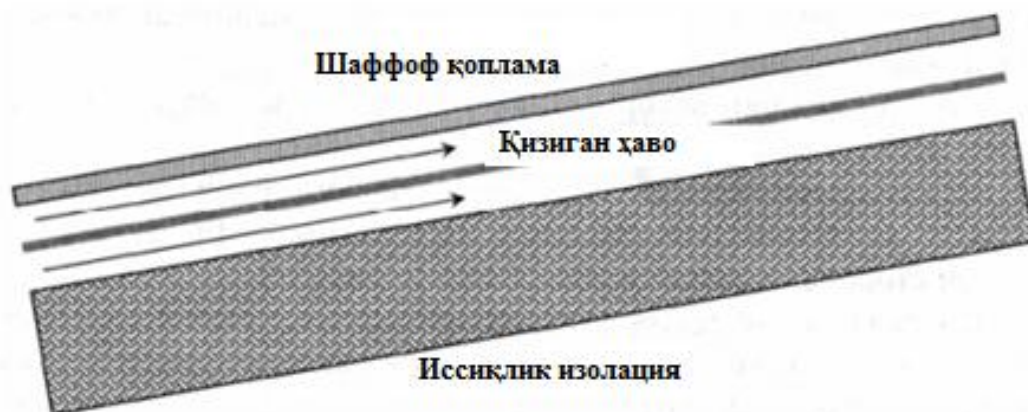
- ҳаво ўтказувчи матрицали абсорбер кўринишида (2.4- расм);
- ҳаво ўтказмайдиган ясси абсорбер кўринишида (орқа томондан) (2.5- расм).



2.4-расм. Матрицали абсорбер қуёш ҳаво коллектори

Ҳаво ўтказувчи матричний абсорберли ҳаво коллектори (келгусида қисқача қилиб матричний абсорбер ҳақида гапирилади) очик ғовакларга эга ғовак материалдан ташкил топади (бу ерда “матрица” атамаси ишлатилган). Мисол учун, бу ҳаво йулига ҳаво фильтри сифатида қўйиладиган пенопластли пластиналар ёки тўқувчиликда ишлатиладиган қора ғовак материал бўлиши мумкин. Қуёш нурланиши нафақат абсорбер қатламининг юзасида, балки унинг ички қисмида ҳам ютилади. Шаффоф қоплама билан абсорбер ўртасига

ўзгарувчан кенгликка эга тирқиш қўйилади, бу абсорберга ҳаво узатиш учун хизмат қилади. Ҳаво абсорбер орқали филтрланиш жараёнида иссиқликни ҳам ўзига олади.



2.5-расм. Ҳаво ўтказмайдиган абсорберли қуёш ҳаво коллектори

2.5 - расмда кўрсатилганидек ҳаво абсорберга параллел ҳолда, ёки абсорбер икки юзаси бўйлаб ёки унинг орқа томони бўйлаб ҳаракатланади. Иссиқлик ҳавога абсорбер девори бўйлаб конвекция ёки иссиқлик ўтказувчанлик усули ёрдамида берилади. Ташқи ҳавони иситиш учун коллектор фойдаланилганда одатда ҳаво ўтказувчи матрицали абсорберли коллектор самаралироқдир. Гап шундаки, ташқи ҳаво паст ҳароратда бўлганида юқори шаффоф қоплама совуқ бўлади, икки абсорбер юза бўйлаб ҳаво ҳаракатланувчи, ҳаво ўтказмайдиган абсорберли конструкциядан фойдаланилганда шаффоф қоплама орқали иссиқлик йуқотишлар юқори бўлади. Бу ҳолатда, одатий шароитда ҳавони юқори ҳароратгача қиздириш талаб қилинса, энг аввало ҳаво ўтказмайдиган абсорберли конструкциянинг орқа томонидан ҳаво ҳаракати мавжуд конструкция афзал ҳисобланади.

Қизиган ҳаво совуқ ҳароратдаги шаффоф юқори қоплама билан контактда бўлмайди, иссиқлик узатиш коэффиценти кичик бўлади. Абсорбердан иссиқлик ташувчига иссиқликни яхши узатилишини кўриб чиқиш керак ва суёқликли коллекторларга нисбатан ҳаво коллекторларини лойиҳалашда абсорбернинг етарли даражада юқори самарадорлик коэффиценти кўриб чиқиш керак.

Ҳавонинг иссиқлик ўтказувчанлики сувниқидан 24 марта кичикдир. Шунинг учун иссиқлик алмашиниши учун катта юзани ҳосил қилиш ва тор кўндаланг кесимдаги ҳаво оқими яратиш керак. Шу билан биргаликда, иссиқлик ташувчини ҳаракатини таъминловчи вентиляторларнинг ишига сарфланадиган электр энергия чиқими ва гидравлик қаршилиқни кўриб чиқиш керак. Каналда ҳавонинг ўртача тезлиги ортиши билан гидравлик қаршилиқ ҳам тезда ортади. Умуман олганда, абсорбердан ҳавога нисбатан иссиқлик узатиш коэффиценти секинлик билан ортиб боради. Коллекторда аниқ конструкцияларда ҳаво каналларини оптималлаштириш лозимдир. Оптималлаштиришдан мақсад шундан иборатки, самарали иссиқлик узатишда ҳаддан зиёд ҳавонинг босими тушмаслиги учун абсорбер билан катта юзадаги контакт ҳосил қилиш имкониятини ошириш керак.

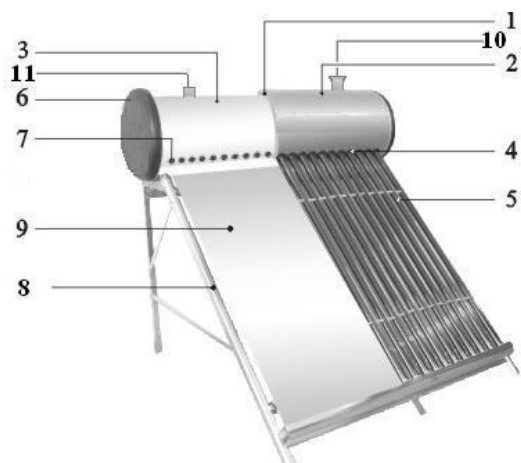
Шунингдек ҳозирда фотоэлектрик батареялар билан ҳаво коллекторларининг комбинацияси асосида ҳаво фотоиссиқлик қурилмаси (PV-T коллектор) конструкцияси ҳам яратилган. Одатда бино фасадларида ва томларида ўрнатилган фотоэлектрик модулларни орқа томонида совутиш учун табиий конвекция ёки мажбурий ҳаво циркуляциясини ҳосил қилиб қуёш элементлари совутилмоқда (2.6-расм.)



2.6-расм. SolarWall компанияси томонидан яратилган ҳаво фотоиссиқлик қурилмалари

SolarVenti компанияси 2001 йилда жаҳон бозорига худди шундай конструкцияни таклиф қилди. Конструкция компания томонидан ишлаб

чикилиб фотоэлектрик модулларни совутиш орқали дача типдаги уйларни автоматик шамоллатиш бўлган. SolarWall компаниясининг бирқанча ишланмалари ҳам савдода ўз ўрни топиб ривожланиб кетди. Фотоэлектрик модулларнинг орқа қисмидан ажралиб чиқаётган иссиқлик вентиляция ёки кондиционерлаш ёрдамида бинонинг иссиқлик таъминоти учун йўналтирилган.



2.7 – расм. Қуёш сув иситгич коллекторларини монтаж қилиш.

1-Сув учун бак; 2 – бакнинг ташқи қатлами; 3 – бакнинг ички қатлами; 4 – ташқи маҳкамлагич; 5 – вакуум трубкалар; 6 – сув учун бак қопқоқлари; 7 – резинали маҳкамлагич; 8 – таянч ости рама, материали – гальваник қопламали пўлат ёки зангламайдиган пулат; 9 –акслантирувчи пластина – қўшимча вариант; 10 – авария ҳолатида ҳаво клапани; 11 – контроллер датчиги.

“АНДИ Групп” фирмасида ишлаб чиқилган қуёш сув иситгич коллектори уйлар ва дала ҳовлиларда ўрнатиш, монтаж ва йиғишда кўп вақтни олмайди, айниқса махсус билим ва малакалар талаб қилинмайди. Қурилманинг йуриқномасида ўрнатиш тартиблари ва монтаж жараёнини амалга ошириш учун расмли тарзда қурилмани йиғишнинг жараёнлари кўрсатилиб ўтилади.

Қуёш сув иситгич қурилмасини йиғиш, ўрнатиш, монтаж ишларини амалга оширишда албатта иккита киши зарур бўлади. Битта қурилмани йиғиш, ўрнатиш, ишга тушириш тахминан 2-3 соат вақт талаб қилади. Зарур

инструментлардан ташқари суюқ совун ва губкадан албатта фойдаланилади. Таянч раманинг конструкцияси йуриқномадаги расмга мувофиқ амалга оширилади. Рама каркасининг бўтловчи жиҳозларини йиғишда маълум ўлчамдаги болт ва гайкалардан фойдаланилади.

§ 2.6. Қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалар ва уларнинг энергетик таҳлили

Қуёший сув чучуклантирувчи қурилма - бу қуёш энергияси ёрдамида шўр ёки ифлосланган сувни чучуклантирувчи ҳамда истеъмол учун яроқли манба тайёрлаб берувчи қурилма саналади. Унинг энергетик характеристикаларига қуйидагилар киради:

Қуёш нурланиш энергияси: қуёший чучутиш қурилмаси энергия манбаи сифатида қуёш нурланишидан фойдаланади. Шу мақсадда одатда қуёш нурларини электр энергиясига айлантирадиган қуёш панеллари ишлатилади.

Энергия самарадорлиги: қуёший чучутиш қурилмасининг самарадорлиги бир неча омилларга боғлиқ, жумладан, қуёш панелларининг самарадорлиги, энергияни конвертация қилиш самарадорлиги, чучуклантириш жараёнининг самарадорлиги ва бошқалар. Ушбу омилларнинг барчасини оптималлаштириш тизимнинг энергия самарадорлигини ошириши мумкин.

Чучуклантириш жараёни: қуёший чучутиш қурилмаси тескари осмос, буғланиш-конденсация ва бошқалар каби турли хил сувни чучуклантириш усулларида фойдаланиши мумкин. Ушбу усулларнинг ҳар бири ўзига хос энергия талаблари ва хусусиятларига эга.

Энергияни сақлаш: қуёший чучутиш қурилмасининг энергия кўрсаткичларининг муҳим жиҳати қуёш энергиясини қуёш нури этишмаслиги даврида, масалан, тунда ёки булутли кунларда фойдаланиш учун сақлаш қобилятидир. Бунинг учун батареялар ёки бошқа энергия сақлаш тизимларидан фойдаланиш мумкин.

Қўлланилиш миқёси ва ишлаб чиқариш кўрсаткичлари: қуёший чучутиш қурилмасининг энергия хусусиятлари унинг қўлами ва ишлашига ҳам боғлиқ бўлиши мумкин. Каттароқ қурилмалар кўпроқ чучуклантирилган сув билан таъминлаши мумкин, аммо зарур энергия билан таъминлаш учун кўпроқ қуёш панеллари ва бошқа ускуналар талаб қилиниши мумкин.



2.8-расм. Қуёш энергияси ёрдамида сувни чучуклантирувчи қурилма

Қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалар электр энергиядан фойдаланиш чекланган узоқ ва чекка ҳудудларда тоза ичимлик сувидан фойдаланишни таъминлаш учун истиқболли ечимдир. Улар сув билан таъминланиш муаммосини ҳал қилиш ва шу билан бирга атроф-муҳитга салбий таъсирни камайтириш учун қайта тикланадиган энергия манбасидан фойдаланишга имкон беради.

Қуёш сув чучуклантирувчи қурилмаларнинг турлари. Қуёш сув чучуклантирувчи қурилмаларнинг бир нечта турлари мавжуд, уларнинг ҳар бири сувни чучуклантириш учун турли хил технологиялар ва усуллардан фойдаланади. Қўйида уларнинг баъзилари келтирилган:

1. Буғланиш-конденсацияга асосланган қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалари: ушбу қурилмалар ифлосланган ёки шўр сувни буғлаш учун

қуёш энергиясидан фойдаланади ва кейин бугни яна сувга конденсация қилади. Улар одатда қуёш коллекторлари, буг ь ажратувчи ва кондансатёрден иборат. Сув қуёш иссиқлиги таъсирида буғланади, сўнгра буг ь совутилган кондансатёр юзасида конденсацияланиб, тузсизланган сув ҳосил қилади.

2. Тескари осмосга асосланган қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалари: ушбу қурилмалар қуёш энергиясидан насосларни ва тескари осмос жараёни учун зарур бўлган бошқа жиҳозларни ҳайдаш учун фойдаланади. Тескари осмос жараёнида шўр сув ярим ўтказувчан мембранадан ўтади, бу тузлар ва бошқа аралашмаларни ушлаб, тузсизланган сувни қолдиради.

3. Мужассамлашган қуёш нурланишига асосланган қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалари: ушбу қурилмалар қуёш нурларини тузсизлантириш жараёни содир бўладиган иш юзасида тўплаш учун қуёш нометалллари ёки линзалардан фойдаланади. Бу буғланиш, конденсация ёки қуёш нурланишининг иссиқлик таъсирига асосланган бошқа жараёнлар бўлиши мумкин.

4. Вакуумли дистиллашга асосланган қуёш сув чучуклантирувчи қурилмалари: ушбу қурилмалар ифлосланган ёки шўр сувни иситиш учун қуёш энергиясидан фойдаланади, сўнгра сув буғланади ва махсус конденсаторларда конденсацияланиб, тузсизланган сув ҳосил қилади. Вакуум қайнаш нуқтасини пасайтиришга ёрдам беради, бу еса жараённи паст ҳароратларда ва кам қувват сарфида ўтказишга имкон беради.

Ушбу турли хил қуёш тузсизлантириш заводлари ўзларининг афзалликлари ва чекловларига эга ва маълум бир ўрнатишни танлаш маҳаллий иқлим шароитларига, мавжуд ресурсларга ва сувни тузсизлантириш эҳтиёжларига боғлиқ бўлиши мумкин.

§ 2.7. Қуёш энергияси асосидаги қуриштиш қурилмалари

Қуёш қуриштиш қурилмалари-бу мева, сабзавот, дон, ёғоч, ўт ва бошқа биомасса каби турли хил материалларни қуриштиш учун қуёш энергиясидан

фойдаланадиган қурилмалар. Уларнинг самарадорлиги қуйидаги факторлар таъсир этиши мумкин:

1. **Дизайн самарадорлиги:** қуритиш қурилмасининг дизайни унинг самарадорлигида муҳим рол ўйнайди. Самарали қуритиш қурилмалари қуёш нурланишидан максимал даражада фойдаланиш ва ичкарида яхши ҳаво айланишини таъминлайдиган тарзда ишлаб чиқилиши керак.

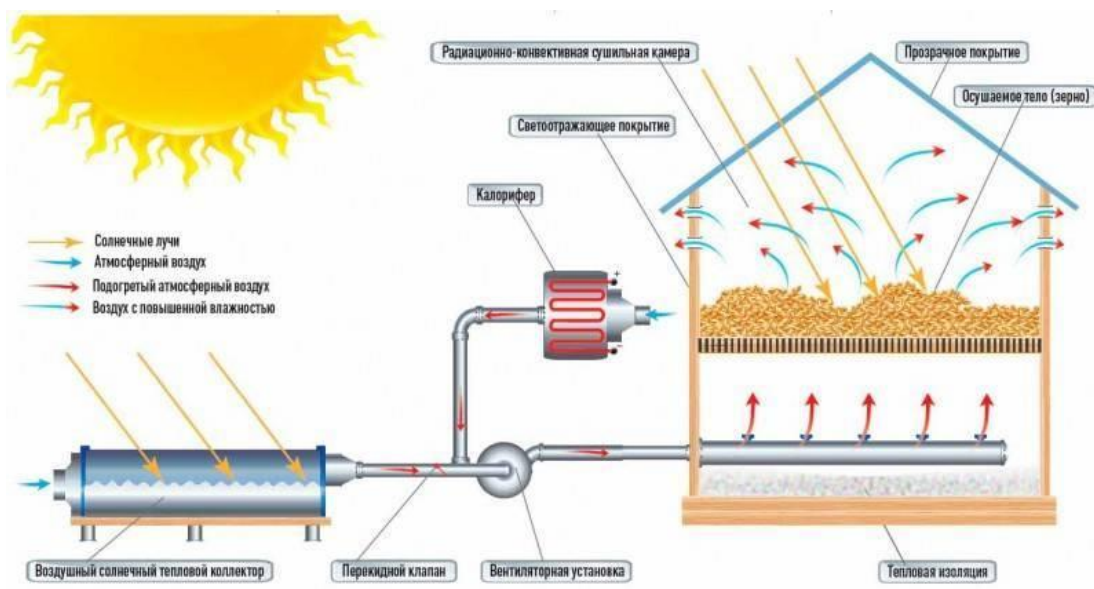
2. **Материаллар ва изоляция:** яхши иссиқлик изоляциясига эга материаллардан фойдаланиш иссиқлик йўқотилишини камайтириши ва қуритиш жараёнининг самарадорлигини ошириши мумкин. Қуритиш қурилмалари об-ҳаво шароитларига чидамли материаллардан қурилиши ҳам муҳимдир.

3. **Намликни назорат қилиш:** самарали қуёш қуритадиган қурилмалар ўсимликлар ичидаги намликни назорат қила олиши керак. Бунга шамоллатиш тешиклари ёки намликни тартибга солиш учун махсус қурилмалар ёрдамида эришиш мумкин.

4. **Ўлчами ва масштаби:** қуритиш мосламасининг тўғри ўлчами қуритилган материал ҳажмига ва фойдаланувчи эҳтиёжларига мос келиши керак. Жуда катта ёки жуда кичик ўрнатиш самарасиз бўлиши мумкин.

5. **Иқлим шароити:** қуёш қуритиш қурилмаларининг самарадорлиги улар ишлатиладиган минтақадаги иқлим шароитига боғлиқ. Қуёшли ва иссиқ иқлими бўлган ҳудудларда улар совуқ ва нам жойларга қараганда самаралироқ бўлиши мумкин.

Умуман олганда, тўғри ишлаб чиқилган ва ишлатилган қуёш қуритиш қурилмалари турли хил материалларни қуритишнинг жуда самарали воситаси бўлиб, энергияни тежашга ва анъанавий энергия манбаларига боғлиқликни камайтиришга ёрдам беради (2.9-расм).



2.9-расм. Қуёш конвектив қуритгичнинг функционал схемаси.

Қуёш қуритиш мосламаларининг самарадорлигини ҳисоблаш методологияси. Қуёш қуритгичларининг самарадорлигини ҳисоблаш уларнинг ишлаши ва материалларни қуритиш қобилиятига таъсир қилувчи бир нечта асосий параметрларни баҳолашни ўз ичига олади. Бу ерда самарадорликни ҳисоблаш усули қуйидаги параметрларни ўз ичига олади:

1. Қуёш коллекторининг ишлашини аниқлаш: биринчи қадам қуёш коллекторининг ишлашини аниқлашдир. Бунга коллектор майдонини, унинг йўналишини, мойиллигини ва қуёш нурларини йиғиш самарадорлигини ўлчаш ёки баҳолаш киради.

2. Иссиқлик оқимини ўлчаш: қуёш коллектори юзасига кирадиган иссиқлик оқимини ўлчаш ёки баҳолаш керак. Бу материалларни қуритиш учун ишлатилиши мумкин бўлган иссиқлик миқдорини аниқлайдиган муҳим параметр.

3. Иссиқлик узатиш коэффициентини аниқлаш: коллектор ва қуритилган материал ўртасидаги иссиқлик узатиш коэффициенти ҳам ҳисобга олиниши керак. Ушбу коэффициент қуёш коллекторининг materialiга, қуритиш камерасининг турига ва бошқа омилларга боғлиқ.

4. Қуритиш ҳажми ва қуритиш вақтини ҳисоблаш: иссиқлик оқими ва иссиқлик узатиш коэффициентини билиб, қуритиш ҳажмини ва маълум миқдордаги материални қуритиш учун зарур бўлган вақтни ҳисоблаш мумкин.

5. Тизим томонидан истеъмол қилинадиган энергияни баҳолаш: қуёш қуритиш мосламасининг умумий энергия самарадорлигини ҳисоблашда тизим томонидан истеъмол қилинадиган энергия (масалан, ҳаво айланиши учун вентилятор) ҳам ҳисобга олиниши керак.

6. Бошқа қуритиш усуллари билан таққослаш: ва ниҳоят, қуёш қуритиш мосламасининг самарадорлигини унинг афзалликлари ва камчиликларини аниқлаш учун табиий ёки механик шамоллатиш каби бошқа қуритиш усуллари билан таққослаш мумкин.

Қуёш қуритгичларининг самарадорлигини ҳисоблаш уларнинг дизайни ва ишлаб чиқариш жараёнини оптималлаштиришга ёрдам беради ва маълум материаллар ва иш шароитлари учун қуритиш усулларини танлашда асосли қарорлар қабул қилишга ёрдам беради.

2-боб бўйича саволлар:

1. Қуёш энергиясидан иссиқлик энергиясини қабул қилувчи қурилмаларни санаб беринг.
2. Қуёш коллекторлари неча турга бўлинади?
3. Қуёш коллекторларининг конструктив тузилиши қандай?
4. Қуёшда сув ва ҳавони иситиш коллекторларининг асосий фарқлари нималардан иборат?
5. Қуёшда ишловчи сув айлантириш (импеллер) қурилмаларининг ишлаш принципи қандай?
6. Қуёш иссиқхоналарида иссиқлик оқимини бошқариш имкониятларини санаб беринг.

3-БОБ. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯДАН ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ОЛИШ УСУЛЛАРИ, ҚУРИЛМАЛАР ВА ТИЗИМЛАР.

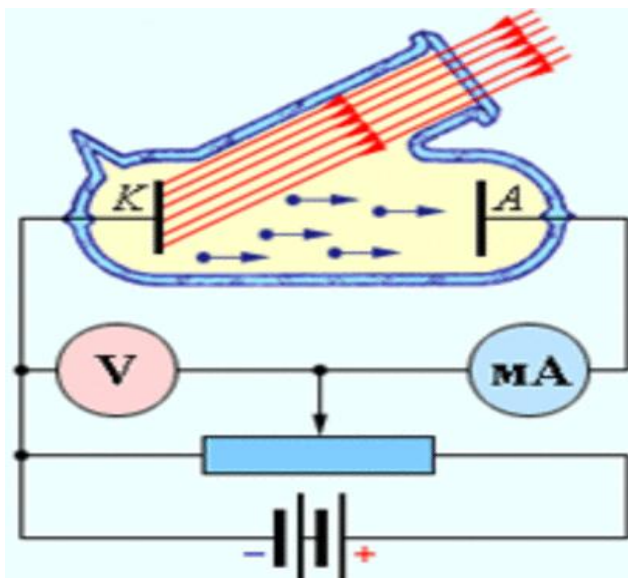
§ 3.1. Тарихга назар

Қуёш панелларининг тарихи мураккаб, шунинг учун бу қурилмаларни айнан ким ихтиро қилган деган саволга оддий жавоб йўқ. Бунинг ўрнига кўплаб олимлар ва инноваторлар бир-бирларининг кашфиётларини тўлдирдилар. 1839 йилда француз физиги Эдмонд Беккерел фотоэлектрик эффектни кашф этди. У металл электродлардан ясалган ҳужайра яратди ва қуёш нурлари таъсирида кўпроқ энергия ишлаб чиқаришини аниқлади.

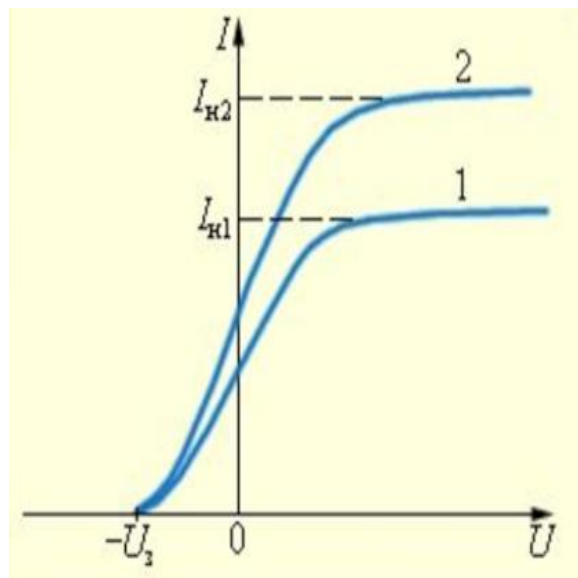
Ушбу кашфиёт туфайли 1873 йилда Уиллоби Смит селенни фотокондуктор сифатида ишлатиш мумкинлигини аниқлади. Кейин 1883 йилда Чарлз Фритц Смитнинг кашфиёти асосида селендан биринчи қуёш батареяларини яратди. Улар бугунги кунда ишлатилганларга ўхшаш эди, ягона фарқ шундаки, замонавий ишлаб чиқарувчилар селен ўрнига кремнийдан фойдаланадилар. Ниҳоят, 1954 йилда Дарил Chapin, Калвин Fuller ва Жералд Пирсон Белл Лабс-да биринчи кремний қуёш батареясини яратдилар.

§ 3.1.1. Қуёш нурининг физик хусусиятлари ва фотоэффект ҳодисаси ва унинг кашф этилиши

Фотоэффект - ёруғлик таъсирида жисмдан электрон ажралиб чиқишидир. Бу ҳодисани биринчи бўлиб, 1887 йилда Г.Герц кузатган ва уни тажрибада рус олими А.Столетов текширган. 1898 йилда Ленард ва Томсон фотоэффект натижасида катоддан ажралиб чиқувчи зарра электрон эканлигини зарраларнинг магнит майдонида оқишига асосланиб аниқлади. Фотоэффект ҳодисасини ўрганиш учун ҳавоси сўриб олинган шиша идиш, унинг ичидаги катод ва анод пластинкалари олинади (3.1-расм). Ўтказилган тажрибалар натижасида 3.2 - расмдаги вольт - ампер характеристикаси олинган.



3.1-расм



3.2-расм

Фотоэффектнинг 4 та асосий қонуни бор:

1. Муайян фотокатодга тушаётган ёруғликнинг спектрал таркиби ўзгармас бўлса, фототокнинг тўйиниш қиймати ёруғлик оқимиغا тўғри пропорционал.

2. Муайян фотокатоддан ажралиб чиқаётган фотоэлектронлар бошланғич тезликларининг максимал қиймати ёруғлик интенсивлигига боғлиқ эмас. Ёруғликнинг тўлқин узунлиги ўзгарса, фотоэлектронларнинг максимал тезликлари ҳам ўзгаради.

3. Ҳар бир фотокатод учун бирор “қизил чегара” мавжуд бўлиб, ундан каттароқ тўлқин узунликли ёруғлик таъсирида фотоэффект вужудга келмайди. Унинг қиймати ёруғлик интенсивлигига мутлақо боғлиқ эмас, у фақат фотокатод материалынинг химиявий табиатига ва сиртининг ҳолатига боғлиқ.

4. Ёруғлик фотокатодга тушиши ва фотоэлектронларнинг ҳосил бўлиши орасида сезиларли вақт ўтмайди. Фотоэффектнинг 1- қонунини тўлқин назарияси асосида тушунтириш мумкин.

Лекин тўлқин назария 2- 3- ва 4- қонунларни тушунтиришга ожизлик қилади. Фотоэффект эксперименти қонуниятларини классик физика тарафида туриб тушунтириб бўлмайди. Классик назария бу ҳодисани тушунтиришда мутлақо ожизлик қилади. Хўш, нима учун классик назария фотоэффект жараёнини тушунтиришга қурби етмайди, ахир унинг нуқтаи назаридан ҳам

бу ходиса жоизку. Бир караганда фотоэффектни тўлқин назария асосида сифатли тушунтириш мумкинга ўхшаб кўринади. Максвеллнинг электромагнит тўлқинлари назариясига биноан, иссиқлик нурланиш инсон кўзига кўринадиган соҳадаги тўлқин узунликка эга бўлган электромагнит нурланиш – ёруғликдир ва унинг структураси электр ва магнит майдонлардан тузилган.

Нурланишни электр майдони амплитудасининг квадрати ёруғликни интенсивлигини характерлайди. Шундай экан, тушаётган электромагнит нурланишининг амплитудаси металл сиртидаги электронларни тебранишга мажбур қилади, агар электроннинг хусусий тебраниши даври билан тушаётган тўлқиннинг тебраниш даври мос келганда резонанс рўй беради, электроннинг тебраниш амплитудаси кескин ортиб кетади ва оқибатда у металл сиртини ташлаб ташкарига чиқиб кетади.

Дарвоқе, бундай манзара ўринли бўлса, у ҳолда металл сиртдан ажралган электронларнинг кинетик энергияси тушаётган ёруғликнинг интенсивлигига боғлиқ бўлиши керак. Тушаётган ёруғликнинг интенсивлиги ортса унга мос ҳолда металл сиртдан ажралаётган электронларнинг кинетик энергияси ҳам ортиши керак. Афсуски, жуда кўп сонда қилинган тажрибалар натижаси шуни кўрсатадики, фотоэффектда металл сиртидан ажралган электронларнинг кинетик энергияси тушаётган ёруғликнинг интенсивлигига мутлақо боғлиқ эмас, металл сиртини 1 Ваттли лампочка ёки 1000 Ваттли лампочканинг монохроматик нурланиши билан ёритамизми, унга барибир, унинг сиртидан чиқаётган электронларининг кинетик энергияси ўзгаришсиз қолаверади; ёруғлик интенсивлигини ортиши фақат сиртдан чиқаётган электронлар сонининг ортишига олиб келади.

Металл сиртидан ажралаётган электронларнинг кинетик энергиясини тушаётган ёруғлик нурланиши интенсивлигига боғлиқ бўлмаслиги жуда ҳам ажабланарли ҳол эди. Эскперимент олий ҳакам. Эскпериментнинг мазкур натижаси фотоэффектнинг биринчи муаммоси эди ва у тўғридан – тўғри ёруғлик тўлқин назариясини рад этарди. Шу сабабдан, бу натижа классик

физиканинг ҳам муаммоси эди. Классик назарияга кўра металл сиртига тушаётган ёруғлик нурланишининг интенсивлиги жуда кучсиз бўлса, у ҳолда металл сиртидан умуман электронлар ажралмаслиги ёки кечикиб ажралиши керак. Бу фикрни тушунтириш учун қуйидаги мисолни олайлик. Калий металлининг сирти оқим зичлиги $E_0=10^{-5} \text{Vm/m}^2$ бўлган ёруғлик нурланиши билан ёритилган бўлсин. Калий атомидан электронларни ажратиш учун $3,6 \cdot 10^{-19} \text{Vm} \cdot \text{с}$ га тенг бўлган энергия зарур. Бу энергияни металл сиртида йиғилиши учун, калийни узлуксиз тахминан 6 кун ёритиш керак.

Бошқача айтганда, металл сиртини 6 кун ёруғлик билан ёритилгандан сўнг, электронлар ажрала бошлаши керак. Эксперимент натижалари бу қарашга умуман зид эди. Дарҳақиқат, ёруғликни интенсивлиги жуда ҳам кучсиз бўлганда ҳам, яъни $\nu > \nu_0$ (ν_0 -чегаравий частота) частоталарда тушаётган нурланиш шу заҳоти ($\sim 10^{-7} \text{с}$) металл сиртидан электронларни уриб чиқаради. Фотоэффект - оний жараён. Электрон металл сиртидан оний чиқади. Фотоэффектни бу қонунияти классик физиканинг иккинчи муаммоси эди. Металл сиртидан ажралиб чиқаётган электронларнинг тушаётган нурланишнинг фақат частотасига боғлиқ бўлиши классик физика учун учинчи муаммо эди. Чунки классик физика арсеналида энергиянинг частотага боғликлиги ҳақида бирорта ҳам ғоя йўқ эди.

Фотоэффектни бу уч муаммоси классик физика назариясини шубҳа остига олди. Классик физика тасаввури доирасида туриб фотоэффект ҳодисасини тушунтиришни мутлақо иложи йўқ эди. Бу ҳодисани тушунтириш учун янги тасаввур, янги ғоя, янги тушунчалар керак.

Фотоэффект ҳодисасини Планк гипотезасига асосланиб тушунтириш мумкин эканлигига биринчи бўлиб А.Эйнштейннинг ақли етди. Айтилган фикрларга асосланган ҳолда Эйнштейн фотоэффект ҳодисасини тамомила тушунтириб берди. Ёруғликнинг фотон назарияси фотоэффектни корпускуляр ҳодиса эканлигини, ҳозирги замон тили билан айтганда квант ҳодиса эканлигини тасдиқлади.

Қуёш элементлари (фотоэлемент) асосан ярим ўтказгичли материаллар асосида тайёрланади. Шунинг учун қуёш элементи оптик ва фотоэлектрик хусусиятларини билиш ярим ўтказгич материаллар тузилишини уларнинг металллар ва диэлектрик материаллардан фарқини ва ярим ўтказгич материаллар учун бевосита асосий бўлган хусусиятларни ўрганишини тақозо этади.

Қаттиқ жисмлар ҳосил бўлишини ярим ўтказгич материаллар мисолида электрон назарияси нуқтаи назаридан кўриб ўтамиз. Қаттиқ жисм ҳосил бўлиши жараёнида, атомларнинг бир-бирига нисбатан яқинлашиши шу даражагача борадики, натижада ташқи қобикдаги электронларнинг умумлашиши ҳосил бўлади. Атомдаги алоҳида электронларнинг якка айрим орбиталари ўрнига умумлашган коллектив орбиталар ҳосил бўлади ва атомдаги қобикчалар соҳаларга бирлашади ҳамда улар умуман кристаллга тегишли бўлиб қолади. Электронлар ҳаракатининг характери мутлақ ўзгаради, маълум атомда ва маълум энергетик сатҳда жойлашган электронлар энергиясини ўзгартирмасдан шу энергетик сатҳдаги бошқа қўшни атомга ўтиш имкониятига эга бўлади ва бинобарин, электронларни кристаллда эркин силжиши кузатилади.

Кристаллнинг изоляция ҳолатидаги барча атомларнинг ички қобиклари электронлар билан тўла бўлади. Фақат энг юқоридаги айрим сатҳлардан иборат валент электронлари жойлашган соҳадагина сатҳлар тўлалигича эгалланмаган бўлади. Кристаллнинг электр ўтказувчанлиги, оптик ва бошқа хусусиятлари асосан валент соҳасининг тўлдирилиш даражасига ва ундан юқоридаги соҳагача бўлган энергетик масофа билан аниқланади ва унга **ўтказувчанлик соҳаси** дейилади. Иссиқлик ва оптик қўзғатилиш ҳисобига ўтказувчанлик соҳасига валент соҳадан электронлар ўтиши ва электр токини ўтказишда иштирок қилиши мумкин. Валент соҳасида ҳосил бўлган бўш ўринларга электронларнинг кўчиши, унга қарама-қарши бўлган мусбат зарядларнинг ҳаракатини ҳосил қилади ва бу зарядларга **коваклар** дейилади.

