

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта Махсус Таълим
Вазирлиги
Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника
университети**

**Факультет : Электроника ва автоматика
Кафедра : Электроника ва микроэлектроника**

Ахмаджонов Бекмурод Илҳом ўғли

**Мавзу : Берилган кучланишда қуёш
электростанциясининг ишлаш давомийлигини автоматик
аниқлаш қурилмасини ишлаб чиқиш**

5521700 Электроника ва микроэлектроника
(йўналиш шифри ва номи)

Йўналиш бўйича бакалавр даражасини олиш учун

Битирув малакавий иши

**Кафедра мудири
Раҳбар**

**проф. Илиев Х. М.
доц. Рахмонов Б. Р.**

Тошкент 2014

Мундарижа

Кириш.....	4
I-боб. Адабиётлар таҳлили	7
1.1 Қуёш энергияси ҳақида умумий маълумотлар	7
1.2 Қуёш энергиясидан электр энергия олишнинг физикавий асослари	10
II-боб. Асосий қисм	32
2.1 Қуёш электростанцияларини ҳамалда қўлланилиши	32
2.2 Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини автоматик аниқлаш қурилмасининг конструкцияси ва ишлаш тамойили.....	36
III- боб. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги.....	39
IV- боб. Иқтисодий қисм.....	54
Хулоса.....	62
Фойдаланилган адабиётлар.....	64

Кириш

Инсоният тарақиётининг ҳозирги даврида энергия таъминотининг тез суратлар билан ўсиши кузатилмоқда. Электр энергияси энергия турларининг ичида энг мукаммал, истеъмолчига етказиб беришнинг осонлиги, энергиянинг бошқа турларига ўзгартиришнинг ққулайлиги билан ажралиб туради. Электр энергияси олишнинг анъанавий турлари – ёқилғиларни иссиқлик ва атом электростансияларида ишлаб чиариш атроф муҳитнинг кимёвий ва радиацион элементлар билан зарарланишига олиб келади. Бошқарқиладиган термоядро синтези масалалари ҳал ққилингани тақдирида инсониятга чексиз энергия манбаларига эга бўлиши мумкин, аммо юқорида келтирилган муаммолар бу энергия турига ҳам таалққидир. Бу муаммолар ҳозирги пайтда электр энергияси олишнинг ноанъанавий турларидан фойдаланишни таозо ққилмода. Бу нутаи назардан ққайта тикланувчи энергия манбаларини, биринчи навбатда ққуёш энергиясини ўзгартириш ва ққайта ишлаш энг мабул усуллардан бири ҳисобланади. Ққуёш энергиясининг манбаи бўлиб термоядро Реакцияси ҳисобланади. Бу энергиянинг асосий ққисми ультрафиолетдан то инфраизил диапазондаги электромагнит нурланишдан иборат. Ққуёш нурланиши битмас-туганмас энергия манбаи ҳисобланади. Яна бир яхши томони бу энергия манбаи нисбатан экологик тоза, энергетик потенциали юқори ҳисобланади. Ҳозирги пайтда ққуёш батареялари космик кемаларнинг энг муҳим элементи ҳисобланади, улар ерда ҳам муваффақиятли ишлатилмоқда. Ққуёш батареялари ққуёш энергиясининг асосий ташувчиси бўлиб олади, чунки улар ўзгартириш коеффициенти юқори даражада бўлган, ишлатққилишида кам аражатли ва деярли экологик тоза электр энергияси манбаларидир. Охирги пайтларда юпқа панелли ҳамда юпқа плёнкали ққуёш батареялари, концентраторлар тизимлари ва бошқа ққизиқарли режаларни тадққик ққилиш амалга

оширилмоқда. Тахмин қилиш мумкинки, айти пайтларда қуёш элементлари ва улар асосида жамланган катта қуёш батареялари таннархи шунчалик камаядики, уларни кенг қўламда ишлатиш иқтисодий томондан фойдали бўлиб қолади.

Ҳар йили ерга қуёш нурининг тахминан $1,26 \times 10^{24}$ кал. энергияси тушиб, унинг 42% гина ерга қайтарилади. Қолган 58% энергиянинг маълум қисми ҳам йўқолиб, қолган миқдори асосан тирик автотроф организмлар томонидан фойдаланилади. Фотосинтез жараёни учун қуёш нури энергиясининг 0,1% сарф бўлади. Ушбу миқдорни тасаввур қилиш учун 1 м ер юзасига қанча энергия тушишини аниқлаш лозим. Ўртача иқлим зоналарида қуёш нури радиацияси, бир дақиқа давомида очиқ ҳавода куннинг ўрталарида $10-14 \text{ ккал/см}^2$ ни ташкил этади, ўртача сайёрамизга 1 м^2 юзага йилига 1,7 млн. ккал энергия тўғри келади. Организмнинг тирик қобили ани шундай катта миқдордаги энергияни бир текис қабул қила олмайди. Бунинг сабаби, қуёш радиацияси нотекис тақсимлангандадир. Шунингдек, ўсимликлар қоплҳами муҳам ер юзида иқлим, тупроқ ва бошқа омилларга боғлиқ ҳолда тарқалган.

Энергетик тангликнинг вужудга келиш омиллари янги муқобил энергия манбаларини излашни вазифа қилиб қўйди. Қуёш энергиясини ёқилғи ҳисобидаги йиллик миқдори 540га тенг. Қуёш энергияси тугҳамайдиган табиий ресурс ҳисобланади. Олимлар олдиға, қуёш энергиясининг иссиқлик ва электр энергияларига айлантириш вазифаси турибди. Биринчи вазифани ҳал этиш учун маҳаллий қуёш батареяларидан фойдаланиш мумкин бўлса, кейинги вазифани ҳал этиш учун йирик марказлашган қуёш электростанцияси қурқилишини тақозо этади. Ўзбекистонда йилиға 270 кундан ортиқ қуёшли кунлар кузатилади. Бизға табиат инъом этган экологик тоза энергия манбаларидан халқ хўжалигининг турли соҳаларида кэнгг фойдаланиш тугалланадиган табиий ресурсларни тежашға ёрдҳам беради. Ҳозирги кунда мамлакатимизда марказлаштирилган усулда қудратли электр станцияларда ишлаб чиқарилган, юқори вольтли

тармоқлар билан энергетик системаларга бирлаштирилган электр энергиясидан халқ хужалигида ва турмушда кэнгг кўлхамда, турли мақсадларда фойдаланиш мамлакатни электрлаштириш дейилади. Ўша вақтдаги ГОЭЛРО планига мувофиққ Ўзбекистонда битта район станцияси куриш кўзда тутилган эди. Ўзбекистонда биринчи ГЭС 1926 йилда Тошкэнгтда Бўз сув каналида курилган. Республикамиз Вилоятларига етказиб берилаётган электр энергиясини 97 фоизини ИЭС(ТЭЦ) ва ГРЭСлардан, 3 фоизини ГЭСлардан (АнгрэнгРЭС, ТашГРЭС, НавоиГРЭС, Мирзачўлдаги Фарход ГЭС) ва бошқалардан олинмоқда. Умуман электротехниканинг ютуқларидан халқ хўжалигининг барча соҳаларида фойдаланилади. Шунинг учун бўлажак муҳандислар халқ хўжалигининг турли соҳаларидаги вазифаларни мувоффақиятли ҳал этишлари учун ихтисослиги электрик бўлиш - бўлмаслигидан қатъий назар етрали даражада электротехника билимига эга бўлишлари керак.

I-боб. Адабиётлар таҳлили

1.1 Қуёш энергияси хақида умумий маълумотлар.

Ўлканинг энергетика станцияси ўзи ишлаб чиқараётган энергияни саҳийлик билан ҳамма томонга, барча истеъмолчиларга узоқ узоқ масофаларга симсиз юбормоқда. Бу станция «хизмат кўрсатяётган» ернинг ар бир квадрат метрига ўрта ҳисобда бир киловатга, бир гектарига эса ун минг киловатт қувват тўғри келади. Бу ер шари сатҳига тўғри келадиган қувват тахминан 170000000000000 киловатни ташкил этади. Бундай станция ҳақиқатдан ҳам симсиз энергия ўзатмоқда, миллиард йилдан буён авариясиз ва ўзлуксиз ишлаб турибди. Сўз қуёш устида, қуёш энергияси устида бораётир. Шундай қилиб табиатда ниҳоят даражада кўп энергия жуда узоқ масофаларга симсиз ўзатилган ва ўзатилмоқда.

Жаҳон ҳамалиётида энергиянинг анъанавий манбалари билан бир қаторда қайта тикланадиган ёки бошқача айтганда энергиянинг муқобил манбаларидан фойдаланишга тобора чуқурроқ эътибор жалб қилинмоқда, қуёш энергияси уларнинг орасида аҳамияти жиҳатидан салмоқли ўрин эгаллайди. Турли технологиялардан (фотоэлектрик ўзгариш, иссиқликдан фойдаланиш ва бошқалар) билан бир қаторда қуёш энергиясидан фойдаланиш бугунги кунда энергияга бўлган эҳтиёжнинг салмоқли қисми ни қоплаши мумкин. Иссиқлик қуёш энергияси бу фойдаланишда энг содда ва амалий қўлланиш нуқтаи назарга кўра истиқболли қайта тикланадиган энергия манбаси ҳисобланади.

Бугунги кунда жаҳон тажрибаси шуни кўрсатядики, энергия ташувчи муҳит баҳосининг ўсиши билан боғлиқ равишда иккинчи томондан қуёш иссиқлик энергиясидан фойдаланиш технологиясининг ривожланиши натижасида бу энергия манбаси рақобатбардош бўлиб бормоқда, яъни анъанавий энергия манбаси билан бир хил шароитда қўлланиши мумкин. Олимларнинг ҳисоблашича жаҳонда электроэнергияга бўлган эҳтиёж ар йигирма йилда ўн баравар ошиб бормоқда. Иссиқ иқлим ва юқори

даражадаги қуёш радиацияси мавжуд бўлган мамлакатларда, яъни Греция, Италия, Испанияда иссиқлик қуёш энергиясидан энг фаол фойдаланилмоқда. Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг кўп услари мавжуд бўлиб, улардан бири-қуёш нури энергиясини электр энергияга айлантиришдир. Қуёш нури энергиясини электр энергияга айлантиришнинг асосан учта: термоэлектрик, термоэлектрон ва фотоэлектрик тури мавжуд.

Қуёш энергиясидан фойдаланиш муаммоси -ҳозирги кунда энг долзарб масалалардан бири бўлиб, бу эса Ўзбекистон учун янада кўпроқ аҳамиятга егадир. Бунга сабаб биринчидан, Республикамизда қуёш энергияси етарли даражада мавжудлиги иккинчидан, келажакда юзага келадиган энергетика танқислиги бартараф қилиниши имконияти катта. Шу масадда мактаб, академик литсей, коллеж ва олий ўув юртларида бу масалани кэнг ёритиш ҳамда унга ётибор бериш, олаверса шу соада мутаассислар тайёрлаш шу куннинг асосий муаммосидир.

Бу масалани ҳал қилишда берилган маолада қуёш элементлари ҳоссаларини ўрганишга ва қуёш энергиясидан фойдаланиш имкониятини тушунтиришга ёрдхам берадиган лаборатория урилмаси яратилган.

“Қуёш нурланиши имитатори” лаборатория урилмаси чўланма лҳампа ва корректорлайдиган филтър асосида тайёрланган. урилмаси уйидаги асосий қисмлардан ташкил топган: йўқналтирувчи отирқиладиган стерженлар, ёритгич, суюқ филтър (кюветлар), қуёш элементи ва рақҳамли ўлчагич асбоб мулътиметр ДТ- 830 В. Қуёш нурланиши имитатори лаборатория урилмасининг барча таркибий қисмлари имитатор асосидаги йўқналтирувчи стерженлар ёрдамида горизонтал йўқналиш бўйича аракатланади ва винтлар билан отирилади. қуёш нурланиши имитатори ўлчаш майдончасида 10 қуёш ёритилганлик ққиймати даражасига эришиш имконини беради. Йўқналтирилган нурланишни олиш учун сферик айтаргичдан фойдаланилди. Имитаторда ишлатқиладиган лҳампа 35 Вт қувватга ва квазитекис спиралли чўланмага эга, бу эса лҳампанинг ўзи озгина издирилганда синаб кўрилаётган фотоэлемент сирти бўйлаб нурланиш оқими

зичлигининг катта қийматини ва нотекислиги кичик бўлган нурланишларни олишга имкон беради. Ёритгич лҳампаси 12 В кучланишли манба оқрали таъминланиб, у ёритгич корпусига жойлаштирилган трансформатор оқрали лҳампага узатилади. Трансформатор эса кучланиши 220 В ва частотаси 50 Гс бўлган ўзгарувчан ток тармои оқрали таъминлаб турилади. Конструктив тузилиши жиатидан имитатор суюқ филтрли кўчма ёритгич кўринишида ишланган. Лҳампа, айтаргич, куёш элементи ва шиша филтър конвексия туфайли ҳосил бўладиган табиий сову аво оқими ёрдамида совутилади.

Инфраизил соада максимум нурланиш қувватига эга бўлган лҳампанинг спектрини коррексиялаш шиша ёки сувдан тайёрланган филтър ёрдамида ўтказқилиб, улар тўлин узунлиги 2,7 мкм дан катта бўлган нурланишни тўлқи ютади.

Бунда куёш элементи нурланиш таъсирида кам изийди ва унинг арорат режими кўпроқ уни ишлатишдаги реал шароитларга мос келади. Спектрни куёшникидек бўлишга яқнлаштириш учун коррексиялаш эса филтър сувини мис ёки никелнинг туз эритмасига алмаштириш оқрали ҳамалга оширилади.

1.2 Куёш энергиясидан электр энергия олишнинг физикавий асослари

Электроэнергия шубҳасиз, фойдаланиш учун энг кулай энергия шаклидир. Ўрта мактаб физикасидан электр зарядлари, электр токи ва у билан боғлиқ электр майдон, потенциал , электр юқори ўтувчи куч, ток кучи, ток зичлиги, токнинг иссилик, кимёвий, магнитик таъсирилари тушунчалари маълум. Ўқувчи атом тузилиши ва атом ядроси тузилиши ҳаида асосий маълумотга ҳам эга деб ҳисоблаймиз. Ҳамалда, одамлар кўпинча қаттиқ жқисмлар билан иш иладилар, биз баён қилмоқчи масалалар ҳам бевосита ана шундай жқисмлар ҳоссалари билан боғлиқ. Шунинг учун дастлаб қаттиқ жқисмлар тузилиши билан қисқача танишайлик.

Даставвал, атом тузилишини эслайлик. Маълумки, куёш атрофида унинг сайёралари муайян орбиталар бўйича айланиб туради. Худди шунга

ўхшаш, атомнинг (жуда кичик ажмли, атомнинг деярли бутун массасига ега) мусбат зарядли ядроси атрофида манфий зарядли енгил зарралар – электронлар бир-биридан ажрим ҳолдаги муайян орбиталар бўйича айланиб туради. Бу атомнинг сайёравий талиди бўлиб, унинг электронлари учун канчагина орбиталар мавжуд ва улар мувозанатда ядрога яқин ҳолатларда бўлади, аммо ядродан узода электронлар бўлмаган имконий ҳолатлар бўш туради. Атом ёрулик энергиясини муайян кичик улушлар, фотонлар (фотон – ёрулик зарраси) деб аталган зарралар кўринишида ютади, фотон ютилганда атомдаги электрон юқориро энергияли ҳолатга ўтади ва аксинча, ўзалган электрон яна пастки ҳолатга ўтганда атом ўзидан бир фотон ёрулик энергияси чиаради. Атомдаги электронлар энергия ҳолатларини E энергия ўида тасвирлаш мулоазаларни қанча осонлаштиради. Бунда атомдаги электроннинг ядрога энг яқин ҳолатини E_1 сатх, кейингиларини $E_2, E_3, \dots E_n$ сатхлар деб айтишга келишилган. E_1 сатхдаги электрон атом ютган фотон энергияси ҳисобига E_2, E_3, E_n сатхларга ўтиши мумкин. Аммо, бунинг учун фотон энергияси сатхлар энергиялари фарига тенг бўлиши зарур.