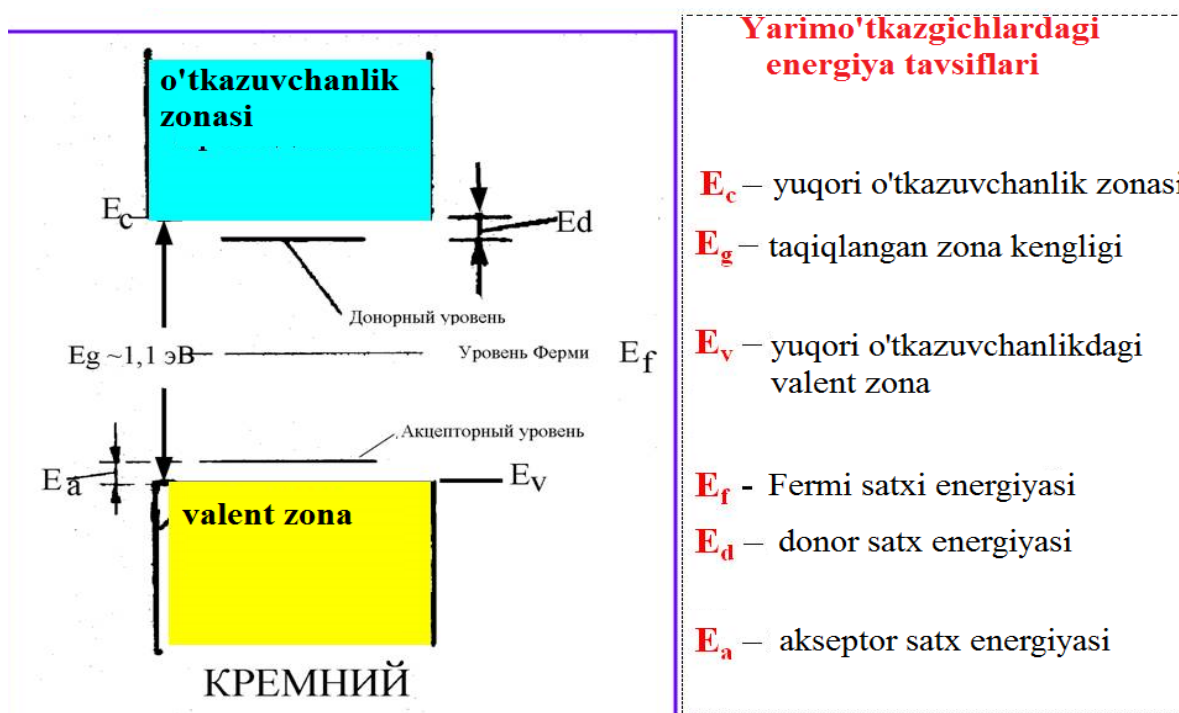
Диэлектриклар деб, валент соҳаси тўлдирилган ва бу соҳадан кейинги ўтказувчанлик соҳагача бўлган энергетик масофа нисбатан катта бўлган моддаларга айтилади.

Металлар эса бошқача тузилишга эгадир. Уларда валент соҳаси қисман тўлдирилган бўлади ёки у кейинги соҳа – ўтказувчанлик соҳаси билан киришган бўлади.

Кенг таркалган кремний асосидаги Куёш энергияси конструкцияси қарама-қарши типдаги p- ва n-материалнинг бир-бирига яқин туташтиришдан ҳосил қилинади. Ярим ўтказгич материал ичидаги p- ва n-тип. Материаллар орасидаги ўтиш соҳаси (чэгара худуди) электрон-тешик ёки p-n ўтиш дейилади. Термодинамик мувозанат ҳолида электрон ва тешиклар мувозанат ҳолатини белгиловчи Ферми сатҳи материалда бир хил ҳолда бўлиши керак. Бу шарт p-n ўтиш худудида иккиланган зарядли қатлам ҳосил қилади ва уни ҳажмий заряд қатлами дейилиб, унга таалуқли электростатик потенциал пайдо бўлади.

P-n тизилма сиртига тушган оптик нурланиш сиртдан материал ичига қараб p-n ўтиш йўналишига перпендикуляр равишда концентрацияси камайиб боровчи электрон-тешик жуфтликлар ҳосил қилади. Агар сирт юзасидан p-n ўтишгача бўлган масофа нурнинг кириш чуқурлигидан ($1/\alpha$ дан) кичик бўлса, электрон-тешик жуфтликлар p-n ўтишдан ичкарида ҳам ҳосил бўлади. Агар p-n ўтиш жуфтлик ҳосил бўлган жойдан диффузион узунликчалик масофа ёки ундан камроқ масофада бўлса, зарядлар диффузия жараёни натижасида p-n ўтишга етиб келиб, электр майдони таъсирида ажратилиши мумкин. Электронлар p-n ўтишнинг электрон бор бўлган қисмига (n-қисмига), тешиклар p-қисмига ўтади. Ташқи p- ва n-соҳаларни бирлаштирувчи электродларда (контактларда) потенциаллар айирмаси ҳосил бўлиб, натижада уланган юкланма қаршилиги орқали электр токи оқа бошлайди. p-n ўтишга диффузияланган асосий бўлмаган заряд ташувчилар, потенциал тўсик бўлганлиги сабабли, иккига ажратилади. Ортиқча ҳосил бўлган (тўсик ёрдамида ажратилган) ва тўпланган, n-соҳадаги электронлар ва p-соҳадаги

тешиклар p-n ўтишдаги мавжуд ҳажмий зарядни компенсация қилади, яъни мавжуд бўлган электр майдонига қарама-қарши электр майдонини ҳосил қилади.



3.3-расм. Ярим ўтказгичлардаги зоналарнинг таркибий схемаси

Ёритилиш туфайли ташқи электродларда потенциаллар айирмаси ҳосил бўлиши билан бирга ёритилмаган p-n ўтишдаги мавжуд потенциал тўсиқнинг ўзгариши рўй беради. Ҳосил бўлган фото-ЭЮК бор бўлган потенциал тўсиқ кийматини камайтиради. Бу эса ўз навбатида қарама-қарши оқимларнинг пайдо бўлишини таъминлайди, яъни электрон қисмдан электронлар оқимини, p-қисмдан тешиклар оқимини ҳосил қилади. Бу оқимлар p-n ўтишга қўйилган электр кучланиши таъсири натижасида тўғри йуналишдаги ток билан деярли тенг бўлади. Ёритилиш жараёни бошланган вақтдан бошлаб ортиқча (мувозанатдагига нисбатан) зарядларнинг тўпланиши (электронларнинг n-соҳада ва тешикларнинг p-соҳада) потенциал тўсиқ баландлигини камайтиради, ёки бошқача қилиб айтганда электростатик потенциални пасайтиради (3.3-расмга қаранг). Бу эса ўз навбатида ташқи юкланмадан оқаётган ток кучини оширади ва қарама-қарши оқимлар ҳосил қилувчи электронлар ва тешиклар оқимини p-n ўтишдан ўтишини таъминлайди.

Ёруғлик туфайли ҳосил бўлган ортикча жуфтликлар сони $p-n$ ўтиш ёки ташқи юкланма орқали кетаётган жуфтликлар сонига тенг бўлганда стационар мувозанат ҳосил бўлади. Одатда бу ҳол ёритилиш жараёнининг мингдан бир сонияси давомида рўй беради.

Куёш энергияси қисқа туташув токи $I_{кз}$ ни, тушаётган оптик нурланиш зичлиги ва спектрал таркибидан ўрганиш элемент тузилмаси ичида бўлаётган алоҳида ҳар бир нурланиш квантининг электр энергиясига айланиш жараёни самарадорлиги ҳақида тасаввур ҳосил имкониятини беради. ҚЭ учун маълум ёруғлик оқими зичлиги тушаётган ҳол учун қуйидаги тенгламани келтириш мумкин.

$$I_{кзю}(\lambda) = I_{кзт}(\lambda)/[1-r(\lambda)] \quad (3.1)$$

бу ерда $I_{кзт}(\lambda)$ ва $I_{кзю}(\lambda)$ – Куёш энергияси қисқа туташув токининг қиймати, берилган интенсивликдаги тушаётган ва ютилган нурланиш учун, $r(\lambda)$ -бирламчи қайтиш коэффиценти. Келтирилган уччала катталиклар ҳам бир хил тўлқин узунлиги бўлган ҳол учун тўғридир.

Куёш энергиясини таҳлил қилиш ва сифатини баҳолаш учун унинг $I_{кз}$ токининг спектрал характеристикасини ютилган ҳар бир квант нур учун ҳисоблангани ўта муҳимдир. Бу катталиқни куёш элементининг эффектив квант чиқиши дейилади ва $Q_{эфф}$ билан белгиланади. Агар N_o – ярим ўтказгич материал сиртининг бирлик юзасига тушаётган квантлар сони бўлса, у ҳолда

$$Q_{эфф} = I_{кз} / N_o \quad (3.2)$$

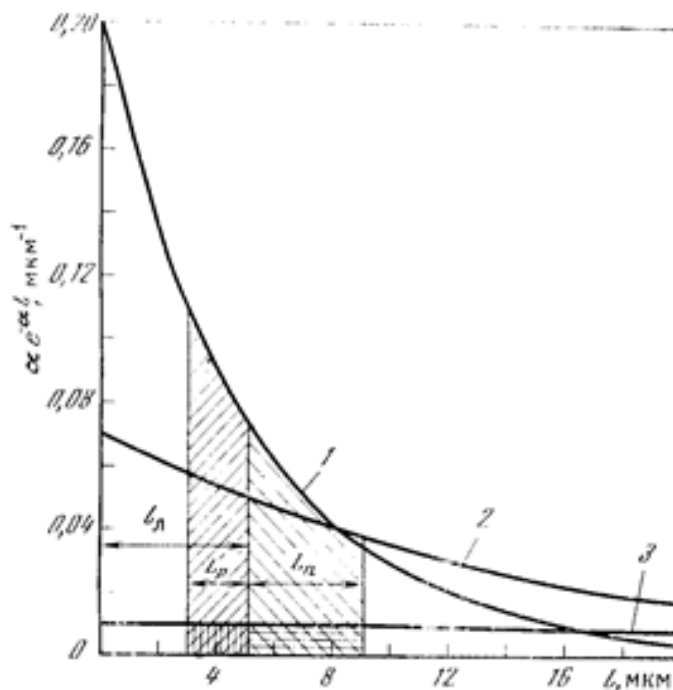
бўлади, бу ерда $I_{кз}$ электрон сонияда ўлчанади, ва $Q_{эфф}$ электрон квант (фотон)ларда олинishi керак.

Куёш энергияси эффектив квант чиқиши икки параметрга боғлиқ бўлиб, у

$$Q_{эфф} = \beta \gamma \quad (3.3)$$

β -ички фотоэффектнинг квант чиқишидир. Бу катталиқ ҳар бир ютилган квант учун фотоионизация жараёнида ярим ўтказгич ичида ҳосил бўладиган электрон-тешик жуфтликларни кўрсатади. γ – $p-n$ ўтиш потенциал тўсиқининг ток ташувчиларни йиғиш (жамлаш) коэффиценти, ёки бошқачасига

айтганда ток ташувчиларнинг ажратиш коэффиценти ҳам дейилади. Бу коэффицент оптик нурланиш ёрдамида ҳосил бўлган умумий жуфтликлардан қанча қисми қисқа туташув токида иштирок этишини кўрсатади. Ташқи ўлчаш асбоби уланган ҳол учун, $\beta=1$ бўлса, ҳар бир квант битта жуфтлик ҳосил қила олишини кўрсатади.

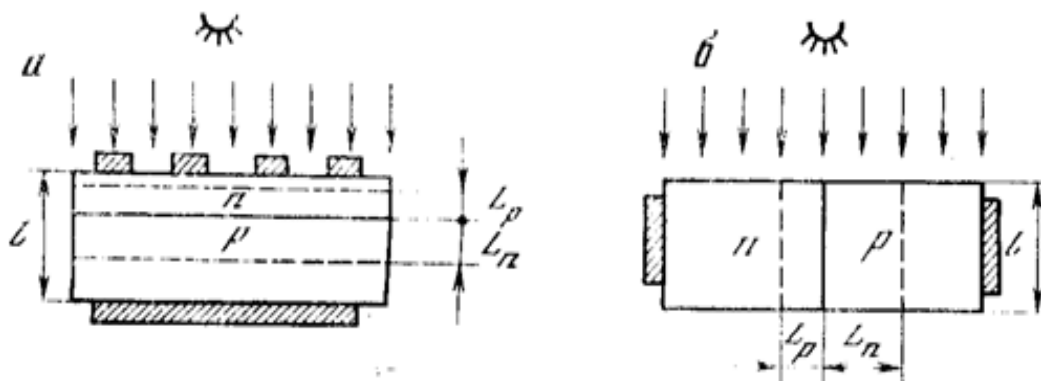


3.4-расм. Ҳар хил тўлқин узунликка эга бўлган нурланишнинг кремний асосидаги p-n ўтишга перпендикуляр тушган ҳол учун ҳосил бўлган электрон-тешик жуфтликларининг тақсимланиши.

1- $\lambda=0,619$ мкм, $\alpha=2000$ см⁻¹; 2- $\lambda=0,81$ мкм, $\alpha=700$ см⁻¹; 3- $\lambda=0,92$ мкм, $\alpha=90$ см⁻¹.

Ҳар хил тўлқин узунликка эга бўлган оптик нурланиш, материалда ҳар хил чуқурликка кира олади (квантларнинг чуқурликка кириш қобиляти уларнинг энергиясига боғлиқдир). Ярим ўтказгич материалларда ютилган квантлар ҳисобига ҳосил бўлган электрон-тешик жуфтликлар материалда фазовий тақсимот ҳосил қилади (3.4-расм га қаранг). Ҳосил бўлган жуфтликларнинг кейинги тақдири ЯЎ атериалларнинг диффузион йўли узунлигига боғлиқдир. Агар бу параметр катталиги етарлича бўлса, у ҳолда нурланиш туфайли ҳосил бўлган ортиқча асосий бўлмаган заряд ташувчилар

фақат диффузия жараёни туфайли p-n ўтишга келиб унинг электр майдони орқали ажратилиши мумкин. Оптик нурланишни айлантирилиши жараёнида муҳим ролни электронларнинг диффузия йўли узунлиги (L_n) ва p-n ўтиш чуқурлиги (ℓ) уйнайди, чунки ҳосил бўлаётган ва ажратилиши керак бўлган жуфтликлар уларга боғлиқдир.



3.5-расм. Ярим ўтказгичли кристаллда p-n ўтишларнинг жойлашиш схемаларига қараб (а) перпендикуляр ва (б) параллел p-n ўтиш текислиги учун оптик нурланишнинг тушиши. L_n, L_p – p- ва n – соҳаларда асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг диффузион узунликлари; ℓ - ярим ўтказгичда нурланишнинг кириш чەгараси; штрихланган соҳалар – p- ва n-соҳалардаги металл контактларнинг кўриниши.

Оптик нурланишнинг ярим ўтказгич материалга тушиш йўналишига қараб p-n ўтиш конструкциясининг икки хили мавжуд ва уларни қуйидаги 3.5-расмда келтирилган ҳоли учун кўриб ўтамиз. 1-ҳол. Оптик нурланиш йўналишига p-n ўтиш перпендикуляр жойлашган ҳол. Оптик нурланиш қалинлиги l га тенг бўлган ярим ўтказгич материалнинг бутунлай охиригача киради. 2-ҳол. Оптик нурланиш йўналишига p-n ўтиш параллел жойлашган ҳол. Нурланиш кенглиги d га тенг бўлган тузилмага тушади.

Перпендикуляр ва параллел жойлашган p-n ўтишлар учун йиғиш (жамлаш) коэффиценти (эффektivлиги) қуйидаги муносабатлар билан аниқланади.

$$\gamma = (L_n + L_p) / \ell \quad (6) \quad \text{ва} \quad \gamma = (L_n + L_p) / d \quad (3.4)$$

бу ерда, L_p – тешикларнинг диффузия йўли узунлиги.

Биринчи қарашда р-п ўтишнинг параллел жойлашиши афзалроқ кўринади, чунки ҳосил бўлган заряд жуфтликларини тўлалигича йиғиш ва ажратиш учун ярим ўтказгич материал қалинлигига ва р-п ўтишга нисбатан уларнинг тақсимланиши муҳимдир. Ярим ўтказгич ичида жуфтликларнинг материал чуқурлигига нисбатан бир текис ҳосил бўлиши уларнинг р-п ўтиш томон диффузия ҳодисаси орқали ажратилиш жараёни учун ўта муҳимдир. Шунинг учун, кўп р-п ўтишларга эга бўлган қуёш панелларда (фотовольтлар-кўп сонли микро ҚЭ лардан иборатларда), уларнинг р-п ўтишлари тушаётган оптик нурланишга параллел жойлаштирилади. Оптик нурланишнинг узун тўлқинли қисмида, бу конструкция заряд ташувчиларнинг йиғишнинг юқори самарадорлигига эга бўлади, ҳамда бир бирлик юзадан катта миқдордаги фото-ЭЮК олишга имкон яратади.

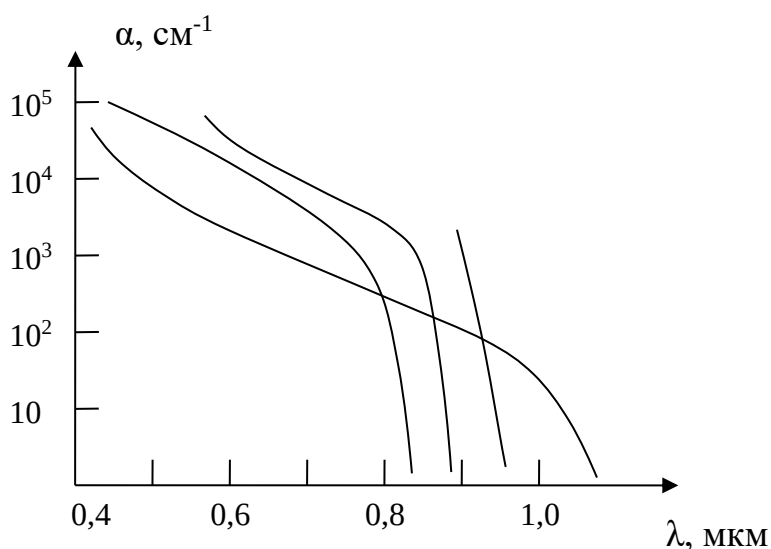
Аммо, асосий муаммолардан бири бўлиб, нисбатан кичкина ўлчамли параллел жойлашган р-п ўтишларга эга бўлган микро ҚЭларида рекомбинация ҳодисасининг перпендикуляр жойлашган р-п ўтишларга нисбатан катталиги назарий ва амалий жиҳатдан аниқланди. Шунинг учун, бу турдаги ҚЭ учун қуёш нурланишига қаратилган юзасида қисқа тўлқинли нурлар спектрал эффективлигини ошириш учун, қўшимча киришмалар киритилган тескари типдаги ўтказувчанликка эга бўлган қўшимча юпқа қатлам ҳосил қилиш мақсадга мувофиқдир. Яъни, яна қисман перпендикуляр конструкция элементига қайтиш мақсадга мувофиқдир.

Параллел жойлашган р-п ўтишли ҚЭ ларида ҳосил бўлган электрон-тешик жуфтликлар концентрацияси (М) материал юзасидан ичкарасига қараб ўзгаради. Перпендикуляр жойлашган р-п ўтишли ҚЭ конструкцияси учун эса п-типдаги материал учун ҳам р-типдаги учун ҳам ҳосил бўлаётган жуфтликларнинг аксарияти р-п ўтишга яқин жойда ҳосил бўлади. Ҳосил бўладиган электрон-тешик жуфтликлар бирлик чуқурликда қуйидаги тенглама орқали аниқланади.

$$M = N_0 \alpha \exp(-\alpha \ell) \quad (3.5)$$

бу ерда, N_0 -бир бирлик юзага тушаётган квантлар сони. Жуфтликлар сони, ичкарига қараб камайиб боради.

Уларнинг сонини ярим ўтказгич материалда ютилиши мумкин бўлган соҳада α (Е) ни аниқлаш мумкин. Шундай ҳисоблашларнинг кремний учун натижаси, бир неча қийматга эга бўлган тўлқин узунликлари учун қуйидаги 3.6-расмда берилган. n- ва p-тип материалдаги заряд ташувчиларнинг диффузион узунликлари соҳаларини чегаралаган вертикал чизиклар, p-n ўтиш перпендикуляр бўлган ҳол учун заряд ташувчилар жамлаш жараёнини баҳолаш имконини беради. Чизиклар ординаталари $\alpha \exp(-\alpha \ell)$ га пропорционал бўлиб, абсциссалар эса ярим ўтказгич материал ёритилган юзасидан ичкарига кириш чуқурлигини кўрсатади. Ўқлар орасидаги чизиклар билан чегараланган юзалар – тушаётган квантлар оқимиغا тенг, ординаталар билан чегараланган юзалар $\ell = \ell_d \ell_n$ ва $(\ell_d + \ell_n)$ (штрихланган қисм) – қисқа туташув токини кўрсатади. Шундай қилиб, штрихланган юзанинг умумий юзага нисбати ички фотоэффект квант чиқишини аниқловчи ифодага асосан ($\beta = 1$ ҳол учун) йиғиш эффективлигини беради.



3.6-расм. Ярм ўтказгичли айрим материаллар учун ютилиш кўрсаткичининг энергияда ўзгариши. 1 – Si, 2 – CdTe, 3 – GaAs, 4 – InP.

Агар модданинг валент соҳаси тўлалигича эгалланмаган бўлсаю, аммо ўтказувчанлик соҳасигача бўлган энергетик масофа нисбатан кичик (2 эВ дан

камрок) бўлса, бундай моддалар ярим ўтказгичлар дейилади. Ярим ўтказгичлар хусусиятлари хусусан электр ўтказувчанлиги ташқи муҳитга, айниқса ҳароратга боғлиқ бўлади. Ҳарорат (T) нинг ортиши электронлар миқдорининг валент в ўтказувчанлик соҳасига ўтишида ток ташувчиларнинг экспоненциал равишда кўпайишига ва электр ўтказувчанликнинг (σ)

$$\sigma = A \exp(-E_g / 2kT) \quad (3.6)$$

тенгламага асосан ўзгаришига олиб келади Бу ерда k – Больцман доимийси, A – моддани характерловчи ўзгармас катталиқ.

Металларнинг электр ўтказувчанлиги эркин электронлар концентрацияси ўзгармас бўлганлиги туфайли электронлар характчанлигининг ҳароратга боғлиқлиги билан аниқланади ва ҳароратнинг ортиши билан аста-секин камаяди.

Юқоридаги тенгламани логарифмлаб қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз.

$$\ln \sigma = \ln A - E_g / 2kT \quad (3.7)$$

Бу тенгламани ярим логарифмик координиталарда график равишда кўрсатиш мумкин. Ҳосил бўлган тўғри чизик ва унинг ϕ бурчак тангенси ярим ўтказгич материалларнинг асосий параметри бўлган, таъқиқланган соҳа кенглиги $E_g = 2kT\phi$ ни аниқлайди. Таъкидлаш лозимки, қия тўғри чизик, яъни электр ўтказувчанлик логарифмик $1/T$ га боғлиқ равишда ўзгариши фақат тоза киришмалардан ҳоли, хусусий ўтказувчанликка эга бўлган материаллар учунгина шундай кўринишга эга.

Киришмавий ярим ўтказгичларда $\ln \sigma$ нинг $1/T$ дан боғланиши мураккаб бўлиб, у иккита қия тўғри чизикдан иборат бўлиши мумкин ва бир-бири билан горизонтал қисм орқали туташган бўлади. Паст ҳароратли шароитда ўлчаш натижасида олинган $\ln \sigma = \ln A - E_g / 2kT$ тенгламадан ҳосил қилинган қия тўғри чизик тангенси ёрдамида киришмаларнинг таъқиқланган соҳада жойлашган энергетик сатҳлари ҳолатини аниқлаш мумкин. Юқори ҳароратли шароитда олинган ҳолларда эса ярим ўтказгич

материалларнинг таъқиқланган соҳаси катталигини, яъни E_g ни аниқлаш мумкин.

Қуёш элементи тайёрлашда Қуёш нурланишининг ярим ўтказгич материал билан ўзаро таъсири, фотонлар энергиясини материалдаги электронларда ютилиши ва чиқиши жараёнлари муҳим аҳамиятга эгадир.

Квант механикасида элементар заррачалар, шу жумладан электронлар ҳам тўлқин хоссаларига ҳам эга деб қаралади. Шунинг учун элементар заррачалар ҳаракатини ўрганишда энергия (E) ва импульс (P) билан бир қаторда, уларнинг тўлқин узунликлари λ такрорланувчанлиги V ва тўлқин вектори $K = P/h$, (h – Планк доимийси) ҳам ишлатилади. Бу ерда $E = h\nu$ ва $P = h/\lambda$ га тенг. Кристаллнинг соҳали тузилмасини $E - K$ диаграммалар билан тасвирлаш мумкин. Бу ерда энергия электрон-вольтларда (эВ) тўлқин вектори K – кристалл панжара доимийси қисмларида кўрсатилади. Шу билан бирга K ўқда кўрсаткичлар ёрдамида кристалл панжаранинг йўналиши кўрсатилади. $E - K$ диаграммаси воситасида соҳалараро ўтишларнинг ярим ўтказгич материалдаги характери ва жумладан ўтишнинг «тўғри» ёки «тўғримас» лигини аниқлаш мумкин.

Оптик ютилишни ўлчанишидан аниқланган E_g нинг катталиги, кўпинча ярим ўтказгич материалдаги эркин заряд ташувчиларинг концентрациясига, ҳароратга ва киришмалар энергетик сатҳларининг таъқиқланган соҳада мавжудлигига боғлиқ бўлади. Агар ўтказучанлик соҳаси тубидаги ва валент соҳа устидаги ҳолатлар заряд ташувчилар билан тўлдирилган бўлса, у ҳолда кришмали ярим ўтказгич материаллар учун E_g соф хусусий материалга тегишли қийматидан каттароқ бўлиши мумкин. Агар киришмалар ҳосил қилган соҳа энг яқин рухсат этилган соҳа чэгараси билан бирлашиб кетса (масалан, кўп микдордаги киришмалар киритилгандаги кузатиладиган ҳолат), у ҳолда E_g камаяди. E_g нинг бундай камайиши асосий ютилиш чэгарасига таъсир қилади.

Ярим ўтказгич материалда ютилиш коэффициенти α одатда тўлқин энергиясининг $1/\alpha$ масофада e маротаба камайиши орқали аниқланади ва у дан топилади.

$$N = N_0 \exp(-\alpha\lambda) \quad (3.8)$$

Бу ерда N – ярим ўтказгич материалда λ чуқурликка кирган фотонлар оқимининг зичлиги, N_0 – материал сиртини кесиб ўтувчи фотонлар оқимининг зичлиги.

Материалнинг ютилиш коэффициенти α ютилиш кўрсакичи K билан $\alpha = 4\pi K / \lambda$ муносабат орқали боғланган. Шундай қилиб, маълум ва аниқ калинликка эга бўлган ярим ўтказгич материал намуналаридан ўтаётган оптик нурланиш интенсивлигини ўзгартириб K ва λ нинг шу модда учун қийматларини топиш мумкин.

Қуёш элементлари тайёрланадиган айрим ярим ўтказгич материаллар учун 3.6-расмда α нинг энергиядан ўзгариши келтирилган. Расмдан кўринадики, ютилиш кўрсаткичи α нинг спектрал характеристикаси келтирилган ярим ўтказгич материалларда бир-биридан катта фарқ қилади ва бу фарқ асосан уларнинг соҳали тузилмаси ва оптик ўтишлар характериға боғлиқдир. CdTe, GaAs, InP материалларида тўғридан-тўғри соҳа характериға оптик ўтишлар мавжуд бўлиб, нурланиш спектрида E_g дан ортиқ энергияли фотонлар пайдо бўлиши билан α тезда $10^4 - 10^5 \text{ см}^{-1}$ даражасига кўтарилади.

Кремний материалларида эса ютилиш жараёни 1,1 эВ дан бошлаб тўғри бўлмаган энергетик ўтишлар орқали бўлади ва бунинг учун ҳам ёруғлик кванти, ҳамда панжара тебранишлари кванти-фотонлар иштироки талаб қилинади. Шунинг учун, ютилиш кўрсаткичи α аста-секин ортиб боради. Фақат фотонлар энергияси 2,5 эВ га етгандан кейингина соҳа-соҳали ўтишлар тўғридан-тўғри ўтишларга айланади ва ютилиши кескин орта боради.

Ютилиш коэффициентининг спектрал характеристикаси шуни кўрсатадики, кремний материалдан фойдаланиб, Қуёш спектрининг жуда катта қисмини электр токига айлантириш мумкин. Масалан, атмосферадан

ташқаридаги қуёш нурланиши учун (АМ 0) бу 74 % ни ташкил қилади. Ҳолбуки, агар материал сифатида GaAs ярим ўтказгич олинса фақат 63 % қуёш нурланишини электр энергиясига айлантириш мумкин. Аммо, «тўғримас» оптик ўтишларнинг асосий ютилиш чегарасида λ нинг қиймати катта бўлмаганлиги сабабли, бутун келтирилган қуёш спектри ютилиши учун кремнийли қуёш элементи нинг қалинлиги 250 мкм дан кам бўлмаслиги керак. Ҳолбуки, худди шундай шароит учун GaAs материалнинг қалинлиги 2-5 мкм бўлиши кифоядир. Шунинг учун спектрал характеристиканинг бу хусусиятларини юқори самарали ва юпқа қатламли қуёш элементи ишлаб чиқишда аҳамияти катта эканлигини доимо ҳисобга олиш зарур.

Агар, ярим ўтказгич сиртига тушаётган фотонлар энергияси кам бўлиб, ютилиш натижасида электронларни валент соҳадан ўтказувчанлик соҳасига чиқара олмаса, нурланиш таъсирида электрон кристалл ичида рухсат этилмаган соҳаларга ўтиши мумкин. Бундай ҳолат учун ютилишнинг спектрал характеристикасини асосий ютилиш чегарасидан кейинги узун тўлқинли қисмида сезилиши мумкин. Бундай ютилиш эркин заряд ташувчилар ютилиши дейилади ва бу жараён шундай заряд ташувчилар концентрациясига боғлиқ бўлади. Эркин заряд ташувчилар енгил ионизация бўла оладиган киришмалар концентрациясига боғлиқ бўлгани учун, ютилиш ҳам унга тўғридан-тўғри боғлиқ бўлади. ярим ўтказгич материалларда бундай узун тўлқинли ютилиш хусусиятларини ўрганиш натижасида ютилишнинг бир неча тури аниқланган. Жумладан, фазовий панжара тебранишларида ютилиш, киришмаларда ютилиш, экситонларда ютилиш. Экситон – боғланган электрон-тешик жуфтлиги бўлиб, заряд ташувчилар концентрациясини ўзгартирмайди. Чунки кристалл ичида алоҳида электрон ёки тешик ҳаракатлари эмас, балки боғланган ҳолат ҳаракатидир.

Ютилиш спектрлари кристалл тузилиши хусусида керакли ҳар томонлама фойдали маълумотлар беради. Жумладан, легирланиш даражаси, киришмаларнинг активланиш энергиясини ва уларнинг таъқиқланган зонада жойлашган энергетик сатҳларини аниқлашга имкон беради. Масалан, ютилиш

спектрлари асосида кремнийда кислороднинг бор ёки йўқлигини аниқлаш мумкин (9 мкм). Спектрнинг узун тўлқинли соҳасида аксланиш коэффициенти R, бундай киришмалар ортиши билан кескин ўсиши кузатилади.

Ёритилиш. Электр таъминоти манбалари сифатида қишлоқ хўжалигида қиздириш лампалари, люминесценция ва газрязрядли лампаларидан фойдаланилади. Шунинг айтиш керакки, алоҳида ёруғлик манбалари орасида уларнинг самарадорлигида, яъни ватт қувватга тўғри келадиган люксларда ўлчанадиган ёруғлик узунлигида катта фарқ бўлади (3.1-жадвал):

3.1-жадвал. Ёритилиш қурилмалари

Лампа номи	Вт
Қиздириш лампаси	12
Галоген лампа	22
Люминесцент лампа	55
Юқори босимли симобли лампа	55
Юқори босимли галоген лампа	80
Юқори босимли натрийли лампа	95

Қиздириш лампалари анъанавий ва кенг қўлланиладиган ёруғлик манбалари ҳисобланади. Маиший ёритиш мосламаларида 220 ёки 127 В кучланишга мўлжалланган 15 дан 300 Вт гача қувватли қиздириш лампалари ишлатилади. Кенг қўлланиладиган мукамалроқ ёруғлик манбалари-қиздириш лампасига нисбатан 4-5 баробар юқорироқ ёруғлик узатишига ва 5-8 баробар каттароқ хизмат муддатига эга бўлган люминесцент лампалари мавжуд. Шундай қилиб, 20 Вт ли люминесцент лампасининг ёруғлик узатиши 150 Втли қиздириш лампасининг ёруғлик узатишига тенг.

Электр маиший асбобларнинг автоном электр таъминоти. Автоном электртаъминотда электр маиший асбоблар ишининг тежамкорлигига асосий эътиборни қаратиш зарур. Бир тарафдан, электротехник буюмларнинг энергетик тавсифи маиший техника такомиллашуви даражасини аниқловчи кўрсаткичларидан бири ҳисобланади. Иккинчи тарафдан эса бошқа автоном

энергия манбаининг қувват ва таннарх тавсифларини аниқлаб беради.

3.2-жадвалда даврийлиги ва намунавий ўртача суткалик иш вақтини кўрсатган ҳолда деҳқон хўжалигини маиший жиҳозлаш учун намунавий ва етарлича тўлиқ электр жиҳозлар рўйхати келтирилган. Энергия тежайдиган маиший электр жиҳоз танлаш бўйича баъзи бир тавсиялар келтирамиз ва ундан энергия истеъмол қилишга сифатли баҳо берамиз.

3.2-жадвал

№	Электр жиҳозлари номи	Суткаси га иш вақти, соат	Иш тартиби	Қуввати , кВт	Маркаси
				Истеъмол қуввати кВт/соат	
1.	Электр плита	3,0	даврий	1,0/3,0	Турли
2.	Микротўлқинли печ	0,5	даврий	0,8/0,4	«Электроника» ва бошқалар
3.	Музлаткичлар, совуткичлар	-	Кун давомида, узлукли	0,05/1,1	ММ-163/16
4.	Кир ювиш машинаси	-	Эпизодик, йилига 100 соат	0,25/-	«Малютка-2»
5.	ДЭУ кондиционери дарчали	3,0	Фаслга қараб 3 ой ёзда	0,52/1,56	ДЭУ-052С
6.	Рангли телевизор	-	18-00, 24-00	0,05/0,3	Турли турдаги
7.	Видеомагнитофонлар, магнитофонлар, радиоприёмниклар ва электр бритвалар	10,0	Кун давомида	0,02/0,2	Турли турдаги
8.	полвентилятори	10,0	Фаслга қараб, ёзда	0,075/0,75	Супержинерал
9.	Чанг юткич	-	Эпизодик	0,7/-	«Ракета-600»
10.	Саковижималка	-	Эпизодик	0,2/-	Турли

1 1.	Дазмол	-	Даврий йилига 50 соат	1,0/-	Турли маиший
1 2.	Электромеханик ёзув машинаси	-	Эпизодик	0,035/-	«Ятрань» ва хар хил
1 3.	Компьютер	-	Даврий	0,1/-	Турли
1 4.	Электро бритва	0,1	Хар куни	0,3/0,03	Турли
1 5.	Электр очгич	-	Эпизодик	0,5/-	Турли маиший
1 6.	Электр дреллар	-	Эпизодик	0,5/-	Турли маиший
1 7.	Электр арра маиший	-	Эпизодик	0,3/-	«Болгарка»
1 8.	Электр жихвирловчи машиналар	-	Эпизодик	0,25/-	маиший 41ОН ва турли
1 9.	Электр қайнатгич	-	Эпизодик	0,3/-	Сувга кирадиган, найсимон

Электр плита одатда биттадан еттигача қиздириш поғонасини таъминлаб берувчи алмашиб улагичга эга. Бир комфорали электр плиталар қуввати – 0,8-2,6 кВт, икки комфорали электр плита – 1,8-3 кВт. Найсимон конфоркали электр плиткалар самарадорлироқ ва мукамалроқ: бундай конфоркалар узокқа чидамли, уларнинг спирал шакли эса идиш туби билан яхши алоқани таъминлайди.

Микротўлқинли печ тежамлироқ ва озиқ-овқатни тез тайёрлаш учун, тайёр таомларни иситиш учун ва маҳсулотларни муздан эритиш учун ишлатилади. Микротўлқинли печда фойдаланиладиган ўта юқори частотали электромагнит тўлқинлар билан қиздириш принципи нафақат таомнинг юқори таъм берувчи сифатини таъминлайди, балки витаминларни тўлалигича сақлайди. Энергия истеъмол камера ҳажмига қараб 0,5 дан 2,0 кВтгача. Кичик қувватли тикланувчан энергия манбалари билан яхши энергетик мослиги, ўзбек ошхонаси учун ноанъанавий бўлган бу печлар жуда истиқболли ҳисобланади.

Чўктирма қайнатгич – одатда найсимон электр қиздирувчи элемент бўлиб, кам миқдордаги сувни қайнатиш учун мўлжалланган. 0,3 дан 2 кВтгача қувватли қайнатгичлар ишлаб чиқарилади. Бир стакан сув 20 дан 90⁰С гача 0,3 кВт қувватли қайнатгичлар 5 мин. давомида, 7 л сув эса 2 кВт қувватли қайнатгичда 30 мин. да қиздирилади.

Бу қайнатгичларнинг ўзига хослиги юқори ФИК (98%) бўлиб, бу сувни қайнатувчи бошқа турдаги электр мосламаларга нисбатан минимал электр энергия сарфини кўрсатади.

Совуткич – энергия сарфловчи жиҳоз ҳисобланади. Совуткичлар доимо тармоққа улангани учун, улар электр плиталар энергия сарфласа: компрессорли совуткич (ҳажмига қараб) 250-450 кВт.с, абсорбцион совуткич эса – 500-1400 кВт.с йилига, қанча энергия сарфласа, худди шунча (ҳатто кўпроқ) энергия сарфлайди.

Истеъмол қилинадиган қувватига қараб замонавий бир турдаги музлаткичлар бир-биридан кам фарқ қилади. Совуткичнинг тежамкорлиги кўпроқ унинг ишлатиш даврийлиги ва ишлатиш қоидаларига амал қилинишига боғлиқ бўлган иш тартибига эга. Бу нарсa музлаткичларга ҳам таллуқли бўлиб, улардан энг мақбули ММ-163/16 ва юклаш ҳажми 20 кг гача бўлган музлатиш ҳароратини 18⁰С гача таъминлаб берувчи ўхшаш музлаткичлар .

Кир ювиш машиналари уй ҳўжалигидаги энг меҳнат талаб жараёнларни бажаради. Электр энергия истеъмол қилиш нуқтаи назаридан, уланиши ва узилиши қатъий дастур бўйича амалга ошириладиган автоматик машиналар ҳисобланади. Шу билан бирга кам миқдордаги кир ювиш зарурати туғилади. Бу мақсадлар учун уйда кичик габаритли кир ювиш машинаси бўлиши керак. «Малютка» номли енгил, кам жой эгаллайди, тез ва тоза ювади, энергия эса 200 Вт лик лампочкадан кўп керак бўлмайди. «Митти» машинасини битта юклаш ҳажми – 2 кг қуруқ кир ҳисобланади.

Маиший кондиционерлар ёпиқ биноларда ҳарорат ва намликни автомат тарзда ушлаб туриш учун хизмат қилади. Совутилган ҳаво билан 25; 30; 35 м²

ва кўпроқ юзага эга биноларни таъминлашга мўлжалланган катта миқдордаги кондиционерлар ишлаб чиқарилади. Ҳаво алмашилиши бўйича уларнинг унумдорлиги мос равишда 700, 750; 1000 м³/соат ва кўпроқ ДЭУ фирмасининг мукамалроқ конденционерларидаги истеъмол қуввати 500 Вт ва ундан кўпроқ.

Қолган электр приборларнинг қуввати ёки жуда кичик, ёки уларни иш тартиби эпизодик бўлиб, у йил давомида кам энергия сарфлайди ва уларни қувват тавсифларини танлашда иккинчи даражали қилиб қўяди.

§ 3.1.2. Яримўтказгичли материаллар ва қуёш фотоэлектрик панелларининг вольт ампер таснифи

Қуёш элементларининг планар конструкцияси (оптик нурланиш тузилма юзасига перпендикуляр тушган ҳол) ҚЭ технологиясида ва уларни амалий ишлатишдаги асосий конструкциядир. Бундай ҚЭ ҳар хил ярим ўтказгич материаллар асосида ишлаб чиқилди. Юқорида келтирилган таҳлиллар асосида юқори самарали оптималлашган конструкциялар ишлаб чиқилди. Аммо ҳар қандай материал учун ҳам уларга қўйиладиган юқорида келтирилган асосий талаблар сақлаб қолиниши кераклиги аниқланди. U ни ва $I_{кз}$ ошириш учун р-п ўтишнинг иккала томонида ҳам албатта диффузион узунликни ошириш мақсадга мувофиқдир. Буни амалга ошириш учун керакли материал танлаш ва р-п ўтишни технологик тайёрлаш жараёнида диффузион узунликни пасаймаслигига ҳаракат қилиш керак. Агар унинг пасайиши аниқ бўлса уни ҳисобга олиш зарурдир. Агар L_d ни фронтал сиртда ошириш имконияти бўлмаса, у ҳолда фронтал сирт қалинлигини $L_p \gg \ell$ га амал қилган ҳолда олиш керак. Шу асосда база параметрларини танлаш зарурдир.

Қуёш элементлари яратишнинг дастлабки даврларида қуёш нурланишининг спектри максимумига қийслаб, оптимал материал сифатида ман қилинган соҳасининг кенглиги 2 эВ бўлган ярим ўтказгич материал олинган. Кейинчалик эса, шу нарса аниқландики, фотоактив квантлар сонини ошириш ва қисқа туташув токининг ўсиши учун ман қилинган соҳа кенглиги

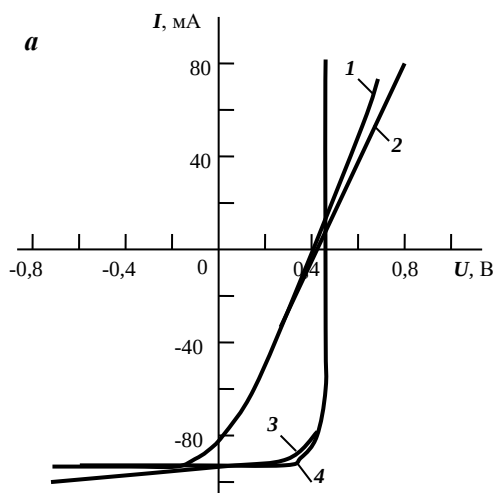
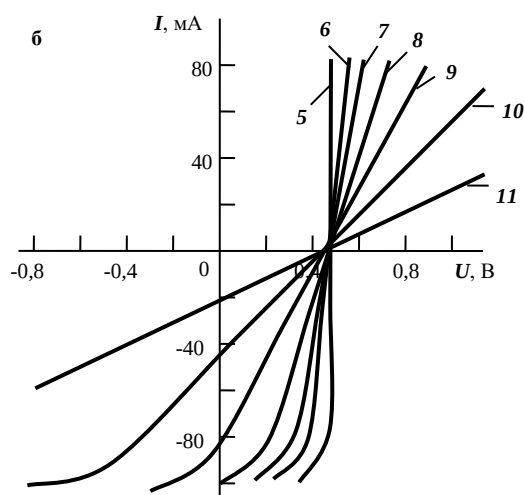
E_g нинг қиймати 2 эВ дан кичик бўлиши керак экан. Аммо бу ҳолат учун генерация қилинаётган фото-ЭЮК нинг қиймати нисбатан камайиши аниқ, чунки p-n ўтишдаги потенциал тўсиқ қиймати пасаяди. Кейинчалик варизон (ман қилинган соҳа қийматини ўзгартириш имконияти мавжуд бўлган материаллар) ярим ўтказгич материалларни ҚЭ тайёрлашда ишлатилиши имконияти пайдо бўлганида, уларни тадбиқ қилишнинг 2 хили таклиф қилинди:

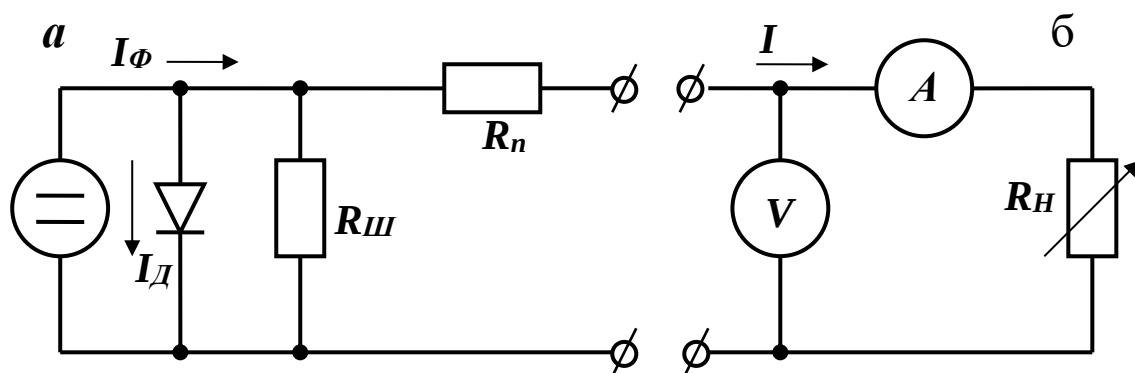
1. Бевосита гетероўтишларни қўллаш.

2. Ман қилинган соҳаси қиймати база материали ман қилинган соҳаси қийматидан катта бўлган ярим ўтказгич қатламни кенг соҳа сифатида қўллаш.

База сифатида қўлланилиши керак бўлган материалнинг ҚЭ хусусиятларига таъсири тўғрисида икки хил қарама-қарши нуқтаи назар мавжуд. ҚЭ Ф.И.К. нинг база материали ман қилинган соҳаси кенглигига жиддий боғлиқлигини асослаш учун элемент ВАХ ни анализ қилиш ва унга тушаётган оптик нурланиш спектри таъсирини ўрганиш зарур.

1956 йил Ж.Лоферский томонидан Ер шароитидаги қуёш нурланиши спектри учун юқорида талаб қилинган назарий ҳисоб - китоб бажарилди. Ҳар хил оптималлашган материалдан тайёрланган ҚЭ учун оптик ва фотоэлектрик йўқотишларнинг қиймати баҳоланди. Бундай намуналарнинг натижалари қуйидаги 3.7- расмда кўрсатилган.





3.7-расм. Қуёш элементининг эквивалент (а) ва ўлчаш (б) схемалари

Қуёш элементларининг асосий характеристикаси ҳисобланган, вольт-ампер характеристика (ВАХ) ва спектрал сезгирлик ярим ўтказгич материалларнинг оптик ва электрофизик хусусиятларига боғлиқдир. ҚЭ ВАХ р-п ўтишли ярим ўтказгич диоднинг ВАХ идан янги I_ϕ ҳаднинг пайдо бўлиши билан фарқ қилади. I_ϕ – оптик нурланиш таъсирида қуёш элементида генерация бўлган токдир. Агар I_d – диод орқали оқаётган ток ва I – ташқи юкланма орқали оқаётган ток бўлса, у ҳолда,

$$I_\phi = I_d + I \quad (3.9)$$

$$I_d = I_o(\exp(qU/kT) - 1) \quad (3.10)$$

диоднинг қоронғиликдаги характеристикаси, I_o – р-п ўтишнинг тескари йўналишдаги тўйиниш токи, q – электрон заряди, T – мутлақ ҳарорат, k – Больцман доимийлиги, U – кучланиш.

Қаршилиги чексиз бўлган очик занжир ҳоли учун, яъни $I=0$ да, юқоридаги тенгламадан келиб чиқади.

$$U_{xx} = \ln(I_\phi/I_o + 1) kT/q \quad (3.11)$$

3.7- расм а. R_n ва $R_{ш}$ нинг турли хил қийматларида ҚЭ ВАХ нинг кўринишлари (а) ва R_n нинг $R_{ш} = \infty$ даги қийматлари (б); $R_n=5$ Ом, $R_{ш} = 100$ Ом; 2 - $R_n=5$ Ом, $R_{ш} = \infty$; 3- $R_n=0$, $R_{ш} = 100$ Ом; 4- $R_n=0$, $R_{ш} = \infty$; 5- 11 - $R_n=0$; 1; 2; 3,5; 5; 10; ва 20 Ом

Амалда қуёш элементларида кетма-кетлик қаршилигини ташкил қилувчилар бу контактларни ташкил қилувчи қатламлар қаршилиги, алоҳида р- ва п-соҳалар қаршилиги, металл-ярим ўтказгич орасидаги ўтиш соҳалари

қаршилиги, ҳамда $R_{ш}$ шунт қаршилиги ва ҳоказолардир. Бу қаршиликларни, ҳамда p - n ўтишдаги рекомбинацион йўқотишларни ҳисобга олиб ВАХ ни мураккаброқ кўринишда ифода этиш мумкин, яъни

$$L_n (I + I_{\phi})/I_o - (U - IR/I_o R_{ш} + 1) = q/AkT(U - I_m) \quad (3.12)$$

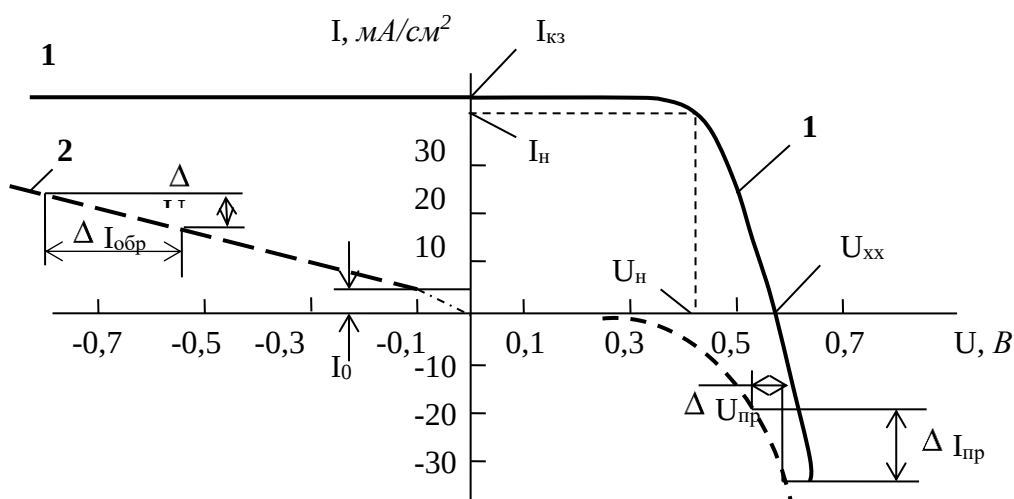
Киририлган коэффициент A , амалдаги асбобнинг идеал асбобга нисбатан яқинлик даражасини кўрсатади. Бу тенгламани амалиётга яқин қилиб куйидагича ёзиш мумкин.

$$I = I_{\phi} + I_o (\exp q(U + IR)/AkT - 1 - U + IR/R_{ш}) \quad (3.13)$$

Бу тенглама асосида қуёш элементининг эквивалент ва ўлчаш схемаси яратиш мумкин. Қуёш элементининг бирлик юзасидан олинаётган қувват P ни куйидаги тенгламадан баҳолаш мумкин.

$$P = (I_n U_n) = \xi I_{кз} U_{хх} \quad (3.14)$$

бу ерда, ξ – вольт-ампер характеристиканинг тўлдириш коэффициенти, яъни ВАХ шаклининг тўғри туртбурчакка қай даражада яқинлигини кўрсатади. Тўлдириш коэффициенти ҳозирги замон ҚЭ ларида (кремний ва галлий арсениди асосидаги элементларда) 0,8 ва ундан каттадир. Кетма-кетлик ва шунт қаршилиги таъсирини 3.8- расмдан ВАХ га таъсирини кўриб ўтайлик. Расмдан кўринадикки шунт қаршилиги $R_{ш}$ ни чексизликдан 100 Омгача камайиши ВАХ шаклига деярли таъсири камдир ва шу жумладан ҚЭ нинг чиқиш қуввати P_v га ҳам. Ҳолбуки, кетма-кетлик қаршилиги R_n нинг 1 Омдан 5 Омгача ўзгариши, ВАХ шаклини кескин ёмонлашишига олиб келади ва чиқиш қуввати P_v нисбатан камаяди.



3.8-расм. Атмосферадан ташқари ҳолдаги қуёш нурланиши учун ўлчанган ҳозирги замон кремний асосидаги ҚЭ нинг типик вольт-ампер характеристикаси.

1 – ёруғлик таъсиридаги; 2 – қоронғиликдаги ҳолатлар

ҚЭ ВАХ нинг ёруғлик ва қоронғиликдаги хусусиятларини аниқроқ таҳлил қилиш мумкин. Одатда кучланиш даражасига қараб р-п ўтишдан ўтаётган тесқари тўйиниш токининг ўтиш механизми ўзгаради. Бу ток одатда иккита токнинг йиғиндисидан иборат, яъни

$$I = I_{o1} [(qU/kT) - 1] + I_{o2} [(expqU/kT) - 1] - I_{\phi} \quad (3.15)$$

бу ерда, I_{o1} – юпқа р-п ўтиш орқали диффузион механизм воситасида оқаётган ток, I_{o2} -, эса $A = 2$ га тенг бўлган ҳол учун р-п ўтиш соҳасида рекомбинация ҳодисаси учун тесқари тўйиниш токи.

Қуёш элементларининг қоронғилик ва ёруғликда ўлчанган ВАХ асосида унинг айрим параметрларини аниқлаш мумкин, булар жумласига I_0 , R_{π} , $R_{ш}$, A қиради. қуйидаги келтирилган 3.8 - расмда АМ О шароит учун типик ВАХ ва қоронғиликда олинган элемент ВАХ лари келтирилган. Биринчи квадрантдаги ёруғлик шароитида олинган ВАХ нинг бир қисми, ва унинг туртинчи квадрантдаги давоми тўғри чизиклидир. Бу тўғри чизикнинг тоқлар ўқиға қиялиги ҚЭ нинг кетма-кетлик қаршилигини белгилайди.

$$R_{\pi} = \Delta U_{\pi} / \Delta I_{\pi} \quad (3.16)$$

бу ерда, $\Delta U_{\text{пр}}/\Delta I_{\text{пр}}$ қийматининг $U_{\text{хх}}$ га яқин соҳасидаги ўзгариши олинади. Келтирилган характеристиканинг биринчи квадрантдаги қисми ва унинг иккинчи квадрантдаги давоми тўғри чизикдир. Унинг кучланишлар ўқиға оғмаси ҚЭ даги шунт қаршилиги $R_{\text{ш}}$ ни қийматини белгилайди, яъни

$$R_{\text{ш}} = \Delta U'_{\text{пр}} / \Delta I'_{\text{пр}} \quad (3.17)$$

бу ерда $\Delta U_{\text{пр}}$ ва $\Delta I_{\text{пр}}$ лар қийматлари қисқа туташув токи $I_{\text{кз}}$ га яқин соҳадаги ўзгариши олинади.

Ёруғликда олинган ВАХ нинг қисқа туташув токи $I_{\text{кз}}$ атрофидаги тўғри чизик қиялигини ўзгартирилиши қийин бўлганлиги учун, шунт қаршилиги $R_{\text{ш}}$ қоронғиликда олинган ВАХ нинг қиялигидан аниқланади (иккинчи квадрант штрих чизик), яъни

$$R_{\text{ш}} = \Delta U_{\text{обр}} / \Delta I_{\text{обр}} \quad (3.18)$$

Қоронғиликда олинган характеристика ёрдамида тескари тўйиниш токи I_0 ни аниқлаш мумкин. Қуёш элементлари р-п ўтиши иш режимида тўғри йўналишда уланган бўлади, яъни оптик нурланиши таъсири натижасида мувозанатда бўлмаган заряд ташувчиларнинг р-п ўтишга иккала томондан ҳосил бўлиши, бу р-п ўтишнинг тўғри йўналишда уланганлигини кўрсатади. Шунинг учун, тескари тўйиниш токи I_0 ва идеалланиш коэффициенти A нинг тўғри йўналишдаги қоронғиликда ёки ёруғликда ўлчанган ВАХ дан топиш мақсадга мувофиқдир. Қоронғиликда олинган ВАХ га таалуқли диод тенгламасини бошқача кўринишда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$L_n (I_d + I_0) = \ln I_0 + qU/AkT \quad (3.19)$$

бу тенглама ҳисоб-китоб учун токнинг қиймати катта бўлган $I_d \gg I_0$ шароитда ишлатилиши ва тескари тўйиниш токи рекомбинацион механизм асосида р-п ўтишдан ўтадиган ҳоли учун ишлатилиши мумкин. ҚЭ нинг тўғри йўналишда ўлчанган ВАХ (катта ток ва кучланишлар учун) асосида $\ln I_0 = f(U)$ функциясини чизиш мумкин. Бу тенглама қиялигининг тангенци q/AkT га тенг бўлади. Унинг ордината ўқида кесган кесмаси $\ln I_0$ нинг қийматини беради.

ҚЭ реал ишлашига яқин шароитда I_0 ва A нинг қийматини аниқлашнинг яна бир усули мавжуд. Бунинг учун ёруғлик оқими зичлигининг ҳеч

бўлмаганда икки хил қийматида имитатор ёрдамида ҚЭ нинг ВАХ си ўлчанади. Кетма-кетлик қаршилиги R_n учун кучланишлар пасайиши ва p-n ўтиш соҳасида рекомбинация бўлиши жараёни учун юқоридаги тенгламани келтирамиз, яъни

$$I = I_0[\exp\{q(U - IR_n)/AkT\} - 1] - I_\phi \quad (3.20)$$

Салт юриш режимида $I = 0$, $U = U_{xx}$ бўлгани учун, $R_n = 0$ ва у ҳолда $I_\phi = I_{kз}$ деб олиш мумкин. У ҳолда

$$L_n (I_{kз} + I_0) = \ln I_0 + qU_{xx}/AkT \quad (3.21)$$

бу тенгламани қўллаш учун эталонли ҚЭ ёрдамида ҳар бир янги оптик нурланиш оқими зичлигига тўғри келадиган $I_{kз} = (E_g)$ тенгламанинг чизиқли қийматлари топилади ва ундан $I_{kз}$ ва U_{xx} аниқланади. Тангенс бурчагидан q/AkT нинг қиймати топилади ва унинг ордината ўқидан кесадиган кесмасидан $\ln I_0$ нинг қиймати аниқланади.

§ 3.2. Қуёш фотоэлектрик панеллари ва улардан фойдаланиш тўғрисида тушунча ҳамда қуёш панелларини ўрнатишнинг муҳим шартлари

Қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш. Шубҳасиз, электр энергияси фойдаланиш учун бир мунча қулай энергия турларидан ҳисобланади. Бу энергиянинг асосий қисми ер шарида у ёки бу турдаги иссиқлик машиналари ёрдамида ҳаракатга келувчи электромагнит генераторларда ишлаб чиқарилади. Энди эса биз электр энергиясини қуёш нурланиши таъсирида олишни ва унинг эффективлигини ошириш йўллари кўриб ўтамиз.

Бизга маълумки, яримўтказгич материалда электронлар энергетик зонанинг янги рухсат этилган сатҳларини эгаллашлари туфайли ток ҳосил бўлиши учун улар қўшимча энергия олишлари керак. Тўлдирилган ёки валент зонадаги электронлар етарли энергияни олмагунларича таъқиқланган зона орқали ўтказувчанлик зонасига силжий олмайдилар. Таъқиқланган зонага ўтишлари учун кремний ёки германий каби табиий яримўтказгич

электронлари 1 эВ энергияни олишлари керак бўлади. Бундай энергияга ёруғлик фотонлари эга. Яримўтказгичли фотоэлектрик генераторларнинг (куёш батареялари) ишлаш жараёни қуйидагилардан иборат: куёш радиацияси фотонларини ютиб электронлар қўшимча энергияга эга бўладилар ва ўтказувчанлик зонасига силжий бошлайдилар.

Ҳар бир электроннинг энергияси таъқиқланган зона кенглиги қийматига мос равишда ортади. Одатда электрон бу ҳолатда жуда оз вақт оралиғида бўлади. Кейин у ион билан рекомбинациялашади, бундан ажралиб чиққан энергия эса кристалл панжара тебранишини кучайтиради ёки қайта нурланиб кетади. Маълумки, панжара ионлари тебранишининг кучайиши қаттиқ жисмларда температуранинг ортишига олиб келади. Биз учун айнан шундан ҳоли бўлиш. Фотоэлектрик генераторда ёруғлик таъсирида қўзғатилган электронлар яримўтказгичли материал орқали ўтади ва ортиқча энергияларини бошқа ўзаро таъсирларга сарф қилмай туриб фойдали юкланишга бериб улгуради. Куёш энергиясини иссиқликка айланишининг олдини олиб биз маълум термодинамик чеклашлардан ҳоли бўлишга умид қиламиз, лекин табиат бизни олдимизга янада янги зиддиятларни қўндаланг қўяди. Фотон энергияси частота билан қуйидагича боғланган:

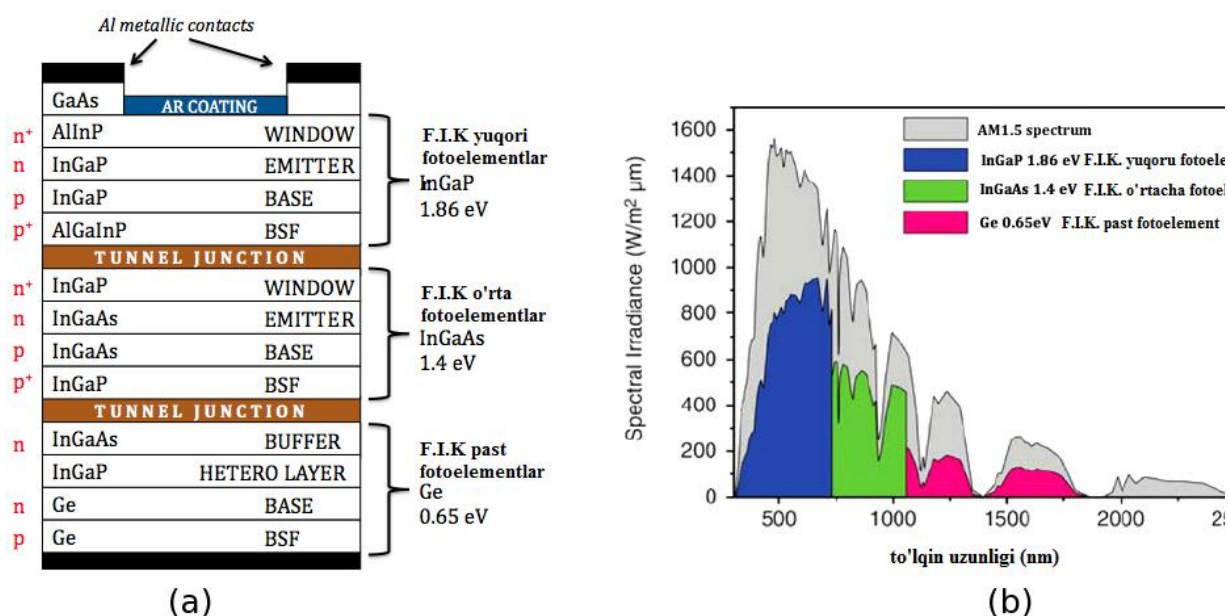
$$E = h\nu = \frac{h\nu}{\lambda} \quad (3.22)$$

Куёш нурланиши тўлқин узунликлари 1 мкм атрофидаги соҳада ётишини ҳисобга олиб, бу муносабатни биз янада соддароқ кўринишда ёзишимиз мумкин:

$$E = \frac{1.24}{\lambda} \quad (3.23)$$

Энергия эВ да, тўлқин узунлиги мкм ларда ўлчанади. (3.23) тенгламадан кўринадик, тўлқин узунлиги ортиши билан куёш радиацияси фотонларининг энергияси ўзгаради (камаяди). Ҳақиқатдан ҳам фотонлар энергияси етарли бўлмаганда улар қўзғатадиган электронлар таъқиқланган зона орқали ҳатлаб ўтадиган бундай тўлқин узунлиги мавжуд. Масалан хона температурасида кремнийнинг таъқиқланган зона кенглиги тахминан 1,1 эВ га тенг бўлган

холда тахминан 1,1 мкм тўлқин узунликдаги фотон энергияси тўғри келади. Ер сиртининг денгиз сатҳига куёш радиациясининг тахминан 20% и узун тўлқинли қисмга мос келади. Шу тарзда улар кремний асосли қурилмаларнинг ҳаракат сферасидан тушиб қолади. Радиациянинг қисқа тўлқинли қисмидан ҳам тўла фойдаланиб бўлмайди. Электронлар фақат рухсат этилган сатҳларга силжисада, қўзғалган ҳолатини энергияси таъқиқланган зона кенглигига яқин электронларгина кўпроқ сақлаб туради. Юқори энергияли фотонлар билан материални нурлантирилганда электронларнинг ортиқча энергияси тезда панжара тебранишларини кучайтириш учун яъни унинг ички энергиясини орттиришга сарф бўлиб кетади. Шундай қилиб, кремнийни 0,6 мкм тўлқин узунликдаги фотонлар (унга мос равишда тахминан 2,0 эВ энергия) билан нурлантирилганда электронлар фақат 1,1 эВ энергияни «қабул қилиши мумкин», қолган энергия эса материалнинг температурасини орттириш учун бефойда сарф бўлиб кетади.



3.9-расм. Қуёш нурланиши энергиясининг спектрал тақсимланиши.

Энди идеал фотоэлектрик генератор ёрдамида куёш энергиясини электр энергиясига айлантиришнинг максимал эффективлигини баҳолаб кўрайлик. Бу эффективлик 3.9-расмда кўрсатилганидек жойнинг метеорологик шароити ва кенглиги боғлиқ равишда ўзгарадиган куёш радиацияси спектрлар

энергиясининг тақсимотига қисман боғлиқ бўлади. 3.3-жадвалда тропиклардаги булутсиз шароитларда олинган натижалар намуна сифатида келтирилган.

Қуёш энергиясини кремнийда қайта ўзгартиришнинг максимал эффективлиги (чэгаравий тўлқин узунлик 1,1 мкм га тенг).

3.3-жадвал

Тўлқин узунлиги оралиғи, мкм.	Оралиққа тўғри келувчи қуёш энергияси ҳиссаси, %.	Оралиқда фойдаланилган қуёш энергияси ҳиссаси.	Қуёш энергияси умумий миқдоридан фойдаланилган энергия ҳиссаси, %.
0,3 дан кичик	0	-	-
0,3 – 0,5	17	0,36	6
0,5 – 0,7	28	0,55	15
0,7 – 0,9	20	0,73	15
0,9 – 1,1	13	0,91	12
1,1 дан катта	22	0	0
Жами	100		48

(3.22) тенгламадан кўринадикки, агар λ тўлқин узунликли фотон энергияси $1,24/\lambda$ га тенг бўлса, таъқиқланган зона кенглигига аниқ мос келадиган энергияга λ_r тўлқин узунликдаги фотонлар эга бўлганда, λ тўлқин узунликдаги фотонлар билан нурлантирилгандаги фойдали энергиянинг қийматини λ/λ_r муносабат орқали аниқланади. Чэгаравий тўлқин узунликдан катта тўлқин узунликдаги фотонлар электронларни умуман қўзғатолмайди.

Турли чэгаравий тўлқин узунликлар учун ўтказилган ҳисоблашлар кўрсатадики, кремний ($\lambda_r = 1,1$ мкм) фотоэлектрик генераторлар учун энг яхши материал ҳисобланади, гарчи λ_r га яқин бўлган баъзи тўлқин узунликлардаги унинг максимал Ф.И.К. атиги 45% га етса ҳам. Бинобарин, бундай фотоэлектрик қурилмаларнинг Ф.И.К. 45% дан ошмайди. Афсуски, реал қурилмаларда Ф.И.К. янада озроқ бўлади. Бунини тушунтириш учун биз қуёш радиацияси таъсирида қўзғатилган электронлар ёрдамида энергия олиш жараёнини пухта кўриб чиқишимиз керак. Кейинги пунктда биз ярим

ўтказгичлар хусусиятлари ва ўтказувчанлиги тўғрисида олдинроқ келтирилган фикрларга тўлдириш сифатида қисқача бўлсада, айрим тушунтиришларни келтириб ўтамиз.

Юқорида келтирилган қонуниятлар шуни кўрсатадики, ҳар бир жараённинг самарадорлиги ярим ўтказгич материалнинг оптик ва электрофизик хусусиятларига (тузилма сиртида ёруғликнинг қайтишига фотоионизация ҳодисасининг квант чиқишига, асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг диффузион йўлининг узунлиги L_n га, асосий ютилиш чегарасининг спектрал ҳолатига ва ҳоказоларга), p-n ўтишнинг характеристикасига (электр токининг ўтказиш механизмига, потенциал тўсиқнинг катталигига, ҳажмий заряд соҳасининг кенглигига), геометрик факторига (баъзи материалнинг диффузион йўли узунлиги ва баъзи қалинлиги орасидаги муносабатга, яъни L_n ва λ га), ҳамда n- ва p- соҳалардаги ярим ўтказгич материалнинг легирланиш даражасига боғлиқдир.

Бундан ташқарии кетма-кетлик қаршилиги R_n нинг ВАХ шаклига ва қувват P га таъсирини аниқлаш зарурдир. Ўз навбатида кетма-кетлик қаршилигининг қиймати уни ташкил қилувчи қисмлар қаршиликлари ва контакт қатламларининг геометрик жойлашуви билан ҳам аниқланади. Бир-бирига қарама қарши бўлган талабларни компромисс техник ечимларга келтириш натижасида тушаётган ёруғлик нурланишига перпендикуляр жойлашган p-n ўтишли қуёш элементлари конструкцияси танлаб олинган. Ҳозирги замонда айрим қўшимчалар киритилган ҳолда (тортувчи электр майдони киритилиши, орқа томондаги контактга изотип тўсиқлар олиш, бутун қопламали контактни тўрсимон контактга алмаштириш, сиртқи юзани текстуралаш, орқа томонга акслантирувчи қопламалар ҳосил қилиш) юқоридаги конструкция сақлаб қолинган.

Қуёш элементини самарадорлигини ошириш мақсадида унинг фронтал ёруғликни қабул қилувчи томонига радиацион-ҳимоя қопламаси, ҳароратни бошқарувчи ва юзани тиниқлаштирувчи қопламалар ҳосил қилинади. Қуёш

элементининг ишлаши жараёнида бу қопламалар материал ичига кирувчи нурланиш миқдорини кўпайтиради, ортиқча иссиқликни нурлантириш ҳисобига камайтиради. Бундан ташқари қопламалар Ерда ноқулай иқлим шароитларида ва коинотда уларни радиациядан ҳимоя қилади. Қуёш элементи фронтал, оптик нурланишга қаратилган юзасини, одатда фосфор атомлари киритилган кремнийнинг юпқа қатламидан тайёрланади ва уни 10^{20} см³ гача ва ундан ҳам кўпроқ даражагача легирлашади.

Элементнинг базасига эса бор киришмаси 10^{15} - 10^{16} см³ даражагача киритилади қуёш элементларининг оптик нурланишга қаратилган фронтал сиртини 5-7% гача эгаллаган, ҳар хил топологияли тўрсимон контакт билан қопланади. р-п ўтишдан электр майдони воситасида ажратилаётган асосий бўлмаган заряд ташувчилар ташқи занжирга ўтиши керак. Ярим ўтказгич материал фронтал сиртида (п-тип қопламада) зарядлар қоплама бўйлаб ҳаракатланса, қуёш элементи базасида (р-типтаги материалда) уларнинг ҳаракати перпендикуляр йуналишда бўлади. Ўта легирланган фронтал қатламда асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг диффузион йўли узунлиги 0,2 – 0,6 мкм ни ташкил этади. Элемент базасида эса бу катталиқ 100-250 мкм гача боради ва уларнинг қийматлари зарядлар концентрацияси ва қуёш элементлари тайёрлаш жараёнида бажариладиган технологик операцияларнинг режимига боғлиқ бўлади.

Айтиш жоизки, қуёш элементларини тайёрлаш жараёнида бажариладиган технологик операциялар давомида ярим ўтказгич материалда керак бўлмаган, назорат қилиб бўлмайдиган киришмалар ва рекомбинация марказлари пайдо бўлиши натижасида унинг дастлабки параметрлари ўзгаради. Шунинг учун, ярим ўтказгич материал параметрларини қуёш элементлари тайёрлаш жараёни охирида турли хил воситалар билан қайтадан ўлчаш мақсадга мувофиқдир.