Бир қонидани – Паули қонунини эслатиб ўтхамиз. Унга кўра, бир энергия сатхида, энг кўпи билан спинлари арҳама-қарши бўлган (тезликлар йўқналиши) икки электрон бўлиши мумкин холос, аммо сатхда бир электрон бўлиши ёки сатх электронсиз (бўм-бўш) бўлиши мумкин. Бу кимёвий элементнинг атоми таркибига боғлиқдир. Сатхлар оралиқидаги энергия қийматларига электрон эга бўлолмайди, бу оралиқлар таъқиқланган энергия оралиқларидир.

Қаттиқ жисм жуда кўп атомлардан ташкил топган. Бу ҳолда электронларнинг энергия ҳолатлари (сатхлари) андай бўлади деган савол туқилиши табиий. Юқори да айтилган Паули қонунига мувофиқ равишда, айрим атомнинг электрони энергия сатхи ўрнига қаттиқ жқисмда барча атомлар электронлари жойлаша оладиган ҳолатлар бўлиши керак. қаттиқ жқисмни ташкил этган атомлар сони қанча бўлса, мазкур ҳолатлар сони ҳам

ўшанча бўлиши керак. Бу ҳолатлар рухсатх етилган энергиялар оралиқини (зонасини) ташкил етади. Рухсат қилинган энергия орасида таъқиқланган энергиялар зоналари бўшлигини пайаш ийинмас.

Мазкур рухсат қилинган зоналарнинг электронлар билан ай даражада тўлдирилганлиги атомларнинг айси кимёвий элементга тегишли бўлишига ва бинобарин, атомда неча электрон бўлишлиги ва боша баъзи омилларга боғлиқ бўлади. Шунга қараб, моддалар металллар, ярим ўтказгичлар, диэлектриклар каби гуруларига ажралади. Электрик токини яхши ўтказадиган метал моддаларда юқори рухсат қилинган зонанинг ярмисигина электронлар билан тўлдирилган, улар еркин электронлар дейилади ва улар ток ўтказишда қатнаша олади.

Ярим ўтказгичларда эса мутло нол (K) температурада юқори рухсат қилинган энергия зонасини электронлар тўла банд илган бўлади, аммо унинг устидаги зонада электронлар йўқ. Тўла тўлдирилган зона электронлари боғланган, еркинмас электронлар бўлиб, улар ток ўтказишда қатнаша олмайди. Бу температурада ярим ўтказгич ток ўтказмайди (изолятор-диэлектрик). Лекин, мутлқо нолдан юқори ҳар қандай температурада тўлдирилган зонадаги электронларнинг бироз қисми юқори зонага ўтиб олади, яъни боғланган электронлар эркин электронларга (ўтказувчанлик электронларига) айланади. Ярим ўтказгич муайян даражада ток ўтказди. Бу одиса суюлик молекулаларининг бу молекулаларига айланишига ўхшашдир.

Боланишда бўлган электронлар зонаси *валент зона*, еркин (ўтказувчанлик) электронлар зонаси *ўтказувчанлик зонаси* дейилади. Электрон валент зонадан ўтказувчанлик зонасига ўтиб этганда, у бўшатиб этган ҳолат ўзини мусбат зарядли ҳаракатчан зарра сифатида тутди ва у *ковак* дейилади, у ҳам ток ўтказишда қатнаша олади. Мазкур икки зона оралиқини таъқиқланган *E_g зона* дейилади. Металлар ва ярим ўтказгичлар электрик ҳоссаларининг икки муҳим тафовутига эътиборни жалб киламиз.

1. Металлнинг электрик ўтказувчанлиги ярим ўтказгичникидан жуда катта. Масалан, тоза германий ярим ўтказгичининг ўтказувчанлиги аксарий металлларникидан миллиардларча кичик.

2. Металлнинг электрик қаршилиги температура ортган сайин секин ортиб боради. Аксинча, ярим ўтказгичнинг қаршилиги температура озгина ўзгарганда ҳам у мингларча ва ундан кўп даражада камайиб кетиши мумкин. исаси: ярим ўтказгич температура ўзгаришига жуда сезгир моддадир. Ярим ўтказгич металлларга нисбатан бейёс даражада, ёруликка ва боша таши таъсирларга ҳам сезгир бўлади. Айтиб ўтилган хоссалар ярим ўтказгичларнинг тобора кэнг қўлланишига сабаб бўлган.

Ярим ўтказгичда киришмалар. Ярим ўтказгичларнинг хоссалари яхши нҳамоеън бўлиши учун уларни ўта даражада тозалаш зарур. Бу масадда ўта тоза моддалар саноати барпо қилинган. Энг такомиллашган усуллар билан тозаланганда ҳам ярим ўтказгичда муайян оз мидорда айрим ёт ириндилар олади. Энг муҳими шуки, ярим ўтказгичга назорат илинадиган мидорда турли элементлар атомларини киритиш усуллари ишлаб чиилган. Бу эса, ярим ўтказгичнинг электрик, фотоэлектрик ва боша хоссаларини ўзгартириш (бошариш) имкониятини пайдо илди ва турли-туман вазифаларни бажарувчи асбоблар ҳамда урилмаларни яратиш мумкин бўлиб олди. Мисоллар тариасида электрониканинг асосий хомашёси кремний кристалига киритқиладиган киришмаларни кўрайлик.

Агар етарлича юқори температурада кремний ичига фосфор (P) атомлари киритилса, бу ҳолда улар кремний атомлари ўрнига ўрнашиб олади. Фосфорнинг энг четки электрони ўз атомига бўш боғланган бўлади, унга озгина E_d энергия берилса, ўз атомидан узқилиб кетади, еркин электронга айланади (ўтказувчанлик зонасига ўтиб олади).

Хона температурасида бир заррага тўри келган ўртача иссилик энергияси $3/2 kT$ тартибида бўлади ва бунда у ўтказувчанлик зонасига ўтиб олади – еркин (токда қатнашадиган) электрон бўлади, фосфор атомлари

мусбат ионга айланади. Бундай электронларни бера оладиган киришмаларни донор киришмалар дейилади, уларни киритиб, ўтказувчанлик электронлари кўпайтириб олиган (коваклар нисбатан жуда кам) ярим ўтказгични электронли ярим ўтказгич ёки n - тур ярим ўтказгич дейилади.

Эга кремний кристалига бор (B) элементи атомлари киритилса, улар ҳам юқори температурада кремний ичига киритилса, яъни улар ҳам кремний атомлари ўрнини егаллайди. Аммо, Бор (B) атомлари биттадан электронни кремний атомлари орасидаги боланишдан ўзига тортиб олиши мумкин. Бунинг учун кичик E_a энергия кифоя ва Бор (B) атомлари хона температурасида биттадан электронни тортиб олади. Бу боланишдаги, яъни валент зонадаги электрон Бор (B) атомга ўтиб, бу атом манфий ион бўлади, унинг ҳолати бўшаб олади, яъни валент зонада ковак ҳосил бўлади демакдир. Ўзига асосий моддадаги боғланган электронларни тортиб олиб, коваклар ҳосил қиладиган киришмалар акцептор киришмалар дейилади, уларни киритиб, ковакларни кўпайтириб қолган (еркин электронлари жуда кам) ярим ўтказгич *ковакли ярим ўтказгич* ёки p -тип ярим ўтказгич дейилади.

Киришмаларни киритишнинг бир неча усуллари ишлаб чиилган, кремнийга бир неча элемент атомлари киритиб, уларнинг кремний ҳоссаларига таъсири ўрганилган, бу ҳолат билан боғлиқ тадиотлар озирда давом еттирилмода.

Шуни таъкидлаш керакки, киришмаларнинг миқдори асосий модда (бизнинг мисоллар кремний) миқдоридан жуда кам бўлиб, асосий модданинг электрик, фото электрик ва боша баъзи ҳоссаларини муҳим даражада ўзгартирсада, аммо унинг тузилишини, механик ҳоссаларини, зҳаминий физик-кимёвий ҳоссаларини ўзгартирмайди. Масалан, кремнийга унга мидордан миллион марта кам фосфор киритилса, тоза кремнийга нисбатан унинг электрик ўтказувчанлигини миллион марта ошириб юбориши мумкин, аммо кремнийнинг боша ҳоссалари сақланиб олади.

Электрон – ковак ($p-n$) ўтиш. Аксарият яримўтказгичли асбобларнинг (диодлар, транзисторлар, фотоэлементлар, қуёш элементлари ва батареялари, микросхемалар ва бошаларнинг) асосий қисми электрон ковак ($p-n$) ўтишлардир. Шу сабабдан $p-n$ ўтиш билан чиқиш зарур.

Агар ковакли ўтказувчанликка эга бўлган (p – тур) ярим ўтказгич электронли ўтказувчанликка эга бўлган (n – тур) ярим ўтказгич билан туташтирилса, чегара яқнидаги n – тур яримўтказгич қатлам идан электронлар p – тур ярим ўтказгич томонга ўтиб кетади, бу қатлам да еркин электронлар жуда камайиб, ўзалмас мусбат донор ионлари олади, p – тур соа чегаравий қатлам идан коваклар n – тур ярим ўтказгич томонга ўтиб кетади, бу қатлам да коваклар жуда камайиб, ўзалмас манфий акцептор ионлари олади, оқибатда ажойиб хосаларга эга бўлган $p-n$ ўтиш қатлами ҳосил бўлади, унинг асосий ҳоссалари ўйидагилар:

1. $p-n$ ўтиш қатлами юпқа бўлиб, ундан токда қатнаша оладиган ҳаракатчан еркин электронлар ва ковакларнинг деярли ҳаммаси кетиб қолган, шу боисдан унинг қаршилиги жуда катта, айрим соалар арашлигидан қанча катта бўлади. Ташари манбадан берилган кучланиш асосан шу қатлам га тўри келади.

Металл	ЧИ (eV)	Металл	ЧИ (eV)
Алюминий	3,74	Миш	4,47
Темир	4,36	Кумуш	4,28
Кобалт	4,25	Сезий	1,89
Литий	2,39	Синк	3,74

1-жадвал

2. $p-n$ ўтишнинг n – соа тарафидаги қатлам ида мусбат ионлар, p – соа тарафидаги қатлам ида манфий ионлар бўлади, яъни бу соани *ўш* *электрик*

қатлам деб араш мумкин: n – соадан p – соа томонга йўқналган электрик майдон ҳосил бўлган бўлиб, у электронларнинг n – соадан p – соага ўтишига, ковакларнинг p – соадан n – соагача ўтишига тўсилик илади. p – n ўтишнинг икки чети орасидаги потенциал айирмаси мазкур потенциал тўсининг баландлигини анилайди.

3. Потенциал тўсининг мавжудлигидан p – n ўтишнинг ўзгарувчан токни тўрилаш ҳоссаи келиб чиади: у p – n соа тарафдан p – соа тарафга токни ёмон (кам) ўтказади, n – соа тарафга яхши ўтказади.

4. p – n ўтиш конденсаторга ўхшаш электрик сиимга ега, аммо бу сиим таши кучланиш катталиги ва йўқналишига боғлиқ бўлади.

Энди қуёш энергиясини электр энергиясига айлантирувчи асбоблар ва урилмалар тавсифига ўтҳамиз.

Термоэлектрик генератор. Агар электродлардан бирини (катодни) етарлича юқори температурагача қиздирилса, ундан чиққан электронлар ташқарига чиқиб кетиши мумкин (термоэлектрон эмиссия). Агар катод яқинида бошқа электрод (анод) бўлса, катоддан чиққан электронлар анодга етиб боради, гар иккала электрод ташиқ занжирга уланган бўлса, занжирда электронлар оқими — электрик ток ҳосил бўлади.

Катодни қиздириш учун қуёш энергиясидан фойдаланиш мумкин. занжирдан оқаётган ток энергияси ҳисобига иш бажарилади. Космик аппаратларда энергия олиш учун ва ҳатто кўп кўламда ишлаб чиарш учун термоэлектрик генератор деб аталган қурилмадан фойдаланилади. Унинг тузилиши содда, аммо ФИК унча катта эмас. Термоэлектрик генераторларнинг янги конструкцияларини яратиш, уларнинг ФИК ини кўтариш, улардан фойдаланиш сҳамарадорлигини ошириш йўқналишида тадиотлар тўхтаган емас.

Қуёш энергиясини электр энергиясига тўғридан-тўғри айлантириш.

Қуёш энергиясини электр энергиясига тўғридан-тўғри айлантиришнинг термоэлектрик, фотоэлектрик ва фотогальваник усуллари мавжуд бўлиб, уларнинг ичида фотогальваник усул али яхши ўрганилган эмас. Маълумки, матереалларда еркин электронлар мавжуд бўлиб, улар мусбат ион атрофида хаотик равишда аракат илади, металлнинг ўзи эса электр жиатдан нейтрал ҳисобланади. Агар бир ёки бир неча электрон металл сиртидан таши муитга (вакуумга) чиса, металл сирти билан муит орасида потенциал лар айирмаси $\Delta\phi$ ҳосил бўлади. Электрон заряди (e) ни бу потенциал лар айирмаси $\Delta\phi$ га кўпайтмаси **электроннинг чиқиш иши** деб аталади:

Ҳар хил металллардаги электрон чиқиш иши ар хил бўлади. Бу иш кўпинча жоуллардан ёки электрон вольтларда ўлчанади. $1eV = 1,602 \cdot 10^{-19} J$. Баъзи металллар учун чиқиш ишининг сон қийматиларини келтирамиз:

Чиқиш ишлари ҳар хил бўлган икки металл бир-бири билан пайвандланганда электронлар диффузияси ҳисобига контакт потенциал лар айирмаси ҳосил бўлади. Агар контакт жойи қиздирилса, электронлар диффузияси ортади ва контакт потенциал лари айирмаси ҳам катталашади.

Агар учлари пайвандланган иккита ҳар хил металл симларни гальванометрга улаб, контактлардан бирини совуқ ҳҳолатда қолдириб, иккинчиси иситилса, занжирда электр токи ҳҳосил бўлади. Бу ҳодисани биринчи марта немис олими Зеебек кузатган бўлиб, термоэлектрик эффект ёки “Зеебек эффекти” деб юқори тилади.

Термоэлектр юқори тувчи куч E пайвандланган учларидаги температуралар (абсолют шкала бўйича) айирмасига тўри пропорционал бўлиб, металллар табиатига боғлиқ:

$$E = \alpha(T_1 - T_2)$$

Бунда α – металлнинг термо ЭЮК коэффициенти.

$T=100^\circ\text{C}$ учун баъзи метал контактлар – термоэлементларнинг термоэлектр юқори тувчи кучлари:

темир – мис – $1,12 \cdot 10^{-3} \text{ В}$;

мис – константан – $4,25 \cdot 10^{-3}$ В;

хромел – алюмел – $4,09 \cdot 10^{-3}$ В;

хромел – копел – $6,71 \cdot 10^{-3}$ В.