Легирланган фронтал қатламда диффузион узунлик қийматининг нисбатан камлиги р-п ўтишни саёзроқ қилишни талаб қилади (ҳозирги замон қуёш элементларида фронтал қатлам қалинлигини 0,3 – 0,5 мкм қилиб олинади). Аммо, қуёш элементига тушаётган Қуёш нурланишининг асосий

қисмидан фойдаланиш учун, яъни $h\nu = E_g$ бажарилиши учун, қуёш элементи базаси қалинлиги 200 мкм дан кам бўлмаслиги талаб қилинади. Бундай қалинликдаги кремний пластиналари нисбатан механик ишлов беришга яроқли бўлиши билан бирга, уларда нурланишнинг 93-95% гача қисми ютилиши мумкин. База соҳасининг қаршилиги унча катта қийматда бўлмайди, чунки ток қалин базага перпендикуляр равишда ўтади.

Тайёрланадиган омик контактнинг биринчи қатлами алюминийдан қилинади. Алюминий р-материалда киришма бўлгани учун, у кремнийга яхши омик контакт беради ва кейин унинг устига Ti , Pd , Ag ёки Ni ва керакли турли контакт қотишмаси қопланади. Қуёш элементининг фронтал n-қатламининг қаршилиги нисбатан катта бўлиб 50-100 мк гача бориши мумкин. Бундай қаршилиқни енгиш учун юқорида курсатилган материалардан бирин-кетин қатламлар ўтказилади. Бу технологик жараёнлар ўтказилишида фронтал юпқа қатламни электрик тешилишини олдини олиниши талаб қилинади.

Илмий тадқиқотлар шуни кўрсатадики, агар фронтал юпқа қатламга контакт материали дастлаб бутун сиртга қоплама сифатида олиниб, кейин маълум шаклли расмни фотолитографик жараён воситаси билан химик емириш орқали бажарилса, фронтал юзада кўплаб микро тешилган ҳудудлар пайдо бўлар экан. Бу эса ўз навбатида, шунт қаршилигини камайтириб тесқари тўйиниш токи I_0 ни ошириб юборар экан. Шунинг учун фронтал контактлар топологиясини ниқоб орқали ёки фотолитографик жараённи контакт олинишидан олдин ўтказилиши талаб қилинади.

Юзаси $2 \times 2 \text{ см}^2$ бўлган қуёш элементи фронтал сиртининг қатлам қаршилиги 50 дан 100 $\text{Ом} \cdot \text{см}$ гача бўлса, унга бир дона кенглиги 0,5-1 мм ли коллектор (йиғувчи) йўлкаси ва 6 тадан 12 гача ундан чиқувчи кенглиги 0,05-0,1 мм бўлган йўлкачалар ўтказилади. Натижада кетма-кетлик қаршилиги R_n ни 0,15-0,2 Ом гача камайтириш мумкин бўлади. Аммо, саёз р-n ўтишлар тайёрланганда (мисол, $\lambda = 0,15-0,4$) фронтал қатлам қаршилиги 500 $\text{Ом} \cdot \text{см}$ гача ортиши мумкин, у ҳолда 4 см^2 юзали қуёш элементида йўлкачалар сонини 60 гача кўпайтирилади. Йўлкачалар кенглиги 15-20 мкм қилиниб, электрохимик

кайта ўстиришлар воситасида контакт қалинлиги 3-5 мкм гача етказилади. Агар ҳисоб китоб аниқ бўлиб, технологик жараёнлар мукамал бажарилса, қуёш элементининг ВАХ кескин яхшиланади.

Фойдаланиш самарадорлигини ошириш учун фотоэлектрик батарея ўрнатишнинг қиялик бурчагини танлаш: Қуёш энергиясининг энг катта самарадорлиги фотоэлектрик батареяларда қуёш нурланишига панелнинг юзаси перпендикуляр ҳолатда ўрнатилганда эришади. Фотоэлектрик панелни Қуёшга нисбатан ориентация қилиш учун одатда қуёшни автоматик кузатиш мосламаси ўрнатилиб, у ўз таркибига электр энергия истеъмол қиладиган сервомотор ва бошқариш блокини бириктиради. Кузатувчи тизимнинг таннархи етарли даражада қиммат бўлиб эксплуатацияга туширишда қўшимча чиқимларни талаб қилади. Шунинг учун ҳозирги вақтда Ўзбекистон ҳудудида фотоэлектрик батареялар кузатув тизимларисиз ўрнатилади. Фотоэлектрик батареянинг самарадорлигини ошириш учун аслида уларни ҳар ой Қуёшга нисбатан маълум бурчакда ўрнатиш лозим бўлади. Шу билан боғлиқ ҳолда оддий усулда фотоэлектрик батареяни Қуёшга нисбатан маълум қиялик бурчакда ўрнатиш учун горизонтга нисбатан оптимал қиялик бурчагини аниқлаш керак бўлади.

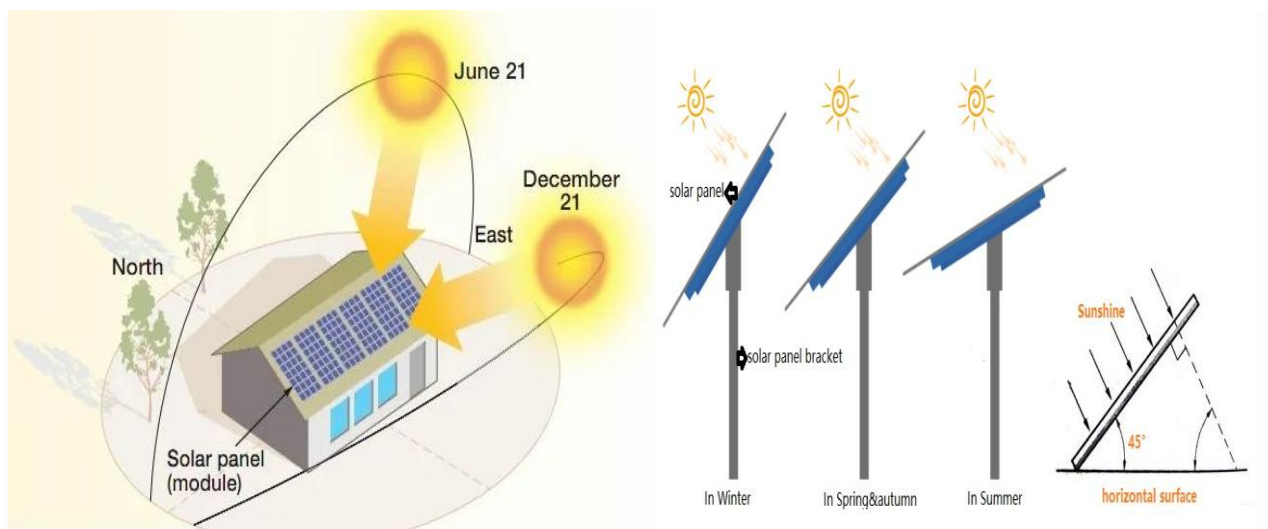
Қуйидаги илмий ишларда (М.Н. Турсунов, В.Г. Дыскин ва И. А. Юлдошев) Қуёш нурланиши тушиш бурчагини ҳисоблаш учун Visual Basic дастурида методика ишлаб чиқилган. Фотоэлектрик модулнинг ўрнатишда оптимал бурчаги ориентациясини аниқлаш бўйича горизонтал ва вертикал ўлчов чизғичлари квадрат шаклидаги фольгасимон пластинкага тўғри бурчак остида ўрнатилган экспериментал қурилмадан тайёрланган.

Фотоэлектрик батареяни максимал ҳолда ёритилганлик яхши жойга яъни жанубга томон қиялик бурчак остида ўрнатилади. Шунингдек қурилманинг юза майдонига қуёш нурланиши тушишини ҳисобга олиб мавсумий Қуёш ҳолатининг ўзгаришини ҳисобга олиш зарур. Ҳар бир кенглик учун фотоэлектрик батарея қурилмасининг оптимал қиялик бурчаги учун мавжуд

бўлиб фақатгина экваторга яқин жойлашган ҳудудларда фотоэлектрик батареялари горизонтал жойлашади.

Одатда фотоэлектрик батарея қиялик бурчаги бир йилда 3 марта таянч конструкцияда аниқ ҳолатда ўзгартирилади (3.10-расм). Агар фотоэлектрик батарея текис юзаликда ўрнатилган бўлса ҳам, энг муҳими уларни Ер сатҳидан маълум бир масофада кўтарилиб туриши лозим. Бу қурилма остида қилинган фазо эркин ҳаво циркуляцияси ҳосил қилиш учун амалга оширилади.

Текислик ва фотоэлектрик батарея ўртасидаги масофа ≥ 5 см дан кўпроқни ташкил этиши зарур, акс ҳолда фотоэлектрик батарея кучли равишда ўта қизиб аккумулятор батареясига зарядлаш жараёнида электр энергия ишлаб чиқаришни сусайтиради. Таянч конструкция ҳам ноқулай об-ҳаво шароитларига ҳам барқарор бўлиши зарур: кучли шамол тезликлари, ёғингарчиликнинг катта миқдори ва каррозия хоссалари.



3.10-расм. Баҳор ва ёз тенг кунлиги (1), қиш даври (2) ва ёз мавсуми учун (3) фотоэлектрик батарея ўрнатишнинг қиялик бурчаги

Фотоэлектрик батарея қабул юзаси қиялик бурчагига кўра ойига бир марта ориентация қилинади ва қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\beta_{a,i} = \varphi - \delta_i \quad (3.24)$$

бу φ - ҳудуднинг географик кенглики, $^{\circ}$; δ_i - берилган ой учун Қуёшнинг оғиш бурчаги, $^{\circ}$.

Қуёшнинг оғиши Купер формуласи бўйича қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\delta = 23,45 \sin \left(360 \frac{284+n}{365} \right) \quad (3.25)$$

Бу ерда n - 1 январдан бошлаб ҳисобланадиган йил кунинг тартиб номери. n сифатида одатда йил ойлари I-XII учун ой кунинг ўртача ҳисоб номери олинади.

(3.25) ифодага кўра Тошкент шаҳри учун ФЭБ оптимал бурчак остида ўрнатиш учун ҳисоб ишлари 3.4 жадвалда келтирилган. Тошкент шаҳрининг географик кенглиги $41^{\circ}15'52''$ га тенг.

3.4 -жадвал

Ойлар											
Горизонтал қияликка нисбатан ФЭБ оптимал ўрнатиш бурчаги (град.)											
Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Октяб.	Нояб.	Декаб.
57	49	41	33	25	18	25	33	41	49	57	64

Ҳисоб ишлари шуни кўрсатдики, баҳор ва кузги тенг кунликлар учун оптимал қиялик бурчаги ҳудуднинг географик кенглигига боғлиқ. Аммо ФЭБ эксплуатация жараёнида қиялик бурчаги ориентациясини ойлар бўйича ўзгартириш қийинчиликлар ўйғотади. Шундай қилиб, фотоэлектрик батареянинг қиялик бурчагини танлаш мавсумий ўзгаришларга (қиш, баҳор, ёз ва куз) боғлиқ ҳолда амалга оширилади.

Берилган географик ҳудуддаги қуёш инсоляция миқдорини билиб декабрь ва январ ойлари учун минимал қуёш нурланиши энергиясини топамиз. Бу икки ой давомида Қуёш оғиши (аналемма кўрсаткичи бўйича) $17,5^{\circ}$ дан - $23,5^{\circ}$ гача ташкил этади. Ўртача оғиш бурчаги катталиги бу бурчакларнинг ўртача арифметик косинуслари орқали аниқланади:

$$\cos \delta_{cp} = \frac{\cos(-17,5^{\circ}) + \cos(-23,5^{\circ})}{2} \quad (3), \text{ бу ердан } \cos \delta_{cp} = -20,7^{\circ}. \text{ Унда Тошкент}$$

шаҳрида қиш мавсуми учун оптимал қиялик бурчаги қуйидагича:

$$\beta_{a.i} = 41^0 - (-20,7^0) = 61,7^0 \quad (3.26)$$

Ҳисоб ишларини ёз мавсуми (июнь, июль) учун давом эттирамиз:

$$\cos \delta_{cp.} = \frac{\cos(23,5^0) + \cos(18,5^0)}{2}; \quad (5), \quad \text{бу ердан} \quad \cos \delta_{cp.} = 21,1^0. \quad \text{Ёз мавсуми}$$

учун оптимал қиялик бурчаги қуйидагига тенг;

$$\beta_{a.i} = 41^0 - 21,1^0 = 19,9^0 \quad (3.27)$$

Қуйида Тошкент шаҳри шароитида йил мавсумларига мос равишда ФЭБ горизонтга нисбатан бурчак остида ўрнатиш учун жадвал келтирилган.

3.4-жадвал

Йил мавсумлари бўйича горизонтал текисликка нисбатан ФЭБ ўрнатишнинг оптимал қиялик бурчаги		
Қишда	Баҳор ва кузда	Ёзда
$\sim 62^0$	$\sim 41^0$	$\sim 20^0$

Ўзбекистоннинг қолган ҳудудлари учун ҳам ФЭБ ўрнатишнинг оптимал қиялик бурчаги аниқланди. Масалан, Самарқанд вилояти учун натижалар 3.5 жадвалда келтирилган. Самарқанд вилоятининг географик кенглиги $39^{\circ}39'15''$ га тенг.

3.5 жадвал

Ой											
Горизонтал қияликка нисбатан ФЭБ оптимал ўрнатиш бурчаги (град.)											
Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Октяб.	Нояб.	Декаб.
56	48	39	32	24	16	24	32	39	48	56	64

Андижон вилояти учун натижалар 3.6 жадвалда берилган. Андижон вилоятининг географик кенглиги $40^{\circ}46'55''$ га тенг.

3.6 жадвал

Ой											
Горизонтал қияликка нисбатан ФЭБ оптимал ўрнатиш бурчаги (град.)											

Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Октяб.	Нояб.	Декаб.
57	49	40	33	25	18	25	33	40	49	57	64

Бухоро вилояти учун натижалар 3.7 жадвалда берилган. Бухоро вилоятининг географик кенглиги $39^{\circ}46'28''$ га тенг.

3.7 жадвал

Ой											
Горизонтал қияликка нисбатан ФЭБ оптимал ўрнатиш бурчаги (град.)											
Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Октяб.	Нояб.	Декаб.
56	48	39	32	24	16	24	32	39	48	56	64

Қарши шаҳри шароити учун натижалар 3.8 жадвалда берилган. Қарши шаҳрининг географик кенглиги $38^{\circ}51'38''$ га тенг.

3.8 жадвал

Ой											
Горизонтал қияликка нисбатан ФЭБ оптимал ўрнатиш бурчаги (град.)											
Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Октяб.	Нояб.	Декаб.
55	47	38	31	23	16	23	31	38	47	55	62

Урганч шаҳри учун натижалар 3.9 жадвалда келтирилган. Урганч шаҳрининг географик кенглиги $41^{\circ}32'59''$ га тенг.

3.9 жадвал

Ой											
Горизонтал қияликка нисбатан ФЭБ оптимал ўрнатиш бурчаги (град.)											
Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Октяб.	Нояб.	Декаб.
58	50	41	34	26	18	26	34	41	50	58	66

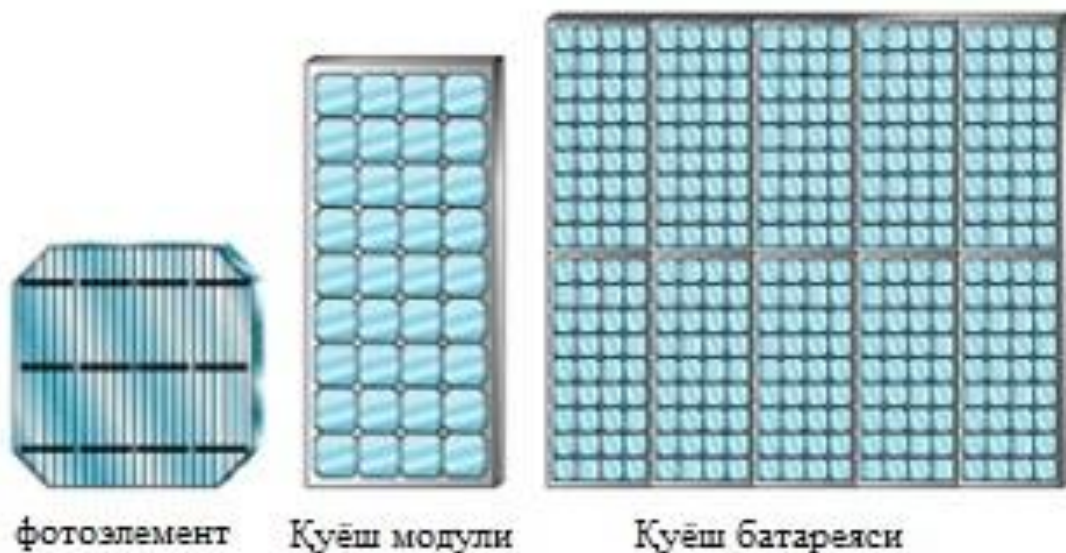
Худуднинг географик кенглигини Ўзбекистоннинг бошқа худудлари учун ҳисобга олиб (3) формула бўйича ФЭБ нинг горизонтал текисликка нисбатан ўрнатишнинг қиялик бурчагини ҳисоблаб топиш мумкин.

ФЭБ қиялик бурчаги бўйлаб ориентация қилиш иккита ижобий самарадорликка олиб келади:

- модулниң фронтал юзасига қуёш нурланишининг перпендикуляр тушиши натижасида ФЭБ ишлаб чиқариш қуввати ортади;
- ФЭБ қуввати кўтарилиши билан аккумуляторларнинг зарядлаш токи ортиши ҳисобига аккумулятор батареясини зарядлаш вақти камаяди.

§ 3.3. Қуёш фотоэлектрик панелларини тайёрлаш технологияси

Қуёш фотоэлектрик панеллари қуёш фотоэлементларидан ташкил топган бўлади. Биз катта миқдорда электр энергияси ишлаб чиқармоқчи бўлсак албатта етарли ва кўп сонли қуёш панелларини ишлаб чиқаришимиз керак бўлади. Қуёш фотоэлектрик модулларининг фотоэлементлари поликристал тўртбурчак ёки квадрат шаклида ва монокристалли фотоэлементлар эса псевдоквадрат шаклда бўлади (3.11-расм).



3.11-расм. Қуёш фотоэлектрик станциясининг таркибий қисмлари

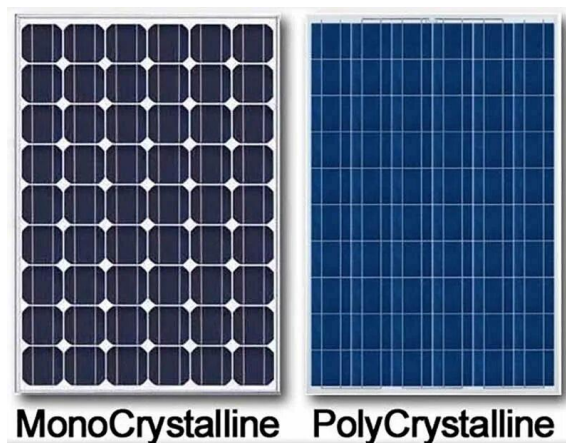
Қуёш панелларини (фотоэлектрик модул ёки қуёш модули) ишлаб чиқаришга кўра кўп ўлчамлари ва кўп турлари мавжуд.

Фотоэлектрик модул энг кўп тарқалган тури бу қуввати (40÷260 Вт минимал қувватга қуёш нури паст бўлганда ва максимал қувватга қуёш нури тиниқ ҳамда оптимал бурчак остида бўлганда) эга бўлади. Ушбу қуёш модуллари 0,4 дан 2,5 м² ўлчам оралиғида бўлади. Қуёш модуллари кенг ўлчамда ишлаб чиқариш қувватига қараб сотувга қўйилади. Қуёш панеллари (PV panels) ёки уланишига кўра (arrays) деб ҳам аталиши мумкин. Уларни ишлаб чиқаришда қувватлари фарқи бўйича 10, 20, 30, 40, 50, 100 ва 400 Вт гача ишлаб чиқарилади.

Ҳозирги вақтдаги қуёш модулларининг 5-20 % ФИК эга бўлганлари электр энергия тармоғига улаган бўлиб, бу эса дунёда ишлаб чиқарилаётган энергия билан қуёш элементлари орқали ишлаб чиқарилаётган электр энергияни трансформаторларда тақсимланмоқда.



**3.12-расм. Қуёш модули
қурилмасини уй томида
ўрнатилган ҳолати**



**3.13-расм. Поликристал кремний
асосидаги қуёш элементи**

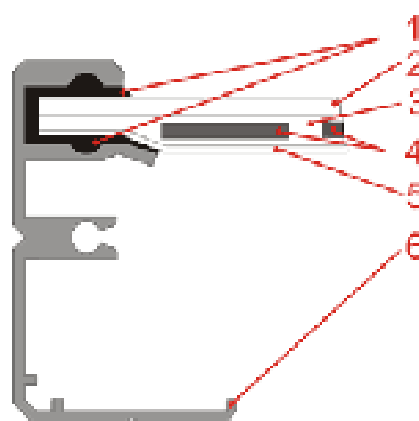
Бугунги кунга келиб янги материаллар асосида ФИК 45 % гача бўлган қуёш панеллари ишлаб чиқариш бўйича дунёнинг илмий тадқиқот лабораторияларида кўплаб изланишлар олиб борилмоқда. Албатта қуёш элементларини ишлаб чиқаришдаги таннарх жуда зарур. Бир қанча янги технологиялар асосида юпқа қатламли қуёш элементлари ишлаб чиқариш

бўйича катта масштабда қуёш панелларини ва модулларни арзонлаштириш ишлари бошлаб юборилди.



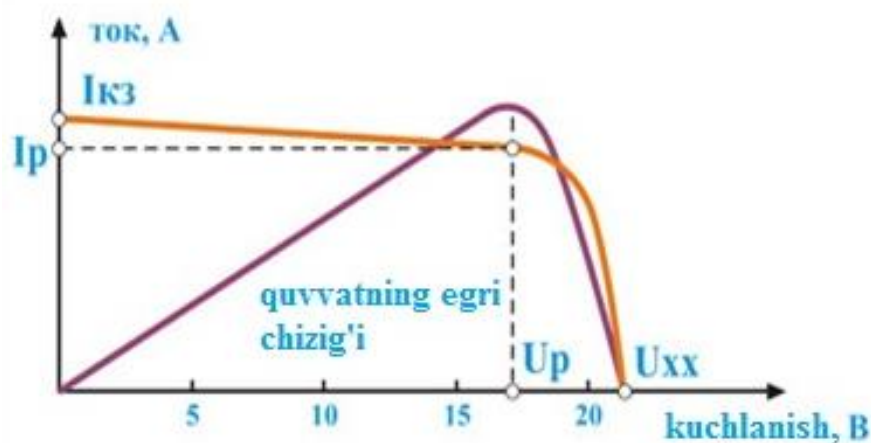
3.14-расм. Қуёш модулининг таркиби

Қуёш модулидаги кремний кристали кўп қатламли бўлиши мумкин. Юқоридаги расмда бир қанча қатламлардан иборат қуёш панели келтирилган. Очиқ ҳавода йил мобайнида ташқи таъсирларга бардошлилигини ўзгартирмайдиган ҳолатда, ишловчи қуёш панели учун герметик материаллар зарур бўлади. Нам ҳаво ёки сув қуёш модулига кирганда, қуёш контактларининг оксидланиши эвазига уларда каррозия ва эррозия ҳолати юз беради, бунда қуёш модулининг ишламай қолишига олиб келади. Жуда оддий ва сифатли герметик плёнка бу EVA (этелен винил ацетат). Афсуски бу фотоэлектрик модулларнинг вақт ўтиши билан шаффофлигини йўқотишига олиб келади.



3.15-расм. 1 — герметик; 2 — ойна; 3 — Герметик пленка; 4 — қуёш фотоэлементи; 5 — химоялаш пленка; 6 — Корпус

Хозирги кунда ушбу герметиклаш материалыни ўрнини боса оладиган материални излаш бўйича катта илмий изланишлар олиб борилмоқда, лекин хозиргача EVA (этелен винил ацетат) ўрнини боса оладиган герметиклаш materiali ишлаб чиқаришад қўлланилмади. Қуёш модули кўринишидаги панел охирида алюмин профилга ўрнатилади. Фотоэлектрик генератор панел кўринишида бўлиб, у ойнали плитада орқа тарафи билан икки томонлама герметиклаш (ламинация) пленкаси қуёш фотоэлементиға металл (никел) пластинкалар орқали маҳкамланган бўлиб унда электр энергия фотоэлементлардан (-) ва (+) зарядлар умумлаштирилади. Пастки герметиклаш плёнкаси ички қатламларни химоя қилишға хизмат кўрсатади. Корпуснинг ички тузилиши орқали фотоэлектрик модулни корпусға мустаҳкамланган. Модул корпусининг ички қисмида модулларни бир-бириға улаш учун панел тагида электр контакти бўлган қопқоқ блоки ўрнатишган.



3.16- расм. Қуёш панелининг ВАТ

Қуёш модулининг вольт-ампер ва вольт - ватт таснифи. Қуёш модулининг ишчи ҳолатдаги вольт ампер таснифини (ВАТ) камбинациялашган ток кучи ва кучланишларда олишимиз мумкин. Хозирги вақтда ишчи ҳолатдаги қуёш модулининг ҳақиқий битта нуқтаси танлаб олинади. Ушбу нуқтани модулға қараб танланмайди балки қуёш модулини танлашда занжирнинг (қуёш батареяси) электр таснифи ўрганилади.

Қуёш фотоэлектрик модулида ток кучи 0 га тенг бўлганда, кучланиш максимал қийматга эришади, бу ҳолатга $V_{с.ю}$ – салт юриш кучланиши дейилади. Аксинча қуёш фотоэлектрик модулида кучланиш 0 га тенг бўлганда, ток кучи максимал қийматга эришади, бу ҳолатга $I_{к.т}$ – қисқа туташув токи дейилади. Ушбу нуктада қуёш модулининг ВАТ қуввати 0 га тенг. Амалий жихатдан бу тизимда етарлича қувват тўпланганда ток кучи ва кучланиш комбинация билан ишлайди. Максимал қувватдаги комбинация (ТММ ёки MPP) деб аталади. Мос ҳолда наминал кучланиш ва ток кучи (U_n ва I_n) белгиланади. Албатта шу параметрлар орқали қуёш модулининг умумий қуввати ва ФИК аниқлаш мумкин.

Хозирги вақтда тўғридан тўғри қуёш модулини, аккумулятор батареяси билан белгиланган кучланишда биргаликда ишлаши мақсадга мувофиқдир. Дунёнинг барча жойларида аккумулятор батареялари учун уларнинг аниқ ҳисоб китобларини қилишимиз лозим, масалан қуёш модуллари 10 В дан 14,5 В гача кучланишга эга бўлиши мумкин аммо уларнинг ўрнатилган кучланиш қиймати 12 В га тенг. Агарда сизга 24 В керак бўлса, албатта кетма кет улаган ҳолда кучланишни 24 В қилишимиз мумкин. Шунга мос равишда унинг ишлаш параметрлари истеъмолчига мақбул даражада бўлиши лозим.

Бу фотоэлектрик модулда кучланиш йуқотилишини компенсациялаш ва аккумулятор батареясида тўлиқ зарядни сақлаш имконини яратади. Инсонларда одатда оддий савол туғилади, “Нэга қуёш фотоэлектрик панелини 12 В берадиган қилиш мумкин эмас”. Агар сиз модулни аккумуляция батарея заряди учун зарур кучланиш билан таъминламоқчи бўлсак, бу фақат идеал ҳолатда ва уларнинг ҳарорати паст, очиқ хавода содир бўлишини билиб оламиз. Одатда бундай жараёнлар реал шароитларда юз бермайди. Шунинг учун қуёш фотоэлектрик модули қуёш нурланишини таъсирида ўта қизиганда, юза қисми чангланганда ва ёритилганлик етарли бўлмаганда аккумуляция батареяни зарядлаш учун кучланишига кўра юқори бўлиши зарур.

Айтиш лозимки, очиқ қуёшли хавода совуқ бўлишига қарамасдан қуёш фотоэлектрик панеллари аъло даражада ишлайди. Нормал шароитда қачонки

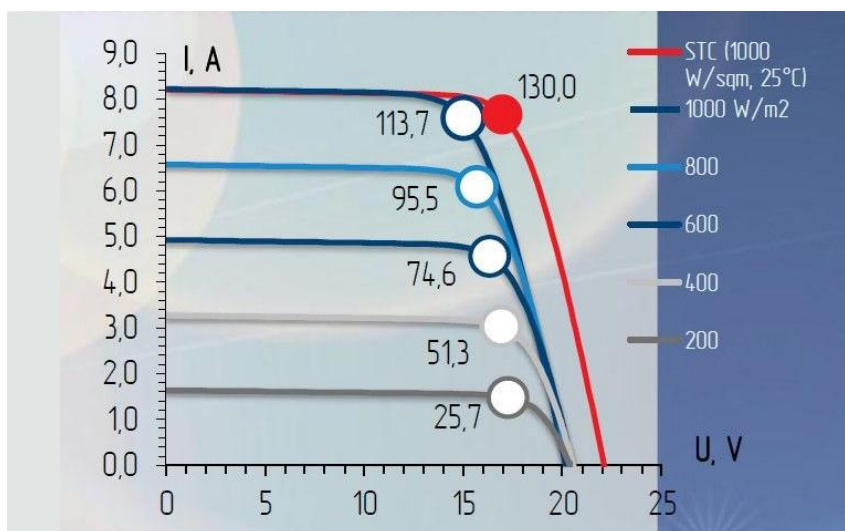
ФИК 18-19 % куёш фотоэлектрик панеллари 40-45 °С гача қизиганда, уларнинг куввати 15 – 17 % га камаяди. Маълумки 12 В кучланишга эга аккумуляция батареяни зарядлаш учун унга 14,5 В миқдорида кучланиш бериш (паст ҳароратларда 15 Вгача) зарур. Реал шароитларда куёш фотоэлектрик модулининг номинал кучланиши 17 В дан кичик бўлади.

Биринчидан бу куёш фотоэлектрик модулининг ҳарорати куёш нури таъсирида қизиши ҳисобига бўлиб, модул ҳарорати 25 °С дан ҳар бир градус Цельсийга кўтарилганда -2,3 мВ дан камаяди, яъни кучланиш бўйича ҳарорат коэффиценти $\frac{dU}{dT} \approx -2,3 \frac{mV}{C^{\circ}}$ ни ташкил этади.

Иккинчидан улаш кабелларида кучланиш йўқотилиши ҳисобланади.

Учунчидан атмосфера таркибидаги чанг ва аэрозол концентрацияси ҳам куёш фотоэлектрик модулининг салт юриш кучланиши ва ток кучи катталикларига жиддий таъсир кўрсатади.

Олимларнинг тадқиқотларига кўра, чанг концентрациясининг юқори кўрсаткичи куёш фотоэлектрик модулининг ва бошқа гелиоқурилмаларининг самарадорлигига салбий таъсир қилиб у қурилманинг ФИК ни 40-50 % гача камайтириши мумкин.



3.17-расм. Қуввати 130 Вт монокристалл турдаги фотоэлектрик модулнинг ёритилганликка боғлиқлик ВАТ.

Қуёш фотоэлектрик панелининг қуввати ёритилганликка тўғри пропорционал равишда ўзгаради. Маълум аниқ ёритилганликда, яъни жуда паст қийматларда қуёш фотоэлектрик модули электр энергия беришни тўхтатади. Ёритилганлик кристалл турига, яъни кремний фотоэлектрик модуллари учун тахминан $150 - 200 \text{ Вт/м}^2$ ни, аморф кремнийли модуллар учун 100 Вт/м^2 атрофида бўлади.

Шунингдек, қуёш фотоэлектрик модулларининг қуввати юқорида тақидлаганимиздек, ташқи муҳит ҳароратига ҳам боғлиқ бўлади. Поликристалл ва монокристалл турдаги кремний қуёш фотоэлектрик модуллари учун ФИК бўйича ҳарорат коэффиценти $-0,45 \%$ га тенг. Аморф турдаги қуёш фотоэлектрик модуллари учун бу кўрсаткич 2 марта кичик бўлиб, сўнги йилларда уч ўтишли аморф қуёш фотоэлектрик модулларининг ишланмаларида қувват бўйича ҳарорат коэффиценти мусбат ҳисобланади.

Фотоэлектрик модули паспортида қуйидаги параметрлар ($U_{с.ю}$, $I_{к.т}$, $МҚН$, V_n , I_n) акс эттирилган. Қуёш заряд контроллерлари ва кучланиш инверторларининг янги авлоди эксплуатация жараёнида модул самарадор кўрсаткичини таъминлаш учун максимал қувват нуқтасини ($МҚН$) сақлаб туради. Улар бу максимал нуқтада ток кучи ва кучланиш қийматларини максимал ушлаб туради. Шундай қилиб MPPT контроллерлари кучланишни камайтириб токни оширишда ёрдам беради. Максимал нуқтадаги қувватни кузатиш қуёш фотоэлектрик модулида электр энергия ишлаб чиқаришни $15-30 \%$ га оширишни таъминлайди.

Фотоэлектрик батареялар ёки қуёш батареялари (ҚБ) мураккаб қурилмалар бўлиб, улар маълум тартибда уланган ҚЭ дан ва бу элементлар жойлаштирилган элтувчи асослардан иборатдир. Булар таркибига ажратувчи диодлар ҳам киритилган бўлиши мумкин. ҚБ конструкцияси силкиниш ва уринишларга чидамли ва ишлашга осон бўлиши керак. ҚБ тайёрлашнинг технологиясини яратиш учун ҚЭ ларининг потенциал имкониятларидан тўла фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Бунинг учун ҚБ тайёрлаш технологияси батарея қуввати йўқотишларни максимал камайтириш имконини бериши

зарур. ҚБ ларида қувватнинг йўқотилиши икки хил бўлади, булар оптик ва электрик йўқотишлардир.

1) Электрик йўқотишлар. Электрик йўқотишлар асосан ҚЭ параметрларини аниқ ўлчашга ва уларни параметрларига қараб аниқ саралашга боғлиқдир. Параметрларга қараб саралаш электрик юкланманинг оптимал нуқталарига яқин қилиб олиб борилиши керак.

2) Оптик йўқотишлар. Оптик йўқотишлар бу тушаётган қуёш нурининг ҚЭ ларига ҳаммаси етиб бормаслигидадир. Жумладан, бу йўқотиш ҚБ сини герметизация қилишдаги (герметик материалининг бир жинсли бўлмаганлиги ва технологик жараён натижасида пайдо бўладиган нуқсонлар) ва фронтал юзага тушаётган нурни ўтказувчи қоплама (ойна ёки пластик модда) даги йўқотишлардан иборат.

Қуёш батареялари тайёрлашдаги асосий технологик жараёнлар қуйидагилардан иборатдир:

- ҚЭ ларини тегишли параметрлар бўйича саралаш,
- элементларни берилган кучланиш ва ток кучи олиш учун коммутация қилиш,
- ҚБ ларини корпусларини тайёрлаш,
- коммутация қилинган элементларни батареяга жойлаш ва уни герметизация қилиш,
- ҚБ ларини параметрлар бўйича ўлчаш ва саралаш.

ҚЭ ларини коммутация қилиш. Керакли кучланиш ва ток кучи олиш учун ҚЭ лари параллел, кетма-кет ёки комплекс равишда коммутация қилинади. Умуман айтганда ҚБ сининг электрик қуввати батареядаги ҚЭ лари қувватларининг йиғиндисига тенг бўлиши керак. Агар бундай бўлмаса, демак йўқотишларни камайтириш усулини топиш зарур. ҚБ сининг токи батареядаги параллел уланган элементлар токининг йиғиндиси билан аниқланади, кучланиши эса кетма-кет уланган элементлар кучланишларнинг йиғиндиси билан белгиланади. Қуйида ҳисоблаш формулалари келтирилган.

$$U_{кб} = N_{кк} U_{кэ}, \quad (3.28)$$

$$I_{кб} = N_{пар} I_{кэ}, \quad (3.29)$$

$$P_{кб} = N_{\Sigma} P_{кэ}, \quad (3.30)$$

$$P_{кб} = U_{кб} I_{кб}, \quad (3.31)$$

$$P_{кэ} = U_{кэ} I_{кэ}, \quad (3.32)$$

$$N_{\Sigma} = N_{кк} N_{пар} \quad (3.33)$$

бу ерда $U_{кб}$ ва $U_{кэ}$ мос равишда ҚБ ва ҚЭ кучланишлари, $N_{кк}$ ва $N_{пар}$ мос равишда кетма-кет ва параллел уланган элементлар сони, $P_{кб}$ ва $P_{кэ}$ мос равишда ҚБ ва ҚЭ қувватлари.

Мисол: Қуйидаги параметрларга эга бўлган ҚЭ берилган, юкланмада кучланишлар пасайиши $U_{юкл} = 0,4$ В да максимал ток кучи $I = 0,5$ А. Шу ҚЭ ларидан 100 таси кетма-кет ва 300 таси параллел уланган. Тайёрланган ҚБ сининг параметрлари қандай?

$$I_{кб} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ А}, U_{кб} = 300 \cdot 0,4 = 120 \text{ В ва } P_{кб} = 50 \cdot 120 = 6000 \text{ Вт.}$$

Фотоэлектрик қурилмаларнинг ишлаш шароити ва қувватига қараб шартли равишда уларни икки гуруҳларга бўлиш мумкин:

1. Кўчирма, кўтарма (йиғма) қуёш батареялари ва фотоэлектрик қурилмалар. Бундай қурилмалар асосан марказлашган анъанавий электр тармоқларидан узоқда жойлашган кам қувватли истеъмолчиларни автоном электр қуввати билан таъминлашга хизмат қилади.

2. Фотоэлектрик станциялар (ФЭС). Бу қурилмалар ишлаб чиқариш, хўжалик ишлари ва турмушда қўлланиладиган электр истеъмолчиларини автоном равишда электр қуввати билан таъминлайди.

Биринчи гуруҳ учун истеъмолчилар асосан бу кўтарма радио-телеаппаратура, кўтарма музлатгичлар, кам қувватли ёритгичлар ва бошқа турмуш анжомлари бўлиши мумкин. Иккинчи ҳолда эса асосан марказлашган электр тармоқларидан узоқда жойлашган қишлоқ хўжалик объектлари, медицина тармоқлари, алоҳида фермер хўжаликларида сув чиқариш, суғориш, ёритиш ва бошқа хўжалик ишларида қўлланилиши мумкин. ҚБ ва ФЭС ларини ишлаб чиқаришда ва уларни ишлатишда айрим қуйида келтирилган шароитларни ҳисобга олиш керак. Жумладан, ишлатиш шароити (географик

тузилиш нуктаи назаридан тоғлик, текислик ва ҳоказо), ёруғлик тушишининг интенсивлиги (кунлик, ҳафталик, ойлик, йиллик), намлик ва ҳаводаги чанг миқдори, йиллик ҳароратнинг максимал ва минимал қийматлари, ҳудуднинг географик кенглиги, маҳаллий ҳудуднинг морфологияси ва бошқалар эътиборга олинади.

Фотоэлектрик қурилманинг таркиби ишлаш шароитига ва истеъмолчининг талабига қараб ҳар хил бўлиши мумкин. Умуман максимал қувват олиш учун унинг фотоэлектрик блок, аккумулятор, истеъмолчи билан аккумуляторни бошқариш тизими (контроллер), ўзгармас токни ўзгарувчан 220 В кучланиш ва 50 Гц частотали токка айлантиргич (инвертор), фотоэлектрик қурилмани қуёшнинг юришига қараб ҳолатини кузатувчи бошқариш блоки ва ҳоказолардан иборат бўлган бутловчи қурилмалар киради.

§ 3.4. Қуёш фотоэлектрик қурилмаси учун таянч конструкциясини тайёрлаш

Таянч конструкция: Қуёш фотоэлектрик тизимлари муҳим қисми сифатида қуёш панеллари учун қўллаб қувватловчи конструкциялар хизмат қилади. У ҳамма тизим учун зарурий мустаҳкамлик ва қуёш панели учун тўғри қиялик бурчагини таъминлайди. Қуёш панели билан таянч конструкциянинг бирикуви ҳар хил шамош тезликларига ва бошқа атроф-муҳит таъсирларига бардошли бўлиши керак.

Қуёш фотоэлектрик станцияларини қуриш ва монтаж қилиш: Йирик фотоэлектрик тизимлар учун кичик нусхадан саноат даражадаги нусхасигача тайёрланадиган конструкцияларнинг турли хиллари мавжуд. Бундай конструкция металлдан ёки синтетик материалдан тайёрланади. Фотоэлектрик тизимларни ўрнатиш вақтидаги ҳолатга қараб таянч конструкцияларнинг турли хил турлари мавжуд. Тармоқ билан боғланган тизимлар учун таянч конструкцияларнинг ясси ёки томда кичик бурчак остида, шунингдек уй фасадлари учун турлари мавжуд. Тармоқ билан

боғланган тизимлар бино конструкциясининг элементи ҳам бўлиши мумкин (интеграциялашган қуёш тизимлари).

Қуёш фотоэлектрик станцияларини қуриш ва монтаж қилиш ишлари малакали, тажрибали мутахассислар ҳамда техниклар ёрдамида амалга оширилиб, уларнинг ҳар бири ўз йўналиши бўйича мутахассислигига эга бўлиши керак:

1. Ўрнатиладиган майдонни лойиҳалаш бўйича ишлар, геодезия соҳа мутахассислари.
2. Металл конструкцияларни ер монтажи ишлари.
3. Қуёш модуллари, инверторлар ва бошқа электр жихозларини монтаж қилиш ҳамда уларни улаш.
4. Кабель линияларини ўтқазиш, кабель – ўтказгич қурилмаларини монтаж қилиш, трансформатор подстанциясига уларни улаш.



3.18-расм. Қуёш фотоэлектрик станциясининг каркас қисмини ўрнатиш



**3.19-расм. Қуёш фотоэлектрик станциясининг каркас қисмини
ўрнатиш**



**3.20-расм. Қуёш фотоэлектрик станциясининг каркас қисмини
ўрнатиш**



**3.21-рasm. Қуёш фотоэлектрик станциясига қуёш
панелларини транспортировка қилиш**



**3.22-рasm. Қуёш фотоэлектрик станциясида қуёш
панелларини мухандислар томонидан ўрнатиш**



3.23-расм. Қуёш фотоэлектрик станциясида қуёш панелларини мухандислар томонидан ўрнатиш

Юқоридаги 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22 ва 3.23 – расмларда Наманганнинг Поп туманида қурилган қуввати 130 кВт бўлган қуёш фотоэлектрик станциясининг қурилишидан лавҳалар келтирилган. Мазкур станция Ўзбекистон Республикасининг иқтисодиёт Вазирлиги ҳамда Корея Республикасининг савдо, саноат ва энергетика Вазирлиги ўртасида ўзаро ҳамкорлик тўғрисидаги Меморандумини амалга ошириш доирасида қурилган.

Фотоэлектрик станцияда “Hanhwa”, “JSPV”, “S-Energy” va “TopSum” компанияларининг ускуналари ўрнатилди. Ушбу синов тартибидаги фотоэлектрик станцияни ишга тушириш қуйидаги имкониятларни яратади:

- Кандигон маҳалласидаги аҳолини электр энергия таъминотининг мустаҳкамлигини ошириш;

- Кореянинг қуёш модуллари амалий унумдорлигини жойларда синаш йўли билан республикада қуёш энергиясини ривожлантириш бўйича истиқболдаги ва кенг қамровли лойиҳаларни текширувдан отказиш учун фойдаланиладиган маълумотлар билан таъминлаш;

- Ўзбекистоннинг табиий шароитларида Кореяда ишлаб чиқарилган қуёш модуллари унумдорлигини синаб кўриш;

- Корея технологияларини Ўзбекистон Республикасида қуёш фотоэлектрик станцияларни қуриш ва ривожлантиришда қўмаклашиш ва қуёш энергияси соҳасида миллий мутахассисларни таёрлашга ёрдам бериш.

Қуёш панелларини ўрнатиш жараёнида мутахассислардан, яратилаётган қуёш электр станциясининг жойлашиш ўрни, энг қулай қурилмаларни танлаш, монтаж ва лойиҳалашда мураккаб жараёнларни ўз ичига олаганлиги учун бирма-бир ўрганиб чиқиш талаб этилади.

Биринчи ўринда қуёш фотоэлектрик станциясининг лойиҳадаги қуввати аниқланади. Бу бизга зарур бўлган қуёш модуллари сонини ҳисоблаш, ҳудуд майдонини аниқлашга имкон беради, сўнгра мутахассислар сизга маҳкамлаш тизимининг оптимал чизмасини таклиф этадилар. Албатта тақдим этилган чизмада, кам чиқим сарфлаб максимал миқдордаги электр энергия олиш имконини берувчи, фотоэлектрик станция ориентацияси танланган бўлиши шарт.



3.24-расм. Бир ўқли трекер қуёш электр станцияси

Таянч тизимининг иккита асосий кўриниши мавжуд: **статик ва динамик**. Статик тизимнинг асосий элементларига бу маҳкамлаш тизимидаги юқори сифатли алюминий профилдан, таянч элементлари руҳ жимояси билан

қопланган пўлатдан тайёрланади. Статик тизимнинг характерли томони шундаки, қуёшга нисбатан ориентация қилинган модулларнинг қиялик бурчагини ўзгартириб бўлмайди. Мантиқан, қуёш модуллари сутканинг ёруғ вақтида максимал даражада ёритилган бўлиши ва жанубга қараб ориентация қилинган бўлиши зарур.

Қуёш фотоэлектрик станцияларини қуришда дарахтлар, электр энергия ва телефон кабел линиялари, телевизор антенналаридан узоқда бўлиши керак. Шунини айтиш лозимки, вақтинчалик соя ҳосил бўлиши, атроф муҳит чанги ва қуш ахлатлари шу каби бошқа ҳолатларда фотоэлектрик модулларнинг электрофизик параметрларига салбий таъсир кўрсатади. Шунингдек яна бир ҳолат, фотоэлектрик панеллар орасидаги масофага ҳам эътибор бериш лозим, чунки улар бир бирига соя солмаслиги ва ер силкинишлари юзага келганда бир бирларига тегиб ишдан чиқиш ҳолатларини камайтиради.

Яна статик тизимлар ҳақида қисқача қисқача тўхталамиз: модуллар столда горизантал ва вертикал равишда (1-5) бир қанча қатордан жойлашиши мумкин. Конструкция оғирлиги ва бошқа бир қанча таснифларига боғлиқ ҳолда, стол (каркас) бир ёки икки таянчли бўлиши мумкин. Конструкция маҳкамланган тизим тупроқли жойга икки усулда бириктирилади:

- 1) Ўрнатилаётган жойга тўғридан-тўғри қозик орқали бириктириш.
- 2) Ўрнатилаётган жой майдонини бетон қоришма орқали бириктириш.

Бу параметрлар биринчи навбатда, тупроқнинг геодезияси ва геологиясига ҳамда станциянинг лойиҳадаги қувватига қараб аниқланади.

Динамик тизим – бундай тизим ингилизча (трекер), яъни ўзбекчада “қузатувчи мослама” деб номланади. Унинг иш жараёни жуда оддий бўлиб, қурилманинг ФИК ошириш учун, қуёшни максимал даражада қузатишга мўлжалланган. Уларнинг икки тури мавжуд бўлиб, биринчиси бир ўқли ва иккинчиси икки ўқлидир.



3.25-расм. Икки ўқли трекер қуёш электрик станцияси

Бир ўқли трекер ўз ҳолатини фақат бир ўққа нисбатан ўзгартиради. Одатда бундай трекер ташқи кўринишидан статик конструкцияга ўхшаб кетади ва эътибор бериб қаралганда бу конструкция актуатор билан таъминланган бўлиб, қурилма қиялик бурчагини ўзгартириб туради. Актуатор ўз навбатида, мотор – редуктор ва штокдан иборат. Шток столни ўзига бириктириб юқорига ёки пастга ҳаракатлантиради. Бир ўқли трекер бир йилда қуёшга нисбатан бурчагини бир қанча марта ўзгартиради. Бу йилига 2 дан 20 гача бўлган ўзгаришларни амалга оширадиган дастурий таъминот орқали бошқарилади.

Икки ўқли трекер – икки хил текисликда ориентация қилинадиган, мураккаб муҳандислик конструкция ҳисобланади. Икки ўқли трекернинг, бир ўқли трекердан фарқли томони шундаки, қуёш чиққанидан ва боттунига қадар кун давомида қуёш нурларини максимал йиғиб, чекланмаган 1800 бурчакда столни айлантиради. Шунингдек, у горизонтал ҳолатда ҳавфсиз режимга эга бўлиб, кучли шамол эсганда ҳам бардошли ҳисобланади. Улар қуёш ёруғлигини максимал даражада қабул қилишга мўлжалланган автоматик тарзда тизимни бошқаради. Бундай тизимнинг самарадорлиги статик тизимга кўра 30-40 % кўпроқдир. Бир таянчли тизимга кўра 15 % га юқорироқдир.

§ 3.5. Қуёш энергиясидан электр энергия олиш усуллари

Қуёш нурланишидан электр энергиясини олиш усуллари:

1. Фотовольтаика - фотоэлементлари ёрдамида фотонларни тўғридан-тўғри электр энергиясига айлантириш.

Ёритилган электролитда электр токининг пайдо бўлиши биринчи марта 1839 йилда Александр Эдмон Беккерел томонидан кузатилган.

Бироқ, биринчи фотоэлектрик қуёш хужайраси фақат 44 йилдан сўнг америкалик муҳандис С. Фриттс томонидан яратилган. Шунинг учун айнан 1883 йил қуёш энергияси даври бошланган йил деб ҳисобланади.

Фотовольтаик жараёнларни тавсифловчи асосий қонунларни XIX-XX асрлар бошларида ўрнатиш мумкин эди. XIX аср охирида А.Г. Столетовнинг асарларида фототок миқдори ва намунага тушадиган ёруғлик оқими (фотоэффектнинг 1-қонуни деб номланган) ўртасида эмпирик боғлиқлик ўрнатилди. Ва 1905 йилда Алберт Эйнштейн фотоэффектнинг умумий назариясининг асосларини ишлаб чиқди, бунинг учун 1921 йилда Физика бўйича Нобел мукофотига сазовор бўлди.

А.Эйнштейннинг назарий ишлари самарали қуёш батареяларини яратиш бўйича мақсадли тадқиқотлар олиб боришга имкон берди ва илм-фанда янги йўналиш-қуёш фотовольтаикасини яратиш учун асос яратди.

2. Гелиотермик энергия - қуёш нурларини ютадиган сиртқи иситиш ва кейинчалик иссиқликнинг тарқалиши ва ишлатилиши (кейинчалик иситиш, иссиқ сув таъминоти ёки буғ генераторларида иситиладиган сувдан фойдаланиш учун қуёш нурланишини сув ёки туз идишига йўналтириш).

Гелиотермал энергия станцияларининг махсус тури сифатида концентрацияли турдаги қуёш тизимларини (CSP — Concentrated Solar Power) ажратиш одат тусига киради. Ушбу қурилмаларда линзалар ва нометалл тизими ёрдамида қуёш нури энергияси концентрланган ёруғлик нурига қаратилган. Ушбу нур анъанавий иссиқлик электр станцияларига ўхшаш электр энергиясини ишлаб чиқариш учун сарфланадиган ёки энергияни тежаш учун сақланадиган ишчи суюқликни иситиш учун иссиқлик энергияси манбаи сифатида ишлатилади.

Қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш иссиқлик машиналари ёрдамида амалга оширилади:

- Стирлинг двигатели;

- газ турбинаси

- термал ҳаво электр станциялари (қуёш энергиясини турбогенераторга йўналтирилган ҳаво оқимининг энергиясига айлантириш).

3. Қуёш аэростат электр станциялари (қуёш нурлари билан танлаб ютувчи қоплама билан қопланган аэростат юзасини иситиш орқали аэростат балони ичида сув буғини ҳосил қилиш). Афзаллик шундаки, цилиндрда бўлган захираси электр станциясининг қоронғида ва ноқулай об-ҳаво шароитида ишлаши учун этарли.

§ 3.5.1. Поликристал кремнийли фотоэлектрик панеллар

Поликристалли қуёш панеллари қуёш нурланишини электр энергиясига айлантириш учун ишлатиладиган фотоволтаик панелнинг бир тури. Улар турли хил кристалл панжара йўналишларига эга бўлган кремний кристалларида тайёрланади. Поликристалли панеллар одатда кремнийнинг кристалли тузилишининг ўзига хос хусусиятлари туфайли кўк рангга эга.

Поликристалли панелларнинг асосий афзалликлари:

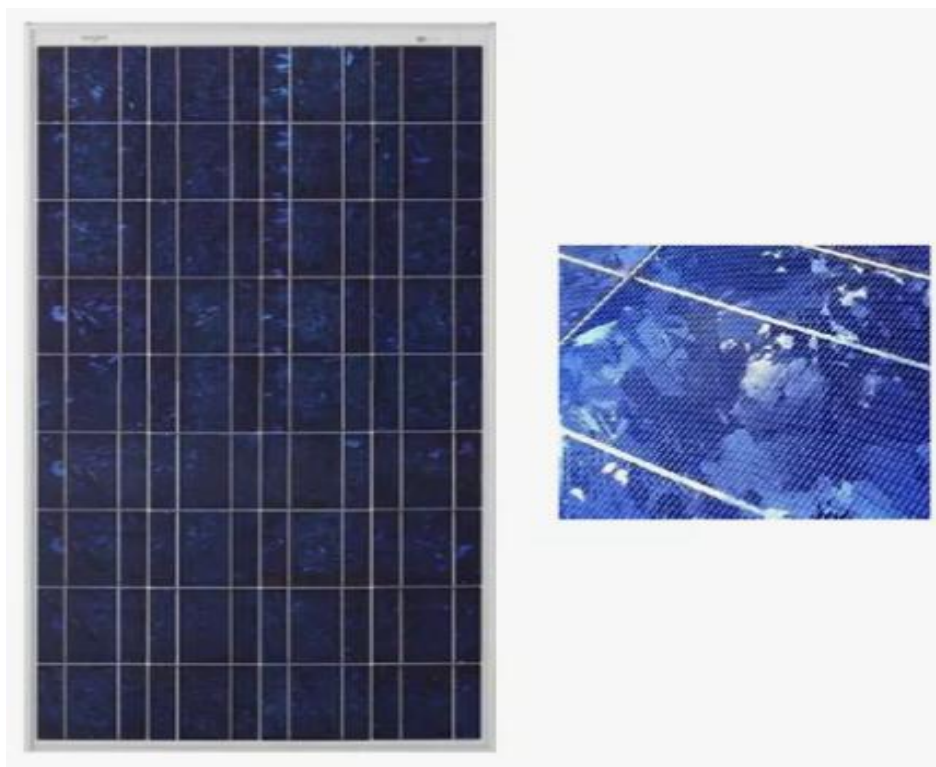
1. Ишлаб чиқариш нархининг пастлиги: поликристалли панелларни ишлаб чиқариш монокристалларга қараганда арзонроқ, бу уларни кенг истеъмолчилар учун қулайроқ қилади.

2. Юқори ҳароратга чидамлилик: улар одатда монокристалли панелларга нисбатан юқори ҳароратларда ўз иш фаолиятини яхшироқ ушлаб турадилар.

Бироқ, уларнинг камчиликлари ҳам бор, жумладан:

1. Пастроқ самарадорлик омили: поликристалли панеллар одатда битта кристалли панелларга нисбатан қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш тезлигига эга.

2. Кам ёруғлик шароитида паст самарадорлик: поликристалли панеллар кам қуёш нурида, масалан, булутли кунларда ёки эрта тонгда ва кечки соатларда камроқ энергия ишлаб чиқариши мумкин.



3.26-рasm. Поликристал кремнийли фотоэлектрик панел.

Поликристалли ва монокристалли панеллар орасидаги танлов лойиҳанинг аниқ шартларига, бюджетга ва ишлаш талабларига боғлиқ. Поликристалли қуёш панелларининг энергия кўрсаткичлари ишлаб чиқарувчига, панел моделига, техник хусусиятларига ва иш шароитларига қараб фарқ қилиши мумкин. Бироқ, поликристалли қуёш панелларининг самарадорлиги ва ишлашини баҳолашда одатда кўриб чиқиладиган асосий кўрсаткичлар:

1. Қувват: бу ватт (W) ёки киловатт (kW) билан ўлчанадиган қуёш панели ишлашининг асосий ўлчовидир. Поликристалли панеллар одатда ўлчамлари ва дизайнига қараб ҳар бир панел учун бир неча ваттдан бир неча юз ваттгача қувватга эга бўлиши мумкин.

2. Самарадорлик (энергияни конвертация қилиш коэффициенти): бу панелнинг максимал чиқиш қувватининг кириш қуёш энергиясига нисбати.

Одатда, поликристалли панеллар 15% дан 20% гача самарадорликка эга, аммо самарадорлик кўрсаткичлари юқори бўлган янада самарали моделлар мавжуд.

3. Ҳарорат коэффициенти: бу ҳарорат ўзгариши панелнинг ишлашига қандай таъсир қилишини кўрсатадиган параметр. Поликристалли панеллар учун ҳарорат коэффициенти одатда Целсий бўйича -0,4% дан -0,5% гача.

4. Кафолатланган хизмат муддати: ишлаб чиқарувчилар одатда ўз панеллари учун кафолат беради, бу хизмат муддати ва ушбу даврда кутилган ишлашни кўрсатади. Одатда, кафолатланган хизмат муддати 20 йилдан 25 йилгача.

5. Қувват бардошлилиги: бу ҳақиқий панел қувватининг эълон қилинган қийматдан оғиш диапазони. Одатда, қувват бардошлилиги $\pm 3\%$ ёки 5% ни ташкил қилади.

Ушбу кўрсаткичлар қуёш панелларини танлаш ва ўрнатишда муҳим аҳамиятга эга, чунки улар уларнинг ишлаши, ишончлилиги ва иқтисодий самарадорлигини аниқлайди.

§ 3.5.2. Монокристал кремнийли фотоэлектрик панеллар

Монокристалли қуёш панеллари, шунингдек, қуёш нурланишини электр энергиясига айлантириш учун ишлатиладиган фотоволтаик панелнинг бир тури. Улар бир хил кристалли панжара тузилишига эга бўлган битта кремний кристалидан тайёрланади. Монокристалли қуёш панелларининг баъзи хусусиятлари:

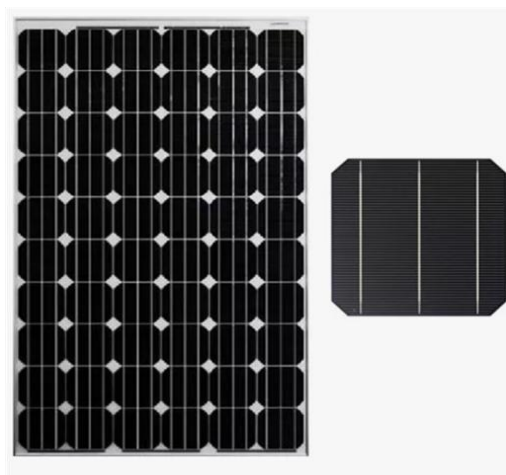
1. Юқори конверсия даражаси: монокристалли панеллар одатда поликристалли панелларга нисбатан қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш тезлигига эга. Бу шуни англатадики, улар бирлик майдонига кўпроқ энергия ишлаб чиқариши мумкин.

2. Кам ёруғликдаги яхшироқ ишлаш: монокристалли панеллар одатда кам ёруғлик муҳитида, масалан, булутли кунларда ёки эрта тонгда ва кечки соатларда, поликристалли панелларга қараганда самаралироқ бўлади.

3. Кичик ўлчам: юқори самарадорлиги туфайли монокристалли панеллар одатда бир хил қувват чиқишида кичикроқ бўлади, бу ўрнатиш майдони чекланган бўлса муҳим бўлиши мумкин.

4. Юқори ишлаб чиқариш қиймати: бироқ, монокристалли панелларни ишлаб чиқариш жараёни анча мураккаб ва қимматроқ, бу уларни поликристал панелларга қараганда қимматроқ қилади.

5. Юқори ҳароратга чидамлилиқ: улар одатда юқори ҳароратларда ўз иш фаолиятини яхшироқ сақлаб қолишади.



3.27-расм. Монокристал кремнийли фотоэлектрик панел.

Монокристалли қуёш панелларининг энергия кўрсаткичлари ишлаб чиқарувчига, панел моделига, техник хусусиятларига ва иш шароитларига қараб сезиларли даражада фарқ қилиши мумкин. Монокристалли қуёш панелларининг самарадорлиги ва ишлашини баҳолашда одатда кўриб чиқиладиган асосий кўрсаткичлар:

1. Қувват: монокристалли қуёш панеллари одатда қуёш энергиясини электр энергиясига юқори конверсия тезлигига эга, бу эса бирлик майдонига юқори қувват беради. Панел қуввати ватт (W) ёки киловатт (kW) билан ўлчанади.

2. Самарадорлик (энергияни конвертация қилиш коэффициенти) : одатда, монокристалли қуёш панеллари юқори самарадорликка эга, улар маълум модел ва ишлаб чиқарувчига қараб 18% дан 24% гача ёки ундан юқори бўлиши мумкин.

3. Ҳарорат коэффиценти: бу ҳарорат ўзгариши панелнинг ишлашига қандай таъсир қилишини кўрсатадиган параметр. Одатда, монокристалли панеллар учун ҳарорат коэффиценти Целсий бўйича $-0,3\%$ дан $-0,4\%$ гача.

4. Кафолатланган хизмат муддати: ишлаб чиқарувчилар одатда монокристалли панеллари учун кафолат беради, бу хизмат муддати ва ушбу даврда кутилган ишлашни кўрсатади. Одатда, кафолатланган хизмат муддати 20 йилдан 25 йилгача.

5. Қувват бардошлилиги: бу ҳақиқий панел қувватининг эълон қилинган қийматдан оғиш диапазони. Одатда, қувват бардошлилиги $\pm 3\%$ ёки 5% ни ташкил қилади.

§ 3.5.3. Аморф кремнийли фотоэлектрик панеллар

Аморф кремний қуёш панеллари (шунингдек, номи билан танилган аморф кристалли қуёш панеллари) нинг бир тури юпқа плёнка қуёш панеллари. Монокристалли ёки поликристалли кремнийдан тайёрланган анъанавий кристалли қуёш панелларидан фарқли ўлароқ, аморф қуёш панеллари аморф (кристалли бўлмаган) кремний ёки бошқа аморф яримўтказгичлардан яратилган.

Аморф кремнийли қуёш панелларининг асосий хусусиятлари:

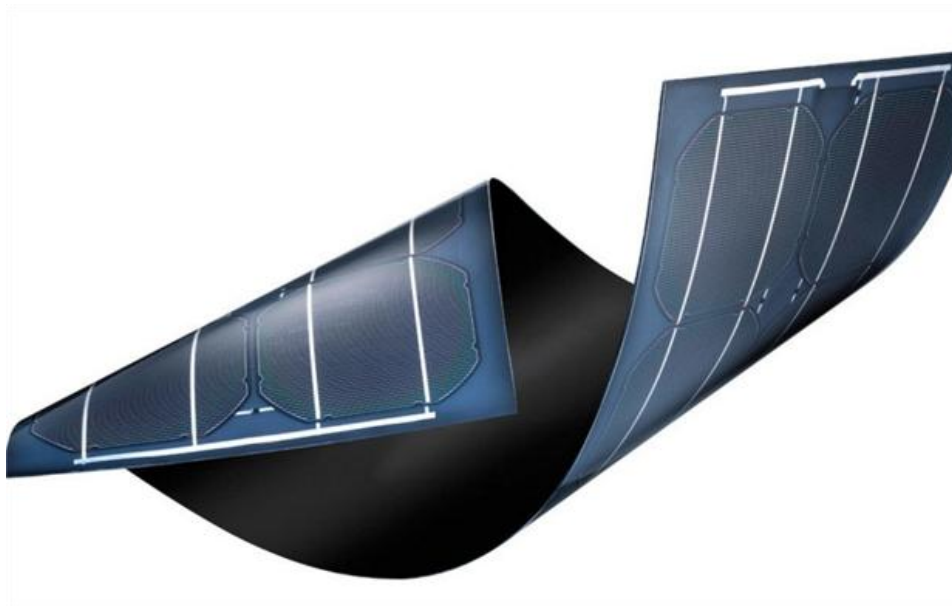
1. Юпқа плёнка: аморф қуёш панеллари яримўтказгичли материалнинг юпқа қатламига эга, бу уларни енгил ва мослашувчан қилади. Бу уларни турли хил иловаларда, жумладан, меъморий элементлар ва тақиладиган қурилмаларга интеграциялашда қўллаш имконини беради.

2. Ишлаб чиқариш: аморф қуёш панелларини ишлаб чиқариш одатда анъанавий кристалл панелларни ишлаб чиқаришга қараганда арзонроқ. Улар вакуумли пуркаш ёки еритиш техникаси каби юпқа плёнкаларни ётқизиш жараёнлари ёрдамида ишлаб чиқарилиши мумкин, бу еса ишлаб чиқариш жараёнини осон ва тежамкор қилади.

3. Самарадорлик: аморф қуёш панеллари одатда анъанавий кристалл панелларга нисбатан қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш

тезлигига эга. Бирок, улар кам ёруғлик шароитида, масалан, булутли кунларда ёки ерта тонгда ва кечкурун соатларда афзалликларга эга бўлиши мумкин.

4. Ҳарорат ўзгаришига қаршилиқ: аморф қуёш панеллари одатда ҳарорат ўзгаришига яхшироқ қаршилиқ кўрсатади ва бошқа қуёш панелларига қараганда юқори ҳароратларда яхшироқ ишлаши мумкин.



3.28-расм. Аморф кремнийли фотоэлектрик панел.

Аморф қуёш панеллари анъанавий кристалл панелларга нисбатан баъзи самарадорлик чекловларига эга бўлиши мумкин бўлса-да, уларнинг мослашувчанлиги ва ишлаб чиқариш нархининг пастлиги уларни маълум иловалар учун жозибали вариантга айлантиради.

Аморф қуёш панелларининг энергия кўрсаткичлари маълум ишлаб чиқарувчига, panel моделига, техник хусусиятларига ва иш шароитларига қараб фарқ қилиши мумкин. Аморф қуёш панелларининг самарадорлиги ва ишлашини баҳолашда одатда кўриб чиқиладиган баъзи асосий кўрсаткичлар:

1. Қувват: аморф қуёш панелларининг қуввати ватт (Вт) ёки киловатт (кВт) билан ўлчанади ва улар маълум ёруғлик шароитида ишлаб чиқариши мумкин бўлган электр энергияси миқдорини кўрсатади.

2. Самарадорлик (энергияни конвертация қилиш коэффиценти): бу панелнинг максимал чиқиш қувватининг кириш қуёш энергиясига нисбати.

Одатда, аморф қуёш панеллари самарадорлиги 5% дан 10% гача, аммо самаралироқ моделлар мавжуд.

3. Ҳарорат коэффициенти: бу ҳарорат ўзгариши панелнинг ишлашига қандай таъсир қилишини кўрсатадиган параметр. Одатда, аморф қуёш панеллари учун ҳарорат коэффициенти Целсий бўйича тахминан -0,2% ни ташкил қилади.

4. Кафолатланган хизмат муддати: ишлаб чиқарувчилар одатда ўз панеллари учун кафолат беради, бу хизмат муддати ва ушбу даврда кутилган ишлашни кўрсатади. Одатда, кафолатланган хизмат муддати 10 йилдан 25 йилгача.

5. Қувват бардошлилиги: бу ҳақиқий панел қувватининг эълон қилинган қийматдан оғиш диапазони. Одатда, қувват бардошлилиги $\pm 3\%$ ёки 5% ни ташкил қилади.

§ 3.5.4. Монокристалли, поликристалли ва аморф қуёш панелларининг самарадорлигини қиёсий таҳлил қилиш

Монокристалли, поликристалли ва аморф қуёш панелларининг ишлашини қиёсий таҳлил қилиш қайси турдаги панелнинг аниқ лойиҳа муҳитига энг мос келишини аниқлашга ёрдам беради. Ҳар бир панел турининг асосий хусусиятларини кўриб чиқамиз:

Монокристалли қуёш панеллари (афзалликлари):

- Юқори конверсия даражаси: монокристалли панеллар одатда қуёш энергиясининг электр энергиясига энг юқори конверсия ставкаларидан бирига эга (одатда 18% дан 24% гача).

- Кам ёруғлик самарадорлиги: улар паст ёруғлик даражасида ҳам яхши ишлашга эга.

- Узоқ хизмат муддати: монокристалли панеллар одатда 20 йилдан 25 йилгача кафолатланган хизмат муддатига эга.

Монокристалли қуёш панеллари (камчиликлари):

- Юқори нарх: монокристалли панелларни ишлаб чиқариш одатда қимматроқ, бу уларнинг юқори нархида акс этади.

- Соя сезгирлиги: улар сояга сезгир, ҳатто қисман соялар ҳам уларнинг иш фаолиятини пасайтириши мумкин.

Поликристалли қуёш панеллари (афзалликлари):

- Арзонроқ нарх: поликристалли панелларни ишлаб чиқариш арзонроқ, бу уларни янада арзонроқ қилади.

- Юқори ҳароратга чидамлилиқ: улар юқори ҳароратларда ўз кўрсаткичларини яхшироқ сақлайдилар.

Поликристалли қуёш панеллари (камчиликлари):

- Конверсия даражаси биров пастроқ: одатда, поликристалли панелларнинг конверсия даражаси монокристалли панелларга қараганда бир оз пастроқ.

- Кам ёруғлиқ шароитида паст самарадорлиқ: ёруғлиқ даражаси паст бўлганда улар камроқ энергия ишлаб чиқариши мумкин.

Аморф қуёш панеллари (афзалликлари):

- Мослашувчан ва енгил: аморф панеллар енгилроқ ва мослашувчан бўлиши мумкин, бу уларни турли хил дастурларда ишлатишга имкон беради.

- Кам ишлаб чиқариш нархи: аморф панелларни ишлаб чиқариш кристалли панелларга қараганда арзонроқ.

Аморф қуёш панеллари (камчиликлари):

- Паст конверсия даражаси: аморф панелларнинг самарадорлиги одатда паст бўлади, бу кристалл панелларга нисбатан паст маҳсулдорликни англатади.

- Қисқа хизмат муддати: аморф панелларнинг кафолатланган хизмат муддати одатда қисқароқ.

§ 3.5.5. Юпқа плёнкали қуёш батареялари: турлари ва уларнинг самарадорлиги



Юпқа плёнкали куёш батареяларининг самарадорлиги турли омилларга, шу жумладан ишлаб чиқариш технологиясига, материал сифатига ва иш шароитларига қараб фарқ қилиши мумкин.

§ 3.5.6. Грецел элементи

Юпқа плёнкали куёш батареялари куёш нурланишини электр энергиясига айлантириш учун яримўтказгичли материалларнинг юпқа плёнкаларидан фойдаланадиган куёш панелининг бир тури. Юпқа плёнкали куёш батареяларининг энг кенг тарқалган турлари ва уларнинг самарадорлиги:

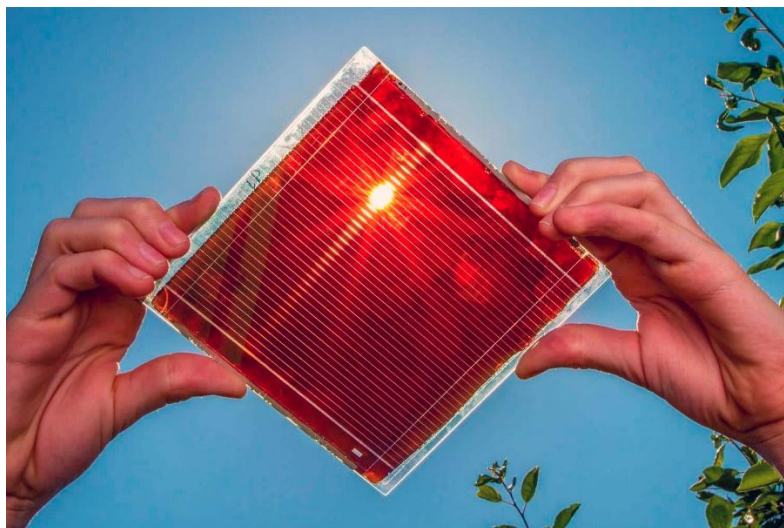
1. Аморф кремний (А-Си) куёш элементлари: Самарадорлик: аморф кремнийли куёш батареяларининг самарадорлиги одатда тахминан 6-12% ни ташкил қилади, бу кўпинча кристалли куёш панелларидан паст бўлади. Бироқ, аморф куёш хужайралари мослашувчанлик ва паст ишлаб чиқариш харажатлари каби бошқа афзалликларга эга.