Учлари ўзаро пайвандланган иккита ар хил металлдан ясалган асбобга **термопара** ёки **термоэлемент** деб аталади. Термоэлемент кавшарланган учи температураси ўлчанувчи моддага ва иккинчи – совуқ учлари ўлчов асбобга уланади. Бир неча термоэлементлардан тузилган системага **термобатарея** деб аталади.

1908-йилда Москва университети профессорлари В.Серасский 100 та термоэлементдан иборат бўлган қуёш батареясини яратди. Бу батарея ойнабанд яшик ичига жойлашган бўлиб, электр ўнироини ток билан таъминлаб туради.

Асримизнинг 30-йилларида академик А.Ф.Иоффе термогенератордан қуёш энергиясини электр энергиясига айлантириш масаласини таклиф этган бўлса, 1941-йилга келиб у шундай термогенераторни ишлаб чиқди. қуёш термоэлектрогенераторлари асосан қуёш концентратори ва термобатареялардан ташкил топган.

1956-йилда Г.М.Кржижановский номидаги Энергетика институти ходимлари диҳаметри 2м бўлган кўзгу фокусига термогенератор ўрнатиб, исси ва сову пайвандлар орасидаги температуралар фарқи 400°C бўлганда 21В қучланиш остида 18,9 Вт қувват олишга муяссар бўлдилар. Термогенератор ФИК 2% га яқин. Бунга сабаб элементларни ўзаро улаш системаси яхши ишланмаганидир. Кейинчалик Й.Малевский ва А.Охотинлар термогенератор ФИК 8% га етказиш имкониятига эга бўлдилар.

қуёш энергиясини электр энергиясига тўридан-тўғри айлантиришнинг иккинчи усули – фотоэлектрик усулдир. Л.Г.Столетовнинг фотоэффект бўйича кашф этган онунлари ҳаммага маълумдир.

Ярим ўтказгичлар учун термоэлектрик ЭЮК металллардагига нисбатан бир неча ўн марта катта бўлиб, уларга бўлган изиш 1954-йилдап бошланди. озирги кунда кремний асосидаги фотоэлектрик айлантиргичлар кенг

ишлатилмода. Кремний ва Менделеев элементлар даврий системасидаги В гуруҳ элементларидан бирининг аралашмаси n -ярим ўтказгич, шу гуруҳ элементларидан бирининг аралашмаси эса p -ярим ўтказгичга айланади. Бу иккала тур p - n яримўтказгичлар контакти қуёш батареясининг негизини ташкил этади. Кремний пластинкасининг алинлиги 1мм га яқин бўлиб, сиртини 10см дан каттаро қилиб яшаш озирча мумкин бўлмаяпти.

Фотоэлектрик элементларни яшаш технологияси деярли тўла ал етилган, лекин улар сиртига электродларни улаш, тегишли ток ва кучланишлар олиш учун бу элементларни ўзаро улаш масалалари устида илмий изланишлар олиб борилмода.

Қуёш батареяларини яшаш технологияси қуйидагича: кремний пластинкани юқори температурали электропечга ўрнатиб, унга n ёки p типдаги яримўтказгич материали вакуумга диффузия йўқли билан киритилади. Бу материал алинлиги тахминан бир неча 10 *микрон* ни ташкил этади. Бу материал – аралашма кремний пластинкасининг ҳамма томонига диффузияланади. Шунинг учун пластинканинг юқори қисмидаги қатлам олдиқилиб, қолган қисмларидаги қатламлар олиб ташланади, сўнгра пластинка пастки ва юқори қисмларига электродлар уланади.

Крижановский номидаги Энергетика институти ходимлари ярим ўтказгичли термоэлементларнинг шундай комбинатсиясини ишлаб чиқиларки, термобатарея ФИК 20% ни ташкил етди.

Қуёш батареяларининг асосий афзалликлари – ФИК катта бўлиши, узок муддат давомида ишлаши, оддийлиги, солиштирма қувватининг катта бўлиши (қувватнинг элемент массасига нисбати), аммо нисбатан қиммат туриши ва ўшимча энергия манбаи талаб етиши қуёш батареясининг камчиликларидир.

Қуёш батареясининг таннархини камайтириш масадида кейинги пайтларда кристаллик кремний ўрнига ҳаморф кремний олиш тавсия етилмода. Бу эса озирги таннархни арийб 50 марта камайтиришга олиб келади.

Кейинги йилларда ярим ўтказгич хусусиятига эга бўлган материаллар плёнкаларининг физик хоссаларини ўрганиш ва улар асосида арзон ҳамда самарали ишлайдиган асбоблар ясашга кўп аҳамият берилмоқда. Хозиргача бизга маълумки, монокристаллдан ясалган қуёш элементларининг фойдали иш коэффициенти поликристалл ёки аморф ярим ўтказгичлардан тайёрланган қуёш элементларининг фойдали иш коэффициентидан канча каттадир. Кремний монокристали асосида олинган энг катта фойдали иш коэффициентига эга бўлган қуёш элементлари асосан катта температурада диффузия йўқли билан тайёрланади. Юқори температурали технология поликристалл ва аморф ярим ўтказгич материалларининг асосий параметрларига салбий таъсир кўрсатхди. Шунинг учун одатда ярим ўтказгичлар асосида асбоблар яратишда технология жараёни температурасини пасайтиришга алоҳида эътибор берилади.

Қуёш батареяси элементларининг ФИКни ярим ўтказгичларининг ман қилинган зонаси кенглигига боғлаб ўрганиш энг катта ФИК ман қилинган зонаси 1,1 эВ дан 1,5 эВ гача бўлган кремний (Si), фосфорид индий (InP), арсенид галлий (GaAs), теллурид кадмий (CdTe) лардан олинган элементларга тўғри келишини кўрсатхди.

Одатда қуёш батареяси элементларининг юза (нур тушадиган) томонидаги p ёки n қатлами нисбатан юпқа бўлганлиги учун асосий заряд ташувчилар шу қатлам бўйлаб аракат қилишга мажбур бўлади. Бу эса ўз навбатида қуёш элементи ички қаршилигининг ортишига ва, демак, унинг фойдали иш коэффициентининг камайишига олиб келади. Лекин бу юпқа қатламдаги заряд ташувчилар концентрациясини мумкин қадар орттириш ва унинг юзаси томонидаги контакт тўрларининг бир-бирига нисбатан жойлашишининг оптимал олларини танлаш каби технологик чоралар кўрқилиб, фотоэлектрик элементларнинг эффективлигини салаб олиш мумкин.

Қуёш элементлари ичида рўй берадиган физик одисалар талил қилинганида шу нарса равшан бўлдики, ярим ўтказгичга тушган қуёш нури

спекторининг фақат хозгина қисми электр энергиясини ҳосил қилишга сарф бўлар экан . Агар ёрулик энергиясининг маълум бир қисми электрон-тешик жуфтларини ҳосил қилишга сарф бўлса, қолган қисми эса, иссиқлик ҳосил қилишга сарф бўлар экан .

Кейинги йилларда ярим ўтказгич хусусиятига эга бўлган матреаллар плёнкаларнинг физик ҳоссаларини ўрганиш ва улар асосида арзон ҳамда эффектив ишлайдиган асбоблар ясашга кўп аҳамият берилмода. озиргача бизга маълумки, монокристаллардан ясалган қуёш элементларининг фойдали иш коэффициенти поликристал ёки аморф ярим ўтказгичлардан тайёрланган қуёш элементларининг фойдали иш коэффициентида қанча каттадир. Кремний монокристали асосида олинган энг катта фойдали иш коэффициентида эга бўлган қуёш элементлари асосан катта температурада диффузия йўқли билан тайёрланади. Юқори температурали технология поликристалл ва ҳаморф ярим ўтказгич материалларининг асосий парҳамерларига салбий таъсир кўрсатҳади. Шунинг учун одатда ярим ўтказгичлар асосида асбоблар яратишда технология жараёни температурасини пасайтиришга ётибор берилади.

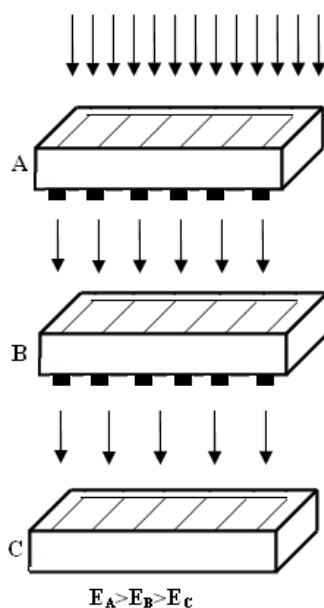
Қуёш батареяси элементларининг фойдали иш коэффициенти (эффектив лиги)ни ярим ўтказгичларнинг ман қилинган зонаси кэнгглигига болаб ўрганиш энг катта ФИК ман қилинган зонаси 1,1 эВ даб 1,5 эВ гача бўлган кремний (Si), фосфорид индий (лнП), арсенид галлий (СаАС), теллурид кадмий (Сдте) лардан олинган элементларга тўри келишини кўрсатҳди.

Ярим ўтказгичлар асосида ясалган қуёш батареяси элементларининг ишлаш принципи асосан 2 хил яъни тешикли (р-тип) ва елетронли (п-тип) ўтказувчанликка эга бўлган бир жинсли ёки икки жинсли ярим ўтказгич қатлам ларининг контактга келтирилганда ҳосил бўлувчи гомо ёки гетеро (электрон– тешикли) ўтишда юз берувчи физик ходисаларга асослангандир. Электронли ва тешикли ярим ўтказгичлар контактга келтирилганда электрон ва тешиклар ўзаро диффузияланиши натижасида п – типли қатлам га

электронлар (асосий бўлмаган заряд ташувчилар) ва p – типли қатлам га тешиклар ўтади, бўлиниш чегарасида эркин зарядларнинг камайиши натижасида ўзалмай ҳажмий зарядлар ҳосил бўлади.

$p - n$ ўтишнинг потенциал энергияси қатламлардаги асосий заряд ташувчиларнинг концентрасияларига, температурага ва бошқа бир қанча факторларга боғлиқ бўлиб, электр майдони маълум қийматга етганида диффузия жараёни тугайди ва динҳамик мувозанат ҳолатининг пайдо бўлишига олиб келади.

Бу ҳолатда $n - p$ ўтишда ҳосил бўлган контакт потенциаллари айирмаси (V_k) n ва p томонлар E_{F_n}, E_{F_p} ферми энергетик сатҳларининг айирмасига тенг бўлади, яъни

$$V_k = E_{F_n} - E_{F_p}.$$


1—расм.

Шундай қилиб кристаллнинг ичида потенциал тўсиқ ҳосил бўлади. қоронғиликда мувозанатдаги асосий ва асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг токи $I_r^+, I_r^-, I_p^+, I_p^-$ бир бирини компенсация қилади,

натижада йиинди ток нолга тенг бўлади: $I_r^+ + I_r^- - I_p^- - I_p^+ = 0$. Агарда унинг атрофида қуёш нури ёрдамида асосий бўлмаган ўшимча еркин заряд ташувчилар ҳосил илинса, улар $p - n$ ўтишнинг майдони таъсирида архама – қарши томонларга ўтиб асосий зарядларга айланадилар. $P - n$ ўтиш яқнида асосий бўлмаган ортича заряд ташувчиларнинг ҳосил бўлиши ички потенциал тўсиқ қийматининг камайишига олиб келади, бошқача қилиб айтганда $p - n$ ўтишдаги ҳажмий заряднинг маълум қисмини неутраллаштириб p ва n томонлар орасида ΔV гат энг бўлган потенциал лар фарини вужудга келтиради. Салт ишлаш режимида нур таъсирида ҳосил бўлган ва майдон томонидан ажратилган асосий бўлмаган заряд ташувчилар асосан $p - n$ ўтиш потенциални камайтиришга сарф бўлади, йигинди ток эса нолга тенг бўлади, яъни $I_\phi - I_{T,T} (e^{qV_{c,u}} I^{\kappa T} \cdot 1) = 0$. Потенциаллар фари ΔV қиймати $p - n$ ўтишга уланган таши занжирнинг қаршилигига ҳамда элементга тушаётган қуёш нурининг интенсивлигига боғлиқ бўлиб, таши занжир очик бўлганда энг катта қиймат салт ишлаш кучланишига ($V_{c,u}$) га тенг бўлади, ташиқи занжир эса туташган ҳолда занжирда энг катта ток ($I_{\kappa,m}$) ҳосил бўлади.

Фотоэлементнинг ($J_{\kappa,m}$) ва ($V_{c,u}$) лари қанча катта ва нагрузка характеристикасининг (ξV_n) шакли тўри тўртбурчакка яқин бўлса, юза бирлигида олинаётган қувватнинг (P) шу юзага тик тушаётган қуёш нури қувватига (W) нисбати, яъни унинг фойдали иш коэффициенти $\eta = \frac{P}{W} \cdot 100\%$ шунча катта бўлади. Яна шуни ҳам айтиб ўтиш керакли, фотоэлементнинг нагрузка қаршилиги оптимал қийматига эга бўлганда унинг қуввати энг Юқори бўлиб, ($V_{c,u}$) ва ($I_{\kappa,m}$) оқрали $P = \xi V_{c,u} \cdot I_{\kappa,m}$ кўринишида ифодаланади. Бу йерда $\xi = \frac{V_{onm} I_{onm}}{V_{c,u} I_{\kappa,m}}$ фотоэлементнинг вольт – ҳампер арактеристикасининг тўлдириш коэффициенти. Бу коэффисийентнинг қиймати асосан фотоэлементнинг кетма – кет қаршилигига боғлиқ бўлади.

Тушаётган нурнинг энергияси ярим ўтказгичнинг ман қилинган зонасидан жуда катта бўлса ҳам, қуёш батареяси элементининг эффектив лиги кам бўлади, чунки ҳосил қилинган асосий бўлмаган еркин заряд тушувчиларнинг ортиқча энергияси тез орада матреалнинг панжарасига беркилиб ўша стурутуранинг ўзини қиздириш учун сарф илинади.

Одатда қуёш батареяси элементларининг юза (нур тушадиган) томондаги p ва n қатлами нисбатан юпқа бўлганлиги учун асосий заряд ташувчилар шу қатлам бўйлаб аракат қилишга мажбур бўлади. Бу эса ўз навбатида қуёш элементи ички қаршилигининг ортишига ва демак, унинг фойдали иш коэффициентиининг камайишига олиб келади. Лекин бу юпқа қатлам даги заряд ташувчилар концентрасиясини мумкин қадар орттириш ва унинг юзаси томонидаги контакт тўпларининг бир – бирига нисбатан жойлашшининг оптимал олларини танлаш каби технологик чоралар кўриб фотоэлектрик элементларнинг эффективлигини салаб олиш мумкин. қуёш элементлари юзасидаги ва ажмий заряд областида кузатқиладиган рекомбинатсия жараёнларини чеклаш, юза қатлами ққаршилигини камайитириш, спекторга сезгирлик диапазонини кэнггайтириш ва боша бир қанча технологик жараёнларлар билан боғлиқ бўлган муоммолар кремний ва арсенид галлийдан тайёрланган фотоэлементларда қанчагина муваффаиятларга эришилди ва эришилмода.

Қуёш батареяларининг ерда ўлланқилиши нуқтаи назаридан кремнийдан ясалган элементлар алоҳида ўрин тутати. Поликристал ва аморф кремний асосида ясалган фотоэлементлар эса катта масштабдаги арзон фотоэнергетик урилмаларни яратиш имкониятини беради.

Қуёш элементларининг ФИК соби Совет Иттифоининг ва Америка қўшма Штатларининг олимлари томонида 15–16% кўтарилди. Арсенид галлий фосфид галлий сульфид ва теллурид кадмий асосида янги қуёш элементлари жорий қилинган.