2. CIGS (мис-индий-галий-селен) куёш элементлари: Самарадорлик: CIGS куёш элементлари юқори самарадорлик потенциалига эга, одатда 10% дан 20% гача. Бу уларни энг самарали юпқа плёнкали куёш батареяларидан бирига айлантиради. Бироқ, ўзига хос самарадорлик ишлаб чиқариш технологиясига ва бошқа омилларга қараб фарқ қилиши мумкин.

3. CdTe (кадмий-теллур) куёш элементлари: Самарадорлик: CdTe куёш элементлари яхши самарадорликка эга, кўпинча 9% дан 18% гача баҳоланади.

Бу уларни бозорда энг кўп ишлатиладиган юпка плёнкали қуёш батареяларидан бирига айлантиради.

4. Перовскит қуёш элементлари: Самарадорлик: перовскит қуёш элементлари нисбатан юқори технология бўлиб, у жуда юқори самарадорлик имкониятларини намоиш этди. Бундай қуёш батареяларининг самарадорлиги 25% дан ошиши мумкин, бу уларни ҳозирги вақтда энг самарали қуёш батареяларидан бирига айлантиради. Бироқ, уларни тижорат мақсадларида амалга ошириш ҳали ҳам ривожланиш жараёнида.



Греңел элементининг бир тури органик қуёш элементи ёрдамида ишлаб чиқилган полимер материаллар. Ушбу хужайралар органик фотоволтаик конверсия концепциясига асосланган бўлиб, у ёруғликни олиш ва электр токини ҳосил қилиш учун органик полимерлар ёки молекулалардан фойдаланади.

Греңел элементи каби органик қуёш хужайраларининг афзалликлари паст ишлаб чиқариш харажатлари, мослашувчанлик ва енгилликни ўз ичига олади. Улар нисбатан оддий технологиялар ёрдамида ишлаб чиқарилиши мумкин, бу харажатларни камайтириши ва қўллаш имкониятларини кенгайтириши мумкин, масалан, ўрнатилган тизимларда ёки тақиладиган қурилмаларда.

Бироқ, ҳозирги вақтда органик қуёш хужайралари анъанавий кремний қуёш хужайраларига нисбатан паст самарадорликка эга. Бу уларнинг кўпгина тижорат қуёш дастурларида ишлатилишини чеклайди, гарчи бу соҳадаги

тадқиқотлар органик қуёш батареяларининг самарадорлиги ва барқарорлигини оширишда давом этмоқда.

Грецел элементи органик қуёш батареясининг янги тури бўлиб, унинг ишлаши ва самарадорлиги аниқ амалга ошириш, ишлатилган материаллар ва технологияларга қараб сезиларли даражада фарқ қилиши мумкин. Ҳозирги вақтда органик қуёш хужайралари, шу жумладан Грецел хужайралари, одатда анъанавий кремний қуёш хужайралари билан таққослаганда паст самарадорликка эга. Бироқ, улар мослашувчанлик, фойдаланиш қулайлиги ва паст ишлаб чиқариш харажатлари каби бошқа афзалликларга эга. Органик қуёш элементлари, шу жумладан Грецел хужайраларининг умумий ишлаш ва самарадорлик хусусиятлари:

1. Конверсия самарадорлиги: одатда, органик қуёш хужайралари қуёш энергиясини электр энергиясига бир неча фоиздан ўнлаб фоизгача айлантириш самарадорлигига эга. Грецел хужайраси учун самарадорлик 5-10% оралиғида бўлиши мумкин.

2. Қувватга бардошлик: бу хужайранинг ҳақиқий кучининг еълон қилинган қийматдан оғиш диапазони. Одатда, қувват бардошлилиги ортиқча / minus бир неча фоизни ташкил қилади.

3. Ҳароратга боғлиқлик: органик қуёш хужайраларининг самарадорлиги одатда ҳарорат кўтарилиши билан пасаяди, аммо бу хужайранинг ўзига хос материаллари ва дизайнига боғлиқ бўлиши мумкин.

4. Хизмат муддати: органик қуёш батареялари нисбатан янги технология тури бўлганлиги сабабли, уларнинг ишлаш муддати ва ишлаш барқарорлиги кўшимча тадқиқотлар ва ишланмаларни талаб қилади.

Органик қуёш хужайралари, шу жумладан Граетзел хужайралари фотоволтаик қуёш энергиясини конвертация қилиш соҳасидаги тадқиқот ва ишланмаларнинг қизиқарли соҳасини ифодалайди. Уларнинг салоҳияти турли хил иловаларда, жумладан, тақиладиган қурилмаларда, ўрнатилган тизимларда ва бошқаларда ишлатилиши мумкин бўлган мослашувчан ва енгил қурилмаларни яратиш қобилиятини ўз ичига олади.

3-боб бўйича саволлар:

1. Қуёш фотоэлектрик панелларининг замонавий турлари қайсилар?
2. Қуёш батареяларининг конструктив тузилиши қандай?
3. Қуёш панелларининг вольт-ампер характеристикаси нимани англатади?
4. Қуёш панелларини ўрнатиш ва уларга асосланган тизимларни улаш учун қандай талаблар қўйилади?
5. Қуёш элементларини тайёрлашдаги асосий технологик жараёнлар қайсилар?
6. Қуёш энергиясидан электр энергияси олиш усуллари ва уларнинг самарадорлиги қандай?
7. Монокристалл, поликристалл ва аморф қуёш панелларининг афзаллик ва камчиликлари нималардан иборат?

4-БОБ. ҚУЁШ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСИ ВА УНИНГ АСОСИЙ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

§ 4.1. Қуёш электр станцияси

Қуёш электр станциялари (ҚЭС) – бу қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш учун қуёш панелларидан фойдаланадиган қурилмалар мажмуи. Қуйида ҚЭСни улашнинг асосий турлари, самарадорлиги ва усуллари келтирилган.

1. Қуёш электр станцияларининг турлари:

А. фотоэлектрик қуёш электр станциялари (ФҚЭС): қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш учун фотоэлектрик қуёш панелларидан фойдаланилади. Бу қуёш электр станцияларининг энг кенг тарқалган туридир.

В. Термал қуёш электр станциялари (ТҚЭС): совутиш сувини иситиш учун қуёш коллекторларидан фойдаланилади, кейинчалик турбиналарни ишга тушуриш ва электр энергиясини ишлаб чиқариш учун ишлатилади. Одатда кенг қўламли қурилмаларда қўлланилади.

С. Мужассамлаштирувчи (концентрацияли) қуёш электр станциялари (МҚЭС (КҚЭС)): қуёш нуруни фотоэлементлар ёки иссиқлик қабул қилувчилар ўрнатилган кичик майдонга жамлаш учун нометалл ёки линзалардан фойдаланилади. Бу қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш самарадорлигини оширишга имкон беради.

2. Қуёш электр станцияларининг самарадорлиги: Қуёш электр станцияларининг самарадорлиги жойлашув, панел бурчаги, иқлим шароити ва ишлатиладиган технология тури каби турли омилларга боғлиқ. Одатда, қуёш панеллари панел турига ва иш шароитларига қараб қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш коэффициенти (самарадорлик) 15% дан 22% гачани ташкил этади.

3. Қуёш электр станцияларини улаш усуллари:

а. офф-грид (автоном): Қуёш электр станциялари тунда ёки қуёш нури кам бўлганда фойдаланиш учун ортиқча энергияни сақлаш учун батареялардан фойдаланган ҳолда электр тармоғидан мустақил равишда ишлаши мумкин.

б. он-грид (тармоққа уланган): Қуёш электр станциялари электр тармоғига уланиши мумкин, бу уларга кун давомида ортиқча энергияни тармоққа ўтказиш ва тунда ёки қуёш нури бўлмаганда тармоқдан энергия олиш имконини беради.

с. гибрид тизимлар: узлуксиз ва барқарор энергия таъминотини таъминлаш учун қуёш электр станцияларини шамол турбиналари ёки дизел генераторлари каби бошқа энергия манбалари билан бирлаштириш. Ушбу турдаги қуёш электр станцияларининг ҳар бири ўзининг афзалликлари ва камчиликларига эга ва маълум бир турни танлаш лойиҳанинг ўзига хос талаблари, жойлашуви ва бюджетига боғлиқ.

Қуёш электр станциясининг самарадорлигини ошириш усуллари. Қуёш электр станцияларининг самарадорлигини ошириш уларнинг самарадорлиги ва иқтисодий мақсадга мувофиқлигини оширишда муҳим рол ўйнайди. Қуёш электр станциялари самарадорлигини оширишнинг баъзи усуллари:

1. Оптимал жойни танлаш: қуёш электр станциясини қуёш фаоллиги юқори ва минимал сояли жойларда жойлаштириш қуёш энергиясини максимал даражада оширишга ёрдам беради.

2. Панел бурчаги ва йўналишини оптималлаштириш: Қуёш панелларининг қиялиги ва йўналиши кун давомида ва йил давомида қуёш нурланишини максимал даражада сингдириш учун оптимал тарзда танланиши керак.

3. Қуёшни кузатишдан фойдаланиш: қуёшни кузатиш тизимларини ўрнатиш панелларнинг кун давомида қуёш йўналиши бўйича айланишига имкон беради, бу эса ҳосил бўлган қуёш энергияси миқдорини оширади.

4. Юқори самарали қуёш панелларини қўллаш: юқори конверсия коэффициенти (самарадорлик) қуёш панелларидан фойдаланиш тизим қувватини оширишга ёрдам беради.

5. Ўрнатиш тизимини оптималлаштириш: ўрнатиш тизимини тўғри танлаш ва сошлаш ўрнатилган панелларнинг майдонидан максимал даражада фойдаланиш ва сояни минималлаштиришга имкон беради.

6. Қуёш коллекторларидан фойдаланиш: термосоляр электр станциялари учун самарали қуёш коллекторларини қўллаш қуёш иссиқлик энергиясини йиғишни максимал даражада оширишга ёрдам беради.

7. Энергияни сақлашдан фойдаланиш: батареялар каби энергия сақлаш тизимларини ўрнатиш юқори қуёш фаоллиги даврида олинган ортиқча энергияни тежаш ва уни паст фаоллик даврида ёки кечаси ишлатиш имконини беради.

8. Мониторинг ва бошқариш: тизимнинг ишлашини мунтазам равишда кузатиб бориш ва самарали бошқарув тизимларидан фойдаланиш қуёш электр станциясининг ишлашини оптималлаштиришга ва юзага келиши мумкин бўлган муаммоларни бартараф этишга ёрдам беради.

Ушбу техника ва технологиялар қуёш электр станцияларининг самарадорлигини оширишга ёрдам беради, уларни рақобатбардош ва экологик жиҳатдан барқарор энергия манбаларига айлантиради.

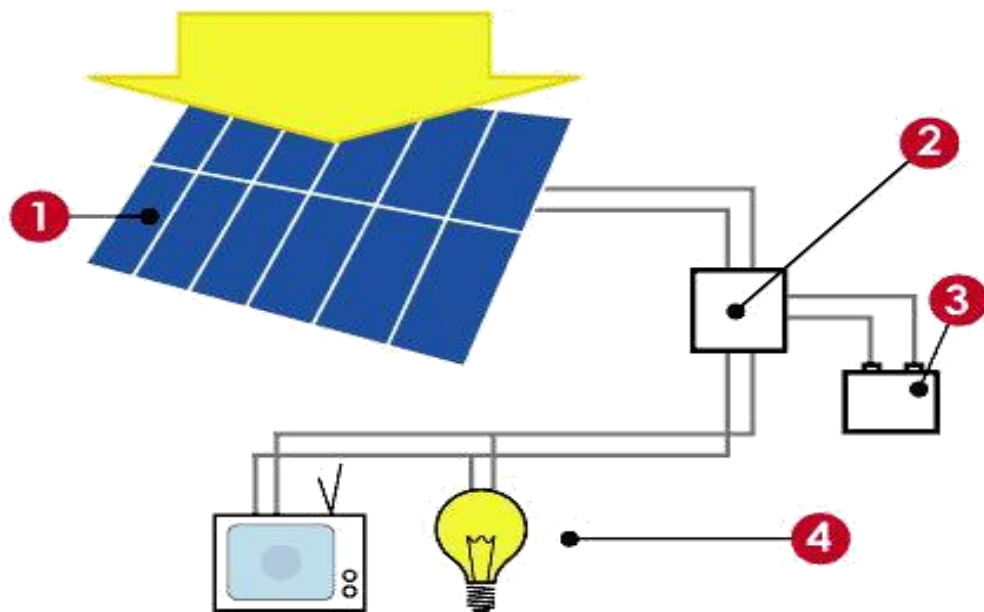
Қуёш панеллари ишончли электр энергияси манбаси бўлиши учун у тизимда қўшимча элементлар билан таъминланиши зарур: кабеллар, тизимнинг турига (тармоқ билан боғланган ФЭС, автоном, резерв) боғлиқ равишда структура, электрон инвертор, аккумулятор батареялари тўплами ва заряд-разряд контроллери. Бундай тизим бутунлигича қуёш фотоэлектрик система ёки қуёш станцияси деб номланади.

Фотоэлектрик системаларнинг 3 та асосий тури мавжуддир:

- Одатий ҳолда алоҳида уйларнинг электр таъминоти учун қўлланиладиган автоном ФЭС
- Тармоқ билан боғланган ФЭС

- Резерв ФЭС

Автоном фотоэлектрик тизимлар: Автоном фотоэлектрик тизимлардан марказлаштирилган электр таъминоти мавжуд бўлмаган жойларда фойдаланилади. Сутканинг тунги вақтларида энергия таъминоти ва қуёш яхши нур сочмаган вақтлар учун аккумулятор батареяси (АБ) зарур. Автоном фотоэлектрик тизимлар алоҳида уйларнинг электр таъминоти учун тез-тез қўлланилади. Кичик тизимлар асосий юкламани таъминлаши мумкин (ёритиш манбаи, баъзан телевизор ёки радио), ўта қувватли тизимлар сув насоси, радиостанция, музлатгич, электрожиҳозлар ва бошқалар. Бундай тизим қуйидагилардан ташкил топган (4.1-расм).



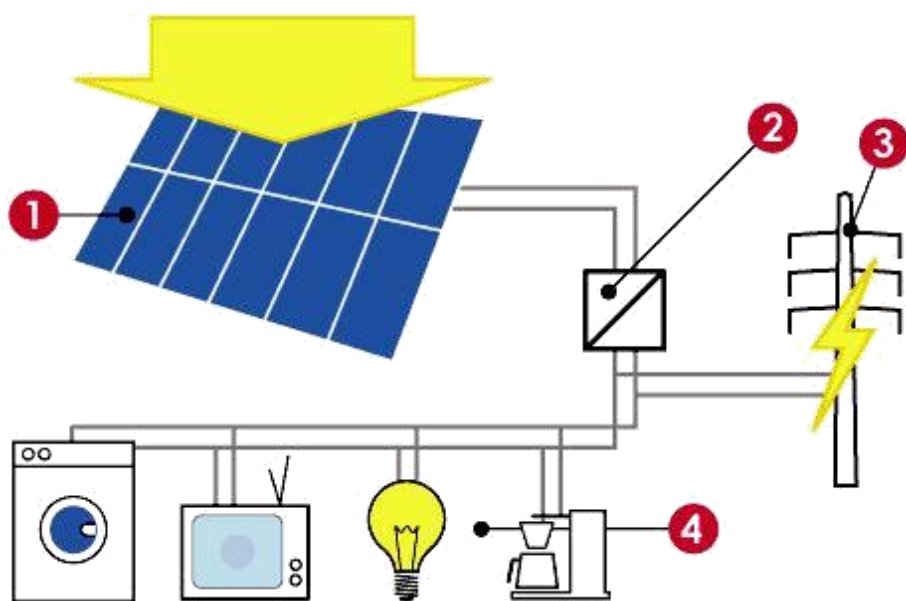
4.1 - расм. Автоном фотоэлектрик тизим:

1 – қуёш панели; 2 – контроллер; 3 – АБ; 4 – юклама

Тармоқ билан уланган қуёш фотоэлектрик тизимлари: Марказлаштирилган электр таъминот манбалари мавжуд бўлса ҳам, гоҳида тоза электр энергия манбаидан фойдаланишга ҳошиш бўлади, бунда қуёш панеллари тармоқ билан уланган бўлади. Етарли миқдордаги қуёш панеллари бир-бири билан уланганда юкламанинг бир қисми уйда қуёш электр энергиясидан таъминланиши мумкин. Тармоқ билан уланган фотоэлектрик

тизимлар одатда бир ёки бир нечта панеллардан ва инвертор, кабеллар, қуллаб қувватловчи тизим ва электрик юкламадан иборат бўлади.(4.2-расм).

Инвертор қуёш панелларини тармоқ билан боғлаш учун хизмат қилади. Шунингдек АС-панеллар ҳам мавжуд бўлиб уларнинг орқа томонига инвертор ўрнатилган бўлади. Ортиқча электр энергияси электр тармоғига узатилиши мумкин. Агар қуёш электр таъминоти учун махсус кучайтирилган тарифлар фойдаланилса унда 2 та электр ҳисоблагичи, бири генерация учун, кейингиси истеъмол учун ўрнатилади.



4.2-расм. Тармоқ билан боғланган қуёш фотоэлектрик тизими

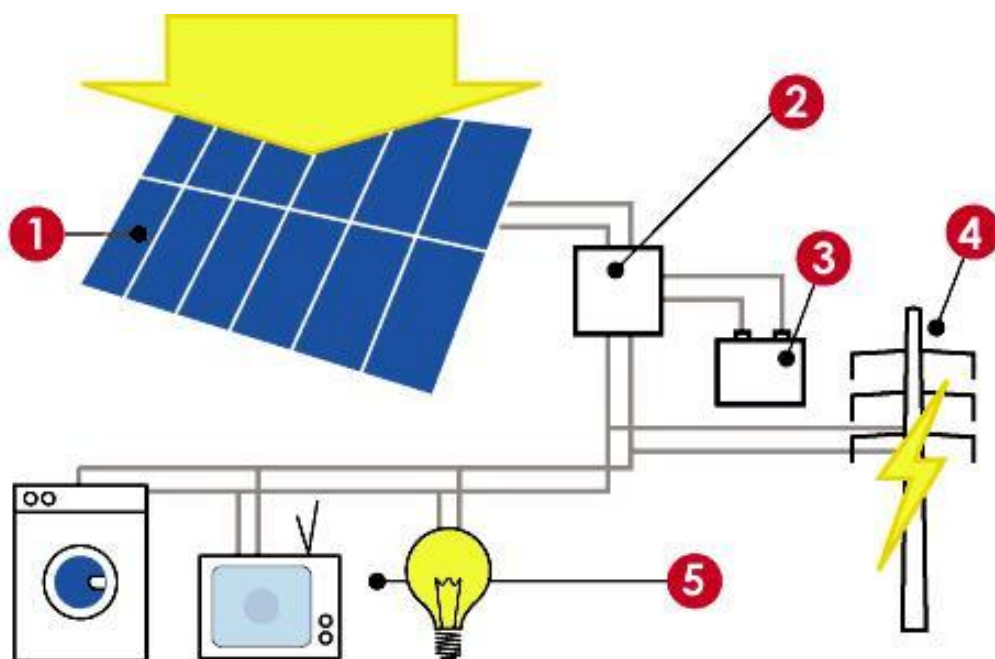
1 – қуёш панели; 2 – инвертор; 3 – тармоқ; 4 – юклама

Бунда қуёш панеллари томонидан ишлаб чиқилган электр энергияси тармоққа юқори тариф бўйича сотилади, уйнинг электр энергиясига бўлган эҳтиёжи тармоқдан одатий нарх бўйича олинади. Шундай қилиб нафақат электр энергияга бўлган йил давомидаги чиқимларни, балки йил ичида истеъмолни ҳам (ёзда ортиқча энергия тармоққа жўнатилади, қиш ойида эса кун булут вақтларида уй асосан тармоқ орқали озиқланади.)

Резерв тизимлар: Марказлаштирилган электр таъминот тармоқ билан боғланган бўлсада, лекин ишончли бўлмаса бундай ҳолатларда резерв қуёш тизимларидан фойдаланилади. Тармоқда кучланиш бўлмаган вақтларда ҳам

мавсумий вақтларда электр таъминот учун резерв тизимлар қўлланилади. Кичик резерв қуёш тизимлари алоқа воситалари, компьютерлар (телефон, радио, факс ва ҳақозо) электр таъминоти учун фойдаланилади. Йирик қуёш резерв тизимлари тармоқда узулишлар бўлган вақтларда музлатгичларни ҳам энергия билан таъминлаш мумкин. Юкланмани зарурий озиқлантириш учун, айниқса тез-тез тармоқда узулишлар бўлган вақтда фотоэлектрик тизим катта қувватга эга бўлиши зарур.

Агар тармоқ мавжуд бўлса, тизим одатдагидек у билан боғланган ҳолда ишлайди. Тизим қуёш панели, контроллер, аккумулятор батареяси, кабеллар, инвертор, юклама ва таянч структурадан иборат (4.3-расм.).



4.3-расм. Резерв тизимлар:

1 – қуёш панели; 2 – инвертор; 3 – АБ; 4 – тармоқ; 5 – юклама

Заряд-разряд контроллерлари: Автоном фотоэлектрик тизимларда заряд-разряд контроллерлари ортиқча энергия сарфи бўлганда аккумулятор батареясини (АБ) чуқур разряддан ҳимоя қилиш ва АБ тўлиқ заряд ҳолатида қуёш панели электр энергия генерация вақтида АБ ни қайтадан зарядланиш ҳолатидан асрайди. (4.4-расм). Заряд-разряд контроллеридан фойдаланишда

Кенг –импульсли модуляцияли заряд токига эга контроллерлар:

Оддий контроллерлар АБ кучланиш 14,4 В га етганида энергия манбаи (куёш батареяси) ни узади (АБ номинал кучланиш 12 В). АБ да кучланиш $\approx 12,5\text{--}13$ В га камайганида куёш панели қайтадан уланади ва заряд АБ да тикланади. Шунинг учун АБ максимал разрядланиш даражаси 60–70% ни ташкил этади. Мунтазам равишда тўлиқ зарядланиш бажарилмаса, АБ нинг яроқлилик муддати камаяди.

1) Максимал ток билан зарядлаш. Бу босқичда АБ қуёш панелидан келаётган ҳамма токдан фойдаланади.

137

Бу АБ да газ ажралиб чиқиши ва ўта қизишни олдини олади. АБ зарядланиш сатҳига қараб ток камайиб боради.

3) Тенглашиш. Кўпгина суяқ электролитга эга АБ газ ҳосил бўлишигача даврий зарядланиш давомида иш жараёни яхшиланади, электролит аралашиб пластиналар тозаланади, АБ ҳар хил банкаларида кучланиш тенглашади.

4) Таянч заряд. АБ тўлиқ заряд ҳолатида бўлса ҳам, заряд кучланиши батареяда газ ажралиб чиққанда ёки унинг қизиши вақтида камаяди, бу вақтда АБ заряд ҳолатида ушлаб турилади.



4.5-расм. Қуёш панелидан аккумуляторни зарядлашдаги босқичлар

Максимал қувват нуқтасини кузатишга мўлжалланган контроллерлар: Қуёш батареялари ишлаб чиқараётган энергия миқдорини ошириш керак бўлса, қўшимча қуёш панеллари қўшмасдан ҳам оддий контроллерни махсус «Maximum Power Point Tracker» (MPPT) деб номланадиган қуёш батареясида максимал қувватни (ТММ) кузатишга мўлжалланган контроллер билан алмаштириш керак.

MPPT-контроллер қуёш батареясидаги кучланиш ва токни доимо кузатиб боради, унинг қийматларин купайтириб, қуёш батареяси қуввати максимал бўлгандаги ток кучланиш жуфтлигини аниқлайди. Ўрнатилган процессор АБ нинг заряд босқичини кузатади (тўлиши, ўта тўйиниши, тенглашиш, таянч) ва шу асосида унга қандай миқдордаги ток берилишини

аниқлайди. Процессор бир вақтда таблодаги параметрлар индикациясига ҳам команда беради (маълумотларни сақлаш ва бошқалар)

Максимал қувват нуқтаси ҳар хил усуллар билан ҳам ҳисобланиши мумкин. ТММ ни қидирув усуллари ҳам ҳар хилдир.

1) Одатда «Perturb and Observe» усулидан фойдаланилади. Яъни қуёш батареясининг вольт-ампер характеристикасини ТММ билан даврий равишда тўлиқ сканерлаш (2 соатда 1 марта) олиб борилади. Навбатдаги сканерлаш жараёнигача контроллер қидиришда давом этиб, қуёш батареясининг қувват тебранишини ҳисоблайди ва агар унда қувват катта бўлса янги ишчи нуқтага, янги кучланишга силжитади. Амалий жиҳатдан ҳамма контроллерларда ушбу усул қўлланилади.

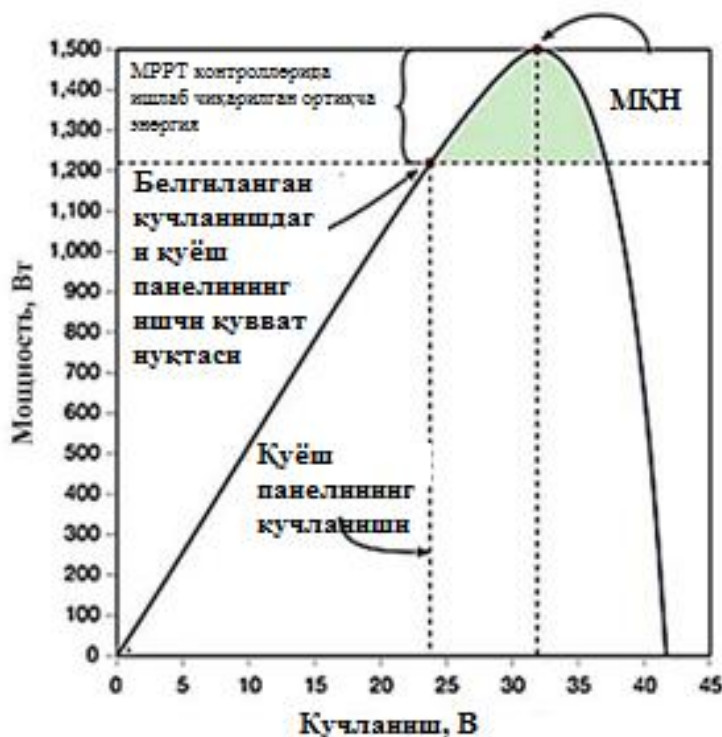
Унинг камчилиги шундан иборатки, доимо ўлчаш ишларини олиб бориш ва бу вақтда панелдан келаётган энергиянинг узилиши ҳисобланади. Ҳар хил ишлаб чиқарувчилар қуёш батаереяси максимал қувват нуқтасини оптимал кузатиш учун Қуёшдан келаётган оптимал микдордаги энергияни частота интеграциялари, тўлиқ сканерлаш даврийлиги ва қидирув чуқурлиги параметрларини танлашади.

2) Иккинчи усул – «Scan and Hold». Биринчи сканерлаш жараёнидан сўнг топилган нуқта даражасида кучланиш аниқланади ва навбатдаги тўлиқ сканерлаш ҳолатигача ушлаб турилади. Бундай усул қуёш панелида соя ва булутлар пайдо бўлмаганда яхши ҳисобланади. Афзалликлари – ишнинг юқори тезлиги, ўлчаш жараёнида генерация вақтида узилишлар бўлмайди.

3) Учинчи усул – «Percentage of open circuit voltage». Салт юриш кучланиши ва ($U_{xx} \cdot k$) даражасидаги ишчи нуқта ўлчанади. Бу ерда k - 0 дан 1 гача бўлиши мумкин ($k=0.8$). Нуқта навбатдаги сканерлаш жараёнигача ушлаб турилади. Бундай усул панелларда соя тушиши ва булут бўлмаган ҳолатлар учун яхшидир. Афзалликлари – ишнинг юқори тезлиги, ўлчаш вақтида генерацияда узилишлар бўлмайди.

4) Тўртинчи усул – ишчи нуқтани қатъий равишда танлаш. Контроллер қўллаб турадиган исталган кучланиш белгиланади. У ҳеч қандай ўлчаш ва

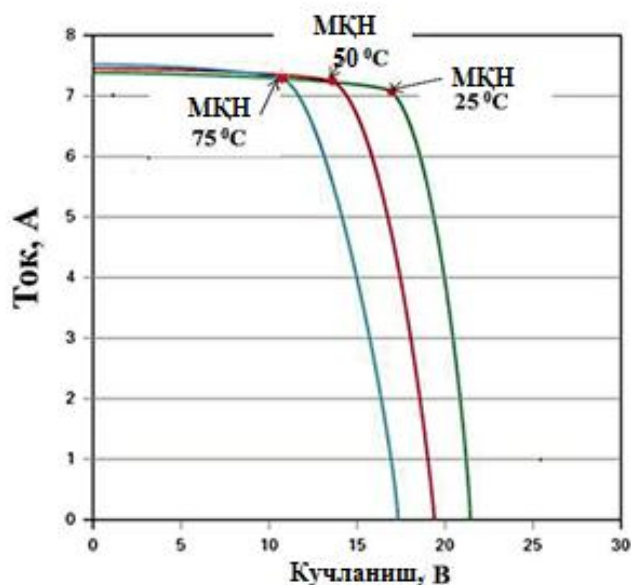
ҳисоблашларни бажармайди, доимо ишлаб туради. Камчиликлари – танланган кучланиш ҳақиқий ТММ дагидан узоқ бўлиши мумкин. Аммо, аниқ маълум бўлса қандай кучланишда батарея максимал қувват ишлаб чиқаради ва қуёш батареяси амалиётда доимо очик ҳавода ишлаганда ушбу усулдан фойдаланган маъқулроқ. Тизим ишга туширилганда контроллер қўллаб турадиган кучланиш берилади, яъни у қуёш батареясининг аниқ параметрлари бўйича ҳисобланади.



4.6-расм. МРРТ – контроллердан фойдаланганда қўшимча равишда олинган энергия миқдори

ТММ нинг ҳолати панелларнинг ёритилганлигига, ҳароратига, фойдаланадиган панелларнинг ҳар хиллигига ва бошқаларга боғлиқдир. Контроллер даврий равишда ўтган босқичдаги нуктадан “ўзгаришга” ҳаракат қилади, бунда қуёш панелининг қуввати кўтарилиши лозим, шунда у янги нуктадаги ишга ўтади. Назарий жиҳатдан олганда, ТММ ни қидириш вақтида бир оз энергия йуқотилади, лекин бу энергия қўшимча равишда МРРТ-контроллер таъминлаган энергия билан таққослаганда жуда ҳам камдир. Қўшимча равишда олинган энергияни бу ҳолатда аниқлаш жуда қийиндир.

Қўшимча равишда ишлаб чиқариш жараёнига таъсир қилувчи омиллар бўлиб ҳарорат ва АБ зарядланиш даражаси сабаб бўлади (4.6-расм).



4.7-расм. Панел ҳароратига боғлиқ равишда максимал қувват нуқтасида қуёш панели кучланиши

Максимал қувват нуқтасида қуёш панелининг кучланиши панелнинг ҳар хил ҳарорат катталикларида ўзгаради (4.7 - расм). Қуёш панели қанчалик қизиса, кучланиши камайиб қуёш батареясининг ишлаб чиқариш самарадорлиги ҳам кам бўлади. Қандайдир вақтларда максимал қувват нуқтаси (МҚН) нинг катталиги АБ даги кучланишдан ҳам кичик бўлиши мумкин, бу ҳолатларда оддий контроллер билан таққослаганда ҳеч қандай ютуқ бўлмайди. Бу қуёш батареясига қисман соя тушган вақтларда юз беради. МРРТ-контроллерларнинг жорий нархи уларни 200 Вт қувватдан бошлаб қуёш панелларида ёки ностандарт кучланишланишга эга панелларда қўллаш имконини беради.

§ 4.2. Фотоэлектрик тизимлар учун инверторлар

Инверторлар АБ да доимий токни ўзгарувчан токка ўзгартириш ёки қуёш панелларида доимий токни марказий электр таъминоти тармоқларидаги аналог ток каби ўзгартиради.



4.8-расм Замонавий инверторлар

Тармоқ билан боғланган тизимларда инверторлар (тармоқ инверторлари) қуёш панелларидан энергияни қабул қилиб уларни ўзгарувчан токка айлантиради, сўнгра тармоққа ҳам узатади. Кўпчилик қуёш панеллари доимий ток ишлаб чиқаради. Интеграциялашган инверторлар билан қўлланиладиган панеллар ҳам бўлиб улар микроинверторли АС панеллар деб номланади (4.9- расм).



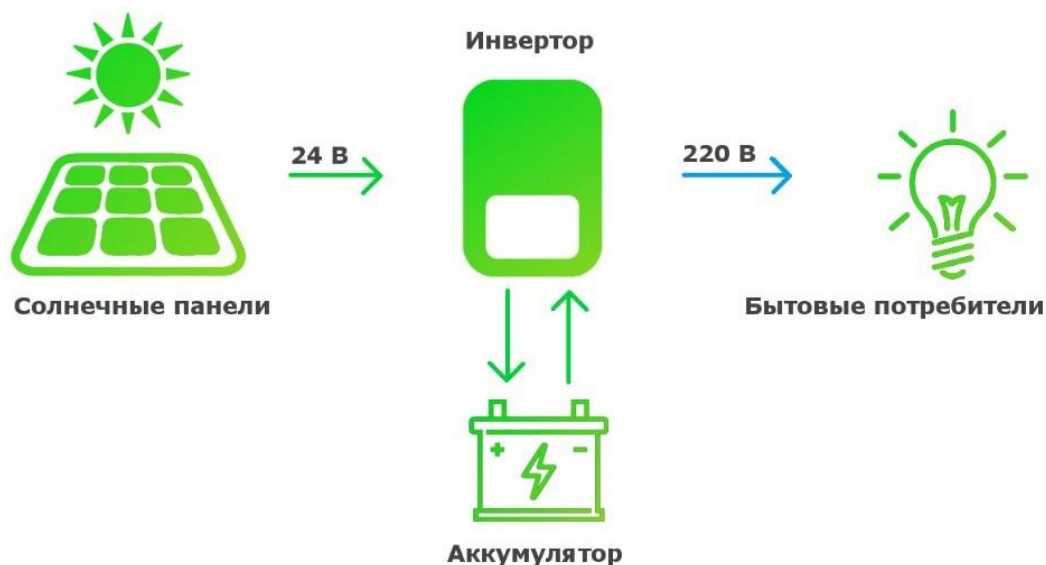
4.9-расм. Қуёш панелининг орқа томонида микроинвертор

Уларнинг афзалликлари шундаки, осон созлаш, бундай панелларни фотоэлектрик тизимга осон қўшиш йули билан масштабни кенгайтириш имкониятидир. Бундай инверторлар фақат тармоқ билан боғланган тизимларда ишлатилади.

Автоном тизимларда стандарт маиший қурилмаларни 220 В ўзгарувчан кучланиш билан таъминлаш учун АБ ёки қуёш панелларидаги токни ўзгартириш лозим бўлади. Шунингдек, резерв тизимларда ҳам ушбу муаммо – АБ даги доимий токни ўзгартириш ва одатий жиҳозларни таъминлаш. Кўпгина инверторлар мавжуд бўлиб улар қуввати ва турлари билан фарқланади. Улардан баъзилари – юқори самарадорикка эга. Агар инвертор кўп ҳолларда юкламасиз бўлса, кутиш режимида истеъмол қилинадиган кичик қувватни бериш керак. Агар у кўп ҳолларда юкламани таъминлайдиган бўлса, унда максимал ФИК га эга инвертор танлаш керак бўлади.

Қуёш панели домий ток ишлаб чиқаради, АБ эса доимий ток кўринишида энергияни сақлайди, лекин кўпчилик жиҳозлар 220 В ёки 380 В ўзгарувчан ток кучланишини талаб қилади. Инвертор домий токдаги кичик кучланишлар 12, 24, 32, 36, 48, 96, 120 В ни юқори кучланиш 220 В га ўзгартириб беради. Ўзгартириш вақтида энергиянинг бир қисми йўқолади, яъни 5% дан – 20 % гача, бу эса унинг иш режими вақтида сифатининг даражасига боғлиқ бўлади.

Off-Grid инвертор - Мустақил ишлай оладиган ва ўзининг юкламасини ўзгармас ток билан таъминлай олади (4.10-расм).

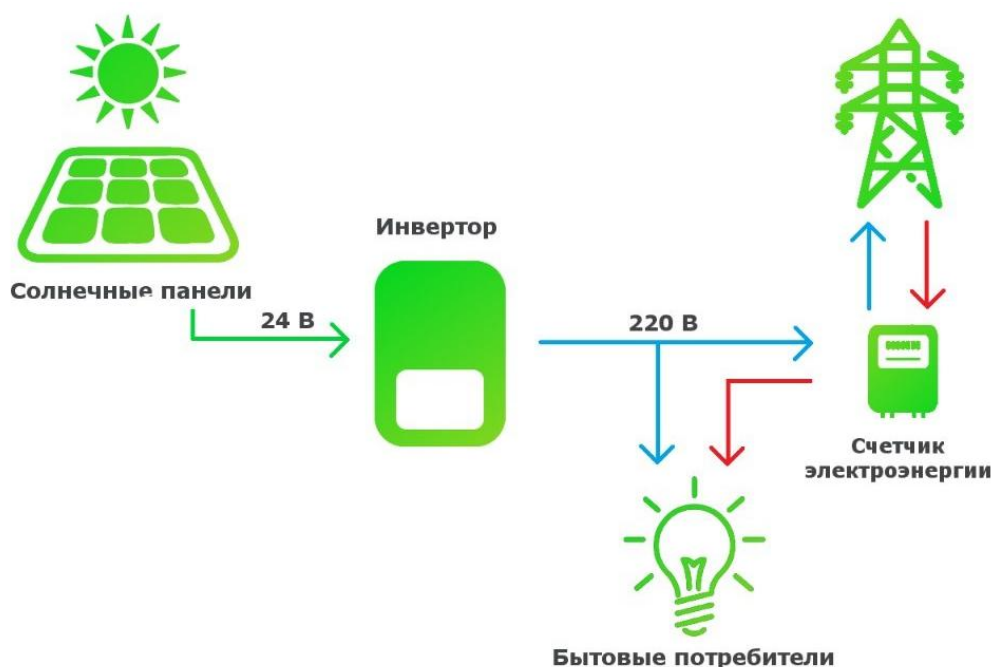


4.10-расм. Автоном тизим (off-grid)

Инверторлар ҳар хил қувватда бўлиб уларнинг тури қўллаш ҳолатига қараб танланади. Кичик автоном тизимларда кам қувватли инверторлар (100-

1000 Вт) телевизор, радио, лампочкалар ва бошқа жиҳозларни таъминлаш учун фойдаланилади. Бу инверторларда кириш кучланиши 12 В ёки 24 В чиқиш кучланиши эса 220 В бўлади. Катта қувватли инверторларда кириш кучланиши 24 В, 48 В ёки 96 В ёки юқори бўлиши мумкин. Арзон иинверторлар генерация вақтида энергияни босқичли ёки тўғри тўртбурчакли шаклда ёки умумий ном билан квазисинусоидал ёки модификациялашган синусоида сигнал шаклида ўзгартиради. Кучланишнинг бундай шакли ҳар доим ҳам ҳамма жиҳозларга тўғри келмайди. Соф синусоидал инверторлар тармоқдаги каби сифатли ток каби исталган юкламани муаммосиз таъминлай олади.

On-Grid инвертор - Мустақил ишлай олмайди, лекин марказий электр тармоғи билан синхрон ишлай олади (4.11-расм).

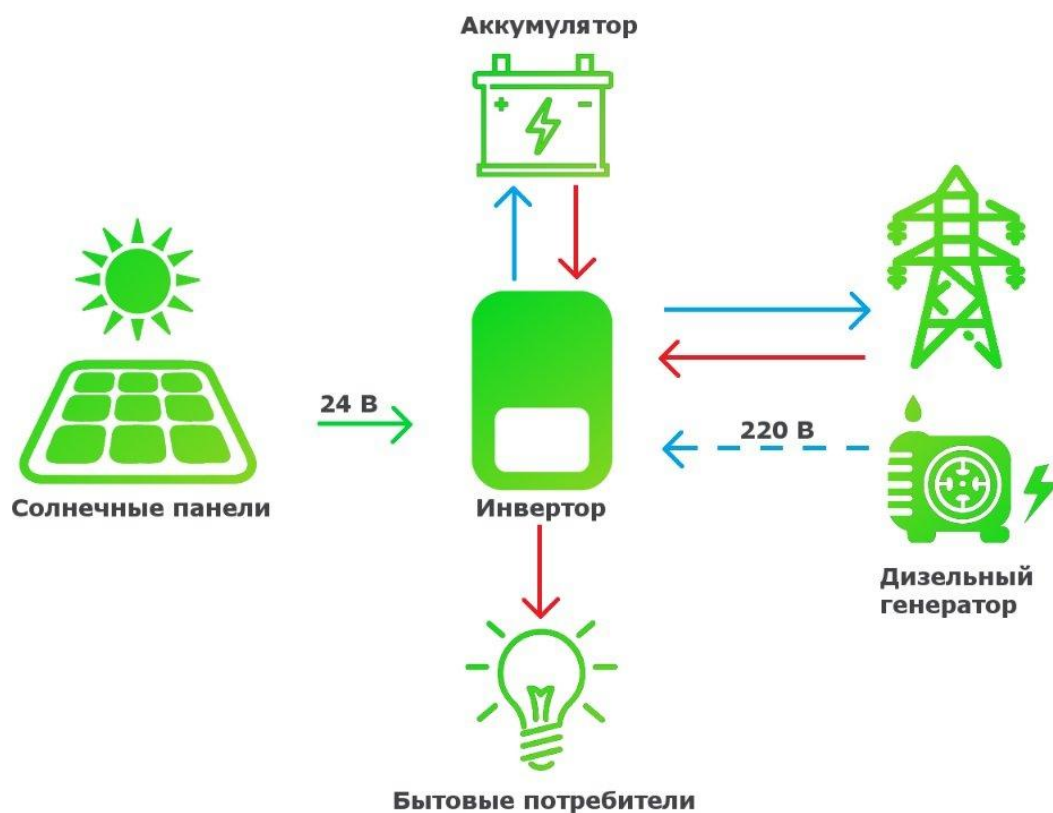


4.11-расм. Тармоқ билан параллел ишлаш тизими (on-grid)

Замонавий инверторлар функцияси. Ўлчаш. Инвертор дисплейида кучланиш, ток, частота ва қувват тасвирланади. Генераторни автоматик қўшиш имконияти. Инверторда АБ кучланишга боғлиқ равишда резерв генераторни тўхтатиш ёки автоматик қўшиш учун қўшимча реле мавжуд. Бу функция қўпчилик ҳолларда инверторга алоҳида блок қўринишида

бириктирилади. Замонавий инверторлар тармоқдан АБ аниқ вақтда зарядлай олиш мумкин, генераторни қўшиш кундузи бажарилиши мақсадга мувофик (шовқин туфайли).

Гибрид инвертор - Ўзгармас ток контроллерига эга бўлган Off-Grid инверторидир (4.12-расм). Smart On-Grid инвертор - Марказий электр тармоғи билан синхрон ишлай олади ҳамда ўзининг ўзгармас ва ўзгарувчан токларни назорат қилиш имконияти мавжуд.



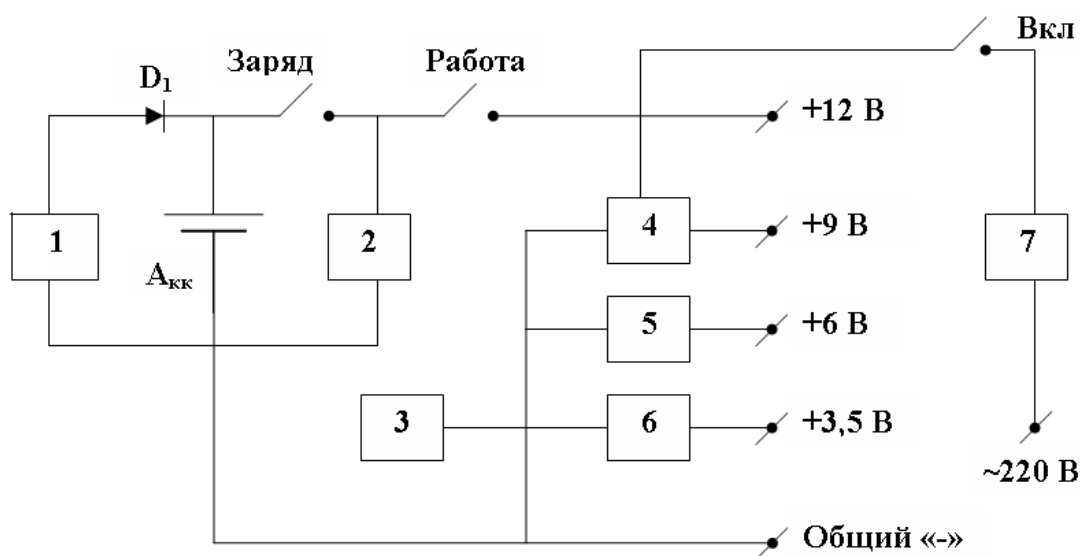
4.12-расм. Гибрид тизими (hybrid)

Тармоқ билан параллел ишлай олиши. Тармоқ инверторлари тўғридан тўғри қуёш батареясида энергияни АБ сиз тармоққа ўзгартириб йуналтиради. Бу анчагина тизимнинг таннархини камайтиради, яъни электр энергиясини арзонлаштиради. Ўрнатилган заряд қурилмаси. Бундай инверторлар генератордан ёки тармоқдан фойдаланиб АБ ни зарядлаши мумкин. Бир вақда улар энергияни бевосита истеъмолчиларга ҳам узатиши мумкин. Параллел улаш. Баъзи инверторлар қувватни ошириш учун параллел уланиши ҳам мумкин.

Ҳозирги вақтда қуёшли фотоэлектрик ўзгартиргичларнинг иқтисодий кўрсаткичлари бўйича энергия олишнинг анъанавий усуллари билан рақобатлаша олмайди. Шунинг учун уларнинг амалий қўлланилиш соҳаси электроузатмаларнинг марказлашган чизиқларидан электр энергия келтирилиши мураккаб автоном дизел-генераторлар учун ёқилғи келтириш эса иқтисодий тарафдан мақсадга мувофиқ бўлмаган жойларда жойлашадиган кичик автоном ускуналар ҳисобланади.

Қуёш энергиясидан фойдаланишга аниқ мисоллар: яйловлардаги чўпонлар уйлари, кўчманчи асаларичиликда электр жихозларини энергия билан таъминлаш, гидрометерорологик ва радиогеодезик станциялар аппаратурасини қийин етиб борадиган жойларда (тоғ ва чўлли) энергия билан таъминлаш, турли тиббий моддаларни кишлоқ ҳудуди ва дала госпиталларида сақлаш ва ташиш учун, сувдаги навигацион белгилар ва қудуқлардаги дражли белгиларни, дала шароитларида аккумуляторларни зарядлаш учун электр билан таъминлаш.

Қуёш энергиясининг энг истиқболли мақсадларидан бири – кремний асосидаги қуёшли элементли кўчма ёки мобил фотоэлектрик ускуналарни ҳосил қилиш бўлиб, у ФИКи 15% ва қуввати 2 дан 100 Вт гача бўлган қуёш сочма нурланишини тўғри ва ташкил этувчанлигини энергиясини ўзгартиради.



4.13-расм. Автоном қуёшли электр таъмин манбасининг структурали схемаси:

1 – қуёшли батарея; 2 – аккумуляторни зарядлаш ва зарядсизлашни назорат қилувчи ускуна; 3 – ток бўйича ўта юкланишда ҳимояловчи ускуна; 4,5,6 – кучланиш стабиллаштирувчилари; 7 – 12Вли доимий токни 220 Вли ўзгарувчан токка кучланиш ўзгартиргичи (инвертор).

4.13-расмда қуёшла батареянинг юклаш вольт-ампер тавсифи кўрсатилган бўлиб, у Тошкент шаҳри шароитида $E_{\text{туш}}=810 \text{ Вт/м}^2$, $t=10^0\text{C}$ да ўлчанган ва ҚБ қуввати юкламадаги кучланишга боғлиқлиги (2). Вольт-ампер тавсифидан кўринишича, оптимал юклама нуқтасида ($V=14,5 \text{ В}$ ва $I=1,3 \text{ А}$) қуёшли батарея қуввати 9 Вт ни ташкил этади. ҚБ синовлари шуни кўрсатадики, аккумулятор батареяси (АБ)даги ўртача кунлик йиғиладиган энергия ноябр учун 12-13 А.с ва декабр учун тахминан 10 А.с. Қуёш батареясини бурганда ва уни қуёш ориентирлаганда 28 А.с ҳажмли 24БССА 38РС аккумуляторини зарядлаш амалга оширилади. Аккумуляторни автоматик зарядлаш учун «заряд-зарядсизлаш» назорат ускунаси ёқилиб, у заряд токи ва кучланиш катталигини кузатади, бу билан аккумулятор учун зарарли бўлган қайта зарядлаш тартибини олдини олади, шунингдек, олдинги панелга чиқарилган ёруғлик диодидаги табло ёрдамида аккумуляторнинг зарядланганлик даражаси ҳақида хабар беради.

Ишлаб чиқилган автоном қуёшли кўчма электр таъминот манбаининг ишлатилиш соҳалари турли-туман, хусусан:

- Электр бритвалар, ёритиш фонарлари, портатив радиоқабул қилгичлар, магнитофонлар, телевизорлар, аудиоплейрлар, кофемайдалагичлар, миксерлар ва бошқа маиший техникани электр таъминоти билан таъминлаш;

- Дала радиостанциялари ва «Алтай» туридаги радиотелефонлар, «Митти» турдаги электр насослар, дала станларининг ички ва ташқи ёритилиши, яйлов ва ҳайдаш чорвачилигидаги электр таъминот манбаи;

- Тиббиёт ва ветеринарияда вакциналар, зардоблар ва бошқа дори-дармонларни сақлаш ва ташиш учун 12л гача фойдали ҳажмга эга термапарали совуткичлар билан биргаликда электр таъминоти манбаи;

- Гидрометерохизмат ва гиологоқидирувдаги радиоалоқа ускуналари аппаратурасининг электр таъминот манбаи;

- Дала шароитларида аккумуляторларни зарядлаш автомобил камераларини электровулканизатор ёрдамида таъмирлаш (масалан, автотурист учун).

§ 4.3. Замонавий қурилиш ва архитектурада қуёш энергетикасидан фойдаланиш

Қуёш энергияси замонавий архитектура ва қурилишнинг тобора оммалашиб бораётган ва муҳим элементига айланмоқда. Ундан фойдаланиш биноларнинг энергия самарадорлигини оширишга, анъанавий энергия манбаларига боғлиқликни камайтиришга ва иссиқхона газлари чиқиндиларини камайтиришга ёрдам беради. Қуёш энергиясининг замонавий архитектура ва қурилишга интеграциялашувининг баъзи усуллари:

1. Уйингизда қуёш панеллари: бино томларига қуёш панелларини ўрнатиш қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш имконини беради, бу эса бинони қувватлантириш ёки тармоққа энергия этказиб бериш учун ишлатилиши мумкин. Қуёш панеллари томларининг замонавий дизайнлари одатда бинонинг умумий услуби билан уйғунлашади, бу уларни кўринмас ёки ҳатто ташқи кўринишини тўлдиради.

2. Қуёш фасадлари: Қуёш панеллари тўғридан-тўғри биноларнинг жабҳаларига бирлаштирилиши мумкин, бу эса электр энергиясини ишлаб чиқариш учун вертикал сиртлардан фойдаланишга имкон беради. Бу архитектурада қуёш энергиясидан эстетик ва функционал фойдаланиш учун янги имкониятлар очади.

3. Қуёшли деразалар: қуёшли деразалар қуёш нурини электр энергиясига айлантириш учун икки ойнали ойналарга ўрнатилган шаффоф қуёш панелларидан фойдаланадиган инновацион ечимдир. Бу биноларга қуёш энергиясидан ҳатто катта майдонни эгалламайдиган деразаларда ҳам фойдаланиш имконини беради.

4. Қуёш перголалари ва соябонлари: Қуёш перголалари ва соябонлари қуёш нурланишидан соя ва химоя қилади ва уларга ўрнатилган қуёш панеллари орқали электр энергиясини ишлаб чиқаради. Бу биноларда иссиқлик мувозанатини энгиллаштириш ва очик жойларда қулай муҳит яратиш учун фойдали эчимдир.

5. Қуёш қувурлари ва ёруғлик қудуқлари: Қуёш қувурлари ва ёруғлик қудуқлари қуёш нурларини бино ичига йўналтириш учун қуёш коллекторлари ва оптик тизимлардан фойдаланади, бу эса кундузи хоналарни табиий ёруғлик билан ёритишга имкон беради ва сунъий ёритиш учун электр энергиясини истеъмол қилишни камайтиради.

Замонавий архитектура ва қурилишда қуёш энергиясидан фойдаланиш нафақат биноларнинг энергия самарадорлиги ва экологик барқарорлигини яхшилашга ёрдам беради, балки уларнинг инновацион ва эстетик дизайнига ҳам ҳисса қўшади.

Архитектуравий ечимлар. Қуёш энергияси интеграцияси энергия тежайдиган биноларни қуриш учун жуда муҳимдир, бу ерда қуёш энергиясидан фойдаланиш атроф-муҳитга таъсирни сезиларли даражада камайтиради, энергия сарфини оптималлаштиради ва харажатларни камайтиради. Қуёш технологиясини бино лойиҳаларига киритиш нафақат атроф-муҳитга фойда келтиради, балки барқарор архитектуранинг келажакдаги муаммоларини ҳал қилиш қобилиятини ҳам таъкидлайди. Барқарор ривожланиш ва қайта тикланадиган энергетикага бўлган эътиборнинг кучайиши қуёш энергиясини замонавий биноларга интеграциялашга бўлган талабнинг ошишига олиб келди. Иқлим ўзгариши ва атроф-муҳит муаммолари тўғрисида хабардорликнинг ошиши билан барқарор қурилиш амалиётига ўтиш кузатилмоқда. Ҳукумат қуёш энергиясини қурилиш саноатига интеграция қилиш учун имкониятлар яратиб, қайта тикланадиган энергетикани жорий этишга кўмаклашиш сиёсатини амалга оширмоқда. Бунинг натижасида замонавий энергетика бозорида қуйидаги трендлар пайдо бўлишига замин ҳозирланмоқда:

- **Яшил қурилиш сертификатининг ортиб бораётган афзаллиги:** LEED ва BREEAM сертификатлари энергия самарадорлиги ва экологик барқарорликни таъкидлаб, машҳурликка эришмоқда. Ушбу тенденция қуёш энергияси билан ишлайдиган биноларга талабни оширади.

- **Қуёш технологиясидаги ютуқлар:** BIPV ва қуёш том ёпқичлари каби инновациялар архитекторлар ва ишлаб чиқувчиларга қуёш ечимларини янада самарали амалга ошириш имконини бериб, қуёш энергиясини қурилиш лойиҳаларига узлуксиз интеграциялашувига ёрдам беради.

- **Энергия тежайдиган биноларга талаб ортиб бормоқда:** энергия самарадорлиги ва карбонат ангидрид чиқиндиларини камайтиришнинг аҳамияти тўғрисида хабардорликнинг ошиши бозорни барқарор қурилиш амалиётига ундайди ва қуёш технологиясини жорий этишга ёрдам беради.

Маълумки, оддий иситиш тизимларини лойиҳалашда тизимнинг қуввати йилнинг энг совуқ даврида иссиқлик билан таъминлаб бериш шартидан аниқланади. Шу билан бирга, тизим асосан реал иссиқлик йўқотишларини компенсациялаган ҳолда, маълум юклама билан ишлайди. Ўз навбатида, иситиш тизимига тушадиган бундай юкламани тизимни лойиҳалашда сутка давомида тушадиган қуёш нурланиши энергияси ҳисобига камайтириш мумкин. Қуёш нурланиши иссиқлигини максимал даражада қабул қиладиган тарзда бинони лойиҳалаштириш нафақат анъанавий иситиш учун энергия сарфини сезиларли даражада камайтиришга, балки баъзи ҳолларда бундай турдаги сарф-харажатнинг бўлмаслигига олиб келиши мумкин.

Бино ва иншоотларни таснифлаш бўйича Европа таснифлаш тизимига кўра, энергия самарадор бинолар қуйидаги турларга бўлинади:

- Энергиятежамкор уй – иситиш учун ўртача энергия истеъмоли $60-70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yil})$ дан кам бўлмаган уйлар;

- Пассив уй – иситиш учун ўртача энергия сарфи йилига $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yil})$ дан ошмайдиган уйлар;

- Энергия истеъмоли нолга тенг бўлган бино бу – пассив уй билан бир хил меъморий стандартга эга бўлган, лекин ўз кучи билан ишлаб чиқарилган

энергия истеъмоли учун мўлжалланган бино бўлиб, иситиш учун ўртача энергия истеъмоли $0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yil})$ ни ташкил қилади.

Фаол («Энергия плюс» туридаги) уй бу – махсус муҳандислик тизимлари қўлланилиши сабабли, истеъмол қилинганидан кўра кўпроқ энергия ишлаб чиқарадиган бино.

Пассив уй – атроф-муҳитга салбий таъсири нисбатан кам, юқори даражада энергиятежамкор ва яшаш учун барча қулайликларга эга бўлган уй. Пассив уйнинг асосий мезони иссиқлик ҳимоя қатламининг юқори даражаси ва иссиқлик ўтказувчанлиги $<0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ эга бўлган яхлит мустаҳкам қобиқли бино яратишдан иборат. Пассив уйларни лойиҳалаш ва қуришда қуйидаги мезонлар ҳисобга олинади:

- «термал кўприклар (иссиқлик айланиши)» - иссиқлик йўқотиладиган жойлар қолишининг олдини олиш;

- конструкциянинг ихчамлиги;

- бинонинг жанубга қараганлиги ва соя тушмаслиги ҳисобига қуёш энергиясидан пассив фойдаланиш;

- иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти $<0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ва энергия ўтказувчанлиги – тахминан 50 фоиз бўлган махсус юқори сифатли ойна ва ойна ромлари;

- ҳаво алмашинувининг давомийлиги: $n_{50} = 0,33 \text{ h}^{-1}$;

- қайта ишланган ҳаводан иссиқликни рекуперация қилиш, бунда иссиқликни сақлаш фоизи $> 75\%$;

- маиший мақсадларда фойдаланиш учун юқори самарадор энерготежамкор қурилмалар;

- сувни қуёш коллекторлари ёки иссиқлик насоси ёрдамида иситиш;

- пассив ҳаволи, масалан, ер-ҳаво иссиқлик насоси орқали иситиш.

Пассив уйлар бўйича жаҳон тажрибасини кўриб чиқадиган бўлсак, Биринчи эко-уй дастлабки пассив уй қурилишидан ҳамда АҚШда энергия инқироzi юз беришидан анча олдинроқ, яъни, 1972 йилда Нью-Гемпшир штатида жойлашган Манчестер шаҳрида қурилган (4.14-расм).



4.14-расм. АҚШда қурилган биринчи эко-уй.

Уй куб шаклида лойиҳалаштирилган бўлиб, унинг шакли меъморий ихчамлиги туфайли иссиқлик йўқотилишини минималлаштириш имконини берган. Шиша қатлам девор юзасининг фақат 10 фоизини ташкил этган ҳамда уйнинг томида қуёш коллекторлари ўрнатилган. Ташқи деворлари икки қаватли конструкциядан ташкил топган ҳамда деразаларга қуёшдан сақловчи тўсиқлар ўрнатилган. Бинонинг меъморий ечими шунингдек, ички хоналарнинг мақбул жойлашуви, табиий ёритишдан максимал даражада фойдаланиш имконини яратган. Рекуперацияли шамоллатиш ҳамда совутилган ва иситилган сувни сақлаш учун махсус резервуарлар(идиш)ни қўллаш имкони ҳам кўриб чиқилган.

Иккинчи энергия самарадор уй – Финляндиянинг Отаниеми шаҳрида (1973-1979 йй.) қурилган «EKONO-house» биносидир. «EKONO-house» биносини лойиҳалаштиришда қуйидаги асосий инновацион энерготежамкор ечимларга эришилган:

- ёпиқ иншоотларнинг майдонини камайтириш ва улар орқали иссиқлик йўқотилишини камайтириш учун бинонинг ички ҳажмидан самарали фойдаланиш;

- иссиқлик йўқотилишини камайтириш учун тўсиқ конструкцияларнинг самарадор иссиқлик ҳимоя қатламини ҳосил қилиш;

- бинонинг иссиқлик (термик) қаршилигини ошириш ва иссиқликни жамлаш мақсадида юқори иссиқлик сиғимига эга бўлган тўсиқ конструкцияларидан фойдаланиш; иситиш тизими ҳисобига тўғри келадиган юқламани камайтириш мақсадида конструкциянинг асосида қуёш нурланиши иссиқлигини тўплаш;

- йилнинг ёзги мавсумида ичкарига иссиқлик оқими киришини ва йилнинг қишки мавсумида ташқарига иссиқлик йўқотилишини камайтириш учун ҳавони шамоллатиш хусусиятига эга бўлган ойналардан фойдаланиш;

- бинони иситишда энергия сарфини камайтириш мақсадида вентиляция тизимида ҳаво чиқишини (бинонинг герметиклиги) ва ташқи ҳаво оқими сарфини минималлаштириш;

- электр энергия сарфини камайтириш мақсадида самарали ёритиш; энергия истеъмолини муқобиллаштириш ва энергия истеъмоли ҳисобини юритиш мақсадида иқлимий ва ёритиш ускуналарини автоматик бошқариш тизимидан фойдаланилган.

«EKONO-house»нинг биринчи бўлмасида йиллик солиштирма иссиқлик сарфи 124 kWh/m^2 ни ташкил этган бўлиб, бу кўрсаткич Финляндиядаги офис биноларидаги кўрсаткичга нисбатан 50% га паст эди. АҚШда шунга ўхшаш биноларнинг солиштирма иссиқлик сарфи кўрсаткичлари бундан ҳам юқори қийматига эга эди. Биринчи бўлмани иситиш учун йиллик солиштирма электр энергияси сарфи кўрсаткичи йилига 79 kWh/m^2 ни ташкил этган бўлиб, бу Финляндия ҳамда АҚШдаги кўрсаткичларга нисбатан паст эди. «EKONO-house» биносининг иккинчи бўлмасини иситиш учун солиштирма иссиқлик сарфи йилига 70 kWh/m^2 , иситиш учун солиштирма электр энергиясининг сарфи йилига 57 kWh/m^2 бўлиб, бу кўрсаткич ушбу турдаги анъанавий уйлар энергия истеъмолининг $1/3$ қисмига тенгдир.



4.15-расм. 1991 йилда Германияда қурилган пассив уйнинг умумий кўриниши

Биринчи пассив уй 1991 йилда Германиянинг Дармштадт шаҳрида қурилган. (4.15-расм). Ушбу лойиҳа бундай турдаги уйларни эксплуатация қилишда ундаги барча муҳим тизимларининг мукамал ишлашини тасдиқлади. Ҳозирча иситиш учун ўртача энергия сарфи ўзгаришсиз ($10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yil})$ дан кам) қолган ҳолда, анъанавий уйга нисбатан солиштирганда тежалиш фоизи 90 фоиздан кўпроқни ташкил қилиб, уйдаги ҳаво сифатининг нисбатан юқорилиги ва қулай ҳарорат шароити қайд этилди.

Пассив турдаги уйларнинг кўрсаткичларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш бўйича тадқиқотларни кенг қўламда ўтказиш ва давом эттириш мақсадида Пассив уй институти ташкил этилган. 2011 йил май ҳолатига 32000 дан ортиқ сертификатланган пассив уйлар қурилган ва 2020 йилдан бошлаб Европа Иттифоқида пассив қурилиш стандарти (иситиш учун йиллик ўртача энергия сарфи кўрсаткичи $15 \text{ kWh}/\text{m}^2$) мажбурий этиб белгиланган.

§ 4.5. Энергия тежамкор ва самарадор технологиялар

Энергияни тежайдиган ва энергия самарадор, қуёш энергиясига асосланган технологиялар энергия сарфини камайтириш ва атроф-муҳитга зарарли таъсирни камайтиришда муҳим рол ўйнайди:

1. Сувни иситиш учун қуёш коллекторлари: сувни иситиш учун Қуёш коллекторлари сувни тўғридан-тўғри иситиш учун қуёш энергиясидан фойдаланадиган самарали технологиядир. Бу бино томига ўрнатилган тизим ёки мустақил қуёш коллекторлари бўлиши мумкин.

2. Фотовольтаик панеллар: фотовольтаик панеллар қуёш нурини электр энергиясига айлантиради. Улар биноларнинг томларига ёки эрга ўрнатилиши ва уйлар, корхоналар ва ҳатто бутун ҳудудларни электр энергияси билан таъминлаш учун ишлатилиши мумкин.

3. Қуёш фасадлари: Қуёш фасадлари қуёш панелларини тўғридан-тўғри бино деворларига бирлаштириш учун ишлатилади. Бу электр энергиясини ишлаб чиқариш учун вертикал сиртлардан фойдаланишга имкон беради ва анъанавий энергия манбаларига боғлиқликни камайтиради.

4. Қуёш чироқлари ва ёруғлик қудуқлари: Қуёш чироқлари ва ёруғлик қудуқлари қуёш панелларидан фойдаланиб, ўрнатилган батареяларни кундузи заряд қилади ва кечқурун ва кечаси ёритади. Улар қуёш энергиясидан кўчаларда, боғларда, автотураргоҳларда ва бошқа жамоат жойларида ёритишни таъминлаш учун самарали фойдаланадилар.

5. Қуёш кондиционерлари ва иссиқлик насослари: Қуёш кондиционерлари ва иссиқлик насослари хоналарни иситиш ва совутиш учун қуёш иссиқлик энергиясидан фойдаланади. Улар энергия сарфини ва иситиш ва кондиционерлик харажатларини камайтиришнинг самарали усули бўлиши мумкин.

6. Энергияни сақлаш тизимлари: қуёш қурилмаларини энергия билан таъминлашнинг узлуксизлигини таъминлаш учун батареялар ёки иссиқлик сақлаш тизимлари каби энергия сақлаш тизимлари қўлланилади. Улар қуёш нури кам бўлган пайтларда фойдаланиш учун ортиқча қуёш энергиясини

сақлашга имкон беради. Ушбу қуёш энергиясига асосланган технологиялар анъанавий энергия сарфини камайтиришга, иссиқхона газлари чиқиндиларини камайтиришга ва бинолар ва инфратузилмани энергия тежамкор ва барқарор қилишга ёрдам беради.

Қурилиш учун энергия тежайдиган ва энергия самарадор қуёш энергиясига асосланган технологиялар. Қурилиш учун энергия тежайдиган ва энергия тежайдиган қуёш энергиясига асосланган технологиялар биноларда энергия сарфини камайтиришга ва уларни атроф-муҳитга чидамли қилишга ёрдам берадиган бир қатор инновацион ёндашувлар ва материалларни ўз ичига олади. Қўйида уларнинг айримларига тўхталиб ўтамиз:

1. Пассив қуёшни иситиш ва совутиш: бу қишда иситиш ва ёзда табиий совутиш учун қуёш энергиясидан максимал даражада фойдаланиш учун биноларнинг меъморий хусусиятларидан фойдаланадиган дизайн концепцияси. У деразаларнинг тўғри жойлашишини, иссиқлик сақлаш материалларидан фойдаланишни ва яхши изоляцияни ўз ичига олади.

2. Архитектура қуёш хужайралари: қуёш панеллари ва коллекторларни тўғридан-тўғри биноларнинг меъморий элементларига, масалан, томлар, жабҳалар, шийпонлар ва перголаларга интеграция қилиш. Бу энергия тежаш функцияларини биноларнинг эстетикаси ва функционалиги билан бирлаштиришга имкон беради.

3. Қуёш ва табиий ёритиш тизимлари: бинолар ичидаги табиий ёруғликдан максимал даражада фойдаланиш учун қуёш қувурлари ва ёруғлик қудуқларидан фойдаланиш, сунъий ёритиш учун электр энергиясини истеъмол қилишни камайтириш имконини беради.

4. Иссиқлик изоляцияси материаллари: биноларнинг деворлари, поллари ва томлари орқали иссиқлик йўқотилишини минималлаштириш учун юқори самарали иссиқлик изоляцияси материалларини қўллаш. Бу қишда бино ичидаги иссиқликни сақлашга ва иситиш тизимидаги стрессни камайтиришга ёрдам беради.

5. Қуёш панеллари ва сақлаш мосламалари: қуёш панелларида олинган электр энергиясини сақлаш учун қуёш панеллари ва сақлаш воситаларидан фойдаланиш ва бу энергиядан ёритиш, иситиш, кондиционер ва бошқа энергия сарфлайдиган тизимларни қувватлантириш учун фойдаланиш.

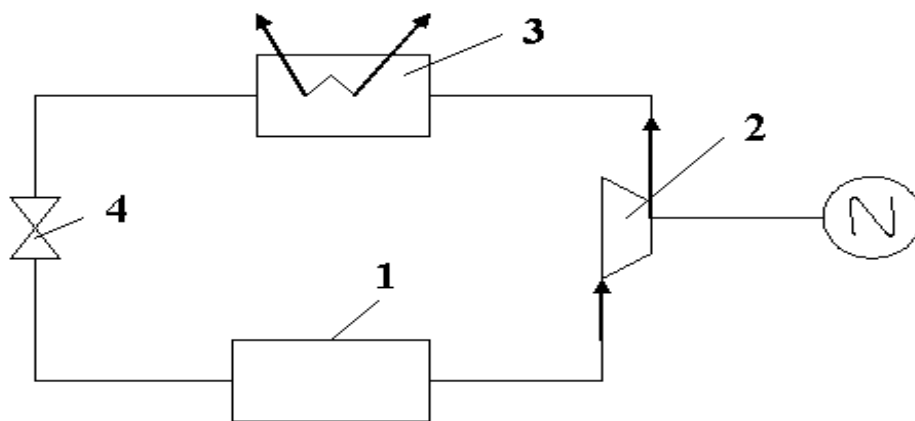
6. Қуёш иссиқлик насослари ва кондиционерлари: қуёш иссиқлик энергиясидан фойдаланган ҳолда биноларни иситиш ва совутиш учун қуёш иссиқлик насослари ва кондиционерларидан фойдаланиш, энергия сарфини ва иссиқхона газлари чиқиндиларини камайтиришга имкон беради.

Ушбу қуёш энергиясига асосланган технологиялар камроқ энергия сарфлайдиган ва камроқ салбий экологик изларга эга бўлган энергия тежайдиган ва барқарор биноларни яратишга ёрдам беради. Улар энергия харажатларини камайтиришга ва анъанавий энергия манбаларига боғлиқликни камайтиришга ёрдам беради.

§ 4.6. Қуёш энергетикаси соҳасидаги замонавий ва истиқболли ечимлар

Иссиқлик насослари. Иссиқлик насоси бу музлаткич қурилмасининг тескариси. У ҳам худди музлаткич қисмларига эга. Фақат бошқа ҳарорат тартибида ишлайди ва атроф-муҳит (ҳаво, сувлар, тупроқ қуёш энергияси) ва фойдаланиш ҳисобига биноларни иситишга мўлжалланган. Иссиқлик насосидан қишда биноларни иситиш ва ёзда салқинлаштириш учун фойдаланилади. Буғ босими ва ютилувчи иссиқлик насослари бўлади.

Музлаткич қурилмасига ўхшаб, буғ босими иссиқлик насоси (4.16-расм) буғлаткич 1, компрессор 2, кондинатор 3 ва дроссел паррак 4 қисмлариданиборат. Иссиқлик насосини ишлаш қисми буғлаткич ва конденсатордаги ишчи тежалиши ҳарорат диапазонида амалга оширилади.



4.16-расм. Музлатгич қурилмасига ўхшаш буғлатгичли иссиқлик.