Назарий исботлашлар қуёш элементлари келажагининг порлолиги тасдилади. Лекин дастлабки тажридбалар фотоэлементларнинг ўзида

энергиянинг йўқтилишини кўрсатхди. Агарда бу муаммо ал илинмаганда энди, ярим ўтказгичлар асосидаги қуёш энергетикаси фақат қоғздаги нарса бўлиб қолар еди.

Қуёш элементлари ичида рўй берадиган физик ҳодисалар таҳлил қилинганда шу нарса равшан бўлдики, ярим ўтказгичга тушган қуёш нури спекторининг фақат озгина қисмигина электр энергия ҳосил қилишга сарф бўлар экан . Агар ёрулик энергиясининг маълум бир қисми электрон – тешик жуфтларини ҳосил қилишга сарф бўлса, қолган қисми эса биз айтиб ўтгандек иссилик ҳосил қилишга сарф бўлар экан .Бу элементларнинг арактеристикаларига салбий таъсир кўрсатхди, айниса, концентрасиялашган ёруликда электрон жуфтларни ажратувчи электр майдонни юлишига олиб келади. 150 – 200⁰С температурада кремний асосидаги қуёш элементлари ишлаш хусусиятини ютади. Юқори да айтилган муаммо озирги кунда етарлича ал илинмода.

Арсенид галлий асосида олинган қуёш элементининг ФИК 25% га етди, бу қуёш иссилик электростансиясининг ФИК га араганда арийб 2 маротаба камдир. Текширишлар шуни кўрсатхадикки агарда ярим ўтказгичдан ютилмай ўтиб кетаётган қуёш спектори қисми ни кўп элементли (каскадли) ўзгартгичлар ёрдамида электрон тешик ҳосил қилишга еришилса ва ютилмай ўтиб кетаётган фотонлар энергиясига айлантириб маълум бир масадга ишлатилса, бундай қуёш урилмаларининг ФИК 70–80 %га борар экан .

6.2-расмда шудай каскадли қуёш ўзгартгичларини жойлашиш схемаси кўрсатхилган. Бундай кетма–кет жойлашган ман қилинган зонаси (Е) каттадан кичикка ўзгариб борувчи ярим ўтказгичлардан ясалган қуёш элементлари қуёш нури тўларо электр энергия ҳосил қилишга сарфланади. Бундай элементларнинг параллел икки юзасига тўрли омик контактлар олинади.

Биринчи жадвалда ман қилинган зонаси катта бўлган ўзгартиргичдан кейин жойлаштирилган кремний ва арсенид галлийли ўзгартиргичларда қуёш спектри энергиясининг қанча қисми (фоизларда) электр энергияси ҳосил қилишга сарфланганлиги кетирилган

Иккинчи жадвалда эса кремнийдан қилинган (гомо) ўтишли элементларнинг ФИК лари берилган. Жадваллар тахлини эффектив , кўп элементли қуёш ўзгартиргичларини жорий етишда андай ярим ўтказгичларни танлаш масадга мувофиқлигини кўрсатҳади.

Ярим ўтказгичлар фотоэнергетикасида қуёш спекторидан тўла фойдаланиш нур ҳисобига ҳосил бўлган иссиликни бартараф қилиш алоҳида ўрин тутади. Маълумки, элемент юзасига тушаётган нурнинг маълум бир қисми юзадан айтади, қолган қисми ютилади. Тажрибалар шуни кўрсатҳадики, ютилган нурнинг ҳамма қисми электрон жуфтларини ҳосил қилиш учун сарфланмас экан , яъни спектрнинг маълум бир қисми ярим ўтказгичда ютилмасдан ўтиб кетар экан . Агар қайтариш коэффесентини R , ютиш коэффесентини A билан, ўтказиш коэффисентини T билан белгиласак, берилган спектр оралиқида $A+R+T=1$ бўлади. Бу тенгликдан R ва T маълум бўса A осонгина топиб олиш мумкин. Маълумки қуёш нурининг арийб 9% ини ультрабинафша, 44% ини кўзга кўринувчи, 47% ини инфраизил нурлар ташкил илади. аиятдан ҳам

-жадвал

Биринчи ўзгартиргич- нинг материали	лнП	CaAC	CdTe	AlCб	Cu ₂ O	Ce	CaП
Кремнийдан	7,6	10,5	13,6	16,5	48,2	51,8	53,2

қилинган ўзгартиргичда							
Арсенид галлийдан и- линган ўзгартиргичда			3,5	7,32	37,7	41,1	43,2

-жадвал

Биринчи ўзгартиргичнинг материали	лнП	СаАС	СдТе	АлСб	Су ₂ О	СаП
П–Си–П–Си	1,17	1,58	2,73	4,01	12,26	13,68
П–Си–н–Си	2,57	3,05	7,72	4,73	12,99	14,38

Куёш нурунинг озгина қисми ни фотоэлементлар томонидан ҳосил қилишга сарфланади. Фойдайдали иш коэффициенти 20% бўлган фотоэлемент куёш нурунинг спектрининг 1/5 қисми ни фойдали ишга сарфлайди. Дараиат Р,Тларни етарлича камайтириш фотоэлемент ФИКни орттиришга олиб келади.

Биз Юқори да кўп каскадли фотоэлементларни қўллаб Тни камайтириш йўқларига қисқача тўхталиб ўтган эдик. Эга Р ни камайтириш усулларини қараб чиҳамиз.

Фотоэлемент тайёрланган материал юзасининг сифатига қараб Р–50% гача боради. Элемент юзасини маълум қопламалар билан қоплаш Рни 1% гача камайтириш имкониятини беради. Берилган ёрулик энергиясининг спектрлар бўйича тасимотидаги максимумнинг фотоэлемент сезлирлигининг тўлин узунлиги бўйича тасимотидаги максимум билан тўғри келмаслиги

ярим ўтказгич ва қоплама синдириш кўрсаткичларининг ёрулик тўлини узунлигига қараб ўзгариши элемент нур тушадиган юзасидан идеал текис бўлмаслиги қоплама материални ва уни олиш технологиясини ярим ўтказгичнинг электрофизик ва фотоэлектрик хусусиятларини ҳисобга қолган ҳолда танлашни талаб илади.

Учинчи жадвалда таослаш учун баъзи материаллар синдириш кўрсаткичининг тўлини узунлигига қараб ўзгариши кўрсатилган.

-жадвал

Матреаллар	λ, mkm							
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
<i>Si</i> (монокристалл)	5,3	4,24	3,94	3,72	3,64	3,5 4	3,49	3,49
<i>ZnS</i> (юпқа қатлам)	2,56	2,4	2,34	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
<i>SiO</i> (юпқа қатлам)	2,25	2,0	1,92	1,88	1,8	1,8	1,85	1,84
<i>Sn₂O</i> (юпқа қатлам)	1,0	1,3	1,2	2,3	2,2	2,1		

Ярим ўтказгичнинг қайтариш коэффициенти уйидаги тенгликдан аниланади.

$$R(\lambda) = \left(\frac{n^{\circ}(\lambda) - 1}{n^{\circ}(\lambda) + 1} \right)^2 \quad (6.1)$$

бу йерда n° – ярим ўтказгичнинг синдириш коэффициенти. Кремний учун $n^{\circ} = 3,5$ деб олсак Юқори даги тенгликдан $R=30\%$, $A=70\%$ ни топамиз. қайтариш коэффициентини камайтириш учун ишлатқиладиган оп-лхамаларнинг асосий парҳаметрлари унинг синдириш коэффициентини n_1° ва алинлиги d_1 бўлиб шундай танланиши керакки, натижада қоплама юзасидан

айтган биринчи нур тўликлари қоплама билан интерференция натижасида бир – бирини сусайтирсин.

Қоплама билан қопланган ярим ўткагич юзасининг қайтариш коэффициенти қуйдагича аниланади:

$$R^{\circ} = \frac{q_1^2 + q_2^2 + 2q_1q_2 \cos 2\alpha_1}{1 + q_1^2 + q_2^2 + 2q_1q_2 \cos 2\alpha_2} \quad (6.2)$$

$$\text{бу йерда } q_1 = \frac{n^{\circ} - n_1^{\circ}}{n^{\circ} + n_1^{\circ}} \quad q_2 = \frac{n_1^{\circ} - n_2^{\circ}}{(n_1^{\circ} + n_2^{\circ})} \quad \alpha = \frac{2\pi n_1^{\circ} d_1}{\lambda}$$

n_2° – авонинг синдириш коэффициенти:

n_1° – қопламанинг синдириш коэффициенти:

λ – айтган нурлари сусаядиган нурнинг тўлиқ узунлиги:

α_1 – айтган икки нурнинг бошланиш фазалари фарқи.

Юқори дақиқ тенгликдан $R^{\circ} \rightarrow 0$ бўлиши учун $\cos 2\alpha_1 = -1$, $q_1 = q_2$ бўлиши кифоя. Биринчи шартдан $2d_1 = \pi, 3\pi, 5\pi$ бўлиши келиб чиқади. $2h = \pi$, шартдан биз қопламанинг қалинлиги қанча бўлиши кераклигини топамиз, яъни

$$\alpha_1 = \frac{\lambda}{4h_1^{\circ}} \quad (6.3)$$

Иккинчи шарт $h_1^{\circ} = \sqrt{n^{\circ} n_2^{\circ}}$ бўлганда қаноатланади. Бундан биз n° , n_2° ларни билган ҳолда қопламанинг синдириш кўрсаткичи n_1° қанча бўлиши осонгина топиб оламиз.

Формула битта тўлиқ узунликлари учун $R=0$ дан фарқи бўлади. Шунинг учун ҳам маълум бир тўлиқ узунликлари орасида $R \rightarrow 0$ бўлиши учун кўп қатлам ли қопламалар олиш зарур бўлади. Озирги кунда кремний юзасига вакуумда уйдаги моддаларни булантириш йўқли билан қопламалар олинади. Уларнинг синдириш кўрсаткичи $\lambda = 0,8 \mu\text{m}$ да қуйдагича: Фторли магний MgF_2 ($n_{MgF_2} = 1,38$) алайи икки оксиди SnO_2 ($n_{SnO_2} = 1,7$) кремний монооксиди SiO ($n_{SiO} = 1,9$) оксидланган кремний монооксиди SiO_x ($n_{SiO_x} = 1,7$) кремний

икки оксиди SiO_2 ($n_{SiO_2} = 1,44$) серий икки оксиди CeO_2 ($n_{CeO_2} = 2,2$) ру сульфид ZnS ($n_{ZnS} = 2,3$).

Кремнийдан қилинган фотоэлементларга $Zn + Mg$ ёки $CeO_2 + SiO_2$ қопламаларини ишлатиш учун иса тутушув токи ва ФИК ни нисбатан 50-55% га орттиради.

Фотоэлементларнинг асосий парҳамерларидан бири унинг кетма–кет қаршилиги бўлиб элементнинг ФИК таъсири каттадир. Шунинг учун элементларга қопламалар олишдан олдин унинг кетма–кет қаршилиги бўлиб обдан назорат илинади.

Фотоэлементларга қоплама олингандан кейин кетма–кет қаршилиқнинг нағрузка токига таъсири уйдаги формуладан ҳисобланади:

$$I_n = I_{\phi} - I_{T.T} \left\{ \exp \left[\frac{q(V + R_{kk}) I_n}{AKT} \right] - 1 \right\} \quad (6.4)$$

ҳисоблаш шуни кўрсатхадики, кетма–кет қаршилиқ $R_{kk} = 1$ ом. см² бўлганда иса туташув токи 40% га, $R_{kk} = 10$ ом. см² бўлганда 12% ортишини кўрсатади. Шунинг учун ҳар хил қопламаларнинг эффективлиги кетма–кет қаршилиги бир хил бўлган фотоэлементларда текширилади.

Концентрлаштирилган қуёш нурида ишловчи батареяларнинг температураси консентрция даражасига боғлиқ бўлиб 1000 крат консентрасияда, яъни $30 \frac{MVT}{sm^2}$ га нисбатан қуввати 1000 маротаба катта бўлган қуёш нуридан элементларининг температураси жуда катта бўлади. Бундай ҳолларда эффектив совитгичлар ишлатишга тўри келади. Бундай совитгичлар ролини фрионли совитгичлар, иссилик алмашинувчи махсус трубкалар сувли совитгичлар ўйнаши мумкин. Берилган фотоэлементининг юзасига тушадиган интеграл энергетик ёритилганлик w_0 маълум бўлса элементнинг температураси $W_0 = 2\pi\tau_0 T^4$ тенгликдан топилади. Нурланиш фотоэлементининг иккила юзасида рўй бергани учун тенгликка икки сони кириткилиб ўйилган, σ_0 – Стефан Больсман доимийси бўлиб, сон қиймати

$5,67 \cdot 10^{-12} \text{ Вт/см}^2 \cdot \text{град}^4$ га тенг. Агар ютиш коэффициенти – A , нурланиш қобилияти $-\varepsilon$ ни ҳисобга олсак, элементнинг температураси қуйдаги тенгликдан топилади.

$$T = \sqrt[4]{\frac{\varepsilon W_{\odot}}{2 A \tau_0}}$$

Ҳозирги кунда $P-Al_x-CeO_{1-x}-PCaAS-n-CaAS$ система асосида олинган гетеро фото-эментлар Юқори температура $(100-200)^\circ \text{C}$ да 2000 карра ёриилганликда ҳам эффектив ишлайди. Бундай элементларнинг 1 см^2 юзасидан 2500 карра йирилган қуёш нурида 20–30 Вт электр қуввати олиш мумкин. бундай ёритилганда элементларнинг ФИК 15%, вольт–ампер характеристикасининг тўлдириш коэффициенти $\varepsilon = 0,6$ ни ташкил этади. Бу жуда яхши кўрсаткичдир.

Қуёш энергиясидан фойдаланиш муаммоси. Республикамизда қуёш энергияси етарли даражада мавжудлиги иккинчидан, келажакда юзага келадиган энергетика танқислиги бартараф қилиниши имконияти катта. Шу масадда мактаб, академик литсей, коллеж ва олий ўув юртларида бу масалани кенг ёритиш ҳамда унга эътибор бериш, қолаверса шу соҳада мутаассислар тайёрлаш шу куннинг асосий муаммосидир.

Бу масалани ал қилишда берилган мақолада қуёш элементлари хоссаларини ўрганишга ва қуёш энергиясидан фойдаланиш имкониятини тушунтиришга ёрдам берадиган лаборатория қурилмаси яратилган.

“Қуёш нурланиши имитатори” лаборатория қурилмаси чўғланма лампа ва корректорлайдиган филтър асосида тайёрланган. урилмаси уйидаги асосий қисмлардан ташкил топган: йўналтирувчи отирқиладиган стерженлар, ёритгич, суюфилтър (кюветлар), қуёш элементи ва раҳамли ўлчагич асбоб мультиметр. “Қуёш нурланиши имитатори лаборатория урилмасининг барча таркибий қисмлари имитатор асосидаги йўқналтирувчи стерженлар ёрдамида горизонтал йўқналиш бўйича аракатланади ва винтлар билан отирилади. қуёш нурланиши имитатори ўлчаш майдончасида 10 қуёш

ёритилганлик қиймати даражасига еришиш имконини беради. Йўқналтирилган нурланишни олиш учун сферик айтаргичдан фойдаланилди. Имитаторда ишлатқиладиган лампа 35 Вт қувватга ва квазитекис спиралли чўланмага эга, бу эса лампанинг ўзи озгина қиздирилганда синаб кўрилаётган фотоэлемент сирти бўйлаб нурланиш оқими зичлигининг катта қийматини ва нотекислиги кичик бўлган нурланишларни олишга имкон беради. Ёритгич лампаси 12 В кучланишли манба оқрали таъминланиб, у ёритгич корпусига жойлаштирилган трансформатор оқрали лампага узатилади. Трансформатор эса кучланиши 220 В ва частотаси 50 Гс бўлган ўзгарувчан ток тармои оқрали таъминлаб турилади. Конструктив тузилиши жиатидан имитатор суюқ филтрли кўчма ёритгич кўринишида ишланган. Лампа, айтаргич, қуёш элементи ва шиша филтр конвексия туфайли ҳосил бўладиган табиий совук ҳаво оқими ёрдамида совутилади.

Инфрқазил соҳада максимум нурланиш қувватига эга бўлган лампанинг спектрини коррекциялаш шиша ёки сувдан тайёрланган филтр ёрдамида ўтказқилиб, улар тўлин узунлиги 2,7 мкм дан катта бўлган нурланишни тўлқи ютади.

Бунда қуёш элементи нурланиш таъсирида кам қизийди ва унинг ҳарорат режими кўпроқ уни ишлатишдаги реал шароитларга мос келади. Спектрни қуёшниқидек бўлишга яқнлаштириш учун коррекциялаш эса филтр сувини мис ёки никелнинг туз эритмасига алмаштириш оқрали ҳамалга оширилади.

II-боб. Асосий қисм.

2.1 Қуёш электростанцияларини ҳамалда қўлланқилиши.

Ўзбекистонда қуёш иссиқлигидан фойдаланишнинг минг йиллик анъаналари бор. Ҳозирга қадар ва ҳозирги кунда ҳам , хомғишт тайёрлаш, лойдан қурилган иншоотларни қуришти, қишлоқ хўжалик мансулотларини қайта ишлаш, биноларни сув ва ҳавони иситиш учун фойдаланқилиб келмоқда. Аммо қуёш энергиясидан бундай кўринишида фойдаланиш сҳамарадорлиги унча катта эмас. Уни махсус қурилмалардан фойдаланиш ҳисобига ошириш мумкин. Ҳозирги вақтда қуёш энергиясини иссиқлик энергиясига айлантирувчи қурилмалардан фойдаланиш йўқллари ва шакллари етарлигилаб чиқилган.



Қуёш энергиясидан электр энергиясини олиш, Нобель мукофотининг совриндори Альберт Эйнштейн томонидан ташқи фотоэффект ходисаси очилгач, ўзининг илк қадамини қўйган. У 1905 йили Планк гипотезасига таянган ҳолда чоп этган ишига кўра, ёруғлик квантлари металдан канча миқдорда электронларни “уриб” чиқариши мумкинлигини кўрсатхган эди. Фотоэффект ходисаси асосида электр токини олишни дастлаб ўтган асрнинг 30-йилларида совет физиклари уддасидан чиқишган эди. Бу иш машҳур физик, академик А.Ф.Иоффе раҳбарлиги остида ҳамалга оширилган. Ўша

пайтда олинган олтингугурт ва таллийдан тайёрланган қуёш элементларининг фойдали иш коэффициенти (ф.и.к.) 1% дан ортмаган бўлсада, шу соҳада кейин авж олиши керак бўлган ишларга биринчи қадам қўйилган эди. 1954 йилга келиб ҳамерикаликлардан Пирсон, Фуллер ва Чапинлар ф.и.к.и 6% ни ташкил этган кремнийдан тайёрланган қуёш элементлари ясаганликлари ҳақида патент олишга муваффақ бўлишган. 1958 йилдан бошлаб, кремний қуёш элементлари совет ва Америка космик аппаратларининг асосий электр манбалари бўлиб қолди. 30-йилларга келиб қуёш элементларининг ф.и.к.и 10 фоизга яқинлашди, аммо йигирма йил мобайнида шу қийматлар атрофидан кўтаркилиши қийин бўлди. Космик кемалар учун бу кўрсаткич етарли бўлсада, ер юзида инсон эҳтиёжи учун бундай элементлардан фойдаланиш жуда қимматга тушади. Буни шундай тушунтириш мумкин. Ер аҳолиси истеъмоли учун, масалан атиги 11кг кремнийни таркибини керакли даражадаги сифатда тозалаб олишга 100 \$ маблағ керак бўлади. Буни арзон нархдаги нефть маҳсулоти билан солиштирилиб кўрилганида жуда катта дабдабали энергия миқдорини беради. Шунинг учун бу борадаги ишлар тўхтатилиброқ қолган эди. Аммо навбатдаги физик, Нобель мукофоти эгаси Ж.И.Алфёров, ўзининг назарий тадқиқотлари асосида, атом электростанцияларини қуриш ва уни эксплуатация қилиш учун ажратилган маблағларнинг лоақал 15% нигина қуёш энергетикасини ривожлантиришга сарфланганида ҳозирги пайтда мамлакат учун АЭСлар мутлақо керак бўлмаслигини кўрсатхиб берди. Ўша ахборот, ҳозирги асримизнинг бошлариданоқ ф.и.к.и 20% ни ташкил этиши мумкин бўлган қуёш элементларини пайдо бўлиши билан, ўз мавқеига эга бўлди. Қуёш энегиясини электр энергиясига айлантириш (фотоэлектрик ўзгартиргичлар ёрдамида) – фойдаланишнинг бир тури холос. Аммо қуёш дан бошқа усуллар орқали қатор мақсадларда ҳам фойдаланилади.

Масалан, Ўзбекистоннинг Тошкэнгт вилоятидаги Паркэнгт шаҳарчасида “қуёш сандони” қурилган бўлиб, у эриши жуда қийин бўлган металл маҳсулотларни эритиб, таркиби турли аралашмалардан ҳоли бўлган

материалларни олишга қўлланилади. Голландиянинг Херхюговард шаҳри яқинида “қуёш шаҳри” деб номланган экспериментал туман жойлашган. Бу ердаги уйларнинг томлари қуёш панеллари билан ёпилган. Айрим уйларни томидаги манбалар 25 кВт гача электр энергияси ишлаб чиқариб беради. Шаҳар истеъмоли учун ишлаб чиқарқилиши керак бўлган энергияни 5 МВт га етказиш режалаштирилган Австралида эса мана 19 йилдан бери ҳар йили бир маротаба қуёш электромобилларининг пойгаси ўтказилади. Бу пойга Дарвин ва Аделҳайда шаҳарлари ўртасида ўтказқилиб, 3000 км масофани ташкил этади. 1990 йили Санё компанияси қуёш батареяларида ишлайдиган самолёт қуриб битказди ва текширувдан ўтказди. Америка қўшма штатларининг Нью-Йорк шаҳрида қуёш энергиясидан ҳатто ахлат ташувчилар ҳам фойдаланадилар. Бу ернинг иккита туманида бир ярим йилдан бери чиқиндилар учун тайёрланган махсус қуёш контейнерларида (БигБеллй), электр энергиясига айлантирқилиб олинган қуёш энергияси ёрдамида чиқиндиларни тахтакачлаб юклаш ишларини бажарадилар. Ҳозирги пайтда АҚШ да умумий қуввати 600 МВт дан юқори бўлган бир неча гибрид қуёш -иссиқлик электростанциялари фаолият кўрсатмоқда. Кундузи улар қуёшдан ишлайди, тунда эса сув совиб қолмаслиги ва электр энергияси тугҳамаслиги учун, газдан фойдаланилади. Қурилмалардаги буғнинг ҳарорати 3700С гача боради, босим 100 атмосферага тенг. ҚЭС энг юқори қуввати 5 МВт бўлиб, у биринчи ядро реакторининг қувватига тенг эди. Бу ҚЭС 10 йил давомида 2 миллион кВт.соат электр энергиясини ишлаб чиқарган. Аммо шунга қарҳамай, унинг таннарни жуда юқори бўлганлиги туфайли уни 90 – йилларнинг ўртасига келиб тугатилган. Энди ҳуди шу пайтларда қўшма штатларида Лоосе Индустриересъз компаниясида 80 мегаваттли қуёш - газли электрстанциясини қурди. Компания беш йил давомида жҳами 480 МВт энергия ишлаб чиқара оладиган бир неча электростанцияни ишга тушириб, “қуёш -газ” электр энергияси нарҳини 7-8 центгача туширди. Ғарбда “қуёш уйлари” ни қуриш “яхши одат туси” га кириб бормоқда: Ҳар бир уй учун 10 000\$ пул маблағини ортиқча тўлаб

кўйилса (1 500-3 000 доллар куёш коллекторлари, 7 000 доллар эса элементлари учун), бу сарф ўзини 7-10 йил мобайнида оқлайди. Айнан шунинг учун ҳам ривожланган мамлакатлар ҳукуматлари, эртанги кун ҳақида қайғуриб, “куёш томлари” га эга бўлишни истаганлар учун молиявий муаммоларини ҳал қилувчи дастурларни ишлаб чиқилмоқда ва таъминланмоқда. Бундай дастур лойиҳаларнинг номлари деярли бир хил. Биринчи бўлиб, куёш уйлари қуриш бўйича етакчи давлат саналган Германияда 1990 йили лойиҳа ишга туширилди. У “1000та куёш томи” деб аталган. Кейинчалик эса яна Германия томонидан “100 000 та куёш томи” деб аталган лойиҳа тайёрланиб, барча ягона иқтисодий тизимга аъзо бўлган мамлакатлар томонидан қабул қилинди. Ва ниҳоят, АҚШ томонидан ҳам лойиҳа яратилди. Бу улкан лойиҳа “1000000 куёш томлари” деб аталди. Бундай ҳаракатларга Монголия ҳам келиб қўшилди ва “100 минг куёшли ўтов” деб номланган лойиҳасини киритди. Куёш уйлари қурдириш учун маблағ сарфлаб тегишли топшириқларни бажараётган бундай уйлар эгаларига маълум бир тартибда имтиёзлар яратқилиб, уларга энерготизимларни бемалол ишлата олишликлари учун қўшимча ўқишлар, кредитлар ажратиш, фойзсиз суда олишлар каби энгилликлар яратилган.

АҚШда бу лойиҳа учун ҳозирги ўн йилликнинг охиригача 6 миллиард доллар сарф қилиш режалаштирилган. Ажратилган маблағнинг 3 миллиарди бир йил мобайнида фақатгина биноларда энергияни тежашга белгиланган. Натижада штатлар ўз олдиларига қўйган дастурни ҳамалга ошириб бўлишди: бу ерда куёш технологияси 1,5 миллион уйда фойдаланилмоқда. Уларнинг барчаси бир бўлиб 1400 МВт энергияни тежайди. 1400 МВт тежалган энергия эса бир йил давомида ёқилмай ққолган 5 миллион тонна нефтга тенгдир.

2.2 Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини автоматик аниқлаш қурилмасининг конструкцияси ва ишлаш тамойили.

Малакавий ботирув ишини бажариш натижасида берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини автоматик таризда аниқлаш учун қурилма ишлаб чиқилди. Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқлаш учун қурилма ишлаб чиқилган қурилма аккумуляторли батареяларини зарядсизланиши сабабли қуёш электростанциясига ҳар хил кқувватдаги электр асбоблари уланганида қуёш электростанциясининг учирилгунча унинг ишлаш вақитини автоматик таризда аниқлайди. Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомий-лигини аниқловчи учун қурилма конструктив жихатидан бир бутун электр ҳавфсиз зарбага чидамли корпус қурилишида тайёрланган, унинг олд қисмидаги панелида улчаш асбоблари жойлаштирилган- вольтметр, амперметрлар, ишлаш вақтини ҳисблагичи (счётчик), уланиш тумблери, бошқарув дастаги, ва ҳар хил кқувватдаги ташки электр асбобларини улаш учун разветка, яъни уларда қуёш электростанциясининг ишлаш давомий-лигини аниқлаш лозим бўлади.

Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомий-лигини аниқловчи қурилмани манба билан тҳаминлаш қуёш электростанциясининг инвертори ёрдамида амалга оширқилиб, стентнинг ён сирти қисмидаги чиқишида 220 В узгарувчан кучланиш, 50 Гц частотага эга.

Ишлаб чиқилган қурилманинг улчҳамлари қуёш электростанцияси корпуси ичида жуда аниқ улчовчи компоненталарни кқулай жойлаштиришга имкон беради.

Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомий-лигини аниқловчи қурилманинг конструкциясида бошқа асбоблар билан биргаликда қулай, содда, тез ва ишончли ишлаши имкониятлари ҳисобга

олинган, уларни қушимча мослаҳамалардан фойдаланмаган ҳолда ишлатиш мумкин, бу эса қурилмани кийинчиликсиз бир жойдан иккинчи жойга кучириш имкониятини беради.

Ишлаб чиқилган қурилмани тайёрлаш учун сарифланадиган вақт, яъни улангандан сўнг асосий иш режимига эришиш ва қуйилган масала ва мақсадларни амалга оширишда катта вақт талаб этилмайди, ҳамда уқув жараёнидаги дарсга ажиратилган вақтдан самарали фойдаланишга имкон боради. Қурилмани ишга тушуриш учун таълаб этқиладиган вақт 10 минутдан ортмайди.

Ишлаб чиқилган қурилмадан фойдаланган ҳолда ишлаш тартиби қуйидаги асосий босқичлардан иборат:

1. Қурилмани текис силлик сиртга (жойлаштиринг) урнатинг.
2. Бошқариш блокининг ён қисмидаги розеткага ташки электр асбобларини уланг ва уларнинг ишлаш давомийлигини белгиланг
3. Қурилмага электр манбаини кучланиши 220 В , частотаси 50 Гц га эга бўлган қуёш электростанцияси инверторининг розеткасига вилкани улаш орқали ҳамалга оширилади.
4. Бошқариш панелидаги тумблер ёрдамида қурилмани уланг.
5. Бошқариш панелида мос келган ҳолатлари учун иш режими танлайдиган калитни урнатинг.
6. Зарурбўлган улчашларни бажаринг, бунда бошқариш панелининг олд қисмида жойлашган амперметр ёрдамида ток кучини ва вольтметр ёрдамида кучланишни иш турига боғлиқ равшда назорат килинг.
7. Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқланг.
8. Иш тугагандан сўнг қурилмани манбадан узинг.

Иш тугагач қурилмани манбадан узиш зарур. Ишлаб чиқилган қурилмани манбадан узиш стентнинг уланиш тумблерини **ВКЛ.** ҳолатидан **ВЫКЛ.** ҳолатига утказиш орқали, . бошқариш блоки панели ён қисмидаги ташки асбобларни разветкадан узиш ва узгарувчан ток тармогидаги

вилкани узиш ҳамалга оширилади.

Шуни такидлаш лозимки қурилмадан уқув жараёнида фойдаланишда бошқариш соҳаларига ва техналогик қисимларга жойлаштирилган ахборот миқдори уқувчилар томонидан уларни қабул қилиш ва қайта ишлаш имкониятларига мос келади.

Берилган қучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқловчи қурилманинг ахборот элементларини жойлаш тартиби, қучириш қисмларини жойи ва жойлаштириш тартиби, уларни қучиришни бошқариш уқувчиларнинг мустаҳкамланган ва янада шаклланувчи қуникмаларига мос келади.

III- боб. Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги

Ҳаёт фаолияти хавфсизлиги

Малакавий битирув ишининг ушбу қисмида изланишлар олиб борилаётган хонада юзага келиши мумкин бўлган негатив факторлардан бири электр токидан фойдаланишдаги хавфларни кўриб чиқамиз.

Электр токини инсонга таъсири 20 асрнинг охири чорагида аниқланган. Баланд вольтли электр кучланишларнинг манбаини хатарлилигини биринчи бўлиб В.В.Петров аниқлаган. Ишлаб чиқаришдаги электр жароҳатларни қанча кейин - 1863 йилда ўзгармас ва 1883 йилда ўзгарувчан токни таъсири ёзилган. Саноатда электр энергиясидан кэнгг кўлҳамда фойдаланиш юлга кўйилганлиги сабабли электр токи тасирида рўй бериши мумкин бўлган бахтсиз ходисалар ва улардан сакланиш муҳим масалалар каторига кириб бормокда. Электр токи тасирининг энг хавфли томони шундаки, бу хавфни олдинроқ сезиш имконияти йук.

Шунинг учун ҳам электр токини хавфига ққарши ташкилий ва техник чора-тадбирлар белгилаш, тўсик воситалари билан таъминлаш, шахсий ва жҳамоа муҳофаза тизимларини ўрнатиш нихоятда муҳим.

Умуман, электр токини таъсири фақат биргина биологик таъсир билан чегараланиб қолмасдан, балки электр ёйи таъсири, магнит майдон тасири ва статик электр тасирларига бўлинадики, буларни бқилиш ҳар бир киши учун керакли ва зарурий маълумотлар жумласига қиради. Электр қурилмадан фойдаланишда ишлаётганнинг хавфсизлигини таъминлҳамайдиган, ҳатто энг муқаммал ижро шароитлари вужудга келади ва махсус химоя воситаларидан фойдаланишни талаб қилади.

Масалан, коммуникатсия аппаратлари билан ишлаш жараёнларида - ўчирувчи, алокани тикловчи аппаратлар билан ишлаётганда аппаратлар симларида кучланиш пайдо бўлиш эҳтимоли бор, шунинг учун симдан

инсонни изолятсия килувчи химоя воситаси (диэлектрик кўлқоплар) ёки ердан изолятсия килувчи (изолятсион пояфзал, кўшимча тахтача ва хоказо) воситалардан фойдаланиш зарур. Электр қурилмада таъмирлаш учун иш жойини хозирлашда иш олиб борқиладиган ток ўтувчи қисмлар хатога юл кўйқилиб, кучланиш остида қолдирилган бўлиши мумкин, шу боис тегишли кўчма асбоблар (кучланиш кўрсаткичлари) билан уларда кучланиш бориқлигини аввалдан текшириш зарур. Электр қурилмада ишда ишлаётганларнинг мўлжални ёқотиш хавфи бор, шунинг учун иш қилинадиган жойлар ва қурилманинг қушни участкалари, қолаверса, яқинлашиш ёки тегиб кетиш хавфи бўлган жойларни (оғохлантириш плакатлари) махсус белгилар билан аввалдан белгилаб қўйиш зарур. Электр тоқини инсонга таъсири ХВЙИ асрнинг охирига чорагида аниқланган. Баланд воқтли электр кучланишларнинг манбаини хатарлиқлигини биринчи бўлиб В.В.Петров аниқлаган. Ишлаб чиқаришдаги электр жароҳатларни қанча кейин 1863 йилда ўзгармас ва 1883 йилда ўзгарувчан тоқни таъсири ёзилган.

Саноатда электр энергиясидан қэнг кўлҳамда фойдаланиш юлга қўйилганлиги сабабли электр тоқи тасирида рўй бериши мумкин бўлган бахтсиз ходисалар ва улардан сакланиш муҳим масалалар қаторига қириб бормокда. Электр тоқи тасирининг энг хавфли тоқони шундаки, бу хавфни олдинроқ сезиш имқонияти юк. Шунинг учун ҳам электр тоқини хавфига ққарши ташқилий ва техник чора-тадбирлар белгилаш, тўсик воситалари билан таъминлаш, шахсий ва жҳамоа мухофаза тизимларини ўрнатиш нихоятда муҳим.

Умуман, электр тоқини таъсири фақат биргина биологик таъсир билан чегараланиб қолмасдан, балки электр ёйи таъсири, магнит майдон тасири ва статик электр тасирларига бўлинадик, буларни бқилиш хар бир қиши учун қерақли ва зарурий маълумотлар жумласига қиради. Электр қурилмадан фойдаланишда ишлаётганнинг хавфсизлигини таъминлҳамайдиган, хатто энг муқаммал ижро шароитлари вуқудга қелади ва махсус химоя воситаларидан фойдаланишни талаб қилади.

Масалан, коммуникатсия аппаратлари билан ишлаш жараёнларида - ўчирувчи, алокани тикловчи аппаратлар билан ишлаётганда аппаратлар симларида кучланиш пайдо бўлиш эҳтимоли бор, шунинг учун симдан инсонни изолятсия килувчи химоя воситаси (диэлектрик кўл коплар) ёки ердан изолятсия килувчи (изолятсион пояфзал, кўшимча тахтача ва хоказо) воситалардан фойдаланиш зарур. Электр қурилмада таъмирлаш учун иш жойини ҳозирлашда иш олиб борқиладиган ток ўтувчи қисмлар хатога юл кўйқилиб, кучланиш остида қолдирилган бўлиши мумкин, шу боис тегишли кўчма асбоблар (кучланиш кўрсаткичлари) билан уларда кучланиш бор-юклигини аввалдан текшириш зарур. Электр қурилмада ишда ишлаётганларнинг мўлжални юқотиш хавфи бор, шунинг учун иш қилинадиган жойлар ва қурилманинг қушни участкалари, қолаверса, яқинлашиш ёки тегиб кетиш хавфи бўлган жойларни (огохлантириш плакатлари) махсус белгилар билан аввалдан белгилаб қўйиш зарур.

Умумий бахтсиз ҳодисалар ичида, электр токидан жароҳатланиш тахминан 5% ни ташкил қилади. Лекин, электр жароҳатланиш ичида оғир турли, айниқса ўлим билан тугайдиган ҳодисалар 70-75% ташкил қилади. Электр ҳодисаларни асосий сони, кучланиши 1000В гача бўлган электр ускуналарга тўғри келади. Буни сабаби кучланиши 1000В гача бўлган электр ускуналар кэнг тарқалган бўлиб, уларни ишлатадиган ходимларни электр техникавий тайёрланиши паст даражада. Кучланиш 1000 В дан ортиқ бўлган электр жароҳатларни сони қанча кам, ва уларга хизмат қиладиган ходимлар махсус ўргатилган ва тайёрланган сабабли бахтсиз ҳодисалар ҳам деярли кам содир бўлади.

Электр ток таъсири натижасида инсон танасини шикастланиши **электр жароҳат деб аталади**. Электр токининг хатарлиги шуки, инсон ўз сезги органлари билан, кучланиш бор-юклигини аниқлҳамайди. Одҳам факат электр кучланиш остида қолгандан кейин химояловчи Реакцияси кечикиб

ишга тушади. Инсонни электр токидан жароҳатланиши сабаблари куйидагича:

изоляция килинмаган ток ўтказувчи қисмларга тасодифан тегиб кетиши;

изоляцияси лат еган сабаби металл қисмларга токни ўтиб кетиши;

кучланиш остида қолган металлмас буюмлардан, қадҳамли кучланишдан ва электр ёйи орқали.

Инсон танасидан ўтаётган ток: термик, электролитик, биологик таъсирини ва механик жароҳатланиш олиши мумкин. Термик таъсири - тери тўқимасининг хужайрасини кизишидан куйдиришига олиб келиши мумкин.

Электролитик таъсири - организмнинг суюқликлари парчаланиши натижасида қоннинг ва хужайраларнинг кимёвий ва физик хусусиятлари ўзгарқилиши кузатилади.

Биологик таъсири - танани биоэнергетик жараёнини бузқилиши, яъни тирик хужайраларни тўлкинланиши ва мушакларни кескин қисқаришига олиб келадиган ҳолат. Электр ток билан шикастланишни икки турини кўрсатиши мумкин: электр жароҳат ва электр зарб.

Электр жароҳатланиши - инсонни танасини айрим жойларини шикастланиши, электр куйиши, электр белгилари ва терини металланишини кўринишларига эга. Инсон танасидан ток ўтиши натижасида танани кизиши - электр куйиш деб аталади. Танани ички ва ташқи қисми куйиши мумкин. Жароҳат олиш шароитларига кўра контакт, ёйи ва аралаш куйишларга ажратилади. Тери юзасидаги қул ёки ок-сарик рангли доғлар электр белгилар деб аталади. Шу доғлар танани электр ўтказгич қисмлар билан туташган жойларда ҳосил бўлади. Улар кўпинча огриксиз бўлади, вақт ўтиши билан ўтиб кетади.

Ток таъсирида металлларни заррачалари боғланиб, тери юзасини қоплаб олади. Лат еган қисмини юзаси ғадир-будир бўлиб қолади. Шу ҳолат электр металланиш деб аталади. Бу ҳолат инсон танаси учун хатарли эмас, лекин кўзни металланиши хавфли бўлади.

Юкорида айтилгандан ташкари механик шикастланишлар ва электроофтальмия ҳам электр жароҳатланишига киради. Ток ўтиши вақтида мушакларни кескин қисқариши натижасида терини, қон томирларини ва нервларини ёрқилишига, суякларни синишига ва тобикларни чиқишига сабаб бўлади. Ёйдан чиқаётган ультра-бинафша нурлари натижасида кўзни шҳамоллашини электроофтальмия деб айтилади.

Электр токи таъсири натижасида тирик тўқималарни тўлқинлатиб мушакларни кескин қисқартиришига олиб келадиган ҳолат электр зарба деб аталади.

Одҳамни ток уриш ҳолати тўрт даражада баҳоланади:

I – даражада одҳам хушидан кетмаган ҳолда йиқилиб тушиш, мушакларни қисқартиришига олиб келади;

II - даражада одҳамнинг нафас олиши ва юрак фаолиятига таъсир этилмаган ҳолда хушдан кетиш;

III - даражада нафас ва юрак фаолиятига таъсир этилган ҳолда хушдан кетиш;

IV - даражада электр ток, қон айланиши ва нафас олиш тўхтаб, клиник ўлим юз беради.

Клиник ўлим-бу одҳамни тирик ва ўлим орасидаги ҳолат, шу ҳолатида юракни фаолияти ва нафас олиши тўхтайдди, инсонда ҳеч қандай ҳаёт аломатлари сезилмайди. Клиник ҳолати 6-8 минут давом этади. Шу даврида ҳеч қандай ёрдам бермаган тақдирда миёни хужайралари парчаланиб кайтарилмас-биологик ўлимига ўтиб кетади.

Электр агрегати электр двигателининг ўрқамлар изоляцияси бузилган. Электр тармоғидаги қучланиш 380 В. Тармок нейтралли ерга уланган ва унинг ерга улаш ққаршилиги $R_0 = 12 \text{ Ом}$. Химояловчи ерга улаш қурилмасининг ққаршилиги $R_{\text{е.у}} = 3 \text{ Ом}$, ишчининг ққаршилиги $R_{\text{и}} = 1000 \text{ Ом}$. Ишчи электр жихозига тегиб этган вақтда унинг танаси орқали ўтувчи ток қучи миқдорини аниқланг?

Электр занжирининг эквивалент ққаршилигини аниқлаймиз:

$$P_e = P_o + (P_{e.y} \cdot P_{и} / P_y + P_{и}) = 12 + (3 \cdot 1000) / (3 + 1000) = 14.99 \text{ Ом}$$

Электр занжиридаги ток кучи микдори

$$J_{y.m} = 14.67 \text{ А}$$

Малумки паралел ўрхамларда ток кучи қаршиликка тесқари

пропорсионал ҳолда тарқалади яни: $J_{y.m} = J_{e.y} + J_{и}$

$$J_{e.y} / J_{и} = R_{и} / R_{e.y}, \quad \text{бу ердан} \quad J_{e.y} R_{e.y} = J_{и} R_{и}$$

$$J_{e.y} = \frac{J_{и} \cdot R_{и}}{R_{e.y}} \quad \text{келиб чиқади} \quad J_{и} = J_{y.m} - \frac{J_{и} \cdot R_{и}}{R_{e.y}}$$

$$J_{и} = \frac{J_{y.m} \cdot R_{e.y}}{R_{и} + R_{e.y}} = \frac{14.67 \cdot 3}{1000 + 3} = \frac{215.2}{1003} = 0.05 \text{ А}$$

Бундай ток кучи оғир жароҳатларга ва ўлимга олиб келиши мумкин.

Ишчи электр жихозини ишга туширишда қўшиб-ажратқич (рубилник) тармоқларига тегиб кетди. Электр тармоғидаги кучланиш $U_e = 380 \text{ В}$, тармоқ нейтрални ерга уланган, ерга улаш қаршилиги $R_{e.y} = 18 \text{ Ом}$ Ишчининг электрга қаршилиги $R_y = 1500 \text{ Ом}$, оёқ кийим қаршилиги $R_o = 350 \text{ Ом}$, хона полининг қаршилиги $R_n = 800 \text{ Ом}$. Тегиб кетиш кучланишини аниқланг.

Тегиб кетиш кучланишини қуйидаги формула асосида аниқлаймиз:

$$U_{т.к} = J_{и} R_{и}, \quad J_{и} = U_{т.к} = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{R_{y.m}} \cdot R_{и}$$

бу ерда $K_{y.m}$ - электр занжирининг умумий қаршилиги, Ом

$$R_{\hat{и}} = R_{\hat{o}} + R_n + R_o + R_u = 18 + 800 + 350 + 1500 = 1948 \text{ Ом}$$

Тегиб кетиш кучланиши

$$U_{т.к} = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{R_{y.m}} \cdot R_{и} = \frac{380}{1.73 \cdot 1948} \cdot 1500 = 169 \text{ В}$$

Бундай кучланиш ўлимга олиб келиши мумкин. Ерга улаш қурилмасининг умумий қаршилиги 50 Ом дан катта бўлмаган ҳолат учун аллюмин трубадан тайёрланган вертикал электродлар сонини аниқланг.

Труба узунлиги 2 м, тупрок ққаршилиги – $\rho=200$ Ом. ($\rho=1,35$, $d=0,08$)

$$P_{e.y} = \frac{0.366 \rho}{L} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0.5 \lg \frac{4h+1}{4h-1} \right) = P_{e.y} = \frac{0.366 \cdot 290}{2.0} \left(\lg \frac{2 \cdot 2}{0.05} + 0.5 \lg \frac{4 \cdot 1.0 + 1}{4 \cdot 1.0 - 1} \right) =$$

$$53.07(\lg 80 + 0.5 \lg 3) = 53.07 (1.903 + 0.5 \cdot 0.477) = 114.1 \text{ Ом}$$

Бир – бирига уланган электродлар сони

$$P = P_{y.m} / 10 = 50 / 10 = 5 \text{ Ом}$$

$$n = P_{e.y} / P_{\eta_r} = 112 / 5 \cdot 0.4 = 56 = 56 - \text{дона}$$

Электродларнинг интеграл ққаршилиги

$$P^1_{e.y.e.} = P_{ey} / n \cdot \eta_r = 112 / 56 \cdot 0.5 = 5 \text{ Ом}$$

Электродларни бир – бирига улаш учун ишлатқиладиган ўтказгичнинг узунлиги :

$$l_e = a \cdot n + 0.5 = (2 \cdot 56) + 0.5 = 112.5 \text{ м}$$

Электр ўтказгичлар ққаршилиги :

$$P_{e.y.e.} = P_y / \eta_e = 100 / 0.3 = 500 \text{ Ом.}$$

Ерга улаш қурилмасининг умумий ққаршилиги :

$$P_{y.m} = (5 \cdot 500) / (5 + 500) = 4.95 \text{ Ом}$$

Ёнгинлар саноат корхоналари, халқ хўжалигини ҳамма тармоклари, кишлоқ хўжалиги ва турар жой массивларида юз бериши мумкин бўлган, етказадиган зарари жихатидан табиий офатларга тенглишиши мумкин бўлган ходиса ҳхисобланади. Ёнгинлар катта моддий зарар келтириши билан бирга оғир бахтсиз ходисалар захарланиш, куйиш билан билан биргакишилар ҳаётини олиб этган ҳоллар кўплаб учрайди.

Шунинг учун ҳам ёнгинга ққарши кураш барчанинг умумий бурчи ҳхисобланади ва бу ишлар давлат микёсида ҳамалга оширилади.

Умуман ёнгин чикмаслигини та`минлаш, ёнгин чиккан тақдирда ҳам унинг ривожланиб, таркалиб кетмаслиги чора-тадбирларини кўриш, биринчидан моддий бойликларни сақлаб қолишга қаратилган чора-тадбирлар бўлса,

иккинчи томонидан эса, инсон саломатлиги ва унинг ҳаётини сақлаб қолиш чора-тадбирлари ҳамалга оширилиши, бу масалалар меҳнатни муҳофаза қилишнинг таркибий қисми эканлигидан далҳолат беради.

Ёниш деб - ёнувчи моддалардаги мураккаб оксидланиш жараёнида бир моддадан иккинчи моддага айланиши катта микдорда иссиқлик ва нурланиш ажралиши билан кечадиган ҳодисага айтилади.

Ёниш бўлиши учун асосан уч омил:

- 1) ёнувчи модда;
- 2) ёндирувчи муҳит;
- 3) ққиздириш жараёни бўлиши шарт.

Ёнувчи модда деярли ҳамма жойда бор: булар ҳар хил ёғоч маҳсулотлари ва жиҳозлари, қоғоз маҳсулотлари, химиявий моддалар, ёнувчи суюқликлар ва умумий ҳар қандай органиқ моддалар ёнади. Ёндирувчи муҳит бу бизни ўраб турган ҳаво таркибидаги кислород бўлиб, у ҳам ҳамма вақт мавжуд. Бази бир ҳолларда ёниш жараёни хлор, бром қаби оксидловчилар муҳитида ҳам рўй бериши мумкин.

Энди ққиздириш жараёни бўлса, ёниш Реакцияси вужудга келади. Бунинг учун малум микдорда ққиздириш манбаи бўлиши керак. Реакция бошлангандан кейин, Реакция натижасида ҳҳосил бўлган иссиқлик ёнишнинг давом этишини тҳаминлайди. Шунинг учун ёнаётган зона алангаланиш манбаи ва ёниш зонаси ҳисобланади. Бу зона ҳарорати ққанча катта бўлса, ёниш шунча тез бўлади.

Ёниш жараёни асосан икки хил бўлиши мумкин. Биринчисида ққаттиқ жқисмлари ёниш жараёнида ёнаётган модда ҳаво муҳитидан ажралган ҳолда бўлади. Кислород билан бириқиш ёниш зонасидаги иссиқлик натижасида ортади ва бу бириккан модда(ёки ёниш маҳсулоти) кизиган ҳолатда юқорига ққараб юналади ва ўз ўрнига ҳаво билан кислородни қиришига сабабчи бўлади ва бу ҳолат ёнувчи модда тамом бўлгунча давом этиши мумкин. Бу ёниш ҳаво ҳаракати натижасида ёниш зонасини кислород билан

таъминлаганлиги учун диффузия ёниши деб Юқори тилади. Бундай ёниш ёғъоч, кўмир, шҳам ва бошқалар ёнганда кузатиш мумкин.

Ёнгъинлар ҳам асосан диффузия тартибда бўлади. Ёнишнинг иккинчи хили ёнувчи газлар, ёнувчи суюкликларнинг парлари ва ёнувчи моддаларнинг чанглари ҳаво билан аралашган ҳолатдаги ёниши бу кинетик ёниш деб аталади. Бундай ёниш ҳажмий ёниш жараёнида ўтади, яни шу малум ҳажмдаги модда барабар ёнади.

Ёниш тезлиги модда концентрасиясига, ҳароратига боғлиқ бўлади. Агар бундай ёниш ёпик ҳажмларда ёки идишларда бўлса, портлаш ҳодисаси рўй беради. Ёниш жараёнини шартли равишда куйидаги турларга бўлиш мумкин:

- 1) Чакнаш - ёнувчи аралашманинг бир лахзада ёниб, ўчиши. Бунда ёнишнинг давом этиши учун аралашма тайёрланишининг имкониятини юк.
- 2) Ёниш-қиздириш натижасида ёнишнинг вужудга келиши.
- 3) Алангаланиш-ёнишнинг аланга олиб давом этиши.
- 4) Ўз-ўзидан ёниш моддалар ичида асосан органик моддаларда рўй берадиган экзотермик Реакциялар натижасида, ташқаридан қиздириш сиз ёнувчи аралашманинг ўз-ўзидан ёниб кетиши.
- 5) Ўз-ўзидан алангаланиш ўз-ўзидан ёнишнинг аланга билан давом этиши.
- 6) Портлаш ўта тез ёниш химиявий жараёнининг босим ва энергия ҳосил қилиш билан ўтиши.

Ёнувчи модда маълум ҳароратда ўзидан ёнувчи парлар ажратиб чиқариши натижасида муҳим алангаланиш таъминланса, бу ҳарорати алангаланиш ҳарорати деб юқори тилади.

Баъзи бир, асосан органик моддалар(торф, кипик, пахта, баъзи бир кўмир маҳсулотлари, қорҳамолларнинг чиқиндилари) ўз-ўзидан ёниб кетиш хусусиятига эга. Чунки бу материаллар ғовак асосга эга бўлганлиги сабабли оксидланиши мумкин бўлган юзаси жуда катта бўлганлигидан, агар бу моддалар очик жойларда маълум микдорда йиғқилиб қолса, об-ҳаво шароити таъсирида қизиб ёниб кетади.

Бунинг асосий сабаби органик моддалар нҳамланганда унинг ички қисмида микроорганизмлар ривожланади ва уларнинг ривожланиши натижасида иссиқлик ажралиб чиқади, бу ходисани органик моддаларнинг ўз-ўзидан кизиш просесси деб аталади.

Ёниш жараёни ёнувчи модда молекулаларининг кислород молекулари билан бирикиш ходисаси ҳисобланади. Ёниш жараёнини занжирли Реакция назарияси асосида тушунтириш мумкин. Оксидланиш реакцияси одатда иссиқлик ажралиши билан боради ва бу ходиса маълум шароитда тезлашиб кетиши мумкин. Оксидланишнинг мана шу тезланиш даври ёнишга ўтган даврига тўғри келиб, буни ўз-ўзидан алангаланиш ходисаси деб Юқори тҳамиз. Ўз-ўзидан алангаланиш иссиқлик таъсирида ёки занжир асосида юз бериши мумкин.

Ёнғинларнинг таркалиш эҳтимоли

Бинолар оралиқгидаги масофа, м	0	5	10	20	30	40	50	70	
Ёнғиннинг таркалиш эҳтимоллиги, % ҳисобида	90	10	87	66	27	23	9	3	2
									0

Ўз-ўзидан ёниш иссиқлик таъсирида бўлганда реакция натижасида ажралиб чиқаётган иссиқлик ташки муҳитга таркалаётган иссиқликдан катта бўлган тақдирдагина вужудга келади. Занжир асосида бўлганда молекулалар занжири узлуксиз давом этиши ва занжирнинг тармоклари кескин ортиб кетиши натижасида бўлади.

Ўз-ўзидан ёниб кетишнинг иссиқлик таъсирида рўй бериш ҳолатини кўриб чиқамиз.

Фараз қилайлик идишда В ҳажмида ёнувчи газ, ёки парланиб ёнувчи газ ҳолатига келган суюқлик ҳаво билан бирга тўлдирилган бўлсин. Шу

хонадаги ҳарорат ва атмосфера босимида ҳаво билан тўлдирилган ёнувчи газ ёки парланган суюқлик ўртасида ҳеч қандай Реакция бўлмайди.

Маълумки Реакция жараёни фақатгина ҳарорат кўтарқилиши билан рўёбга чиқади. Агар биз идиш ҳароратини аста-секин кўтара борсак, яъни идишни қиздирсак, унда аралашма ҳарорати ҳам кўтарила боради, бу билан Реакция тезлиги ҳам орта боради ва ўз навбатида Реакция натижасида ажралиб чиқаётган иссиқлик ҳам орта боради. Берилаётган иссиқликка нисбатан ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори қуйидаги формула асосида бўлади:

$$r_1 = B K C^n e^{-E/(RT)}$$

Бу ерда r_1 - иссиқлик ажралиш тезлиги: - газ ёнганда ажраладиган иссиқлик;
 B - ёнувчи аралашманинг ҳажми; K - Реакция тезлиги константаси;
 C - Реакцияга киришувчи моддалар концентрасияси; n - Реакция тартиби; E - активасия энергияси; R - газнинг универсал ўзгармас миқдори; T - аралашма ҳарорати.

Химиявий Реакция тезлиги сифатида маълум ҳажмдаги модданинг бириктиш миқдори қабул қилинган. Активасия энергияси молекулалар ўртасидаги боғъланишни ўзгартиришга сарфланиши зарур бўлган энергия миқдоридир.

Химиявий бириктиш эски моддадаги молекулалар системасидаги атомлар ўртасидаги боғъланишни бузиб, янги молекулалар

боғъланишдаги системани вужудга келтиради. Модданинг бир турдан иккинчи турга айланишини таъминловчи Реакция учун эски атомлар орасидаги боғъланишни бузиш учун маълум миқдорда активасия энергияси сарфланади. Шунинг учун ҳам Реакцияга киришга сарфланиши керак бўлган энергия миқдори йиғилгандагина пайдо бўлади. Бу энергия асосан атом ва молекулалар ўртасидаги боғъланишларни узиш, ёки сусайтириш учун сарфланади. Молекулаларни узқилиш ҳолатига олиб келадиган энергия миқдори активасия энергияси деб Юқори тилади.

Реакция натижасида ажралиб чиқаётган иссиқлик ёнувчи аралашмани қизишига олиб келади. Аралашманинг ҳарорати идиш деворлари

хароратидан кўпайиб кетса, унда ажралаётган иссиқлик атроф мухитга таркала бошлайди. Маълум вақт бирлигида идиш деворлари орқали таркалаётган иссиқлик миқдори, идиш девори ва аралашма ҳарорати орасидаги айирмага тўғри пропорционал бўлади, яни

$$Q_2 = \alpha C (T_1 - T_0)$$

Бунда Q_2 - идиш девори орқали таркалаётган иссиқлик теълиги;

α - иссиқ тарқатиш коэффициент; C - идиш деворлари юзаси; T_1 - аралашма ҳарорати; T_0 - идиш девори ҳарорати

юқорида келтирилган формулаларнинг график кўринишини акс эттиради.

Q_1 - эгри чизик системалари реакцияга киришаётган газлар аралашмасининг бошланғич концентрасиясига боғлиқ бўлган химиявий Реакцияларнинг ҳар хил теълиқларига мос келади. Реакция эгри чизиги бўйлаб борганда ўз-ўзидан алангаланиш бўлмайди. Бу ҳолат модданинг бир маромда оксидланиш жараёнига мос келади. Агар Реакция эгри чизиги асосида бўлса, бунда иссиқлик ажралиши таркалаётган иссиқликка нисбатан ҳамма вақт кўп бўлади.

Бу ҳолатда аралашманинг иссиқлиги кўтарила боради ва натижада ўз-ўзидан алангаланиш бошланади.

Реакцияга киришувчи моддаларнинг ажралаётган иссиқлиги билан таркатаётган иссиқлиги орасидаги мутаносидлик қиздириш эгри чизиги бўйлаб борганда кузатилади. Бунда қиздирилишнинг ва иссиқлик тарқатишнинг тенглашган ҳолати B нуктага тўғри келади. Аммо бу тенгланиш тургун ҳолат эмас. Бу ҳолатда унча катта бўлмаган қиздириш ҳам моддалардан кўплаб иссиқлик ажралишини таъминлаш ва ўз-ўзидан алангаланишга олиб келиши осон. Демак бу икки чизикнинг кесишган нуктаси B ни иссиқлик ажралиши ва тарқалиши тенглашган ҳолат деб қараш мумкин. Мана шу тенглашган ҳолатдаги ҳароратни ўз-ўзидан алангаланиш ҳарорати деб Юқори тилади.

Ҳар хил моддалар учун ўз-ўзидан алангаланиш ҳарорати ҳар хил бўлади ва баъзан кескин фарқ килади.

Масалан А-72 бензинининг ўз-ўзидан алангаларини ҳарорати 255 °C га, кайин ёғочиники 400 °C, линолеумники 411 °C га тенг.

Занжирсимон ўз-ўзидан алангаланиш. Табиатда шундай аралашмалар учрайдики, уларнинг ҳароратини оширмаган ҳолда химиявий жараёнлар рўй бериши ва бу жараёнлар ўз-ўзидан тезланишиши (албатта бирлҳамчи унча кўп

бўлмаган иссиқлик ҳисобга)ва ўз-ўзидан алангаланиш ҳодисасини вужудга келтириши мумкин. Бундай ҳодисаларни занжирли химиявий жараёнлар деб Юқори тилади. Бу ҳодисанинг бўлишига асосий сабаб аралашма ҳолидаги ёнув-чи моддаларда, ма`лум шароит тақозоси билан, ҳарорат ўзгармаган ҳолда,бир ёки бир неча марказда модданинг актив атомлари ҳосил бўлади ва бу атомлар модда таркибидаги молекулалар билан актив Реакцияга киришади, бунинг натижасида ёнувчи модда молекулалари парчаланади ва бу парчаланган молекулалар янги актив марказлар ҳосил қилади.

Агар занжирсимон Реакциянинг маркази битта бўлса, унда занжир реакция суғурилади. Бу ҳолда тармоқланмаган занжир Реакцияси деб аталади. Агар марказ бир нечта бўлса, бунда Реакция кескин кучаяди ва ўз-ўзидан алангаланиш процессига олиб келувчи Реакция тармоқланган деб Юқори тилади.

Буни хлор билан водород молекулаларининг ўзаро бирикиши мисолида тушунтириш мумкин. Хлор молекулалари ёруғлик таъсирида атом ҳолидаги хлор водород билан энгил бирикади. Атом ҳолидаги водород яна парчалайди. Бундан кўриниб турибдики, занжирсимон реакция марказлари тугамайди ва давом этаверади. Занжирсимон реакциянинг ўз-ўзидан алангаланишига олиб келувчи хусусияти ҳарорат кўтарилганда тезлашади. Ҳар қандай газсимон модда, умуман ёнувчи газлар ва парларнинг ёнгинга ва портлашга ҳавфлили-ги алангаланиш чегаралари, ёниш ҳарорати ва аланганинг нормал тарқалиш тезлиги билан белгиланади.

Газнинг ҳаво билан аралашиб ёниши ҳар қандай аралашма ҳосил бўлгандагина ёниш вужудга келади. Шунинг учун ҳам аралашмаларнинг

алангаланиш чегаралари куйи ва юкори чегаралар сифатида белгиланади. Бунда куйи чегара газнинг минимал микдор аланга хҳосил килган ҳолати тушунилади ва мана шу чегара саноат корхонасининг ёнгъинга ва портлашга хавфлилик категориясини белгиловчи омил хҳисобланади.

Хавонинг газ билан аралашмаси, ёниш учун етарли микдорда йиғилган бўлса, маълум хароратгача қиздирилганда алангаланиб кетади, мана шу харорат ёниш харорати деб аталади. Бу харорат ёнувчи аралашма ҳолати ва бошка омиллар таъсирида жуда катта диапазонни ташкил қилиши мумкин.

Ёнувчи аралашма ёнаётган вақтида алангани таркалиш тезлиги аниқланади. Бунда ёнаётган зонага ўтиш тезлиги маълум юзадаги ёнувчи аралашма маълум вақт бирлигида ёниб, туташ зонага ўтиши белгиланади.

Кўпгина газларнинг аралашмаларининг ёниш тезлиги уларнинг аралашмаларининг микдорига ва газнинг хусусиятига боғлиқ бўлади. Газларнинг ёниш тезлиги асосан 0, 3- 0, 8м/с ни ташкил килади. Бундан водород билан асетилен гази мустасно бўлиб уларнинг ёниш тезлиги 2, 76 ва 1, 56 м/с ни ташкил килади.

Аланганинг нормал таркалиш тезлиги газлардаги физика-химиявий хусусият бўлиб, маълум ўзгармас микдор сифатида белгиланади, чунки бу тезликнинг нихоятда ортиб кетиши портлашни белгиловчи омил хҳисобланади. Ёнишнинг тез кечиши портлаш дейилади. Ёниш ққанча қисқа муддатда ҳамалга ошса, портлаш кучи шунча катта бўлади.

Суюкликларда ёниш факат унинг газсимон (яъни буғга айланган) фазасида бўлади. Буғга айланиш жараёни ва тезлиги суюкликнинг физик ва химиявий хусусиятларига боғлиқ бўлади. Шунингдек буғга айланиш жараёни ташки мухит хароратига ҳам боғлиқ бўлади. Шунингдек ёнувчи газ ва суюкликлар билан боғлиқ бўлган саноат корхоналарининг ёнгъинга хавфлилик категорияларини белгилаганда худди шу моддалар саноат корхонаси хонаси хажмининг 5% дан ортик қисмида портлашга хавфли аралашма хҳосил кила оладими, юкми эканлигини аниқлаш керак.

Портлашга хавфли аралашма микдорини ҳҳисоблашда куйидаги мулохазаларга этибор берилади.

1) Ускуналардан бирида авария натижасида бино хонасига хавфли модданинг катта микдори тўкқилиши мумкин;

2) Ускунадаги ҳамма модда ташкарига чикарилади, бир қисми эса авария системаси оркали бошка идишга ўтказиб юборилади.

3) Таъминловчи трубалардан бирида модда тўкқилиши мумкин бўлган имконият туғилди ва бу тўкқилиш таъминловчи окимни тўхтатиб қўйиш даврида маълум микдорда тўкқилиши мумкин, автоматик равишда тўхтатганда 2 мин, кўлда тўхтатганда 15 мин;

4) Тўкилган суюклик юзасидан парланиш натижасида ҳҳосил бўлиши мумкин. Бундай ҳолларда тўкилган суюклик юзасини ҳҳисоблаганда агар маълумотномаларда маълумот ёък бўлса, 1 м^2 юзага 1л суюклик ёйилади деб ҳҳисобланади;

5) Нормал шароитда идишларнинг очик юзаларидан ва янги бўялган юзалардан парланиш;

6) Суюкликлар ва суюлтирилган газларнинг парланиш даврлари, шу суюклик ва газ тўла парланишгача ўтган вақт ҳҳисобланади, аммо бу вақт 1соатдан ошмаслиги керак.

IV- боб. Иқтисодий қисм

Иқтисодий қисм

I. Лойхани техник-иқтисодий асослаш.

II. Инвестисия хажмини аниқлаш.

- Бино, иншоотлар, дастгохларнинг ижара киймати инвестисия хажми
- Материал ишлаб чиқариш захираси киймати инвестисия хажми
- Тез емирадиган ва арзон буюмларнинг ижара киймати инвестисия хажми

• Назорат- оълчов асбобларининг ижара киймати инвестисия хажми

• Лойхани ишлаб чиқаришга сарфланган инвестисия хажми киймати

IIII. Йиллик даромад, иқтисодий сҳамарадорликни аниқланг.

IV. Харажатларни копланиш муддатини аниқланг.

I. Лойхани техник-иқтисодий асослаш.

• Лойханинг максоди, вазифалари, аҳамияти, ҳозирги талабларига жавоб бера олиши

• Лойханинг иқтисодий сҳамарадорлиги, коълланиш сфералари

III. Инвестисия хажмини аниқлаш .

Битирув иши боъйича сарфланадиган харажатларини куйидаги келтирилган жадвалларда келтирҳамиз.

Ўлчов-назорат асбобларини сотиб олиш

ИНВЕСТИЦИЯ ХАЖМИ

1- жадвал

№	Номи	Сони	Донасининг бахоси	НДС 20%	Умумий киймати НДС билан
1	Блок реостатов нагрузка	1	42700	8540	51240
2	Таймер	1	21800	4360	26160
3	Задающий	1	25600	5120	30720
4	Реле	2	11500	4600	27600
5	Блок коммутационный	1	21600	4320	25920
6	Шнур	1	2300	460	2760
7	Выключатель	1	2100	420	2520
8	Клеммы соединительные	4	1000	800	4800
9	Ручки управления	2	1500	600	3600
10	Хомуты крепления	3	500	300	1800
11	Болты	50 штук	30	300	1800
12	Гайки	50	30	300	1800
13	Подставки	2	3200	1280	7680
14	Держатель	1	7200	1440	8640
15	Корпус	1	8500	1700	10200
16	Провода	2м	300	120	720

	монтажные				
17	Ацетон	1кг	9400	1880	11280
18	Краска	0.5кг	9600	960	5760
19	Оргстекло	0,5м ²	14600	1460	8760
20	Припой ПОС 61	0.05кг	110000	1100	6600
21	Канифоль	0,1кг	7000	140	840
22	Бумага шлифовальная	1м ²	6300	1260	7560
	Итого		207300		

Асосий фондлар киймати

2-жадвал

№	Асосий фондлар киймати	Сони	Асосий фондлар
1	Қурилма	1	207300

Амортизация ажратмаси АФ 20% ташкил килади

$$A_{отч} = 20\% * ОФ/12$$

$$A_{отч} = 0.2 \times 207300/12$$

$$A_{отч} = 17275 \text{ сум}$$

Жорий тамирлаш ва техник хизмат учун харажатлар АФ кийматининг 12%

$$P_m = 12\% * ОФ/12$$

$$P_m = 0,12 \times 207300/12$$

$$P_m = 2073 \text{ сум}$$

Лойихани ишлаб чиқарувчи ишчиларнинг иш ҳаққини ҳисоблаш

3- жадвал

Бажарқиладиган ишлар номи	Лавозими	Кунлар	Ўртача бир кунлик иш ҳажми	Бажарилган ишнинг киймати
Лойиха мавзусини танлаш ва шакллантириш	СНС	1	15000	15000
Мавзу бўйича ИТА танлаш ва ўрганиш	МНС	2	7050	14100
Интерфеус дастурини ишлаб чиқиш	МНС	2	7050	14100
Маруза матнини киритиш	МНС	3	7050	21150
Дастурни созлаш	МНС	1	7050	7050
Комплекс дастурларни тестдан ўтказиш	МНС	2	7050	14100
Хатоларни топиш	МНС	2	7050	14100
Хатоларни топиш	МНС	2	7050	14100
Иқтисодий қисм	МНС	2	7050	14100
		1	15000	15000
Мехнатни муҳофаза қилиш	МНС СНС	2	7050	14100
Битирув иши кўл ёзмасини тайёрлаш	МНС	1	7050	7050
Такриз бериш	СНС	1	15000	15000
Битирув ишини имоя	МНС	1	7050	7050
Жҳами		24		201000

Асосий иш ҳаки – барча ишчиларнинг иш ҳаки ва 40 % миқдори мукофот пулининг йиғиндиси сифатида аниқланади

$$З_{осн} = COT * 0,4 + COT$$

$$З_{осн} = 201000 \times 1,4$$

$$З_{осн} = 281400 \text{сум}$$

Қўшимча иш ҳаки асосий иш ҳакининг 10% ҳисобида олинади

$$З_{д} = K_{д} * З_{осн}$$

$$З_{д} = 0,1 \times 281400$$

$$З_{д} = 28140 \text{сум}$$

Меҳнатга ҳақ тўлаш фонди асосий ва қўшимча иш ҳаки тўлаш фонди асосий ва қўшимча иш ҳақларининг йиғиндиси сифатида аниқланади

$$ФОТ = З_{осн} + З_{д}$$

$$ФОТ = 281400 + 28140$$

$$ФОТ = 309540 \text{сўм}$$

Ижтимоий эҳтиёжларга харажатлар ФОТ дан 27% миқдорида ҳисобланади

$$ОФСС = 25\% * ФОТ$$

$$ОФСС = 0,25 \times 309540$$

$$ОФСС = 77385 \text{сўм}$$

Транспорт харажатлари асосий иш ҳақидан 20%

$$Р_{мр} = 0,2 \times З_{осн}$$

$$Р_{мр} = 0,2 \times 281400$$

$$Р_{мр} = 56280 \text{сўм}$$

Ишлаб чиқариш эҳтиёжлари учун иссиқлик харажатлари

Узунлиги -6

Эни-4

$$В = \text{Узунлиги} \times \text{Эни}$$

$$В = 6 \times 4 = 24 \text{м}$$

$$B = 24 \times 663,05 = 15913,2 \text{ сйм}$$

Электр энергиясига бўлган харажатлар куйидаги формуладан аниқланади

$$W = H \cdot T \cdot C$$

H- ўрнатилган қувват, кВт

T- ишлатилган вақт

C- 1 кВт/ соат электр энергия нархи

$$W = 1 \times 144 \times 112,2$$

$$W = 16156,8 \text{ сйм}$$

Инвестиция хажми куйидаги формуладан аниқланади

$$K = \text{МПЗ} + \text{ФОТ} + \text{Аоф} + \sum P$$

$$K = 144000 + 309540 + 22000 + 101550 = 577090 \text{ сйм}$$

Ўрганилган ишнинг харажат сметаси

4- жадвал

	Харажатларнинг номи	Сумма Киймати
1	Бажарилган ишнинг киймати	827313,825
2	Ишлаб чиқариш харажатлари	636395,25
3	Ишлаб чиқариш таннари	605441,25
4	Давр харажатлари	30954
5	Материал харажатлари	176070
6	Хом-ашё	144000
7	Электроэнергия	32070
8	Фот	309540
9	Ижтимоий суғирта	77385
10	Ҳамортизатсия	22000
11	Бошка харажатлар	20446,25
12	Асосий иш ҳаки	201000

Бажарилган ишнинг иктисодий самарадорлигини аниқлаш

5- жадвал

	Кўрсаткичлар номи	Сони		Изох
1	Бажарилган ишнинг киймати	Сум	827313,825	Таблица
2	Ишлаб чиқариш харажатлари	Сум	636395,25	Таблица
3	Инвестиция	Сум	577090	Формула
4	Иктисодий сҳамара	Сум	190918,575	Формула
5	Копланиш муддати	Ой	3	Формула
6	Рентабиллик	%	33	Формула

Иктисодий сҳамарани қуйидаги формуладан аниқлаймиз

$$E = (C_1 - C_2) \cdot$$

$$C_1 = C_2 \cdot 1,3$$

C_1 ва C_2 – аввалги ва кейинги тан нарх

– ишлаб чиқариш хажми

$$E = (827313,825 - 636395,25) \cdot 1$$

$$E = 190918,575 \text{ сўм}$$

Рентабилликни аниқлаймиз

$$P = E \cdot 100\% / K$$

$$P = 190918,575 \cdot 100\% / 577090$$

$$P = 33\%$$

Копланиш муддати аниқлаймиз

$$Tок = K / E$$

Е – иктисодий сҳамара

К- капитал

$$Tок = 577090 / 190918,575$$

$$Tок = 3$$

ХУЛОСА

Малакавий битирув ишини бажариш натижасида берилган кучланишда қуёш состанциясининг ишлаш давомийлигини автоматик таризда аниқлаш учун қурилма ишлаб чиқилди. Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқлаш учун қурилма ишлаб чиқилган қурилма аккумуляторли батареяларини зарядсизланиши сабабли қуёш электростанциясига ҳар хил кқувватдаги электр асбоблари уланганида қуёш электростанциясининг учирилгунча унинг ишлаш вақитини автоматик таризда аниқлайди.

Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқловчи учун қурилма конструктив жиҳатидан бир бутун электр ҳавфсиз зарбага чидамли корпус қурилишида тайёрланган, унинг олд қисмидаги панелида улчаш асбоблари жойлаштирилган- вольтметр, ҳамперметрлар, ишлаш вақтини ҳисблагичи (счётчик), уланиш тумблери, бошқарув дастаги, ва ҳар хил кқувватдаги ташки электр асбобларини улаш учун разветка, яъни уларда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқлаш лозим бўлади.

Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқловчи қурилмани манба билан таминлаш қуёш электростанциясининг инвертори ёрдамида ҳамалга оширқилиб, стентнинг ён сирти қисмидаги чиқишида 220 В узгарувчан кучланиш, 50 Гц частотага эга.

Ишлаб чиқилган қурилманинг улчҳамлари қуёш электростанцияси корпуси ичида жуда аниқ улчовчи компоненталарни кқулай жойлаштиришга имкон беради.

Берилган кучланишда қуёш электростанциясининг ишлаш давомийлигини аниқловчи қурилманинг конструкциясида бошқа асбоблар билан биргаликда кқулай, содда, тез ва ишончли ишлаши имкониятлари ҳисобга

олинган, уларни кушимча мослҳамалардан фойдаланмаган ҳолда ишлатиш мумкин, бу эса қурилмани кийинчиликсиз бир жойдан иккинчи жойга кучириш имкониятини беради.

Ишлаб чиқилган қурилмани тайёрлаш учун сарифланадиган вақт, яъни улангандан сунг асосий иш режимига эришиш ва қуйилган масала ва максадларни ҳамалга оширишда катта вақт талаб этилмайди, ҳамда укув жараёнидаги дарсга ажиратилган вақтдан сҳамарали фойдаланишга имкон буради. Қурилм-ани ишга тушуриш учун таълаб этқиладиган вақт 10 минутдан ортмайди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Акрамов ., Зайнабиддинов С., Тешабоев А. «Яримўтказгичларда фотоэлектрик одисалар», Тошкэнгт, «Ўзбекистон», 1994 й
2. Зайнабиддинов С., Тешабоев А. «қаттиқ жисмлар физикаси», Тошкэнгт, 2000й.
3. А.Т.Мамадалимов., М.Н. Турсунов., «Ярим ўтказгичли қуёш элементлари физикаси ва технологияси». ўув ўлланма, Тошкэнгт, 2003й.
4. Колтун М.М. Солнечные элементы. М. Наука, 1987 г.
5. Тачилин С.А., Бахадырханов М.К., Илийев Х.М. «Технология изготовления солнечных элементов на основе монокристаллического кремния». 2010 г.
6. Курбанова У.Х.,Рахмонов Б.Р.,Бахадырханов М.К.,Хонбобойев А.А. Изучение последовательного и параллельного соьединения ФЕ. 2011 г.
Интернет:
[тп://www.coуриер.com.py/енергй](http://www.coуриер.com.py/енергй),
[тп://соларенергй.иатп.орг.уа/индех.тм](http://соларенергй.иатп.орг.уа/индех.тм),
[тп://ессо-ессосйс.народ.ру/2003_5/индех.тм](http://ессо-ессосйс.народ.ру/2003_5/индех.тм).