Буғ босимли иссиқлик насоси энергиясининг мувозанати:

$$q_k = q_n + l_k \quad (4.1)$$

тенгламаси кўринишида ёзиб борилади, бунда q_k – конденсатордан олиб чиқиладиган иссиқлик миқдори, q_n – буғлаткичи олиб кириладиган иссиқ миқдори; l_k – компрессордаги хладигентни қисиш иши.

Иссиқлик насосидан бинони иситишда фойдаланган ҳолда қурилма самарадорлиги иссиқлик (иситиш) коэффициенти билан тавсифланади:

$$\varphi = q_k / \lambda_k \quad \varphi_k = \frac{T_k}{T_k - T_n} \quad (4.2)$$

Буғлаткич T_n ва конденсатор T_k да ҳарорат диапазонида __тескари цикли бўйича ишлайдиган иссиқлик насоси ва музлаткич қурилмалари энг юқори самарадорлигига эга. Бунда:

Музлаткич коэффициенти эса

$$\varepsilon = \frac{T_n}{T_k - T_n} \quad (4.3)$$

бунда T_k ва T_n – конденсатор ва иссиқлик элтувчидаги ҳароратлардир.

Буғ босими иссиқлик насосида буғлаткичнинг ишчи танасига олиб келинидиган иссиқлик манбаи сифатида -сувларидан, дарё, денгиз, кўл, кон тупроқ, ташқи ҳаво сувларидан, қуёш радиациясидан фойдаланиш мумкин.

Иссиқликка олиб келиш ва олиб кетиш жараёни сув ёки ҳавонинг айланиши иссиқлик элтувчи воситадан амалга оширилади.

Иссиқлик манбаи ва иссиқлик олиб кетувчи маълумотга боғлиқ равишда «сув», «тупроқ-сув», «ҳаво-сув», «сув-ҳаво», «тупроқ-ҳаво» ва «ҳаво-ҳаво» турдаги иссиқлик насосларининг фарқлайдилар.

Иситиш ва совутиш тартибларидаги иссиқлик насоси ишчи учун махсус дроссел парраги ва хладагентининг тескари томонга ҳаракат йўналишининг ўзгаришини таъминловчи тўрт кодли клапан зарур бўлади. Иситиш тартибда буғлаткич буғлаш ҳалиги иссиқлик алмаштиргич совутиш ва аксинча тартибда конденсаторга айланади.

Замонавий фотознергетика. Замонавий фотознергетика қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш учун турли хил схемалар ва технологияларни таклиф этади. Қуйида уларнинг ишлаш принципи, ютуқлари ва камчиликлари келтирилган.

Фотоэлектрик қуёш панели (ФЭҚП):

- Ишлаш принципи: ФЭҚП кремний каби яримўтказгичли материаллар ёрдамида қуёш нурини тўғридан-тўғри электр энергиясига айлантиради.
- Афзалликлари: осон ўрнатиш, чидамлилиқ, ишончилиқ, паст техник хизмат кўрсатиш, ҳаракатланувчи қисмларнинг этишмаслиги.
- Камчиликлари: чекланган конверсия самарадорлиги (одатда 20-25% дан кам), об-ҳаво шароитларига боғлиқлик, юқори ишлаб чиқариш харажатлари.

Фотоэлектрoкимёвий қуёш элементлари (ФЭҚЭ):

- Ишлаш принципи: ФЭҚЭ қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш учун кимёвий реакциялардан фойдаланади.
- Афзалликлари: ФЭҚПга нисбатан потенциал юқори самарадорлик, ностандарт материаллардан фойдаланиш имконияти.
- Камчиликлари: дизайннинг мураккаблиги, ишнинг беқарорлиги, юқори тадқиқот ва ишлаб чиқиш харажатлари.

Термал қуёш тизимлари:

- Ишлаш принципи: термал, яъни иссиқлик қуёш тизимлари иссиқлик ташувчини иситиш учун қуёш энергиясидан фойдаланади, ҳамда кейинги босқичларда олинган манбадан иссиқ сув таъминоти ёки иситиш тизимларида фойдаланилади.

- Афзалликлари: иссиқлик учун қуёш энергиясидан самарали фойдаланиш, кам техник хизмат кўрсатиш.

- Камчиликлари: катта ҳажмдаги иссиқлик ҳосил қилиш учун катта коллектор майдонларини талаб қилади, қуёш нурланишининг паст интенсивлиги туфайли шимолий ҳудудларда чекланган фойдаланиш.

Концентрацияли қуёш тизимлари (КҚТ):

- Ишлаш принципи: КҚТ қуёш нурини фотовольтаик ҳужайралар ёки термал қабул қилувчилар ўрнатилган кичик фокус майдонига жамлаш учун нометалл ёки линзалардан фойдаланади.

- Афзалликлари: юқори самарадорлик, айниқса термал КҚТда; бошқа турдаги қуёш тизимларига нисбатан камроқ коллектор майдони.

- Камчиликлари: дизайннинг мураккаблиги, юқори аппарат ва ўрнатиш харажатлари, нозик созлаш ва созлаш зарурати.

Ушбу схемалар ва технологияларни қиёсий таҳлил қилиш уларнинг афзалликлари ва камчиликларини иқлим шароити, ресурсларнинг мавжудлиги ва лойиҳа бюджети каби ўзига хос дастур шароитларига қараб аниқлашга имкон беради.

4-боб бўйича саволлар:

1. Қуёш электр станцияси нима ва унинг қандай турлари мавжуд?
2. Қуёш электр станциясининг уланиш турлари қандай?
3. Қуёш электр станциясининг самарадорлигини ошириш усуллари қандай?
4. Қуёш электр станциясининг асосий элементлари ва уларнинг ишлаш принципи қандай?
5. Замонавий қурилиш ва архитектурада қуёш энергиясидан фойдаланиш имкониятлари қандай?

6. Қуёш энергиясига асосланган энергия тежамкор ва самарали технологиялар қайсилар?

ГЛОССАРИЙ

Фотовольтаик массив (Photovoltaic Array): Куёш нуруни электр энергиясига айлантирадиган PV тизимининг таркибий қисми бўлиб, у кетма-кет ва/ёки параллел уланган алоҳида PV модуллардан ташкил топади. PV модуллари эса модул ичида кетма-кет уланган алоҳида куёш элементларидан иборат.

Массивнинг максимал қуввати (Array Maximum Power, P_{mp}): Маълум атроф-муҳит шароитида PV массивидан олинadиган энг катта қувват бўлиб, ток-кучланиш (I-V) характеристикасидаги максимал қувват нуқтасига тўғри келади.

Массивнинг максимал қувват кучланиши (Array Maximum-Power Voltage, V_{mp}): Массивнинг ток-кучланиш (I-V) эгри чизиғидаги максимал қувват нуқтасига мос келувчи кучланиш.

Массивнинг очик занжир кучланиши (Array Open-Circuit Voltage, V_{oc}): PV массив очик занжир ҳолатида ишлаганда ҳосил бўладиган кучланиш.

SRC (ёки STC) шароитида массив қуввати (Array Power Rating at SRC/STC, P_{mp}): ASTM томонидан белгиланган стандарт ҳисобот шароитида PV массивидан олинadиган максимал қувват. Бу шароитлар: куёш нурланиши — 1000 W/m^2 , PV элемент ҳарорати — 25°C , куёш спектри — AM 1.5 (атмосфера массаси 1.5).

Массивдан фойдаланиш даражаси (Array Utilization): PV массиви томонидан кун давомида ҳосил қилинган DC энергиясининг тизим томонидан амалда ишлатилган қисми фоизи. Бу кўрсаткич қувватни қайта ишлаш тизими PV массивининг максимал қувват нуқтасини қанчалик яхши кузатаётганини кўрсатади.

Банд-гэп (Band Gap): Валент энергия зонаси билан ўтказувчанлик энергия зонаси ўртасидаги энергия фарқи.

Кунлик массив-юк энергия нисбати (Daily Array-to-Load Energy Ratio, A:L): PV массивидан кун давомида олинadиган энергиянинг тизим юки

талаб қиладиган энергияга нисбати. Бу кўрсаткич жойлашув ва тизим дизайнига боғлиқ.

Кунлик массив самарадорлиги (Daily Array Efficiency, η_{PV}): PV массивининг максимал қувват нуқтасида ҳосил қилган кунлик энергиясининг массивга тушган умумий қуёш радиациясига нисбати.

Кунлик инвертор самарадорлиги (Daily Inverter Efficiency, η_{INV}): Инвертор томонидан бериладиган AC энергиясининг батарея ёки PV массивидан инверторга келган умумий энергияга нисбати.

Кунлик MPPT самарадорлиги (Daily MPPT Efficiency, η_{MPPT}): PV массиви амалда ишлаб чиқарган кунлик энергиянинг, максимал қувват нуқтасида ишлаганда олиш мумкин бўлган умумий энергияга нисбати.

Кунлик тизим самарадорлиги (Daily System Efficiency, η_{SYS}): Инвертор томонидан берилган кунлик AC энергиясининг массив максимал қувват нуқтасида ишлаганда олиш мумкин бўлган энергияга нисбати.

Лойиҳа юки (Design Load, kWh/kun): PV тизимини лойиҳалашда талаб қилинадиган кунлик AC энергия миқдори.

Лойиҳа ойи (Design Month): Тизим йил давомида юкни таъминлашини текшириш учун танланадиган ой. Одатда бу қуёш радиацияси энг кам бўлган қиш ойларида бири бўлади.

Диод (Diode): Токнинг фақат бир йўналишда ўтишига имкон берувчи электрон қурилма.

Электр инвертори (Electrical Inverter): PV массиви ёки батареядан келган доимий токи (DC) ўзгарувчан токка (AC) айлантирадиган қурилма.

Ускуналарни ерга улаш ўтказгичи (Equipment-Grounding Conductor): Одатда ток ўтказмайдиган металл қисмларга уланган ва авария ҳолатида электр зарбасидан ҳимоя қилиш учун ерга уланган ўтказгич.

Ерга уланган (Grounded): Электр тизимининг ер билан электр алоқасига эга қисмларини англатади.

Ерга уланган занжир ўтказгичи (Grounded-Circuit Conductor):

Тизим занжирида ток олиб ўтадиган ва ерга уланган ўтказгич (масалан, АС тизимда нейтрал сим).

Ерга улаш боғланиши (Grounding Bond): Ерга уланган ўтказгич, ускуна ерлаштириш ўтказгичи ва ерлаштириш электроди ўртасидаги боғланиш.

Ерлаштириш электроди (Grounding Electrode): Ер билан физик алоқа ҳосил қилиш учун ишлатиладиган металл қурилма (одатда 8 фут узунликдаги мис стержень).

Ерлаштириш электроди ўтказгичи (Grounding-Electrode Conductor): PV тизимидаги умумий ерлаштириш нуқтаси билан ерлаштириш электродини боғлайдиган сим.

Ерлаштириш электродлари тизими (Grounding-Electrode System): Икки ёки ундан ортиқ ерлаштириш электродларидан ташкил топган ерлаштириш схемаси.

Гетеро-туташув (Heterojunction): Турли кристалл яримўтказгич қатламлари туташган чегара.

Юқори кучланишда PV массивини узиш (High-Voltage PV Array Disconnect, HVD): Батареяни ортиқча заряддан ҳимоя қилиш учун заряд контроллери PV массивини узадиган кучланиш нуқтаси.

Ички заряд ташувчи (Intrinsic Carrier): Яримўтказгичда валент зонасидаги тешиқлар ва ўтказувчанлик зонасидаги электронлар сони тенг бўлган ҳолат.

Юклама токи (Load Current, A): Заряд контроллери узлуксиз ишлай оладиган номинал юклама токи.

Юкламани қайта улаш кучланиши (Load Reconnect Voltage, LRV): Контроллер юкламани батареяга қайта улайдиган кучланиш.

Асосий заряд ташувчи (Majority Carrier): Токни асосан ташувчи заряд ташувчи зарра.

Номинал юклама токи (Nominal Load Current, A): Контроллер узлуксиз ишлай оладиган номинал ток.

Тизимнинг номинал кучланиши (Nominal System Voltage, V): PV тизимининг ишлаш кучланиши (одатда батарея банк кучланиши).

Фотовольтаик (Photovoltaic): Ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантириш ходисаси.

PV массиви (PV Array): Керакли кучланиш ва қувватни ҳосил қилиш учун бирлаштирилган PV модуллар гуруҳи.

PV массив-тузумдан тўғридан-тўғри (PV Array-Direct): Электр энергиясини PV массивидан тўғридан-тўғри ишлатиш, яъни уни сақлаш ёки барқарорлаштириш учун батареялар ишлатилмайди. Кўплаб қуёш сув насослари шу усулда ишлайди ва сувни сақлаш учун ҳавзадан фойдаланади.

PV массивни қайта улаш кучланиши (PV Array Reconnect Voltage, RCV): RCV — заряд контроллери PV массивини батарея банкига қайта улайдиган номинал кучланиш. HVDдан RCVни айириб чиқарилганда қувватни назорат қилиш ҳистерезиси (VRH) ҳосил бўлади.

PV элемент (PV Cell): Алоҳида PV қурилма. Кўп PV модулларида тахминан 36 ёки 72 силикон элемент бор, ҳар бири тахминан 0,5 V қувват чиқаради.

PV модул (PV Module): PV элементлари рамкада жамланган ва об-ҳаво таъсиридан ҳимояланган бирлик. Одатда PV панел деб аталади. Қаранг: PV массив.

Қисқа занжир токи (Short-Circuit Current, Isc): Заряд контроллери қисқа муддат (бир неча дақиқа) давомида ишлай оладиган PV массивининг максимал токи. Бу токнинг узоқлиги ва миқдори массив қуввати ва ердан, қордан ёки булут четларидан акс этган нурланиш қувватига боғлиқ. Контроллердаги реле ва калитлар бу токни бошқара олиши керак.

Қуёш трекери (Solar Tracker): PV массивини кун давомида Қуёш йўлини кузатиш учун автоматик буриладиган монтаж рамкаси. Трекерли

массив кун давомида тўхтаб турмайдиган массивдан кўпроқ энергия ҳосил қилади, айниқса ёзда узоқ кунларда.

Очиқ занжир кучланиши (Voltage, Open Circuit, Voc): Юкламасиз PV модул ёки массив кучланиши (узиб қўйилганда). 12 V номинал PV модул очиқ занжирда тахминан 20 V кучланиш ҳосил қилади.

Максимал қувват кучланиши (Voltage, Peak / Maximum Power Point, Vpp/Vmp): PV модул ёки массив энг катта қувват берган кучланиш. 12 V номинал PV модулда бу тахминан 15–17 V бўлади. PV массив-тузумдан тўғридан-тўғри ишлайдиган насосда у тўлиқ қуёш шароитида ёки шу кучланишнинг кўпайтмасида бўлиши керак.

Тўлқин функцияси (Wave Function): Электронни жисмоний нуқта ўрнига кинематик тасвир билан ифода қилиш. Ушбу функция заррачанинг физик кузатилган таъсирлари билан боғлиқ тарзда тасвирланади, моддий тарзда эса аниқланмайди.

Батарея фаол моддаси (Batteries Active Material): Батареяда ижобий пластиналарда олтин-диоксид ва салбий пластиналарда металл губка олов (спонж) бор бўлиб, сульфат кислотаси билан зарядлаш ва разрядлашда реакцияга киради.

Батарея қуввати (Capacity, Battery): Тўлиқ зарядланган батарея белгиланган ток ва вақт оралиғида қанча электр энергиясини (Ah) бериши мумкинлигини кўрсатади. Қувватга фаол модда вазни, зичлик, пластиналар сони, ўлчамлари, изоляция, электролит миқдори, температура ва бошқа омиллар таъсир қилади.

Батарея элементи (Cell, Battery): Батареянинг асосий электрохимик ток ишлаб чиқарувчи қисми. У ижобий ва салбий пластиналар, электролит, изоляторлар ва корпусдан иборат. 12 V свинц-кислот батареяда 6 та элемент бўлади.

Коррозия (Corrosion, Battery): Суюқ электролит таъсирида материалнинг (масалан, темир) бузилиши ва занг пайдо бўлиши.

Батарея цикли (Cycle, Battery): Батареяда бир разряд ва бир заряд — бу бир цикл ҳисобланади.

Автономия кунлари (Days of Autonomy): PV тизими куёш нурланиши йўқ вақтда юкни таъминлай оладиган максимал вақт. Бу батарея “фойдаланиш қобилияти” ва юк учун талаб этиладиган кунлик АС энергияга боғлиқ. Одатда уй-жойлар учун 3–5 кун етарли деб ҳисобланади.

Разряд (Discharging): Батарея ток берганда разряд бўляпти.

Самарадорлик (Efficiency): Система киритган энергияга нисбатан қанча энергия чиқарилганлигининг нисбати. *Формула:* самарадорлик = чиқарилган қувват / киритилган қувват.

Электролит (Electrolyte): Свинц-кислота батареяда электролит — сув билан сузилган сульфат кислота. У ток ўтказувчи ва $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ реакцияси учун сув ва сульфат тақдим қилувчи модда ҳисобланади.

Элемент (Element, Battery): Батареяда ижобий ва салбий пластиналар ва изоляторлардан иборат йиғма блок.

Формалаш (Forming / Formation): Батарея ишлаб чиқаришда биринчи марта зарядланади. Бу жараёнда пластиналардаги свинц оксид пастаси ижобий пластиналарда свинц диоксид ва салбийларда металл губка свинцга айланади.

Рамка (Grid, Battery): Батарея пластинасини қўллаб-қувватловчи свинц қотишмаси рамкаси ва токни ўтказувчи элемент.

Юқори кучланишда PV массивини узиш (High-Voltage PV Array Disconnect, HVD): Заряд контроллери PV массивини батареядан узадиган номинал кучланиш, ортиқча заряддан ҳимоялаш учун. Танлаш батарея тури, химияси ва ҳароратига боғлиқ.

Гидрометр (Hydrometer): Электролитнинг аниқ оғирлигини ўлчаш орқали батарея заряд ҳолатини аниқлайдиган ускуна (қувқувчи тури).

Юкламани қайта улаш кучланиши (Load Reconnect Voltage, LRV): Заряд контроллери юкни батареяга қайта улайдиган номинал кучланиш. LVD ни айтириб чиқарганда LVDH ҳосил бўлади.

Юклагани синовдан ўтказгич (Load Tester): Юк қўйиб батареядан ток олади ва кучланишни ўлчаш орқали батареянинг ишлаш қобилиятини аниқлайди.

Юклага кучланиши (Load Voltage, V): Тизим ва заряд контроллери ишлайдиган номинал батарея кучланиши. Юк қуввати юқори тизимлар кўпинча юқори номинал кучланиш талаб қилади.

Юклага кучланишини назорат қилиш (Load Voltage Regulation): Юк учун кучланишни назорат қилиш зарур бўлиши мумкин (радио, истеъмол электроникаси). Батарея кучланиши 14→15 V гача ўзгариши мумкин, ва LVD ҳимояси юкни ҳимоя қилади.

Тубдан паст кучланишда узиш (Low-Voltage Disconnect, LVD): Заряд контроллери юкни батареядан узадиган номинал паст кучланиш, батареяни ортиқ разряддан ҳимоя қилади. LVD батареянинг ишлаши мумкин бўлган максимал разряд даражасини ва фойдаланиш қобилиятини белгилайди.

Тубдан паст кучланишда узиш ҳистерезиси (Low-Voltage Disconnect Hysteresis, LVDH): LVD ва юкни қайта улаш кучланиши орасидаги кучланиш фарқи. Хатолик билан танланган бўлса, юк тез ўчиб-қўйилиши ёки узок вақтинча ишламаслиги мумкин. Тўғри LVDH батарея ва юк ҳолатига боғлиқ.

Очиқ занжир кучланиши (Open Circuit Voltage, Battery): Батарея ток бермаётганда ёки қабул қилмаётгандаги кучланиш. Тўлиқ зарядланган свинц-кислота батарея элементи учун 2.11 V.

Энг юқори юклага токи (Peak Load Current, A): Заряд контроллери қисқа муддат (одатда бир неча секунддан кам) давомида ишлай оладиган максимал ток. Юк калитлари ва реле ток юкланишини бошқара олиши керак.

Биринчи батарея (Primary Battery): Электр энергиясини сақлайди ва чиқаради, аммо қайта зарядланмайди.

Заряд/Разряд суръати (Rate of Charge/Discharge): Батарея қуввати Амперларда баён қилинади ва вақт факторига бўлинади.

Назорат гистерезиси (Regulation Hysteresis, VRH): VR кучланиш нуқтаси ва PV массив токи қайта қўлландиган кучланиш орасидаги фарқ.

Кичик бўлса, контрол элемент тўсатдан ҳаракат қилиши мумкин, катта бўлса, юк узоқ вақтга ўчирилиши мумкин. VRH заряд самарадорлиги учун муҳим омил ҳисобланади.

Назорат кучланиш нуқтаси (Regulation Set Point, VR): VR — заряд контроллери батареянинг эришиши мумкин бўлган максимал кучланиши. Бу нуқтада контроллер ё батарея зарядини тўхтатади ё ток миқдорини назорат қила бошлайди. Тўғри VR танлови батарея тури, химияси ва ишлаш ҳароратига боғлиқ. VR кучланишини температурага мувофиқлаштириш контроллерда (ички ёки ташқи сенсор) қўлланиши мумкин.

Иккинчи батарея (Secondary Battery): Электр энергиясини сақлай олади ва қайта зарядланиши мумкин. Ток қарама-қарши йўналишда ўтказилади.

Изолятор (Separator): Ижобий ва салбий пластиналар орасида токнинг ўтишини таъминлайдиган тақсимлагич.

Нуқтани созлаш (Set Point Adjustment): VR ва VRH, шунингдек LVD ва LVDH нуқталарини созлаш имкониятлари. Механизмлар DIP калитлар, джамперлар ёки потенциометрлар орқали амалга оширилади.

Нуқталар (Set Points): PV массивини зарядлаш учун батарея заряд контроллерининг кучланиш нуқталари.

Шунт (узиш) (Shunt Interrupting): VR нуқтасига етиб, PV массивини қисқа занжирга улаш орқали батарея зарядини тугатади. Бу алгоритм “пульсли заряд” деб ҳам аталади.

Шунт (чизиқли) (Shunt Linear): Батареяни доимий кучланишда ушлайди. Контрол элемент батарея билан параллел уланган ва VR нуқтасига етиб токни шунтлайди, линей усулда кучланишни доимий сақлайди.

Аниқ оғирлик (Specific Gravity): Суюқликнинг сувга нисбатан зичлиги. Электролитнинг аниқ оғирлиги — унинг вазнининг шу ҳажмдаги тоза сув вазнига нисбати.

Заряд ҳолати (State of Charge, SOC): Батареяда ҳозирда сақланаётган электр энергиясининг фоизи. Тўлиқ зарядланган батареяда 100%, ярим зарядда 50%.

Температурага мослаштириш (Temperature Compensation): Батареялар 25°Cдан юқори ва $\pm 5^\circ\text{C}$ ўзгаришларда ишласа зарур. Оддатда VR нуқтаси температурага мослаштирилади. Энг яхши усул — батареянинг ташқи сенсори билан.

Температура мослаштириш коэффициентлари (Temperature Compensation Coefficients): Контроллерларда $-3 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ /элементдан $-5 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ /элементгача, свинц-антигидрид ва свинц-кальций батареялари учун $-6 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ /элемент тавсия этилади. Селл ёпиқ гелъ ва AGM батареялари учун $-6 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ /элементдан кўпроқ қўлланилади.

Ўзгарувчан ток (Electricity AC): Токнинг йўналиши доимий ўзгариб туради. Америкада кичик насослар учун стандарт кучланиш 115 ва 230 V.

Ампер (Ampere, A, I): Электрон оқими ёки токнинг ўлчов бирлиги.

- Doimiy tok (DC) — ток бир йўналишда оқади
- Ўзгарувчан tok (AC) — ток йўналиши ўзгаради

Ампер-соат (Ampere-Hour, Ah): PV элемент ёки батареядаги энергия оқимини ўлчаш бирлиги. Ампер соат = ток (A) $\times$ вақт (соат). Масалан, 5 A ток билан 20 соат батарея — 100 Ah.

Занжир (Circuit): Электр токи оқим йўли.

- Ёпиқ занжир (Closed Circuit) — ток йўли тўлиқ
- Очиқ занжир (Open Circuit) — ток йўли узилган

Параллел занжир (Circuit Parallel): Ток оқиши учун бир неча йўл. Масалан, икки 12 V, 50 Ah батарея параллел уланган — кучланиш 12 V, қувват 100 Ah.

Серия занжир (Circuit Series): Ток учун фақат бир йўл. Масалан, икки 12 V, 50 Ah батарея серияда — кучланиш 24 V, қувват 50 Ah.

Конвертер (Converter): Тўғридан-тўғри ток (DC) учун электрон курилма, кучланишни кўтариш ва токни мувофиқ равишда камайтириш (ёки аксинча) қилади.

Кулон (Coulomb): Заряд, Q ёки q , кулонларда (C) ўлчанади. $1\text{ C} =$ жуда кўп электронлар ($1e = 1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$), ижобий ёки салбий.

Ток (Current): Электр токи оқими ёки электронларнинг ўтказувчи бўйлаб ҳаракатланиш тезлиги. Амперларда ўлчанади.

- Формула: $I = dq/dt$, яъни 1 с давомида нукта орқали ўтган заряд миқдори.
- Мисол: токни сув қувури орқали сув оқимига ўхшатиш мумкин.

Ўзгарувчан ток (AC, Alternating Current): Миқдор ва йўналиши даврий ўзгарадиган ток. Батарея AC бермайди.

Тўғридан-тўғри ток (DC, Direct Current): Фақат бир йўналишда оқадиган ток. Батарея DC беради ва уни разряд қарама-қарши йўналишда қайта заряд қилиш лозим.

DC: PV панеллар ва сақлаш батареялари ишлаб чиқарадиган ток тури. Полярлик доимий (+ ва –). PV тизимлари номинал кучланиши 12–480 V.

Кучланиш тушиши (Drop, Voltage): Резистор ёки импеданс бўйлаб ўлчанган электр потенциали фарқи.

Самарадорлик (Efficiency): Энергиядан қанча фойдаланиш қуввати олинганлигининг фоизи. Масалан, 60% самарадор электр насос киритилган энергиянинг 60%ни ишга (сув насослашга) айлантиради, қолгани 40% иссиқликка айланади.

Электронвольт (Electron Volt, eV): Энергия бирлиги: $1\text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$.

Энергия (Energy): Қувват $\times$ вақт, Ватт-соатда ўлчанади (Wh). $1,000\text{ Wh} = 1\text{ kWh}$.

Ўзгариш (Variation): Ток $\times$ вақт = Ампер-соат (Ah). Масалан, $1,000\text{ W}$ бир соат = 1 kWh . Энергия = $V \cdot Q$.

Замин (Ground): Занжирнинг ерга нисбатан потенциали.

Инвертер (Inverter): Тўғридан-тўғри токни (DC) ўзгарувчан ток (AC)га айлантирувчи электрон қурилма. Масалан, 12, 24 ёки 48 V DC $\rightarrow$ 110 ёки 220 V AC.

Салбий (Negative): Электр потенциали белгиси, масалан, батареянинг салбий терминали.

Ом (Ohm): Электр қаршиликни ўлчаш бирлиги.

Ом қонуни (Ohm's Law): $V = I \times R$, яъни кучланиш = ток $\times$ қаршилик.

Ижобий (Positive): Электр потенциали белгиси, салбийнинг аксинча, масалан, батареянинг ижобий терминали.

Қувват (Power): Иш бажариш тезлиги (J/s). Қувват = $V \times I$, Ваттда ўлчанади. 1,000 W = 1 kW.

Электр қаршилиги (Resistance): Токнинг эркин оқишига қаршилик. Омларда ўлчанади. $R = V/I$.

Қисқа занжир (Short Circuit): Батарея ёки ускунада токнинг ниятсиз йўлдан оқиши. Қаршилиги жуда паст ва ток катта.

Тизим юки (System Load, kWh/d): PV тизимига уланган ускуналарни ишлатиш учун керакли кунлик энергия. AC ёки DC энергия бўлиши мумкин.

Тизим юкини назорат қилиш (System Load Control): Тизим AC юкини электр тартибда узишни назорат қилади, одатда батареяни ҳимоя қилиш учун. Бу компонент VLVD, VLVR ва VHVD учун созлаш нуқталарини белгилайди.

Уч фазали ток (Three-Phase Power AC): Уч сим орқали ташиладиган AC, ҳар қандай икки сим комбинацияси бошқасига нисбатан 120° олдин ёки орқада бўлади. Қувват етказиш юмшоқ ва самарали, моторлар осонроқ ишлайди.

Трансформатор (Transformer): Кучланишни кўтариш ва токни камайтириш учун электр қурилмаси (AC учун). DC учун конвертер кўрилади. Механик мисол: ғилдираклар ёки ременьли ғилдирак.

Энергия тармоғи (Utility Grid): Савдо электр энергиясини тарқатиш тизими. АҚШда 60 Hz, Европа 50 Hz.

Кучланиш (Voltage): Электр потенциаллари ўлчови. $V = E/Q$, масалан, сув қувуридаги босимга ўхшатиш мумкин.

Кучланиш тушиши (Voltage Drop): Сим ва электр қурилмалари қаршилиги туфайли юзага келадиган кучланиш йўқотилиши. Сим диаметри, ток, кучланиш ва узунликка боғлиқ.

Номинал кучланиш (Voltage Nominal): Тизим кучланиш диапазонини номлаш. Масалан, 12 V номинал тизим 11–15 V орасида ишлаши мумкин.

Ватт (Watt): Электр қуввати ўлчови (J/s). Қувват $= V \times I$. 1,000 W = 1 kW.

Ватт-соат (Watt-Hour, Wh): Қувват $\times$ вақт. Масалан, 1 kWh = 1,000 Wh.

Абсолют ҳаво массаси (Absolute Air Mass, AMa): Кўзга кўринадиган қуёш нурунинг ерга етиши учун атмосфера оқали ўтган йўл узунлигини тасвирлайди. Баландлик ва босимга мослаштирилганда абсолют ёки босимга тўғриланган деб аталади.

Кунлик (пик) қуёш соатлари (Daily Peak Sun-Hours): Кунлик қуёш радиациясини ҳисоблашда қўлланилади. kWh/m² кунлик радиация 1,000 W/m² га бўлинганда соатларда олинади.

Кунлик қуёш радиацияси (Daily Solar Insolation, kWh/m²): PV массиви панеллари майдонида кунлик умумий қуёш радиацияси. Тўғридан-тўғри ўлчанади ёки географик маълумотларга асосан ҳисобланади.

Массив майдонидаги радиация (Plane-of-Array Irradiance, I_{poa}, W/m²): PV массиви майдонидаги умумий қуёш радиацияси, пиранометр билан ўлчанади.

Қуёш нурунинг тушиши бурчи (Solar Angle of Incidence, AOI): Қуёшдан келадиган нур ва PV массиви майдонига перпендикуляр чизик орасидаги бурч.

Стандарт ҳисобот шарти (Standard Reporting Condition, SRC/STC): PV индустриясида PV модул қуввати рейтинглашда қўлланиладиган стандарт шарти: 1,000 W/m² радиация, 25°C PV элемент ҳарорати, ва AM=1.5 спектр.

Қуёш сув насосини қувватлантирувчи насос (Solar Water-Pumping Booster Pump): Сув линиясини босимини ошириш ёки омбордан сув олиб насослаш учун қўлланиладиган насос.

Бурғилашли қудуқ (Borehole/Tube Well): АҚШдан ташқари бурғилаш қудуқи.

Сим бириктириши (Cable Splice): Электр кабелининг уялиши. Сув ўтмайдиган изоляция билан ҳимояланиши мумкин.

Қудуқ қубури (Casing, Well): Бурғилашдан кейин қудуққа доимий ўрнатиладиган пластик ёки металл труба. Ички диаметрига қараб белгиланади.

Центрифуга насос (Centrifugal Pump): Сувни айлантириб, марказдан қочиш кучи орқали чиқарувчи насос.

Текширув клапани (Check Valve): Сувни фақат бир йўналишда оқишига рухсат беради.

Қазиб олиш ва тўхтатиш босими (Cut-in Pressure / Cut-out Pressure): Автомат насос тизими насосни қачон ишга тушириши ва тўхтатишини белгилайди.

DC мотор (Brushless): Замонавий юқори технологияли сув насослари учун. Токни аниқ ўзгартириш орқали мотор айланади.

DC мотор (Brush Type): Анъанавий DC мотор, углерод щёткалари токни айланувчи қисмига узатади. Асосан қуёш насослари ва кичик сув насосларида қўлланилади. Щёткалар ишлаб чиқишда эскиради, даврий алмаштириш талаб этилади.

DC мотор (Permanent Magnet): Барча DC қуёш насослари турли версияда шундан фойдаланади. Қувват кам бўлганда мотор тезлиги ҳам камаяди, моторга зарар келтирмайди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Алексеев, В. В. Солнечная энергетика (перспективы развития) / В. В. Алексеев, К. В. Чекарев. — М.: Знание, 1991.
2. Бокрис, Д. О. Солнечно-водородная энергия. Сила, способная спасти мир / Д. О. Бокрис, Т. Н. Везироглу, Д. Л. Смит; пер. с англ. Д. О. Дуникова. — М.: Изд-во МЭИ, 2002.
3. Даффи, Дж. Основы солнечной теплоэнергетики / Дж. Даффи, У. Бекман; пер. с англ. О. С. Попеля. — Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2013.
4. Himanshu Tyagi, Avinash Kumar Agarwal, Prodyut R. Chakraborty, Satvasheel Powar Applications of Solar Energy 2017
5. Gerard M Crawley Solar Energy 2016
6. Robert Foster, Majid Ghassemi, Alma Cota Solar Energy: Renewable Energy and the Environment 2009
7. Soteris A Kalogirou Solar Energy Engineering: Processes and Systems 2013
8. Jeffrey M. Gordon Solar Energy: The State of the Art 2013
9. Foster, R., O. Carrillo, S. Harrington, and S. Durand, 1994. Battery and charge controllers for photovoltaic systems. Sandia National Laboratories. Guatemala City: NMSU.
10. Harrington, S. R. 1992. Balance of system (BOS) workshop: Charge controller technology. SOLTECH '92,
11. Sandia National Laboratories, Design Assistance Center, Albuquerque, NM, February 17, 1992. Kiehne, H. A. 1989. Battery technology handbook. New York: Marcel Dekker, Inc.
12. Lasnier, F., and T. Gan Ang. 1990. Photovoltaic engineering handbook. New York: Adam Hilger. Sandia National Laboratories, Design Assistance Center. 1990. Working Safely with Photovoltaic Systems.
13. Albuquerque, NM. Vinal, G. W. 1951. Storage batteries, 4th ed. New York: John Wiley & Sons.

14. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.:2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.
15. Тенденции и перспективы технологий солнечной энергетики Материалы 6-ого заседания Азиатского форума солнечной энергии – Ташкент. 2013. 20-23 ноября – С.54
16. Мейтин М. Пусть всегда будет Солнце// Электроника: Наука, технология, Бизнес. – 2000. – №6. – С.40-46
17. Алферов Ж.И, Андреев В.М, Румянцев В.Д «Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики» ФТП. 2004. – Том.38. Вып.8. – С. 937-947
18. В.И. Виссарианов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К. Малинин Солнечная энергетика // Учебное пособие для вузов. Подготовлено на кафедре нетрадиционных и возобновляемых источников энергии Московского энергетического института. Москва. 2008
19. Апариси Р.Р., Тепляков Д.И. Солнечные печи. Труды научно-технической конференции по гелиотехнике. Ереван, 1959.
20. Байерс Т. 20 конструкций с солнечными элементами. М. Мир, 1988.
21. Байрамов Р. Тойлиев К.Т., Аширбаев М. Тепловой режим солнечного дома с пассивными термоэлементами. Изв. АН РТадж. Сер.ФТХ и ГН. 1981. №1.
22. Васильев Д.В., Филиппов Г.С. Основы теории и расчета следящих систем. М., JL: Госэнергоиздат, 1959.
23. Гарднер М.Ф., Бернс ДжЛ. Переходные процессы в линейных системах М.: Гостехиздат, 1949
24. Даффи Дж.А., Бекман У.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. М.: Мир, 1977.
25. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные