

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
НАВОИЙ КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОМБИНАТИ  
НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ  
ЭНЕРГО-МЕХАНИКА ФАКУЛЬТЕТИ  
“ЭЛЕКТР ЭНЕРГЕТИКАСИ” кафедраси

**" Гидроэнергетик қурилмалар "**  
**фанидан**

**МАЪРУЗА МАТНИ**

5310200 "Электр энергетикаси"  
бакалавр йўналиши учун

Тузувчилар: доц. Товбаев А.Н, катта ўқит. Эшев Х.Х, асс. Рахмонов Ф.Н

Ушбу маъруза матни «28» август 2014 йилда «Электроэнергетикаси» кафедрасида муҳокама килинди (баённома №1 ) ва НДКИ нинг услубий кенгаши муҳокамасига тавсия этилди.

НДКИ услубий кенгашининг «\_\_\_»\_\_\_\_\_2014 йилги йигилишида муҳокама килинди ва тасдиқланди. Баённома N \_\_\_\_\_

## **1 – маъруза. Гидроэнергетик изланишларнинг аҳамияти ва гидрометрия. Ҳозирги замон сув хўжалиги ва сув энергетика муаммоларни текшириш масалалари.**

### ***Сув хўжалик ва сув энергетик муаммолар тўғрисида маълумотлар***

Ҳозирги вақтда сув хўжалик тармоқларини ва комплекс гидроузелларини лойиҳалаш ва қуриш халқ хўжалигини сув билан таъминлаш, суғориш, гидроэнергетика, сув транспорти, балиқчилик хўжалиги ва бошқа соҳалар талабларига биноан амалга оширилади.

Ҳозирги замон халқ хўжалигининг асосий муаммоси - сув ресурсларидан рационал равишда комплекс фойдаланиш ва уни муҳофаза қилиш муаммосидир. Саноат ва қишлоқ хўжалигининг ривож, шаҳар ва ижтимоий аҳволнинг яхшиланиши кўпгина сув ресурсларидан фойдаланиш ва муҳофаза қилиш талабларини келтириб чиқармоқда.

1961 йилдан 1980 йилгача Мустақил давлатлар ҳамдўстлигида (МДХ) сув истеъмоли 2 баравардан ошди. Ҳар йили халқ хўжалиги 300 км<sup>3</sup> ҳажмдан ортиқ сувдан фойдаланади, бу умумий йиллик дарё сув миқдорининг 6% ини ташкил қилиб 4,74 минг км<sup>3</sup> ҳажмга тенгдир.

Ҳозирги энг муҳим сув истеъмолчиси қишлоқ хўжалиги бўлиб, (суғориладиган ерлар) 60% гача, саноат эса 30% гача умумий сув миқдоридан фойдаланилади. Сувга кўп эҳтиёж сезадиган иссиқлик энергетикаси, металлургия, ёқилғи, нефть, химия, саноатлари киради. Коммунал-хўжаликларига ишлатиладиган сув миқдори унчалик катта эмас.

Сувдан фойдаланиш даражаси ошиши билан саноат, қишлоқ ҳамда коммунал хўжаликлар чиқиндилари дарё ва сув ҳавзаларига кўплаб қуйилиши кузатилаяпти. Натижада кўпгина сув манбаларининг ифлосланиши ёки сув сифатининг ёмонлашуви кузатилмоқда.

Ундан ташқари, маълум бўлишича мамлакатимизнинг кўпгина районларида сув миқдорининг чекланганлиги маълум, бу айниқса ривожланган саноат ва қишлоқ хўжалиги районларига тегишлидир. Кўпгина сув миқдори МДХнинг шарқий қисмида жойлашган бўлиб, 85% дарё сув миқдори кам тараққий этган районларга тўғри келади. Масалан: Обь, Енисей, Лена ва Амур каби МДХнинг дарёлари йиллик сув миқдорининг 40% ини океанларга қуядилар.

Сув билан кам таъминланган регионларга Украинанинг жанубий, Молдова, Қрим, Азоволди, Волгаорти, Каспий текислиги, Ғарбий Сибирнинг жануби, Қозоғистон, Марказий Якутистон, Ўзбекистон ва Туркменистонлар киради.

МДХни социал ва иқтисодий ривожлантиришнинг 1996-2010 йилларга мўлжалланган асосий йўналишлари, сув ресурслари муҳофазасига ва улардан рационал фойдаланиш муаммосига эътибор жалб қилингандир.

Узоқ Шарқ, Сибирь ва Ўрта Осиё дарёларида катта гидроэлектростанциялар (ГЭС) қурилиши, кичик дарёлар гидроэнергетик ресурсларидан фойдаланишнинг комплекс равишда амалга оширилиши белгилангандир.

1996-2010 йилларда суғориладиган ерлар майдонини 3,3 млн. га ердаги суғориш тармоқларининг техник ҳолатларини яхшилаш, тезда суғоришга ишлатиладиган сув сарфини тежашга ўтиш, сув манбаларини ва ердан фойдаланишни эҳтиётлаш, сув ресурсларини қайта рационал тақсимлаш муаммоларини ўрганишни янада ривожлантириш, табиатни муҳофаза қилиш соҳасида катта ишларни амалга ошириш, Қора, Азов, Болтиқ, Каспий, Орол ва бошқа МДХнинг асосий саноат районларида сув муҳофазасини амалга оширишни тезлаштириш, сув манбаларининг муҳофазасини яхшилаш, жумладан кичик дарё ва кўллари ифлосланиши ва қуриб қолишдан, катта табиий комплекслардан рационал фойдаланиш ҳамда муҳофаза ишларини давом эттириш, ҳозирги шароитда асосий илмий ва муҳандислик изланишларнинг асосий масаласидир.

Бу масалаларни ечишда асосий қидирув ишларига гидрометрик-гидрологик изланиш ва текшириш ишларини бажариш киради. Шунини айтиш керакки, ҳозирги изланишда ишлатиладиган асбоблар ўзининг техник сифати жиҳатидан геодезик, геологик, метеорологик текшириш ишларида қўлланиладиган асбоблардан орқада турадилар.

Шунинг учун кундалик вазифа, замонвий ўлчаш асбобларини яратиш, изланиш ва текшириш экспедиция гуруҳларини шу асбоблар билан таъминлаб, гидрологик ва гидрометрик маълумотларнинг хатоликларини камайитириш зарурдир. Бундан ташқари гидроэнергетик қурилмалар (ГЭҚ) асосий параметрларини сифатли назорат қилиш усули ва асбобларини яратиш ва текшириш ҳозирги куннинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

## **2 – маъруза. Гидрометрия. Гидрометрия ҳақида асосий тушунчалар. Уларда ишлатиладиган назорат ўлчов асбоблари тўғрисида маълумотлар.**

### ***Гидрометрия ҳақидаги асосий тушунчалар***

Гидрометрия грекча сўз бўлиб, суюқликларнинг ҳаракатини ва ҳолатини характерлайдиган катталикларни ва сув объектларининг режимини аниқлаш усуллари мажмуасидир. Гидрометрия - гидрологиянинг бир бўлиmidир ва сув объектлари режимини кузатиш усулларини ишлаб чиқиш, ҳамда кузатишда ишлатиладиган асбоб ва қурилмалар, кузатиш натижаларини қайта ишлашни амалга оширади.

Гидрометриқ кузатишларни бажаришдан мақсад сув объектлари характеристикаларини олиш, уларнинг ўзгариш қонуниятларини ўрганиш, сон ва сифат жиҳатдан сув манбалари тўғрисида маълумотлар тўплашдир. Бу маълумотлар сув энергетик ва сув хўжалиқ ҳисобларида ишлатилади. Бу ҳисоблар натижасида гидротехник иншоотлар, гидромелиорация тармоқлари, гидроэнергетик қурилмалар ва бошқа халқ хўжалиги объектлари лойиҳалари яратилади, ҳамда бу маълумотлар илмий изланишлар учун ҳам зарурдир.

Гидрометрия ҳар-хил сув манбаларини ўрганишда:

1. Атмосфера суви гидрометрияси;
2. Ер усти суви гидрометрияси;
3. Океан ва денгизлар гидрометрияси;
4. Куруклик суви гидрометрияси;
5. Ер ости сувлари гидрометрияларига бўлинади.

Асосий гидрометриқ ишлар ҳисобига, яъни дарё, кўл ва сув ҳавзаларида бажариладиган ишларга қуйидаги масалалар киради:

1. Гидрологик станция ва постлар жиҳози ва уларнинг жойлаштирилиши;
2. Сув объектларининг рельефини ва чуқурлигини ўрганишдаги ўлчаш ишлари;
3. Сув сатҳи ўзгаришини кузатиш;
4. Сув сатҳи қиялигини кузатиш;
5. Сув хароратини, музлашини ва муз қатламини текшириш;
6. Сув оқими йўналишини ва тезлигини ўлчаш;
7. Сув миқдорини ва чўкиндиларни аниқлаш;
8. Чўкинди ва сув тагидаги ётқизикларни аниқлаш;
9. Сувнинг рангини, тозаллигини, зичлигини ва кимёвий таркибини кузатиш ва бошқалар.

### ***Сув энергетика изланишлари классификацияси***

Комплекс қидирув ва текширув ишларини бажаришда сув манбаларидан фойдаланувчи ҳамма халқ хўжалиги соҳаларининг талаблари ҳисобга олинади. Катта сув хўжалиги тармоқлари лойиҳасини бажаришдаги изланишлар, гидроузеллар лойиҳасидаги комплекс истеъмолчилар ва бошқалар (сув транспорти, балиқчилик хўжалиги, сув билан таъминлаш) шулар жумласидандир.

Халқ хўжалигининг бирон соҳаси учун бажариладиган текширишлар алоҳида ўтказилади:

1. Сув транспорти учун;
2. Ўрмон хўжалиги учун;
3. Суғориш, мелиорация ишлари учун;
4. Сув билан таъминлаш, саъноат корхоналарини, иссиқлик ва атом электр станциялари учун;
5. Дарёлардан трубаларни, электр узатиш линияларини, темир йўллари учун;
6. Балиқчилик хўжалиги учун;
7. Сув оқимининг зарарли оқибатлари олдини олиш учун лойиҳа ишлаш;
8. Инсон фаолиятининг табиатга салбий оқибатларини камайтириш йўллари ишлаб чиқиш;
9. Дам олиш худудларини, сув спорти ва сайёҳлар ишини яхшилаш учун.

Изланишларни сув объектлари хили бўйича ҳам классификациялаш мумкин: дарё, кўл, сув омбори, канал изланишлари ва текширишлари.

Текшириш ишлари гидроузел қурилишигача, қурилиши вақтида ва ишлатилиш вақтида ҳар хил тартибда бажарилади.

## ***Изланишда бажариладиган ишлар ва уларнинг турлари***

Текшириш ва изланишда сув хавзаларидан комплекс фойдаланиш вазифалари куйидаги ишларни бажаришни ўз ичига олади:

- геодезик ва тапографик;
- гидрологик;
- метеорологик;
- геологик ва гидрогеологик;
- гидрокимёвий;
- гидробиологик;
- санитар-гигиеник;
- тупроқшунослик;
- геоботаник;
- иқтисодий ва бошқалар.

Халқ хўжалигининг алоҳида соҳалари учун бажариладиган изланишлар:

- тапографик ва геодезик;
- геологик;
- гидрологик текширишларни амалга оширишни талаб қилади.

Ҳамма изланишларни амалга оширишда учта босқич ишлари бажарилиши керак:

1. Тайёргарлик ишлари;
2. Дала ишлари;
3. Тайёрлаш (охирги) камерал ишлари.

***Тайёргарлик ишларига*** - текшириш ишлари ҳажми, дастурлар тузиш, календар режалари, сметалар, алоҳида ишларни бажаришга кўрсатмалар, техника хавфсизлиги, асбоб ва жиҳозларни тайёрлаш, мутахассисларни ва ёрдамчи ходимларни танлаш ва бошқалар киради.

Булардан ташқари, бошланғич камерал ишлар изланишнинг асосий босқичини ташкил этади. Бунда изланиш бажариладиган объект бўйича бор материалларни йиғиш, таҳлил қилиш, архив ва адабиёт материалларини, тапографик хариталарини, аэроснимкаларини, олдинги экспедиция ҳисоботларини таёрлаш ва ўрганиш керак бўлади.

Ҳар бир изланиш ишлари учун тайёр материаллар ҳисоботи ёзилгандан кейин бошланғич камерал ишлар охирига етказилган бўлади.

***Дала ишлари*** - тўғридан тўғри дарё, кўл ва сув омборларида, каналларда бажарилади. Дала ишларини бажаришда олинган ўлчаш натижаларини олдиндан қайта кўриб, текшириб чиқиш зарурдир. Бу хатоликнинг камайишини ва ўз вақтида қайта кузатиш ишларини бажаришни амалга ошириш имконини беради.

Дала ишларига ҳар хил лаборатория: сувнинг химиявий таҳлили, қаттиқ чўкиндилар таҳлили, ер қатлами физик ва механик таркибини текшириш ва бошқалар киради.

***Тайёр камерал ишлар*** изланишнинг энг охириги босқичи бўлиб, ҳамма олинган натижаларни қайта ишлаш, уларни расмийлаштириш ва ҳисоботни тузиш каби ишларни амалга оширишни талаб қилади.

### ***Техник топшириқ ва дастурлар***

Гидроэнергетик ишларни бажаришда техник топшириқни аниқ билиш зарур, чунки бу топшириқ асосида дастурлар, смета ва бошқа лойиҳалар тузилади.

Техник топшириқ (ТТ) лойиҳанинг бош муҳандиси томонидан тузилади ва изланишнинг аниқ мақсадини, масалаларини давом этиш муҳлатини, ҳужжатларни бериш муҳлатини кўрсатиш керак.

Гидрологик ишларни бажариш учун техник топшириқ куйидагича бўлиши керак:

1. Объектнинг номи, лойиҳалаш жараёни;
2. Сув хўжалиги комплекси масалаларининг қисқача мундарижаси (энергетика, сув таъминоти, суғориш, балиқчилик ва бошқалар);
3. Сув объектдан фойдаланиш чизмасининг қисқача характеристикаси, иншоотлар створининг жойлашиш вариантлари, шу жумладан вақтинчалик объектлар ҳамда лойиҳаланаётган гидроузел асосий параметрлари ва бошқалар.

4. Олдинги лойиҳалаш босқичлари бўйича мутассади ташкилотлар қароридан кўчирма, изланиш ва уни ташкил қилиш ишларини белгилаш;

5. Гидрологик масалалар;

6. Махсус талаблар (сув таркиби, дарёдан ўтиш маълумотлари), айрим гидрологик масалаларнинг ҳал қилиш учун;

7. Лойиҳалаш жараёнининг қурилиш ва бошқа ташкилотлар учун керакли гидрометрик маълумотларини кўрсатиш;

8. Изланиш материалларини кўрсатиш даврлари (ҳисобий, гидрологик характеристикалар, техник ҳисоботлар ва гидрологик ёзишмалар).

Гидрографик асосда ҳамма створлар жойлашиш схемалари кўрсатилган иншоотлар, асосий ва ёрдамчи иншоотлар компановкаси техник топшириққа илова қилиниши керак, чунки бу маълумотлар дарёнинг гидрологик режимига таъсир кўрсатади.

Дастур эса техник топшириқда кўрсатилган комплекс изланиш ишларини асослаб бериши зарур.

Дастур жуда ихчам, аниқ кўринишда малакали мутахассислар томонидан тузилади.

Гидрологик изланиш дастури қуйидагилардан иборат бўлиши керак:

1. Изланиш бажариладиган районнинг қисқача физик-географик характеристикаси;

2. Гидрологик ва метеорологик ўрганилганлиги;

3. Гидрологик изланишнинг ҳажми ва таркиби (илова шаклида бажариладиган ишлар ҳажми, гидрометрик пунктлар ва бошқалар) келтирилади.

Бу бўлим дастурнинг асосий ишчи ҳужжати ҳисобланади. Бу бўлимда:

а) Юқори бьеф, муҳандислик масалалари, таркиби, ҳажми, иш бажариш усуллари, иш бажариш шартлари;

б) Иншоот жойлашадиган район;

в) Қуйи бьеф;

4. Камерали ишлар.

Дастур тузилгандан кейин экспертизадан ўтказилади ва муносиб кўрсаткичларга биноан тасдиқланади.

**3 – маъруза. Ўлчаш ишлари. Сув чуқурлигини ўлчашда ишлатиладиган асбоблар. Сувнинг тезлигини ўлчаш усуллари ва асбоблари. Сув сарфини ўлчаш. Каналлар ва қувурларда сув сарфини термоанемометрик сарф ўлчагич ёрдамида ўлчаш ҳамда унинг асосий характеристикаларини ўрганиш.**

### ***Назорат-ўлчаш асбоблари тўғрисида маълумотлар***

Ўлчаш техникаси халқ хўжалигининг барча соҳаларида фан-техника тараққиётининг муҳим омилларида биридир. Кейинги йилларда технологик жараёнларнинг ўсиш тезлиги ошди, бир агрегатда ўлчанадиган параметрлар сони кўпайди. Шу боисдан ўлчаш воситаларининг ва ахборот-ўлчов тизимларининг ишончлилиги кўп ҳолларда агрегатнинг умуман ишончлилигини белгилайди. Параметрларнинг тўғри қийматларини билмасдан туриб ва бу қийматларни автоматик назорат қилмасдан туриб, технологик жараёнларни ёки агрегатларни тўғри бошқариб бўлмайди, ўлчов воситаларисиз эса автоматлаштириб бўлмайди.

Бугунги кун техниклари ва муҳандислари янги технология ҳамда техникадан фойдаланишга, технологик жараёнларни автоматлаштиришни кенг жорий этишга, ишлаб чиқариш резервларини (заҳираларини) аниқлаш ва уни жадаллаштиришга қодир бўлишлари керак. Хусусан, техниклар ва муҳандислар олдида фан-техника тараққиётининг йўл бошловчиси бўлишдек маъсулиятли вазифа турибди. Кузатувчи идрок қилиши учун қулай шаклдаги ўлчов информацияси сигналини ишлаб чиқишга хизмат қиладиган ўлчов воситаси **ўлчов асбоби** дейилади. Ўлчов асбобида кузатувчи ўлчанаётган катталиқнинг сон қийматини ўқиши ёки синаши мумкин. Ўлчов асбоблари аналог ва рақамли бўлиши мумкин. Аналог ўлчов асбобларида асбобнинг кўрсатиши ўлчанаётган катталиқ ўзгаришларининг узлуксиз функциясидан иборат бўлади, рақамли ўлчов асбобларида эса кўрсатишлари ўлчов информацияси сигналини дискрет ўзгартириши натижасидан иборат бўлган рақамли шаклда ифодаланган бўлади.

Ўлчашга доир ахборотни узатиш, ўзгартиш, ишлов бериш ва сақлаш учун қулай бўлган, аммо кузатувчи бевосита идрок қилиши мумкин бўлмайдиган шаклдаги сигнални ишлаб чиқиш

учун хизмат қиладиган ўлчаш воситаси *ўлчаш ўзгартиргичи* деб аталади. Бирламчи ўлчаш ўзгартиргичлари, кўпинча, *датчик* деб юритилади. Ўлчов асбоблари ва ўзгартиргичлари ўлчанаётган катталиқнинг турига қараб тегишли номларга эга бўлади. Масалан: термометрлар; манометрлар; дифманометрлар; сарф ўлчагичлар; сатх ўлчагичлар; концентратомерлар; нам ўлчагичлар ва бошқалар.

### *Сув чуқурлигини ўлчаш усуллари ва асбоблари*

Ўлчаш ишларини бажаришдан мақсад, дарё, кўл, сув хавзалари чуқурлигини ва сув таги рельефи характерини аниқлашдир. Ўлчаш натижалари сув транспортига, гидравлик иншоотлар лойиҳасини тузишга, гидроузел қуйи бьефларидан сув ювиб кетадиган зоналарни аниқлашга, сув таги узунлик ва кўндаланг профилларини аниқлашга ва бошқаларга керак бўлади. Гидрометрик створларда эса ўлчаш ишлари дарёдаги сувнинг кўндаланг кесим юрасини ва марфометрик характеристикаларини аниқлаш учун бажарилади.

Сув чуқурлиги тик чизик бўйича сув юзасидан то тагигача ўлчанади. Чуқурлик ўлчанадиган жой, *ўлчаш вертикаллари* дейилади.

Ҳар хил вақтда ўлчанган чуқурлик бир хил бўлиши учун, вақт давомида сув сатҳи ўзгаришини кузатиш зарур.

Ўлчаш ишларини бажаришда гидрометрик створда бир неча ўлчаш вертикаллари олинади. Агар дарё унча кенг бўлмаса, ўлчаш ҳар бир метр оралиғида бажарилади. Масофани ўзгармас нуқтадан трос ёки ўлчаш лентаси орқали олинади.

Агар дарё кенг бўлса, ўлчаш вертикаллари камроқ олинади, бунда ўзгармас нуқтадан масофани угломер орқали топилади. Дарёда кўндаланг ҳаракатланиш учун гидрометрик кўприклар, паром ёки қайиқли ўтишдан фойдаланилади.

Дарё ўзани мустаҳкам бўлмаса, ўлчаш ишларини тўғрисига ва орқасига ҳаракатланиб ҳар бир ўлчаш вертикали учун бажариш керак. Чуқурлик учун ўртача қиймат олиниб, унинг аниқлиги талаб даражасида қабул қилинади.

Чуқурлик ўлчаш кўлда, механик равишда ва эхо-товуш бўйича ўлчаниши мумкин.

Кўлда бажариладиган ўлчаш қурилмалари соддароқ бўлиб, уларга гидрометрик *штанга*, *таёқ* ва *лотлар* киради.

Чуқурлик ўлчайдиган таёқ думалоқ қирқимли, 4÷5 см диаметрли 5÷7 м узунликка эга асбобдир. Бу таёқ алмашиб келадиган бўёққа бўялган. Ўлчаш хатолиги - 5 см.

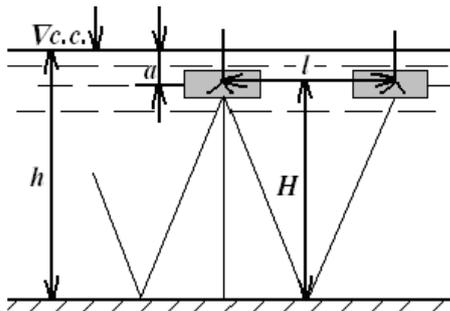
*Гидрометрик штанга* - иккита секциядан иборат бўлиб, 28 мм диаметрли пўлат трубадан ясалиб, ҳар бири 1,5 м дандир. Штанганинг пастки қисми учлироқ қилиб ясалади, сиртида эса ҳар 10 см белгилар қилинган, ноль белгиси эса штанганинг учига тўғри келади. Штангалар ёрдамида 3 м гача чуқурлик ўлчаш мумкин, хатолиги эса 5 см атрофида.

*Лот* - шнурга 2÷5 кг ли юк боғланган қилиб ясалади. Лотни белгилаш: 10 м узунликдаги дециметрларда, 5 м узунликдаги 20 см дан, кейинги узунликда эса 0,5 м дан таёрланади. Стандарт лот - 4,5 кг оғирликка эга ва 25 м чуқурлик ўлчашга мўлжалланган. Оқимсиз сув хавзаларида эса 100 м гача чуқурликни ўлчаш мумкин. Ўлчаш хатолиги - 10 см ни ташкил этади.

Механик қурилмага - *механик лот* киради. Бу лот лебедкадан, тросдан, чуқурлик ҳисоблагичидан, сўри шаклдаги юкдан иборат.

Нева ва Луга лебедкалари бир хил деталлардан тайёрланади. Трос узунлиги - 22 м ни ташкил этади.

Трос ичида электр узатгич жойлаштирилган. Нева лебедкаси 50 кг гача, Луга лебедкаси 30 кг гача юк кўтариш қобилятига эга.



### 3.1 -расм. Ультратовуш усулида сув чуқурлигини ўлчаш.

Ўлчаш эхолотлари - акс садоли ўлчаш қурилмаларига киради. Тебратгичдан товуш импульсларини дарё тубига жўнатиб, тебратгич -қабул қилувчи аппаратлар яна импульс қабул қилади, шу оралиқда кетган вақт, сув чуқурлигига пропорционал бўлади (3.1-расм).

Ультратовуш тебранишларининг сувдаги тезлиги ( $\vartheta=1462$  м/с) ва импульснинг ўтиш вақти орқали сув чуқурлигини топиш мумкин:

$$h + H + h = \sqrt{\left(\frac{\vartheta t}{2}\right)^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} + a, \quad (3.1)$$

бу ерда  $a$  - импульс тарқатиш нуқтасидан сув сатҳигача масофа;  $l$  -импульс тарқатувчи ва қабул қилувчи аппаратлар орасидаги масофа.

Эхолот ёрдамида 0,5÷20 м оралиғида чуқурлик ўлчаш мумкин. Ўлчаш хатолиги 5 м гача 0,1 м, 5 м дан ошқ чуқурликда чуқурликнинг 2% ини ташкил этади.

#### **Сув тезлигини ўлчашда қўлланиладиган асбоблар**

Суюқлик оқими тезлигини ўлчаш учун кўпгина асбоб ва усуллар қўлланилади. Шулардан кўпгинаси илмий-текшириш амалиётида гидравлик лабораторияларда ишлатилади.

Гидрометрик створларда эса сув тезлигини ўлчаш учун гидрометрик вертушкалар, қалқитмалар ва бошқа батометрлар ишлатилиши мумкин.

**Гидрометрик вертушкалар (ГВ)** ёрдамида тезликни ўлчаш парракли винт айланишига асосланган. Ўлчаш вақтида умумий винт айланишлар сони ва вақт ҳисобланади. Тезлик катталиги эса тартировка графигидан бир секунддаги айланишлар сонига қараб аниқланади.

Вертушкаларнинг конструкциялари жуда кўп, лекин улар ўлчамлари, парракли винт, контакт ва ҳисоблаш механизм қурилмалари билан фарқ қилади (3.2-расм).

Масалан, айланишлар ўқи жойлашишига қараб, горизонтал ўқли (Гр-55, Ж-3) ва вертикал ўқли (Прайс вертушкаси) бўлиши мумкин.

Ҳамма вертушкалар штангада ёки тросда сувга тушириш имкониятини ҳисобга олиб ясалади.

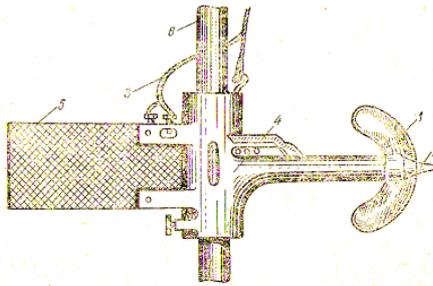
Ҳисоблаш контактига кўра вертушкалар механик ва электр сигналли турларга бўлинади.

Вертушка (3.2-расм) вал 2 га ўрнатилган, айланма куракчалар 1 га эга бўлган ғилдирак бўлиб, асосий корпусга маҳкамланган бўлади. Вертушкани сув оқимига тўғри йўналтириш учун корпус 4 га қанотча ўрнатилган. Вертушкadan электр қўнғироққа ўтказгичлар 3 тортилган бўлиб, куракчалар айланганида электр занжири туташуши туфайли қўнғироқ жиринглайди ёки махсус ҳисоблагич айланиш сонини автоматик равишда ҳисоблайди. Сувга туширилган вертушкаларнинг куракчалари сувнинг тезлигига қараб секинроқ ёки тезроқ айланади. Шунинг учун суюқликнинг тезлиги ҳисоблагичнинг кўрсатиши ёки вақт бирлигида қўнғироқнинг жиринглаш сонига қараб аниқланади.

Занжир контакт механизми орқали гидрометрик вертушка парракли винтининг ҳар 20 айланишида туташтирилади.

Гидрометрик вертушкаларни тартировка қилиш махсус хавзаларда бажарилади. Бунда вертушкани ўзгармас тезлик билан 0,05 м/с дан 2,5 м/с ҳаракатлантиради. Ҳар бир ҳолатда винт айланишлар сони  $n$  бир секунд давомида ҳисобланади. Шу маълумотлар орқали тартировка графиги  $u=f(n)$  қурилади ва бу вертушканинг асосий хужжати (паспорти) ҳисобланади. Ўлчаш хатолиги 0,2% ни ташкил этади.

Бир секундда айланишлар сони  $n = N/t$ , бу ерда  $N$  - ротор айланишлар сони;  $t$  - вақт.



**3.2-расм. Гидрометрик вертушка:**

*1-куракчалар; 2-вал; 3-ўтказгичлар; 4-корпус; 5-қанотча; 6-вертушканинг дастаги.*

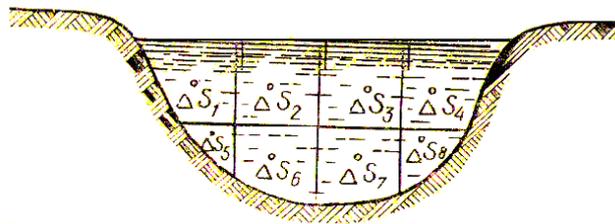
Каналларда суюқлик сарфини топиш учун уларнинг кўндаланг кесимини  $\Delta S_1, \Delta S_2, \dots, \Delta S_n$  элементар юзачаларга бўлиб чиқамиз (3.3-расм). Бу юзачаларнинг геометрик марказлардаги тезликларини вертушка ёрдамида ўлчаб, уларни юзачаларга кўпайтирсак, ҳар бир кесим бўйича сарф келиб чиқади:

$$q_1 = v_1 \Delta S_1,$$

$$q_2 = v_2 \Delta S_2$$

.....

$$q_n = v_n \Delta S_n$$



**3.3-расм. Каналда вертушка ёрдамида тезликни ўлчашга доир чизма.**

Каналда оқаётган суюқлик сарфи бу сарфларнинг йиғиндисига тенг:

$$Q = \sum q = v_1 \Delta S_1 + v_2 \Delta S_2 + \dots + v_n \Delta S_n$$

Бу усул гидрометрик ўлчашларда энг кўп қўлланиладиган усулдир.

**Пито найчаси** учи тўғри бурчак ҳосил қилиб эгилган найча бўлиб, унинг эгилган учи суюқлик оқими йўналишига қарама-қарши қилиб қўйилади, найчанинг иккинчи учи суюқликдан ташқарига чиқиб туради (3.4-расм). Бу ҳолда эркин сиртда ва найчадаги суюқлик сатҳида босим атмосфера босимига тенг. Шу сабабли найчадаги суюқликнинг баландлиги оқимнинг тезлик босмидан иборат бўлади, яъни

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

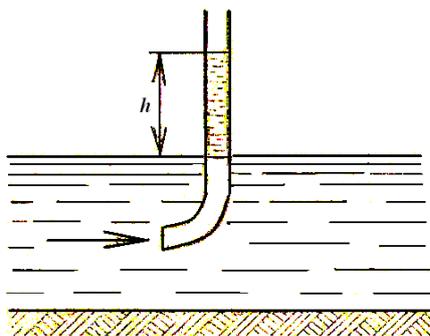
Бундан тезликни топиш формуласи келиб чиқади:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Тезликнинг ҳақиқий миқдори, суюқликка туширилган найча ҳаракат тартибини бузганлиги учун, охириги формула билан ҳисобланган миқдорга тўғри келмайди. Шунинг учун бу формулага тузатиш коэффициентини  $a$  киритилади:

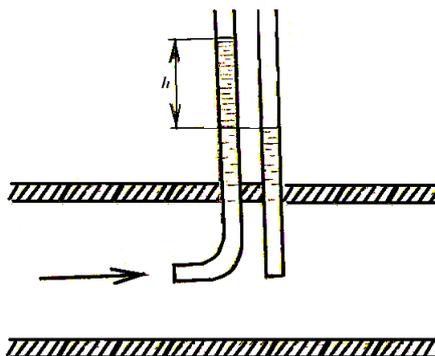
$$v = a\sqrt{2gh},$$

бу ерда  $a$  коэффициент ҳар бир найча учун алоҳида тажрибада аниқланади.



3.4-расм. Пито найчаси.

Пито найчаси очик сиртли окимларда тезликни ўлчаш учун қўлланилади.



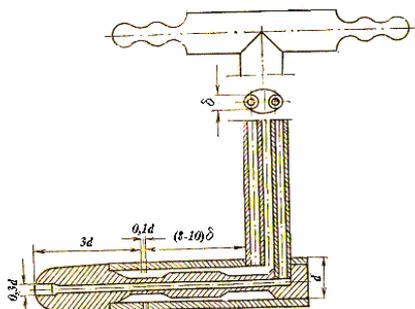
3.5-расм. Прандтль найчаси.

**Прандтль найчаси.** Пито найчасининг қулайлаштирилгани бўлиб, у трубалардаги тезликларни ўлчаш учун қўлланилади (3.5-расм) ва иккита найчадан иборат бўлади. Улардан бири Пито найчаси, иккинчиси пьезометрдир. Пьезометрдаги суюқлик баландлиги пьезометрик босим

$\frac{P}{\gamma}$  дан иборат бўлса, Пито найчасидаги суюқлик баландлиги тўлиқ босим  $\frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$  дан иборат бўлади. Шунинг учун бу икки найчадаги баландликлар фарқи тезлик босимидан иборат бўлади ва тезликни топишга ёрдам беради:

$$v = a_1 \sqrt{2gh}$$

Ҳозирги мавжуд асбобларда бу иккита найча битта катта найча ичига жойлаштирилган (3.6-расм) бўлиб, уларнинг учлари микроманометр ёки дифференциал манометрларга туташтирилган.



3.6-расм. Амалдаги Прандтль найчаси.

Агар манометрлардаги суюқлик оқаетган суюқликдан фарқ қилса, Прандтль найчасининг учи туширилган нуқтадаги тезлик қуйидаги формула билан топилади:

$$v = a_1 \sqrt{2gh \left( \frac{\gamma_1}{\gamma} - 1 \right)}$$

бу ерда  $h$ - дифманометр найчаларидаги сатхлар фарқи;  $\gamma_1, \gamma$  – дифманометрдаги ва текширилаётган суюқликларнинг солиштирма оғирликлари;  $a_1$ - экспериментдан топиладиган, киймати 1 дан 1,04 гача ўзгарувчи коэффициент.

Прандтль найчаси ёрдамида суюқлик оқими кесимининг ҳар хил нуқталаридаги тезликни ўлчаб, бу кесим бўйича тезликнинг ўзгаришини ва сарфини топиш мумкин.

### **Сувнинг сарфи ва миқдорини ўлчаш тўғрисида асосий маълумотлар**

Сарф ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар **сарф ўлчагичлар** деб аталади. Суюқликнинг берилган канал кесими орқали вақт бирлиги ичида ўтган миқдори **суюқлик сарфи** дейилади. Сарф ўлчайдиган асбоблар оний сарфни ўлчайди ва технологик режимлар (айниқса узлуксиз жараёнларда) ишининг барқарорлигини назорат қилишга, технологик жараённинг ўтишини ҳар бир онда автоматик равишда ростлашга ва режимни берилган йўналишга созлашга имкон беради.

Суюқликнинг ҳажмий сарфи л/с, м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/соат, масса сарфи эса кг/с, кг/соат, т/соат ва ҳаказоларда ўлчанади. Асбоблар ҳисоблагичлар (интеграторлар) билан таъминланиши мумкин, унда бу асбоблар ҳисоблагичли **сарф ўлчагичлар** дейилади.

Суюқлик миқдорини ўлчайдиган асбоблар **ҳисоблагичлар** деб аталади. Ҳисоблагичлар ўзларидан ўтган модда миқдорини исталган вақт (сутка, ой ва ҳоказо) мобайнида ўлчайди. Унинг миқдори ҳисоблагич кўрсаткичлари фарқи билан аниқланади. Модда миқдори ҳажми (литр, м<sup>3</sup>) ёки масса (кг, т) бирликларида ифодалайди. Ҳисоблагичлар бевосита ўлчаш асбоблари бўлиб, уларнинг шкаласи бўйича олинган кўрсаткичлар қўшимча ҳисоблашни талаб қилмайди.

Гидроэнергетикада кенг тарқалган сарф ва миқдор ўлчагичлар ишлаш принципи ва тузилишларига кўра бир қанча гуруҳларга бўлинади.

Ўлчанаётган модданинг турига кўра сарф ўлчагичлар сув, мазут, буғ, газ ва бошқаларни ўлчагичларга бўлинади.

Суюқлик ва газларнинг миқдорини ўлчайдиган ҳисоблагичлар қуйидаги асосий гуруҳларга ажратилади:

1. Ҳажм ҳисоблагичлари;
2. Тезлик ҳисоблагичлари;
3. Вазн ҳисоблагичлари.

### **«Тезлик - юза» усулида сув сарфини ўлчаш**

Бу усулда тўлиқ, асосий, қисқартирилган ва тезлаштирилган ўлчаш ишлари бажарилади.

**Тўлиқ усул** - сув тезлигини тезлик вертикалининг кўп нуқталарида (ҳаммаси 5 та) ўлчашга асосланган. Агар дарё туби текис бўлса, тезлик вертикаллари орасидаги масофа бир хил интервалда ушбу 3.1-жадвалга асосан қабул қилинади.

$$Q = 0,1 \left( U_{юза} + 3U_{0,2} + 2U_{0,6} + 2U_{0,8} + U_T \right)$$

**Асосий усулда** - тезлик вертикаллари камроқ, лекин 5 тадан кам эмас, ҳар бир вертикалда эса учтадан нуқтада тезлик ўлчанади. Хатолиги эса 3%, тўлиқ усулга нисбатан.

$$Q = 0,25 \left( U_{0,2} + 2U_{0,6} + 2U_{0,8} \right)$$

### **3.1-жадвал.**

#### **Дарё кенглиги ва тезлик вертикали ўртасидаги боғлиқлик**

<b>Дарё кенглиги В, м</b>	<b>Тезлик вертикал оралиғи, м</b>
< 20	0.5 - 2.0
20 - 30	2.0
30 - 40	3.0
40 - 60	4.0
60 - 80	6.0
100-200	10
200-300	20
300-500	30
500-800	40
> 800	50

**Қисқартирилган усулда** - сув сарфи ҳар бир вертикалда 1 ёки 2 та нуқтада тезлик ўлчаш орқали аниқланади. Агар сув сатҳи муз билан қопланган бўлса, тезлик 2 ёки 3 нуқтада ўлчанади. Бу усул дарё ўзани мустаҳкам бўлганда, сув сарфини тез аниқлашда, унча чуқур бўлмаган дарёларда қўлланилади.

$$Q = 0,5 \left( U_{0,2} + 2U_{0,8} \right)$$

**Тезлаштирилган усул** - сув сатҳи ўзгариши жуда сезиларли пайтда тез сув сарфини аниқлаш учун фойдаланилади (асосан тошқин сувли даврда). Асбобнинг сувда ушлаб турилиш вақти 30 секундгача камайтирилади. Бу усулни тўлиқ, асосий ва қисқартирилган ҳолларда ҳам қўллаш мумкин.

$$Q = U_{0,6}$$

Сув тезлигини гидроствор кенглигида ўлчаш учун тезлик вертикаллари танланади. Тезлик вертикалларининг жойлашиш ҳолати дарёнинг кенлиги ва гидроствор жиҳозига боғлиқ бўлади.

Гидростворда тезлик вертикалининг жойи ўзгармас нуқтадан бошлаб аниқланади ва навбати рақамларда белгиланади, яъни 1 вертикал, 2 вертикал, 3 вертикал ва ҳақозо.

Сув сарфини гидрометрик вертушка ёрдамида топишда, қуйидаги кузатиш ва ўлчашлар "сув сарфини ўлчаш китобчасига" ёзилиши шарт:

1. Дарёнинг ҳолати, об-ҳаво, қўлланиладиган асбоб ва бошқа факторлар;
2. Сув сатҳини кузатиш;
3. Гидростворда чуқурлик ўлчашлари;
4. Тезлик вертикалларининг ҳар хил нуқталарида тезликни ўлчаш;
5. Қияли сув ўлчаш постида сув сатҳини кузатиш.

Чуқурлик ўлчаш натижалари ёрдамида гидроствор кўндаланг кесими юзаси курилади ва тезлик вертикаллари танланади. Тезлик вертикалларининг сони, сарфни ўлчаш усулига боғлиқ бўлади.

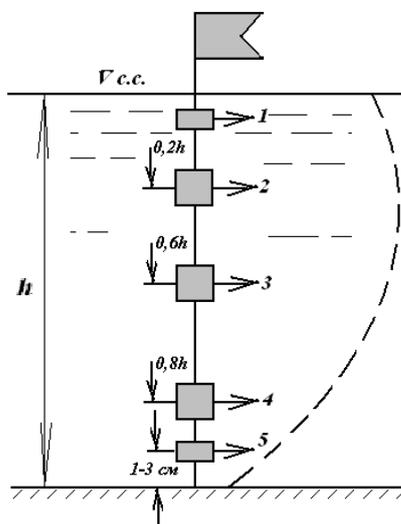
Ўлчаш ишларида битта гидрометрик вертушкадан фойдаланилади. Ўлчашдан олдин гидроствордаги ва сув ўлчаш постидаги сув сатҳи ёзиб олинади. Агар ўлчаш давомида сув сатҳи сезиларли ўзгариб турса, уни ҳар бир тезлик вертикалида икки марта ўлчашдан олдин ва кейин ёзиб олинади. Вертушка тушириладиган ишчи чуқурлик алоҳида ҳар бир тезлик вертикали учун ҳисоблаб топилади.

**Ишчи чуқурлик** деб - сув сатҳи юзасидан дарё тубигача бўлган тик масофага айтилади. Агар сув сатҳи муз билан қопланган бўлса, ишчи чуқурлик муз қатламининг пастки юзасидан бошлаб ҳисобланади.

Сув сарфини тўлиқ усулда топишда тезликни 5 та нуқтадан топилади, бунда вертушкаларни 3.7-расмда кўрсатилганидек ўрнатилади. Ўртача тезлик қуйидаги ифодадан топилади:

$$U_{ур} = 0,1 \left( U_{юза}^{1B} + 3U_{0,2}^{2B} + 3U_{0,6}^{3B} + 2U_{0,8}^{4B} + 3U_{туб}^{5B} \right)$$

Агар ўлчаш ишлари муз тагида бажарилса, тезлик вертикалида яна битта нуқта 0,4h чуқурликда олинади.



### 3.7-расм. «Тезлик-юзаси» усулида сув сарфини ўлчаш схемаси.

**Асосий усулда** - сув сарфини топишда тезлик вертикали сони ва тезлик ўлчаш нукталари ҳам қисқартирилади.

- 1-нуқта 0,2 h чуқурлигида,
  - 2-нуқта 0,6 h чуқурлигида,
  - 3-нуқта 0,8 h чуқурлигида.
- Ўртача тезлик эса:

$$U_{yp} = 0,25 \sqrt{U_{0,2} + 2U_{0,6} + U_{0,8}}$$

ифодадан ҳисобланади.

**Қисқартирилган усулда** - сув тезлиги вертикалининг 0,2h ва 0,8h чуқурликларида ўлчанади, ўртача тезлик эса:

$$U_{yp} = 0,5 \sqrt{U_{0,2} + U_{0,8}}$$

орқали аниқланади.

**Тезлаштирилган усулда** - сув тезлиги 0,6 h чуқурликда ўлчанади. Сув тезлиги:  $U_{yp} = U_{0,6}$  га тенг деб олинади.

Тезликни ўлчашда гидрометрик вертушканинг винги ҳар 20 айланишда берадиган сигнални ёзиб борилади.

Сигнални қабул қилишга кетадиган вақтни "китобга" ёзиб борилади ва уни **қабул вақти** дейилади. Қабул вақти умумий сони нуктада жуфт олиниб асосан 6 мартадан катта қийматларда, яъни тезлик ўлчаш вақти 100 с дан ортиқ бўлиши керак.

Тезлик ўлчаниб, ҳар бир вертикал учун "китобчадаги" катакчаларга тезлик эпюрасини қуриш тавсия этилади. Қурилган эпюра тезликнинг тўғри ёки нотўғри ўлчанганлигини таҳлил қилишда ёрдам беради.

Гидрометрик вертушкалар билан сув тезлигини 0,5 м/с дан 4-5 м/с гача ўлчаш тавсия этилади.

#### Сув сарфини изоталар бўйича аниқлаш

Бу усул сув сарфини қуйидаги интеграллардан ҳисоблашга асосланган:

$$Q = \int_0^U \omega_n \cdot du$$

бу ерда интеграл ҳар бир охириги элемент йиғиндиси, сарф модели билан алмаштирилади. (3.8-расм).

Модель ҳажми ёки сув сарфи

$$Q = \frac{\omega_0 + \omega_1}{2} \cdot d + \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \cdot d + \dots + \frac{\omega_{n-1} + \omega_n}{2} \cdot d + Q_k$$

бу ерда  $\omega_0$  - дарё ҳаракат кесими умумий юзаси;  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  - биринчи изотаха, иккинчи изотаха, ...,  $n$  - изотаха ва сув сатҳи юзаси оралиғидаги юзалар;  $d$  - изоталар орасидаги тезлик интервали;  $Q_k$  - сарф моделининг охириги бўлими ҳажми. У қуйидаги ифодадан топилади:

$$Q_2 = \frac{2}{3} \sqrt{U_{\max} - U_n} \cdot \omega_n$$

бунда  $\omega_n$  - охириги изотахага тўғри келадиган юза;  $U_{\max}$  - кесимдаги энг катта тезлик;  $U_n$  - охириги изотахага тўғри келадиган тезлик.

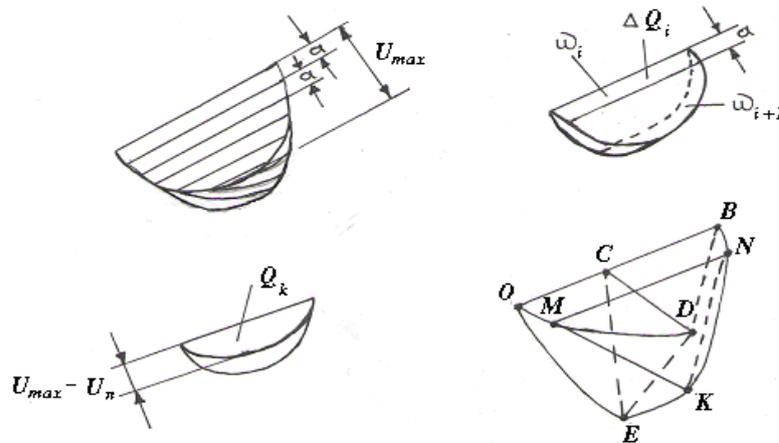
Изоталарни, асосан бир хил тезлик интервали орқали ўтказилади:

$$Q = a \left( \frac{\omega_0}{2} + \omega_1 + \omega_2 + \dots + \frac{\omega_n}{2} \right) + Q_k$$

Сув сарфи қуйидаги кетма - кетлик бўйича ҳисобланади:

1. Миллиметровка қоғозга дарёнинг кўндаланг кесими профили (қирқими) чизилади;
2. Шу миллиметровкага тезлик эпюралари бир хил вертикал масштабда чизилади;
3. Дарё кўндаланг кесими профилида 6÷10 та изоталар чизиб олинади;
4. Планиметр ёки палетка ёрдамида изоталар оралиғида юзалар ўлчанади;

5. Сув сарфини (3.36) формуладан аниқланади, ҳисоблашлар жадвалда бажарилади.



3.8-расм. Сув сарфи моделининг схемаси:

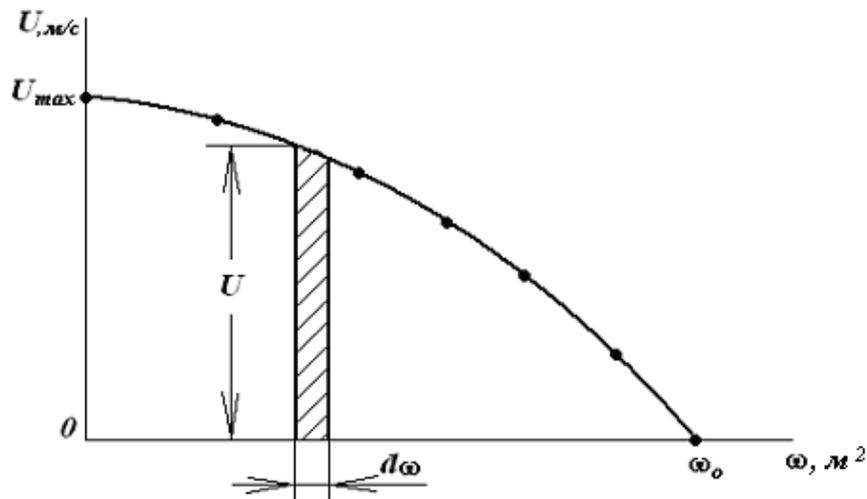
*OEB* – ҳаракат кесими; *OMDNB* – юзаки тезлик эюраси; *CDE* – вертикалдаги тезлик эюраси; *MKN* – изотаха.

Сув сарфини тахиграфик эгри чизик ёрдамида ҳам топиш мумкин. Бунинг учун абсцисса ўқига изотахалар оралиғидаги юзалар, ордината ўқига эса уларга тўғри келадиган тезлик катталиклари жойлаштирилади.

Агар элементар юзани  $u \cdot d\omega$  3.9-расмдагидек жойлаштирак, координата ўқлари ва тахиграфик эгри чизик чегараланган юза ушбу формуладан аниқланади:

$$Q = \int_{\omega} U d\omega,$$

ва бу изланган сув сарфи катталигини беради.



3.9-расм. Сув сарфининг тахиграфик эгри чизиғи.

Элементар юзачани горизонтал ўққа параллел қилиб, яъни  $\omega du$  кўринишида жойлаштирак, унда сарф формуласи

$$Q = \int_0^{U_{\max}} \omega \cdot dU$$

кўринишга эга бўлади.

Амалда эса сув сарфини тахиграфик эгри чизик юзасини планиметрлаш орқали топилади.

**4 – маъруза. Сув сатҳини назорат қилиш. Очиқ каналлардаги сув сатҳини иссиқлик сатҳ ўлчаш асбоблари ёрдамида ўлчаш. Гидрометрик створлар. Гидрометрик створларнинг вазифалари ва уларнинг турлари.**

### ***Сув режимининг сатҳи ҳақида асосий тушунчалар***

Дарё, кўл, ботқоқлик ва ер юзасида жойлашган сув миқдори доимо ўзгариб туради. Сувнинг миқдори ўзгариши билан сув объектлари сатҳи ҳам ўзгариб туради. Сатҳнинг ўзгариш характери кўпгина омилларга боғлиқ бўлиб, кўп йиллик, йиллик мавсумий ва суткалик ўзгаришларни келтириб чиқаради.

Сув сатҳининг **кўп йиллик** ўзгариши асосан иқлим ўзгаришига боғлиқ бўлиб, атмосфера циркуляциясининг узоқ муддатли таъсирида ҳосил бўлади.

**Йиллик сатҳ** ўзгариши асосан метеорологик шароитларга, ёғингарчилик миқдорига, ҳароратга ва ҳаво намлиги ҳамда шамолга, буғланишга кетадиган йўқолишга боғлиқ бўлади.

**Мавсумий сатҳ** ўзгаришлари дарё, кўл, ботқоқликдаги сувлар - улар майдонининг географик жойлашишига ва физико-географик омилларга боғлиқдир.

Айрим вақтларда сатҳ ўзгаришлари ёғингарчиликнинг бир йилда тақсимланишига, яъни иқлимга боғлиқ бўлади. Мавсумий ўзгаришлар дарё хавзасининг рельефига, денгиз сатҳидан жойлашиш баландлигига боғлиқ бўлади.

**Суткалик сатҳ** ўзгаришлари дарёнинг қуйи ўзанида шамол таъсирида, кузги ва баҳорги муз оқишида ва сувнинг кўпайиши ва камайишида кузатилади. Сезиларли суткалик ўзгаришлар гидроузелларда гидроэлектростанцияларнинг суткалик ишига боғлиқ ҳолларда вужудга келади. Максимал сатҳ турбинадан кўп сув ўтказиш натижасида ҳосил бўлади. Юқори беъефдаги сув сатҳи ўзгаришлари сезиларсиздир, чунки сув омбори ҳажми бу ўзгаришларни коплайди (тўлдиради).

### ***Сув сатҳини кузатишда ишлатиладиган қурилмалар***

**Сув сатҳи баландлиги** - шартли горизонтал таққослаш текислигидан сув сатҳи текислигигача бўлган баландликдир. Горизонтал текислик гидрологик постнинг нуль графиги деб қабул қилинади. Бу текислик гидрологик постнинг энг пастки сатҳидан 0,5 метр пастдан олинади.

Сув сатҳи кузатишлари I, II, ва III даражали гидрологик постларда олиб борилади. Кузатиш даврига қараб постлар **вақтинчалик** ва **ўзгармас** бўлади.

Ҳар бир гидрологик постда сув сатҳининг энг пастки ва энг юқориги ўзгаришларини кузатиш учун асбоблар жойлаштирилади.

Тузилишига қараб бу қурилмалар рейкали, қозикли, рейка-қозикли, узатмали ва автоматлашган бўлиши мумкин.

Рейкали сув ўлчаш постлари сатҳ ўзгариши 3 метргача бўлган ҳолларда ўрнатилади. Бу рейкалар тик ва оғма ҳолларда ўрнатилиши мумкин (4.1-расм).

Оғма рейкаларни сунъий мустаҳкамликка эга қирғоқларда ўрнатилади. Улар босим ҳосил қилмайдилар ва натижада аниқ сатҳни олиш имконини беради. Оғма рейканинг ҳар бир бўлими

$$\alpha = 2 \frac{cm}{\sin a},$$

бунда  $a$  - оғма рейканинг горизонтга нисбатан бурчаги.

Сув сатҳи баландлигини рейканинг нулидан ўлчанади. Рейканинг нули билан устма-уст тушадиган горизонтал текислик **кузатиш нули** дейилади. Кузатиш нули белгиси нивелирлаш орқали ўрнатилади.

Рейкадаги ҳисоблаш гидрологик пост нулига келтирилади ва ҳар бир пост учун қурилиш пайтида белгиланади.

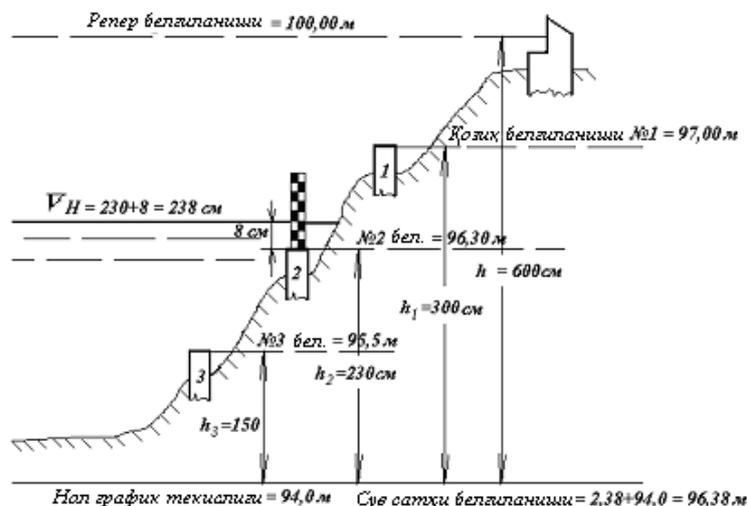
Кузатиш нули билан гидрологик пост графиги нули орасидаги фарқни **пост графиги нулига келтириш** дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$h_{\text{келт}} = H_{\text{о.куз}} - H_{\text{о.сидр}}.$$

Нул график устидаги сув баландлиги қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$H = h_{\text{келт}} + h_{\text{Н}},$$

бу ерда  $h$  - рейкадаги ҳисобланган баландлик.



4.1-расм. Рейкали сув ўлчаш пости.

Қозикли пост текислик дарёларида сезиларли сув сатҳи ўзгаришини кузатишда ўрнатилади. У сув ўлчайдиган қозиклардан иборат бўлиб, дарё қирғоғи бўйича бир қаторда ўрнатилади. Қозик бош қисмлари ўртасидаги масофа 0,8 м. қилиб белгиланади. Четдаги қозиклар энг пастки сатҳдан 0,2÷0,5 метрга, энг юқориги сатҳдан эса 0,5 м баланд қилиб ўрнатилади. Қозикларни энг юқоргисидан бошлаб белгилаб чиқилади. Юқориги қозик яқинида (ёнида) назорат реperi ўрнатилади ва шу репердан бошқа қозикларнинг бош қисмини нивелирлаш ишлари бажарилади. Қозиклар думалоқ ёғочлардан, яъни 20÷25 см диаметрларда ўрнатилиши мумкин.

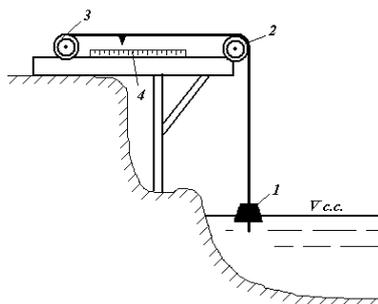
Ҳозирда винтли металл қозиклар кенг қўлланилмокда ва улар ерга махсус калитлар ёрдамида бураб ўрнатилади. Қозиклар ер қатламининг музлаш қисмидан пастроққа киритилади. Сув сатҳи қозикли постларда махсус сув ўлчаш рейкалари ёрдамида (узунлиги 100 см) ўлчанади.

**Аралаш пост** - рейкали ва қозикли постлардан иборат бўлиб, дарё қирғоғининг тик ўзгарувчан жойларига жойлаштирилади. Бунда тик қисмига стационар рейка, ётиқ қисмига сув ўлчаш қозиклари ўрнатилади.

**Узатмали пост** - тоғ дарёларининг тик қирғоқларига ўрнатилади, чунки бундай жойларда сувга яқинлашиш кийинроқдир.

Бундай пост қирғоқда мустаҳкам таянчга ўрнатилиб, консол стрела кўринишида сув сатҳи устида осилиб туради. Қирғоқдан блок орқали стрела охирига ташланган эгилювчан трос 2-5 кг юк билан осилган бўлади. Троснинг тескари қисми қирғоққа жойлашган ғалтакка ўралади. Ўлчаш вақтида юк сувга етгунча туширилади (4.2-расм) ва тросга маҳкамланган кўрсаткич ёрдамида сув сирти аниқланади.

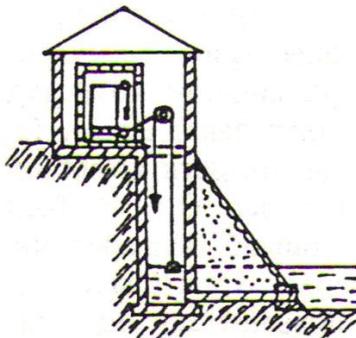
Қалқитма 1 сув сатҳи ўзгаришига қараб кўтарилиб ёки пастга тушиб 2 ва 3 блоклардаги трос кўрсаткичи орқали горизонтал рейкада 4 сув сатҳининг белгисини қолдиради (4.2-расм).



4.2-расм. Узатмали постнинг умумий кўриниши:  
1-қалқитма; 2 ва 3-блоклар; 4-горизонтал рейка.

**Ўзи ёзадиган сув ўлчаш постлари** - тўхтовсиз равишда лентага сув сатҳи ўзгаришини ёзиб боради. Бундай постларда ўзи ёзадиган асбоблар ўрнатилади. Энг кенг қўлланиладиган лимниграфга «Валдай» ва ГР-38 лар қиради.

**Дистанцион (узоқдан) сув ўлчаш постлари** - автомат равишда сув сатҳи ўзгаришини ҳисобга олади. Бундай постлар гидроэлектростанциялар, сув омборлари, суғориш тизимлари ва бошқа диспетчерлик хизматларида кенг қўлланилади (4.3-расм). Бундай постларнинг асосий элементларига қуйидагилар қиради: сув сатҳи датчиги; алоқа канали; ёзиб олиш қурилмаси; ток манбалари.



**4.3-расм. Сув сатҳини ўлчашнинг автоматик пости.**

Датчикнинг сезувчи элементидан маълумот қайта ўзгартирувчи блокка берилиб, у электр сигналига айлантирилади ва алоқа каналдан ёзиб олиш қурилмаси ўзи ёзадиган ёки шкалани кўрсаткичдан иборат бўлиши мумкин.

**Қияли сув ўлчаш постлари** - сув сатҳлари фарқини билиш учун ва текширилатган дарё участкасида сув сатҳи қиялигини аниқлаш учун ишлатилади. Агар дарёда ўзгарувчан босим (подпор) кузатилса, сув сарфи ва сатҳи орасидаги бирлик муносабати бузилади.

Бундай постларни сув сатҳи текислиги қиялигини кузатиш учун юқориги ва қуйи створлар жойлашиши дарё участкасида текширилади.

Қияликни ўлчаш вақтида маълум вақт оралиғида соатга қараб ёки товуш сигналига қараб сув сатҳи ёзиб олинади ва юқориги ва қуйи створлар эътиборга олинади. Сув ўлчаш қурилмаси белгиси қияли постларда нивелирлаш (IV даражали) орқали, иккиламчи юришда асосий сув ўлчаш постидаги репердан бошлаб аниқланади.

#### ***Гидроэнергетик объектларда сув сатҳини назорат қилувчи асбоблар ва уларнинг турлари***

Суюқлик сатҳининг баландлигини ўлчаш ГЭҚ технологик жараёнларини автоматлаштиришда муҳим аҳамиятга эга. Сатҳ баландлигини ўлчаш сувнинг идишдаги миқдорини аниқлаш ва технологик жараёнда иштирок этаётган ГЭҚларда сатҳ ҳолатини назорат қилишдан иборат.

Ишлаш характери жиҳатидан сатҳ баландлигини ўлчагичлар узлуксиз ва узлукли (релели) бўлади. Релели сатҳ ўлчагичлар сувнинг сатҳи маълум баландликка етганда ишлай бошлайди, улар сигнализация мақсадида ишлатилади ва **сатҳ баландлиги сигнализатори** дейилади.

Бу асбоблар ишлаш принципи ва тузилиши жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади. Масалан, суюқлик сатҳ баландлигини ўлчашга мўлжалланган асбобларнинг кўпи сочиловчан моддалар сатҳини ўлчаш учун яроқсиз, усти очиқ идишларда ишлатиладиган асбоблар эса юқори босимда ишлайдиган идишлар учун яроқсиздир ва ҳоказо.

Сатҳ баландлигини назорат қилиш асбоблари шкалани ва шкаласиз бўлади. Шкаласиз асбоблар, одатда, иккиламчи асбоблар билан бирга ишлайди, ёки сатҳ баландлигининг чегараси ҳақида мустақил сигнал беради.

Ўлчанадиган муҳитнинг характери ва ишлаш принципига кўра сатҳ баландлигини ўлчаш асбоблари қуйидаги гуруҳларга бўлинади: кўрсатиш ойнаси; қалқовичли; гидростатик; электрик (сигимли, актив қарашликларнинг ўзгаришига мувофиқ ва индуктив); радиоизотопли; ультратовушли; радиотўлқинли; термокондукторли; вазни ва бошқалар. Гидроэнергетикада кўпроқ қўлланиладиган баъзи бир сатҳ ўлчагичлари билан танишиб чиқамиз.

### Қалқовичли сатҳ ўлчагичлари

Бу асбоблар билан идишдаги суюқлик сатҳи баландлиги ўлчанади. Асбобнинг сезгир элементи – қалқович суюқлик сиртида қалқиб туради (4.4-расмда) ва суюқлик сатҳи баландлигидаги ўрни унга таъсир қиладиган кучлар мувозанатига боғлиқ бўлади. Архимед қонунига мувофиқ, қалқович оғирлиги унинг суюқликка ботган ҳажмидаги суюқлик оғирлигига тенг бўлади. Ундан ташқари, қалқовични ўраб олган суюқлик устидаги муҳит ҳаво бўлмай, зичлиги  $\rho_0$  га тенг бўлган модда бўлса, унда қалқович ҳажмидаги бу модда оғирлиги ҳам қалқовични пастга босади, унинг суюқликка ботишини оширади. Бу икки кучга қарши йўналган, қалқовични юқорига кўтарадиган куч  $F$  ни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$F = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0) \cdot g \int_0^x S dx$$

бунда  $\rho_0$  - суюқлик устидаги муҳит зичлиги;  $g$  - оғирлик кучи тезланиши;  $V$  - қалқовичнинг ҳажми;  $\rho$  - қалқович ботиб турган суюқлик зичлиги;  $x$  - қалқович ботган қисмининг баландлиги;  $S$  - қалқовичнинг кўндаланг кесим юзи.

Агар қалқовичнинг кўндаланг кесими  $S$  баландлиги  $h$  бўйича ўзгармас бўлса,

$$F = S h \rho_0 g + (\rho - \rho_0) g \cdot S \cdot x$$

бўлади.

Суюқлик устидаги муҳит газ ёки ҳаво бўлса,  $\rho_0=0$ , у ҳолда

$$F = \rho \cdot g \int_0^x S(x) dx$$

кўринишда бўлади.

Қалқовични кўндаланг кесими ўзгармас бўлса,

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x$$

ифода билан аниқланади.

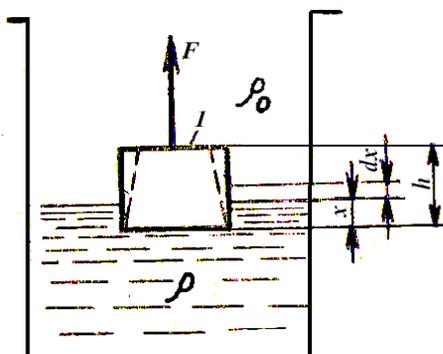
Қалқовичли сатҳ баландлигини ўлчагичларида доимий ва даврий чўкадиган (буйкали) қалқовичлар ишлатилади.

Доимий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлигини ўлчагичларда қалқовични юқорига кўтарадиган мувозанатловчи куч қалқович оғирлигига тенг ва ўзгармас бўлади:

$$F = G = const$$

Бундан фойдаланиб, қалқовичнинг суюқликка ботган қисмининг баландлигини топиш мумкин:

$$x = \frac{G}{S \cdot \rho \cdot g} = const$$



4.4-расм. Қалқович силжишининг схемаси.

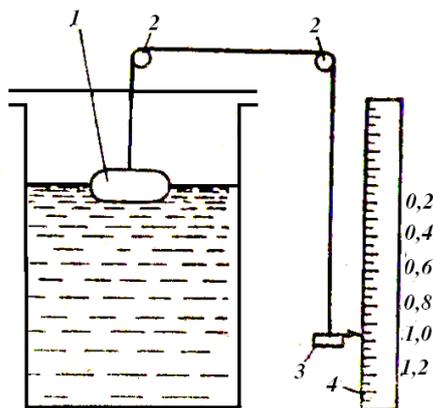
Бу ҳолда кучлар мувозанатини таъминлайдиган қалқович суюқлик сатҳи баландлигига мувофиқ силжийди. 4.5-расмда шу принципга асосан ишлайдиган доимий чўкадиган қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг оддий схемаси кўрастилган. Гидроэнергетикада қўлланиладиган

кўпчилик сатҳ ўлчагичлар шу схема асосида ишлайди. Қалқович 1 роликлар 2 ёрдамида мувозанатловчи юк 3 билан эластик трос (пўлат сим) орқали боғланган. Юк билан бириктирилган стрелка шкала 4 га мувофиқ суяқлик сатҳ баландлигини кўрсатиб туради.

Бу ўлчагичнинг асосий камчилиги – шкаласининг тескарилиги ва трос оғирлигининг ўзгариши ҳисобига олинмаслиги, баланд идишларда ҳисоблаш қийинлиги ва ҳоказо.

Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичларнинг турли модификациялари мавжуд. Улар бир-биридан тузилиши, ўлчаш характери (узлуксиз ёки қайд қиувчи), масофага узатиш тизимини (пневматик, электр ва бошқалар) ишлатиш шартлари ва бошқа хусусиятлари билан фарқ қилади.

Агрессив суяқликлар сатҳ баландлигини ўлчашда қалқович коррозияга бардош материалдан тайёрланади.



**4.5-расм. Қалқовичли суяқлик сатҳи баландлигини ўлчаш схемаси:**  
**1-қалқович; 2-роликлар; 3-мувозанатловчи юк; 4-стрелка-шкала.**

Қалқовичли сатҳ баландлиги ўлчагичлар маълум афзалликларга эга: қурилма содда, ўлчаш чегараси катта, аниқлиги етарлича катта, агрессив ва қовушқоқ муҳитлар сатҳини ўлчаш ҳам мумкин, ўлчашнинг ҳарорат чегараси кенг. Уларни қўлланишни чегараловчи камчиликлари: идишда қалқович борлиги, металл кўп кетиши, кинематик қисмлари борлиги сабабли етарли мустаҳкам эмаслиги.

#### **Гидростатик сатҳ ўлчагичлари**

Гидростатик сатҳ баландлиги ўлчагичлари очик идиш ҳамда босим остидаги идишларда турли суяқликлар (жумладан, агрессив, тез кристалланувчи ва қовушқоқ моддалар) сатҳ баландлигини ўлчашда ишлатилади. Бу асбобларда суяқлик сатҳ баландлигини ўлчаш суяқлик устуни ҳосил қиладиган босимни ўлчаш билан амалга оширилади, яъни

$$P = H \cdot \rho \cdot g$$

бу ерда  $P$  - суяқлик устуни ҳосил қилган босим, Па;  $H$  - суяқлик сатҳи баландлиги, м;  $\rho$  - суяқлик зичлиги,  $\text{кг/м}^3$ ;  $g$  - оғирлик кучи тезланиши,  $\text{м/с}^2$ .

$P = H \cdot \rho \cdot g$  тенглама босимни ўлчаш асосида ишлайдиган сатҳ баландлиги ўлчагичлари қуриш мумкинлигини кўрсатади.

Суяқликнинг гидростатик босимини дифманометр ёрдамида ўлчайдиган гидростатик сатҳ ўлчагичлар **дифманометрик сатҳ баландлиги ўлчагичлари** деб аталади.

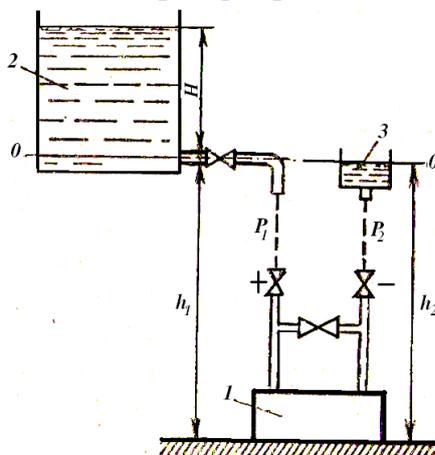
Суяқликнинг гидростатик босимини ҳаво босимига ўзгартирувчи гидростатик сатҳ баландлиги ўлчагич **пъезометрик сатҳ ўлчагич** деб аталади.

Дифманометр билан очик ва ёпиқ идишлардаги суяқликлар сатҳ баландлигини, яъни босим остидаги ёки сийракланиш шароитидаги суяқликлар сатҳини ўлчаш умкин. Бундай асбобларнинг ишлаш принципи икки суяқлик устунининг гидростатик босимлар фарқини ўлчашга, яъни идишдаги суяқлик сатҳига боғлиқ бўлган ўзгарувчан суяқлик устуни босимини ва солиштириш ўлчови вазифасини бажарувчи доимий устун бўйича босимлар фарқини ўлчашга асосланган. 4.6-расмда очик идишдаги суяқлик сатҳ баландлигини дифманометр билан ўлчаш схемаси кўрсатилган дифманометрнинг иккала импульсли найчаси 1 назорат суяқлик (агар у агрессив бўлмаса) билан тўлдирилади. Дифманометр унинг сезгир элементи таъсир этадиган  $P_1$

ва  $P_2$  босимлар фаркини ўлчайди. Шу босимлар учун  $P = H \cdot \rho \cdot g$  тенгламага мос равишда қуйидаги ифодаларни ёзиш мумкин:

$$P_1 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g ;$$

$$P_2 = h_2 \cdot \rho_2 \cdot g .$$



4.6-расм. Очик идишда суюқлик сатҳи баландлигини дифманометр билан ўлчаш схемаси: 1-назорат суюқлик; 2-идиш; 3-мувозанатлаштирувчи идиш.

Шундай қилиб, дифманометр идиш 2 даги назорат қилинадиган сатҳ баландлиги  $H$  орқали ифодаланадиган босимлар фаркини ўлчайди:

$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g .$$

Агар иккала импульсли найчадаги суюқлик зичлиги  $\rho_1$  ва  $\rho_2$  бир хил бўлса ва  $h_1 = h_2$  бўлса, у ҳолда

$$\Delta P = H \cdot \rho \cdot g ,$$

бунда

$$\rho = \rho_1 = \rho_2 .$$

Агар импульсли найчаларда  $\rho_1$  ва  $\rho_2$  зичликлар айирмаси мавжуд бўлса, кўрсатишларда ҳам хатолик пайдо бўлади (шу хатоликни йўқотиш учун импульсли найчалар ёнма-ён ётқизилади). Буни таъминлаш учун шу импульсли найчада мувозанатлаштирувчи идиш 3 ўрнатилади. Идиш ва импульсли найча сатҳ ўлчагич шкаласининг бошланғич белгиси деб қабул қилинган 00 сатҳигача суюқлик билан тўлдирилади.

#### Ультратовушли сатҳ ўлчагичлари

Ҳозирги пайтда гидроэнергетик қурилмалар технологик жараёнларида ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичлари кенг тарқалмоқда. Бу асбоблар бошқа асбобларга нисбатан контактсизлик, юқори аниқлик, кичик инерционлик, катта чегарада ва агрессив суюқликларда ҳам ишлатилиши каби бир қатор муҳим афзалликларга эга. Аммо ўлчаш схемаларининг мураккаблиги, шунингдек, етарли даражада ишончли бўлмагани сабабли, бу асбоблар бошқа қурилмалардан фойдаланиш мумкин бўлмагандагина ишлатилади.

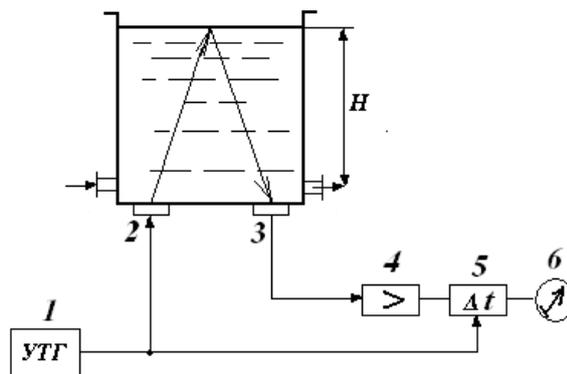
Ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичларининг ишлаш принципи суюқлик, газ (ҳаво) чегарасидан товуш тўлқинларининг қайтиш принцигига асосланган. Ультратовуш импульсининг ҳаво ва ўлчанаётган муҳит (суюқлик) чегараси сиртидан қайтиш катталиклари акустик қаршилиқнинг кескин фарқи натижасида содир бўлади. 4.7-расмда ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичининг структура схемаси кўрсатилган.

Импульс ультратовушли тебранишлар генератори 1 дан нурлатгич 2 орқали сатҳи ўлчанаётган сизимга узатилади. Ультратовуш тўлқинлар ўлчанаётган муҳитда тарқалади ва суюқлик ҳаво чегарасидан қайтади. Қайтган тўлқинлар муҳитдан тескари йўналишда ўтади, нурлатгич 2 га ўхшаш ультратовуш тебранишлар қабул қилгичи 3 га келади, у ердан ультратовушли импульс кучайтиргич 4, вақт оралиғини ҳисоблайдиган қурилма 5 ва ўлчаш асбоби (потенциометр) 6 га келади.

Суюқлик сатҳи ўлчаш импульсининг юборилиши ва қайтиши орасидаги  $\tau$  вақт бўйича аниқланади, яъни

$$\tau = \frac{2H}{C},$$

бу ерда  $H$  – суюқлик сатҳи;  $C$  – суюқликда ультратовушнинг тарқалиш тезлиги.



**4.7-расм. Ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичининг схемаси:**

**1-тебранишлар генератори; 2-нурлатгич; 3-қабул қилгич; 4-кучайтиргич; 5-вақт ҳисоблаш қурилмаси; 6-ўлчаниш асбоби.**

Вақт ўлчагичда олинadиган аксланган (қайтган) сигналнинг кечикиш вақтига пропорционал бўлган ўзгармас кучланиш шкаласи сатҳ баландлиги бирликларида даражаланган потенциометрга берилади. Нурлатгич сифатида барий титанат, пьезокварц, магнитострикцион элементлар ишлатилади. Кўпинча ультратовушли тебранишларни юборадиган ва қабул қиладиган асбоб сифатида бир қурилмадан фойдаланилади. Бу асбоб ўлчаш жараёнининг бошида нурлатгич вазифасини бажариб, импульс юборилганидан сўнг қабул қилгич сифатида ишлайди.

Ультратовушли сатҳ баландлиги ўлчагичлар 45 мм дан бир неча ўн метргача ўлчаш диапазониغا эга. Ўлчанаётган муҳит ҳарорати – 50<sup>0</sup>С дан +200<sup>0</sup>С гача етиши мумкин. Йўл кўйиладиган асосий хатолик ±2,5% ни ташкил этади.

#### ***Гидрометрик створларнинг вазифаси ва уларнинг мустаҳкамлиги***

Сув сарфи ва сув стаҳи ўртасидаги боғлиқлик сув ўлчаш постида ўзгариши мумкин. Бунга асосий сабаб, дарёларнинг деформацияланиши, қирғоқлар емирилиши ёки гидроотехник иншоотлар таъсирида ўзгарувчан босим ҳосил бўлиши ва бошқалардир. Бундай ҳолларда сув сарфининг аниқлигини  $Q = f(H)$  эгри чизиғи орқали кафолатлаш мумкин эмас. Бу боғланишни тузатиш учун назорат ўлчаш ишларини бажариш зарур.

Назорат ўлчаш ишлари учун дарё оқимиға перпендикуляр створ, яъни гидрометрик створ жиҳозланади, жойлаштирилади ва бу створда сув сарфи ўлчанади. Гидрометрик створлар - вақтинчалик ва узоқ вақт ўлчашларга мўлжалланади.

Гидрометрик створ (ГС) дарёнинг танланган жойида маҳкамланиб, махсус гидрометрик иншоотлар билан жиҳозланади. Бундай иншоотларга балкали ва осма гидротермик кўприқлар, люлькали, паромли ва қайиқли дарёдан ўтиш жойлари, дистанцион ўлчаш қурилмалари, сигнал қабул қилиш қурилмалари ва бошқалар киради.

Гидрометрик створларда сув сарфини ўлчашдан ташқари, ҳар хил чўкиндилар ва химиявий таҳлил учун сувдан намуна олиш каби ишлар бажарилади.

Гидрометрик створларни жойлаштиришда:

1. Танланган дарё участкаси очик жойда, ўсимлик ва дарахтлар йўқ бўлган жой танланиб, сувга бемалол яқинлашиш мумкин бўлсин;
2. Камсувли мавсумда сувнинг оқим тезлиги  $v = (0,15 \div 0,25)$  м/с дан кам бўлмаслиги;
3. Шу участкада оқмас сувлар йўқлиги ва тескари оқимлар кузатилмаслиги;
4. Қиш фаслида шу участкада дарё суви музламаслиги ёки бутунлай муз қатлами билан ёпилиши талаб қилинади.

Гидрометрик створ жойлаштирилганда створ белгилари билан створ чизиғи йўналишини кўрсатиш шарт.

Створ белгилари сифатида геодезик қобиклар ёки баланд таёқлардан фойдаланилади. Бу белгилар яхши кўриниши учун улар ҳар хил бўёқлар билан маълум бир тартибда, тепасига рангли мато боғланиб маҳкамланади.

Энсиз дарёларда створ 2 та белги билан таъминланади, энли дарёларда 4 та створ белгиси - 2 тадан чап ва ўнг қирғоқларда ўрнатилади.

**5 – маъруза. Дарёлар. Дарёлар тўғрисида умумий маълумотлар. Дарё суви тезлигининг тақсимлаш характеристикаси. Сув миқдорининг интеграл эгри чизиғи.**

### *Дарёлар ва улар ҳақида асосий тушунчалар*

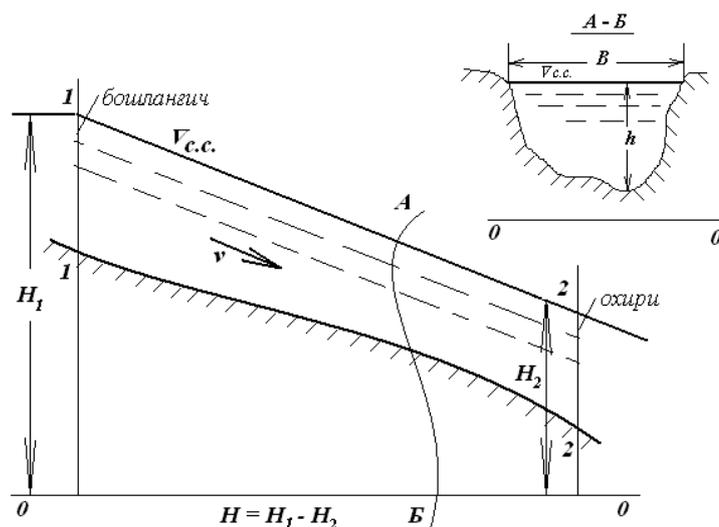
**Дарё** деб - атмосфера ёғингарчилигидан тўпланган сув миқдорининг ер юзасида қиялик бўйича ҳаракат қилувчи ўзгармас сув оқимиغا айтилади.

Дарёнинг бошланғич қисмини - **боши** (манбаи), охири қисмини унинг **этиги** деб юритилади. Дарёнинг бош ва охири қисмини - унинг **узунлиги** (L) дейилади. Дарё **ҳавзаси** ёки **сув майдони** (F) деб, сув ажратиб ёки қоплаб турган майдонга айтилади.

Дарёнинг бошланғич ( $H_1$ ) ва охири ( $H_2$ ) қисми баландликлари орасидаги фарқ унинг **напори** (дами) дейилади.

Дарёнинг узунлик бўйича қиялиги  $i$  куйидагича аниқланади:

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L}.$$



**5.1-расм. Дарёни тушунтиришга оид чизма.**

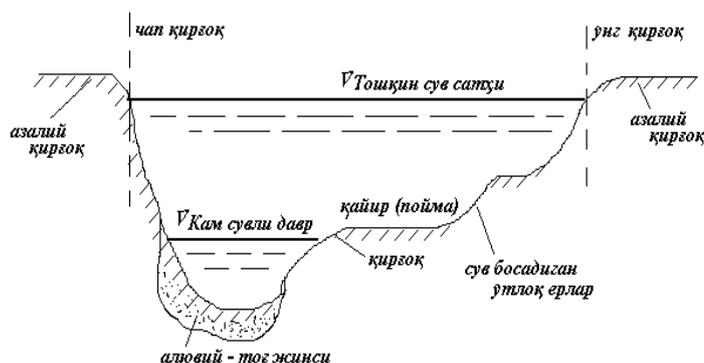
**Дарё водийси** деб - ҳавзанинг пасайиб дарёга туташган қисмига айтилади (5.1-расм).

**Дарёнинг қайири (поймаси)** - деб, тошқин сув пайтида сув остида қоладиган водийнинг қирғоққа яқин қисмига айтилади (ўтлоқ билан қопланган ерлар) (5.2-расм).

Дарёлар узунлиги бўйича ҳар хил тўғри ва эгри участкаларга бўлинади. Дарёнинг азалий ўзани **чуқур** ва **саёз** участкаларга бўлинади.

**Қирғоқ урези** деб - сув юзаси текислигининг дарё ўзани қирғоғи текислиги билан кесишган чизиғига айтилади.

Урез чап ва ўнг қирғоққа оид бўлади.



5.2-расм. Дарёни кўндаланг қирқим бўйича элементар тушунтириш чизмасы.

Дарёларда сув сатхи баландлиги  $H$ , вертикал баландлик бўлиб, олдиндан белгиланган горизонтал текисликдан сув сатхи текислигигача бўлган баландликлар. Дарё оқимини кузатиш ва ўлчаш ишларини махсус створларда олиб борилади.

**Дарё створи** деб - дарё суви оқимини кесиб ўтадиган вертикал (тик) текисликка айтилади.

**Дарё ўзани кўндаланг кесимини қуриш ва марфометрик характеристикаларини ҳисоблаш**

Чуқурлик ўлчаш натижалари бўйича дарёнинг кўндаланг кесими профили қурилади. Қуриш ишлари қуйидагича бажарилади. Чизмага ўзгармас нукта қўйилиб, горизонтал чизик чизилади - бу чизик сув сатхи текислигига мос келади, бу чизикдан пастга ўлчанган чуқурликлар жойлаштирилади. Вертикал масштабни горизонталга нисбатан каттароқ олинса, дарё рельефи яхшироқ тасвирланади. Профиль тагида жадвал жойлаштирилади, бу жадвалга ўлчанган катталиклар ёзилади. Сўнг жадвалга асосий марфометрик характеристикалар ёзилади (5.3-расм).

**Дарёнинг марфометрик характеристикалари:**

1. Сув кесими юзаси -  $\omega$ , м<sup>2</sup>;
2. Сатх бўйича дарё кенлиги -  $B$ , м;
3. Хўлланган периметр узунлиги -  $X$ , м;
4. Максимал чуқурлик -  $h_{\max}$ , м;
5. Ўртача чуқурлик -  $h_{\text{ўрт}} = \omega / B$ ;
6. Гидравлик радиус -  $R = \omega / \chi$ .

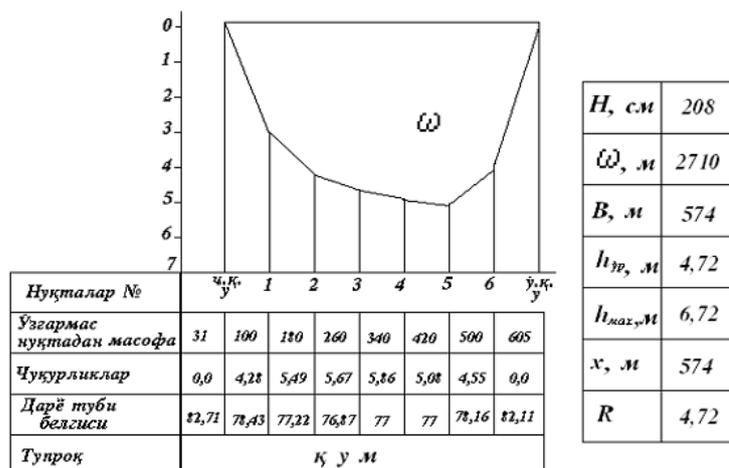
Сув кесими юзаси планиметр ёрдамида ёки аналитик усулда аниқланиши мумкин.

Аналитик равишда ҳар бир ўлчаш вертикали оралиғидаги юзаларни бир-бирига қўшиш натижасида топилади :

$$\omega = \frac{h_1}{2} b_0 + \frac{h_1 + h_2}{2} b_1 \dots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} b_{n-1} + \frac{h_n}{2} b_n$$

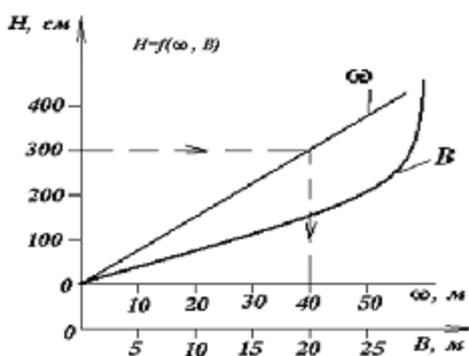
Хўлланган периметрни аналитик топиш қуйидагича бўлади:

$$X = \sqrt{b_0^2 + h_0^2} + \sqrt{e_1^2 + (e_2 - h_1)^2} + \dots + \sqrt{e_{n-1}^2 + (e_n - h_{n-1})^2} + \sqrt{b_n^2 + h_n^2}$$



5.3-расм. Дарёнинг кўндаланг кесими профилини куриш.

Морфометрик характеристикалар учун сув сатҳига боғлиқлик графикларини чизиш мумкин (5.4-расм). Дарё ўзани мустақкам бўлса бундай графиклардан ҳисоблашларда фойдаланилади. Агар дарё ўзани диформацияланса, бу графикларга тузатишлар киритиш керак бўлади.



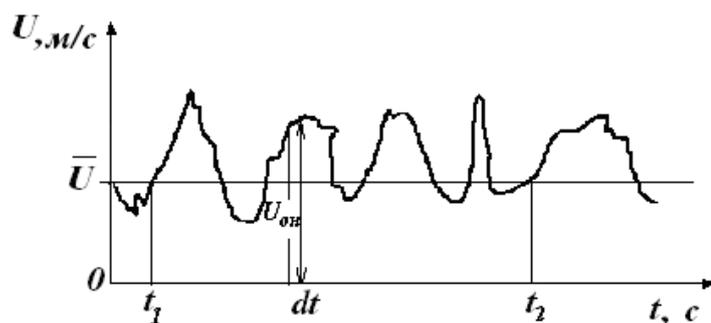
5.4-расм. Морфометрик характеристикаларнинг сув сатҳига боғлиқлик графиги.

#### Дарё суви тезлигининг тақсимланиш характери

Дарё суви оғирлик кучи таъсирида, ўзан бўйича қияликнинг камайишига қараб характерланади. Узунлик бўйича қиялик қанча катта бўлса, сув шунча тез ҳаракатланади, яъни оқади.

Тезлик характерига дарё тубининг ғадир - будирлиги катта таъсир кўрсатади ва ҳаракат кесимининг ҳар хил нуқталарида сув тезлиги ҳар хил қийматларга эга бўлади.

Дарё тубида жойлашган қум уюмлари, катта тошлар, эрозия таъсиридаги ўзан ўзгаришлари сувда уюрмали оқим ҳосил қилади ва бу уюрмали оқимлар оқимнинг ҳамма қисмида ҳаракатланади. Бундай оқимлар турбулент режим ҳосил қилади. Турбулент режимда тезлик майдони жуда ҳам ўзгарувчан бўлиб, вақт бирлигида мураккаб характерда бўлади ва тезлик пульсацияси вужудга келади. Натижада, гидрометрияда оний ва ўртача маҳаллий тезлик тушунчалари ишлатилади (5.5-расм).



5.5-расм. Дарё суви тезлигининг тақсимланиш графиги.

**Оний тезлик** деб - шундай нуқтадаги тезликка айгиладики, бу тезлик бир онда кузатилади. Гидрометрияда оний тезлик вектори, балки уни ташкил этувчилари: узунлик бўйича, кўндаланган ва тик йўналишдаги тезликлари қаралади.

Ўртача маҳаллий тезлик қуйидагича топилади:

$$U = \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} U_{\text{оний}} \cdot dt, \quad t_0 = t_2 - t_1$$

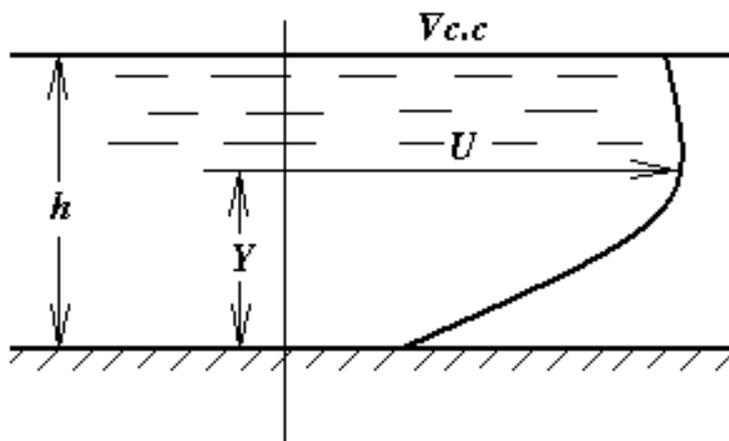
бу ерда  $\int_{t_1}^{t_2} U_{\text{оний}} \cdot dt$  - тезлик пульсациясининг  $(t_2 - t_1)$  оралиғидаги юзаси.

Тезликни сув чуқурлиги бўйича тақсимланиши маълум қонуниятга бўйсунди, бу қонуниятни билиш, айрим ҳолларда тезликни ўлчамасдан формулалар ёрдамида ҳисоблаш имконини беради.

Тезлик профили  $U$ , тик чизиқ ва сув оқими сатҳи текислиги орқали ҳосил қилинган фигура, тезликнинг сув чуқурлиги бўйича **тақсимланиш эпюраси** дейилади (5.6-расм).

Тўғри тақсимланиш тезлик эпюраси учун математик формулалардан бири  $1/7$  қонунидир:

$$U = U_{\text{max}} \cdot \left( \frac{y}{h} \right)^{1/7}$$

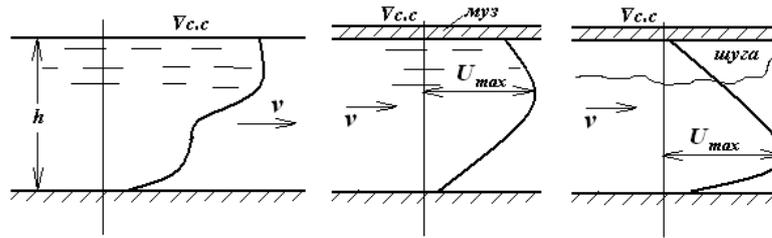


5.6-расм. Тезликнинг сув чуқурлиги бўйича тақсимланиш эпюраси.

Агар тезлик эпюраси юзасини сув юзасига бўлсак, вертикалдаги ўртача тезлик катталигини топамиз:

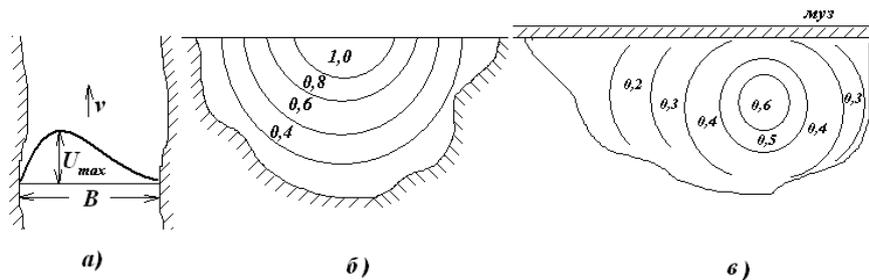
$$\bar{U}_B = \frac{1}{h} \int_0^h U \cdot dh$$

Тўғри тақсимланган тезлик эпюраси учун ўртача тезлик дарё оқими вертикалининг  $0,6 h$  чуқурлигида кузатилади (5.7-расм).



5.7-расм. Дарё оқими учун ўртача тезликни аниқлаш чизмаси.

Тезликнинг дарё кенглигида, бутун ҳаракат кесим бўйича, муз тагида тақсимланишини 5.8-расм а), б), в) да келтирилган.



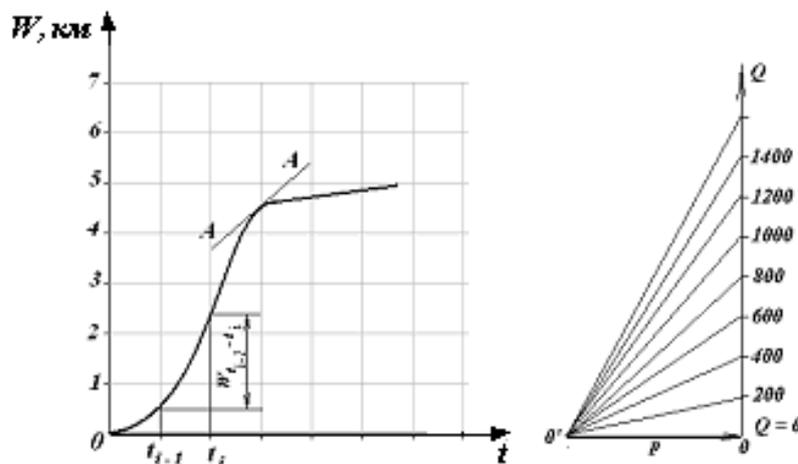
5.8-расм. Тезликнинг дарё кенглигида, бутун ҳаракат кесим бўйича муз тагида тақсимланиши: а-дарё кенглиги бўйича тезлик эюраси; б-очик дарё изотахалари; в-муз остидаги изотахалар.

#### Сув миқдорининг интеграл эгри чизиқлари хақида умумий тушунчалар

Сув хўжалик ҳисоблашларида дарё суви миқдорининг вақтга боғлиқлиги графигидан фойдаланиш керак бўлади:  $W=f(t)$  (5.9-расм). Бундай график йиғинди ёки *сув миқдори интеграл эгри чизиги* дейилади. Шунда сув миқдори аниқ интеграл кўринишида топилади:

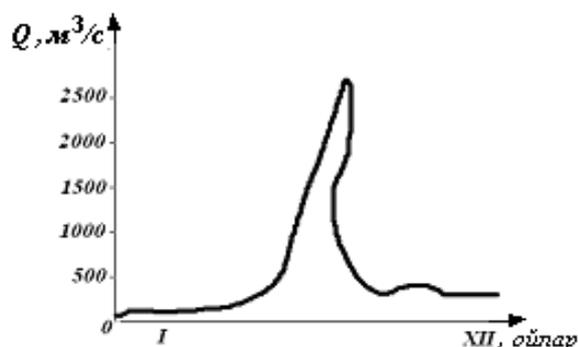
$$W = \int_{t_0}^t Q dt ,$$

бунда  $t$  - ҳисоб олиб борилаётган йил;  $t_0$  - давр бошланиши.



5.9-расм. Сув миқдори интеграл эгри чизиғи.

Дарёлардаги сув миқдорининг йил бўйича ўзгариб (камайиб ёки кўпайиб) туриши 5.10-расмда келтирилган.



5.10-расм. Дарё суви миқдорининг йиллик ўзгариши.

Эгри чизик ҳар қандай ординатаси  $t$  вақт ичидаги сув миқдорини беради – берилган дарё створига нисбатан, вақтлар фарқи эса  $(t_i - t_{i-1})$  ординаталар фарқига тенг.

Интеграл эгри чизикнинг қуйидаги хоссалари мавжуд: бунда сув сарфи:

$$Q = \frac{dW}{dt}$$

га тенг бўлиб, интеграл эгри чизикка ўтказилган уринма ҳосил қилган бурчак тангенс орқали маълум масштабда шу графикдан топилиши мумкин.

Сув сарфини топиш учун нур масштабдан фойдаланиш мумкин. Буни қўришда сув миқдори  $C_w$  ва вақт  $C_t$  масштаблари сон жиҳатдан ҳар хил қабул қилинади.

Ўртача сув сарфи маълум бир оралиқ вақтда қуйидагича топилади:

$$Q_{ypm} = \frac{W}{t} = tg \alpha \frac{C_w}{C_t}.$$

Нур масштабни қўришда  $O'$  нуқтадан горизонтал йўналишда  $P$  кесма, яъни масштаб бўйича аниқ вақт даврига тенг катталиқни қўйилади. Сўнг  $O$  нуқтадан вертикал бўйича сув миқдорини жойлаштирилади, булар шу вақтда ҳар хил сув сарфларига  $Q_1, Q_2, \dots, Q_i$  тенг бўлади (5.11-расм).

Топилган нуқталарни қутб  $O'$  билан бирлаштириб, нур масштабни ҳосил қиламиз. Бундан қўринадикки, максимал  $Q$  интеграл эгри чизикда эгилиш  $(C)$  нуқтасига тўғри келар экан.

Агар интеграл эгри чизик бир неча йилга қўрилган бўлса, координата боши билан эгри чизик охириги нуқтасини бирлаштириб, шу даврдаги сув сарфи ўртача қийматлар нурини ҳосил қиламиз, чунки йиғинди  $W$  бир неча йил учун шу даврга нисбатан  $\bar{Q}$  нинг кўп йиллик қийматини беради:

$$\bar{Q} = \frac{\sum W}{n \cdot T} = tg \alpha_0 \frac{C_w}{C_t},$$

бу ерда  $C_w$  – сув миқдори масштаб коэффициентини;  $C_t$  – вақт масштаб коэффициентини;  $T$  – 1 йилда секундлар сони;  $n$  – кузатишлар йили сони.

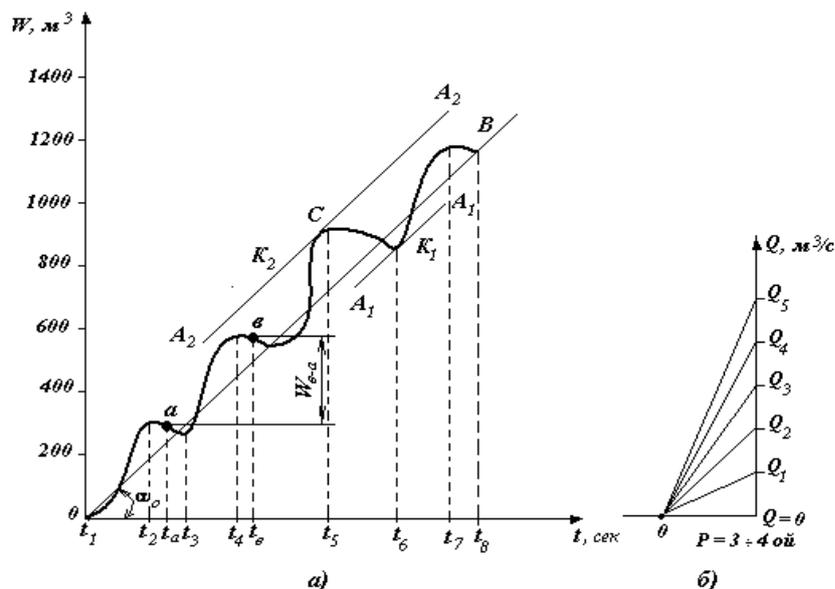
Қийшиқ бурчакли координатада  $W = \int_{t_0}^t Q dt$  тенглик кучини йўқотади, лекин нур масштаб қўриш мумкин. Бунинг учун масштаб бўйича  $W_i = Q_i \cdot t$  ни ҳисоблаш керак ( $t$ -бир йил деб олинади) ва уни вертикал бўйича жойлаштирилади. Сўнг  $Q_i = Q_{ypm}$  катталиқ қаршисида 1 йил вақт масштабига тенг горизонтал кесмага жойлаштирилади ва  $O$  – нур масштаби қутби топилади. Ундан кейин  $O'$  нуқта билан  $Q_i$  га тенг сарфлар ( $Q_1, Q_2$  ва ҳ.к) туташтирилади.

Интеграл эгри чизикнинг (ИЭЧ) қуйи томонидаги бурчак  $\alpha_i$  га эътиборни қаратиш керак, чунки, бурчак  $\alpha_0 > \alpha_i$ ; ҳар доим бурчак  $\alpha_0$  нуль сарфни аниқлайди.

ИЭЧ қўришда ўтган йиллардаги кузатиш натижалари ҳисобланиб, сув хўжалик ҳисобларида келгуси йиллардаги ўзгаришлар қаралади.

Агар сув омбори ҳисоби қаралаётган бўлса, унда буғланишга кетадиган сув йўқолишини эътиборга олиш керак.

Оқим ҳажмидан бу йўқолиш ҳажминини олиб, сув хўжалик ҳисобларида тўғриланган ИЭЧдан фойдаланилади.



5.11-расм. Сув миқдорининг интеграл эгри чизигини тушунтириш схемаси:  
*а-интеграл эгри чизик; б-нур масштаб.*

6 – маъруза. Гидрометрик станция ва постлар. Гидрометрик станция ва постларнинг турлари. Гидрометрик қалқитмалар. Уларнинг очик каналларда қўлланилиши.

#### *Гидротехник станция ва постларнинг классификацияси ва уларни жойлаштириши*

Дарё, канал, кўл, ботқоқлик ва сув омборлари режимининг гидрометрик кузатишлари гидрологик станция ва постларда олиб борилади. Давлат гидрологик таянч тармоғи асосий ва махсус станция ва постлардан тузилгандир ва давлат гидрометрология комитети қарамоғидадир.

**Асосий станция ва постлар** - кўп йиллик гидрологик режим ўзгаришларини ўрганишга мўлжалланган. Улар узоқ муддатли даврга мўлжалланиб қурилади.

**Махсус станция ва постлар** - гидрологик жараёнларнинг батамом ўрганилишини махсус мақсадларда бажариш учун мўлжалланади. Уларнинг ишлаш даври кўйилган масалаларга боғлиқдир.

Гидрологик станция I ва II даражали бўлади. I даражали станцияларда сув объекти региони ўрганилади ва II даражали станция фаолиятига раҳбарлик қилади. Бу станция кузатиш материалларини умумлаштиради, матбуотга чиқариш учун тайёрлайди ва керакли маълумотларни ташкилот ва муассасаларга беради.

II даражали станциялар зонада гидрологик кузатиш ишларини бажарадилар ва бу маълумотларни қайта ишлаб чиқадиладар.

**Гидрологик пост (ГП)** деб - сув объектида маълум коида орқали танланган ва керакли асбоб ва қурилмалар билан жиҳозланган, тизимли гидрологик кузатишга мўлжалланган, ҳамда аниқ дастур ва усул билан иш бажарадиган пунктга айтилади.

Сув объектига кўра, гидрологик постлар дарё, кўл ва сув ҳавзаси постлари деб юритилади.

Дарё гидрологик постлари I, II ва III даражали бўладиладар. I даражали постда сув сатҳи ва ҳарорати, муз ҳосил бўлиш ҳолатлари, сув сарфи, метеорологик кузатишлар олиб бориладиладар.

II даражали постларда кузатиш ишлари I даражали пост дастури асосида бажарилиб, фақат сув сарфи ва чўкиндилар сарфи аниқланмайди.

III даражали постларда II даражали пост ишлари бажарилади, фақат метеорологик кузатиш ва сувнинг химиявий таҳлили бажарилмайди.

Давлат гидрологик тармоқлари ер усти сувларини ҳисобга олиб, муассаса ва ташкилотларни керакли сув объекти маълумотлари билан таъминлайди ҳамда керакли аниқликда гидрологик режим маълумотларини лойиҳалаш, қурилиш ва эксплуатация масалалари учун етказиб беради.

Гидрологик станция ва постлар жойлаштирилганда уларнинг сони кам бўлиб, кўпроқ, аниқроқ сув режими маълумотларини олиш кўзда тутилиши керак. Ундан ташқари сув объектининг жойлашиш райони иқтисодий шароити, физик ва географик факторлари, гидрологик режими, халқ хўжалигининг ривожланиш даражаси ҳам ҳисобга олинаши керак.

### Гидрометрик қалқитмалар

Сув оқимиға туширилган жисм, сув тезлигиға тенг тезлик билан ҳаракатланади. Иш принципи асосида қалқитмалар сув тезлигини аниқлашға ишлатилади.

Гидрометрияда ишлатиладиган қалқитмалар сув сатҳида, сув тағида ва интегратор-қалқитмалар бўлинади.

Сув сатҳи қалқитмалари - сув тезлигини ва унинг йўналишини аниқлашға интилади. Бу қалқитмалар тахтадан қирқилган думалоқ, крест шаклида тайёрланади ва устиға байроқчалар қадалади.

Сув тезлигини ўлчаш учун дарё участкасида 4 створ белгилари (жойлаштирилади) танланади: қалқитма тушириладиган, юқори, ўрта ва қуйи. Юқори ва қуйи створлар оралиғидаги масофа қуйидагиларға тенг қилиб олинади:

$$a = (0,5 \div 2,0) \cdot B \text{ ёки } L = (5 \div 40) \cdot U_{\max},$$

бу ерда  $B$  - дарё эни;  $U_{\max}$  - максимал сув тезлиги.

Дарё участкаси сув тезлигини ўлчаш учун кўндаланг кесими, кенлиги ва чуқурлиги створда бир хил қилиб танланиши шарт.

Агар дарё кенг бўлса, қалқитмалар створлардан ўтишини қирғоқдан теодолит ёки мензула ёрдамида планшетға қўйилган белгилар йўли орқали аниқланади.

Қалқитма тезлиги босиб ўтган йўлнинг вақтға нисбати кўринишида аниқланади.

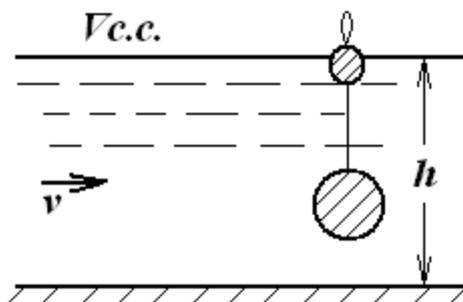
Юза қалқитмалари кўпинча дарёларда тошқин сув тезлигини аниқлашда, вақт кам шароитда, ёки тезликни ўлчаш учун керакли жиҳозлар етишмаган ҳолларда қўлланилади.

Чуқурлик (сув ости) қалқитмалари - маълум бир чуқурликда сув тезлигини ва оқим йўналишини ўлчаш имконини беради. Бундай ҳолларда 2 та қалқитма бир-бирига ип билан боғланиб, пастки қалқитма керакли чуқурликка чўктирилади, тепадаги қалқитма эса енгил бўлиб, сув сатҳида ҳаракатланади (6.1-расм). Кўриниши ва ўлчамлари бир хил қалқитмалар учун:

$$U_{2п} = (U_{юза} + U_h) \cdot 2,$$

$$U_h = 2U_{2п} - U_{юза}$$

бу ерда  $U_h$  - пастки қалқитма тезлиги;  $U_{2п}$  - иккала қалқитма тезлиги;  $U_{юза}$  - юзадаги қалқитма тезлиги.



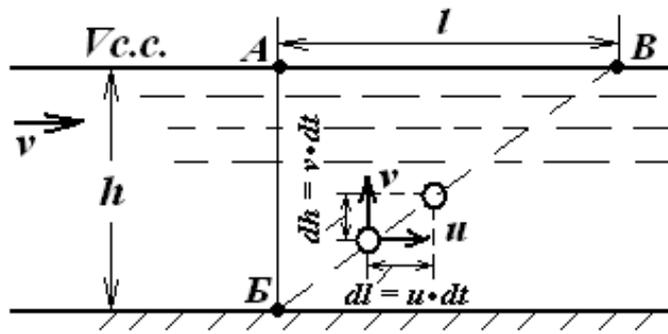
6.1-расм. Гидрометрик қалқитмаларнинг жойлашиш схемаси.

**Интегратор-қалқитмалар** - тезлик вертикалидаги ўртача тезликни аниқлашда ишлатилади. Қалқитмани дарё тубиға чўктириб, маълум вақтда қўйиб юборилади. Қалқитманинг тепаға сузиб чиқиши Архимед кучиға асосан бажарилади (6.2-расм). Оқим таъсирида қалқитма маълум масофани сув сатҳида босиб ўтади. Маълум бир  $dt$  вақт учун:

$$dl = u \cdot dt$$

$$dh = \mathcal{G} \cdot dt$$

бунда  $l$  - вертикалдан қалқитма сузиб чиққан  $B$  нукта оралиғидаги масофа;  $U$  - маҳаллий тезлик;  $h$  - сув чуқурлиги;  $g$  - қалқитманинг вертикал сузиб чиқиш тезлиги.



6.2-расм. Интегратор-қалқитманинг схемаси.

Келтирилган формулалардан

$$l = \int_0^t u dt$$

$$h = g_1 \cdot dt$$

ёки  $dt = \frac{dh}{g_1}$  деб олсак,

$$l = \int_0^h \frac{u}{g_1} \cdot dh$$

$\int_0^h u dh$  - бизга маълумки, тезлик эпюрасини вертикал оқим бўйича беради, унда  $\int_0^h u dh = g_e \cdot h$  деб ёзамиз. У ҳолда қуйидаги кўриниш ҳосил бўлади:

$$l = \frac{1}{g_1} \cdot g_e \cdot h.$$

Бундан

$$g_e = \frac{g_1}{h} \cdot l$$

кўринишдаги ифода келиб чиқади.

Демак, тезлик вертикалидаги ўртача тезликни топиш учун сув чуқурлигини ва  $l$  масофани ўлчаш кифоя, қалқитманинг сувда сузиб чиқиш тезлиги  $g_1$  эса олдиндан аниқланган бўлади.

Интегратор – қалқитмаларга тахта, пластмасса, енгил шарчалар ишлатилиши мумкин.

**7 – маъруза. Гидроузелларда сув сарфи. Сув сарфини ҳисоблаш усуллари. Сув ҳавзасининг гидрологик режими. Дарёларнинг қишки режими.**

### Гидроузелларда сув сарфини аниқлаш

Ҳисобий максимал сув сарфини аниқлашнинг меъзони қилиб, гидротехник иншоотлар (ГТИ) хилига боғлиқ бўлган ва белгиланган таъминланганликка мос сув сарфи катталиги қабул қилинади. Бу катталик эксплуатация шароитига, бузилишлар оқибатига, гидравлик ва иқтисодий омиллар натижасига тўғри келадиган бўлиши зарур.

Вақтинчалик эксплуатациядаги гидротехник иншоотлар таъминланганликнинг  $P=100\%$ га тўғри келган сарфга ҳисобланади.

Агар, ГТИ бузилиши сув босиши ва катта иқтисодий зарарлар етишига сабаб бўлса, бундай иншоотлар ишини таъминланганликнинг  $P=0,01\%$ га тўғри келадиган максимал сув сарфини ўтказишга текширилиши керак.

Ҳисоблаш учун ҳар бир кузатилган йилдан биттадан максимал сув сарфи олиниб, максимал сув қаторлари тузилади. Бу қаторлар бир хил характерда, яъни ёмғирли тошқин сувга ёки эриган кўп сувли даврга тегишли бўлиши лозим.

$C_s$  – ассимметрия ва  $C_v$  – ўзгарувчанлик коэффициентлари ўртасидаги муносабат қуйидагича олиниши мумкин.

а) Текислик дарёларида эриган сув сарфи учун

$$C_s = 2,5 C_v;$$

б) Текислик дарёларида ёмғирдан ёки тоғ дарёларида ўзгарувчан иклимли сув сарфи учун

$$C_s = 4 C_v;$$

в) Тоғ дарёси сув сарфи учун

$$C_s = 4 C_v.$$

Ўртача суткалик максимал сув сарфи ҳисобий таъминланганлиги асосан қуйидагича ҳисобланади:

$$Q_{p\%}^{\max} = \frac{Q_{p\%}^{\max}}{K_r},$$

бу ерда  $K_r$  - жадвалдан олинadиган коэффициент бўлиб, сув ҳавзасининг майдонига ва физик - географик шароитларига боғлиқдир.

Суткалик тошқин сув кўтарилишининг шартли вақти ушбу формуладан топилади:

$$t_n = 0,0116 \cdot \lambda \cdot h_{p\%} / q_{p\%},$$

бунда  $q_{p\%}$  - аналог-бассейн учун ҳисобий максимал сув миқдори модули,  $m^3/c \cdot km^2$ ;  $\lambda$  - гидрограф формаси коэффициенти;  $h_{p\%}$  - тошқин сув кўтарилиш қатлами.

Агар ўртача квадратик хатолик максимал сув сарфи ҳисоби учун 10 % дан ошмаса, кузатиш даври етарли деб қабул қилинади.

Ҳисоблаш учун 3 параметрли гамма - тақсимланиш эгри чизиғидан, айрим ҳолларда биномиаль эгри чизик ( $C_s \geq 2C_v$ ) лардан фойдаланилади.

Назарий эгри чизик параметрлари  $Q_{max}$ ,  $C_s$  ва  $C_v$  кўпроқ ўхшашлик ёки моментлар усулидан топилади.

$$Q_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i^{\max}}{n},$$

бунда  $Q_i^{\max}$  - ҳар бир кузатилган йилдаги максимал сув сарфи;  $n$  - кузатилган йиллар сони.

Ассимметрия  $C_s$  ва ўзгарувчанлик  $C_v$  коэффициентлари 3 параметрли гамма-тақсимланиш учун ҚМваҚ (СНиП) 2.01.14-83 да келтирилган номограммалардан статистик  $\lambda_2$  ва  $\lambda_3$  орқали олинади.

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg K_i}{n-1},$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \lg K_i}{n-1}$$

бу ерда  $K_i$  - модуль коэффициенти бўлиб,  $K = \frac{Q_i}{Q}$  га тенг. Моментлар усулида;

$$C_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i + Q)^2}{n-1}},$$

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - 1)^2}{n-1}}$$

Кузатилган конкрет гидрограф - моделдан хисобий гидрографга ўтишда, гидрограф - модель ординатаси  $K_i$  коэффициентга кўпайтирилади.

$$K_1 = \frac{Q_{P\%}^{\max}}{Q_{\text{мод}}}$$

$$K_2 = \frac{V_{P\%} - Q_{P\%} \cdot 86400}{V_{\text{мод}} - Q_{\text{м}} \cdot 86400}$$

$$K_3 = \frac{V'_{P\%} - V_{P\%}}{V'_m - V_m}$$

бунда  $Q_{\text{м}}$  ва  $Q_{P\%}^{\max}$  - максимал сув сарфи модель - гидрограф ва хисобий гидрограф учун;  $V_{\text{м}}$  ва  $V_{P\%}$  - тошқин сув тўлқиннинг ҳажмлари;  $V'_{P\%}$  ва  $V'_m$  тўлиқ сув ҳажмлари.

Агар кузатилган маълумотлар бўлмаса, бир максимумли гидрограф ассимметрик коэффициент орқали ҳисобланади:

$$K_s = \frac{h_n}{h}$$

бунда  $h_n$  - сув кўтарилишидаги унинг қатлами;  $h$  - тошқин сув қатлами, у  $\lambda$  орқали ҳисобланади:

$$\lambda = \frac{g \cdot t_n}{0,0116 \cdot h}$$

ёки

$$h = \frac{g \cdot t_n}{0,0119 \cdot \lambda}$$

Ҳисобий гидрограф координаталари

$$Q_i = Q_{i,\text{мод}} \cdot K_1$$

$$t_i = t_{i,\text{мод}} \cdot K_t$$

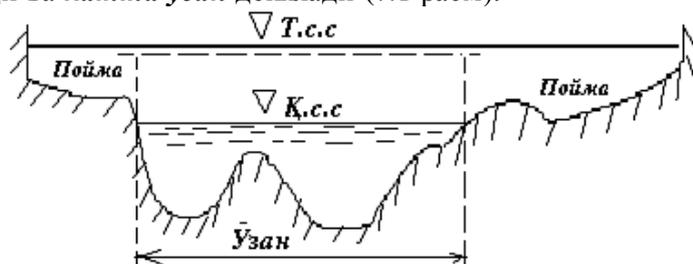
бу ерда  $K_t$  - гидрограф моделдан хисобий гидрографга ўтиш коэффициенти бўлиб, у қуйидаги формула бўйича топилади:

$$K_t = \left( \frac{q_{\text{м}}}{h_{\text{м}}} \right) \cdot \left( \frac{h_{P\%}}{q_{P\%}} \right)$$

бу ерда  $q_{\text{м}}$  ва  $q_{P\%}$  - гидрограф-модель ва хисобий гидрограф учун максимал сув сарфи модули;  $h_{\text{м}}$  ва  $h_{P\%}$  - гидрограф-модель ва хисобий гидрограф учун тошқин сув қатлами.

### ***Дарё ўзани ўзгариш жараёнлари. Текислик дарёлари ўзанининг шаклланиши***

***Дарё ўзани деб*** - унинг водийси сув оқими ҳосил бўладиган паст участкасига айтилади. Сув миқдори ҳосил бўлиши вақтида ўзгаргани учун дарё ўзани ҳам ўзгариб туради. Қишки суви кам даврларда оқим кичик ўзан орқали амалга ошади. Суви кўп даврларда дарё ўзани ва лойқа қисми бутунлай сув тагида қолади ва ***катта ўзан*** дейилади (7.1-расм).

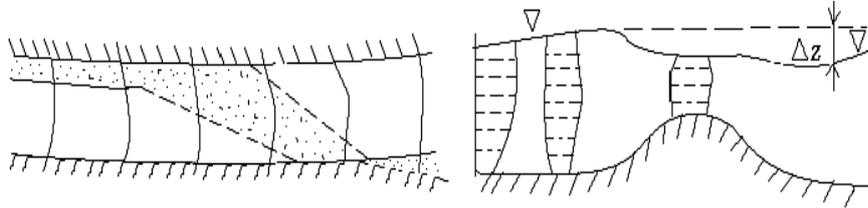


**7.1-расм. Дарё ўзанининг умумий кўриниш схемаси.**

Дарё ўзани тузилишига кўра ювилиши ва тўлиб қолиш жараёнига учраб туради. Пойма қисми эса ўсимлик билан қопланиб, фақат тошқин сув сатҳи кузатилганда сув тагида қолиши мумкин.

Текислик дарёлари ўзани эгри чизиқли кўринишда учрайди. Бунга сабаб, унинг қирғоқлари сув таъсирида емирилиши ва беқарор-циркуляцион характердаги оқим ҳисобига сув йўналишининг ўзгаришидир. Бундан ташқари дарё ўзани эгриланиши ва силжиши ҳам кузатилади.

Текислик дарёларида саёз ва чуқур участкалар сув оқимида кўп учрайди (7.2-расм).



7.2-расм. Текислик дарёларидаги саёз ва чуқур участкалар.

Чуқур участкалардан ювиб кетилган материал саёзликлар ҳосил бўлишига олиб келади. Бу дарё ўзгариши жараёнига А.И.Лошевский, К.И.Россинский, И.А.Кузьмин, А.М.Мухамедов каби олимлар ўз илмий ишларини бағишлаганлар. Шуниси характерлики, оқим йўналишида учрайдиган ҳар хил макроформалар ҳаракатланиш тезлиги текислик дарёлари учун 50÷100 м/йил га тенг.

Дарё ўзанининг ўзгариш жараёнидан деформация ҳолати ҳам характерлидир: ўзан кенгайиши, ўзан торайиши ва ўзгарувчан формаси.

Ўзан формасининг ҳосил бўлишида ҳеч қандай чекланиш қирғоқлар емирилишига ҳалақит бермаса эркин меандр ҳолати кузатилади. Бу ҳолда дарё туби белгиси йил давомида 3÷5 метргача ўзгариши мумкин. Эркин меандр кузатилганда дарё бир неча тармоққа бўлиниб кетса, у секинлашади. Бундай жараён бизнинг Амударёда айниқса сезиларлидир.

### **Текислик ва тоғ дарёларининг морфометрик характеристикалари**

Текислик дарёларида учрайдиган ўзан ўзгариши хилма-хиллигига қарамадан маълум бир қонуниятни аниқлаш мумкин.

Дарё ўзани формасини турғун ҳолатини ўрганиш 1924 йил А.Г.Глушков томонидан ўрганилган. У ўзан кенлиги, берилган чуқурлик ва аниқ ўзан материалга кўра қуйидаги боғланишни берган эди:

$$\frac{\sqrt{B}}{h} = K_0$$

Буни М.А.Великанов тасдиқламаган, чунки формулада ўлчам катталиги номуносиб олинган:

1.  $K_0 = 1,4$  тошли дарё участкаси учун;
2.  $K_0 = 5,5$  текислик кумли дарё учун.

Шунинг учун М.А.Великанов формулага заррача диаметри  $d$  катталигини киритиб текислик дарёлари мустақкам формаси учун ушбу формулани таклиф этган:

$$\frac{\sqrt{Bd}}{h} = K_0,$$

бу ерда  $B = C_1 \cdot \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt[4]{a \cdot \mathfrak{I}}}$  - дарё ўзани кенлиги;  $h = C_2 \cdot \frac{\sqrt[4]{Q} \cdot \sqrt[8]{d^3}}{\sqrt[8]{\mathfrak{I}}}$  - сув чуқурлиги;  $Q$  - ўзан ҳосил қилувчи сув сарфи.

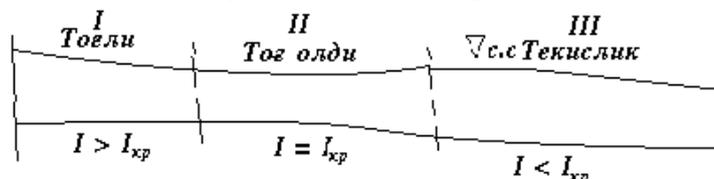
$$\frac{B}{h} = C_0 \cdot \frac{\sqrt[4]{Q}}{\sqrt[4]{d^{2.5}} \cdot \sqrt[8]{\mathfrak{I}}}$$

Текширишлардан маълумки дарё ўзани тошқин сувли давр бошланишида шаклланади, чунки бунда иқлим энг кўп чўкиндиқларни оқизиб ўтади. Шунинг учун ўртача кўп йиллик тошқин сув сарфини ўзан ҳосил қилувчи сарф учун қабул қилиш мумкин. Агар қаттиқ сув миқдори максимум қиймати суюқлик максимуми билан мос тушмаса, ўзан ҳосил қилувчи дарё сарфини қаттиқ сув миқдори сарфига тенг қилиб олинади.

### Тоғ дарёлари режими ва ўзанининг шаклланиши

Илмий-текшириш маълумотларига кўра тоғ дарё оқимлари баланд тоғликлардан бошланиб (таъминланиб) бир қанча хусусиятларга эга бўлади: катта қияликка, катта оқим тезлигига, кўпгина каттиқ сувда сузувчи заррачаларни, тубига яқин чуқурликда эса катта диаметрли заррачаларни, тошларни оқизади.

Тоғ дарёларини бир нечта участкаларга бўлинади (7.3-расм).

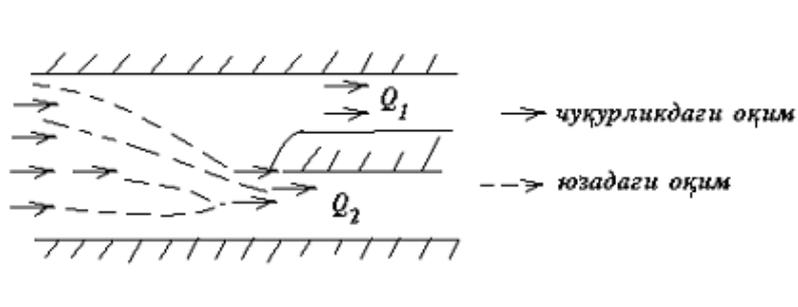


7.3-расм. Тоғ дарёларининг бир нечта участкаларга бўлиниш схемаси.

Тоғли участкада қисқа ораликда дарё бошланади, тезлик энг катта қийматга эга бўлади ( $g > g_{кр}$ ). Кейин водий зонаси дарё учун бошланиб, сув кўпгина ифлосликларга эга бўлади ва қиялик  $0,001 \div 0,006$  га тенг, лекин ҳали критик қияликка яқин бўлади. Водий участкасида дарё бир неча ирмоқларга, дарёчаларга бўлиниши, ўзани мустаҳкам бўлмаса оролчалар, емирилиш зоналари ҳосил бўлиши мумкин.

Тоғ дарёси таъминланиши ер усти суви орқали, катта қиялик ва тошқинликлар ҳисобига кўпаяди. Ностационар режимда оқим тулқинлари вужудга келиб тезлик  $g > g_{кр}$  бўлади, айрим ҳолларда оқим тезлиги оқим тўлқини тезлигидан катта бўлиши мумкин. Ўзан эса катта ғадир-будурликка эга.

Дарёлар бир неча оқимларга ажралганда сувнинг оқим кинематикасига эътибор бериш лозим (7.4-расм). Қайси оқимда кўндаланг циркуляция кучли бўлса, чуқурликдаги чўқиндилар шунчалик шу ораликда ўтади. Бунда асосий ўзандан ажралган дарёча бурчаги ва сарфлари нисбати муҳим ҳисобланади, чунки оқимнинг эгрланиши дарёчага яқинлашганда четки оқимлар йўналиши билан, яъни оқимни бўлувчи, аниқланади. Яна бир асосий омил дарёчалар ажралош бурчаги нисбатига ҳам боғлиқ. Бу эса деривацион каналларга чуқурлашган қияликда сув келтирувчи ўзанга уринма йўналишида сувда сузувчи жисмларни каналга ўтишини камайтириб бажарилади.



7.4-расм. Дарё юзасидаги ва чуқурлигидаги оқим кўриниши.

### Гидрологик прогнозлар

Сув объектларида бўладиган гидрологик ҳодисаларни сон жиҳатидан илмий асосда олдин айтишга **гидрологик прогноз** дейилади.

Сувдан фойдаланувчи халқ хўжалигининг ҳамма соҳалари гидрологик прогнозга эҳтиёж сезади. Шу прогноз асосида суғориш ерлари, экинзорлар, сув транспорти ишини режалаштириш гидротехник иншоотлар қурилиши ва эксплуатацияси, сув билан таъминлаш масалалари ҳал қилинади.

Гидроэнергетикада эса аниқ прогноз сув оқими энергиясидан фойдаланиш ва электр энергияси ишлаб чиқаришни яхшилаш имконини беради.

Тошқин сувли давр ва сув босиши, муз ҳосил бўлиши ва бошқа хавфли ҳодисаларнинг гидрологик прогнози, олдиндан эҳтиёт чораларини кўриб, зарарни камайгириш ва бошқа фавқулудда ҳодисаларнинг олдини олиш имконини беради.

Гидрологик катталиклар жуда ҳам ўзгарувчан бўлганлиги туфайли прогнозлар уларнинг пайдо бўлиш эҳтимоли даражасида берилади.

Олдиндан айтиш белгисига кўра прогнозлар қисқа муддатли (15 суткагача) ва узок муддатли (бир неча ой ва йилларга) бўлинади.

Айгиладиган элемент характериға кўра гидрологик прогнозлар сув хўжалигига (сув миқдори, максимал сув сатҳи ва сарфи), муз ҳосил бўлишиға тегишли бўлиши мумкин.

Белгиланган мақсадиға кўра прогнозлар гидроэнергетикаға, суғориш тизимиға, балиқчилик хўжалигига ва бошқа соҳаларға бўлинади.

Гидрометцентр тузадиган асосий гидрологик прогнозлар доимо чиқариб турилади, яъни:

1. Мавсумий, квартал, ойлик прогнозлар;
2. Тоғ дарёлари суви миқдори - суғориладиган ерлар учун;
3. Узок муддатға мўлжалланган дарё максимал сув прогнози;
4. Тошқин сувли даврдаги қисқа муддатли прогнозлар, сув ҳавзасига оқиб келадиган йил бўйида сув миқдори прогнози;
5. Дарёларнинг музлашиға қисқа ва узок муддатли прогнозлар. Агар сув омборидаги сув миқдори циклидан прогноз айтилиши кичик бўлса, унда бу прогноз ёрдамчи ролини бажаради.

Демак, бу прогноз сув омбори режимини узок муддатға оптималлаш учун етарсиз бўлади. Бундай ҳолларда оптимал режим учун тўғридан-тўғри гидрологик кузатиш натижаларидан фойдаланилади.

Булардан ташқари ҳозирги ишлаб чиқилган ўта узок муддатли йиллик сув миқдори прогнози бир неча йил олдиндан гидрологик ҳодисаларни билиш имконини беради.

Бу прогнозларни Гидрометеорология Давлат қўмитаси ҳеч кимға бермайди, декин халқ хўжалиги учун бу прогнозлар катта фойда келтириши мумкин эди.

Прогноз аниқлигини баҳолаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\eta = \sqrt{1 - \left(\frac{\delta'}{\delta}\right)^2}$$

бу ерда  $\delta'$  - ўртача квадратик прогноз хатолиги;  $\delta$  - айрим давр учун прогноз сифатини билдирувчи стандарт параметр.

Ҳозирда прогноз учун математик алгоритмлар ва физик моделлар яратилиб, прогноз ўзгариши ҳар хил табиий шароитларда текширилмоқда.

1. Охирги катталиги бўйича прогноз - «эртаға худди бугунгидек» принципига асосланган бўлиб, аниқлиги жуда пастдир (хатолик дисперсияси - текширилаётган катталиклар иккиланган дисперсиясига яқинлашаётир).

2. Математик кутиш бўйича прогноз - ҳар қандай вақтда ўртача катталик прогнози қаралади. Бунда хатолик дисперсияси гидрологик катталик дисперсияға тенг.

3. Корреляция функцияси асосидаги прогноз - текширилаётган ҳодиса тарихиға, ўртача кийматиға ва унинг корреляция функциясига боғланиб амалға оширилади.

Прогноз вақтининг ўсиши билан математик кутиш прогнозиға яқинлашган прогнозға эға бўлинади. Агар ҳодиса тарихидан 2 ёки 3 та нуқталар олинса автокорреляция функцияси прогнози янада аниқроқ бажарилади.

Масалан: сув сатҳи ошиши прогнозини қуйидаги тенгламадан топиш мумкин (бахорги тошқинлар учун):

$$H_{max} = d \cdot h_{кор} + b \left( \sum t \right) + c \cdot x + d.$$

бунда  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  - олдинги кузатиш натижасидан олинандиган параметрлар;  $h_{кор}$  - қор қатламининг ўртача баландлиги;  $\sum t$  - қиш ойлари учун ўртача ойлик ҳароратлар йиғиндиси;  $X$  - кузги ёғингарчилик миқдори.

*Дарёларнинг қишки режими*

Ҳаво ҳарорати 0°С гача пасайганда, дарёлар кишки режим фазасига ўтади. Бу режимнинг давом этиши минус ҳарорат кузатилгандан бошланади, яъни дарёда муз ҳосил бўлишидан, то баҳорги сув кўпайиши бошланиб, дарёларнинг музлардан тозаланишигача даврни ўз ичига олади.

Кишки режимда учта фаза учрайди: музланиш; муз билан бутунлай қопланиш; музнинг эриши.

Айрим дарёларда кишки режимда муз қопланмаган участкалар ҳам учрайди, бунинг сабаби шу участкаларда сув катта қийматга эга бўлади.

Муз қатлами амалий ҳисобларда эмпирик формуладан топилади:

$$h_i = 2\sqrt{\sum \bar{t}_{\text{сум}}},$$

бунда  $\sum \bar{t}_{\text{сум}}$  - манфий ўртача суткалик ҳароратлар йиғиндис.

Агар ўртача ойлик ҳарорат ҳисоблашда олинадиган бўлса, у қуйидагича топилади:

$$h_i = 5\sqrt{\sum \bar{t}_{\text{ой}}^1}.$$

Сувнинг лойқалиги ва рангига боғлиқ равишда 1 м чуқурлигида 1÷30%, 5 м чуқурлигида эса 0÷5% га тенг қуёш энергияси нури юза қисмидан ўтади.

Дарёларнинг муз ёки қор билан қопланиши иссиқлик алмашинувчи ўз таъсирини ўтказди. Бунда сув атмосфера билан иссиқлик алмашинуви жараёнини пасайтиради ва қуёш энергияси сувнинг чуқур қисмига ўтиши тўхтади.

Дарёларнинг турбулент характерли оқими сувнинг массаси аралашувига олиб келиб, ҳаракат кесими бўйича ҳароратни бир хил катталиқда бўлишига шароит яратади. Ҳаракат кесими нуқталарида ҳарорат фарқланишини ўта сезгир термометрлар билан аниқлаш мумкин.

Дарёларда ҳарорат ўзгариши суткалик ва йиллик даврларга ажратилиши мумкин. Суткалик ҳарорат ўзгариши дарё суви миқдорига қараб, яъни суви кўп дарёларда суткалик амплитуда камроқ. Бундан ташқари географик кенгликка боғлиқ ҳарорат амплитудасини кузатилиши мумкин. Масалан, Яна, Печора, Мезень дарёларида Сирдарё ва Амударёга нисбатан суткалик амплитуда камроқ.

Йиллик ҳарорат амплитудаси амалда 0°С қилиб қабул қилинади. Кишки ойларда сув юзаси муз билан қопланиб атмосферага алоқаси кузатилмайди. Ҳаво ҳарорати ошиши билан сув ҳарорати тезда кўтарилиб, июль-август ойларида максимум катталиқка эга бўлади. Ёзнинг иккинчи ярмида ҳарорат пасайиши секинлик билан амалга ошади.

Катта узунликка эга дарёларда ҳарорат ўзгариши узунлик бўйича климатик (иқлимий) шароитга ва дарё суви таъминига боғлиқ равишда кузатилади.

Масалан, муздан таъминланадиган дарёларда унга оқиб келадиган сув ҳароратига боғлиқ ҳолда, манбадан узоқлашган сари иқлимий шароитга қараб ўзагради.

**8 – маъруза. Геодезия асослари. Геодезик изланишлар. Геодезик ўлчаш ишлари ва геодезик асбоблар. Геология ва гидрогеология асослари. Минераллар ва тоғ жинслари. Уларнинг характеристикалари.**

### *Геодезия ҳақида асосий тушуналар*

Геодезия (юнонча сўз бўлиб, Geo – ер ва Daio - қисмларга бўламан, ажратаман) деган маънони билдиради, яъни Ерни қисмларга ажратиб ўрганишда, Ернинг шакли ва ўлчамларини аниқлаш ҳамда план ва карталарда тасвирлаш учун ер сиртида ўлчаш ишлари олиб бориш ҳақидаги фандир. Гео – юнонча сўз бўлиб, қўшимча сўзларнинг таркибий қисми; Ер, Ер шари, Ер қобиғига тегишлиликни билдиради. (Масалан, геология, геофон).

Геодезия олий ва қуйи геодезияларга бўлинади. Олий геодезия Ернинг шакли, гравитацион майдонини, шунингдек геодезик таянч шохобчаларни қуриш назария ва усулларини ўрганади. Қуйи геодезия тапография ва муҳандислик амалиётида қўлланиладиган ўлчаш усулларини ишлаб чиқади.

Геодезия астрономия, геофизика, космонавтика, картография ва бошқалар билан боғлиқ равишда ривожланади.

Бинолар, каналлар, йўллар ва бошқаларни лойиҳалаш ҳамда қуришда геодезиянинг усулларидан кенг фойдаланилади.

Амалий геодезия халқ хўжалигини ва бошқа соҳаларни тапограф-геодезик усулларининг илмий янгиликлари билан таъминлашда хизмат қилади.

Амалий геодезия қисқача қилиб айтганда, мухандислик-қурилиш ишлари билан ҳам узвий боғланиб кетган. Бунда лойиҳаланаётган ҳар бир объект ёки иншоотларнинг геометрик параметрлари кучли назоратда бўлиши керак.

Ҳозирги пайтда мураккаб, замонавий иншоотларни яратишда қуйидаги геодезик кўрсаткичларга эътибор бериш керак:

1. Астрономно-геодезик кўрсаткичлар (объектларнинг координаталари ва баландлиги, йўналишлар азимутлари);

2. Гравиметрик кўрсаткичлар (майдоннинг юқори аниқликдаги гравиметрик тасвири, асосий қисмларнинг оғиш катталиклари);

3. Топографик ва фотограмметрик кўрсаткичлар (ҳар хил масштаблар картаси), (фотокарталар ва фоторежалар, ладшафтли панорамалар);

4. Мухандис-геодезик кўрсаткичлар (юқори масштабли режаларни майдонлар учун қўллаш, дарё ва йўлларнинг узунлик бўйича профили, иншоотлар деформацияси ва бошқалар).

Геодезияда ўлчаш усуллари ва бу усулларга асосланган ўлчаш асбоблари кенг қўлланилади.

Ўлчаш натижалари эса математик жиҳатдан қайта ишланади. Бу асбоблар ва усуллар геодезия асосларини ва геодезик, тапографик тасвирларни кенг ривожлантиришда хизмат қилади.

Ҳозирги пайтда сув объектларини ва иншоотларини қуришда қўплаб замонавий геодезик ўлчов асбоблари қўлланилмоқда. Уларнинг натижалари янги, замонавий ҳисоблаш қурилмаларида қайта ишланмоқда ва автоматлашган тизимларда бажарилмоқда. Кейинги илмий-изланишлар натижасига кўра, лазерли ўлчаш асбоблари ҳам тадбиқ этилмоқда.

### ***Геодезик изланишлар***

Геодезик изланишларга (ГИ) қуйидагилар киради:

1. Майдон ва йўлларнинг тапографо-геодезик изланишлари;

2. Иншоотларни мухандис-геодезик жиҳатдан лойиҳалаш;

3. Геодезик қурилиш ишлари;

4. Технологик жиҳозларни ва конструкцияларни геодезик текшириш;

5. Иншоотлар деформациясини назорат қилиш.

Ҳар бир бўлимда қилинадиган ишлар мухандис-қурилиш ишларида бир-бирлари билан узвий боғланган бўлиб, фақат ҳал қилинадиган масалалари ва ўлчаш аниқликлари билан бир-бирларидан ажралиб туради.

Бу ишлар бир мақсадга қаратилган бўлади, яъни юқори мустаҳкамликка эга бўлган, чидамли, сифатли иншоотларни барпо этиш ва ишлатишдир.

### ***Геодезик ўлчаш усуллари ва асбоблари***

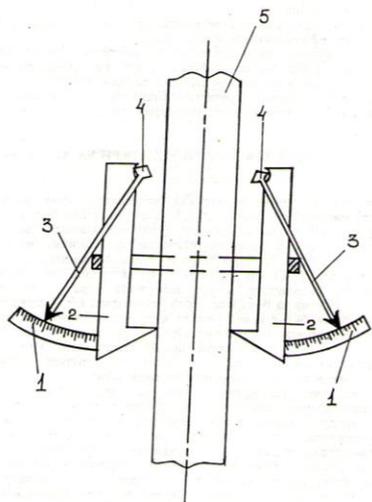
Теодолит-горизонтал ва вертикал бурчакларни ўлчаш ҳамда топографо-геодезик ва маркшейдер суратга олишда, қурилиш ишларида йўналишларни аниқлаш ва бошқалар учун мўлжалланган геодезик асбоб ҳисобланади. Градуслар ва ундан кичикроқ бўлинмаларга бўлинган горизонтал ва вертикал доиралар теодолит асосини ташкил этади. Кўпинча теодолит турли мосламалар (риентир-буссоль, визир маркалар, узокликни ўлчовчи оптик учлик ва бошқалар) билан таъминланади. Теодолитлар махсус вазифасига кўра (геодезик, кончилик, қурилиш, артиллерия ва бошқалар), лимб ўлчамларига кўра: (катта, ўртача, кичик), лимбни тагликка бириктириш усулига кўра (оддий, қайтарма ва буриладиган лимбли), тайёрладиган материалга кўра (металл ва оптик) хилларга бўлинади. Россияда оптик ТО-5 теодолити ишлаб чиқарилади. Унинг горизонтал бурчакларни ўлчашдаги ўртача квадратик хатолиги 0,5% дан (юқори аниқликдаги теодолит) 30% гача (техника теодолити).

Тензодатчик (дат.tepsus - зўриққан, тарангланган ва датчик)-қаттиқ жисмларнинг деформацияланишини электр сигналларига айлантириб берадиган қурилма; электр тензометрнинг таркибий қисми. Қаршилиқ тензодатчик (тензорезистор)нинг иши металл сим (ёки фольга-зар қоғоз) нинг деформацияланганда (чўзилган ёки сиқилганда) ўз электр қаршилигини ўзгартириш хоссасига асосланган. Тузилиш жиҳатдан қаршилиқ тензодатчиги сим (константан, никель ва молибден асосидаги қотишмалар, легирланган нихром ва бошқалар) ёки фольга (баъзан, ярим

ўтказгичлар) панжарасидан иборат бўлиб, синалаётган деталь сиртига елимлаб ёпиштирилади (юқори ҳароратда пайвандланади).

Елимлаб ёпиштирилмайдиган тензодатчиклар ҳам бор. Уларнинг афзаллиги: кўндаланг тензосезгирлиги йўқлиги ва гистерезиси кичиклиги.

Тензометр (лат.tepsus-зўриққан, тарангланган ва метр-ўлчаш) (8.1-расм) - машиналар, конструкциялар ва сув иншоотлари деталларидаги, шунингдек, материалларни механик синашдаги деформацияларнинг тарқалишини текширишда ишлатиладиган ўлчов асбоби. Ўлчанадиган катталикларни қайд қилиш ва ҳисоблаш учун қулай бўладиган ҳолга келтириш усулига қараб тензометрнинг механик ва электр хиллари бор. Турли тизимдаги механик тензометрлар ҳисоблаш ва қайд қилиш қурилмалари бўлган ричаглар комбинациясидан иборат (8.1-расм); асосан, эластик материалларнинг мустаҳкамлик характеристикаларини аниқлаш учун ишлатилади. Электр тензометрлар мураккаб шароитлар (агрессив муҳитлар, паст ва юқори ҳарорат ҳамда босим ва бошқаларда) статик ва динамик деформацияларни олисдан туриб ўлчашга имкон беради.



**8.1-расм. Механик тензометр схемаси: 1-эгри чизикли ўлчагичлар; 2-зичлагичлар; 3-стрелкалар; 4-ричаглар; 5-марказий ўқ.**

2-

### *Нивелирлаш*

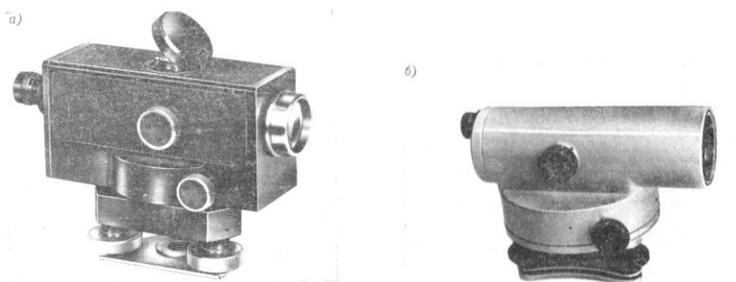
Дарёлар, қўллар ва ҳар хил сув объектларини ўрганишда махсус нивелирлаш ишлари олиб борилади.

Гидроэнергетик изланишларда асосан техник нивелирлаш ва IV классли нивелирлаш қўлланилади. Гидроэнергетик изланишларда қўлланиладиган замонавий нивелирларнинг техник тавсифлари қуйидаги 8.1-жадвалда келтирилган.

**8.1-жадвал**

### **Нивелирларнинг асосий тавсифлари**

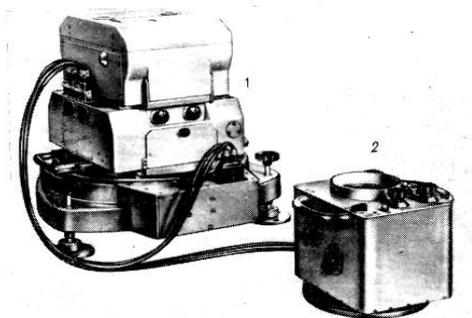
<b>Нивелир тури</b>	<b>Кўриш трубагининг катталашуви</b>	<b>Цилиндрик даража: бўлимлари, с/2мл</b>	<b>Компенсатор ишлаш оралиғи, мин</b>	<b>Нивелирнинг ғилофсиз вазни, кг</b>
НЗ, Россия	30 <sup>x</sup>	15	-	2,0
НС4, Россия	30 <sup>x</sup>	-	±15	2,0
НТ, Россия	23 <sup>x</sup>	45	-	1,0
Ni025, Германия	20-25 <sup>x</sup>	-	±10	1,7-1,9



**8.2-расм. Ni025 (а) ва NS4 (б) нивелирларнинг умумий кўринишлари.**

#### ***Аэрорасмга тушуриш***

Гидроэнергетик изланишларда аэрорасмга тушуриш сув объектлари тўғрисидаги ҳар хил масштаблар тизимида кенг қўлланилади. Бунда масштаблар 1:25000, 1:1000 ва 1:500 кўринишларда бўлиши мумкин. Изланишлар олиб бориладиган жойлар юқоридан туриб расмга тушурилади. Расмга тушуриш ишлари 100-350 км/с тезликда ҳаракат қилаётган самолётларда олиб борилади. Аэрорасмга тушуришда асосан махсус АФА 21/18.18 русумли аэрофотоаппаратлардан фойдаланилади (8.3-расм). Йирик масштабли жойларни расмга тушуришда АН-2 русумли самолётлар, ўрта ва кичик масштабли жойларни расмга тушуришда эса ИЛ-14 ФК (фотокартографик) ва АН-30 русумли самолётлардан фойдаланилади.



**8.3-расм. АФА 21/18.18 русумли (Германия) аэрофотоаппарати.**

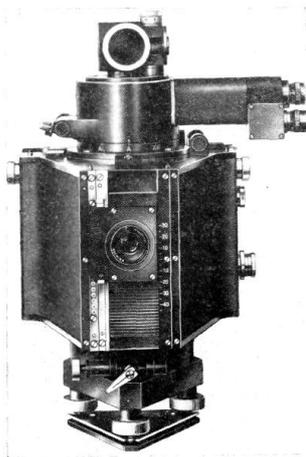
Расмга тушурилгандан кейин изланаётган объектнинг геодезик таянч нуқталари топилади. Изланаётган объект дарё, кўл, ботқоқлик, ўрмон, тоғликлар ва бошқалар бўлиши мумкин.

#### ***Фототеодолит ёрдамида сув объектларини текшириш***

Фототеодолит ёрдамида мураккаб рельефли, унча катта масштабга эга бўлмаган сув объектлари текширилади. Бунда асосан тоғ дарёлари ва кескин қияликка эга бўлган сув объектлари ўрганилади.

Аэрорасмга тушуриш усули билан солиштирилганда, фототеодолит ёрдамида текшириш бир қанча камчиликларга эга. Бу усулда кўп ҳажмли дала ишлари бажарилади, изланишлар вақти анча давом этади, нисбатан кичик самарадорликка эга.

Изланиш ишлари фототеодолитлар (8.4-расм) асосида олиб борилиб, у фотографик камера ва теодолитли тикинлардан иборатдир.



**8.4-расм. «Фотео» 19/13.18 русумли (Германия) фототеодолитнинг умумий кўриниши.**

### ***Геология ва гидрогеология тўғрисида қисқача маълумотлар***

Геология (гео. ва логия) - Ернинг айниқса, қобиғининг моддий таркиби, тузилиши ва ривожланиши тарихи ҳақидаги фанлар мажмуидир. Ер қобиғи таркибини минералогия, петрография, литология, геохимия; ер қобиғининг ҳаракатлари ва улар ҳосил қиладиган структурани геотектоника ва структуралар геологияси(муайян жойдаги участкалар учун); Ер сиртида ва унинг бағрида содир бўладиган жараёнларни динамик геология ( шу билан бирга вулқон ҳодисаларни-вулқонология, зилзилаларни-сейсмология); геологик жараёнларининг тарихий изчиллигини тарихий геология (шу билан бирга, стратиграфия ва палео-география); алоҳида территорияларнинг геологик тузилишини региональ геология ўргатади ва бошқалар. Фойдали қазилма бойликлари тўғрисидаги маълумот, гидрогеология, муҳандислик геологияси муҳим амалий аҳамиятга эга.Геология геофизика, геодезия, кон ишлари, геоморфология, гидрология, океанология билан чамбарчас боғлиқ. Геология фойдали қазилмаларни қидириш ишларининг назарий асосидир.

Гидрогеология (гидро ва геология) сув ва ер тўғрисидаги фан бўлиб, сув ости ва сув атрофи, қирғоғидаги ер тузилиши, хусусиятлари таркиби тўғрисидаги барча маълумотларни аниқлашга йўналтирган фандир. Бу фан сув омборлари, ҳар хил кўллар, дарёлар, ирмоқлар ва бошқалар жойлашган ердаги сув ва ер тўғрисидаги илмий-изланишларни олиб боради. Гидрогеология асосан ер ости сувлари ҳақида шуғулланувчи фан ҳисобланади. Ер остидаги сувлар суюқ, пар, қаттиқ ва томчи ҳолатларида бўлиши мумкин. Бу суюқликлар ер остидаги баъзи бир ёриқлар, чуқурликлар ва тешикларни тўлдириб туради. Гидрогеология ер остидаги сувларнинг таркиби, газларнинг таркиби сув билан боғлиқ жинсларининг ўзаро таъсирларини ўрганади.

Гидрогеология ер ости сувларини халқ хўжалигида ишлатиш истеъмол даражасини ошириш, ер ости сувларидан ҳар хил тузлар ва химиявий элементларни олиш билан ҳам шуғулланади. Бундан ташқари метрополитенлар қуришда, шахта ва карьерлар қозишда ер ости сувларига тўқнаш келиш мумкин. Шунинг учун ҳам муҳандис-гидрогеологик ишлар пухта олиб борилиши керак.

Гидрогеология геологиянинг бир қисми ҳисобланади. Гидрогеология ўз ичига кўплаб саволларни ва масалаларни қамраб олади. Шунинг учун ҳам бу фан кўпгина йўналишлар ва фанлар билан боғлиқ равишда ривожланади. Масалан, у метрология, климатология, гидрология, геоморфология, уруғшунослик, литология, тектоника, геохимия, физика, гидродинамика, гидротехника, тоғ иши ва бошқалар билан узвий боғлиқдир.

Инсон ҳаётида ер ости сувлари катта аҳамиятга эгадир. Академик А.П.Карпинский фикрига кўра, ер ости сувлари жуда қиммат баҳо қазилма бойлик ҳисобланади. Ҳозирги пайтда ер ости сувлари инсонлар учун истеъмол мақсадида, халқ хўжалиги ва техникада ҳам кенг қўлланиб келмоқда.

Инсонлар саломатликларини даволашда ҳам ер ости сувларидан фойдаланилади, яъни унинг таркибидан йод, бром, германий ва бошқа кўпгина ноёб компонентлар олинади. Юқори

хароратли ер ости сувлари иситиш мақсадида, электроэнергия ишлаб чиқаришда ишлатилади. Бундан ташқари ер ости сувлари сабзавот ва меваларни суғориш мақсадларида ишлатилади.

Ер ости сувларининг салбий таъсир томонлари ҳам мавжуд. Баъзи гидротехник иншоотларни, тунелларни, метрополитенларни куришда ер ости сувлари ишни бажаришни мураккаблаштириб қўяди.

Тоғ-кон саноатида ер ости сувлари кўпгина ҳолларда салбий таъсирини кўрсатиш мумкин.

### ***Геологик изланишлар***

Геологик изланиш ишлари асосан Давлат стандарти ва бошқа меъёрий ҳужжатлар асосида олиб борилиши керак. Бунда мухандислик изланишлар асосий бўлиши керак.

Геологик изланишлар қуйидагилардан иборат бўлади:

1. Мухандис-геологик изланишлар;
2. Мухандис-геологик съёмкалар (тасвир);
3. Геология-қидирув ишлари;
4. Бурғулаш ишлари;
5. Мухандис-геологик ва тажриба изланишлари.

Мухандис-геологик изланиш ишлари қуйидаги ишларни ўз ичига олади:

1. Мухандис-геологик тасвирлар;
2. Тоғ-кон ишларида кудуқ, канал, шурфларни аниқлаш;
3. Дала тажриба-текширув ишлари;
4. Стационар кузатув ишлари;
5. Тажриба ишлари;
6. Материалларни камерали қайта ишлаш ва ҳисоботини тайёрлаш.

Мухандис-геологик тасвир ишлари қуйидагиларни ўрганади:

1. Ўрганилаётган майдоннинг стратиграфия, тектоника, литология, геоморфология жиҳатларини таҳлил қилиш;
2. Майдоннинг гидрогеологик шароитларини ўрганиш;
3. Физик-геологик жараёнлар ва бошқалар;
4. Текширилаётган майдондаги иншоотлар деформация даражасини кузатиш;
5. Қурилиш молларини қидириш ва излаш.

Гидрогеология-қидирув ишлари геологик изланишларнинг асосий қисми ҳисобланади. Текширилаётган майдонда канал, шурфлар, шахталар, штоленлар, квершлаглар, кудуқларни бурғулаш каби ишларни олиб бориш учун қидирув ишлари олиб борилади. Ер ости сувлари стационар равишда кузатилиб турилади.

Бурғулаш ишлари асосан ҳар хил цилиндрсимон кон иншоотларини қазилганда ишлатилади. Бурғулаш ишлари: механик, термик, электрик, портлама, гидравлик усулларда олиб борилади. Фойдали қазилмалар конларини қидириш ва разведка қилиш ер қобиғининг геологик тузилишини ўрганиш, фойдали қазилмаларни қазиб олиш, портлатиш ишларини бажариш, ер ости иншоотларини шамоллаштириш, қуригиш, устун қозиклари, пойдеворларни қуриш ва бошқаларда бурғулаш ишлари олиб борилади.

Мухандис-геологик ва тажриба изланишлари асосан дала шароитларида олиб борилади. Текширилаётган майдон ҳақидаги асосий ишлар математик-статистика усулида қайта ишланади.

### ***Минераллар ва тоғ жинслари***

Минераллар (лат. *mineva* - руда) - **рудалар** демакдир. Минералогия (лат. *mineva* - руда ва логия.) - минераллар (рудалар) тўғрисидаги фандир. Минералларнинг таркиби - кристаллик структураси, физик ва кимёвий хоссалари, хоссаларнинг улар таркиби ва структурасига боғлиқлиги, ҳосил бўлиш қонуниятлари, ўзгариш жараёнлари, табиатда бўлиш шароитлари ҳамда амалда қўллаш масалаларни ўрганади.

Минералогия геология фанлари комплексига киради: петрография, геохимия, фойдали қазилма - бойликларни ўрганиш, кристаллография ва бошқалар билан, шунингдек физика ва кимё билан боғлиқ. Минерал тавсифий (систематик) генетик, экспериментал, регионал ва амалий минералогия (технология ва қидирув минералогияси, шунингдек минераллар таҳлили) соҳаларига бўлинади.

Ҳосил бўлиш шароитига қараб тоғ-жинслари 3 турга бўлинади:

1. Бирламчи тоғ жинслари;
2. Иккиламчи тоғ жинслари;
3. Метаморфик тоғ жинслари.

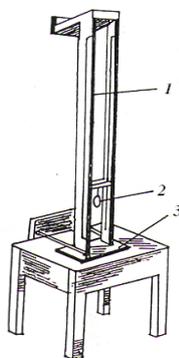
Бирламчи жинслар - магмалардан ҳосил бўлган.

Иккиламчи жинслар - баъзи жинсларнинг сув, шамол ва ҳароратлар таъсирида бузилишидан ташкил топган. Жисмлар бир турдан иккинчисига ўтишда уларнинг химиявий ва минералогик таркиблари ўзгарган.

Академиклар Ф.Ю.Левинсон - Лессинг, А.П.Карпинскийлар томонидан илмий - изланишлар олиб борилган ва изланишлар натижасида тоғ-жинсларининг классификацияси (геология) тузилган.

Кўпгина табиий рудаларнинг тоғ жинсларига баъзи бир қисмларигина иштирок этади. Буларга кварц, дала шипатлари, слюдалар, карбонатлар, сульфатлар ва темир-магнитли рудалар мисол бўлади.

Тоғ жинсларининг асосий хусусиятларидан бири уларнинг қурилиш ишларида қўллаш мумкинлигидир. Баъзи минераллар ўзининг мустаҳкамлиги, қаттиқлиги, химиявий бардошлилиги билан ажралиб туради. Минераллар ва тоғ жинсларининг ташқи таъсирларига мустаҳкамлигини аниқлайдиган копернинг кўриниши 8.5-расмда келтирилган.



**8.5-расм. Минераллар ва тоғ жинсларининг ташқи таъсирларга мустаҳкамлигини аниқлайдиган копер:**

**1-юк осилган станина; 2-зарб берадиган юк («маятник»); 3-ишни ўлчаш мосламаси.**

Буни кварц мисолида қараб чиқамиз.

$\text{SiO}_2$  кремний ангидрид ёки кремнезем деб аталади. У кристалл кўринишида бўлади. Унинг кристаллари олтибурчакли пирамида шаклида учрайди. Кварц оқ кўринишидаги, унча ялтироқ бўлмаган минераллар. Кварцнинг зичлиги  $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$  ни, қаттиқлиги 7 ни (қаттиқлик шкаласи бўйича) ташкил этади. Кварц жуда мустаҳкам минералдир. У 2000 МПа бўлган босимга бардош бера олади.  $1728^\circ\text{C}$  ҳароратда кварц суюқлик ҳолатига ўтади.

Кварцдан кейин иккинчи ўринда глинозем  $\text{Al}_2\text{O}_3$  туради. Табиатда глинозем корунд шаклида учрайди.

Ўзининг мустаҳкамлиги билан дала шипатлари ҳам ажралиб туради. Улар сарғиш, кулранг кўринишларда бўлади. Зичлиги  $\rho = 2,55\div 2,76 \text{ г/см}^3$  ни қаттиқлиги (қаттиқлик шкаласи бўйича) 6 ни ташкил этади. У  $120\div 170 \text{ МПа}$  гача бўлган босимга бардош беради.  $1170\div 1550^\circ\text{C}$  ҳароратда суюқлик ҳолатига ўтади.

### ***Минераллар ва тоғ жинсларнинг характеристикалари***

Минераллар ва тоғ жинслари қуйидаги кўрсаткичлар билан характерланади:

1. Зичлик,  $\rho = \frac{m}{V}$ ;

2. Ҳажмий оғирлик,  $\gamma_v = \frac{m}{V}$ ;

3. Мустаҳкамлик;

4. Қаттиқлик;

5. Емирилиш;
6. Таъсирга қаршилик кўрсатиш;
7. Эгилувчанлик.

Бу кўрсаткичларни аниқлайдиган асбоб ва ускуналар тоғ-кон ишларида кенг қўлланилади. 8.5-расмда минераллар ва тоғ-жинсларининг ташқи таъсир кучларига чидамлилигини аниқлайдиган асбоб кўрсатишган.

Коперлар асосан минераллар ва тоғ жинсларни зарбий механик синашлар учун мўлжалланган қурилмадир. Синалаётган намунага зарб берадиган юк («маятник») осилган станинадан ва намунага тушадиган ишни ўлчайдиган мосламадан иборат.

Бундан ташқари минераллар ва тоғ жинсларининг ўзига хос хусусиятлари ҳам мавжуддир:

1. Физик хусусиятлари;
2. Механик хусусиятлари;
3. Намлик, сув, музларга бардошлилиги;
4. Иссиқлик ўтказувчанлик, ёнғинга бардошлилик ва бошқа хусусиятлари.

**9 – маъруза. Гидроэнергетика муаммолари ва ривожланиш истиқболлари; гидроэнергетик манбалар. Дарёлар ва сув оқимлари гидроэнергетик манбаларидан фойдаланиш ва ҳисоблаш усуллари. Сув манбалари ва улардан комплекс фойдаланиш. Сув омборлари, хиллари ва характеристикалари.**

Умумий электроэнергетика тармоғида гидроэнергетик қурилмалар (ГЭҚ) ўзининг ишлаб чиқадиган маҳсулотига кўра энергетика хўжалиги билан боғланган бўлсада, электр энергияси олиш шартига кўра сув хўжалиги билан, сувдан фойдаланиш билан кўпроқ боғлангандир. Гарчи ГЭҚ таркибига кирувчи гидроэлектр станциялари, насос станциялари ва гидроаккумуляция электр станциялари умумий “станция” сўзи билан боғлиқ бўлсада МДХ мамлакатларида қабул қилинган умумий анъанага кўра улар **гидроэнергетик қурилмалар** деб аталади.

ГЭҚ амалий илмий фан ҳисобланади ва у бир неча фанларга суянган ҳолда ўқитилиши зарур: гидрология ва гидрометрия, гидравлика, гидротехника, гидравлик турбиналар ва насослар, электр машиналари, электротехника ва бошқалар.

Ҳозирги даврда ГЭҚлар такомиллашуви ўзининг юқори даражасига кўтарилган, улар ҳар қандай сув оқимида, напорига, сув сарфига мос ҳолда қўлланилиши мумкин. Замонавий ГЭҚлар қуввати бир неча млн. кВт етиб бориши, жиҳозлари эса юқори ФИК га эга бўлиши мумкин. Мисол қилиб, Саяно-Шушенск (N=640÷7200 МВт), Краноярск (N=6000 МВт), Нурек (N=3000 МВт), Чорвоқ (N=620 МВт), Итайпу (Бразилия) (N=12600 МВт) ГЭСларини, Қарши насос станциялар каскади (N=450 МВт), Каховка насос станцияси (N= 168 МВт) каби йирик иншоотларни кўрсатиш мумкин.

МДХда гидроагрегатларни яратувчи жаҳонда машҳур С.Петербург шаҳридаги «Ленинград металл заводи», Харьковдаги «Турбоатом», Уралдаги «Электромаш» ва ҳ.к. заводлари мавжуд.

Гидроэнергетиканинг ривожланиш истиқболлини Жаҳон давлатлари эга бўлган гидроэнергетик манбалар аниқлайди.

Жаҳонда гидроэнергетик манбалар ҳозирги кунда қувват бўйича N=4000 Гвт/йил, деб баҳоланган ва қитъаларга қуйидагича тақсимланади:

Европа	64 %
Осиё	35,7 %
Африка	18,7 %
Америка (ж)	16,0 %
Америка (Ш)	18,7 %
Австралия	4,5 %
Жаҳонда	100 %

Республикамиздаги умумий гидроэнергетик потенциал 74445 МВт ни ташкил қилади, шундан ҳозирги кунда фақат 23 % и фойдаланилмоқда.

ГЭҚларида олинadиган электроэнергия энг арзондир. Фақат ГЭҚлар қурилишига капитал сарф ИЭСга нисбатан катта, лекин бу ҳам йиллик чиқимлар ҳисобига тез қопланиб кетади.

Гидроэнергетикани умумий халқ хўжалиги ривожиди қарасак, асосий бир омилни эсдан чиқармаслик керак, бу табиатда сувнинг айланиш жараёнига асосланган гидравлик энергиянинг

қайталанувчанлигидир, ёқилги ҳисобига ишлайдиган электростанциялар эса табиий муҳитга экологик таъсир кўрсатиб, қайталанмайдиган кўмир, газ ва нефт маҳсулотларини истеъмол қилади.

Республикамиз суғорма деҳқончилиги юқори даражада ривожланган давлатлар қаторига қиради. Мамлакатимиз сув хўжалигига қарашли 4,3 млн. га ер майдонининг 2,2 млн. гектарига сув 1500 дан ортиқ насос станциялар ёрдамида етказиб берилади. Жаҳондаги энг йирик насос станциялардан ҳисобланган Қарши Бош канали насос станцияларининг умумий ўрнатилган қуввати 450 МВтни ташкил қилади.

### Сув манбалари ва сув оқими энергияси

Сув табиатда энг куп тарқалган суюқлик ҳисобланади. Ер юзасининг учдан икки қисми сув билан эгалланган. Гидросферадаги умумий сув миқдорини 1 454 193 минг км<sup>3</sup> га тенг бўлса, шундан 94 % океанлар ҳиссасига тўғри келади. Сув хўжалиги ва гидроэнергетикада фойдаланиладиган сув миқдори 300 минг км<sup>3</sup> ни ташкил қилади. Лекин бу сув миқдори ер юзидан нотекис жойлашган, масалан 86 % дан ортиқ сув миқдори аҳоли кам яшайдиган жойларга тўғри келади.

Республикамизда ҳар йили қишлоқ хўжалигида 52 – 56 км<sup>3</sup> сув истеъмол қилинади, бу сув миқдорини йиғиш ва тақсимлаш учун 52 та сув омбори, магистрал ва хўжаликлараро каналлардаги 25 минг та, ички хўжаликлар каналларида 44 минг гидроиншоотлар ишлаб турибди.

Сув хўжалиги ва гидроэнергетикада сув манбалари сифатида сув омборлари, дарёлар, каналлар ва кўллардан фойдаланилади. Сув манбаларининг асосий параметрлари сифатида сув сарфи, сув ҳажми ва гидроэнергетик ресурси, яъни сув оқими энергияси кўрсатилади.

**Сув сарфи  $Q$**  - сув иншоотининг кўндаланг кесими юзасидан вақт бирлиги ичида оқиб ўтган сув миқдоридир ва бу кўрсаткич м<sup>3</sup>/с, л/с ўлчов бирликларида ўлчанади.

Сув сарфини куйидаги формула билан аниқлаш мумкин.

$$Q = \omega \cdot v$$

$\omega$  - сув иншоотининг кўндаланг кесими юзаси, м<sup>2</sup>;  $v$  - сув оқимининг ўртача тезлиги, м/с.

**Сув ҳажми  $W$**  – сув ҳавзасида йил давомида йиғилган сув миқдори куйидаги формула билан аниқланади.

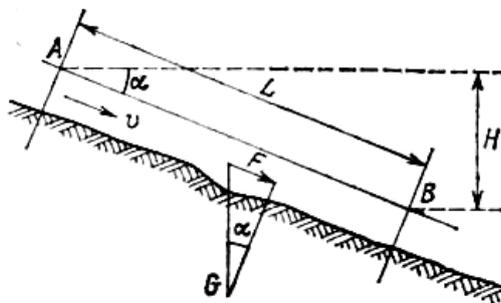
$$W = 3600 \cdot Q \cdot t, \text{ м}^3$$

$Q$  - сув сарфи, м<sup>3</sup>/с,  $t$ , соат

Сув энергияси - бу ҳаракатланаётган сув массаси эга бўлган гидравлик энергиядир.

Сув оқими ҳаракатланаётганда маълум энергияга эга бўлади ва шу асосда иш бажаради. Бу иш миқдорини куйидагича аниқлаш мумкин. Ҳаракатланаётган сувнинг сарфини  $Q$  деб белгилаймиз.  $Q$  ни ҳисоблаш учун суюқлик оқимининг жонли кесим юзаси  $\omega$ , оқимнинг ўртача тезлиги  $v$  ва нишаблиги  $i$  маълум булиши лозим.

Дарё ёки каналнинг  $A$  ва  $B$  нўқталари орасидаги  $L$  узунликдаги қисмида сув ҳаракатини кўриб чиқамиз (9.1 - расм). Бу қисмда сув ҳажми  $\omega L$  га ва унинг оғирлиги эса  $G = \gamma \cdot \omega L$  га тенг бўлади, бунда  $\gamma$  - сувнинг солиштирма оғирлиги.  $L$  узунликда оқимнинг бажарган иш куйидагига тенг:



9.1 - расм. Сув оқими ҳаракат энергиясини аниқлаш схемаси.

$$A = F \cdot L = G \cdot \sin \alpha = \gamma \omega L \sin \alpha \cdot L$$

Бунда булиб,  $F=G \cdot \sin \alpha$  - оқимнинг ҳаракат кучи. Бунда  $L \sin \alpha = H$  деб белгилаймиз ва бу  $L$  узунликдаги оқимнинг эркин сатҳи пасайишини англатади.

(1.3) формулада  $L = g \cdot t$  га тенг бўлгани учун,

$$A = \gamma \omega H \cdot g \cdot t$$

Формуладаги  $g \cdot \omega = Q$  – сув сарфини ҳисобга олсак қуйидаги формулага эга бўламиз

$$A = \gamma Q H \cdot t$$

$L$  узунликдаги сув оқимининг қуввати, яъни унинг вақт бирлигида бажарган иши

$$N = A / t = \gamma Q H = \rho g \cdot Q H$$

Сув учун  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  бўлганлиги учун  $N = 9,81 Q H$ ,  $\text{кВт}$

Сув оқимининг ҳаракат энергияси - бу унинг маълум вақт ( $T$ ) давомида бажарган иши қуйидагича аниқланади.

$$\mathcal{E} = N \cdot T, \text{ кВт соат}$$

$T$  вақт ичида оқиб ўтган сув миқдорини  $W$  деб белгиласак ва бир соатда 3600 секунд борлигини ҳисобга олсак  $\mathcal{E} = N \cdot T$  ни шундай ёзишимиз мумкин.

$$\mathcal{E} = W H / 367,2, \text{ кВт соат}$$

$N = \rho g \cdot Q H$  ва  $\mathcal{E} = N \cdot T$  формулалар суюқлик оқимининг потенциал қуввати ва ишлаб чиқариши мумкин бўлган электр энергияси миқдоридир.

**Гидроэнергетик ресурслар** потенциал гидроэнергоресурслар, техник гидроэнергоресурслар ва иқтисодий гидроэнергоресурсларга бўлинади.

9.2-расмда Ер шари гидропотенциали (ТВт·соат) ва электрстанциялар қуввати (ГВт) тақсимланиши кўрсатилган.

Потенциал гидроэнергоресурслар – назарий ҳисобланган ресурслардир. Техник гидроэнергоресурслар йўқолган энергияни (сув миқдори йўқолиши, напор йўқолиши ва механик қаршилиқлар учун йўқолган энергия) ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Гидроэнергетик потенциални ўзлаштиришда тахминан 36 – 38 % энергия йўқолади. Иқти-содий гидроэнергоресурслар ўзлаштириш учун қўлай, мақсадга мувофиқ ресурслар ҳисобланади.

Гидроэнергоресурслари энг катта бўлган давлатлар Россия (852 млрд.кВт·соат), АҚШ (705 млрд.кВт·соат), Бразилия (657 млрд.кВт·соат), Канада (535 млрд.кВт·соат) ҳисоб-ланади.

Республикамиз сув манбаларининг техник гидроэнергетик потенциали 26,7 млрд.кВт·соат ни ташкил қилади, шулардан асосий дарёлар ҳиссасига 18, 74 млрд.кВт·соат тўғри келади, қолган қисми эса кичик сойлар, ирригация каналлари ва сув омборлари ҳиссасига мос келади. Ҳозирги кунда бу потенциалнинг фақат 23 % и ишлатилмоқда.

### ***Сув манбалари ва улардан комплекс фойдаланиш***

Республикамизда суғорма деҳқончиликни ривожлантиришда йирик, кенг қамровли сув хўжалиги тизимидан фойдаланилмоқда.

Сув хўжалик мажмуаларининг самарадорлигини оширишда, улардан мукамал, ҳар томонлама фойдаланиш катта аҳамиятга эга. Бу масалани ҳал қилиш йўналишларидан бири гидротехник иншоотлардан сув энергиясидан электр энергияси ишлаб чиқариш учун фойдаланишдир.

Ҳозирги пайтда республикамизда йилдан – йилга энергияни истеъмол қилиш миқдори ошиб бормоқда. Ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг аксарият қисми (85%) иссиқлик электр станциялари орқали амалга оширилмоқда. Шу билан бир қаторда республика сув хўжалиги тизими иншоотларида бир йилда 8 млрд. кВт. электр соат энергияси ишлаб чиқариш имконияти бор. Лекин бу имкониятдан деярли фойдаланилмаётган.

### ***Сув омборлари ва уларнинг параметрлари***

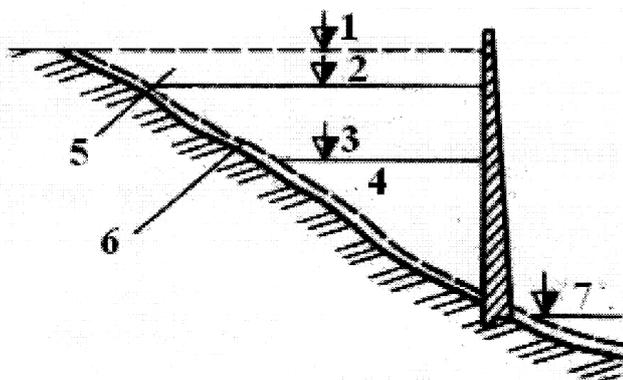
Сув манбаларининг сув хўжалиги ва гидроэнергетика мақсадлари учун тақсимланиши ҳар бир минтақада талабларга жавоб бермайди, шу сабабли уларни қайта тақсимлаш зарурияти тўғилади. Техник нуқтан назардан сув бойлиқларини қайта тақсимлаш сунъий сув омборлари ёрдамида амалга оширилади.

Очиқ сув оқимини тўғонлар ёрдамида йиғиш (тўшлаш) га мўлжалланган сунъий сув ҳавзаси сув омбори дейилади.

Республикамизда ҳозирги даврда 52 та сув омборлари бўлиб, уларнинг лойиҳавий сув ҳажми 17844 млн. м<sup>3</sup>, фойдали сув ҳажми 14581 млн. м<sup>3</sup> ни ташкил қилади.

ГЭС сув омборлари тўғонлар орқали қурилади. Тўғоннинг олди томонида сув сатҳи кўтарилиб, катта сув ҳажми (аккумуляция) тўпланади ва бу сув дарвозалари, сув ташлаш иншоотлари, сув қувурлари каби инженерлик қурилмалари орқали тақсимланади.

Сув омборлари ўзининг табиий ўзанига ва қирғоғига эга, унинг асосий параметрлари сифатида сув сатҳларини, сув ҳажмини, сувнинг йиғилиш майдони, сувнинг оқиб келиш миқдори, сув сарфини кўрсатиш мумкин.



9.2 – расм. Сув омбори схемаси:

*1-тошқин сув сатҳи; 2-нормал сув сатҳи; 3-фойдали сув сатҳи; 4-қўзғалмас сув сатҳи; 5-заҳира ҳажми; 6-сув оқимининг табиий сатҳи; 7-қуйи бьеф сатҳи.*

Сув омбори параметрлари сув хўжалик ҳисоблари асосида аниқланади. Бунда сув омборининг тўлиқ ҳажми фойдали ва фойдасиз (мёртвий) қисмларга ажратилади.

Сув омборнинг тўлиқ ҳажми:

$$V_T = V_{\text{фс}} + V_{\text{фд}} \text{ ёки } V_{\text{НСС}} = V_{\text{КСС}} + V_{\text{Ф}}, \text{ м}^3$$

бунда  $V_{\text{фд}}$  - фойдали ҳажм,  $V_{\text{фс}}$  - фойдасиз ҳажм.

Сув омборнинг асосий характеристикасига сув майдони юзаси  $F$  ва сув ҳажми  $V$  нинг сув стаҳи  $H$  ёки унинг чуқурлигига  $h$  боғлиқлигини кўрсатувчи. Эгри чизиқларга айгилади, яъни  $F, V=f(H)$  ёки  $F, V=f(h)$  (9.3 -расм).

Агар сув омборида сув сатҳини горизонтал кўринишида деб ҳисобланса,  $V=f(h)$  боғланишини статик боғланиш дейилади.

Агар сув омбори ҳажми сатҳ ўзгариши (подпор) билан эркин сирт чизиғи бўйича аниқланса бу боғланишни динамик боғланиш дейилади.

Бу график боғланишларни қуришида топографик ҳаритлардан фойдаланилади.

$$V_H = \sum_{i=H_0}^H \Delta V_i$$

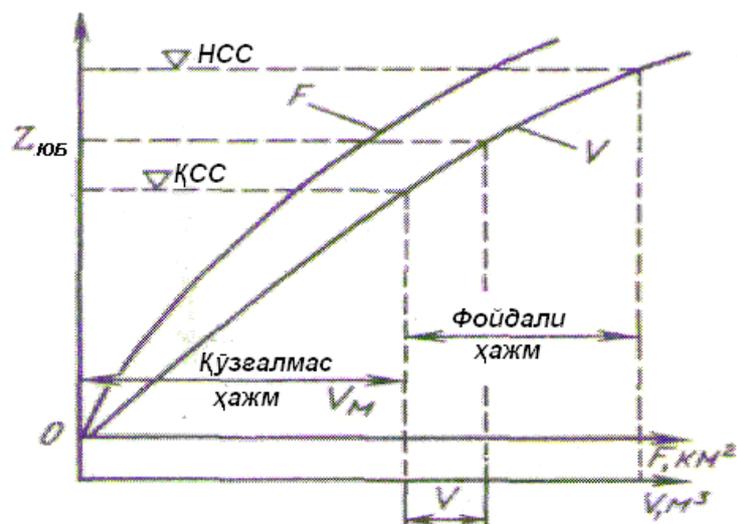
Сув омбори ўртача чуқурлиги

$$h = \frac{V_H}{F_H}, \text{ м}$$

дан ҳисобланади.

Сув омборида сув йўқолиши бўғланишга, фильтрация, музлашга ва шлюзга бўлинади қўшимча бўғланиш эса

$$h_{\text{ИСП. (БЎҒ)}} = h_{\text{В СУВ. ОМБ.}} - h_{\text{С ҚУРУК}}$$



9.3 – расм. Сув омборининг горизонтал майдони  $F$  ва статик ҳажми  $V$  нинг сув омборидаги сув сатҳи  $Z$  га бўлган боғлиқлиги.

Сув омбори ва сув босган территория диги бўғланиш қатлами фарқидан топилади. Сувнинг бўғланиши камайиши:

$$Q_{БУГ} = \frac{(h_{с.ОМБ} - h_{КУР})F_{БУГ}}{t_{БУГ}}$$

бунда  $F_{БУГ}$  - бўғланиш майдони;  $t_{БУГ}$  - очик ўзан перииоди (вакти).

Сувнинг фильтрация камайиши:

$$Q_{\Phi} = \frac{h_{\Phi} \cdot F_{\Phi}}{t_{\Phi}}$$

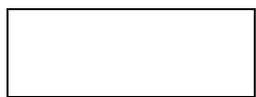
бу ерда  $h_{\Phi}$  - фильтрация қатлами;  $F_{\Phi}$  - фильтрация оқим майдони;  $t_{\Phi}$  - фильтрация (даври) вакти.

Сув миқдорининг муз ҳосил бўлишига камайиш:



бу ерда  $\gamma_M$ ,  $h_M$  - ҳажмий оғирлик ва муз қатлами;  $t_{қишки}$  - қишки давр давоми.

Шлюзлашга сув камайиши.



бу ерда  $l$ ,  $b$ ,  $h$  - шлюз камерасининг узунлиги, эни ва баландлиги (НПУ гача);

$t_{ш}$  -

навигация даври;  $n$  - навигация давридаги шлюзлаш сони.

Сув омборлари сунъий равишда бунёд этиладиган объект бўлиб, жуда катта масштабда ва ҳажмда, катта майдонни эгаллаган бўлади.

ГЭС сув омборлари чуқурлигича қараб: текисликдаги ( $H=15\div35$  м); тоғ олди ( $H=50\div100$  м); тоғдаги ( $H=200$  м кўп) хилларга бўлинади.

Жаҳон сув омборлари тўлик сув ҳажми  $\approx 3000$  км<sup>3</sup> га тенгдир.

СМИ (ИВП) бажариш ҳисобларга кўра Ер шарида  $\approx 14000$  сув омборлари мавжуддир, уларнинг ўртача ҳажми 1 млн. м<sup>3</sup> ошиқ. Бўларнинг тўлик ҳажми 6000 км<sup>3</sup> дан ошиқ кўлиб, Ер шари дарёлари қайта тақсимланганидаги сув ҳажмидан 5 марта кўпдир. Ер шари сув омборлари юзаси 350000 км<sup>2</sup> га тенгдир.

СНГ да ишлаётган ва лойиҳа қилинган 2 500 сув омборлари мавжуд ва улар жаҳон сув омборлари ҳажмининг 20% ини ташкил этади.

Энг катта сув омборларига қуйидагилар киради:

№	Дарё	Номи	Мамлакат	Ишлатиш йили	Сув ҳажми км <sup>3</sup>
1.	Виктория Нил	ОУЭН-Фолс	Уганда, Кения, Танзания	1954 й.	$V_T=204,2$ $V_\Phi=204,2$
2.	Гана	Вольта	Гана	1965	$V_T=148$ $V_\Phi=90$
3.	Нил	Насер	М.Араб.респ	1970	$V_T=157$
4.	Ангара	Братск ГЭСи сув омбори	Россия	1967	$V_T=165$
5.	Сирдарёда	Қайраккум	Тожикистон	1958	$V_T=4,1$
6.	Зарафшон	Каттақурғон Зарафшон	Ўзбекистон		$V_T=1,0$
7.	Чирчик	Чорвок	Ўзбекистон	1968	$V_T=2,0$

**10 – маъруза. Гидроэнергетика қурилмалари хиллари ва уларнинг асосий параметрлари. Гидроэнергетика қурилмаларнинг (ГЭҚ) турлари. Гидроэлектростанция, насос станцияси, гидроаккумуляцион электростанция, сув тўлқин электростанцияси. Уларнинг асосий параметрларини ҳисоблаш.**

#### ***ГЭҚларнинг турлари***

***Гидроэнергетик қурилмалар*** (ГЭҚ) деб сув оқими механик энергиясини электр энергиясига ёки электр энергиясини сувнинг механик энергиясига айлантирувчи корхонага айтади.

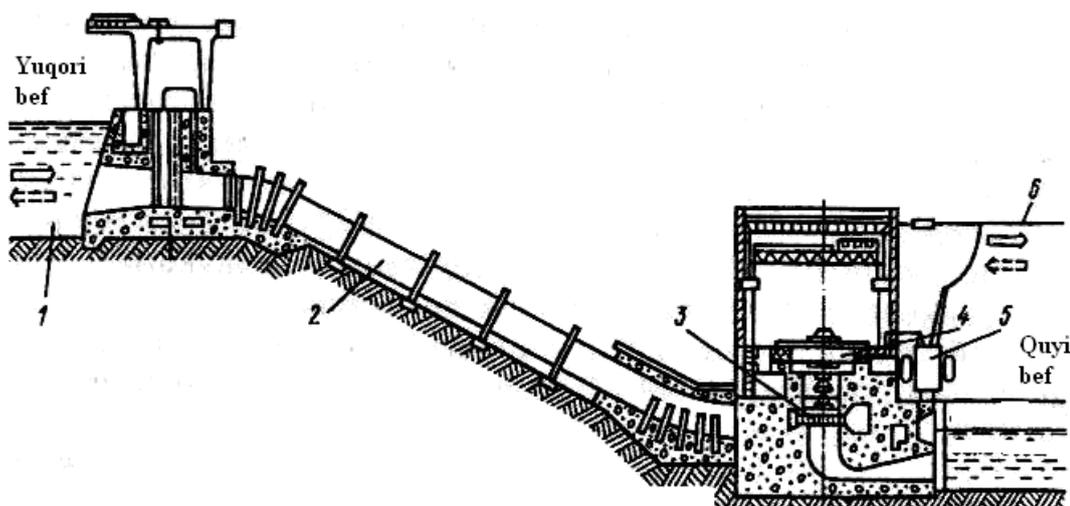
ГЭҚларнинг таркибига гидроэлектр станциялари, насос станциялари, гидроаккумуляцион электростанциялари, сув сатҳи ўзгариши ҳисобига ишлайдиган электростанциялар киради.

ГЭҚ гидротехник иншоотлардан, энергетик ва механик жихозлардан иборат бўлиб, бу жихозлар ГЭҚ ишининг асосини ташкил қилади. ГЭҚларида юқори ва қуйи бьефлар, яъни сув сатҳлари - тўғон олди ва тўғон орти сатҳлари напор қийматини аниқлашда асос бўлади.

Сув сатҳи  $\nabla$  белги билан белгиланиб, денгиз сатҳидан қанча баландлик ёки пастигини ГЭҚ сига нисбатан (абсолют - отметка) ёки қандайдир таққослаш текислигидан (шартли отметка) жойлашиш баландлигини кўрсатади.

Денгиз тўлқини кўтарилиши (пасайиши) ҳисобига ишлайдиган электр станцияларда (СТЭС) бьефлар ўзгарувчан қийматларга эга бўлади.

**Гидроэлектр станциялари** (ГЭС)ларда сувнинг гидравлик энергияси электр энергиясига айлантирилади (10.1-расм). ГЭС иши учун керакли параметрлар сув сарфи  $Q$ , м<sup>3</sup>/с ва жамланган (тўпланган) сатҳлар фарқи, напор  $H$ , м ҳисобланади.



### 10.1 – расм. ГЭСнинг умумий кўриниши.

1- сув омбори ёки кўл; 2-босимли қувур; 3-турбина; 4-генератор;  
5-трансформатор; 6- электрэнергия узатиш линияси.

Текислик дарёларидаги ГЭСларда асосий иншоот бўлиб, тўғон ва станция биноси хизмат қилади. ГЭС ларда тўғон дарёга қўндаланг равишда қурилиб сув сатҳини кўтаришга ва катта напор ҳосил қилишга ёрдам беради. Станция биносида эса гидравлик турбина, электр токи генератори, механик ва электр жиҳозлари жойлашади. Зарур ҳолларда ГЭС лар сув транспорти шлюзлари, суғоришга сув олиш иншоотлари, сув таъминоти, балиқ ўтказувчи иншоотлар ва бошқаларни ҳам ўз ичига олиши мумкин.

ГЭС да сув оғирлик кучи таъсирида юқори бьефдан қуйи бьефга ҳаракат қилади ва гидравлик турбинани айлангириб, у билан битта валда жойлашган генератор роторини ҳаракатга келтиради. Айрим ҳолларда, унчалик катта қувватга эга бўлмаган генераторларда қўшимча ўзатмалар (редуктор ёки мультипликатор) айланиш тезлигини оширишга ва генератор массасини камайгиришга қўлланилади. Турбина билан генератор биргаликда гидроагрегат дейилади. ГЭС лари орасида энг кўп қўлланиладиган ва энг қувватли ГЭС ҳисобланади.

Сувни қуйи бьефдан юқори бьефга кўтариш ва узок масофаларга ўзатиш учун мўлжалланган ГЭСларни **насос станциялари (НС)** дейилади.

НСларида насос агрегатлари ўрнатилади ва насос билан электр двигател битта валда жойлашади. НСлари электр энергияси истемолчиси ҳисобланади.

НС жуда кўп халқ хўжалиги соҳаларида ишлатилади: коммунал хўжалик ва саноатни сув билан таъминлашда, ТЭС ва АЭС ларни сув билан таъминлашда, суғоришда, сув транспорти каналларида ва бошқаларда.

Энг катта насос станцияларига, Иртиш-Қарағанда ва Қарши магистрал (ҚМК)каналларидаги станциялар киради.

ҚМК НС  $Q=26,4\div 39,0 \text{ м}^3/\text{с};$

ОП10-260Г.  $H= 24\div 24,5 \text{ м};$

$n=250 \text{ айл/мин};$

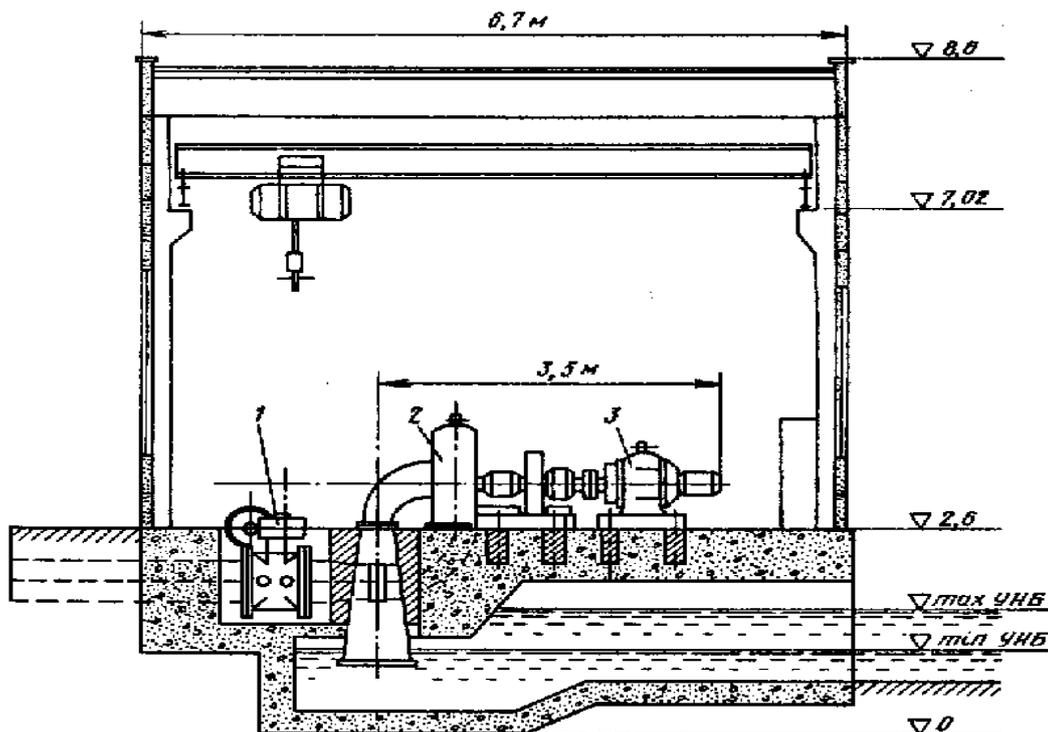
$N_{\text{вал.нас.}} = 11500 \text{ кВт.}$

ОП11-260Г  $Q=30\div 40 \text{ м}^3/\text{с};$

$H=17,5 \text{ м};$

$n=250 \text{ айл/мин};$

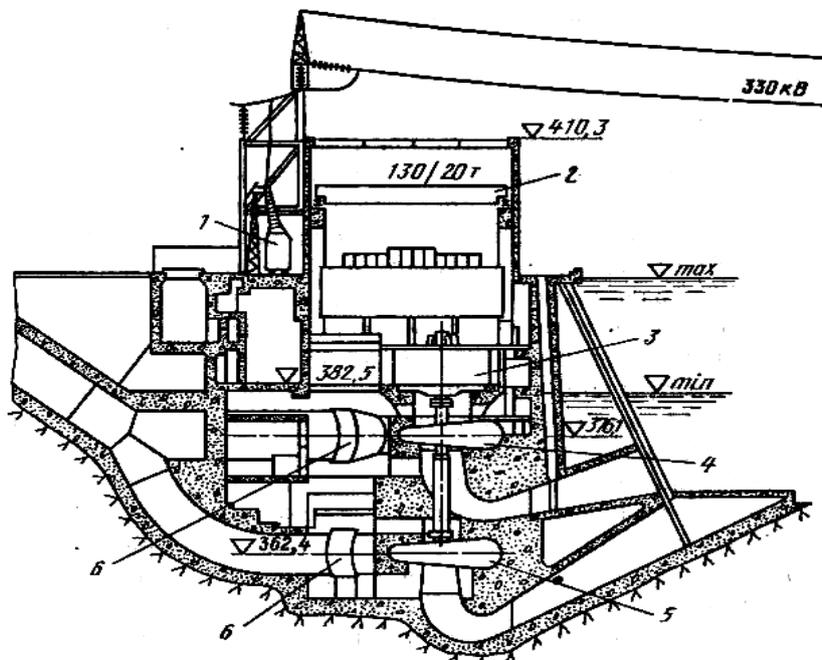
$N_{\text{вал.нас.}}=8000 \text{ кВт.}$



10.2 – расм. Насос станциясининг кўриниши.

1- затвор; 2-насос; 3-двигател.

Сув йиғиш электростанциялари (СЙЭС, ГАЭС) гидроэнергетик қурилмаларнинг юқори келтирилган икки турининг ҳам вазифасини бажариш мумкин, яъни ГЭС сифатида ҳам ва насос станцияси ҳолатида ҳам ишлаш мумкин.



10.3 – расм. ГАЭС нинг кўриниши.

1- кучайтирувчи трансформатор; 2- кўприк кран; 3- генератор - двигател;  
4- радиал –ўкли турбина; 5- насос; 6- шарсимон затвор.

Маълумки, суканинг баъзи пайтларида (кечаси) энергия истеъмоли кундузги энергия истеъмоли қийматидан анча паст бўлади. Шундай пайтларда ГАЭСда насос агрегатлари ишга

тушиб юкори бьефдаги сув хавзасини тўлдиради. Кундузги энергия истеъмоли энг юкори бўлган соатларда юкори бьефдаги хавзадан сув пастга тушиб турбиналарни ишга туширилади ва электр энергияси ишлаб чиқилади.

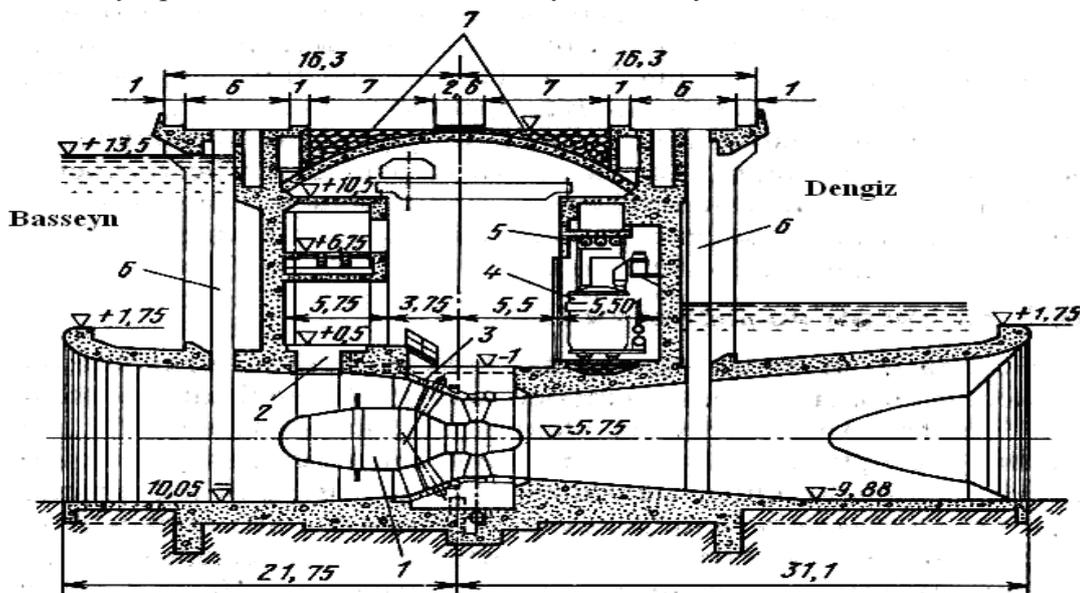
Натижада насослар арзон электр энергия истеъмол қилиб сув хавзасида зарур миқдордаги сувни тўшайди, ундан эса анчагина қиммат бўлган электр энергияни ишлаб чиқариш учун фойдаланилади.

ГАЭСларнинг самарадорлиги шундан иборатки, улар кундуз куни эрталаб ва кечки энергия истеъмолининг максимум қийматларида энерго системага ишлайди, кечаси эса арзон, баъзан эса талаб қилинмаган электр энергиясидан фойдаланилади. СЙЭС фақат суткалик эмас, балки ҳафталик ва мавсумий сув режимига мослаб ишлайдиган бўлиши мумкин.

СЙЭС ҳар хил энергия йўқолишлари ҳисобига, энерготармоқдан оладиган энергиясининг 70÷75 % қийматини қайта ҳосил қилади. СЙЭС кечаси ҳосил бўладиган юкланиш графиги ўзилишини тўлдириб, ҳамда эрталабки ва кечки чўққи юкланишни камайтириб, АЭС ва ТЭС техник ишлаш шароитини сезиларли даражада яхшилайти ва 1 кВт соат электр энергияси олишга кетадиган солиштирма ёқилғи сарфини камайтиради, натижада электроэнергетика тармоғида ёқилғини икисодий тежаш имконини беради.

Ҳозирги пайтда жаҳондаги энг йирик ГАЭС АҚШдаги Бас-Каунти ГАЭСи ҳисобланади. Унинг қуввати 2100 МВт, напори 330 м. МДХда Киев СЙЭС (N=225 МВт), Загорск (N=1200 МВт), Кайшядор СЙЭС (N=1600 МВт) лари қурилмоқда. АҚШда энг катта СЭЙС Ҳолейни лойихаси тўзилган, унинг қуввати 2500 МВт.

**Денгиз ва океанлардаги сув сатҳи ўзгариши ҳисобига ишловчи электростанциялар (ССҮ ЭС)** денгиз сатҳининг суткада икки марта ўзгаришида ҳосил бўладиган энергиядан электр энергияси ишлаб чиқаради. Айрим денгиз қирғоқлари атрофида сатҳ ўзгариши 10 м га етади. Энг катта сув сатҳи кўтарилиши Канаданинг Фанди қўлтиғида кузатилиб, 19,6 м га етади



10.4 – расм. СТЭС кўриниши.

- 1- капсулани ўзгарувчан агрегат; 2- электр машинани таъмирлаш учун тешикча; 3-гидравлик машиналар; 4- трансформатор; 5- очик тақсимловчи қурилмага кабел узатиш жойи; 6- силлик затворлар пази; 7- автомобил йўли.

Францияда Ранс ССҮ ЭС (N=240 МВт) қурилган. МДХда тажрибавий Кислогуб (N=400 кВт) ССҮ ЭС ишлаб турибди.

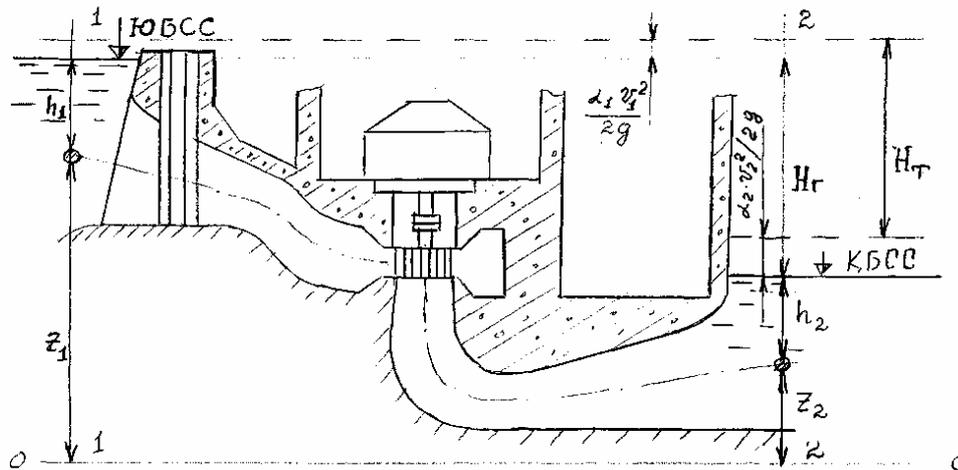
#### **ГЭҚларнинг асосий параметрлари.**

**ГЭСнинг асосий параметрлари.** ГЭСнинг асосий параметрлари сифатида унинг напорини, сув сарфини, қувватини ва энергиясини кўрсатиш мумкин.

Юкори бьефдаги (сув омборининг тўғон олдидаги қисми) сув сатҳи ва қуйи бьефдаги (тўғон ортидаги сув манбаи юзаси) сув сатҳи қийматларининг фарқи геометрик ёки статик напор деб аталади.  $H_r = \sqrt{ЮБСС} - \sqrt{ҚБСС}$ .

ГЭСнинг тўла напори юқори бьефдан қувурларга сув қирадиган кесимдаги (1-1) ва қуйи бьефдаги сўриш қувуридан чиқиш кесимидаги (2-2) сув оқимининг солиштирма энергиялари фарқи билан аниқланади.

$$H_T = E_{1-1} - E_{2-2}.$$



10.5 – расм. ГЭС напорини аниқлаш схемаси.

1 кг суюқлик массасига мос келувчи солиштирма энергияни жоул ҳисобида Э деб белгиласак, унда 1н суюқлик оғирлигига тўғри келадиган энергия  $E = \frac{\Delta}{g}$ , м га тенг бўлади, унда

$$H_T = \frac{E_{1-1}}{g} - \frac{E_{2-2}}{g};$$

Агар солиштирма энергияни Бернулли тенгламаси орқали ифодаласак 1-1 ва 2-2 кесимлари учун қуйидаги боғланишга эга бўламиз.

$$H_T = E_{1-1} - E_{2-2} = Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha Q_1^2}{2g} - Z_2 - \frac{P_2}{\rho g} - \frac{\alpha Q_2^2}{2g} = \left( Z_1 + h_1 \right) - \left( Z_2 + h_2 \right) - \frac{\alpha (Q_1^2 - Q_2^2)}{2g},$$

Бунда  $Z_1$ ,  $Z_2$  – 1-1 ва 2-2 кесимлари оғирлик марказларининг ( $M_1$  ва  $M_2$  нукталар) 0-0 таққослаш текислигига нисбатан жойлашиш баландлиги, м.

$P_1/\rho g$ ,  $P_2/\rho g$  – юқори ва қуйи бьефлари сув сатҳларидан оғирлик марказларигача бўлган чуқурлик (пьезометрик баландлик), м.

$P_1$ ,  $P_2$  – 1-1 ва 2-2 кесимлар оғирлик марказига мос келувчи сув босимлари, Па.

$\rho$  – сув зичлиги,  $\text{кг/м}^3$

$g$  – эркин тушиш тезланиш,  $\text{м/сек}^2$

$\alpha Q_1^2/2g$ ,  $\alpha Q_2^2/2g$  – 1-1 ва 2-2 кесимларидаги оқимнинг солиштирма кинетик энергияси.

$Q_1$ ,  $Q_2$  – 1-1 ва 2-2 кесимларидаги сувнинг ўртача тезлиги м/с.

$\alpha$  – Кориолис коэффиценти.

Юқоридаги келтирилган боғланишдаги  $Z_1 + h_1$  ва  $Z_2 + h_2$  йиғиндиларни қуйидагича ёзишимиз мумкин.

$Z_1 + h_1 = \nabla \text{ЮБСС}$  – юқори бьеф сув сатҳи, м.

$Z_2 + h_2 = \nabla \text{КБСС}$  – қуйи бьеф сув сатҳи, м.

Унда (2.4.) боғланишни қуйидагича ёзишимиз мумкин.

$$H_T = \nabla \text{ЮБСС} - \nabla \text{КБСС} - \frac{\alpha (Q_1^2 - Q_2^2)}{2g} = H_T - \frac{\alpha (Q_1^2 - Q_2^2)}{2g},$$

Гидротурбина қурилмасининг напори ёки ҳисобий напор қуйидаги боғланиш билан аниқланади.

$$H_x = \nabla \text{ЮБСС} - \nabla \text{КБСС} - \frac{\alpha (Q_1^2 - Q_2^2)}{2g} - \sum \Delta h$$

Бунда  $\sum \Delta h$  - юқори бешфдан турбинагача бўлган сув йўлида йўқолган напор қиймати, м.

$\sum \Delta h$  нинг таркибига турбина қувурига киришдаги, оқизик ушлаш панжарасидаги, қувур узунлиги бўйича йўқолган напорлар киради.

$\sum \Delta h$  катталиги  $N_T$  нинг тахминан 2 - 5%ни ташкил қилади.

*ГЭС сув сарфи*  $Q$ ,  $m^3/c$ . Бу қиймат манбанинг сув сарфи, сув омборидаги сув ҳажмига, энергетика тизимининг истеъмолига боғлиқ бўлади. Агар ГЭС фойдаланилаётган гидротехник иншоотларда қурилган бўлса, унда ГЭС сув сарфи иншоотнинг сув бериш графигига мос ҳолда аниқланади. ГЭСдаги максимал сув сарфи унинг барча турбиналарининг сув ўтказиш қобилияти билан аниқланади. Бу қиймат ГЭС турига қараб катта диапазонда ўзгаради. Масалан: Самара ГЭСида 22 та турбина ўрнатилаган бўлиб уларнинг ҳар бири  $675 m^3/c$  сувни ўтказиши мумкин. ГЭСнинг максимал сув сарфи  $15000 m^3/c$ ни ташкил қилади.

*ГЭС қуввати*. Бу кўрсаткич ГЭСнинг энергетик потенциални аниқлайдиган кўрсаткичларидан биридир. Маълумки, қувват вақт бирлигида бажарилган иш миқдори билан аниқланади. Демак, ГЭСда бу вақт бирлиги ичида ишлаб чиқарилган электр энергия миқдори. Унинг ўлчов бирлиги - ватт (Вт), киловатт (кВт) мегаватт (МВт), гигаватт (ГВт) ва тераватт (ТВт) қилиб қабул қилинган.

Агар ҳосил қилинган напор  $H$  м, иншоотлар, турбина ўтказиши мумкин бўлган сув сарфи  $Q$ ,  $m^3/c$  аниқ бўлса, унда сув оқимининг потенциал қуввати қуйидагича аниқланади, кВт.

$$N_n = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 9,81 \cdot Q \cdot H$$

Лекин бу қувват қийматининг барчаси электр энергияни ишлаб чиқаришга сарф бўлмайди. Бу қувватнинг бир қисми ГЭСда гидравлик ва механик қаршилиқни енгишга сарф бўлади. Шунинг учун турбина вали қуввати

$$N_T = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_T$$

га тенг бўлади.

бунда,  $\eta_T$  – турбина фойдали иш коэффициентини (ФИК)

Ишчи ғилдирак диаметри 1 м атрофида бўлган турбиналар учун ФИК максимал қиймати 0,91 га, йирик турбиналар учун 0,93 – 0,96 га тенг.

Гидроагрегат қуввати генератордаги энергия йўқолишни ҳам ҳисобга олади ва қуйидагича аниқланади:

$$N_{га} = N_T \cdot \eta_{га} = 9,81 Q \cdot H \cdot \eta_T \cdot \eta_{га}$$

бунда,  $\eta_{га}$  – генератор ФИК.

$\eta_{га}$  – гидроагрегат ФИК.

ГЭСнинг номинал қуввати ундаги генераторларнинг номинал (паспортда кўрсатилган) қувватлари йиғиндисига тенг, кВт.

$$N = N_{ген.н.}$$

бунда,  $N_{ген.н.}$  – генератор номинал қуввати, кВт.

$n$  – ГЭСда ўрнатилган генераторлар сони.

*ГЭСда ишлаб чиқариладиган энергия* миқдори киловатт – соат билан ўлчанади.

$$\mathcal{E} = N_{га} \cdot t = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_{га} \cdot t$$

бунда,  $t$  - ҳисобга олинadиган вақт, соат.

Сув омборидан ёки гидротехник иншоотдан ГЭС орқали йил давомида берилган сув ҳажми  $W$ ,  $m^3$  деб қабул қилинса, унда ГЭСнинг йиллик ишлаб чиқарилган энергисини

$$\mathcal{E}_{йил} = \frac{W \cdot H \cdot \eta_{га}}{367,2} = кВт \cdot соат.$$

бунда,  $N_{ур}$  – ГЭСнинг йил бўйича ўртача напори, м.

**Насос станциясининг асосий параметрлари** сифатида унинг сув бериш унумдорлиги –  $Q_{НС}$ ,  $m^3/c$ , напори –  $H$ , м, қуввати –  $N$ , кВт ва фойдали иш коэффициентини (ФИК) -  $\eta_n$  ҳисобланади.

НСнинг сув бериш унумдорлиги унда ўрнатилаган насослар сони ва уларнинг сув бериш унумдорлигига асосланиб аниқланади. Насослар сони ва уларнинг маркаси сув истеъмоли графигига мос равишда техник - иқтисодий ҳисоблар ёрдамида ҳисобланади.

НСнинг напори. НСнинг геометрик напори юкори бѐф сув сатхи билан куйи бѐф сув сатхларининг фаркига тенг.

$$H^f = \nabla \text{ЮБСС} - \nabla \text{КБСС}$$

НС тўла напори куйидагича аниқланади.

$$H = E_{2-2} - E_{1-1}$$

$E_{2-2}$ ,  $E_{1-1}$  2 – 2 ва 1 – 1 кесимлардаги солиштирма энергиялар қиймати

$$E_{2-2} = \frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta_{2-2}^2}{2g} + Z_2$$

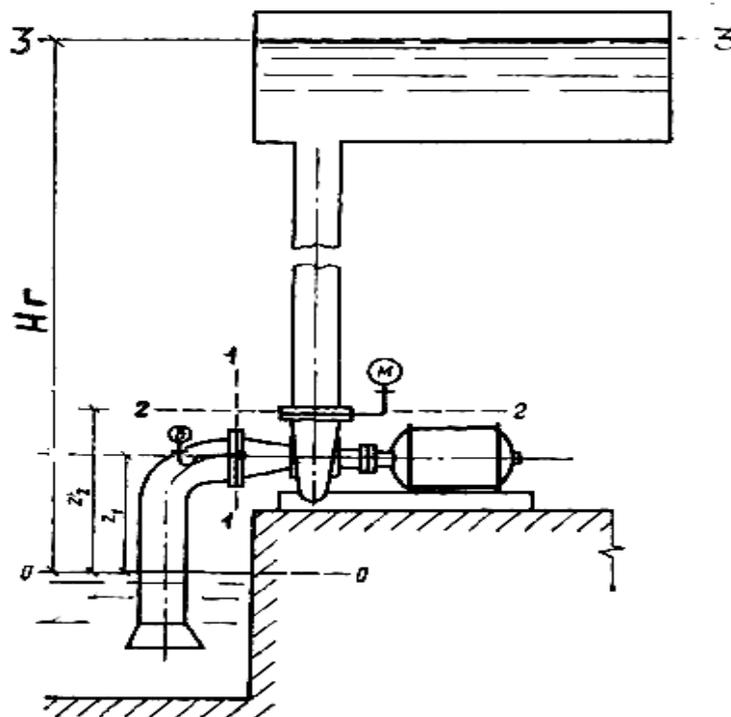
$$E_{1-1} = \frac{P_{1-1}}{\rho g} + \frac{\alpha \vartheta_{1-1}^2}{2g} + Z_1$$

Насос станцияси напори насос томонидан суюқликнинг 1Н оғирлик кучи бирлигига таъсир қилувчи энергиянинг жоулдаги қийматини ифодаланади.

Буни тасаввур қилиш учун 10.6 расмда кўрсатилгандек 0 – 0, 1 – 1, 2 – 2 ва 3 – 3 кесимларида энергия ўзгаришини кузатамиз.

Бернулли тенгламаси бўйича 0 – 0 ва 1 – 1 кесимлар ўртасидаги сув оқими энергияси ўзгаришини куйидагича ифодалаш мумкин (0 – 0 кесим куйи бѐф сув юзаси сатҳига мос келса, 1 – 1 насоснинг сув кириш қисмининг кўндаланг кесимига тўғри келади).

$$\frac{P_{0-0}}{\rho g} + Z_{0-0} + \frac{\alpha \cdot \vartheta_{0-0}^2}{2g} = \frac{P_{1-1}}{\rho g} + Z_{1-1} + \frac{\alpha \cdot \vartheta_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_t$$



10.6 – расм. Насос станциясининг напорини аниқлаш.

Лекин расмда кўрсатилгандек,

$$\frac{P_{0-0}}{\rho g} = \frac{P_a}{\rho g}; Z_{0-0} = 0; \vartheta_{0-0} \approx 0; Z_{1-1} = H_c$$

бунда  $P_a/\rho g$  – атмосфера босимига мос келувчи баландлик, м

$H_c$  – сўриш баландлиги, м.

У холда  $\frac{P_{0-0}}{\rho g} = \frac{P_\alpha}{\rho g}$ ;  $Z_{0-0} = 0$ ;  $g_{0-0} \approx 0$ ;  $Z_{1-1} = H_c$  формула куйидаги кўринишга келади.

$$\frac{P_{1-1}}{\rho g} = \frac{P_\alpha}{\rho g} - H_c - \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} - \sum \Delta h_c$$

$\frac{P_{1-1}}{\rho g} = \frac{P_\alpha}{\rho g} - H_c - \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} - \sum \Delta h_c$  асосида таъкидлаш мумкинки, 1 – 1 кесимда, яъни насоснинг кириш қисмидаги босим қуйи б'еф юзасига таъсир қилаётган атмосфера босимидан кичик бўлиши лозим. Акс холда  $\frac{P_{1-1}}{\rho g} \leq 0$  бўлади, лекин бундай бўлиши мумкин эмас, чунки бу холда оқим яхлитлиги бузилади.

Демак,  $\frac{P_\alpha}{\rho g} \geq H_c + \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_c$  қоидага амал қилиниши лозим. Бунда  $P_\alpha \approx$

$0,1 \text{ МПа}$  қийматига эга бўлганлиги учун  $(H_c + \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_c) \gtrsim 10 \text{ м}$  бўлиши керак.

2 – 2 ва 3 – 3 кесимлардаги энергия ўзгаришини ҳам Бернулли тенгламаси орқали ифодалаймиз.

$$\frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} + \frac{P_{3-3}}{\rho g} + \frac{\alpha g_{3-3}^2}{2g} + Z_{3-3} + \sum \Delta h_\delta$$

Бунда,

$$\frac{P_{3-3}}{\rho g} = \frac{P_\alpha}{\rho g}; g_{3-3} = 0; Z_{3-3} = H^\Gamma$$

У холда 2 – 2 ва 3 – 3 кесимлардаги энергия ўзгаришини куйидагича ёзиш мумкин.

$$\frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} = \frac{P_\alpha}{\rho g} + H^\Gamma + \sum \Delta h_\delta$$

Бунда  $\sum \Delta h_\delta$  - босим қувуридаги 2 – 2 ва 3 – 3 кесимлар оралиғидаги напор йўқолиш қийматларининг йиғиндиси,  $H^\Gamma$  - босим баландлиги, м.

Насосдан чиқаришдаги энергияни ифодалаш учун  $P_{2-2}/\rho g$  қийматини аниқлаш лозим.

$$\frac{P_{2-2}}{\rho g} = \frac{P_\alpha}{\rho g} + H^\Gamma + \sum \Delta h_\delta - Z_{2-2} - \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g}$$

Насоснинг тўла напори

$$H = E_{2-2} - E_{1-1} = \frac{P_{2-2}}{\rho g} + \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} - \frac{P_{1-1}}{\rho g} - \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} - H_c;$$

$$H = \frac{P_\alpha}{\rho g} + H^\Gamma + \sum \Delta h_\delta - Z_{2-2} - \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + \frac{\alpha g_{2-2}^2}{2g} + Z_{2-2} - \frac{P_\alpha}{\rho g} + H_c + \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} + \sum \Delta h_c - \frac{\alpha g_{1-1}^2}{2g} - H_c = H^\Gamma + \sum \Delta h_\delta + \sum \Delta h_c;$$

Унда  $\sum \Delta h_k = \sum \Delta h_c + \sum \Delta h_\delta$  сўриш ва босим қувурларидаги напор йўқолиш қийматлари йиғиндиси, боғланишни куйидагича ёзамиз.

$$H = H^{\Gamma} + \sum \Delta h_k$$

Шундай қилиб, насос станциясининг тўла напори унинг геометрик напори билан қувурлар тизимидаги напор йўқолиш қийматлари йиғиндисига тенг.

Юқори ва қуйи бьефларда сув сатҳлари тез – тез ўзгариб турганда геометрик напорнинг ўрта вазни қийматлари  $H_{ур.ваз}$  аниқланади. Бу кўрсаткичдан электр энергияси сарфини ҳисоблашда фойдаланилади.

Бундан ташқари геометрик напорнинг минимал ва максимал қийматлари ҳам мавжуддир.  $H_{\min}^{\Gamma}$  қийматидан насосларнинг ўрнатилиш баландлигини ҳисоблашда,  $H_{\max}^{\Gamma}$  қийматидан эса насослар сув бериш унумдорлигини аниқлашда фойдаланилади.

Ўртача вазли геометрик напорни қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин

$$H_{ур.ваз}^{\Gamma} = \frac{\sum Q_i \cdot H_i^{\Gamma} \cdot t_i}{\sum Q_i \cdot t_i}$$

бунда  $Q_i$  ва  $H_i - t_i$  суғориш даврларига мос келувчи сув бериш унумдорлиги ва геометрик напор қиймати, м;

$H_i^{\Gamma}$  – геометрик напор юқори ва пастки бьеф сув сатҳлари фарқи сифатида аниқланади.

$$H_i^{\Gamma} = \nabla \text{ЮБСС}_i - \nabla \text{ПБСС}_i$$

Пастки бьеф сув сатҳи ўзгариши сув манбаи сатҳининг йиллик ўзгариши қийматлари асосида аниқланади.

Кўп ҳолларда сув келтирувчи ва сув узатиш иншоотлари бир хил ўлчамдаги канал кўринишда бўлади. Бундай ҳолларда сув сатҳи ўзгариши  $Q = f(h)$  графиги асосида аниқлаш мумкин, бунда яна шуни таъкидлаш лозимки, геометрик напор қиймати сув сарфининг ҳар қандай қийматларида доимий бўлади, яъни  $H^{\Gamma} = \text{const}$ .

Демак, бу ҳолда  $H_{ур.ваз} = \text{const}$ .

Агар сув сатҳлари ўзгариши амплитудаси 2 метрдан ошмаса,  $H^{\Gamma}$  қийматини максимал ва минимал геометрик напорларнинг ўртача қийматига тенг қилиб олиш мумкин, яъни

$$H^{\Gamma} = \frac{H_{\max}^{\Gamma} + H_{\min}^{\Gamma}}{2}$$

Қувурлар системасидаги напор йўқолиш қиймати насос станция лойихаси тузилгунга қадар тақрибан аниқланади.

Лойиҳалаш тажрибаси шуни кўрсатадики, маҳаллий қаршиликлардаги напор йўқолиш қийматини тахминан 1,0 – 1,2 м қабул қилиш мумкин. Узунлик бўйича йўқолган напор қиймати қуйидаги формула билан аниқланади.

$$\sum \Delta h_k = i \cdot L_k, \text{ м}$$

$i$  – йўқолган напорнинг солиштирма қиймати,  $i = 0,003 \dots 0,004 \text{ м}^{-1}$  узунликдаги қувур учун,  $L_k$  – қувурлар узунлиги, км.

НС нинг қуввати унинг сув бериш унумдорлиги ва напори қийматларига боғлиқ ҳолда аниқланади. НСда фойдали қувват ва истеъмол қувватлари аниқланади.

$$N_{\text{фой}} = \rho g \cdot Q_{\text{НС}} \cdot H; \quad \text{Вт}$$

Насос станциясининг истеъмол қуввати ёки  $N_{\text{НС}}$  қуйидагича ҳисобланади.

$$N_{\text{НС}} = \frac{\rho g \cdot Q_{\text{НС}} \cdot H}{1000 \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{ДВ}} \cdot \eta_{\text{ТАР}}} = \kappa \text{Вт}$$

Бунда  $\eta_{\text{Н}}$  – насос ФИК;  $\eta_{\text{ДВ}}$  – двигатель ФИК;  $\eta_{\text{ТАР}}$  – энергия тақсимлаш тармоғи ФИК.

Тоza сув учун қувват қийматини қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин.

$$N_{\text{НС}} = \frac{9,81 \cdot Q_{\text{НС}} \cdot H}{1000 \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{ДВ}} \cdot \eta_{\text{ТАР}}} = \kappa \text{Вт}$$

НСнинг фойдали иш коэффициентини  $N_{НС} = \frac{\rho g \cdot Q_{НС} \cdot H}{1000 \cdot \eta_H \cdot \eta_{ДВ} \cdot \eta_{ТАР}}$  да кўрсатилгандек

$\eta_{НС} = \eta_H \cdot \eta_{ДВ} \cdot \eta_{ТАР}$  боғланиш билан аниқланади.

**ГАЭСнинг асосий параметрлари.** ГАЭСнинг асосий параметрлари сифатида унинг напорини, қувватини, суткалик ишлаб чиқарилган электр энергия миқдори фойдали иш коэффициентини кўрсатиш мумкин.

*ГАЭС напори.* Юқори бьеф сув сатҳи билан қуйи бьеф сув сатҳи орасидаги фарқ геометрик напор деб аталади. ГАЭСнинг тўла напори унинг геометрик напор деб аталади. ГАЭСнинг тўла напори унинг геометрик напори билан қувурларидаги напор йўқолиш қийматига боғлиқ. Тўла напор қиймати насос режимида турбина режимидаги қийматга қараганда катта, яъни  $H_H \geq H_{тур}$ .

Бунинг сабаби насос станция ва ГАЭС тўла напорини аниқлаш формулаларидан библиб олиш мумкин,  $H_H = H^Г + \sum \Delta h_k$  ва  $H_{тур} = H^Г - \sum \Delta h_k$

*ГАЭС қуввати.* Қувват қиймати агрегатдан ўтаётган сув сарфи ва напор қийматига боғлиқ. Кечаси  $T$  вақт ичида  $Q_H$  сув сарфи билан насос агрегатлари ишлайди ва  $N_{Н.Р.}$  қуввати истеъмол қилади. Кундуз куни тигиз пайтларда турбина  $N_{Т.Р}$  қувватга эга бўлади.

$$N_{НР} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_H \cdot H_H}{\eta_{НР}} = Вт$$

Бунда  $\eta_{Н.Р.}$  – насос режимдаги ГАЭС ФИК.

ГАЭС [11] да таъкидланганидек  $Q_H = (0,75 \dots 0,8) Q_T$ , напор қийматлари эса юқорида кўрсатилганидек.  $H_H \geq H_T$

Шу сабабли иккала режимда қувват қийматлари ҳар хил бўлади.

$$N_{ТР} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_T \cdot H_T}{\eta_{ТР}} = Вт$$

Бунда,  $\eta_{Т.Р.}$  – турбина режимидаги ФИК.

*ГАЭСнинг суткалик ишлаб чиқарадиган энергияси* миқдори қуйидаги тартибда аниқланади.

$$\mathcal{E}_{ТР} = N_T \cdot T_T = \frac{V \cdot H_T \cdot \eta_{ТР}}{367} = кВт \cdot соат$$

Бунда,  $V$  – юқори ҳавзадаги турбина режимида ишлатиладиган сув ҳажми,  $m^3$ .

$H_T$  – турбина ўртача напори,  $m$ .

$\eta_{Т.Р.}$  – турбина режимдаги ФИК.

$N_T$  – ГАЭСнинг турбина режимидаги ўрнатилган қуввати, кВт.

$T_T$  – ГАЭСнинг электр энергиясини ишлаб чиқариш учун бир суткада сарфланган вақти, соат, [ ] да  $\eta_{Т.Р.} = 0,86 \dots 0,87$  га  $T_T = 3 \dots 5$  соатга тенглиги кўрсатиб ўтилади.

*ГАЭС фойдали иш коэффициенти.* ГАЭС ФИК ишлаб чиқариладиган ва истеъмол қилинадиган электр энергиялари қийматларига боғлиқ ҳолда аниқланади.

$$\eta = \frac{\mathcal{E}_{ТР}}{\mathcal{E}_{НР}};$$

бунда  $\mathcal{E}_{Н.Р.}$  – насос режимидаги истеъмол қилинадиган электр энергияси, [кВт. соат]

$$\mathcal{E}_{НР} = N_H \cdot T_H = \frac{V \cdot H_H}{367 \cdot \eta_{Н.Р.}};$$

Бунда,  $N_H$  – ГАЭСнинг насос режимидаги ўрнатилган қуввати, кВт;

$T_H$  – ГАЭСнинг насос режимида бир суткада ишлаган вақти, соат.

Ҳозирги замон йирик ГАЭСларида ФИК қиймати 75 - 78% ни ташкил қилади ГАЭС ФИК купгина бошқа факторларга ҳам боғлиқ, шу сабабли унинг қийматини умумий ҳолда қуйидагича топиш мумкин.

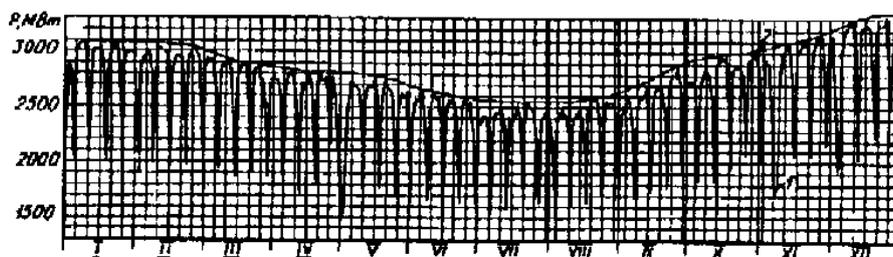
$$\eta_{ГАЭС} = \eta_T \cdot \eta_H \cdot \eta_{ГЕН} \cdot \eta_{ЭД} \cdot \eta_{ШЗ} \cdot \eta_K \cdot \eta_{Ю.В.Л.}$$

Бу ерда,  $\eta_T$  – турбина ФИК;  $\eta_H$  – насос ФИК;  $\eta_{ГЕР}$  – генератор ФИК;  $\eta_{ЭЛ}$  – электродвигател ФИК;  $\eta_{Т.З}$  – шахсий заруриятлар ФИК;  $\eta_K$  – қувурлар ФИК;  $\eta_{Ю.В.Л}$  – юкори вольтли линия ФИК.

**11 – маъруза. ГЭҚларининг электроэнергетика тармоғидаги иши. Электроэнергетика тармоқлари ва уларнинг таркиби. Энерготармоқда резерв масаласи. Сув ва энергия таъминоти.**

### *Электроэнергетика тармоқлари, уларнинг тузилиши ва юкланиш графиклари*

Умумий электр тармоғида ишлаётган электр станциялари, кўчайтирувчи (оширувчи) ва пасайтирувчи (камайтирувчи) подстанциялар ва электр ўзатиш линиялари электроэнергетика тармоқларини ташкил этади. Бу тармоқ таркибига ёрдамчи корхоналар ҳам киради. Юкори кучланишли электр ўзатиш линиялари билан боғланган бир неча тармоқлар - бирлашган электроэнергетика тармоқларини ҳосил қилади. Энг катта энерготармоқ МХД нинг Европа қисми ва Марказий Сибирь бирлашган тармоқларидир. Ўрта Осиё энерготармоғи ва Узок Шарқ бирлашган тармоғи вужудга келса, унда бутун МДХ нинг бирлашган энерготармоқлари ҳосил бўлади.



11.1 – расм. Йиллик юкланиш графиги.

Алоҳида тармоқларда электр юкланиши ошиб кетса ёки бирор энерготармоқда авария ҳолати кузатилса, бирлашган умумий энерготармоқдан бемалол фойдаланиш мумкин бўлади.

Электр станциялар ва тармоқлар ишини ва режимини оператив равишда бошқариш учун Марказий Диспетчерлик Бошқармаси МДБ (ЦДУ) Москвада, бирлашган диспетчерлик бошқармалари ва тармоқлар диспетчерлик бошқармалари ҳар бир регионда ташкил қилинган.

### *Электр станциялари таркиби ва уларнинг маневрчанлиги (чаққонлиги ёки тезкорлиги)*

Электр станцияларнинг асосий хилларига:

1. органик ёқилғи ҳисобига ишловчи конденсацион ЭС (КЭС, ГРЭС);
2. иссиқлик электр марказлари - ИЭМ (ТЭЦ);
3. атом ЭС (АЭС);
4. гидроэлектростанциялар - ГЭС;
5. сув йиғиш ЭС, СЙЭС ёки ГАЭС';
6. денгиз тўлкини кўтарилиши (пасайиши) ҳисобига ишловчи ЭС;
7. газ турбинали ЭС (ГТЭС) лар киради.

Ҳозирча энг катта КЭС қуввати 3600 МВт бўлиб, яқин келажакда 4800 ва 6400 МВт га етиши мумкин. Энг катта турбоагрегат 1200 МВт қувватга мослашиб, бўғ параметри 24 МПа (240 кҟс/см<sup>2</sup>) босимга тенг ва энерготармоқ юкланиш гарфигининг базис қисмида ишлайди. Бу қувватни камайгириш, махсус ҳолларда, фақат 30-40 % га рухсат берилиши мумкин. Ёқилғининг солиштира сарфи бундай КЭС ларда 1 КВт-соат энергия учун 0,3-0,32 кг га тенг.

Маневрчан турбоагрегатлар қурилиши 500 МВт га ва 13 МПа буғ босимига мўлжалланиб, сутка давомида тўхташ имконига эгадир.

МДХда энг катта ИЭМ - 22 Москвада бўлиб, қуввати 1250 МВт ва ҳам энергия, ҳам саноатга ва коммунал - хўжалик учун иссиқлик беради.

АЭС қуввати 1000 МВт га етиб , ҳозирда ҳар бир катта АЭС белгиланган қувватини 4000 МВт га етказиш режалаштирилган. Бу агрегатлар асосан сутка давомида тўлиқ қувват билан ишлашга мосланади. Улар қувватини сутка давомида ўзгартириш иқтисодий жиҳатдан фойдасиздир.

ГЭСлар жуда чаконлик хусусиятига эгадир. Ишга тушириш, синхрон айланиши ва юкланиш режимига ўтиши гидроагрегат учун 1-2 мин вақт талаб қилади.

ГАЭС (СЙЭС) ишлаш давомида чўққи юкланишларни тушириб, кечаси бўладиган юкланиш графиги ўзилишини тўлдиради ва КЭС ва АЭС ишлаш шароитига қўлайлик тўғдиради. Бу (фазилатлар) афзалликлар СЙЭС ларининг энерготармоқдаги ўрнини янада мустаҳкамлайди.

ГТЭС лар бизнинг мамлакатимизда кенг тараққий этмаган. Улар жуда ҳам маневрчандир, сутка давомида бир неча марта иш режимини ўзгартириши мумкин.

ГТЭС агрегатлари қуввати 100 МВт дан ошмайди. ГТЭС ларнинг асосий камчилиги ноёб ёқилғини ишлатиши ва 1 КВт соат энергия ишлаб чиқаришга 0,45-0,50 кг солиштирма сарфда ёқилғидан фойдаланишдир.

Ҳозирги МХД да ҳамма ИЭС солиштирма оғирлиги - қувват бўйича 80% атрофида, - ГЭС ларини эса  $\approx 20\%$ . Улкан энерготармоқларда ГЭС солиштирма оғирлиги-қувват бўйича:

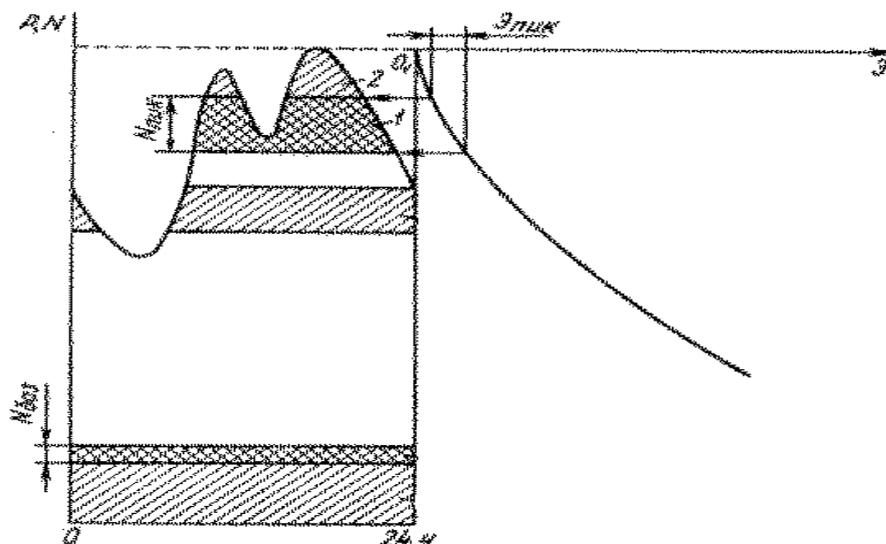
- Сибирда - 45% ;
- Кавказ орғида - 29% ;
- Ўрта Волгада - 28,5% .

### *Электр юкланиш графикалари*

Энерготармоқ электр станциялари умумий юкланиш графикларига ишлайди.

Умумий энерготармоқ қишки суткалик графиклари:

- а) ГЭС ва ИЭС суткалик иш режимлари;
- б) ўртача суткалик ГЭС қуввати (МВт)



**11.2 – расм. Суткалик қишки юкланиш графигида ГЭС қуввати ва энергиясини жойлаштириш.**

Бу графикдан кўринадики, типик суткалик қишки юкланиш графиги саноат районлари учун 2-та чўққидан ва 2-та пасайишдан иборат. Ёзги юкланиш графиги эса 3-та чўққидан - эрталабки, кундузги, кечки бўлақлардан иборат бўлади.

МДХда йиллик максимум юкланиш қишда, декабр ойида кузатилади. Айрим районларда, НСлари кўп ишлайдиган суғориш шароитида йиллик максимум ёзда ҳам кузатилиши мумкин.

Энерготармоқларни бирлаштирганда юкланиш графиклари тўлиқ шаклга эга бўлади, масалан, битта энерготармоқ графигига нисбатан.

Электр юкланиш графиклари ҳисобиға-энергия истеъмолли, трансформаторлардаги энергия йўқолиши, электр станциялар ўз эҳтиёжларига сарфланадиган энергиялар киради. Демак, суткалик юкланиш графиги, ҳар бир вақтда қанақа қувватни тармоқ генераторлари чиқишида олинишини



1) **авария резерви** - бу агрегатларнинг авариясига, электр линиясига ва электростанцияларда авария натижасида юкланиш пасайишига ажратилади:  $(4\div 8)\% P_{MAX}$ ;

2) **юкланиш резерви** - тасодифий пландан ташкари кузатиладиган ортикча юкланиш учун (электр токи частотасини тақсимлаш) ажратилади:  $(1\div 3)\% P_{MAX}$ ;

3) **ремонт резерви** - плани, огохлантирувчи (капитал ва йиллик) ремонт - айрим агрегатлар ишламаганда кўзда тутилади  $(3\div 4)\% P_{MAX}$ ;

4) **халқ хўжалиги резерви** - саноатда ортикча махсулот ишлаб чиқаришга, олдиндан ишга тушириладиган завод ва фабрикаларни энергия билан таъминлашга ажратилади.

Авария резерви ҳамма тармоқларда кўзда тутилади. Уни техник-иқтисодий ҳисоблардан эҳтимоллик назарияси асосида бир вақтда аварияга учрайдиган агрегатлар сонига қараб қабул қилинади. Дастлабки ҳисобларда авария резерви  $4\div 8\%$  ҳисобида максимал тармоқ юкланишига қараб олинади, лекин бу энг катта агрегат қувватидан кам бўлмаслиги шарт.

Юкланиш резерви - тармоқ юкланиши максимумининг  $1\div 3\%$  катталигида олинади.

Ҳозирги вақтда ҳамма ремонт резерви тармоқда  $3\div 4\%$  йиллик юкланиш максимумига тенг олинади.

Халқ хўжалиги резерви - юқори планлаштирувчи орган томонидан белгиланади.

Ҳисобларга кўра ҳамма резервлар  $(6\div 15)\%$  энерготармоқ юкланиш максимумига тенгдир.

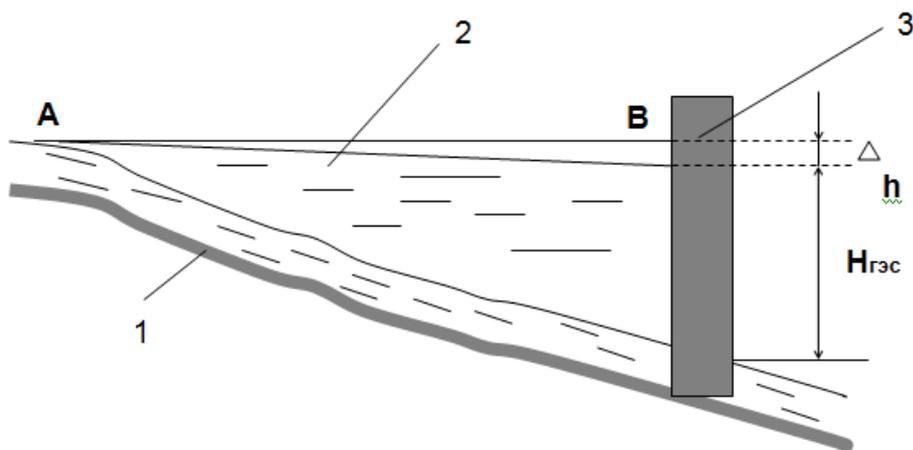
## 12 – маъруза. Сув энергиясидан фойдаланиш схемалари. ГЭҚларида энергия олиш технологик жараёнининг умумлашган модели.

ГЭСларда ишлаб чиқилладиган электр энергия учун сув оқими энергияси асос бўлиб хизмат қилади. Сув оқими энергиясидан самарали фойдаланиш учун нисбатан қисқа масофада сув сатҳлари фарқини жойлаштириш зарур.

ГЭС напорини юзага келтиришнинг куйидаги схемалари мавжуд:

- а) тўғонли схема;
- б) деривация схемаси;
- в) тўғонли-деривация схемаси.

Тўғонли схема сув йўлини тўғон ёрдамида тўсиб сунъий напор ҳосил қилишни кўзда туттади. Бу схема кўпроқ сув сарфининг катта қийматларида ва сув юзаси нишаблигининг кичик қийматларида қабул қилинади. Тўғон ёрдамида ҳосил қилинган напор юқори беъф ва қуйи беъф сув сатҳларининг фарқига тенг, яъни  $H_{ГЭС} = \nabla \text{ЮБСС} - \text{ҚБСС}$ . Юқори беъфдаги сув сатҳи бевосита тўғон олдидаги (В нукта) сув сатҳи қийматидир. Чунки бу қиймат сув ҳавзаси бошланиш нуктасидаги (А нукта) қийматидан  $\Delta h$  га фарқ қилади. (12.1-расм)



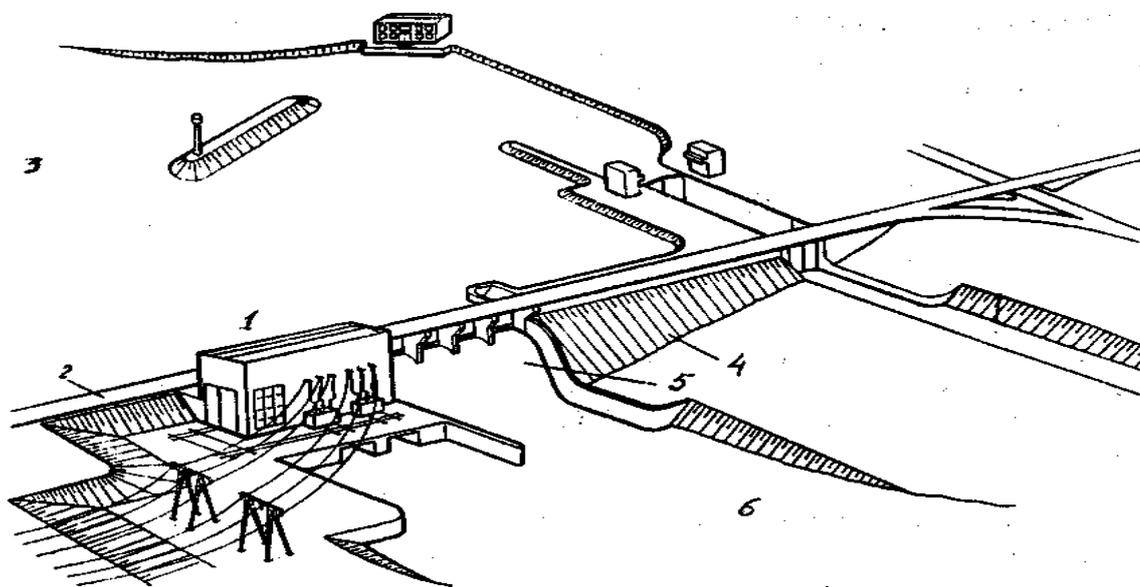
12.1 – расм. Сув энергиясидан фойдаланишнинг тўғонли схемаси

1 – сув манбаи; 2 – сув омбори; 3 – тўғон.

Тўғонли схемадаги напорга боғлиқ ГЭСлар ўзанда ёки тўғон ортида жойлашиши мумкин. Агар ГЭС ўзанда жойлашган бўлса, у тўғон билан биргаликда напор ҳосил қилладиган иншоотлар таркибига киради (12.2 – расм). Бунда ГЭС биноти юқори беъфдан сув босимини тулик қабул

қилади ва маҳкамлик бўйича барча талабларга жавоб беради. Бундай ГЭСларда напор қиймати кичик бўлади.

Агар напор қиймати турбина диаметри қийматидан 6 марта ортиқ бўлса, унда ГЭС биносига сув босимини қабул қилувчи иншоот деб қараш мумкин эмас. Бундай ҳолларда ГЭС биноси тўғон ортида қурилади ва сув босимини қабул қилмайди (12.3 – расм). Сув турбиналарга тўғон ичида жойлашган ёки унинг устидан, баъзи ҳолларда ёнидан ўтган махсус қувурлар ёрдамида етказиб берилади.

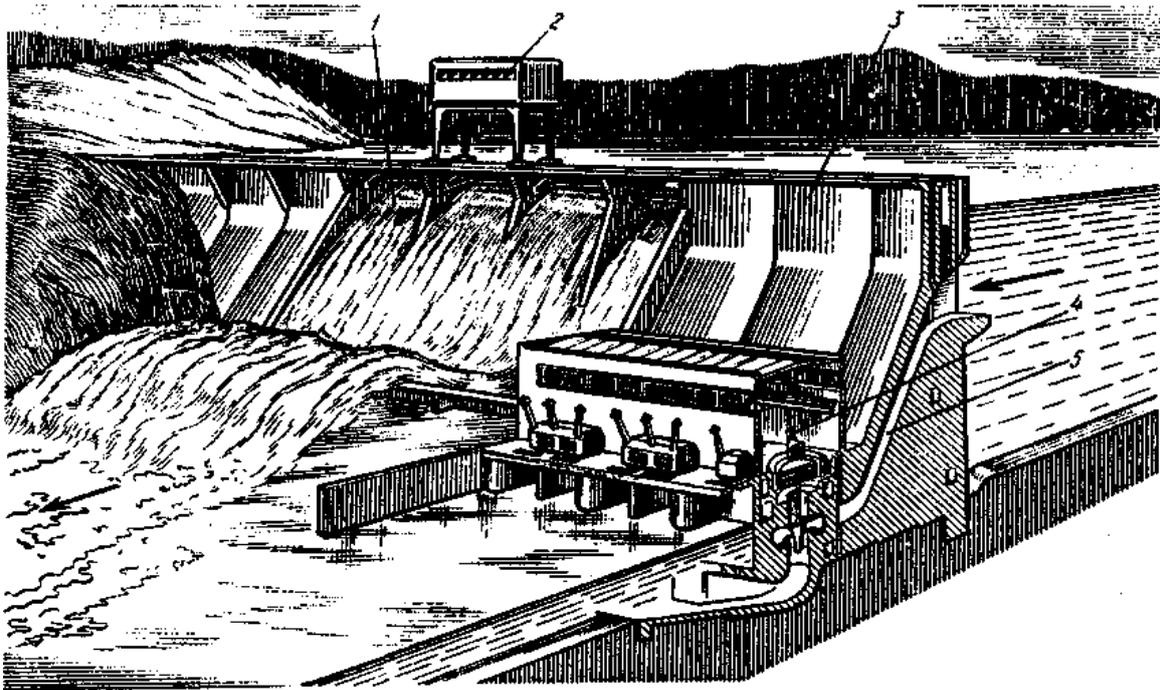


12.2 – расм. Ўзанда жойлашган тўғонли ГЭС схемаси.

1 - ГЭС биноси; 2 - йўл; 3 - юқори бьеф; 4 - тўғон;  
5 - тўғоннинг сув тушар қисми; 6 - қуйи бьеф.

Деривация схемаси. Бу схема асосан катта нишабликка эга бўлган сув манбаларида қўлланилади. (12.4 – расм).

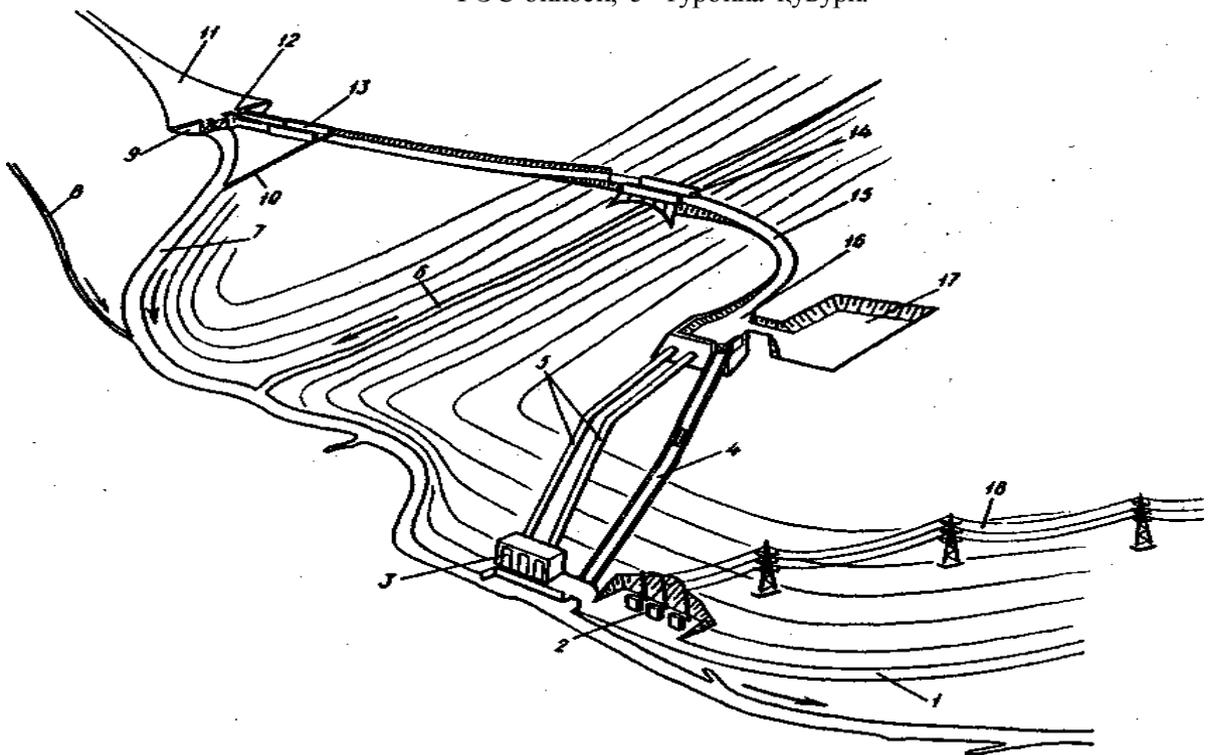
Сув манбаининг танланган жойида нисбатан кичик тўғон қурилади ва кичик ҳажмли сув ҳавзаси юзага келади. Ҳавзадаги сув манбаининг табиий ўзани бўйича ҳам махсус қурилган деривация каналига ҳам берилиши мумкин. Деривация каналининг нишаблиги сув манбаи нишаблигига нисбатан анча кичик ва мана шу фарқ ГЭС напорини ташкил қилади. Деривация канали сувни босим ҳавзасига, ундан эса қувурлар орқали турбиналарга етказиб беради. ГЭСдан оқиб чиққан сув манбага ёки бирон бир каналга берилиши мумкин.



12.3 – расм. Тўғон ортида жойлашган ГЭС схемаси.

1- сув тушар тўғон; 2 - сув дарвозаларини кўтариб туширувчи кран; 3 - станция тўғони; 4 - ГЭС биноси; 5- турбина кувури.

4 -

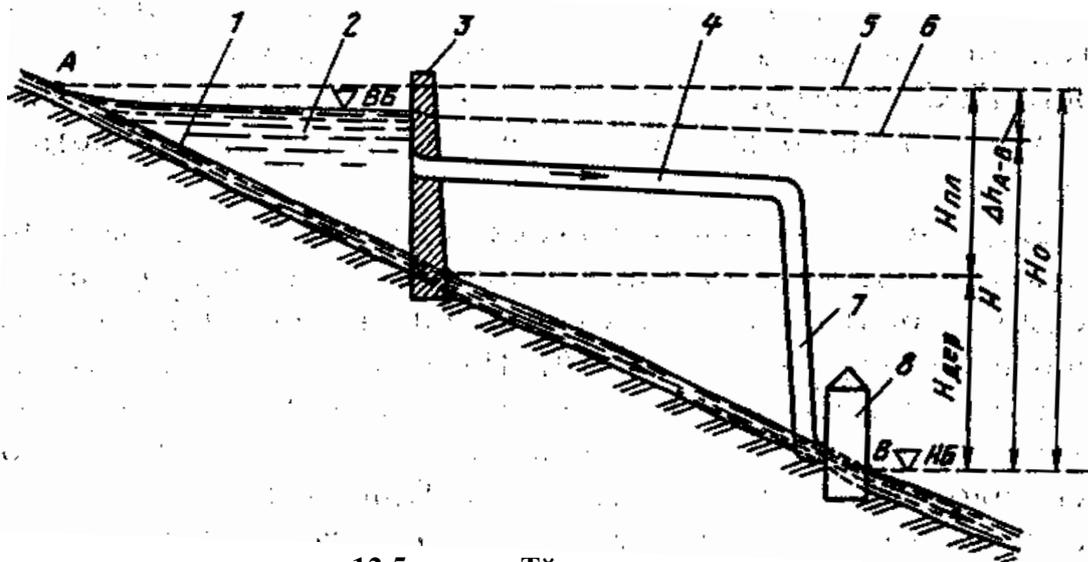


12.4 – расм. Деривацияли ГЭС схемаси

1 – йўл; 2 – подстанция; 3 – ГЭС биноси; 4 – сув ташлаш иншооти; 5 – турбина кувурлари; 6 – чап ирмоқ; 7 – дарё; 8 – ўнг ирмоқ; 9 – тўғон; 10 – лойқа тушириш иншооти; 11 – сув омбори; 12 – сув олиш иншооти; 13 – тиндиргич; 14 – акведук; 15 – деривация канали; 16 – босим хавзаси; 17 – ростлаш хавзаси; 18 – юқори кучланиш симлари.

Тўғонли – деривация схемаси. Бу схемада юқорида келтирилган иккала схеманинг ҳам имкониятларидан фойдаланилади. Бу вариант бўйича дарё ўзанида сув омбори қурилиб, тўғондан кейинги қисмда деривация иншоотларидан фойдаланилади. Тўғонли-деривация схемаси сув манбаининг нишаблиги ҳар хил бўлганда қўлланилади. Манбаининг нишаблиги кичик бўлган

жойида тўғон бунёдга келтирилиб, нишаблик катта бўлганда деривация схемасидан фойдаланилади (12.5-расм).



12.5 – расм. Тўғонли деривация схемаси.

1 – дарё ўзани; 2 – сув омбори; 3 – тўғон; 4 – деривация; 5 – гидростатик сатҳ; 6 – пьезометрик чизик; 7 – турбина қувури; 8 – ГЭС биноси;  $\Delta h_{A-B}$  - A ва B нукталар орасидаги напор йўқолиш қиймати.

Ушбу схема бўйича тўғон ГЭС биносидан қанчалик юқорига жойлашса шунчалик унинг ўлчамлари, шунингдек сув омбори ўлчамлари кичик бўлади. Лекин бу ҳолда деривация иншоотларининг узунлиги анча ошади.

Демак напор йўқолиш қиймати ҳам ошади. Шу сабабли тўғонли- деривация схемаси бўйича иншоотлар ўлчамлари техник - иқтисодий ҳисоблар билан аниқланади.

### *ГЭҚларида энергия олиш технологик жараёнининг умумлашган модели*

ГЭҚлари хилига, напор ҳосил қилишга, гидравлик схемасига, иш режимига ва бошқа кўрсаткичларга қараб ҳар хил бўлади.

Шунинг учун гидроэнергетика ресурсларидан иқтисодий, максимум самарадорлик билан фойдаланиш ҳар бир ГЭҚ конкрет хилига (типига) мос равишда хал қилинади.

ГЭҚларида энергия олиш жараёни жуда ҳам мураккаб ҳисобланади ва фақат тартибли яқинлашиш усули орқали ўрганилиши мумкин. Демак ГЭҚларини алоҳида-алоҳида технологик жараён бўлимлари сифатида олиб ўрганилади. Бундай ажратиш олиш ГЭҚлари режим хусусиятларини ўрганиш муоммосини осонлаштиради ва бутун технологик жараён моделини тушунишга ёрдам беради.

Тартибли яқинлашиш методига кўра ГЭҚларидаги ҳамма энергия йўқолишини - технологик ва режим категорияларига ажратиш мумкин. Биринчисига ГЭҚларида учрайдиган ва вақтга кам боғлиқ бўлган технологик схемага мос ҳамма энергия йўқотишлари киради.

Бу энергия йўқотишни камайтириш лойиҳалаш технологияси савиясини ошириш, қурилиш ва ГЭҚларини тўғри эксплуатация қилиш ҳисобига амалга ошириш мумкин.

Технологик энергия йўқолиши агрегат ва бутун станция ишларига ажралади. Биринчиси асосий гидроагрегат режими билан аниқланади (турбинада, генераторда, қувур блокада ва бошқа энергия йўқолиши). Иккинчиси ГЭҚлари ҳамма агрегатлари иш режимига боғлиқ (юқори ва қуйи бьефда, деривацияда, умумий водоводда, бекордан сув қуйилишда ва бошқа йўқотишлар).

Энергия йўқотишнинг режим категориясига ГЭҚлари ишининг кўрсаткичлари, сув омбори билан биргаликда аниқланади. Бу йўқотишларга, бутун станциядаги қувват, агрегатлар оптимал сони ва сув келтирувчи иншоотлар, напор ўзгариши ва бошқалар киради.

ГЭҚлари ишининг самарадорлигини баҳолаш учун режим кўрсаткичларининг абсолют, солиштирма ва дифференциал хилларини қараш керак. Абсолют кўрсаткичлар  $N$ ,  $Q$ ,  $H$ ,  $\Delta$  ва бошқалар. ГЭҚларини умуман режим самарадорлигини аниқлаб, ЭХМда сонлар билан ҳисоблаш асосини ташкил этади.

Солиштирма кўрсаткичлар (абсолют кўрсаткичлар нисбати) ГЭҚ технологик жараёнининг материал ҳажмини кўрсатади.

Дифференциал кўрсаткичлар режим кўрсаткичи ўзгаришга таъсирчан бўлиб, оптималлаш ҳисобларида кенг қўлланилади, айниқса ҳар хил ГЭҚ масалаларини аналитик ечишда ишлатилади.

Умуман гидроэнергопотенциалдан ГЭҚларида оптимал фойдаланиш масаласини шундай изохлаш мумкин:

Берилган гидроэнергопотенциал катталигига  $\mathcal{E}_{ГЭҚ}^{БЕР}$  Т вақт оралиғида шундай ГЭҚ эксплуатация режимини топиш керакки, бунда ёки минимум энергия йўқолишини  $\Delta\mathcal{E}_{ГЭҚ}$ , ёки максимал ФИКни  $\eta_{ГЭҚ}$  ҳар хил шартларни ҳисобга олган ҳолда таъминлаш бажарилсин:

$$\mathcal{E}_{ГЭҚ} = \int_0^T N_{ГЭҚ} dt \rightarrow \max \quad (12.1)$$

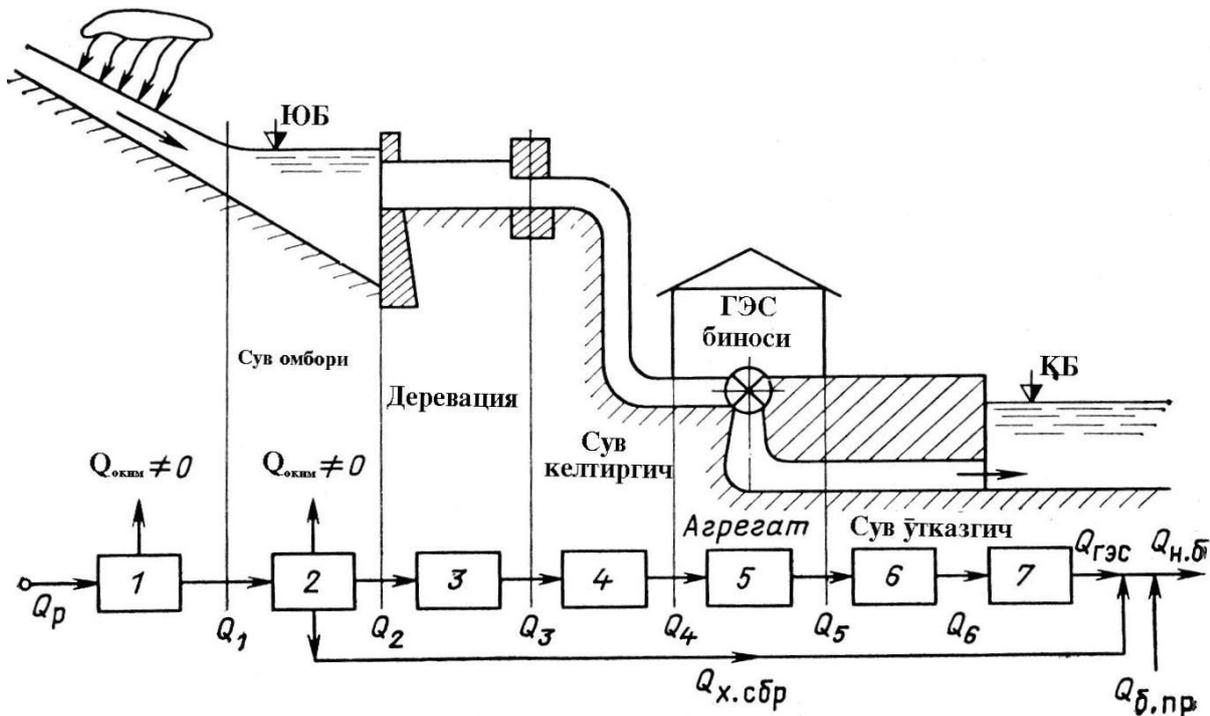
$$\mathcal{E}_{ГЭҚ}^{БЕР} = \int_0^T N_{ГЭҚ}^{БЕР} dt = A \quad (12.2)$$

$$\eta_{ГЭҚ} = \frac{\mathcal{E}_{ГЭҚ}}{\mathcal{E}_{ГЭҚ}^{БЕР}} = 1 - \frac{\Delta\mathcal{E}_{ГЭҚ}}{\mathcal{E}_{ГЭҚ}^{БЕР}} \rightarrow \max \quad (12.3)$$

(12.1) – (12.13) формулалар ГЭҚларида технологик жараён энергетик самарадорлигини берилган Т вақтда кўрсатади ва ҳамма гидроэнергетик ресурс йўқолишларини ҳисобга олади.

Масалан, деривацион ГЭҚ учун умумлашган технологик модел куйидаги ҳолларни ўз ичига олиш мумкин: 1 - энергоресурсни тайёрлаш ва гидроузелга келтириш; 2 - энергоресурсни йиғиш ва вақт бўйича тақсимлаш; 3 ва 4 сув энергиясини гидроагрегатга деривация ва водовод орқали келтириш; 5 - гидроагрегатда энергияни бошқасига ўзгартириш; 6 - гидроагрегатдан сувни чиқариб юбориш; 7 - ГЭҚдан сувни бутунлай чиқариш.

Бу моделда ҳамма этап технологик хусусиятга нисбатан алоҳида ҳисобланиб, бир-бири билан сув сарфи Q орқали боғланган



12.6 – расм. Сув омборли ГЭҚларда энергия олишни умумлашган технологик модели.

Ҳар бир  $i$  этап ГЭҚда энергияни ўзгартиришда  $N_i^{БЕР}$  ва фойдалини  $N_i$  кувват билан характерланади.

Демак:

$$N_i^{BEP} = 9,81 \cdot Q_i^{BEP} \cdot H_i^{BEP} \quad (12.4)$$

$$\eta_i = \frac{N_i}{N_i^{BEP}} = 1 - \frac{\Delta N_i}{N_i^{BEP}} \quad (12.5)$$

5 - этапдан ташқари, гидроресурсни (сувни) келтириш, туплаш, қайта тақсимлаш энергия ва қувват йўқолишини энергия беришда қатнашмайдиган сув сарфи  $\Delta Q_i$  ва напор  $\Delta H_i$  йўқолишлари билан боғлангандир.

Бу ҳолда ФИК  $i$  - этап учун:

$$\eta_i = \frac{Q_i^{BEP} - \Delta Q_i}{Q_i^{BEP}} \cdot \frac{H_i^{BEP} - \Delta H_i}{H_i^{BEP}}, \quad (12.6)$$

у ҳолда  $\Delta N_i$  (12.5) ва (12.6) га асосан:

$$\Delta N_i = 9,81 (Q_i \cdot H_i^{BEP} \Delta H_i - \Delta H_i \cdot \Delta Q_i) = \Delta N_Q + \Delta N_H - \delta \cdot N \approx \Delta N_Q + \Delta N_H \quad (12.7)$$

ГЭҚлари технологик жараёни ҳар бир этапига станция хилига ва характерига тугри келувчи кўрсаткич ва характеристикалари мавжуддир.

НС ва ГАЭС насос режими учун берилган юқориги схема каноатлантиради.  $Q$  стрелкасини тесқари йўналтириб, бекордан сув қуйилиши йўқ ва сув сарфи йўқолиши ҳақиқатда йўқ дейиш мумкин.

Дарё ўзани ГЭСлари учун 3, 4, 5 этаплар қатнашмайди, тўғон орти ГЭСлари учун 3 этап (айрим ҳолларда 6-этап) бўлмаслиги мумкин.

**13 – маъруза. Сув хўжалик ва сув-энергетик ҳисоблари. Сув миқдорини йиллик ва кўп йиллик тартибига солиш ҳисоблари. Сув миқдорини тартибига солишда диспетчерлик графиклари.**

**Сув миқдорини йиллик тартибга солиш ҳисоблари.** Сув миқдорини йиллик тартибга солиш ҳисоблари сув хўжалик йили учун календар йилининг сув кўпайишигача даврда бажарилади.

Маълум шартларга асосан сув сарфини тартибга солиш - суғоришга, сув таъминотига во х.о., энергетика учун эса ГЭҚ қуввати, амалга оширилиши керак.

Амалда сув омбори ҳажми тўлиқсиз йиллик сув миқдорини тартибга солиш ишқониятига эга. Содалашган усулда тартибга солинган сув сарфини  $Q_p$  ушбу формуладан топилади:

$$Q_p = \frac{W_M + V_\Phi}{T_M \cdot 2,63 \cdot 10^6},$$

бунда  $W_M$  - ҳисобий йилдаги сув миқдори,  $m^3$ ;

$T_M$  - кам сувли давр, ой;

$V_\Phi$  - сув омбори фойдали ҳажми,  $m^3$ ;

$2,63 \cdot 10^6$  - бир ойдаги секундлар сони.

**Сув миқдорини кўп йиллик тартибга солиш.** Кўп йиллик тартибга солишда суви кўп даврдаги ҳажм сув омборида йиғилиб кам сувли даврда йиллик тартибга солиш амалга оширилади.

Дарёларни ўрганиш ва улар суви миқдорини кузатиш кўрсатишига кам ва кўп сувли даврлар бир неча йиллаб учрайди. Шунинг учун  $Q_p$  катталигини кўп йиллик тартибга солишда бир йил эмас, кам сувли даврлар аниқлайди. Кам сувли йилларда сув омбори фойдали ҳажмини ишлатишни критик давр дейилади.

Тартибга солиш коэффициентни

$$\alpha = \frac{Q_p}{Q_o}.$$

Кўп йиллик тартибга солишда идеал ва ўзгармас схемалар ишлатилади.

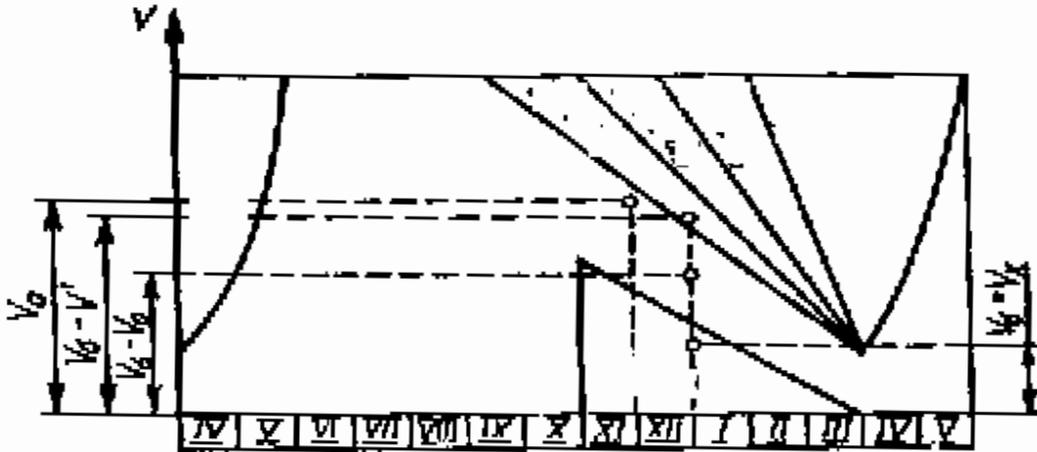
Бундан ташқари йиллик ва кўп йиллик тартибга солишда умумлашган, жадвал, махсус ва бошқа усуллардан фойдаланилади.

Йиллик ва кўп йиллик сув миқдорини тартибга солишда диспетчер графиклари ҳам ишлатилади. Бу графиклар сув сарфини юқори бьеф отметкасига ва вақтга боғлиқлигини кўрсатади:  $Q = f(Z_{\text{ЮБ}}, t)$  ёки сув ҳажмини ва вақтни  $Q = f(V, t)$ .

### *Сув миқдорини тартибга солишда диспетчерлик графиклари*

Диспетчер графигида учта мажбурий зона кўрсатилади (13.1-расм):

1. Ҳавфсизлик зонаси, бунда ҳамма сув чиқариш иншоотлари, турбиналар ишлати керак, чунки сув омборидаги ҳажм ошиши иншоотлар бўзилишига, қуйи бьефда сув тошқини кузатишига олиб келмаслиги шарт;
2. Кафолатланган сув сарфи  $Q_p$  зонаси;
3. Опиқча сув сарфи  $Q > Q_p$  зонаси.

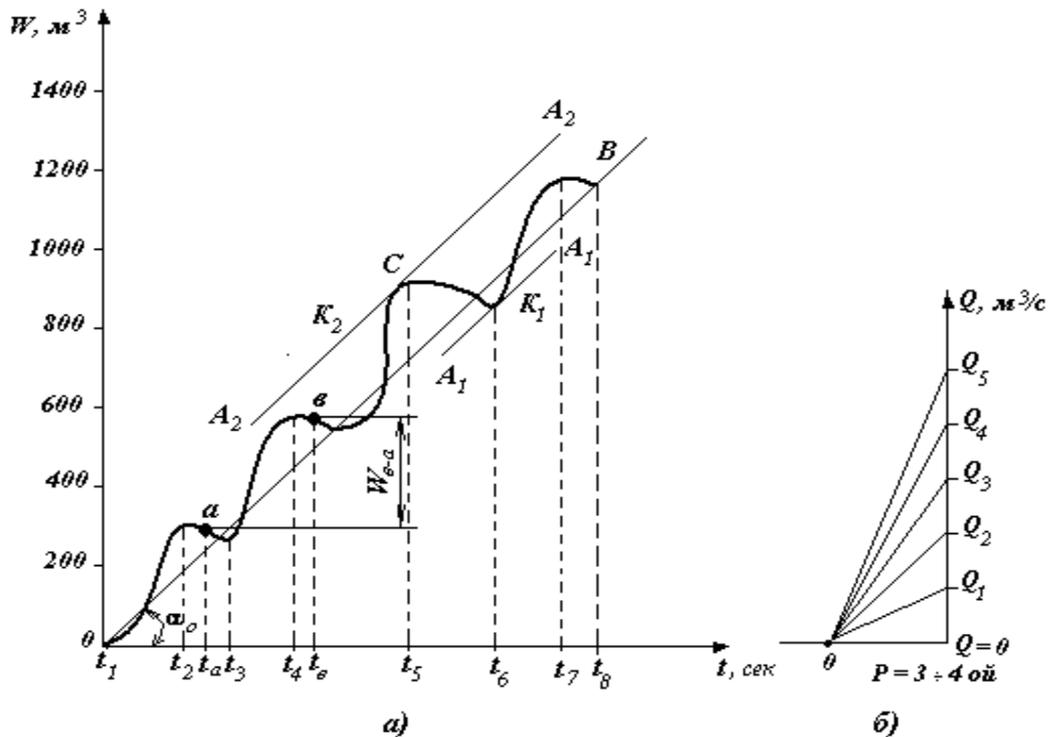


13.1-расм. Диспетчер графигини сув миқдорини тартибга солишда қўлланилиши.

### *Интеграл эгри чизик бўйича графикда ҳисоблаш*

Интеграл эгри чизик (ИЭЧ) сув миқдорининг вақтга боғлиқлигини кўрсатиб қийшиқ бурчакли координатада чизилади.

13.2-расмда ИЭЧ келтирилган. Берилган параметрларга  $V_\phi$  ва ГЭС ҳамма турбиналари сув сарфи киради. Сув миқдорини бир хиллаштириш талаб этилади.



13.2-расм. Сув миқдорининг интеграл эгри чизиғи: *а-интеграл эгри чизиқ; б-нур масштаб.*

Агар ИЭЧ  $A_1A_2$  уринмани ўтказсак, унинг йўналиши сув хўжалик йилидаги ўртача сув сарфини  $Q_0$  кўрсатади.  $Q_0$  катталигини нур масштабдан аниқланади.

ИЭЧ нинг  $K$  нуктасига  $AF$  чизиққа параллел чизиқ ўтказсак, вертикал тик чизиқ бу икки параллел ўртасида чизсак, у сув омбори  $V_0$  тўлиқ ҳажмини  $Q_0$  сарфи ўзгармас катталигини тартибга солиш учун беради. Бор сув ҳажми  $V_\phi < V_0$ , шунинг учун сув миқдорини фақат тўлиқсиз тартибга солиш мумкин.

Ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида ёрдамчи УУ ИЭЧ қурилади, унинг фарқи асосий ИЭЧ дан  $V_\phi$  каталикка тенг.

Масалан, кўп сувли даврда ГЭС  $Q_T$  сув сарфи билан ишласин. ИЭЧ  $O$  нуктада уринма  $OC$  чизиқни ўтказиб (у  $Q_T$  га параллел) ёрдамчи УУ ИЭЧ да  $B$  нуктани топамиз.

$t_0$  вақтдан бошлаб сув омбори тўлиши бошланади, чунки сув оқиб келиши  $Q_T$  дан катта. Шунинг учун  $t_1$  дан бошлаб  $Q_T$  дан ошиқча сувни ташлаб юборилади.  $t_2$  вақтда сув оқиб келиши  $Q_T$  га тенглашади, буни  $n$  нукта кўрсатади.  $t_2 - t_1$  вақт оралиғида сув ташлаш иншооти орқали  $cm$  катталикка тенг сув чиқариб юборилади.

$t_2 - t_3$  вақтда ГЭС табиий сув оқимида  $Q_T$  дан кам сувда ишлайди.

Ўзгармас тартибга солинган сув сарфини  $Q_P$  топиш учун ДЕ урингани УУ ИЭЧ қа ўтказамиз. Унинг катталигини нур масштабдан топамиз.  $t_3$  вақтда ГЭС  $Q_P$  сарф билан ишлайди ва сув омборида ҳажм камайдди.  $t_4$  вақтда ҳажм камайиши тўхтайдди ва унинг сатҳи сув омборида қўзғалмас сув сатҳига тенг бўлади.

Агар  $t_3$  ( $D$  нукта) вақтда сув омборидан  $Q_P$  дан кўп сув чиқарилса (масалан  $DL$  чизиқ) унда у тезда ҳажмини камайтиради. Сув омборидан  $Q_P$  дан кичик сувни чиқарилса, унда у кейинги сув кўпайиши давригача бор ҳажмини ишлата олмайди.

$Z_{ЮБ}$  юқори ва  $Z_{КБ}$  қуйи бьеф сатҳлари, сув омбори ҳажми, напор ва ГЭС қуввати ҳам келтирилган, сув ҳажми  $V'$  ОКЕ ва  $AB$   $m$  ДЕ чизиқлари оралиғидан аниқланади.

$Z_{ЮБ}$  ҳар бир вақтда  $V'$  бўйича аниқланади ва  $Z=f(V, F)$  боғланишдан фойдаланилади. Бунда сув ҳажми  $V_{КСС}$  дан унда жойлаштирилади.  $Z_{КБ}$  катталиги қуйи бьефга оқиб тушаётган сув сарфига боғлиқ ҳолда топилади. Бу ҳолда ҳам  $Z=f(Q)$  боғланишдан фойдаланилади.

Напор эса ҳар бир қаралаётган вақтда  $Z_{ЮБ}$  ва  $Z_{КБ}$  фарқидан ва напор йўқолиш  $\Delta h$  катталигидан аниқланади:

$$H = H_0 - \Delta h = Z_{ЮБ} - Z_{КБ} - \Delta h.$$

Тартибга солинган ГЭС қуввати:

$$N=9.81Q_p \cdot H \cdot \eta, \text{ кВт}$$

бунда  $\eta$  - ГЭС ФИК.

**14 – маъруза. ГЭС суткалик ва ҳафталик иш режимлари. Суткалик тартибга солишда энергия йўқолиши. Чекланган тартибга солишда ГЭС иш режимлари. ГАЭС ва НС суткалик иш режимлари.**

#### *Дарёда ортиқча сув кузатилганда ГЭСнинг суткалик иш режими*

Дарёдаги кўп сув - сув омборини тўлдиришга ва кўпроқ электр энергияси олишга фойдаланилади. Сув омбори тўлганда ва дарёда ортиқча сув кузатилганда ГЭС сутка давомида тўлиқ белгиланган қувват бўйича юкланиш графигининг базисидида ишлаши керак. Кўпроқ энергияни ГЭСдан олиш учун резерв агрегатлар ҳам ишга туширилади. Бу вақтда тармоқдаги ИЭСнинг резерв қуввати кўпаяди. Кечаси кузатиладиган кичик юкланишларда ГЭС юкланишини камайтиради, бу КЭСнинг техник юкланиш минимини таъминлаш имконини беради. Натижада сув омборидан мажбурий равишда сувни бекордан қуйи бьефга ўтказиш ҳолатлари кузатилади ва ГЭС нинг энергия бериши пасаяди.

**Суткалик тақсимлаш шароитлари.** Кам сувли даврда табиий сув режимида ГЭС унчалик катта бўлмаган қувватни сутка давомида бериши мумкин. Суткалик тақсимлашда ГЭСнинг энерготормоқ юкланиш графигини қоплаш ҳолатини ошириб, бошқа электростанциялар қувватини камроқ талаб қилади ва уларнинг иш режимини яхшилади. ГЭС суткалик тақсимлаш бўйича ишлаганда юкланиш графигининг пик соатида энг кўп қувват ишлаб чиқаради, минимал юкланиш соатларида эса қувватни сутка давомида ўзгартиришда сув сарфини йўналтирувчи аппарат ёрдамида тақсимланади.

Суткалик ва ҳафталик сув микдорини тақсимлашда тўғон олди станцияларида ўз сув омбори бўлиши жуда қулайдир. Деривацион қурилмаларда ГЭС тўғон бьефидан узоқда жойлашган. Агар станцияга сув напор қувур орқали келтирилса, унда тўғон бьефни узоқлигига қарамасдан суткалик тақсимлаш учун фойдаланиш мумкин. Узун канал ёки напорсиз туннел суткалик тақсимлашни қийинлаштиради. Бунга сабаб тўлқин тарқалиш вақтида тўғондан напор бассейнигача каттадир. Бундай ҳолларда напор ҳавзаси яқинида махсус суткалик тақсимлаш ҳавзаси (СТБ) қурилади.

Бу СТБ кичик сув сарфи ва катта напорларда, яъни катта напорли ГЭС ларда жуда ҳам қулай ҳисобланади.

Суткалик тақсимлашда ГЭСнинг минимал ва максимал сув сарфида деривацион каналдаги эркин сирт эгри чизиги оралиғида жойлашадиган сув ҳажмидан фойдаланиш мумкин.

Суткалик тақсимлаш чекланган ва чекланмаган бўлиши мумкин.

Чекланмаган суткалик тақсимланиш: юқори бьеф ёки СТБ катта ҳажмга эга бўлса: қуйи бьефда сув сатҳи ўзгариши чегараланмаса; ГЭС нинг суткалик иш режими эксплуатациядаги иншоотлар ва жиҳозлар шароити чекланмаган ҳолларда амалга оширилиши мумкин.

#### *Чекланмаган суткалик тақсимланишдаги ГЭСнинг иш режими*

**Кам сувли давр.** Кам сувли даврда суткалик тақсимлаш вазифаси ГЭС дан иложи борича кўпроқ қувват олишдир. Аниқ ўртacha суткалик сув сарфида  $Q$  ГЭС нинг юкланиш графиги максимумини қоплашда унинг энергиясини суткалик графигининг энг юқори чўққисига жойлаштирилади.

Бунда, яъни суткалик тақсимлашда энергия йўқолиши  $1\div 3\%$  ни ташқил этади. Дастлабки ҳисоблашда бу энергия йўқолиши ҳисобга олинмасдан ГЭС энергияси бир хил иш режимида ( $N_c=9,81 \cdot Q_c \cdot H \cdot \eta$ ) қабул қилинади.

Суткалик энергия кВт.соатда:

$$E_c = N_c \cdot 24$$

Юкланиш графигининг чўққи қисми энерготормоқнинг бошқа ГЭС лари билан эгалланган бўлиши мумкин. Бу станциялар  $E_z$  га тенг энергия билан  $N_z$  қувватда ишлайдилар.

Энергетик ҳажм:

$$E_s = f_1 + f_2 + f_3 .$$

$\mathcal{E}_C = N_C \cdot 24$  формулада  $\mathcal{E}_C$  нинг қийматини масштаб бўйича  $K$  нуқтадан ўнг тамонда жойлаштириб,  $a$  нуқтани топамиз. Бу нуқтадан тахлилий эгри чизик бўйича кесишгунча  $a$   $v$  тўғри чизикни ўтказиб,  $v \cdot d = N_m$  ни, яъни ГЭСнинг максимум юкланишни қоплашдаги қувватни аниқлаймиз.  $v$ с чизикдан юқорига  $N_C$  нинг қийматини кўйиб, қўшимча қувват  $N_{II}$  ни оламиз. Бу  $N_{II}$  қувват суткалик тақсимлаш ҳисобига олинади. 1-расмдан кўринишча  $t_5$  дан 24 соатгача ва 0 дан  $t_0$  соатгача ГЭС ишламайди ва табиий сув миқдори юқори бьефни ёки с.т.б. тўлдиришга ишлатилади.  $t_1-t_2$  ва  $t_3-t_4$  соатларда ГЭС  $N_C$  қувватдан катта қувватда ишлайди.  $t_2 \div t_3$  соатларда ГЭС қуввати  $N_C$  қувватдан кам бўлиб, юқори бьеф ёки С.Т.Б. қисман тўлдирилади.

Юқори бьеф ёки С.Т.Б. энергетик ҳажми  $\mathcal{E}_B$  горизонтал штрихланган  $f_1$  ва  $f_2$  юзаларнинг йиғиндисидан  $f_3$  юзани айрилганига тенг бўлади.

Керакли сув ҳажми:

$$V_3 = \frac{367 \cdot \mathcal{E}_3}{H_{ym} \cdot \eta}$$

Энерготармоқ  $\cos \phi$  сини яхшилаш мақсадида ГЭС агрегатлари (0- $t_0$ ) ва ( $t_5$ -24) соатларда синхрон компенсатор режимида ишлайди. Бунда генератор тармоқдан энергия олиб ўтауйғонган синхрон дивигател сифатида, турбина эса бекордан айланади, яъни йўналтирувчи аппарат ёпик бўлади.

Энергия йўқолишини камайтириш учун иш ғилдираги камерасидаги сувни чиқариб юборади. Агар қуйи бьефда сув сатҳи катта бўлса, камерадаги сувни компрессор ёрдамида ҳаво билан сиқиб чиқарилади.

Синхрон компрессор режимида ишлаётган ГЭС агрегатлари энерготармоқ резерви бўлиб хизмат қилади ва бир онда генератор режимига ўтиш мумкин.

( $t_0-t_5$ ) гача соатларда бутунлай фойдаланилмаётган ГЭС қуввати ҳам энерготармоқ учун резерв ҳисобланади.

**Ёз вақтидаги ўртacha ва юқори сув сатҳи даври.** Ёзги даврда ГЭС нинг ҳамма қувватини графикнинг чўкки қисмида жойлаштириш сувнинг бекордан қуйи бьефга ўтказилишга сабаб бўлиши мумкин. Бу даврда суткалик тақсимлаш режими техник-иқтисодий кўрсаткичлардан аниқланади. Эксплуатация шароитида ёқилғи нархини ГЭС да минимумга тушириш асосий омил ҳисобланади. Минимум нархга ёқилғини тушириш учун ҳам электростанциялар қувватини юкланишга боғлиқ ҳолда ошириш талаб қилинади.

Лойиҳалашда режимларни тўғри чизиклар билан чегараланади, ҳамда суткалик тақсимлаш графиги ҳамма ГЭС энергиясини  $\mathcal{E}_C \approx N_C \cdot 24$  ва берилган қувватни  $N_M$  жойлаштиришни ҳал қилиш керак.

Берилган қувват  $N_M$  ГЭС графикнинг чўкки қисмини қоплашда қатнашганда белгиланган  $N_T$  қуввати тенг бўлиши ёки  $N_T$  дан резерв катталигига  $N_{P, ГЭС}$  фарқ қилиш мумкин.

$$N_M = N_T \quad \text{ёки} \quad N_M = N_T - N_{P, ГЭС}$$

$\mathcal{E}_1$  энергияни юкланиш графигида жойлаштириш учун  $a$   $v$   $c$  учбурчагини кўриш керак. Бу учбурчакнинг  $a$   $v$  тамони  $\mathcal{E}_1$  га тенг,  $v$   $c$  тамони  $N_C$  га тенг. Учбурчакни тахлилий эгри чизик бўйича силжитиб  $a$   $v$   $c$  учлари шу эгри чизикда ётадиган ҳолатда жойлаштирилади. Учбурчакнинг  $a$   $v$   $c$  учларидан горизонтал чизиклар юкланиш графигида ўтказилиб  $N_C$  ( $\mathcal{E}_1$ ) энергия қуввати жойи аниқланади. Битта чизмада ГЭС иш режимининг чўкки ва ярим чўкки ҳолатларини графикда бирлаштириб, энерготармоқда ГЭСнинг суткалик иш графигини оламиз.

### **Сув ҳажми чекланганда ГЭСнинг суткалик иш режимлари**

Суткалик (тақсимлаш) тартибга солиш (с.т.б.) ёки юқори бьеф ҳажмининг кичик қийматида ёки қуйи бьефда керакли сув сатҳини, сарфини ушлаб туриш учун (чегараланган) чекланган бўлиши мумкин. Ундан ташқари санитария талаби, пастда жойлашадиган корхоналар, яшаш жойлари талаблари ҳам суткалик тартибга солишни чеклаш мумкин.

Қиш даврида сув сарфини кўпайтириш қуйи бьефда сув сатҳининг кўтарилишига олиб келади ва муз ҳосил бўлиши кузатилиши мумкин.

ГЭСнинг суткалик иш режимини лойиҳалашда ва эксплуатация даврида кўп томонлама энергетика тармоқлари, корхоналар, шаҳарлар қизиқишига мос ҳолда асослаш зарур бўлади.

ГЭСнинг суткалик ишини белгилашда турбинани кавитация зонасида ишлашининг олдини олиш зарур.

Сув ҳажми етишмаганда чекланган суткалик тақсимлаш лозим.

Юкланиш графикнинг пик қисмида  $N_{\Pi}$  қувватни жойлаштириш мумкин:

$$N_{\Pi} = N_M - N_C = N_M - 9,81 \cdot \eta \cdot Q_C \cdot H$$

Агар графикнинг тик (юқори) қисми бошқа электростанциялар қуввати билан қопланган бўлса,  $N_{\Pi}$  қувват  $N_Z$  қувватдан пастда жойлашади.

Бу графикда берилган  $N_{\Pi}$  га мос  $\mathcal{E}_{\Pi}$  энергияни (стрелкалар ёрдамида кўрсатилган) тахлийий эгри чизикдан аниқлаш мумкин. Бу энергияни графикнинг тик қисмида ГЭС ишлаб беради. Энергиянинг қолган қисми тақсимланмайдиган бўлиб, ГЭСнинг ўртача қувватида фойдаланилади.

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_C - \mathcal{E}_{\Pi} = N_C \cdot 24 - \mathcal{E}_{\Pi}$$

$$N_C = 9,81 \cdot \eta \cdot Q_C \cdot H$$

Сув ҳажми ёки с.т.б. суткалик тақсимлаш учун керакли энергия:

$$\mathcal{E}_B = \frac{V_B \cdot H_{\text{ур}} \cdot \eta}{367}$$

Масалан, графикнинг пик қисми бошқа ГЭСларга  $N_Z$  қувватда ажратилиб,  $\mathcal{E}_Z$  энергия беради.

$\mathcal{E}_Z$  энергиядан ўнгда  $\mathcal{E}_B$ , бьеф ҳажми энергиясини кўйиб, қаралаётган ГЭС қанча қувват  $N_{\Pi}$  билан графикнинг пик қисмини қоплаш мумкинлигини аниқлаймиз.

Қолган энергия  $\mathcal{E}_1 = N_C \cdot 24 - \mathcal{E}_B$  қайта тақсимланмайдиган бўлиб, графикка  $N_C = 9,81 \cdot \eta \cdot Q_C \cdot H$  қувват берилиши мумкин.

АБС учбурчакни кўрамиз: а-в= $\mathcal{E}_1$  га, в-с= $N_C$  га тенг бўлиб, а-с учларини тахлийий эгри чиизиққа жойлаштириб, графикда ( $\mathcal{E}_C = N_C \cdot 24$ ) энергияни жойлаштирамиз ва ГЭС суткалик юкланиш графигида  $N_M = N_C + N_{\Pi}$  қувват билан қатнашади (3-расм).

Икки тактли юқори бьеф ишида қайтадан сув йиғилади - бу кундузги юкланиш камайганда амалга оширилиб, ГЭСнинг пик графигини қоплашдаги ҳиссасини оширади.

### ***Сув манбаларини комплекс ишлатишда ГЭСнинг суткалик иш режими***

Сув ресурздан комплекс фойдаланишда ГЭСнинг иш режими СХК учун оптимал бўлиши шарт. Оптимал меъзони СХ ва энергетик тармоқ бўйича жамланиб келтирилган харажатларнинг минимумга эга бўлишидир,  $\bar{Z} \Rightarrow \min$ .

Эксплуатация шароитида оптималлик меъзони қилиб, СХ ва энергетика тармоқларининг биргаликдаги йиллик чиқимлари минимуми олинади,  $I_{ij} \Rightarrow \min$ .

Иш режимини олдиндан белгилашда учта шартга мувофиқ қоидадан фойдаланиш мумкин:

- 1) сувдан нозергетик мақсадларда фойдаланувчиларнинг талабини берилган СХК бўйича энг кўп самара (эффeкт) олишини таъминлаш;
- 2) табиат муҳофазаси ва санитария талабларини яхшироқ қондириш;
- 3) ГЭСдан энг кўп энергия олиб энерготармоққа кўпроқ қувват етказиб бериш.

Суткалик ГЭС иш режими чекланиши нозергетик сув истеъмолчилари ва сувдан фойдаланувчилар учун сув сатҳи ва сарфи миқдорлари катталигига боғлиқдир.

Юқори бьефда чекланганлик минимал сатҳ бўйича (сув транспорти учун), сув таъминотига ва бошқаларга бўлиши мумкин. Юқори бьефдан сувни суғоришга, сув таъминотига ва бошқаларга олиниши, ГЭСнинг иш режимига таъсир қилади, яъни қувват олиш камаяди.

Қуйи бьеф нормал сатҳида суткалик тақсимлаш чекланмайди. Агар қуйи бьеф нормал сатҳга мўлжалланмаган бўлса, ГЭСнинг кечаси тўхтатилиши дарё оқимида жойлашган корхона ва одамлар яшайдиган пунктларнинг, суғориш тармоқларини ва сув транспорти ишини сув билан таъминлашни ёмонлаштириши мумкин. Бундай ҳолларда гидроузел суткалик иш режимини иқтисодий асослаш зарурияти туғилади. Зарурий талаб ГЭС турбинасидан минимал сув миқдорини санитар-техник талаблар учун гидроузел қуйи бьефга ўтказиб туриш ҳисобланади.

Иқтисодий асосланган суткалик тақсимлашнинг чекланиши сутканинг ҳар қандай соатида қуйи бьеф сув сатҳини нормал ушлаб туриш учун  $Q$  сув сарфини ўтказиб турилади. Бу сув сарфи санитария талабига керакли сув миқдорига тенг бўлади. Бу сарф ҳар бир мавсумга ҳар хил бўлади. ГЭС турбинасидан ўтадиган бу сув сарфи базис қувватини беради:

$$N_{\text{БАЗ}}=9,81 \cdot Q_{\text{БАЗ}} \cdot H \cdot \eta$$

Суткалик тақсимланишни ўргача сув сарфи учун бажариш мумкин:

$$Q' = Q_{\text{С}} - Q_{\text{БАЗ}}$$

Юқори бьеф сув ҳажми етарли бўлса, суткалик тақсимланадиган энергияни

$$\mathcal{E}'_{\text{РЕГ}} = 9,81 \cdot Q' \cdot H \cdot \eta \cdot 24$$

юкланиш графигининг тик қисмига жойлаштирилади.

### *Хафталик тақсимлаш усули*

Электр энергиясини истеъмол қилиш шанба ва якшанба кунлари камаяди. Шу кунлари ГЭС даги юкланишни камайтиришиб, сув омборида сув йигилади. Йигилган сув ҳажмини иш кунлари ишлатилиб, ГЭС дан электр энергиясини олиш оширилади.

Хафталик тақсимлаш суткалик тақсимлаш билан биргаликда олиб борилади.

ГЭСнинг пик графигига ишлашида юқори бьеф сатҳи камаяди, натижада напор катталиги ўзгаради. Кам юкланишда эса юқори бьеф сатҳи кўтарилади. ГЭСнинг пасайган сатҳда ишлаши ҳисобига электроэнергия йўқолиши кузатилади.

Напор камайиши ва энергия йўқолишининг иккичи сабаби суткалик тақсимлашдаги куйи бьеф сатҳининг ўзгаришидир.

Суткалик тақсимлашда сув сарфининг ўзгариши сув келтирувчи иншоотларда кўшимча напор йўқолишига олиб келади. Айрим ҳолларда энергия йўқолиши ФИК ўзгариши ҳисобига бўлиши мумкин.

Ҳамма кўринишдаги йўқолишлар суткалик тақсимлашда ГЭС суткалик қувватининг 1÷3 % ига тенг бўлади.

Хафталик тақсимлашда энергия йўқолиши худди шу факторлар билан аниқланиб паст напорли гидроузелларда кўп бўлиши юқори напорлиларда эса СТБ катталанишига олиб келиши мумкин. Шунинг учун суткалик тақсимлаш айрим ҳолларда хафталик тақсимлашсиз бажарилади.

### *ГАЭС ва НСларнинг суткалик иш режимлари*

ГАЭС турбина режимида юкланиш графигининг пик соатларида ишлайди ва энерготармоққа электрэнергияси беради. Бу иш 4 - 5 соатдан ошмайди.

Суткалик юкланиш камайганда СЙЭС насос режимида ишлайди ва электр тармогидан энергия олиб, сувни куйи бьефдан юқори бьефга хайдайди. Бу иш 6÷8 соат давом этади. Колган сутка соатларида СЙЭС агрегатлари синхрон компенсатор режимида ишлаши мақсадга мувофиқдир.

СЙЭС асосан суткалик тақсимлаш режимига мослашади. Кўпгина ҳолларда НСлари бир-хил юкланишда сутка давомида ишлайди. Шунинг учун НС ларини "Истеъмолчи - регулятор" режида ишлатиш энерготармоқ учун қулайлик тугдириши мумкин. Бунинг учун керакли иқтисодий - техник ҳисобларни бажарилиши шарт.

Кўпгина НС лари суғориш тармоқларида кўзги - кишки даврларда ишламайди. Уларни синхрон компенсатор режимида ишлатилса, энерготармоқ учун реактив қувват ишлаб бериш мумкин, бунинг учун насос камерасидан сувни сиқиб чиқарувчи шароит яратилиши зарур.

**15 – маъруза. Гидроэнергетикада техник-иқтисодий ҳисоблар. Гидроэнергетик объектларда (ГЭО) капитал сарф, йиллик чиқимлар, фойда, кириш тушунчалари. Иқтисодий самарадорликни таққослаш усули.**

Ҳозирги замонда саноати ривожланган мамлакатлар иқтисодиёти - бу аралаш иқтисодиётдир. Бунда ишлаб чиқаришни ривожлантириш - махсус бозор кучлари орқали амалга оширилади, натижада ишлаб чиқарувчилар активлиги ошади. Бу жараёнларни давлат тартибга солади, бизнеснинг асосий қоидаларини ишлаб чиқади ва уларга амал қилишни таъминлайди, назорат қилади ҳамда социал, иқтисодий ва сиёсий режаларни амалга оширади.

Аралаш иқтисодиёт шароитида гидроэнергетик объектларга ажратиладиган инвестициялар микроиқтисодиёт йўналишига тегишлидир. Катта ва улкан ГЭЖларни қуриш айрим ҳолларда мамлакат макроиқтисодиётига тегишли бўлиши мумкин.

Инвестиция - келажакда фойда ёки бошқа ижобий натижаларни берадиган лойиҳалар учун ажратиладиган пул тушумларидир.

Инвесторлар сифатида давлат компанияларини, катта хиссадорлик жамиятларини, банкларни, хусусий фирмаларни ҳисоблаш мумкин.

Зарурий инвестиция ҳажми битта ёки бир нечта инвесторлар ёрдамида ҳосил бўлиши мумкин. Бунда ҳар бир инвестор ўзининг хиссасига мувофиқ узок муддатли кредитлар беради ва бунинг учун хусусий фойз ставкасини белгилайди.

**Инвестиция умумий ҳажми** (капитал сарф)  $K_{инв}$  қуйидагича аниқланади:

$$K_{инв} = K_{или} + K_{кур} + K_{ерд} + K_{к.мт.} + K_{соц} + K_{эк}$$

бунда  $K_{или}$  – илмий – тадқиқот, лойиҳа - изланиш ишларига;

$K_{кур}$  - ГЭҚ қурилишига;

$K_{ерд}$  - ёрдамчи объектлар, йул, ЭУЛ ва бош.;

$K_{к.мт.}$  - қурилиш машиналари, транспортга;

$K_{соц}$  - социал объектларга;

$K_{эк}$  - экологик ва ташкилий ишларга ажратилган инвестициялар.

Ёрдамчи объектлар, қурилиш машиналари ва транспортлар, социал ва экологик мақсаддаги объектлар кейинчалик бошқа ташкилот ва фирмаларга сотилиб, олинган пул -  $K_{п}$  инвесторлар ўртасида тақсимланиши мумкин.

Бундай ҳолатда капитал сарф гидроузел бўйича  $K_{п}$  қийматга камаяди:

$$K_{г} = K_{инв} - K_{п}$$

Агар ГЭҚ иншоотлари ёки унинг қурилиши туфайли юзага келган объектлар бошқа мақсадларда ҳам ишлатилса, унда инвестициянинг фақат гидроэнергетика қарашли улушини белгилаб олиш зарур.

$$K_{гэқ} = \alpha_{э} \cdot K_{г} \quad (\alpha_{э} \leq 1,0)$$

бу ерда  $\alpha_{э}$  - гидроузел қурилиши учун ажратилган инвестиция таркибидаги гидроэнергетика хиссаси.

**ГЭҚларда йиллик чиқимлар**  $I_{гэқ}$  (сум/йил), фойдаланиш харажатлари  $I_{экс}$ , амортизацияга ажратиладиган  $I_{ам}$ , меҳнат ҳақ фонди  $I_{мхф}$ , солиқлар  $I_{с}$ , банкларга тулов  $I_{б}$  ва гидроузелга ажратиладиган чиқимлардан ( $I_{г}$ ) ҳосил бўлади:

$$I_{гэқ} = I_{экс} + I_{ам} + I_{мхф} + I_{с} + I_{б} + \beta_{э} I_{г}$$

бунда:  $\beta_{э} \leq 1,0$  - гидроэнергетиканинг гидроузелни ишчи ҳолатида сақлаб туришга ажратиладиган йиллик чиқимлардаги хиссасини белгиловчи коэффициент.

Фойдаланиш харажатлари йиллик чиқимларнинг тахминан 10 – 20% ини, амортизация харажатлари эса 50 – 60 % ини ташкил қилади

$$I_{экс} = (10 \div 20\%) \cdot I_{гэқ}; \quad I_{ам} = (50-60\%) \cdot I_{гэқ}$$

Банк кредитлари ёки инвестиция фоизларини тўлаш тартиби йиллик чиқимлар миқдори ва таркибига катта ўзгартиришлар киритади. Шу сабабли  $I_{б}$  харажатларига боғлиқ ҳолда қолган харажатлар белгиланади.

ГЭҚ томонидан ишлаб чиқарилган электроэнергия таннархи қуйидаги формула билан аниқланади.

$$\Delta \mathcal{E} = \frac{I_{гэқ}}{\mathcal{E}_{йил}} \quad \text{сўм/кВт.соат}$$

бунда  $\mathcal{E}_{йил}$  – бир йилда ГЭҚ дан берилган электр энергияси миқдори, кВт.соат

Насос станцияларда иқтисодий кўрсаткичлар сифатида  $1 \text{ м}^3$  ҳайдаб берилган сув таннархи, истеъмол қилинган электр энергиясининг  $1 \text{ м}^3$  ҳайдаб берилган сув миқдорига келтирилган солиштирма қиймати аниқланади.

$$\Delta W = \frac{I_{гэқ}}{W} \quad \text{сўм/м}^3; \quad \Delta N = \frac{\mathcal{E}_{йил.ист}}{N_{ист}} \quad (\text{кВт.соат})/\text{м}^3$$

### ***Иқтисодий самарадорликни таққослаш усулида***

Капитал сарфни ва йиллик чиқимларни ҳар хил техник вариантлар учун кўрилади ва кўшимча капитал сарф бўйича таққослаш самарадорлиги кўрсаткичи аниқланади:

$$E = \frac{I_2 - I_1}{K_1 - K_2}$$

бу ерда  $K_1$  ва  $I_1$  - кўпроқ маблағ талаб қиладиган вариант бўйича капитал сарф, сўм, ва йиллик чиқим, сум/йил;

$K_2$  ва  $I_2$  - худду шундай маблағ талаб қиладиган вариант бўйича.

Таққосланадиган техник ечим вариантлари бир хил шартга келтирилган бўлиши шарт; энергетикада - чиқараётган электроэнергия сифат ва сони; ирригацияда - бир хил қишлоқ хўжалиги махсулоти етиштириш; сув таъминотида - керакли микдорда ва сифатда сув бериш ва бошқа.

Капитал маблағ кўп талаб қиладиган вариант иқтисодий самарали бўлиши учун ушбу шарт бажарилиши керак.

$$E = \frac{I_2 - I_1}{K - K_2} = \frac{\Delta I}{\Delta K} \geq E_n$$

бу ерда  $E_n$  - қўшимча капитал сарфнинг таққослаш самарадорлиги норматив коэффициенти. Олдинги йиллари  $E_n=0,12$  қабул қилинган.

Таққослаш самарадорлиги кўрсаткичи бўлиб қўшимча капитал сафни қўтилиш даври  $T_{ок}$  ҳисобланади.

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{I_2 - I_1}$$

$T_{ок}$ -нинг норматив катталиги

$$T_n = \frac{1}{E_n}$$

кўп варианларни таққослашда умумий кўрсаткич - келтирилган харажатлар  $\bar{PZ}$ , сум/йил қабул қилинади.

$$\bar{Z} = E_n \bar{K} + \bar{I}$$

Энг оптимал вариантда:  $\bar{Z} \rightarrow \min$  бўлиши шарт.

Гидроэнергетикада капитал сарфни таққослаш самарадорлиги усули кенг қўлланилади. Альтернатив вариант қилиб НГУ ёки КЭС олинади. ГЭС оптимал варианты амалда  $E_{ГЭС} \approx E_n$  ёки  $T_{ГЭС} \approx E_n$  да олинади.

$$\bar{Z} = \sum_{t=1}^T (E_n K_t + \Delta I_t)(1+P)_{\tau-t}$$

бунда  $T$  - капитал сарф  $K_t$  - ажратилиши ва йиллик чиқимлар  $I_t$  - ўзгариши йиллари сони;  $\Delta I_t$  -  $t$  йили йиллик чиқим кўпайиши;  $P$  ва  $E_n$  - дисконтирование коэффициенти ва таққослаш иқтисодий самарадорлиги.

**16 – маъруза. Гидроэнергетик объектларда инвестицияни баҳолаш усуллари. Ҳисобий харажатлар усули. Капитал сарфнинг умумий иқтисодий самарадорлиги. Гидроузел параметрларини асослаш ва ГЭС самарадорлигини аниқлаш. ГЭС асосий параметрларини танлаш асослари.**

### *Капитал маблағларнинг умумий иқтисодий самарадорлиги.*

Капитал маблағларнинг умумий иқтисодий самарадорлигини аниқлаш инвестицион лойиҳаларни молиявий баҳолаш учун амалга оширилади.

Объектнинг умумий иқтисодий самарадорлигини (УИС) характерловчи катталик *рентабеллик коэффициенти* дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$R = \frac{П}{K}, \frac{1}{йил},$$

бу ерда  $\Pi$ - йиллик фойда (кирим);  $K$  - капитал сарф.

Эксплуатациядаги корхоналарда УИС йиллик кирим  $\Pi_{\text{й}}$  - нинг асосий  $\Phi_{\text{ас}}$  ва айланма фонд (маблағ)  $\Phi_{\text{айл}}$  йиғиндисига нисбатан топилади:

$$R = \frac{\Pi_{\text{й}}}{\Phi_{\text{ас}} + \Phi_{\text{айл}}}$$

Асосий маблағларга ускуна жиҳозлар, асосий ва ёрдамчи иншоотлар баҳоси ва бошқалар киради. Айланма фондларга - корхона активи ва хом-ашё ресурслари баҳоси киради. (бу ресурслар тавор ишлаб чиқаришда қатнашиши керак).

$R$  га тескари катталиқ капитал сарфни қайтариш даври дейилади.

$$T_K = \frac{K}{\Pi} = \text{йил} .$$

Қаралаётган ҳамма вариантлардан оптимали  $R \rightarrow \max$  ва  $R \rightarrow \min$  га эга бўлиши керак.

ГЭҚ да  $R_{\text{ГЭС}}$  ажратилган капитал сарф ва йиллик чиқимлар ҳисобига аниқланади:

$$R_{\text{ГЭС}} = \frac{\Pi_{\text{эс}}}{K_{\text{эс}}}$$

Олдинги йилларда  $R$  катталиги норматив  $R_n$  билан таққосланган. Халқ хўжалиги бўйича ўртача умумий капитал сарф самара дорлиги нормативи  $R_n = 0,14$  қабул қилинган.

$R$  ва  $T_K$  вақт омили ҳисобига аниқланиши мумкин. Бунинг учун  $R$  ни  $\tau$  йилга келтирилган катталигини ҳисоблашга қуйидаги формула ишлатилади:

$$R_{\text{ГЭС}} = \frac{\sum_{t=t_2}^T \Delta \Pi_t \left( 1 + p \right)^{\tau-t}}{\sum_{t=1}^{T_1} K_t \left( 1 + p \right)^{\tau-t}}$$

бу ерда  $\Delta \Pi_t$  -  $t$  йилда  $(t-1)$ га нисбатан кирим ошиши;

$t_2$  - ГЭС эксплуатация бошланиш йили .

$T_1$  - инвестицияни киритиш даври.

$T_2$  - ГЭҚ тўлиқ қувватини ўзлаштириш (қурилишни молиялаштириш ва йиллик чиқим ўзгариши);

$p$  - дисконтлаш коэффициенти, у фойданинг минимал қийматини кўрсатади.

Дисконтлаш коэффициентини капитал бозоридаги инвесторлар бериши мумкин бўлган узоқ муддатли қарз (зайём)нинг ставка(фоиз) миқдорини белгиловчи кўрсаткич. ГЭҚ қурилиши туфайли олинган даромаднинг энг кичик миқдори (фоизи) дисконтлаш коэффициентидан кичик бўлмаслиги керак, шундагина инвестор лойиҳани молиялаштириши мумкин.

### ***Гидроузел параметрларини асослаш ва ГЭС самарадорлигини аниқлаш***

Энергетик гидроузелларнинг асосий параметрларига нормал сув стаҳи (НСС), сув омбори ҳажми  $V$ , ГЭС номинал қуввати  $N_G$  ва ўртача йиллик энергияси  $\mathcal{E}_G$  киради. Бош параметр НСС ҳисобланиб, у сув босадиган ва ер ости суви кўтариладиган майдон юзасини ва гидротехник иншоот ҳамма параметрларини аниқлайди.

НСС га юқоридаги  $V$ ,  $N_G$ ,  $\mathcal{E}_G$  ва бошқа НСС катталиқлар боғлиқ ошиши билан сув омборига ва гидроузелга капитал сарф кўпаяди, ҳамда сув омбори ҳажми  $V$  ва  $N_G$  ошади.

ГЭС номинал қуввати  $N_G$  техник-иқтисодий ҳисоблардан топилади. Умумий иқтисодий кўрсаткич солиштирма капитал сарф  $A_G$  бўлиб номинал қувватни характерлайди.

$$A_G = \frac{K_G}{N_G} \text{ ёки } A_G = \frac{K_{\mathcal{E}}}{N_G}, \text{ (сўм/кВт)}$$

бу ерда  $K_{\mathcal{E}}$  - энергетикага ажратилган капитал сарф.

$A_G$  - 1 кВт номинал қувватга ажратилган ўртача солиштирма капитал сарфни билдиради.

Берилган НСС да номинал қувват ошганда  $A_r$  камаяди, бунга сабаб ўзгармас капитал сарф  $K_0$  миқдорининг тўғон ва сув отбори бўйича ГЭС номинал қувватининг катта қийматларига бўлинишидир.

Кўп ҳолларда  $K_r = f(N_r)$  боғланиши

$$K_r \cong K_0 + a_r N_r$$

кўринишда ёзилиши мумкин.

Бу ерда  $K_0$  - гидротехник иншоотлар ва сув омбори бўйича;  $N_r = 0$  даги капитал сарф;  $a_r$  - ошиқча капитал сарф солиштирма катталиги ёки қўшимча квт баҳоси.

ГЭС берилган қуввати  $N_r = N_{r1}$  бўлса, унда сув омборли гидроузел капитал сарфи  $K_{r1}$  га тенг бўлади.

Номинал қуввати  $\Delta N_r$  га оширсак  $K_r$  ҳам  $\Delta K_r = a_r \Delta N_r$  га ошади.

Унда

$$a_r = \frac{K_{r2} - K_{r1}}{N_{r2} - N_{r1}} = \frac{\Delta K_r}{\Delta N_r}$$

$a_r$  баҳосига ГЭС биносини кенгайтириш, жиҳозлар баҳосива бошқа иншоотлар капитал сарф ўзгариши киради.

Дарё ўзани ГЭСларида тик қувват жойлаштрилса қўшимча капитал сарф қўйи бьеф сезиларли рол ўйнаб қиш ойида сув сатҳи кўтарилишига боғлиқ бўлади.

Деривацион ГЭС ларда қўшимча қувват капитал сарфига сув қабул қилиш иншоатини деривацияни, напор бассейнини, тенглагич резервуарини, турбина трубопровидини, ГЭС биноси ва жиҳозларини, ҳамда сув чиқариш канални ва бошқа кенгайтириш киради.

ГЭС номинал қуввати  $N_r$  берилган НСС ва  $V$  ҳажимда аниқлангани учун  $N_r$  оширилганда сув омбори бўйича капитал сарф ўзгармайди. Аниқ ҳисобларда  $a_r$  катталиги  $N_r$  ни ГЭСнинг битта агрегатида оширилганда аниқланади.

$N_r$  ошиши билан  $\Delta_r$  ГЭСда ошади, лекин  $\Delta \Delta_r$  кўпайиши камаювчан характерга эга расмда бу ўзгариш тартибга солинган ўртача ойлик ГЭС қуввати бўйича берилган НСС ва  $V$  учун кўрсатилган.

ГЭС қўшимча квт қувватдан фойдаланиш соати қуйидаги кўринишга эга:

$$t = \frac{\Delta \Delta_r}{\Delta N_u}$$

ГЭСлар учун асосий характеристикалардан бири номинал қувватидан фойдаланиш соати ҳисобланади:

$$T = \frac{\Delta_r}{N_u}$$

$T_n^{\text{наз}} = 8760$  с. га тенг.

## **17 – маъруза. Сув омбори фойдали хажмини асослаш. ГЭС ва ГАЭС номинал қувватларини танлаш асослари. Комплекс сув хўжалик ва гидроэнергетик объектларининг самарадорлигини ошириш йўналишлари.**

Гидроузел нормал сув сатҳини НСС танлашда ҳар бир НСС варианты учун дастлабки ҳисобларда сув омбори ишлатилиш чуқурлиги, ГЭС номинал қуввати ва сув миқдорини тартибга солиш режими оптимал катталикларда қабул қилинган деб шарт қўйилади.

НСС ни ўзгартириш поғонадаги бошқа гидроузелларга таъсир қилади. НСС ни оширилса напор, қувват ва электр энергияси юқори гидроузелда камаяди.

Аксинча НСС кўпайиши сув омбори тартибга солиш ҳажмини яхшилади ва қуйида жойлашган гидроузел энергетик кўрсаткичларини кўтаради.

Бунда экологик муоммолар ҳосил бўлиб, катта шаҳарларни сув босишдан сақлаш, саноат корхоналарини кўчириш, қишлоқ хўжалигини ерларини таъсирсиз қолдириш ва бошқаларни ҳал қилишниталаб қилади.

НСС танлашда оптималлик меъзони бўлиб

$$\overline{\Delta P_{3\Gamma\Sigma}} \approx \Delta \overline{P_{3\Sigma\Sigma}}$$

бу ерда  $\overline{\Delta P_{3\Gamma\Sigma}}$  ва  $\Delta \overline{P_{3\Sigma\Sigma}}$  - ҳамма ҳисобий ҳаражатларни ГЭС ва алмашинувчи ИЭС бўйича ошириш.

Дастлабки ҳисоблашда НСС нинг бир нечта вариантлари белгиланиб ЭЭТда гидроузелни ишга туширишда ҳаражатлар ошиши  $\Delta P_3$ , бошқа гидро узел поғанасида ҳаражатлар  $\Delta P_{3\text{поф}}$  ва ЭЭТда алмашинадиган (КЭС) электростанция ҳаражати аниқланади.  $\Delta P_3$  ва  $\Delta P_{3\Sigma}$  катталикларига ЭУЛ ва подстанция бўйича қўшимча ҳаражатлар киради. Ҳисоблашга  $\Delta P_{3\Gamma\text{К}}$  ва  $\Delta P_{3\Sigma\text{К}}$  - яъни қўшимча объектларга ёки бошқа тадбирларга, ГЭС ва КЭС энергетик эффектини тенглаштиришга ҳаражатлар ҳам киради.

НСС отметкасини кетма- кет ошириш иккита аралаш отметка бўйича таққослашда ҳаражатлар ошиш тенглашгунча бажарилади.

$$\Delta P_{3\Gamma} + \Delta P_{3\Gamma\text{К}} \pm \Delta P_{3\text{поф}} \approx \Delta P_{3\Sigma} + \Delta P_{3\Sigma\text{К}}$$

Кейинги НСС отметкасини ошириш иқтисодий жиҳатдан мақсадга мувофиқ эмас, чунки қўшимча ҳаражатлар қаралаётган ва бошқа гидроузеллар бўйича ҳаражатлар алмашинувчи электростанция ҳаражатидан катта бўлади.

НСС отметкаси қуйдаги шарт бажарилганда иқтисодий асосланган бўлади.

$$\Delta P_{3\text{К}} \pm \Delta P_{3\text{поф}} + \Delta P_{3\text{КК}} \approx \Delta P_{3\Sigma} + \Delta P_{3\text{АР}} + \Delta P_{3\Sigma\text{К}}$$

бу ерда  $\Delta P_{3\text{АР}}$  - комплекс фойдаланиладиган гидроузелда ҳаражатлар ошиши;

$\Delta P_{3\text{К}}$  - комплекс сувдан фойдаланувчилар ҳаражати иқтисоди.

НСС отметкасини охириги танлаш гидроузелдан энергетик ва комплекс фойдаланилган ҳолда амалга оширилади, яъни социал, табиат муҳофазаси, мудофа, сув ва электр таъминоти ишончилиги, сув ва энергия сифати ва бошқалар.

### ***ГЭС ва ГАЭС номинал қувватларини танлаш асослари***

ГЭС номинал қувватини асослашда унинг иш режимини ва регионини аниқлаш зарур. Катта ГЭС қувватларини танлашда ҳозирги ва келажакдаги (15...20 й.) ЭЭТ талабни ўрганиш зарур.

ГЭС ройани танланганда, техник иқтисодий асослаш орқали  $N_{\text{ном}}$  аниқлашда ЭЭТ ривожланиши вариантлари таққосланади:

- 1) ГЭС қувватини қўпайтиришда;
- 2) ЭЭТ бошқа электростанцияни қувватини оширишда.

Ҳаражатлар минимуми шarti бажарилиши ГЭС  $N_{\Gamma}$  қувватини  $\Delta N_{\Gamma}$  га оширганда қуйдаги тенглик бажарилиши керак:

$$\Delta P_{3\Gamma\Sigma} \approx \Delta P_{3\Sigma}$$

бу ерда  $\Delta P_{3\Gamma\Sigma}$  - ГЭС бўйича ҳамма ҳаражатлар қўпайиши;

$\Delta P_{3\Sigma}$  - Ҳамма ҳаражатлар (экономияси) иқтисоди.

Ҳаражатлар иқтисоди ГЭС номинал қувватини оширишда ЭЭТ да энг зарур (қишки) ойларда таъминланганлигига боғлиқ.

### ***ГЭС нинг таъминланган сиқиб чиқарувчи ва дублёр (заҳира) қуввати***

ГЭС ўргача ойлик таъминланган қуввати деб кўп йиллик даврда ҳисобий таъминланганликка  $P_p$  эга тартибга солинган ўргача суткалик қувватига айтилади.  $\overline{N}_{\text{сут}}$  - таъминланган ўргача суткалик қувват ҳафтанинг ЭЭТ да энг катта юкланишли кунларида аниқланади. Ҳафталик тартибга солишда

$$N_{\text{сут}}^T > N_{\text{ойл}}^T$$

ГЭС таъминланган тик қуввати деб унинг максимал қувватига  $N_{\text{мах}}^T$  айтилади ва у пик соатларида  $\Delta T = N_{\text{сут}}^T \cdot 24$  га тенг энергия ишлаб чиқаради. Суткалик тартибга солиш имконияти бўлганда  $N_{\text{мах}}^T$  тахлилий эгри чизикқа  $\Delta T$  катталигини жойлаштириш орқали ттопилади.

**Сиқиб чиқарувчи қувват** деб - ГЭСнинг ЭЭТда бошқа электростанциялари номинал қувватини ўрнини қоплайдиган катталигига айтилади.

$$N_{с.ч.} = \overline{N}^T_{\max} + \overline{N}^{ку}_{суб.омб}$$

тенгликдан топилади. Бунда  $\overline{N}^{ку}_{суб.омб}$  - сув омбаридаги йиғилган сув ҳисобидаги ГЭС резерв куввати .

ГЭСнинг  $N_{с.ч}$  дан катта куввати мавсумий кувват дейлиб , фақат дарёда кўп сув бўлганда фойдаланилади .ЭЭТда ремонт резерви талаб қилинмаса мавсумий кувватни дублёр кувват деб аталади ва у КЭС номинал кувватини ўрнини қоплай олмайди .ГЭС дублёр кувват билан аталганда бошқа электростанциялар юкланиш камаяди (м.н КЭС).

ЭЭТда ремонт резерви талаб қилинса мавсумий ГЭС куввати ремонт резерви сифатида ишлатилади .Бундай ҳолатда 1кВт мавсумий ГЭС куввати  $t_m$   $t_m/10$  кВт КЭС номинал кувватини ўрнини қоплаши мумкин , бу ерда  $t_m$ -ҳисобий кам сувли даврда ГЭС мавсумий кувватида ишлаш ойлари сони.

ГЭС номинал кувватини  $\Delta N_o$  га оширганда ҳисобий ҳаражатлар ҳам  $\Delta P_{3o}$  га ошади.

$$\Delta P_{3o} = (P_o a_T + I_T) = \Delta N_T P_{3T} \dot{\Delta N_T}$$

бу ерда  $P_o$  - банк фоизи;  $a_T$  1 кВт кўшимча ГЭС номинал кувватига солиштирма капитал сарф (қуйи бьеф, подстанция, ЭУЛ капитал сарф билан);  $I_T$  - солиштирма йиллик чиқимлар  $D_T$  даги дек;  $P_{3T} \dot{\Delta N_T}$  - солиштирма ҳисобий ҳаражатлар:

$$P_{3T} \dot{\Delta N_T} = P_o a_T + I$$

ГЭС куввати КЭС куввати ўрнини қопласа ҳисобий ҳаражатлар иқтисоди

$$\Delta P_{3o} = (P_o a_T + I_T) \Delta N_T + S_b \Delta E_T$$

бу ерда  $a_T$  - КЭС кўшимча 1квт номинал куввати солиштирма ҳаражатлари ( потстанция ва ЭУЛ капитал сарфи билан);  $I_T$  -  $a_T$  га мос йиллик чиқимлар (ёқилғи чиқимсиз); сум;  $S_b$  - 1 квт. с энергия ишлаб чиқаришга ёқилғи ташкил этувчиси

$$S_b = ВЦ$$

бу ерда  $B$  - ёқилғи солиштирма сарфи, кг/квт.с;  $C$  - ёқилғи баҳоси, сум/кг.

(8.29) ва (8.31) тенгламалар ўнг тамонлари тенглиги шартидан ва ҳамма ҳадларини  $\Delta N_T$  га бўлиб ГЭС оптимал кувватини иқтисодий асослашнинг асосий боғланишини топамиз:

$$P_o a_T + I_T \cong C(P_o a_T + I_T) + \emptyset S_b t_b$$

бу ерда  $t_T = \frac{\Delta E_o}{\Delta N_o}$  - 1квт кўшимча кувватдан фойдаланиш соати (ИЭСда ёқилғи иқтисоди ҳисобида).

Аниқ шароитларда ГЭС номинал кувватини асослашда, унда қулайлик бўлиши учун куйидаги учта ҳолат бўлиши шарт:

- 1) таъминланган пик кувват;
- 2) мавсумий дублёр кувват;
- 3) ЭЭТ да ремонт резерви.

**18 – маъруза. ГЭҚлар компановкаси ва уларнинг таркиби. Энергетик комплекс ва гидроузеллар компоновкаси ва иншоотлари таркиби. Дарё ўзани, тўғон орғи ва деривацион ГЭСлар компоновкаси.**

ГЭҚларининг ўзаро бир-бири билан боғланган гидротехник иншоотлари мажмуаси *гидробоглама (гидроузел)* дейилади. Дарё ўзанидан энергетик фойдаланишнинг тўғонли схемасида тўғон ва ГЭС биноси дарё узели иншоотини ташкил этади. Сувдан комплекс фойдаланиладиган ҳар бир сув хужалик комплекси(С.Х.К). истемолчиси учун гидроузел таркибига мос келувчи иншоотлар киритилади, масалан балиқ тўсувчи иншоот, суғоришга сув берувчи иншоот, ичимлик сув таъминоти иншооти ва бошқалар.

#### ***ГЭСнинг иншоотлари таркиби ва жойлашиши.***

ГЭСнинг деривацион схемасида иншоотнинг бош (дарё) ва станцияли узеллари, деривация каби хилларига ажратилади. Бош иншоот узелига тўғон, сув қабул қилувчи ва керакли ҳолларда тиндиргичлар, муз қатламини ўтказувчи иншоотлар қиради.

Станция биноси, турбина қувурлари, напорли ҳавза, тенглаштирувчи резервуар ва ГЭСга яқинлашган сув ўтказувчи деривация қисми станцион узелга киради.

Бош ва станцион узеллар сув келтирувчи деривациядан иборатдир: канал, туннел ёки деривацион қувурлар.

Иншоотлар компоновкасини иқтисодий асослашнинг асосий принципи келтирилган ҳаражатларнинг минимум қийматига эришишдир, яъни вақт омилининг ҳисобига сув хўжалиги ва энергетик тармоқлар учун сарфланган ҳаражатлар минимуми  $Z = E_H K + I$ . Бунда ГЭС ҳамма иншоотларига кетадиган капитал маблағлар минимумини олишга эришиш, комплекс фойдаланишда эса, бутун СХК иншоотлари учун капитал маблағ камайишига эришиш талаб қилинади. Гидроузел иншоотлари компоновкасида асосий талаб қилинадиган масалаларга :

- 1) ГЭС ва СХК иншоотларини мустаҳкам, хавфсиз, қулай ва тежамкорлик билан кам йўқотилган сарф ва напорда;
- 2) Оптимал ҳаражатлар билан иншоотлар комплексини тез ва қисқа муддатларда қуриш;
- 3) Ишлаб чиқариш жараёнининг қулайлиги, транспорт йўллари ва бошқа керакли заводлар жойлашишини яхшилаш;
- 4) Қурилиш вақтида сувни энг иқтисодий, мустаҳкам ва хавфсиз равишда қуйи бьефга ўтказилишини таъминлаш;
- 5) Қурувчилар ва эксплуатацион персонал яшайдиган посёлкаларни мақсадга мувофиқ жойлаштириш;
- 6) Табиий шароит ва муҳофаза ҳолатини оптималлаштириш ва бошқалар киради.

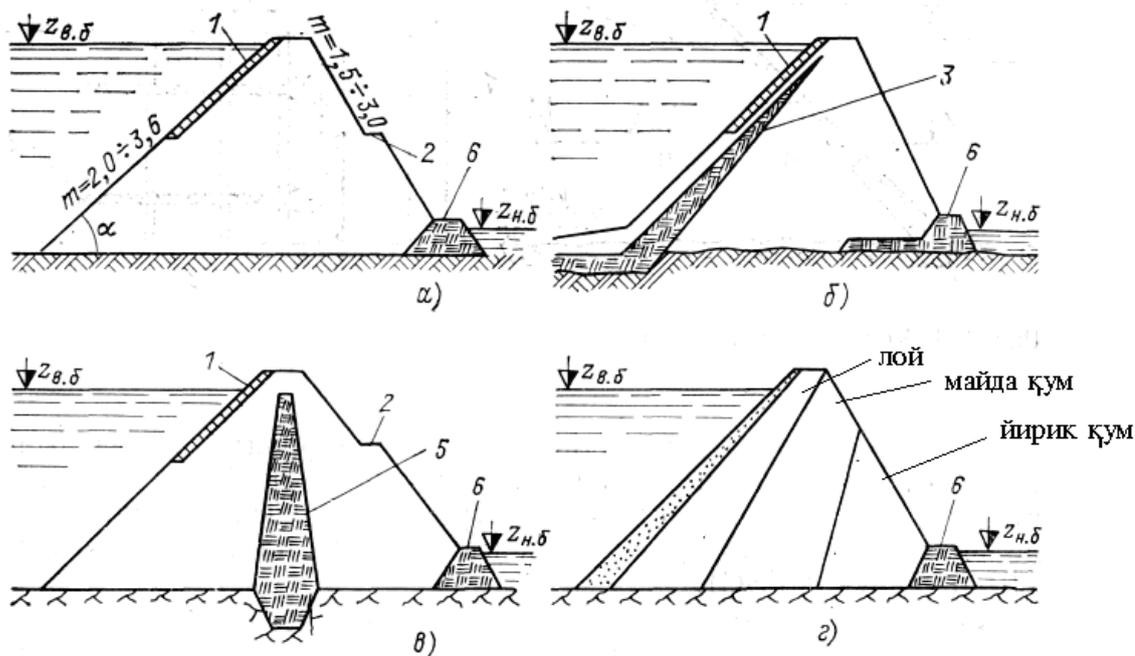
### ***ГЭС гидроузели таркибига кирувчи иншоотлар***

ГЭС гидроузели таркибига кирувчи асосий иншоотлар қуйидагилардан иборат: тўғон, ГЭС биноси ва тақсимловчи қурилмалар, сув транспорти ва балиқ тўсувчи иншоот, сув олиш иншоотлари, сув қабул қилиш иншоотлари киради.

**Тўғон** дарё гидроузели таркибига киради. Сув энергетикасидан фойдаланишнинг тўғонли схемасида тўғон асосий гидротехник иншоот ҳисобланади. Ҳамма тўғонлар иккита гуруҳга ажратилади. Таркибида ишлатилган материалга кўра:

- 1) тупроқ материалларидан, тош материаллардан ва бошқа жинслардан тўзилган (18.1 – расм.);
- 2) бетонли ва темир-бетонли кўринишларда бўлади (18.2 – 18.4 расмлар).

Биринчи гуруҳ тўғонлар асосан ёпиқ ҳолда (глухой), сув тушар новсиз қурилади ва баландлиги тупроқдан қилинган тўғон учун 200 м.гача, тош-шағалли тўғонлар учун эса 100 м дан ошқроқ бўлиши мумкин. Иккинчи гуруҳ тўғонлар гравитацион, аркали ва контрфорс турларга ажратилади.



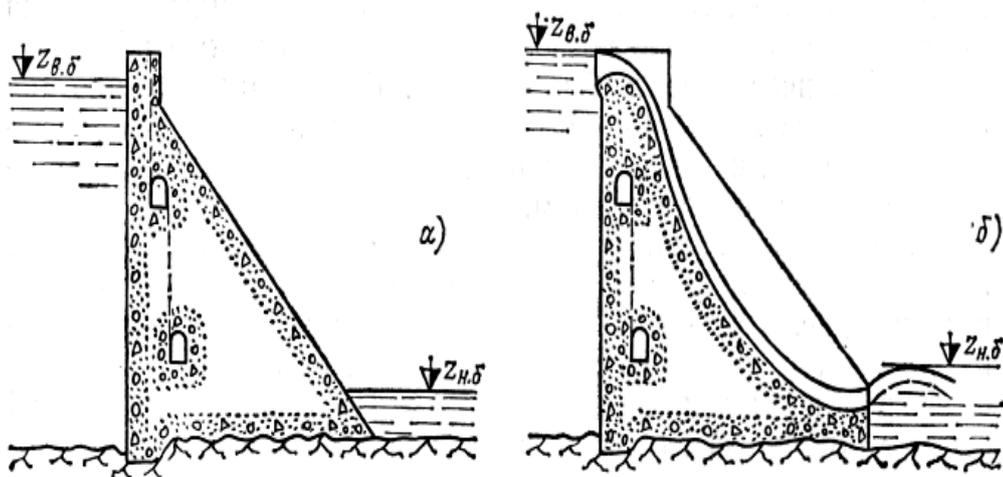
18.1 – расм. Тупроқ тўғонлар.

а – юқорикисми бетон плиталар билан маҳкамланган тўғон; б – понурли тўғон; в – ядроли тўғон; г – ҳар хил тупроқлардан қурилган тўғон;  
 1 – бетон плиталар; 2 – берма; 3 – понур; 5 – ядро; 6 – дренаж призмаси.

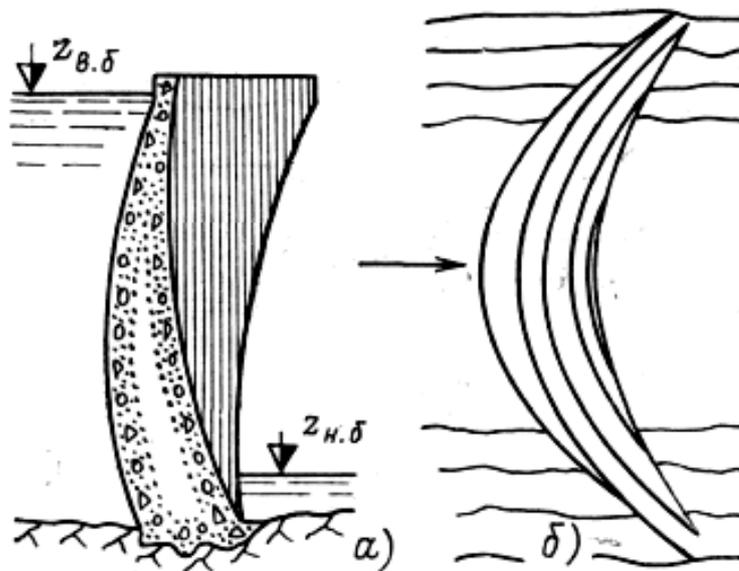
**ГЭС бинолари ва тақсимловчи қурилмалар.** Дарё ўзанида қурилган ГЭС бинолари тўғон билан биргалликда напор fronti ҳосил қилади. ГЭС биноси тўғон ёнига жойлаштирилиб, ер юзасида бўлади. Напор  $H > 35 \dots 45$  м бўлганда ГЭС биноси тўғон ортида жойлашади.

Тўғон орти ГЭСларининг биноси ер остида ва ер устида бўлиши мумкин, деривацион ГЭСлар биноси ҳам ер остида ёки устида жойлашиши мумкин.

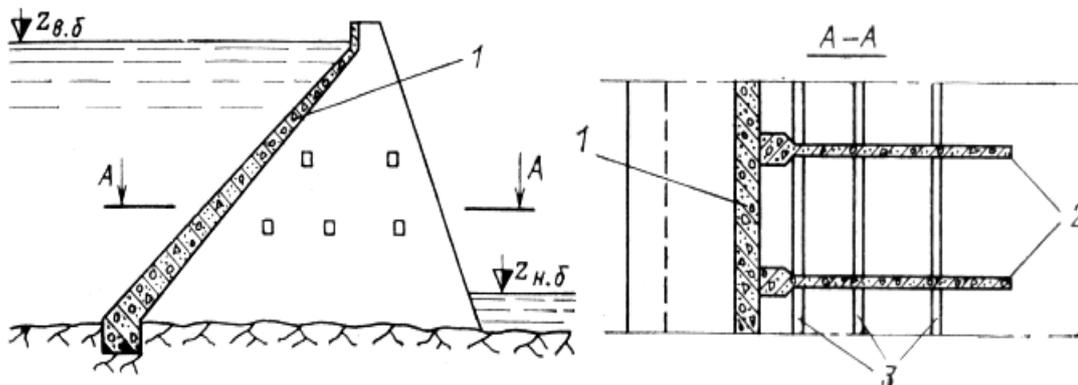
ГЭС иншооти таркибига юқори кучланишли тақсимловчи қурилма ҳам киради ва асосан очик хилдаги тўзилишга эга бўлади. Тоғ зоналардаги ГЭСларда кучайтирувчи подстанциялар ер остига жойлаштирилган бўлиши мумкин.



18.2 – расм. Гравитацион тўғон  
 а – ёпиқ тўғон; б – сув тушар тўғон.



18.3 – расм. Аркали тўғон  
а – кирким; б – режа (план).



18.4 – расм. Контрфорс тўғон  
а – темир – бетон плиталар; б – контрфорслар; 3 – маҳкамлаш балкалари

**Сув транспорти ва балиқ ўтказувчи иншоотлар.** Сув транспортини тўғондан ўтказиш учун шлюз камералари қурилади. Бу камера пастки ва юқори қисмдан иборат бўлиб, уларда дарвоза шлюз галереясини сув билан тўлдиришга хизмат қилади. Бьефлар сатҳининг фарқи 20 метрдан ошса, поғонали, кўп камерали шлюзлар қўлланилади. Масалан, Бухтарма ГЭС да сатҳлар фарқи 70 м, шунинг учун 4 камерали шлюз қурилган. Сув транспорти шлюзлари айрим ҳолларда сув ўтказувчи иншоот ўрнида ишлатилиб, оқова нов ўлчамларини камайтиришга хизмат қилади. Жуда катта сув сатҳи фарқларида унча катта бўлмаган сув транспорти учун механик кўтаргич қурилмаларидан фойдаланилади.

Балиқ ўтказувчи иншоотларга -поғонали балиқ йўли, яъни унча катта бўлмаган ховўзлардан иборат қирғоқда жойлашган иншоотга айтилади. Қуйи бьефдаги балиқларни юқори бьефга махсус балиқ кўтарувчи камералар билан ўтказилади.

**Сув олишга мўлжалланган иншоотлар.** Табиий равишда суғоришда асосан очиқ сув олувчи иншоотлар бетондан қилиниб, затвор, панжара ва бошқа махсус қурилмалар билан жиҳозланади. Сув таъминоти ва машинали суғоришда сувни дарёдан насос станциялари ёрдамида олинади. Бундай ҳолларда НС асосий гидроузелдан алоҳида узокликда қурилиб, иншоот таркибига киритилмайди.

**Сув қабул қилувчи иншоотлар.** Ўзанли ва тўғон орти ГЭС ларда сув қабул қилувчи иншоотлар турбинага сув келтиришга хизмат қилади. Бу иншоот дарё ўзани ГЭС конструкция

биносига ва станцион тўғон конструкциясига киради. Сув қабул қилувчи иншоотлар затворлар ва сувда сўзиб юривчи жисмларни ушлаш учун хизмат қиладиган панжаралар билан жиҳозланади.

Деривацион ГЭС сув қабул қилувчи иншоотлари бош узел иншооти таркибига киради ва деривация каналига сув беришига ёки авария вақтида сувни тўхтатишга мўлжалланади.

### ***Дарё ўзани ГЭС лари компоновкаси***

ГЭС биноси тўғон билан бир қаторда сув напорини қабул қилса, бундай ГЭСлар дарё ўзани ГЭС лари дейилади. Бу ГЭСларнинг напори 25 – 30 метрдан ошмайди (18.5 – расм).

Гидроузел иншоотлари компоновкаси қурилиш давридаги сувни хавфсиз ўтказишни ва иншоотларни қуриш навбатини оптимал равишда бажаришни амалга ошириш имконини бериши керак.

Сув ўтказувчи тешик ўлчамларини иншоот қурилиши даврида, ҳисобий сув сарфи учун  $P=(2—5)\%$  таъминланганликда I ва II классдаги иншоотлар учун, III ва IV классдаги иншоотлар учун  $P=10\%$  даги дарё суви қабул қилинади.

Гидроузеллар компоновкаси дарё ўзанида ёки қирғоққа яқин участкасида бўлиши мумкин. Қирғоқ компоновкасида бетон иншоотлар ва маҳаллий материал тўғони чап ёки ўнг томонда ёки бир томонда жойлаштирилиши мумкин. Бу компоновка вақтинчалик тўғон баландлигини камайтириш имконини беради. Дарё суви бу вақтда асосий ўзандан ўтказилади. Бу муз қатламини ва тошқин сувларни ўтказишни яхшилайти. Қирғоқ компоновкаси гидроузел қурилиш даврини камайишига ёрдам беради. Дарё ўзани компоновкасида ГЭС биноси ва оқова нов тўғони табиий дарё ўзанига жойлаштирилади. Иншоот қурилишида бажариладиган ишлар ва ўзани тўсиш МДХда секциялаш усули билан олиб борилади.

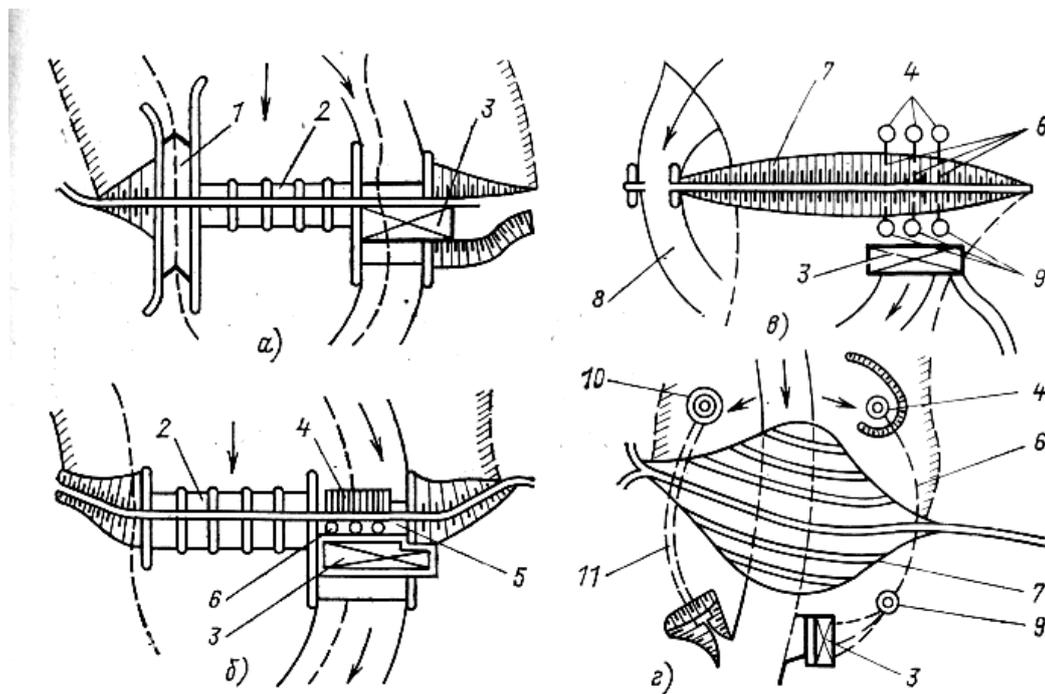
Вақтинчалик ўзан ёки тўғон тўсилганда, дарё эни кичик бўлмаслиги, кам сувли даврда сув тезлиги 2,5...3 м/с дан ошмаслиги керак.

Гидроэнергетик объектларни дарёнинг энг тор участкасида қуриш ҳар доим ҳам қулаймасдир, чунки сув транспорти, ёғоч оқизиш ва муз қатламини очик ўзандан ўтказишга тўғри келади. Ҳеч қанақа тўсиқсиз муз қатламини ўтказиш учун дарё ўзанида 30...40 % га тенг жой қолдирилиши талаб қилинади.

Агар дарё ўзани характери ва оқим тезлиги секцияли вақтинчалик тўғон қуришга имконият бермаса ёки унинг қурилиши қимматга тушса, унда қурилиш туннели ёки айланма канал қилиниб, қурилаётган тўғон айлангирилиб, дарё қуйи ўзанга қуйилади.

Амалда исботланишича, тошсиз асосли дарёларда ва муз ҳосил бўлиши кузатилганда қирғоқ компоновкали гидроузел мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Дарё ўзани тошдан иборат бўлса, кўшимча ўзанли компоновка қўлай ҳисобланади. Ўзанли ГЭС компоновкаларида текислик дарёлари учун тўртта асосий иншоотнинг бирлашуви - ГЭС биноси, тўғонлар, сув транспорти шлюзи ва кўчайтирувчи подстанция характерлидир. Бу тўртта иншоотнинг ўзаро жойлашуви маҳаллий шароит ва эксплуатация талаблари асосида аниқланади.

ГЭС биноси, асосан қирғоқда энг кам напор йўқолиши содир этадиган сувни турбинага олиб келиш ҳисобига жойлаштирилади. ГЭС дан қуйи бьефга сувни энг қисқа йўл билан ўтказиш талаб қилиниб, оқова новдан тушадиган сув фронти подпор ҳосил қилмайдиган (тортиб олувчи трубаларда) ҳолатда бажарилади. Қуйи бьефда аралаш оқим ҳосил бўлиши, ГЭС напорининг камайишига ва агрегатларнинг нотўғун ишлашига олиб келиши мумкин.



**18.5 – расм. ГЭСнинг асосий иншоотлари схемаси.**

*a* – бетон тўғонли ўзан ГЭСи схемаси; *б* – бетон тўғонли тўғон орти ГЭСи; *в* – тупроқ тўғонли тўғон орти ГЭСи; *г* – тупроқ тўғонли ва шахтали сув ташлаш иншооти билан таъминланган тўғон орти ГЭСи; 1 – шлюз; 2 – тўғон; 3 – ГЭС биноси; 4 – сув олиш иншооти; 5 – ёпик тўғон; 6 – турбина қувурлари; 7 – тупроқ тўғон; 8 – сув ташлаш иншооти; 9 – тенглагич резервуар; 10 – шахтали сув ташлаш иншооти; 11 – сув ташлаш туннели.

Эксплуатация шартига кўра энг қулайи ГЭС биноси ва тўғоннинг бир тўғри чизиқда, яъни дарё оқимиға перпендикуляр чизиқда ётиши ҳисобланади. ГЭС биноси ва оқова нов оралиғида юқори ва қуйи бьефларига чўзилган устун (устой) ўрнатилади. Бу устун сув оқимини тўғонга ва ГЭС биносига ажратади.

Оқова нов тўғони ва ГЭС биноси дарё қирғоғи билан тупроқ ёки бетон тўғонлар билан бирлаштирилади. Тупроқ тўғон оқова нов ёки ГЭС биноси билан темирбетон ёки бетон устунлар ёрдамида туташтирилади.

Юқори кучлишли тақсимловчи қурилмалар очик ёки ёпик подстанцияларга бўлиниб, ГЭС биноси яқинида ёки ГЭС биноси турига қараб жойлаштирилади.

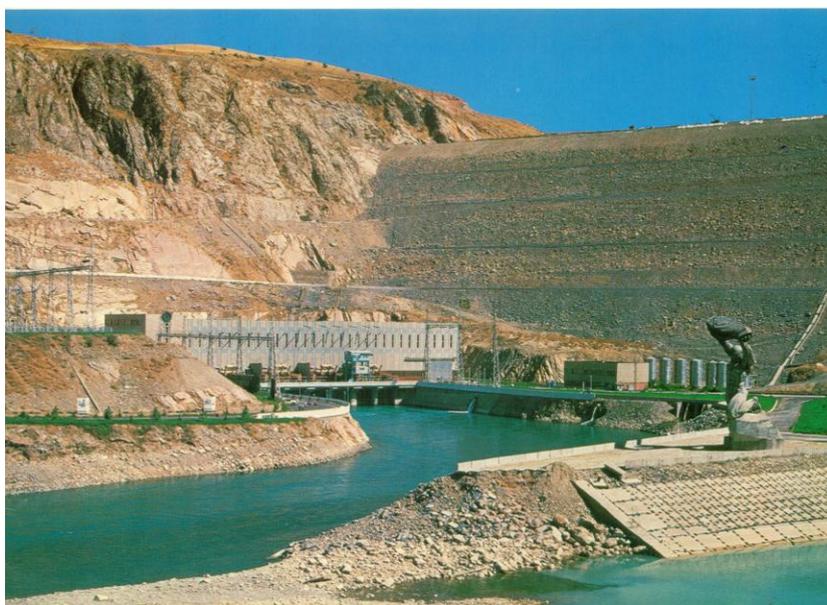
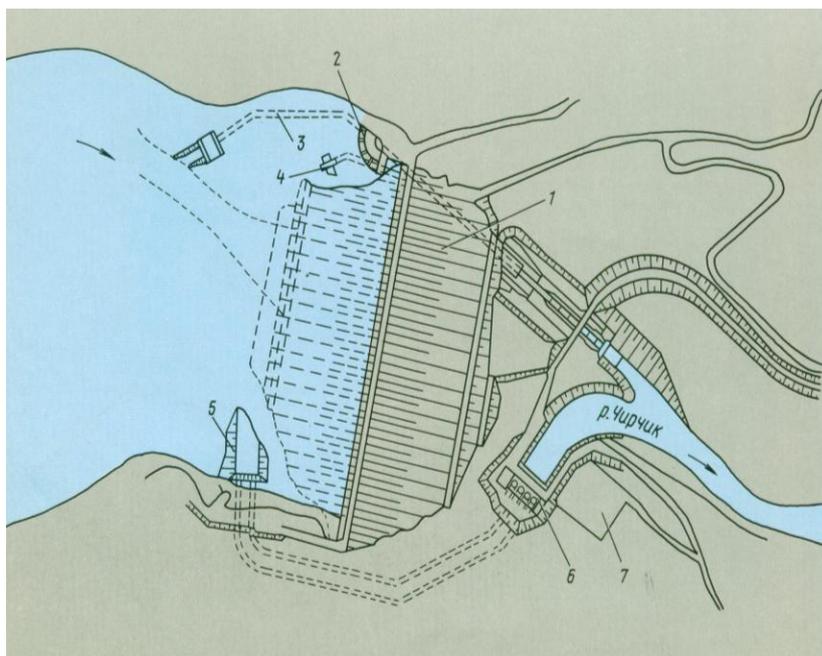
Кўчайтирувчи подстанция очик усулда ГЭС биносининг қуйи бьеф томонида жойлашади.

Жуда қисилган шароитда подстанцияға қулай жой топилмаса, уни ГЭС биноси ёки тортиб олувчи труба устига жойлаштирилади.

#### ***Тўғон орти ГЭСлари.***

Тўғон орти ГЭС лари компоновкаси створ кенглиғига, тўғон хилиғи ва напорга боғлиқ бўлади.

Ҳозирда қўлланиладиган компоновкаларни бундай ГЭС лар учун 18.6. - расмда кўрсатилган.



### 18.6.- Тўғон орти компановкали Чорвоқ ГЭСи схемаси.

1 - тўғон; 2 – катастрофик сув ташлагич; 3 – туннел; 4 – сув ташлагич; 5 – сув олгич;  
6 – ГЭС биноси; 7 – 220 В очик таксимловчи қурилма.

Гидроузел таркибига тўғон ва ГЭС биноси билан бирга сув транспорти ва балиқ ўтказувчи иншоотлар киради. Ўртача ГЭС напориди кўп камерали ва шахтали шлюзлар, катта напорларда эса кема кўтаргичлар қўлланиладилар. Очик кўчайтирувчи подстанция куйи бьеф. қирғоғида жойлашади. Агар бу ҳолда харажатлар кўпайса, унда подстанцияни ГЭС биноси ва оқова нов тўғони оралиғида жойлаштириш мумкин ва уни очик ёки ёпиқ усулда қурилади. Бетонли тўғонда ўзанили компоновка кўпроқ ишлатилади. ГЭС компоновкалари қисқа дарё створида ёки оддий (одатдаги) хилларга бўлинади.

Катта напорли тўғон орти ГЭС компоновкасиغا Красноярск ГЭСини келтириш мумкин. Енисей дарёси ўзани гранитдан иборат бўлиб, ГЭС створида 750 м кенликка эга. Бетонли оғир тўғон баландлиги 120 м бўлиб, оқова нов 25 метрли 7-та тешиқдан иборат. Оқова нов баланд бурунга эга бўлиб, сувни тўғондан 100 м узокликка улуктиради ва уни ювилишдан саклайди.

ГЭС биноси 12 та агрегатдан иборат ва (ҳар бир агрегат қуввати 500 МВт) станцион тўғон орқасида жойлашган.

Агар иншоотлар fronti жуда сиқилган ва сув ўтказувчи иншоотларга дарё кенлиги етишмаса, ҳамда бетон тўғонни қирғоққа киритиб қуриш қимматга тушадиган бўлса:

- 1) планда эгри чизикли тўғон ва ГЭС биноси жойлашиши (Саяно-Шушенск ГЭСи);
- 2) икки қаторли агрегатлар жойлашиши (Тохтағул ГЭСи, Чиркей ГЭСи);
- 3) оқова новли ГЭС қурилиши (Бор, Сен-Этьен-Конталь, Эгель, Шастан (Франция), ГЭС Салима (Испания), Слапа ГЭСи (Чехия) Ивайловград ГЭСи (Болгария) ва бошқа) амалга оширилиши мумкин.

Айрим ҳолларда ГЭС биноси дарё ўзани Узунлигида жойлашиши мумкин. Турбинага сувни келтиришга, ортикча сувни сув омборидан қўйишга напорли туннел ишлатилади. Бу туннел дарё қирғоғида ўтказилган бўлади. Бундай компоновкали ГЭС га Боулдер (АҚШ, Колорадо дарёси) ГЭСи мисол бўлади. Бу ГЭС напори 180 м.

Катта напорли тўғон орти гидроузеллар қурилиши тоғ шароитда, дарёнинг қиска створида вақтинчалик тўғон орқасида бажарилади. Дарё суви бу вақтда қурилиш туннели орқали ўтказиб турилади ва бу туннеллар кейинчалик эксплуатацион сув ташлаш иншооти бўлиб хизмат қилиши мумкин. ГЭС биносига ва сув қабул қилувчи иншоотга автомобил йўллари қурилади. Айрим ҳолларда ГЭС биноси ва сув қабул қилувчи, иншооти оралиғидаги алоқа хизмати фуникулёр орқали амалга оширилади.

Тупроқ ёки тош тўпламидан қилинган тўғон гидроузеллари компоновкаси башняли ёки қирғоқ сув қабул қилувчи иншооти билан характерланади. Бунда ГЭС биноси тўғондан анча масафада жойлашиб, турбина қувурлари ёрдамида сув олиб келинади (туннел ёрдамида ҳам). Бунга Нурек ГЭСи мисол бўла олади. Унинг тўғони баландлиги 300 м бўлиб, хар бири 300 мВт.дан 9 та агрегат ўрнатилган.

### *Деривацион ГЭСлар компоновкаси*

#### **А. Бош узел.**

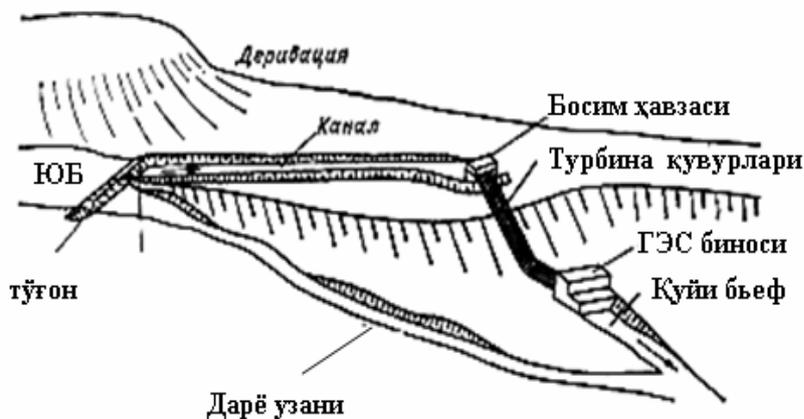
Бош узел компоновкаси тўғон ва сув қўйиш иншоотлари хили ва ўлчамларига қараб аниқланади. Тўғонлар, оқова новли бўлиб, затвор билан жихозланади ва тоғ дарёсини бутун кенлиги бўйича тўсиши мумкин. Айрим ҳолларда қирғоқли сув қўйиш иншооти бўлиши мумкин ёки сув туширгичлар қўринишидаги иншоотлар.

Ҳар-хил чўкиндиларни, муз парчаларини қўйи бьефга ўтказиш зарурлиги бош узел иншоотлари жойлашишига ва характерига катта таъсир кўрсатади (18.7-расм).

Чўкиндиларнинг деривация тармоғига тушиши мумкинлиги қўшимча тадбирлар чорасини кўришга мажбур этади. Шулардан бири - сув тагида сўзувчи чўкиндиларни тўғон орқали ўтказишдир. Бунда паст бўсағали тўғон энг яхши ҳисобланиб у затвор билан тўсилади. Чўкиндилар ўтишида затвор қисман ёки бутунлай кўтарилади.

Бу ҳолда затворларнинг юқорига кўтариладиган: силлик, сегментли ва цилиндрик турлари ишлатилади.

Сув олувчи иншоотлар қурилмаси ва жойлашиши асосий ҳисобланиб кириш қисми дарё тубидан 1...2 м га кўтарилган бўсағага эга бўлиши керак. Бу бўсағада сув тагида сўзувчи чўкиндилар ушлаб қолинади.



18.7 – расм. Деривацион ГЭС схемаси.

## **Б. Деривацион ГЭС лар сув олиш иншооти.**

Деривацияга сувни дарёдан ёки сув омборидан бош узел чегарасида олинади. Сув олиш иншооти деривацияга ўзликсиз сув ўтказиши, авария ҳолатида затворлар орқали сув тўхталиши ва юзаки ёки чуқурликда жойлашган бўлиши мумкин. Сув олиш иншооти жуда кам напор йўқолишига олиб келиши ва деривацияга бир текис уланиши талаб қилинади. Сувда сўзувчи жисмларнинг сув олиш иншоотига тушмаслигини тутиб қолувчи балкалар ёки тўсиқлар бажаради.

Нотўрғун ўзанли дарёларда сув олиш иншооти лойиҳаси ва унинг жойлашишини танлаб олиш мураккаб вазифа ҳисобланади.

Оқим тезлиги сув олиш иншоотида 1,5...2,0 м/с қилиб қабул қилинади.

Дарёдан деривацияга сув оқими бурилишда сувда оқадиган чўкиндилар ҳам сув қабул қилиш иншооти олдида тўпланадилар.

Сувда оқувчи чўкиндилар билан курашишнинг энг қўлай усули - сув олувчи иншоот бўсағасида пастки тешик галерея қуришдир. Бу тешикдан ҳар-хил чўкиндилар қуйи бьефга чиқариб юборилади.

Сув олувчи иншоотга сўзувчи ёғочлар, музлар ва бошқалар киришини ушлаб қолувчи балкалар ва қупол панжаралар ишлатилади. Бу балкалар темирбетонли девор бўлиб, уларнинг пастки қисми сув сатҳидан 0,5...1 м пастда жойлаштирилади. Ундан ташқари бу балка (затвор) кулф баландлигини қисқартириб, чўкиндиларни ушлаб қолувчи панжаралар учун таянч вазифасини бажаради. Сув олувчи иншоот затворлари силлиқ ёки сегментли, айрим ҳолларда енгиллаштирилган затвор, яъни шандор кўринишида бўлади.

Сув сатҳи тагидан сув олиш иншоотлари

Напорли деривация туннелларига сув юқори бьефдан сув олиш иншооти орқали берилади. Чуқурлик сув олиш иншооти энг кўп ишлатиладиган тип ҳисобланади.

Бу иншоотлар юқори бьефда ёки сув омборида сезиларли сатҳ ўзгариши ва кичик сув тезликларида жойлаштирилади. Улар ГЭС юкланишига мувофиқ равишда сувни энергия олиш учун бериб туриши керак.

### ***Гидроэлектр станцияси бинолари.***

ГЭСларнинг энг мураккаб иншоотларидан бири унинг биносидир. ГЭС биноси унда асосий ва ёрдамчи жиҳозларни ўрнатиш учун хизмат қилади.

ГЭС бинолари уч хил турда бўлиши мумкин, яъни *ўзанда жойлашган, тўғонли ва деривацияли.*

Бино тури биринчи навбатда напор ҳосил қилиш схемасига ва унинг қийматига, ҳамда унда ўрнатиладиган жиҳозлар турига боғлиқдир. Бино турларининг тавсифлари 18.1 – жадвалда келтирилган.

ГЭС биноси икки қисмдан иборат: пастки қисм ва юқори қисм.

Пастки қисмда гидромашина сув оқиш тракти жойлашган бўлиб, бу қисм асосан монолит бетондан қуриладиган конструктив элементлардан иборат.

Юқори қисмда машиналар зали, монтаж майдончаси, бошқарув пульти ва қуплаб махсус хоналар жойлашади. Бу қисмда таъмирлаш ишларни бажарадиган жиҳозлар, жумладан кутариш-ташиш механизмлари ҳам жойлашган.

18.1 – жадвал

№	ГЭС бинолари турлари	Турбина тури	Напор, м	Агрегатлар ўқи
1	Дарё ёки канал ўзанида жойлашган H = 5 – 40 м	Капсулалаи	5 – 25	Горизонтал
		Парракли,	5 – 40	
		Парракли-бурилувчи	5 – 40	Вертикал
		Радиал – ўқий	30 – 40	
2	Тўғонли, H = 30 – 250 м.	Парракли-бурилувчи	30 – 90	

	Дарё ўзанида, сув омборида тўғон ортида жойлашади	Диагонал	50 – 170	
		Радиал – ўқий	30 – 250	
3	Деривацияли, Н = 10 – 1800 м (каналда ёки босим қузури трассасида)	Парракли – бурилувчи	10 – 90	
		Диагонал	50 – 170	
		Радиал - ўқий	30 – 700	Вертика л (кам ҳолларда горизонтал)
		Чўмичли	400 – 1800	Вертика л, горизонтал

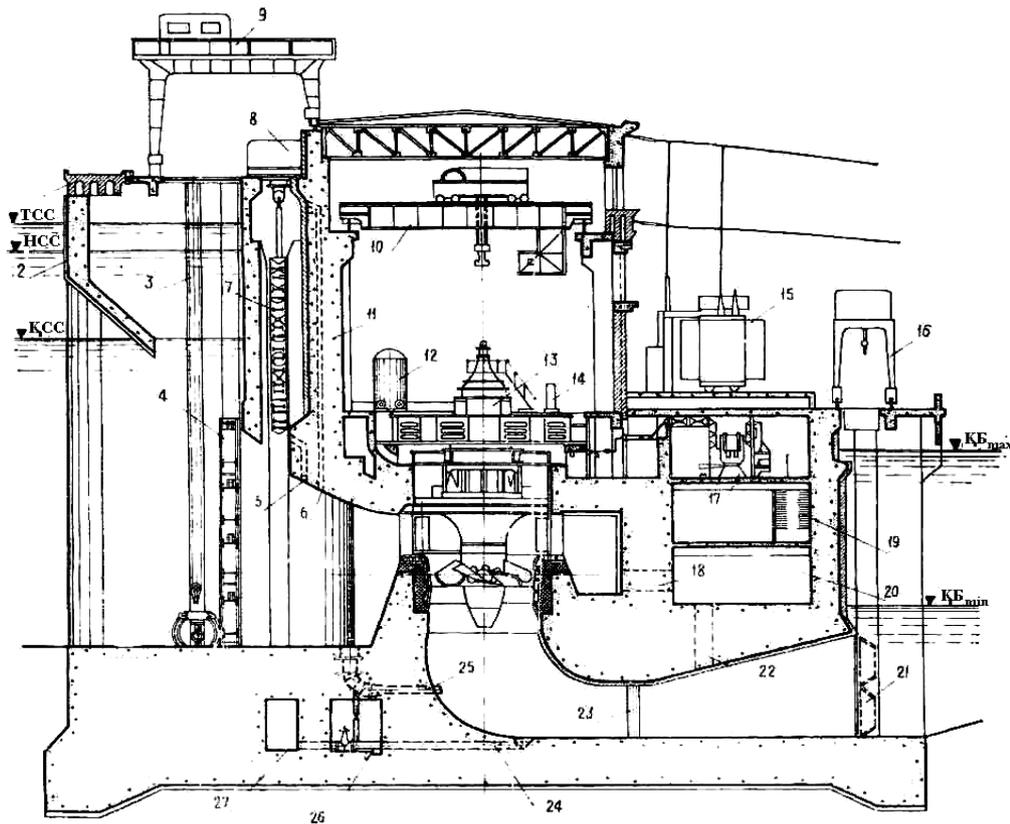
### **Ўзанда жойлашган ГЭС биноси**

Бир турдаги ГЭС бинолари дарё ёки деривация каналлари ўзанида жойлашган бўлиб, юқори бьефдан бериладиган сув босимини ўзига қабул қилади. Бу бинода асосан паст напорли гидроагрегатлар ўрнатилади.

Ўзан ГЭСи биноси сув оқиш тракти сув қабул қилиш қисми, шаклли бетон турбина камераси ва эгилган сўриш қузуридан иборат.

Бино ўлчамлари асосан турбина камераси ва сўриш қузури ўлчамларига мос ҳолда аниқланади.

Агар битта агрегатга мос келадиган бино қисмини битта блок деб оладиган бўлсак, унда шу блокнинг оқим бўйлаб узунлиги (турбина камерасига кириш қисмидан сўриш қузурининг чиқиш қисмигача бўлган масофа)  $D_1$  (6,3 – 6,6) , эни  $D_1$  (2,6 – 3,2) га тенг бўлади. Фундамент плитасининг қуйи бьеф сув сатҳига нисбатан жойлашиши сўриш баландлиги қийматига боғлиқ. Парракли – бурилувчи вертикал агрегатлар учун бу қиймат  $D_1$  (2,3 – 2,5) ни ташкил қилади (18.8-расм)



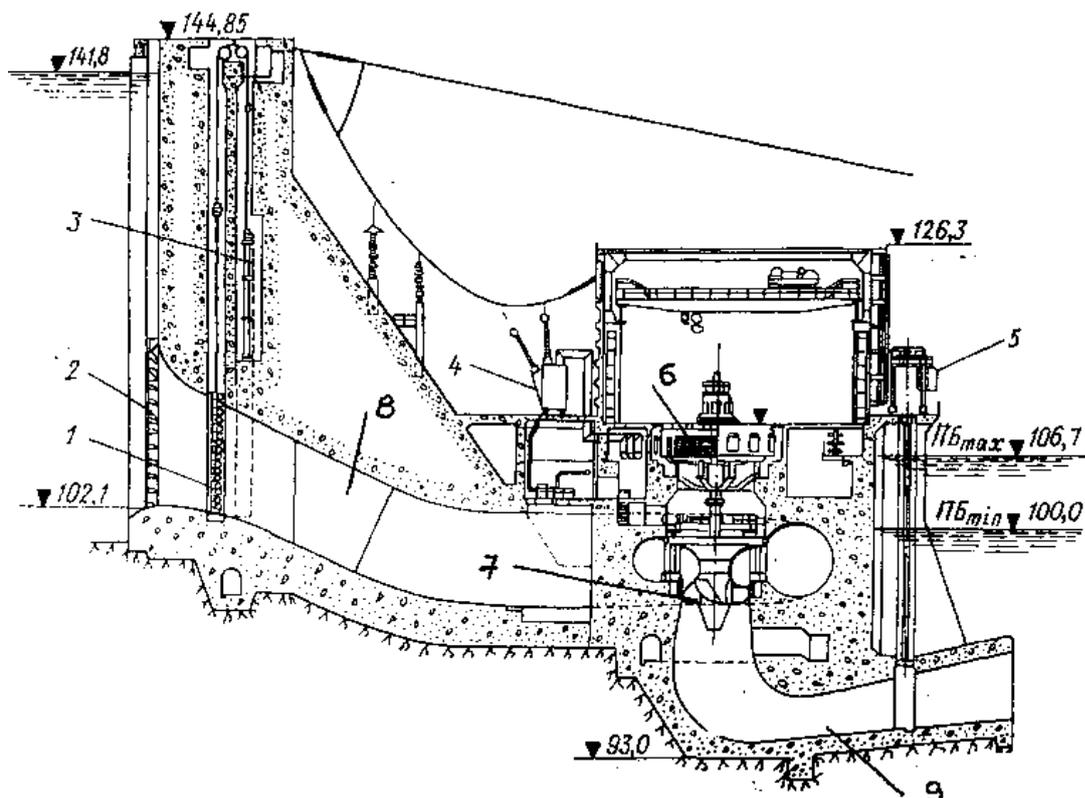
**18.8 – расм. Ўзанда жойлашган ГЭС биноси**

1 - куприк; 2 - балка; 3 - панжара тозалайдиган грейфер; 4 - оқизиқ ушловчи панжара; 5 - турбина камерасини сув билан тўлдириш байпаси; 6 - ҳаво бериш тешиги; 7 - сув дарвозаси; 8 - дарвоза лебедкаси; 9 - юк крани; 10 - куприк кран; 11 - босим девори; 12 - босимли мой қурилмаси; 13 - гидрогенератор; 14 - бошқарув колонкаси; 15 - трансформатор; 16 - юк крани; 17- электр таъминлаш қурилмалари; 18 - спирал камерага кириш тешиги; 19 - кабел йулакчалари; 20 - насослар хонаси; 21 - сув дарвозаси; 22 - сўриш қувурига кириш тешиги; 23 - сўриш қувурининг оралиқ девори; 24 - сўриш қувуридан сувни олиб ташлаш қувури; 25 - спираль камерадан сувни олиб ташлаш қувури; 26 - қулфаклар галереяси; 27- насослар галереяси.

#### ***Тўғонли ГЭС бинолари.***

Бундай турдаги бинолар тўғон ортида жойлашган бўлиб, ўзига сув босимини қабул қилмайди. Тўғонли ГЭС биноларида асосан ўрта напорли гидроагрегатлар ўрнатилади. (18.9 – расм)

Юқори бьефдан берилаётган сув қалта босим қувурлари орқали агрегатга етказиб берилади. Босим қувурлари тўғоннинг ичида ҳам, устида ҳам жойлашиши мумкин.



18.9 – расм. Тўғонли ГЭС биноси.

1 – сув дарвозаси; 2 – оқизик ушлаш панжараси; 3 – гидроподъёмник; 4 – трансформатор; 5 – кран; 6 – гидрогенератор; 7 – ПБ турбина; 8 – турбина қувири; 9 – сўриш қувири.

#### *Деривация ГЭСи биноси*

Деривация ГЭСи биноси одатда реактив, баъзи ҳолларда актив юқори напорли гидроагрегатлар билан жиҳозланади. Бундай турдаги бионинг ўлчамлари бошқа турдаги бинолар ўлчамларига караганда анчагина кичик.

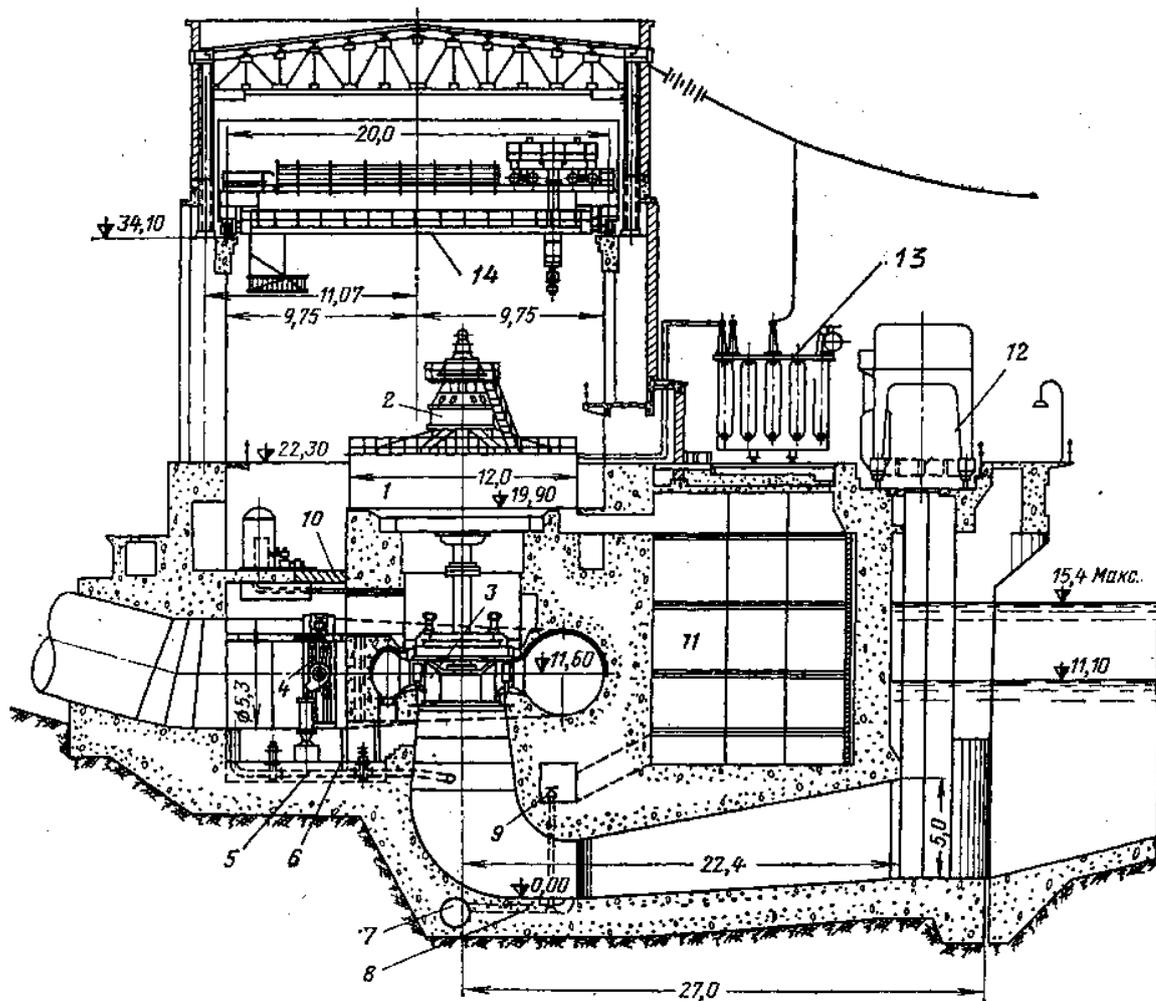
Бунинг асосий сабаби катта напорларда турбина диаметри, генератор ўлчамлари кичик бўлади (18.10 – расм).

Деривация ГЭСида турбина қувурлари (босим қувурлари) катта узунликка эга, бу эса ўз навбатида турбина олдидаги қувурларда қулфаклар ўрнатилишини тақоза этади. Қулфаклар махсус хоналарда ёки машиналар зали доирасида ўрнатилиши мумкин.

Агар қулфак машиналар залида ўрнатилса, унда гидроагрегат қуйи бьеф томонга силжийди.

Таъмирлаш ишлари бошланишидан олдин қулфак ёпилади ва камера билан сўриш қувиридаги сув чиқариб ташланади.

Гидроагрегат таъмирдан кейин ишга туширилишидан олдин сув билан тўлдирилиши шарт. Бу ишлар махсус байпас қувурлари ёрдамида бажарилади.



18.10 – расм. Дериация ГЭС и биноси.

1- гидрогенератор; 2 - подпятник; 3 - радиал ўкий турбина; 4 - дискли кулфак; 5 - турбина кувуридан сувни олиб ташлаш кувури; 6 - спираль камерадан сувни олиб ташлаш кувури; 7 - сув чиқариб ташлаш коллектори; 8 - сўриш кувуридан сувни олиб ташлаш кувури; 9 - сув олиб ташлаш кувури кулфаги; 10 - люк; 11 - технологик хоналар; 12 - юк крани; 13 - трансформатор; 14 - куприк кран.

### ГЭС биноси ҳисоблари ва лойиҳалашнинг асосий масалалари.

ГЭС биносини лойиҳалашнинг асосий босқичи гидроагрегат блокани жойлаштириш ва унинг ўлчамлари (габаритларини) аниқлашдир. Гидроагрегат блокани жойлаштиришда турбинага нисбатан генератор ҳолати, генератор ости таянч элементлари турлари, турбина шахтаси ўлчамлари, блокнинг горизонтал ва вертикал ўлчамлари ҳисобга олинади.

Бизга маълумки, ГЭС биноси икки қисмдан пастки ва юқори қисмлардан иборат. ГЭС гидроагрегат блоки ўлчамларни аниқлашни ҳам шу икки қисмга бўлиб амалга оширамиз.

#### А. Станция биносининг пастки қисми.

Бионинг пастки қисмида агрегатнинг сув оқиш тракти жойлашган. Сув оқиш тракти турбина камераси ва сўриш кувуридан ташкил топган. Шу қисмнинг вертикал ўлчамлари қуйи бьефнинг ҳисобий сатҳи ва сўриш баландликларига қараб аниқланади.

$$VI.F. = \sqrt{KBCC} + H_c \quad (5.1)$$

бунда, VI.F. – ишчи ғилдирак сатҳи, м

$\sqrt{KBCC}$  – қуйи бьеф сув сатҳи, м

$H_c$  – сўриш баландлиги, м

Ундан кейин сўриш кувурининг, турбина камераси, турбина шахтаси, гидрогенератор ўлчамларини билган ҳолда бино пастки қисми баландлигини аниқлаш мумкин (18.11 – расм ).

$$H_{п.к} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \text{ м}$$

бунда  $h_1$  – фундамент плитаси қалинлиги, м  
 $h_2$  – сўриш қувири баландлиги, м  
 $h_3$  – йўналтирувчи аппарат баландлиги, м  
 $h_4$  – турбина шахтаси баландлиги, м  
 $h_5$  – гидрогенератор ўлчами, м

Бино пастки қисми ўлчамлари биринчи навбатда спирал камера ва сўриш қувурининг ўлчамлари билан аниқланади. Бу ўлчамлар стандарт ҳолатда заводлар томонидан берилади.

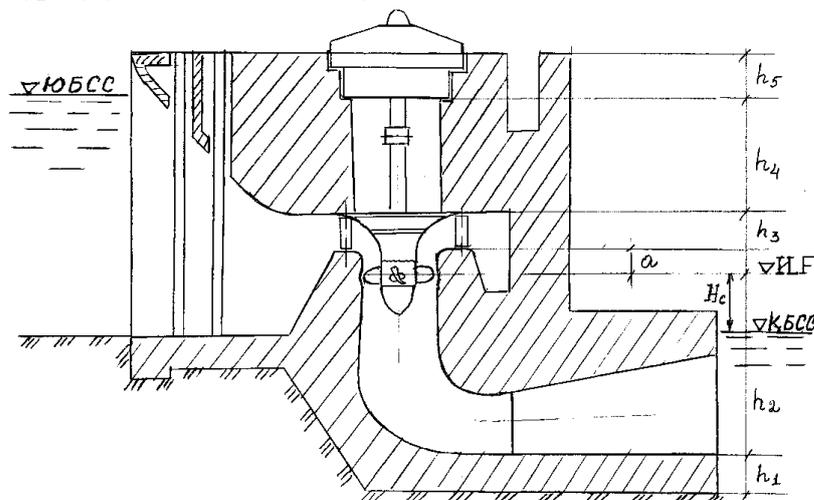
Пастки қисм горизонтал ўлчамларини 18.12 – расм бўйича аниқлаш мумкин.

Ўзанда жойлашган ГЭС биноларида, баъзан тўғонли ГЭСларда тавр шаклдаги кесимли бетон спираллар қўлланилади.

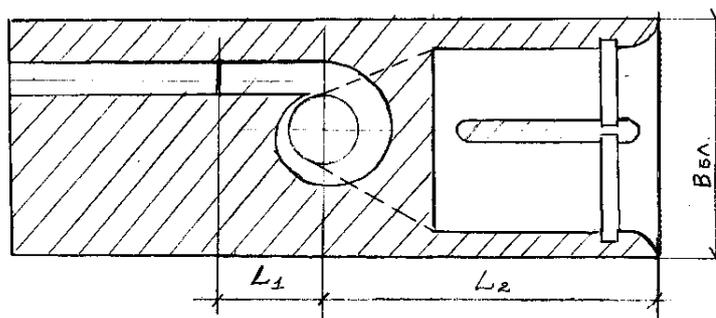
$$B_{б.л.} = (2,9 \dots 3,1) D_1 \text{ м.}$$

Юқори напорли ГЭСларда қамраб олиш бурчаги  $345^{\circ} - 360^{\circ}$  бўлган металл спирал камералар қўлланилади. Бундай камераларда  $B_{б.л.} = (4 - 4,5) D_1$ , юқори қийматли напорларда  $B_{б.л.} = (3 - 3,5) D_1$ .

$L_2$  – сўриш қувири узунлиги  $H \leq 230$  м бўлганда  $L_2 = (4 - 5) D_1$ ,  $H \geq 230$  м да  $L_2 = (5 - 6) D_1$ .



18.11 – расм. Бионинг пастки қисми вертикал ўлчамлари.



18.12 – расм. Бионинг пастки қисми горизонтал ўлчамлари.

### Б. ГЭС биноси юқори қисми.

ГЭС биносининг юқори қисми аксарият йиғма темир – бетон конструкциялардан қурилади. Бу конструкциялар пастки қисмга боғланган колонналар, кран ости балкалари, том фермалари ва плиталардан иборат.

Бионинг узунлиги  $L_6$  қуйидагича аниқланади.

$$L_6 = n \cdot B_{б.л.} + L_{мм}$$

бунда,  $n$  – агрегатлар сони

$B_{б.л.}$  – блок эни, м

$L_{мм}$  – монтаж майдончаси узунлиги, м

Монтаж майдончаси ўлчамлари битта агрегатни транспорт воситасидан тушириш ёки унга жойлаштириш имконияти нуқтаи – назаридан аниқланади.

Монтаж майдончаси эни  $B_{м.м} = B_6$ , яъни машиналар зали энига тенг бўлади.

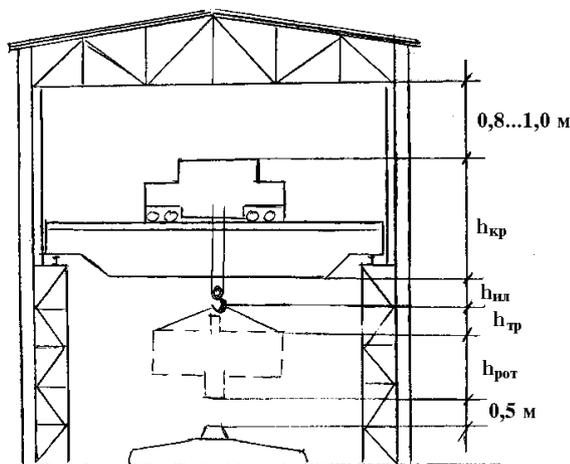
Монтаж майдончаси узунлиги агрегатлар сони 4 – 5 та бўлганда  $L_{м.м}=(1,0 - 1,2) В_{б.л}$ .  
 Агар агрегатлар сони 10 дан ортик бўлса  $L_{м.м} = (1,5 - 2) В_{б.л}$  қабул қилинади. Кўп ҳолларда  
 монтаж майдончаси узунлиги  $L_{м.м}= 1,5 В_6$  дан ошмайди.

Машиналар залининг эни  $В_6$  генераторнинг ташқи ўлчамларига боғлиқ ҳолда аниқланади.

$$В_6 = D_{ген} + 5 \text{ м.}$$

Машиналар зали баландлиги куйидагича аниқланади.

$$H_{м.з} = h_{рот} + h_{тр} + h_{ил} + h_{кр} + (0,8 - 0,1) + 0,5 \text{ м.}$$



18.13 – расм. Бино юқори қисми ўлчамлари.

Бунда  $h_{рот}$  – ротор улчами

$h_{тр}$  – ротор маҳкамладиган трос ўлчами,  $h_{тр} = 0,5 - 1,0 \text{ м}$

$h_{ил}$  – илгак баландлиги,  $h_{ил} = 1,0 - 1,5 \text{ м}$ .

$h_{кр}$  – кран баландлиги

Агар ишчи ғилдирак ўлчами ротор ўлчамидан катта бўлса, унда  $h_{рот}$  ўрнига ишчи ғилдирак баландлиги қабул қилинади.

19 – маъруза. Насос станцияси (НС). НС биноси компоновкаси. НСнинг қишлоқ ва халқ хўжалигида тутган ўрни. Деривацион каналлар ва напор бассейнлари. Энергетик каналларининг эксплуатация шароитлари. Деривацион канал энергоиқтисодий ҳисоблари. Напорли бассейнлардан фойдаланиш мақсади ва компоновкаси.

### ***Насос станцияларининг синфий гуруҳлари.***

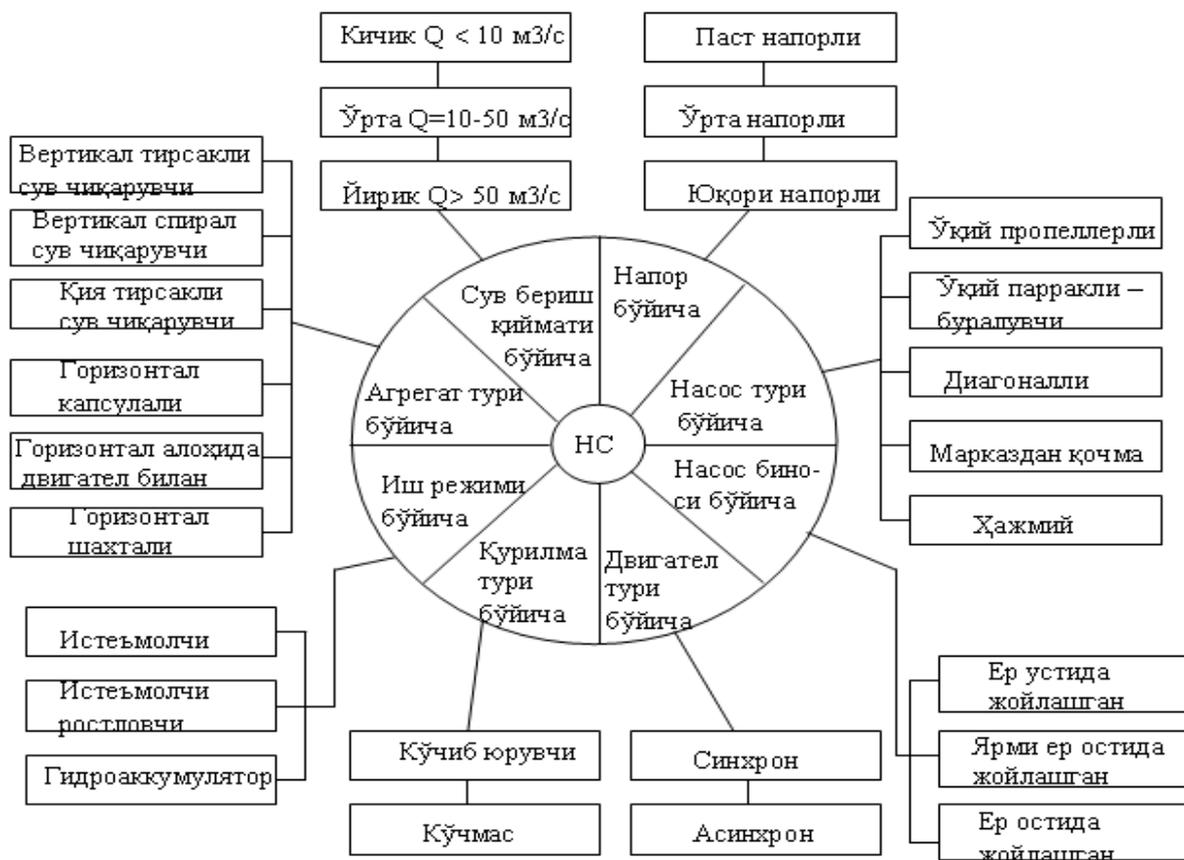
Насос станцияларининг синфий гуруҳларининг бир неча хил вариантлари бор. Шулардан энг мукамал ва тўлиқ ҳолдагисини (19.1 – расм) проф. В.И.Виссарионов таклиф қилган.

НСнинг вазифаси, жойнинг табиий шароитлари, станцияда ўрнатилган жиҳозларнинг параметрларига боғлиқ равишда иншоотларнинг бир - бирига нисбатан жойлашиши ҳар хил бўлиши мумкин.

Иншоотларнинг жойлашиши ва уларнинг конструктив имкониятлари техник-иқтисодий ҳисоблар билан аниқланади. Умуман, бу масалани ҳал қилишда куйидаги факторларни ҳисобга олиш керак:

- сув олиш жойининг инженер-геологик, топографик ва гидрогеологик шароитлари:
- сув узатиш иншоотларидан мукамал (комплекс) фойдаланиш мумкинлиги:
- қурилиш – монтаж ишларида маҳаллий иш материалларидан фойдаланиш мумкинлиги:
- НС қурилишида техник ечимларни максимал унификациялаштириш:

қурилишнинг навбатма – навбат тугалланиши, ҳали тўлиқ қуриб битилмаган иншоотлардан фойдаланиш мумкинлиги.



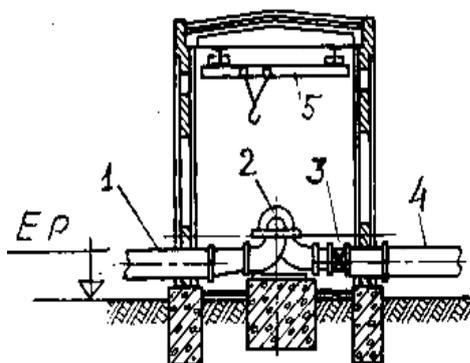
19.1 – расм. Насос станцияларнинг синфий гуруҳлари.

- **Насос станцияси бинолари.**

Насос станция бинолари танланган жиҳозлар турига, станциянинг вазифасига ва сув манбаи турига қараб қуйидаги турларга бўлинади.

*Ер устида жойлашган насос станция биноси*

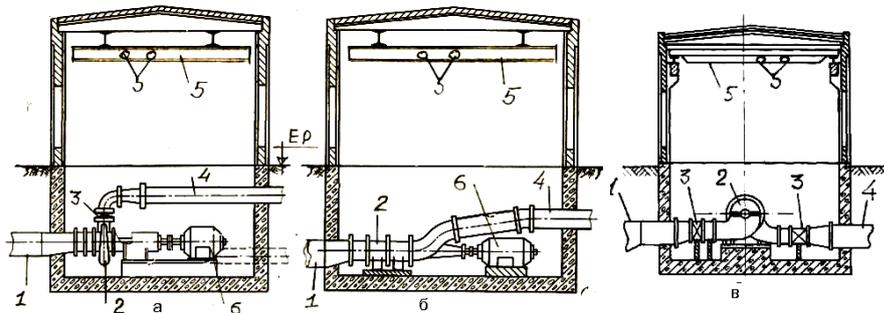
Бу бино тури асосан сув сатҳи ўзгариши катта бўлмаганда ва сув манбаи қирғоқлари маҳкам бўлганда қабул қилинади. Бино поли ерга нисбатан бир мунча юқори, насослар эса алоҳида пойдеворга ўрнатилади (19.2 – расм). Бинога асосан горизонтал марказдан қочма насослар ўрнатилади. Аксарият ҳолларда бу биноларга ўрнатиладиган насослар иш унумдорлиги  $Q_n < 2 \text{ м}^3/\text{с}$ .



19.2 – расм. Ер устида жойлашган насос станция биноси схемаси  
1 – сўриш қувури; 2 – насос; 3 – қулфак; 4 – босим қувури; 5 – юк қутариш крани.

*Ярми ер остида жойлашган насос станция биноси.*

Бу бино тури сув манбаи сатҳининг ўзгариш амплитудаси насоснинг чегараланган сўриш баландлигидан ошганда қабул қилинади. Бу бинода насослар ерга нисбатан пастда жойлашган умумий пойдеворга ўрнатилади (19.3 - расм). Насослар сув сатҳининг минимал қийматига нисбатан пастда жойлашганлиги муносабати билан улар доимо сув билан тўлган ҳолда бўлади, бу эса насосларни ишга туширишни енгиллаштиради.



**19.3 – расм. Ярми ер остида жойлашган насос станция биноси**

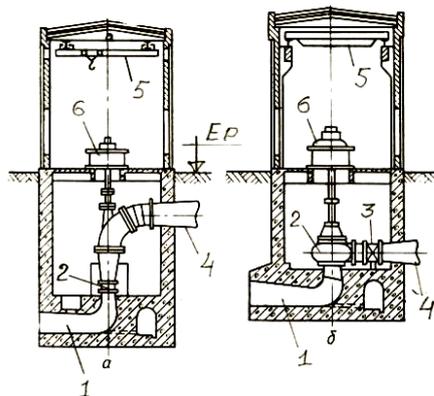
1 – сўриш қуври; 2 – насос; 3 – қулфак; 4 – босим қуври; 5 – юк кутариш крани; 6 – электродвигател.

19.3 – расмда консолли марказдан қочма (а), “О” маркали ўқий (б) ва “Д” маркали горизонтал марказдан қочма насослар (в) билан жиҳозланган насос станциялар схемалари келтирилган

Бу биноларда асосан горизонтал марказдан қочма, “О” – маркали ўқий насослар, баъзи ҳолларда сув бериш унумдорлиги  $4 \text{ м}^3/\text{с}$  дан кам бўлган вертикал “В” маркали марказдан қочма насослар ўрнатилади.

#### **Блокли насос станция биноси.**

Бу турдаги бинолар сув сатҳи ўзгаришининг ҳар қандай қийматларида қабул қилинади. Бинода вертикал “ОП” ва “В” маркали сув бериш унумдорлиги  $4 \text{ м}^3/\text{с}$  дан катта насослар ўрнатилади. Баъзи ҳолларда йирик маркали “Д” горизонтал насослар қўлланилиши мумкин. Насослар эгилган тирсаксимон сўриш қувурларига эга бўлиб, уларда сув оқими бошдан охиригача алоҳида блокли сув оқиш трактидан ўтади (19.4 – расм). Бинода насослар сув сатҳидан пастда жойлашган бўлиб, сув қабул қилиш иншооти бино билан қўшиб қурилади. Агар бинода паст напорли насослар ўрнатилса, баъзи ҳолларда бино сув чиқариш иншооти билан ҳам қўшиб қурилиши мумкин.



**19.4 - расм. Блокли насос станция биноси схемаси.**

а) “ОПВ” маркали ўқий насослар ўрнатилган бино; б) “В” маркали вертикал марказдан қочма насослар ўрнатилган бино; 1 – сўриш қуври; 2 – насос; 3 – қулфак; 4 – босим қуври; 5 – юк кутариш крани; 6 – электродвигател.

*Насос станция биносини лойиҳалашнинг техник шартлари ва қоидалари.*

Насос станция биноси ўлчамлари жиҳозларнинг оптимал иш режимини таъминлаши, уларга хизмат кўрсатишнинг ва хизматчи ходимлар иш шароитининг қулайлигини таъминлаш керак. Бино қурилишининг минимал харажатларига эга бўлиши ва мустаҳкам бўлиши керак.

Насос станция биносини лойиҳалашнинг асосий шартлари қуйидагилардан иборат;

- бино лойиҳасининг оптимал ечимини техник – иқтисодий ҳисоблар билан аниқлаш керак;
- асосий насосларнинг жойлашиш сатҳини тўғри белгилаш жуда муҳим, бу кўрсаткич ҳисобланган сатҳга тенг ёки пастда жойлашиши керак;
- насос станциясининг энергия тақсимлаш қурилмалари ва хизмат хоналари машина залининг ёнида ёки алоҳида биноларда жойлашиши керак. Йирик насос станцияларда зал бўйлаб қурилган қўшимча хоналар ўрнатилиши лозим (19.5 - расм);
- муракаб кабель тизимига (системасига) эга бўлган станцияларда (қуввати 1000 кВт дан, сони тўрт ва ундан ортиқ агрегатларига эга) баландлиги 1,8 метрдан кам бўлмаган қўшимча қават бўлиши лозим;
- оғирлиги 100 кг дан ошадиган жиҳозлар юк крани ҳаракати зонасида жойлашиши керак.

#### ***Насос станция биносининг горизонтал текисликда жойлашиши шартлари (планда)***

Ер остида жойлашган ва блокли насос станцияси бинолари ер усти ва ер ости қисмлардан иборат. Бу икки қисм орасида маълум боғлиқлик бўлиши керак:

а) бинонинг ер ости қисми.

Бинонинг ер ости қисмида асосий насослар (горизонтал насосларда электродвигателлар ҳам), қувурлар, техник сув таъминоти системаси, мой хўжалиги, дренаж системаси ва бошқалар жойлашади.

Бу қисмни лойиҳалашда қуйидаги тавсияларни ҳисобга олиш керак:

- бино ер ости қисми ҳажми минимал бўлиши керак;
- бино ер ости қисми ўлчамларига қараб ер ости қисми ўлчамларни катталаштириш мумкин эмас;
- вертикал агрегатлар қўлланганда вални ўзайтириш йўли билан электродвигателлар ер усти қисмига олиб чиқиши керак;
- бино ер ости қисми туби ва деворлари қалинлиги  $0,1 \cdot H_{ст}$  дан кам бўлмаслиги керак ( $H_{ст}$  – пастки бьеф максимал сув сатҳидан бино тубигача бўлган масофа, м);
- бино узунлиги 18 м дан ошса, унга кириш – чиқиш жойи иккита бўлиши керак;
- бинонинг ер ости қисмида ер устида жойлаштирилиши мумкин бўлмаган энг зарур жиҳозлар жойлашиши керак;
- ер ости қисми конструкцияси иложи борича содда, қуриш осон бўлган элементлардан иборат бўлиши керак.

Бино ер ости қисми ва бўйини аниқлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак:

- агрегатлар бир қаторда жойлашиши керак, агар насослар горизонтал бўлиб, улар сони тўртдан ошса, икки қаторда жойлаштириш мумкин;

- агрегатлар орасидаги ёки агрегат биноси конструкциялари орасидаги масофа:

а) қуввати 1000 кВт гача бўлгани учун – 1 м.

б) қуввати 1000 кВт дан ошқ агрегат учун – 1,2 м.

Жуда зарур бўлганда бу ўлчамларни 0,2 – 0,4 м гача узайтириш мумкин;

- агрегат билан бошқарув жиҳозларининг (пульт ёки блок) олди томони орасидаги масофа 2 метрдан ён қисми орасидаги масофа 1 м дан кам бўлмаслиги керак;
- двигателларнинг ҳаракатланувчи қисмлари орасидаги масофа 1,2 м дан кам бўлмаслиги керак;
- электр жиҳозлари шкафлари ва девор орасидаги масофа 1,0 – 1,2 м дан кам бўлмаслиги керак;
- икки қатор жойлашган агрегат қаторлари орасидаги масофа 1,2 – 1,5 м дан кам бўлмаслиги керак.

Бинонинг ер усти қисмида асосий электродвигателлар (блокли бино), асосий агрегатлар (ер устидаги бино), кўтариш – ташиш механизмлари, энергия тақсимлаш қурилмалари жойлашади.

Бу қисмни лойиҳалашда қуйидагиларга эътибор қилиш керак;

- бино ер усти қисми бир қаватли бўлиб тўғри тўртбурчак шаклида бўлиши керак;

- машиналар залининг баландлиги 4,8 метрдан ошиқ бўлганда хизмат хоналари ва тақсимлаш қурилмалари алоҳида қурилади.

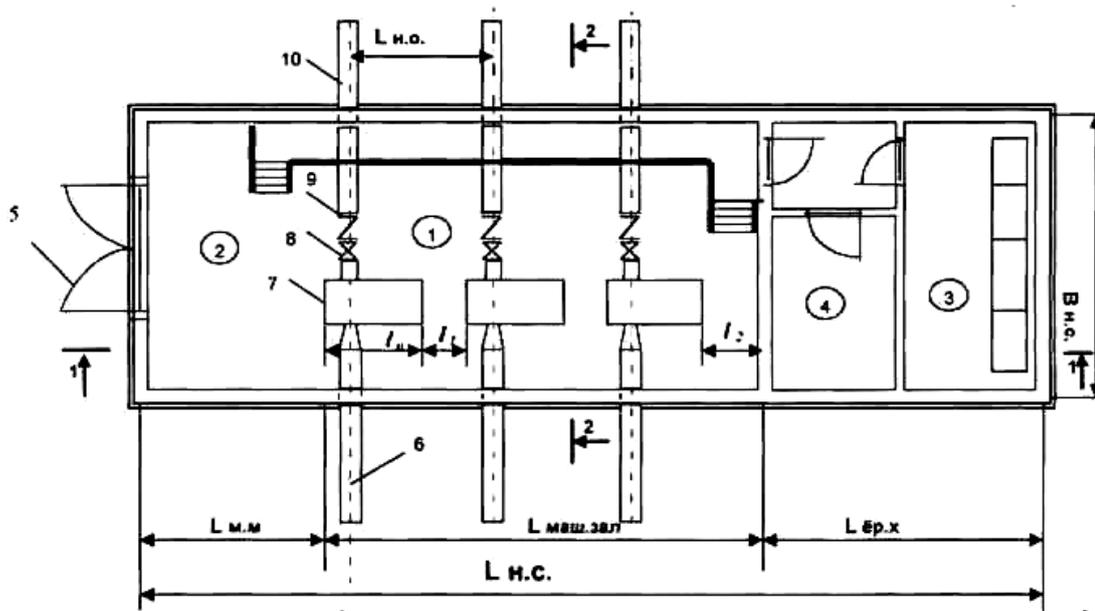
- бинонинг эни қурилиш конструкциялари ўлчамига боғлиқ ҳолда қуйидаги стандарт қийматларга эга бўлади;  $B = 6; 9; 12; 15; 18; 21$  ва  $24$  м

- агар бино эни 6,0 м ва каркассиз бўлса, унинг узунлиги ҳар 1,5 м да ошиб боради, масалан,  $B = 6,0; 7,5; 9,0; 10,5; 12,0$  ва ҳоказо.

- агар бино эни 6,0 дан ошса девор устини ёпиш балкалар орқали амалга оширилади.

Балкалар орасидаги масофа 6,0 га тенг бўлган колонналарга ўрнатилади. Демак, бу ҳолда бино узунлиги ҳар 6,0 метрда ошиб боради, масалан, 6,0; 12,0; 18,0; 24,0 ва ҳоказо. Лекин шуни таъкидлаш керакки, агар бинога юк кўтариш қуввати 5 т дан ошадиган кўприк кранлар ўрнатилса, унда бино эни қанча бўлишдан қатъи назар, у каркасли қилиб ёпилади.

Бинонинг горизонтал текисликдаги жойлашиш режасини шартли равишда учга бўлиш мумкин; машиналар зали, монтаж майдончаси, ёрдамчи хоналар (19.5 – расм).



19.5 – расм. Насос станция биноси горизонтал текисликда жойлашиши (плани).

1- машиналар зали; 2-монтаж майдончаси; 3- энергия тақсимлаш хонаси; 4- бошқарув пулти ва навбатчилар хонаси; 5 – дарвоза; 6 – сўриш қузури; 7 – насос агрегати; 8 – қулфак; 9 - тесқари клапан; 10 - босим қузури.

Монтаж майдончаси эни бино энига тенг, узунлиги эса насослар орасидаги масофанинг бир ярим бараварига тенг. Ёрдамчи хоналар учун ажратиладиган майдон қуйидагича қабул қилинади:

а) двигатель қуввати 250 кВт гача бўлса,  $W_{\text{ёр. хон.}} = 54 - 60 \text{ м}^2$

б) двигатель қуввати 250 - 1000 кВт булса,  $W_{\text{ёр. хон.}} = 180 - 200 \text{ м}^2$

в) двигатель қуввати 1000 - 2000 кВт булса,  $W_{\text{ёр. хон.}} = 280 - 300 \text{ м}^2$ .

Агар двигатель қуввати 2000 кВт дан ошса, ёрдамчи хоналар майдони алоҳида ҳисоблар билан аниқланади.

Бино ўлчамлари қуйидагича аниқланади.

$L_{\text{м. м.}}$  – монтаж майдончаси узунлиги, м;

$L_{\text{маш. зали}}$  – машиналар зали узунлиги, м;

$L_{\text{ёр. х.}}$  – ёрдамчи хоналар узунлиги, м;

$L_{\text{м. м.}} = 1,5 \cdot L_1$ , м.  $L_1$  – насослар ўқи орасидаги масофа;

$L_{\text{маш. зали}} = L_n \cdot n + (n - 1) a + b$ , м.  $n$  – насослар агрегатлари сони,

$L_n$  – агрегат узунлиги, м;

$L_{\text{ёр. хон.}}$  қиймати  $B_{\text{н.с.}}$  нинг стандарт қиймати ва  $W_{\text{ёр. хон.}}$  қийматларидан келиб чиқади;  $l_1 = 1,0 \div 1,2$  м;  $l_2 = 1,5 \div 2,0$  м

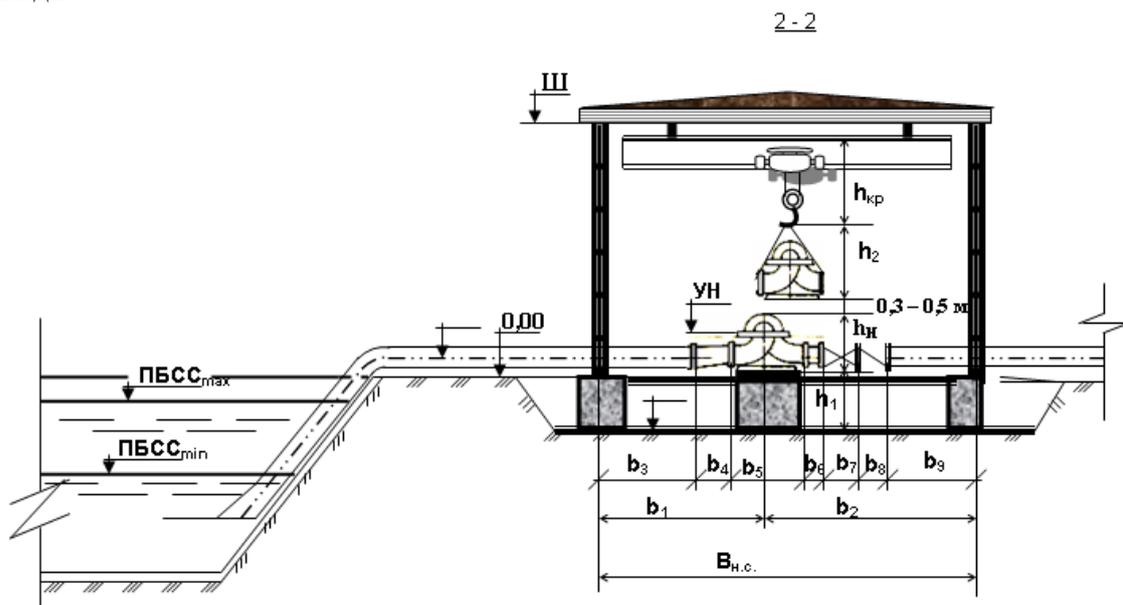
#### **Насос станция биносининг вертикал текисликда жойлашиш шартлари**

а) ер ости қисми бўйича.

- бино ер ости қисмининг энг юқори сатҳи пастки бьеф максимал сув сатҳидан 0,6 ... 1,0 м баландда жойлашиши керак;
- бино тубининг қалинлиги пастки бьефда сув чуқурлигининг 10% идан кам бўлмаслиги керак;
- агар бинода горизонтал марказдан қочма насослар ўрнатилса, улар ўрна-тиладиган пойдевор баландлиги 0,2 – 0,3 м ни ташкил қилади;
- бино ер ости қисмининг баландлиги пастки бьеф сатҳлари ўзгариш амплитудасига боғлиқдир.

б) ер усти қисми бўйича.

Бино ер усти қисми бир қаватли машиналар зали, монтаж майдончаси, ёрдамчи хоналардан иборат. Бино баландлиги 4,8 метрдан ошганда барча ёрдамчи хоналар қўшимча бинога қўчирилади.



**19.6 – расм. Насос станция биносининг кўндаланг кесими.**

Бино ер усти қисми баландлиги (пол сатҳи  $\nabla 0,00$  дан том плитаси пастки қисми, шипгача VIII бўлган масофа) қуйидаги қийматларга эга бўлиши керак:

$H = 3,0; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0$  м;

Агар бино кўприк кранлар билан жиҳозланган бўлса, бу қийматлар қуйида-гига тенг.

$H = 8,4; 9,6; 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18,0$  м.

Насос станцияси биносининг эни ва баландлиги ўлчамларини қуйидагича аниқлаш мумкин.

$b_3 = 0,5 \div 0,7$  м;  $b_4 = (4 \div 5) \cdot (D_{\text{суп}} - D_1)$ , м;

$b_5$  – насос эни, м;  $b_6 = 0,15 - 0,2$  м;  $b_7$  – қулфак ўлчами;

$b_8 = 0,15 - 0,2$  м;  $b_9$  – тескари клапан ўлчами;

$b_9$  –  $V_{\text{нс}}$  нинг стандарт ўлчами бўйича аниқланади;  $V_{\text{нс}} = 6; 9; 12; 15; 18$  метр.

$H = h_1 + h_{\text{н}} + h_2 + h_{\text{кр}} + 0,2 \div 0,3$  м;  $h_1$  пойдевор баландлиги;  $h_1 = 0,1 \cdot H^T$ , м;

$h_{\text{н}}$  – насос баландлиги, м;  $h_2 = h_{\text{н}} + (1,0 \div 1,5)$  м;  $h_3$  – кран ўлчами;  $h_4 = 0,15 \div 0,2$  м;

### ***Каналларнинг асосий вазифалари.***

Каналлар қурилиши инсоннинг бунёдкорлик инженерлик фаолиятида асосий ролни ўйнайдилар. Каналларнинг кенг тармоқлари табиий сув артериясини тўлдириб, табиатнинг ажралмас қисми кўринишда қабул қилинади. Каналларни жуда кўп белгиларига қараб классификациялаш мумкин. Қўлланилишига кўра: коммунал ва саноат сув таъминотида, суғоришга, сув транспортига, энергетикага, ёғоч оқишига ва бошқа турдаги каналларга бўлинади.

Бўлардан ташқари каналлар бир мақсадли ва кўп мақсадли хилларга ажратилади, юза қисми бошқа материал билан қопланган ва қопланмаган бўлиши мумкин.

Бир мақсадли каналлар халқ хўжалишининг бир соҳасига, кўп мақсадлилари эса бир неча соҳаларга мўлжалланган бўладилар. Кўп мақсадли каналларни - комплекс мақсадли дейилади.

### МДХдаги сарфи $Q \geq 75 \text{ м}^3/\text{с}$ бўлган каналлар характеристикаси

19.1 - жадвал

№	Номи	$\alpha$ , км	$Q$ , $\text{м}^3/\text{с}$	Сув кўтарлик б-ги, м	$i$ %	$B$ , м	$h$ , м	Ўзини	Битир. йили
1.	Қарақум	1100	820	-	0,03	110	5,0	ердан	1966
2.	Иртыш-Қорағанда	458	75	418	0,06	34	6,5	—//—	1972
3.	Шимолий-Крим	403	380	114	0,02	44,0	6,0	—//—	1963
4.	Қатта-Фарғона	270	211	-	0,120	39,4	4,6	—//—	1939
5.	Днепр-Донбасс	263	120	265	-	64	5,5	—//—	1975
6.	Аму-Бухара	234	112	115	0,08	-	-	Бетон қумли	1975
7.	Қарши Магистр.	165	175	132	0,09	43	6,0	Бетон қумли	1973
8.	Қатта Ставрап.	159	180	-	0,15	56	5,1	ердан	1957
9.	Терек-Кумский	150	100	-	-	15,7	4,2	Бетонли	1961
10.	Шимкент Фарғона	132	110	-	0,12	-	-	ердан	1940
11.	Жан. Голодностепский	126	300	-	0,05	63,6	7,2	—//—	1970
12.	Қахов Магистр.	125	370	24	0,004	82	8,2	ердан шлёнка	1970
13.	Дон Магистр.	112	250	-	0,03	93	7,0	ердан	1958
14.	Қатта Андижан	109	330	-	0,15	-	4,5	—//—	1957
15.	Волго-Дон сув транспорти	101	160	88	-	-	-	—//—	1952
16.	Ленин номли канал	97	133	-	0,06	41	4,8	—//—	1940

Агар каналдан сув хўжалик-ичиш мақсадларида фойдаланилса, улар сувининг сифатини яхшилаш, санитария муҳофаза зонасини яратиш танлаб қилинади.

Каналларни лойиҳалашда табиатга кўрсатадиган кўп қиррали таъсир омилларини ҳисобга олиш керак. Бу уларни нормал эксплуатация қилишни ва муҳофазалашни яхшилайдди.

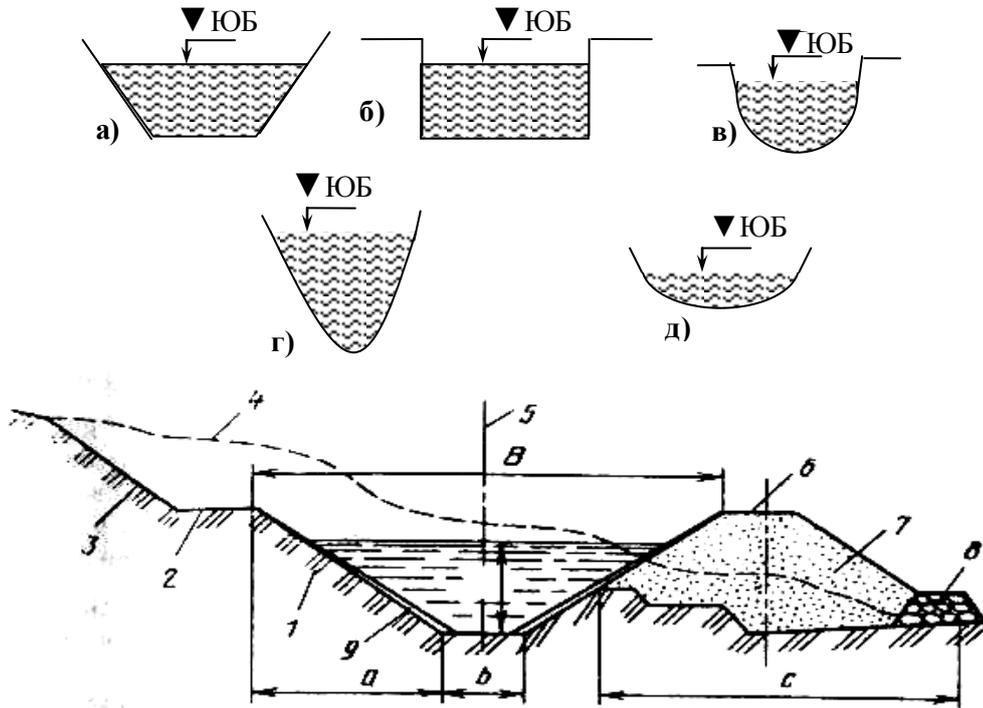
Энергетик каналларни лойиҳалашда (ҚНваҚ II-50-74) га асосан иншоот капитал класси ва (ТУиН) техник шарт ва нормадан фойдаланиш тавсия этилади.

Каналнинг ҳар-хил сув оқимлари билан кесишишида ўтиш иншооти танлашга тўғри келади. Бунда иншоотни кам сув ўтказишга қуриш осонроқдир.

**Каналларнинг кўндаланг кесими.** Деривацион канал кўндаланг кесими жойлашадиган рельефга ва маҳаллий ер материалига кўра ҳар-хил кўринишга эга бўлиши мумкин (19.7 – расм)

Энергетик каналлар учун гидравлик энг қулайлик  $b/h$  ҳар доим ҳам қабул қилиш мумкин эмас. Бунга иқтисодий ва техник талаблар йўл қўймайди.

Қиялик мустақамлиги, агар улар баландлиги 10 м. дан ошса, ҳисоблаб текширилади. Лойиҳалашнинг бошланғич қисмида қиялик коэффициентини  $m = \text{ctg}\varphi$ .



19.7 – расм. Каналларнинг кўндаланг кесим юзаси ва кўндаланг кесим юзаси бўйича кўриниши.

а – трапеция шаклили; б – тўғри бурчакли; в – юмалоқ; г – параболик; д – полиганал;

1 – сув ости қиялик; 2 – берма; 3 – сув устки қиялик; 4 – табиий жой юзаси; 5 – канала ўқи; 6 – дамб усти 7 – дамба; 8 – дренаж; 9 – қоплама.

5 –

Ҳар-хил материаллар учун қиялик коэффициентининг қиймати 19.2 – жадвалда келтирилган.

19.2 – жадвал

Канал ўзанини ташкил этувчи материаллар	m	
	сув остида	сув устида
Чанг кумлари	3,0 ... 3,5	2,5
Супес	1,5 ... 2,0	1,5
Майда, ўргача ва катта лашган кумлар	2,0 ... 2,5	2,0
зич кумлар	1,5 ... 2,0	1,5

Тош уюмларидан канал юзаси қопланган бўлса  $m=1,5$ .

Сув устки қиялигини сув ости қиялигидан берма орқали ажратилади: унинг кенглиги 1,5 м дан кам эмас.

### Каналлардаги рухсат этилган сув тезлиги

Каналлардаги сув тезлиги - унинг ўзани ювилмаслигини (муз қатлами билан) юкори чегарада, куйи чегарада эса каналнинг лойқа босмаслиги шартидан аниқланади.

Максимал сув тезлиги  $v_{\text{max}}$  ювилмаслик шартига кўра тупроқ хусусиятига (хоссасига) боғлиқ, қоплама бўлган тақдирда эса - унинг материалдан ва кўндаланг кесим юзаси шаклига (формасига) боғлиқ бўлади.

Рухсат этилган қопламасиз каналларидаги сув тезлигининг таркибий ўргача қийматлари 19.3 – жадвалда келтирилган.

Ер материаллари хили	$v_{\max}$ , м/с
Супесь: (кумлоқ тупроқли ер) кучсиз	0,7...0,8
зичланган	1,0
Суглинки: (кумоқ тупроқ)	
енгил	0,7...0,8
ўртгача	1,0
зич	1,1...1,2
Тупроқ:	
юмшоқ	0,7
нормал	1,2...1,4
зич	1,5...1,8
Илистый (серлойқа) гравий (шағал)	0,5

Бу ерда  $v_{\max}$   $R=1...2$  м учун берилган, агар  $R>2$ м бўлса, тезликни  $\left(\frac{R}{2}\right)^{0,125}$  катталиқка оширилади.

Иқтисодий фойдали тезлик бетон каналларда 1,5...2,5 м/с ташкил этади. Тоғдан уйишган, катта ғадир- будурликка эга каналларда бўлардан ҳам кичик тезлик рухсат этилган.

Энг кичик  $v_{\min}$  тезлик - сувда сўзувчи зарраларнинг каналда (ўтириб) чўкиб қолмаслигидан топилади.

Агар канални сув транспортида ишлатилса, сув тезлиги  $v \leq 1.5$  м/с қилиб олинади.

Шимолий районларда каналлар музлаши тезликнинг ( $v \leq 0.60$  м/с) қийматида, жанубий районларда эса  $v \leq 0.45$  м/с да кузатилади. Агар канал муз билан қопланса, сув тезлигини 1,25 м/с га ошириш мумкин. Агар тезлик бу қийматдан оширилса, муз ювила бошлайди.

Канал ўзани сувга маслашган ўсимликлар қопламаслиги учун  $h=1.5$  м чуқурликда  $v_{\min}=0.6$  м./с бўлиши керак.

### *Деривацион каналнинг энергоиқтисодий ҳисоблари*

#### **А. Каналда энергия йўқолиши.**

Энергия йўқолиши кўп йиллик даврдаги ўртгача йиллик катталик кўринишида аниқланади:

$$\mathcal{E} = 9,81\eta \int_0^T Q \cdot \Delta h \cdot dt$$

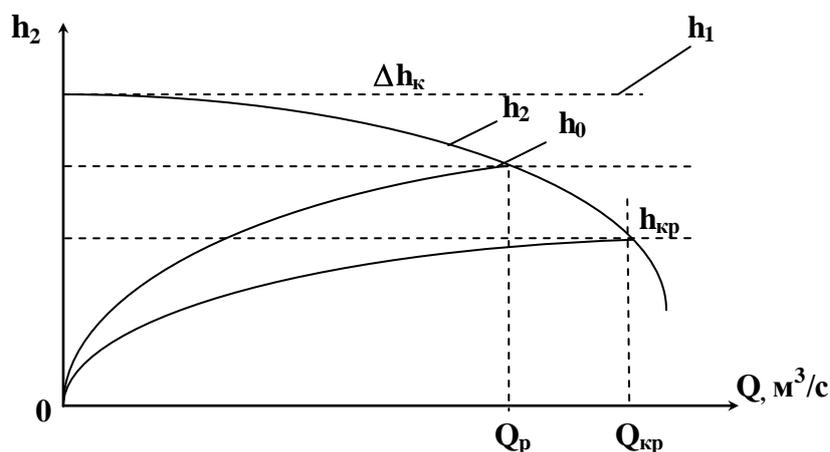
бу ерда  $T=8760$  соат.

Э-ни ҳисоблаш учун канал типига ва ГЭС иш ҳаратерига кўра ҳар-хил усуллар қўлланилади.

#### 1. Сув сарфини ўзи тартибга соладиган канал.

ГЭС ўзгарувчан сарфда  $Q$  ишлайди.

$Q$  давом этишлик графиги 19.8 – расмда кўрсатилган. Канал охиридаги чуқурлик  $h$  сарфига боғлиқлиги 19.8 – расмда кўрсатилган  $h_2=f(Q)$ .



19.8 – расм. Канал охиридаги чуқурлик  $h$  сарфига  $Q$  боғлиқлиги  $h_2=f(Q)$ .

Бу графиклардан фойдаланиб напор йўқолиши ( $\Delta h$ ) нинг давомлилик эгри чизигини куриш мумкин.

Бунинг учун берилган давомлиликка ( $t=3300$  соат/йил) тўғри келган ( $Q=100$  м<sup>3</sup>/с) ни топамиз ва унга мос  $\Delta h=f(Q)$  дан  $\Delta h=0,46$  м ни топамиз. Напор йўқолишига тақрибий маҳалий йўқолишни  $\Delta h_m$  кўшиб, тўлиқ напор йўқолишини ҳисоблаймиз:

$$\Delta h = \Delta h_k + \Delta h_m.$$

Кувват йўқолиши  $N_n=9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot \Delta h$ . Шу тартибда бир нечта нукталар топиб  $\Delta h$  ва  $N_n$  этишлилик эгри чизикларини курилади.  $N_n$  эгри чизиги билан чегараланган юза қабул қилинган масштабда йиллик йўқолган энергиянинг қийматни беради. (қаралган масалада  $\mathcal{E}_n=3,53 \cdot 10^6$  кВт. соат).

Агар дарёда сув кўп бўлиб, ГЭС напори  $H > H_p$  бўлса, каналдаги напор йўқолиши сарфнинг кўпайтирилиши орқали компенсация қилиниши мумкин. У ҳолда шу даврда  $\mathcal{E}_n$  ҳисобга олинмайди. Агар бу даврда  $H < H_p$  бўлса, унда каналдаги напор йўқолиши ҳисобига сув сарфи  $Q$  камаяди. Кувват йўқолиши максимал сарф камайишига қараб ҳисобланади.

Дастлабки ҳисоблашларда  $H > H_p$  бўлганда кувватни

$$N \approx 15 \cdot \eta \cdot Q \cdot \Delta h$$

орқали топилади.

Агар ГЭС суткалик тақсимланишда ишласа, унда график куриш қийинлашади, чунки сутка давомидидаги сувдан нотекис фойдаланишни ҳисобга олиш керак.

### 2. Сув сарфини тартибга солмайдиган канал.

Сув кўйиш иншооти сатҳи канал деривацияси охирида каналдаги сув сатҳидан баландроқ ( $Q_{max}$  учун) жойлашган.

Бундай ҳолда  $\Delta h_{max} = const$  қилиб қабул қилинади, сарф эса ўртача йиллик катталиқда қабул қилинади  $\bar{Q}_{йил}$ .

Энергия йўқолиши ГЭС T-соат ишлаганда

$$\mathcal{E} = 9,81 \cdot \eta \cdot \bar{Q}_o \cdot \Delta h_{max} \cdot (t - T_b) \cdot \mathcal{E}_*$$

дан топилади. Бу ерда  $T_b$  - дарё суви кўпайган давр, соат,  $\mathcal{E}_*$  - шу даврда энергия йўқолиши.

Ҳисоблаш ишлари канал бош қисмида сезилари сув сатҳи ўзгарганда қийинлашади.

Бекордан-бекор сув ўтказилганда энергия йўқолишини ҳисобга олиш керак.

### Б. Каналнинг энг кўлай параметрларни танлаш.

Бундай параметрлар (кўндаланг кесими ўлчамлари, ҳисобий сув сарфи, канал туби қиялиги) канал учун йиғинди харажатлари минимумига қараб аниқланади:  $\mathcal{Z}_\varepsilon$ :

$$\mathcal{Z}_\varepsilon = \mathcal{Z}_g + \mathcal{Z}_{зам} + \mathcal{Z}_C \Rightarrow \min$$

бу ерда  $\mathcal{Z}_g$  - деривацион канал бўйича ҳисобий харажатлар;

$\mathcal{Z}_{зам}$  - ишлаб чиқилган энергия ва белгиланган кувватни алмаштириш ҳисобий харажатлари (деривацияда йўқоладиган напор ва сув сарфи таъсирида);

$Z_c$  - каналдаги ҳар-хил иншоотларга кетадиган ҳисобий ҳаражатлар.

$Z_\varepsilon = Z_g + Z_{зам} + Z_C \Rightarrow \min$  боғланишни бошқача ёзиш мумкин:

$$Z_\varepsilon = Z + П,$$

бу ерда  $Z = Z_g + Z_c$ ;  $П = Z_3$  - йўқолган энергиянинг ҳисобий нархи.

Ҳисобий ҳаражатлар қуйидаги формуладан топилади:

$$Z = E_n \cdot K + И.$$

Йиллик каналдаги чиқимларни  $I_g$  ва ундаги иншоотлар чиқими  $I_c$  ларни улар капитал ҳаражатларининг  $p \approx 0.05$  қисмига тенг қабул қилинади. Унда

$$Z_g = (E_n + p) \cdot K_d \text{ ва } Z_c = (E_n + p) \cdot K_c.$$

### **ГЭС ларнинг босим ҳавзалари жиҳозлари ва иншоотлари компоновкаси**

Напорсиз деривацияни (канал, туннел, лоток) ГЭС турбина қувури билан туташтиришда босим ҳавзаси қўлланилади.

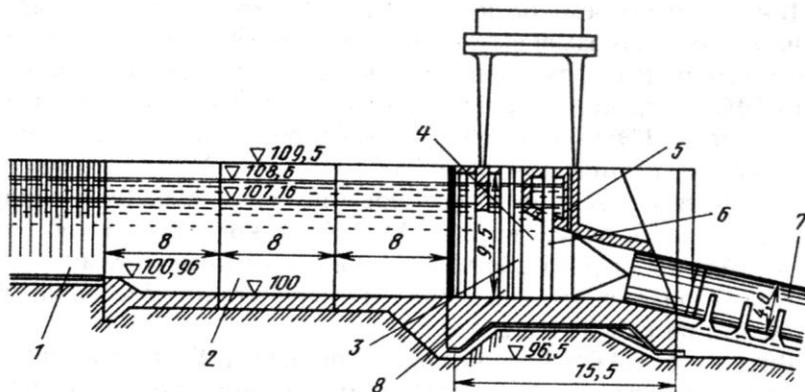
Демак бош функция – босим ҳавзаси учун напорсиз оқимни напорли оқимга ўтказишдир. Бундан ташқари босим ҳавзасидан саноатга, коммунал хўжалигига, қишлоқ хўжалиги сув таъминотига сув олиниши мумкин. Сувда сузувчи заррачалар каналда учраса аванкамера қўшимча равишда тиндирич вазифасини бажаради.

Иншоот жойлашиши табиий, техник ва иқтисодий омиллардан аниқланади. Планли компоновка ГЭС турбинасига сув бериш вазифасига кўра фронтал, ёндан, кийшиқ хилларга ажратилади.

Босим ҳавзасида аванкамера (2) кенгайган ва чуқурлаштирилган охириги участкасига ва сув олиш иншооти (4) ажратилади. Бу ораликда сув оқими ГЭС турбина қувурларига тақсимланади. Агар сув қабул қилиш иншооти бир томонлама сув босимига учраса, уни напорли девор деб аталади.

Агар аванкамера кесими юзаси деривация кесимидан 1,5...2 марта катта бўлса, босим ҳавзаси фронтал қисқа дейилади. Қисқа напор фронтли аванкамерада ўртача сув тезлиги 0,6...0,8 м/с бўлиши керак.

Агар юзалар нисбати (2,6...8) га тенг бўлса, кенг напор фронтли дейилади.



**19.9 – расм. Босимли ҳавза элементлари.**

1 – деривацион канал; 2 – аванкамера; 3 – таъмирлаш тўсиғи пазлари; 4 – сув қабул қилувчи камера; 5 – хаво ўтказувчи қувур; 6 – авария тўсиғи пазлари; 7 – турбина қувури; 8 – чиқинди ушловчи панжара пазлари.

Аванкамера туби ва қиялиги силлиқ қилиб деривация билан туташтирилади. Уларни бетон билан қопланади, бу қоплама сув филтрациясини камайтиради.

Сув олиш иншооти бир неча сув олувчи камерадан иборат. Бу камералар затвор ва қайтарувчи балка билан жиҳозланади. Бу балканинг учи сув сатҳидан 0,5...1,5 м чуқурликда жойлашади.

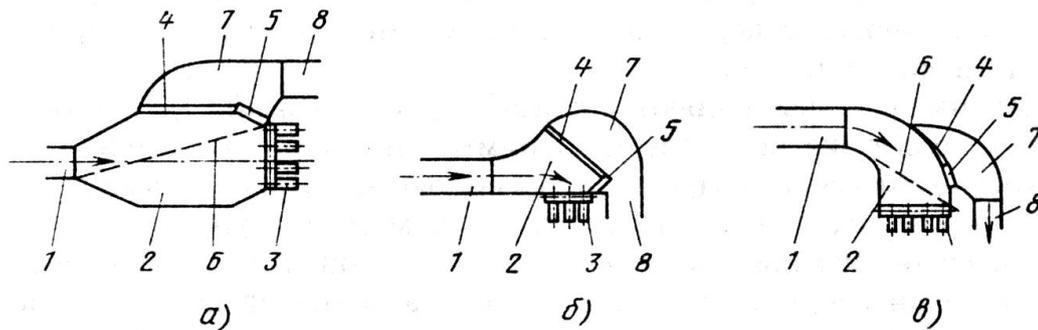
### **Суткалик тартибга солиш босим ҳавзалари**

Бундай ҳавзалар сунъий равишда ҳосил қилиниб, сув ҳажмини тўплашга мўлжалланади ва ГЭС ишини суткалик тартибга солиш имконини беради. Ҳавза фойдали ҳажми ва сув олиниш чуқурлиги энерго-иктисодий ҳисоблардан аниқланади. Ҳавза асосан напорсиз деривация охириги участкасида яратилади.

Биринчи схема қўлай ҳисобланади ва ташқин сув даврида СБ лойқа босиши тезлашади. Бошқа схемаларда ташқин сув даврида СБ ажратиб қуйилиши мумкин.

СБ нинг деривацион каналда жойлашгани 19.10 - расмда кўрсатилган.

- а) СБ тўғридан - тўғри каналда жойлашган;
- б) СБ каналнинг бир томонида;
- в) СБ айланма канал билан.



**19.10 – расм. Сув қабул қилиш камерасига сув келтириш схемаси.**

- а – фронтал; б – ён томонлама; в – эгри; 1 – деривацион канал; 2 – аванкамера;
- 3 – турбина қувири; 4 – окова нов; 5 – муз ташлагич; 6 - йўналтирувчи девор; 7 – тез оқимни қабул қилувчи лоток; 8 – тез оқим.

Напорсиз деривация паст отметкали жойларда кўлларни, чуқурликларни кесиб ўтса, уларни СБ яратишга фойдаланиш керак. У ҳолда деривация компоновкасини икки участкага бўлинади: юқориги-тартибга солинмайдиган канал кўринишида ва қуйи - тартибга солинадиган канал кўринишида, уни пик канал деб аталади.

СБ жойлашиши сув келтирувчи деривация гидравлик режимига таъсир кўрсатади.

СБ сунъий сув ҳавзаси бўлгани учун у ер ости сувларининг табиий режимини бўзади. Шунинг учун лойиҳалашда фильтрация ҳисобларига катта аҳамият берилади.

СБ ни лойқа босиши кўзгалмас сув сатҳини белгилашда ҳисобга олинади. Чўкиндиларни ювувчи қурилмалар мавжуд бўлганда кўзгалмас сув сатҳи баландлиги 1 м (Рион ва Краснополянк ГЭС лари).  $V_{\phi}^{CB}=258000 \text{ м}^3$  Краснополянк ГЭСи да. Фойдали ҳажм 6 м чуқурликка ишлатилганда  $F=48000$  дан  $38000 \text{ м}^2$  гача ўзгаради.

СБ ни лойиҳалашда, ундан комплекс фойдаланиш вазифасини қўйилади. Масалан: СБ да сувда сўзувчи қушларни кўпайтириш, балиқларни ўрчитиш ёки дам олувчилар учун спорт базаси яратиш мақсадга мувофиқдир. СБ ни хўжалик учун ишлатилса, кўшимча иншоотлар кўзда тутилади.

Сув энергетика ҳисобларини СБ учун бажаришда буғланишга сув йўқолишини, совук иқлим шароитида муз ҳосил бўлишини ҳисобга олинади.

Эксплуатация қилинишга кўра СБ музлайдиган ва музламайдиган хилларга ажратилади.

Суткалик ҳавза ҳажми:

$$V = \frac{367 \cdot \mathcal{E}}{H}, \text{ м}^3$$

бу ерда  $H$  - напор;

$\mathcal{E}$  - СБХ ҳисобига ишлаб чиқиладиган энергия.

20 – маъруза. ГЭҚ туннеллари. ГЭС ва ГАЭС туннеллари. Туннеллар классификацияси. Деривацион туннел йўлини танлаш. Деривацион туннел параметрларини танлаш. Гидравлик ва иктисодий ҳисоблар.

### **ГЭС ва ГАЭСнинг гидротехник туннеллари ва турлари.**

Гидротехник туннеллар сув ўтказиш учун мўлжалланган бўлиб, уларни лойиҳалаш қурилиш норма ва қоидаларига мос бўлиши шарт.

ГЭҚ ларнинг гидротехник туннеллари вазифасига кўра 1) деривацион; 2) сув ташловчи; 3) турбинага оид хилларга бўлинади. Сув келтирувчи ва сув (ўзатувчи) чиқарувчи туннеллар ГЭҚ ларида напор ҳосил қилади. Сув ташлаш туннеллари сув омборидаги ортикча сувни ўтказиш учун мўлжалланади. Бундай туннеллар эксплуатация ва қурилиш туннелларига ажратилади.

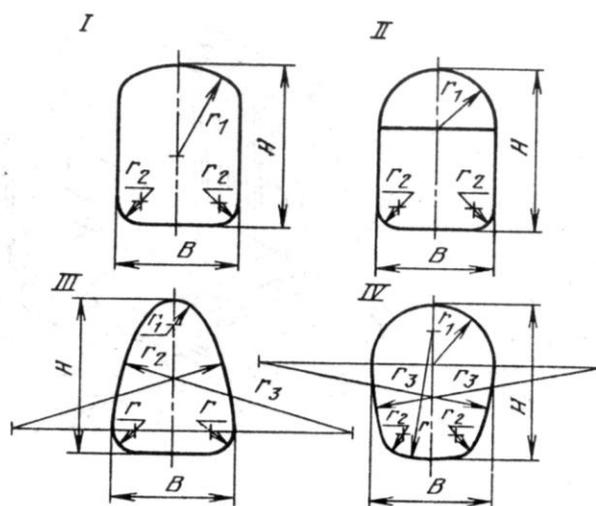
Чорвок ГЭСи шахтали сув тушириш ( $\varnothing$  11 м) иншооти  $1200 \text{ м}^3/\text{с}$  сувни 150 м напорда ўтказиш қобилятига эга. Турбина туннели диаметри 9 м. МХД даги ҳамма туннеллар узунлиги 500 км га яқин. Ҳозирги даврда туннелли деривацияли ГЭС ларда 50 га яқинини қуриш мўлжалланмоқда. Улардан айримларида гидроагрегатлар ер остида жойлашади.

Гидротехник туннеллар напорли, напорсиз ва ўзгарувчан режимда ишлайдиган хилларга бўлинади. Напорли туннелларда ички сув босими ортикча бўлади. Напор туннелларини сув омборидан сув чуқурлиги катта ҳолларда қўлланилади. Сув олиш тешиклари юқори бьеф энг паст сатҳидан 1,5...2 м чуқурликда жойлаштирилади.

Напорсиз туннеллар юқори бьеф сув сатҳи ўзгармас ёки кам ўзгарадиган ҳолларда ва ер қатлами тузилиши нисбатан кучсиз жинсли бўлганда ишлатилади.

Напорсиз туннел охирида суткалик тақсимлашни амалга ошириш мақсадида махсус ҳавза (ҳавза) қилинади. Напорсиз туннел (формаси) шакли ернинг геологик шароитига боғлиқ равишда олинади.

Қаттиқ тошларда тўғри бурчакли қирқимда тик деворли, кучсиз жинсларда эса тақасимон қирқим олинади. Думалоқ шаклли қирқим напорсиз туннелларда щитли қовлаш ишларида қабул қилинади. Напорли туннел қирқимининг думалоқ бўлишига сабаб, цилиндр ишлов бериш ички сув босимини яхши қабул қилишидир (20.1 – расм).



**20.1 – расм. Босимсиз туннелнинг кўндаланг кесими.**

I – ботиқ ёйсимон тўғри бурчакли; II – ярим айланасимон тўғри бурчакли;  
III – тухумсимоң; IV – тақасимон.

Сув келтирувчи ва чиқарувчи туннеллар учун ҳар-хил параметрли қирқим қаторлари қабул қилинган бўлиб, туннел диаметрлари 2...6 м га ҳа 0,5 м дан; 6...15 м интервалда эса 1 м дан олинади.

Кўндаланг кесим туннеллар учун иш бажариш шартига кўра танланади: юмалоқ кесим учун минимал диаметр 2 м бошқа қирқимлар учун кенглик 1,5 м ва баландлиги 1,8 м олинади. Турбина туннеллари турбинага сув келтириш учун мўлжалланиб, ҳар доим напорли қилиб қурилади.

### ***Деривацион туннел йўлини танлаш***

Инженер - геологик изланишлар натижасига кўра деривацион туннел трассаси танланади. Бу изланиш натижаларига қараб, узунлик ва кўндаланг геологик қирқимлар ҳар бир трасса вариантга тузилади.

Сув олиш иншоотидан станция узелигача туннел ўқи энг қисқа йўналишда ўтказилиши керак.

Тўғри чизикли туннел; тоғ массивига йўналганда иккала томонидан бошлаб қазилади.

Охирги пайтда туннел қазилда комбайн усулидан фойдаланилмоқда. Қазил тезлиги  $100 \text{ м}^2$  кесимда  $400 \text{ м/ой}$ ,  $10 \text{ м}^2$  юзада  $2 \text{ км/ой}$  га тенг бўлиши мумкин.

Асосий деривацион туннел трассаси ҳар томонлама техник-иқтисодий анализ орқали қабул қилинади.

Ингури ГЭС ида напорли сув келтирувчи туннел ички диаметри  $9,5 \text{ м}$ . Туннел узунлиги  $15 \text{ км}$ . Ер ости биносиди  $1,3 \cdot 10^6 \text{ кВт}$  қувватли агрегат жойлашган. Ҳисобий сув сарфи  $Q_x = 450 \text{ м}^3/\text{с}$ . Сув чиқарувчи туннел кесими шу сарфга мўлжалланган бўлиб,  $116 \text{ м}^2$  ни ташкил этади, унинг узунлиги  $3,15 \text{ км}$ . Кўп участкасида учрайдиган монолит бетон қопламаси қалинлиги  $0,5 \dots 0,7 \text{ м}$ .

Агар деривацион туннел эгри чизикли трасса бўйича лойиҳа қилинган бўлса, бурилиш бурчаги  $60^\circ$  дан ошмаслиги ва эгрилик радиуси  $5$  диаметрдан кам бўлмаслиги керак. Бошланғич ва охирги участкаларда қовлаш оралиғига тенг, лекин  $6 \text{ м}$  дан кам бўлмаган равишда трасса ўқи тўғри чизикли бўлиши керак.

Тўлиғича геологик қидирув бажарилмаганлиги жуда катта хатоликларга ва трассани ўзгартиришга олиб келиши мумкин. Бу ГЭС қурилишининг қимматлашувига ва узоқ муддатда бажарилишига мажбур қилади.

### ***Гидротехник туннелларнинг ички қисмини маҳкамлаш.***

Туннелларни вақтинча мустаҳкамлашни қовлаш вақтида (креплар) ушлаб турғичлар ёрдамида амалга оширилади. Қовлашни мустаҳкамлаш ва туннелга ички қиёфа бериш учун мўлжалланган конструкцияни ишлов бериш ёки қоплама қилиш дейилади.

Ишлов бериш конструкциялари тутиб (кўтариб) турувчи ва тўғриловчи (кўтармайдиган) хилларга ажратилади. Гидротехник туннелларга ишлов бериш тоғ босимини қабул қилишга, сувнинг ички босимини, тоғ жинсини сув ва ҳаво таъсиридан ҳимоя қилишга, суви чиқишининг олдини олишга, ғадир-будурликни камайтиришга мўлжалланади.

Пардоз берувчи қопламалар - мустаҳкам, узоқ турайдиган, сув ўтказмайдиган бўлиши керак. Ишлов бериш параметрларига қалинлик, ғадир-будурлик ва бошқалар қиради. Бу параметрлар техник-иқтисодий ҳисоблардан асосланади. Ишлов бериш шакли ва конструкцияси ер ости иншооти габарити, нимага мўлжаллангани, инженер-геологик шароитлари ва куч таъсирларига қараб аниқланади.

Напор туннелини қопламасиз мустаҳкам тошли ерларда лойиҳалаш мумкин. Бунда туннел чуқурлиги ички сув напори қийматининг ярмидан катта бўлиши талаб қилинади. Ғадир-будурликни камайтириш учун туннелда силлиқ портлатиш ишларини амалга оширилади. Қоплама материал бўлиб бетон, темир-бетон, пўлатлар ишлатилади. Бу материалларнинг модификацияланган турига пуркалма-бетон, арматураланган пуркалма-бетон, торкрет, темирбетонлар қиради.

### ***Деривацион туннел параметрларини танлаш. Гидравлик ва иқтисодий ҳисоблаш.***

Деривацион туннел параметрларини танлашда техник-иқтисодий таққослаш натижасига қараб асосий вариантлар қабул қилинади.

Бунинг учун ишлар ҳажми, қопламалар мустаҳкамлиги, гидравлик режим, фильтрация ва бошқа ҳисобларини бажариш ва унинг натижаларига кўра, капитал маблағ -К, йиллик эксплуатация чиқимлари -И<sub>й</sub> ва ҳисобий харажатлар топилади -З,

$$Z = E_H K + I.$$

*А. Напорсиз туннел.*

Гидравлик ва иқтисодий ҳисоблар деривацион каналларниқига ўхшаш. Қиялик  $i = \frac{Q_p^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R}$  формуладан туннелнинг максимал сарфи тинч режимдаги ҳолатида олинади.

Иқтисодий қулай туннел кесими келтирилган ҳаражат  $Z_T$ , аралаш иншоотлар  $Z_C$ , йўқолган энергия ва қувват ҳисобий нарҳи  $\Pi$  ҳаражатлари ҳисобланади.

Туннел ишлари очик канал ишидан қиммат бўлганлиги учун энг қулай сув тезлиги напорсиз туннелда 2,5...3,5 м/с олинади.

*Б. Напорли туннел.*

Напорли туннел гидравлик жихатдан қувурга ўхшаш. Сувнинг туннелдаги барқарор ҳаракатида пьезометрик қиялик.

$$J = \frac{g^2}{C^2 R} = \frac{Q^2}{\omega^2 C^2 R} \quad \text{формуладан аниқланади.}$$

Пьезометр чизик 1 нинг энг баланд нуқтаси бекарор сув ҳаракати ҳисобларидан топилади. Шунда туннел қопламаси мустаҳкамлигини ҳисоблашга напор топилади. 2-линия энг паст сув сатҳида қўшилган юкланишида аниқланади. Булардан ташқари туннелга кириш ва чиқиш отметкасини белгилаш керак, чунки туннелда вакуум бўлмаслигини ва ҳаво сўрилишининг олдини олиш керак бўлади.

Иқтисодий фойдали туннел диаметри тенглагич резервуар оптимал параметрларини аниқлаш орқали ва сув қабул қилиш иншооти ва турбина қувури нарҳининг ўзгариши орқали олинади.

Напор туннели тўлиқ кесимда ишлагани учун, ўртача йиллик энергия йўқолиши  $\overline{\mathcal{E}}_{II}$ ,  $\overline{Q}_{КВБ}$  га пропорционал бўлади:

$$\overline{\mathcal{E}}_{II} = 9,81 \cdot \eta \int_0^T \overline{Q} \cdot \Delta h \cdot dt \quad \text{кВт·соат/йил,}$$

бунда  $\eta \approx 87\%$

$$\Delta h = a \cdot v^2 = \%o \cdot Q^2 = \frac{\alpha \cdot Q^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R},$$

$$\mathcal{E}_n = \frac{9,81 \cdot \eta \cdot L}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R} \cdot T \cdot \overline{Q}_{CP}^3 = m \cdot \overline{Q}^3 \cdot T,$$

$\overline{Q}^3$  - ўртача кубик сув сарфи;  $T$  - туннел ўртача йиллик ишлаш соати.

Агар туннел сарфи графиги аниқ бўлса, суткалик тақсимлашда (1-эгри чизик), унда ҳамма ординаталарни (сув сарфини) кубга кўтариб II - эгри чизикни оламиз:

$$Q_{,,m.ж.} = \sqrt[3]{\frac{1}{T} \int Q^3 \cdot dt} = \sqrt[3]{A},$$

бу ерда  $A$  - тўғри бурчак Оав-4 ординатаси ( $m^3/c^3$ )

Туннел кесими максимал тезликка  $Q_{MAX}$  да текширилади.  $v_{MAX}=2,5...5(4...6)$  м/с олиниб, у ГЭС нинг турғун иш режими бўйича мумкин бўлиши керак.

Турғун ишлаш шартига кўра,  $Q_{MAX}$  да турбина қувурдидаги ва туннелдаги напор йўқолиши  $h_{\Sigma}=(h+h_{TP})$  статик напорнинг учдан бир қисмидан кичик бўлиши керак.

$$h_{\Sigma} < \frac{1}{3} H_{CT}, \quad h_{\Sigma} = h_{ТУН} + h_{ТРУБОПР.}$$

Морозов А.А. таклифига кўра туннелдаги максимал тезлик

$$v_{MAX}=(0,7...0,8) v_{ЧЕГАР.}$$

$$\text{ёки } v_{MAX} \approx 0,4...0,45 \sqrt{\frac{H_0 C^2 R}{L}}$$

каталикда руҳсат этилади.

Энерго-иқтисодий ҳисоблардан  $D_{ЭК}$  аниқланади. Дастлабки ҳисобларда  $D_{ЭК}=0,85 \sqrt{q_{ТР}}$ , қтр. - 1 п.м. қувур узунлигидаги ўртача кубик сув сарфи.

**21 – маъруза. ГЭҚларида тенглагич резервуарлар (ТР). ТР мақсади ва қўлланиш шартлари. ТР хиллари ва улар параметрларини аниқлаш. Эксплуатациядаги ТР.**

***Тенглагич резервуарларни қўллашнинг шартлари ва вазифаси***

ГЭС юкланиши тез ўзгарганда турбина қувуридаги сув тезлиги ва босими бирданига ўзгариб гидравлик зарб ҳодисаси ҳосил бўлади.

Тенглагич резервуарлар(ТР) ўрнатилмаган бўлса, гидравлик зарб бутун босимли деривация Узунлиги бўйича таркалиши ва сув бир неча ўн ва 100 марта ошишига олиб келиши мумкин. Тенглагич резервуар босимли сув келтирувчи туннел охирига ўрнатилган бўлса, гидравлик зарб тўлқини қайтарилади ва у туннелга ўтмайди. Ундан ташқари резервуар ҳисобига турбина қувуридаги сув босими камайиб ўтиш жарёнида турбинани тартибга солиш яхшиланади.

Тенглагич резервуарнинг зарурлигини ўтиш жарёнини анализ қилиш асосига ва ҳар-хил вариантларнинг техник-иқтисодий ҳисобларини солиштириш натижасига кура аниқланади. Бу ҳолда, албатта ГЭСнинг энерготармоқдаги қатнашуви турбинани тартибга солиш режимлари ҳисобга олиниши керак бўлади.

Дастлабки бажариладиган ҳисобларда ТР иншоотини қуриш ГЭС босимли сув келтирувчи иншоотидаги сув массаси инерциясига кўра аниқланади.

Босимли (напорли) сув келтирувчи тармоқ учун инерция вақти  $T_v$  кўйидагига ҳисобланади:

$$T_e = \frac{Q}{gH} \left( \sum \frac{l_B}{f_B} + \sum \frac{l_{C.K.}}{f_{C.K.}} + \sum \frac{l_{O.T.}}{f_{O.T.}} \right)$$

бу ерда  $Q, H$  – ҳисобий ГЭС сув сарфи ва напори;

$L_b, f_b$  – напорли водовод алоҳида участкаларининг Узунлиги ва кесим юзаси;

$L_{ск}, f_{ск}$  – гидротурбина спирал камераси ички Узунлиги ва юзаси;

$L_{от}, f_{от}$  сўриш трубаси Узунлиги бўйича водовод Узунлиги ва кесим юзаси.

$\Sigma LV$  – турбина қувури, спирал камера ва суриш трубаси Узунлиги ва шу Узунликдаги сув тезлиги

Катта қувватли ГЭСларда ТР зарурлиги инерция доимийси  $T_v > 3...5$  с да ёки  $\Sigma LV > (30...50)H$  куринишда ҳисобланади.

Ўртача қувватли ГЭСларда  $T_v > 5...6$  с ёки  $\Sigma LV > (50...60)H$  шартлардан аниқланади.



**21.1 – расм. Мингечаур ГЭСи.**

Айрим ГЭСлар учун водовод инерция доимийси  $5...6 < T_v < 10...12$  с ораликда бўлса, унда резервуар, турбина ғилдараги олдидаги бекордан қуйи бьефга сув чиқариб юборишга, қулай ва мақсадга мувофиқлигига қараб танланади.

Узун напорли водоводи бўлган ГЭС лар учун  $T_v > 10...12$  с ёки  $\Sigma LV > (100...120)H$  бўлса резервуар иншооти куриш зарур ҳисобланади.

Агар ГЭСда ортикча сувни чиқариш иншооти кўзда тутилдиган бўлса, унинг гидравлик зарбга таъсири (баҳоланиши) текширилиши зарур.

ГЭСдан кейин сув Узун напорли деривация орқали қуйи бьефга ўзатилса, унда қуйи резервуарга зарурат тўғилиши мумкин. Бу резервуар тўғридан-тўғри сув узатувчи деривация бошланишида жойлашади.



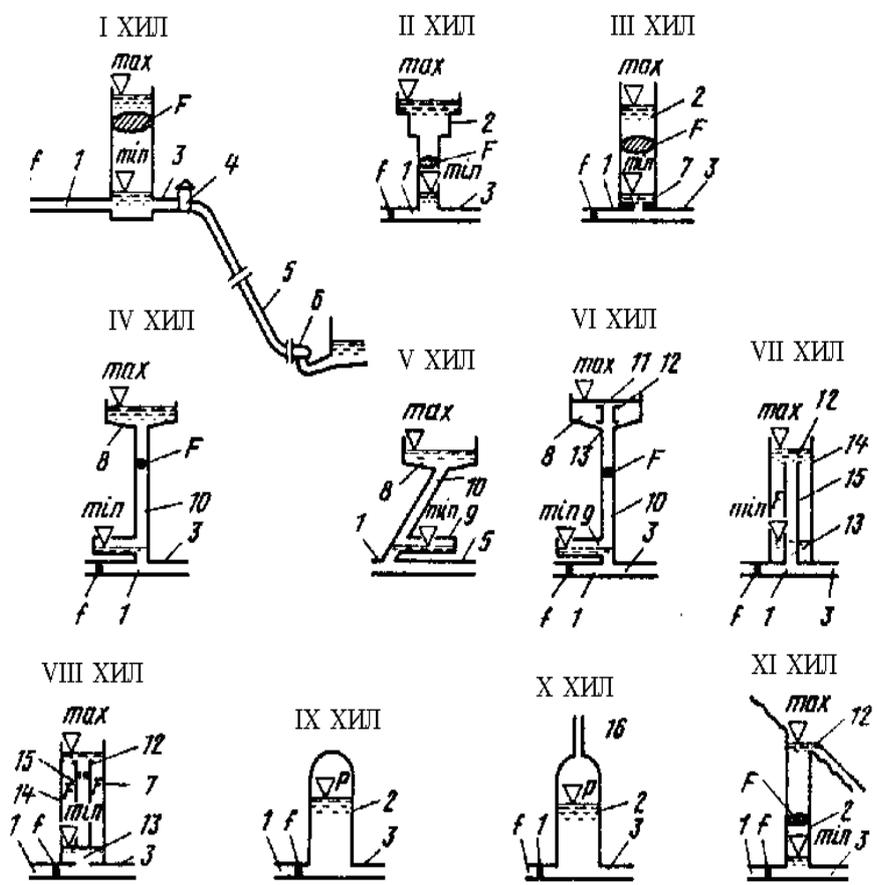
**21.2 – расм. Оққовоқ ГЭСи тенглаштиргич резервуари.**

### ***Тенглагич резервуарларнинг турлари.***

ГЭС ва ГАЭСларда тенглагич резервуарлар(ТР)нинг асосий вазифаси турбина қувирида сув оқими тезлиги кескин ўзгарганда юзага келадиган гидравлик зарбанинг олдини олишдан иборатдир. Тенглагич резервуарлари босим қувири (туннели)нинг охирида ўрнатилади, агар улар бўлмаса гидравлик зарба пайғидаги босим кескин ошиб кетади ва бу ҳолат ката талофатга олиб келиши мумкин. ТР 12 хил кўринишда бўлиши мумкин.

**I.** Цилиндр (думалок) кўринишдаги резервуар. Бу резервуар шахта кўринишда бўлиб, бир хил юзага эга. Конструкцияси энг содда ҳисобланади ва паст напорда ишлатилади. Энг қўлай томони турбина тезлик регулятори ишини бошқа хилдагиларга нисбатан аста - секинлик билан ўзгаришига олиб келади ва секин таъсир қилувчи регуляторлар зарур қувватни таъминлайди.

**II.** Баландлиқка кенгайувчи резервуарлар паст ва ўртача напорли ГЭСларда қўлланилиши мумкин. Юкланиш камайганда напор деривациясида сув сатҳини камайгириш учун ишлатилади.



21.3 – расм. Тенглагич резервуар хиллари.

**III.** Кўшимча қаршиликли резервуар. Бундай резервуарлар цилиндрик шаклда бўлиб кўшимча қаршилик орқали напор деривацияси билан уланади. Бунда гидравлик қаршилик зарб тўлқинини пасайтиради. Шунинг учун умумий кўриниш катталиги I хилдаги резервуардан кичик бўлади. Бундай резервуарлар учун тез ҳаракатланувчи тезлик регуляторлари керак бўлади. Улар ўртагача напорли ГЭСларда қўлланилади.

**IV.** Икки камерали резервуар юқориги ва пастки камералардан иборат бўлиб, шахта (10) орқали бир-бири билан бирикади шахта қийшиқ, тўғри шаклда бажарилиши мумкин. Бундай резервуар катта напорли ГЭС ларда ишлатилади. ГЭС юкланиши тўхталганда шахтадаги сув сатҳи тезда кўтарилади; сув юқориги камерани тўлдираётганда, сатҳ кўтарилиши секинлашади. Деривациядаги сув кинетик энергияси потенциал энергияга ўтади. Бир хил сув сатҳида сув ҳажми оғирлик маркази юқориги камерада цилиндрик резервуарга нисбатан баландда жойлашади. Шунинг учун бу камеранинг ҳажми цилиндрик резервуарга нисбатан кичик бўлади. Юкланиш ошганда шахтада сув сатҳи ва пастки камера ишлай бошлайди.

**V.** Икки камерали оқова новли резервуар. Бундай резервуарда юқориги камера ўлчамларини камайгириш учун оқова нов айлана шаклида кўшимча равишда қурилади. ГЭС юкланиши камайганда шахтада сув сатҳи тезда кўтарилиб оқова нов учигача боради ва юқориги камера тўла бошлайди. Оқова новли юқориги камера ҳажми ҳар доим оқова новсиз камерадан кичик.

Юқори камерадан сув чиқариш учун тик ушлагич (11) да тешиқлар (13) қилинади. Катта напорли ГЭСларда тенглагич резервуарлар оқова новли бўлса, энг яхши конструкция ҳисобланади. Бунда оқова нов ўтиш жараёни пайти бир хил напор ҳосил қилади ва турбина тезлигини тартибга солишни енгиллаштиради. Пастки камера ГЭС юкланиши (нагўзка) оширлаганда икки камерали резервуар каби ишлай бошлайди.

**VI ва VII.** Тенглагич дифференциал резервуар. Улар ташки камерадан ва унинг ичида жойлашган тик цилиндрдан иборат бўлиб, у напор деривация билан туташган. Ички цилиндр тешиқларга эга бўлиб, тепа қисми очик ва сув сатҳи кўтарилганда, сув ташки (14) цилинрни

тулдир бошлайди. Юкланиш тўхтатилганда VI резервуар окова новли резервуар каби ишлайди, юкланиш ошганда кўшимча қаршилиқ (III каби) сифатида ишлайди. Қаршилиқ хосил киладиган диафрагма цилиндрнинг тепа қисмида жойлашиши мумкин (VII каби) Дифференциал резервуарларни ер юзасида куришга тугри келганда, ҳамда эксплуатация шароитига кура туликсиз тез турбина очилиши кўзда тутилганда.

Бунда ГЭС куввати оз-моз ошиши тўлиғича, ёки бирданига кувват тўлиқ қийматидан нулгача ўзгара оладиган ҳолат кузатилади. Бунда турбина тезлик регулятори иши енгиллашади, ГЭС юкланиши оширилганда сезиларли тез ҳаракат талаб қилинмайди.

**VIII** . Пневматик тенглангич резервуарлар ёпик ҳаво ўтмайдиған камерадан иборат бўлиб, унинг ички қисмида сув юза қисмидаги босим ҳаво босимидан ошиқ,  $P > P_x$ .

ГЭС юкланиши йўқолганда сув сатҳи пневматик резервуарда кўтарилиб, ҳаво қисилади ва сувнинг кўтарилишга қаршилиқ кўрсатади. Напор тармоғида сув массасининг тебранма ҳаракатида ҳаво босимнинг ўзгарувчан сикилиши кузатилиб, қисман ҳаво босимини текшириб туриш ёки керак ҳолларда пневматик резервуарга қайта ҳаво тўлдириб туриш талаб қилинади.

**IX** . Яримпневматик тенглагич резервуарлар ёпик камерадан ва унинг тепа қисмидаги тешиқдан иборат. Бу кичик тешиқ ҳавонинг пневматик резервуардан чиқиши ёни унга кириши учун қаршилиқ бўлиб хизмат килади. Сув сатҳи тепасидаги сикиладиган ҳаво борлиги турбинани тезлик регуляторидан тез ҳаракат қилишни талаб қилинади. МХДдаги ГЭСларда яримпневматик резервуарларни ишлатиш тажрибалари уларнинг сув босими тебранишини сезиларли сўндира олиши кузатилган.

**X** . Сув ташловчи резервуар. Резервуар баландлигини камайгириш мақсадида ва иншоот нархини нисбатан пасайгириш учун айрим ҳолларда сув ташловчи резервуарлар қўлланилиши мумкин. Бу ҳолда гидроқурилмада электроэнергияси йўқолиши ва сув ташловчи иншоот курилишидаги маблағ сарфи кузатилади. Шунинг учун бундай резервуар курилиши ниҳоятда аниқ техник-иқтисодий ҳисоблар орқали амалга оширилиши зарур.

**XI, XII** . Сув узатувчи деривациядаги резервуарлар. Кўйи резервуарлар туннел устида эмас, водоводдаги каби, балки сув узатувчи туннел трассасида жойлаштириш мақсадга мувофиқ хисобланади.

Нисбатан катта бўлмаган қуйи бьеф сатҳи тебранишида резервуарни Узун камера кўринишида баландлиги бўйича катталашадиган қилиб деривацияда ўрнатиш таклиф қилинади. (XI хил).

Тебраниш амплитудасини камайгириш мақсадида айрим ҳолларда резервуар диафрагмага эга бўлиши мумкин (бир ёки икки тешиққа эга ҳолда). Ҳар бир тешиқ юзаси сув ўзатиш водовод кесим юзасидан кичик бўлмаслиги керак. Акс ҳолда ўтиш жараёни вақтида сув босими ўзатиш туннелида ва узатувчи труба олдида ошиб кетиши мумкин. Агар ростлагич камера Узун бўлса, камерани куриш хажмини камайгириш учун, диафрагма ўрнига камера туби отметкасини сув узатувчи туннел туби отметкасидан кўтариш таклиф этилади.

### ***ТРлар параметрларини аниқлаш***

Тенглагич резервуарларини ҳисоблашда аниқланиши зарур катталиқларга:

- 1) горизантал кесимининг критик  $F_{кр}$  юзаси (тебранишни сўндирадиган);
- 2) ГЭС юкланиши "0" га тенглашгандаги резервуардаги энг катта сув сатҳи;
- 3) ГЭС юкланиши тезда ошганда резервуардаги энг паст сув сатҳи киради.

IV ва V типдаги резервуарнинг туташтирувчи шахталари юзаси тебраниш тўлқин турғунлиги шартига кўра танланади. Бу шахта баландлиги эса энг чекти (пастки ва юқориги) сатҳлардан аниқланиб, бу зонада кичик тебранишлар ГЭС турғун ишига таъсир кўрсатиши мумкин. Бундай сатҳлар энг баланд статик сатҳдан барқарор ГЭС режимидаги  $Q = \max$  энг паст сатҳ эса сув омборидаги минимал сатҳига тўғри келадиган вақтда танлаб олинади.

Юқори отметка туташтирувчи шахтада энг баланд статик сатҳдан тепароқда, пасткиси эса ГЭС барқарор режимидаги резервуар кўзгалмас сатҳидан камроқ олинади. Дифференциал резервуарлар учун (VI ва VII тип) (5) ва (6) шартлар ташқи цилиндрга тегишли бўлиб, ички цилиндр майдони ҳам ҳисобга олинади.

Дифференциал VI ва VII резервуарлар ва I ва III типдаги цилиндрик резервуарлар кесими юзаси (7) шартдан берилади ва иқтисодий ҳисобларга кўра ГЭС юкланишсиз шартларга асосан энг сўнги F қиймати аниқланади.

Энг (катта) баланд сув сатҳи, ГЭС бирданига юкланишсиз қолганда, сув омборидаги сатҳ энг юқори отметкадаги ҳолда кузатилади. Сув оқиб тушиши резервуар тепа қисмидан рухсат этилмайди. Шунинг учун резервуар тепа қисми отметкаси энг баланд сув сатҳидан юқорирок олинади.

Энг паст сатҳ сув омборидаги сатҳ кўзғалмас сатҳдаги ҳолда кузатилади. Бунда авария ҳолати бир ёки икки агрегатларнинг бошқалари қаторига кўшилиши ва максимал юкланишда ГЭС режимини (ўрнатиш) белгилаш мумкин. Агрегатлар ФИК  $\eta = \max$  бўлиши таъминланади.

Четки сатҳларни ( $Z_{\max}$  ва  $Z_{\min}$ ) ҳисоблашда ғадир - будурлик коэффицентининг мумкин бўлган (четланиш) фарқланишига кўра тўзатиш киритилади. Тенглагич резервуарни юкланиш пасайишига ҳисоблашда напорли деривация ғадир - будурлик коэффицентини камроқ (0,001 га) қилиб олинади. Масалан, 0,013 ўрнига 0,012 олиниси керак.  $Z_{\min}$  ни топишда эса пастки камера ҳажми ошганда ғадир-будурлик коэффиценти 0,001 га оширилиб топилади.

Ҳисоблаш қўйидагича бажарилади.

Биринчиси  $F_{кр}$  топилади ва  $F > F_{кр}$  бир неча катталиклар I, III, VI ва VII типдаги резервуарлар учун берилади. IV ва V типдаги резервуарлар учун бирлаштирувчи шахта кесими юзаси ( $F_{кр}$ ) дан топилиб, бир неча камера кесими учун катталик берилади. Ҳар бир вариант учун  $Z_{\max}$  ва  $Z_{\text{ьшр}}$  топилади.

Резервуарнинг оптимал параметри техник иқтисодий ҳисобларга кўра резервуарнинг ўлчамларининг напор, деривация ва турбина қувурига ҳаражати таъсиридан аниқланади. Иқтисодий асосланган деривация ва трубапровод диаметри аниқ бўлса, оптималлик меъзони бўлиб капитал ҳаражатларнинг минимум қиймати резервуарга, деривацияга ва турбина қувурининг бир қисмига нисбатан олиниси мумкин. Қувур қобиғи қалинлиги резервуардаги максимал сув сатҳига кўра ўзгарадиган қисми олинади.

Ингури ГЭС ида тоғ жинсида ўйиб қилинган резервуар баландлиги 140 м га тенг

$$Z_{\text{дер}} + Z_{\text{рез}} \Rightarrow \min$$

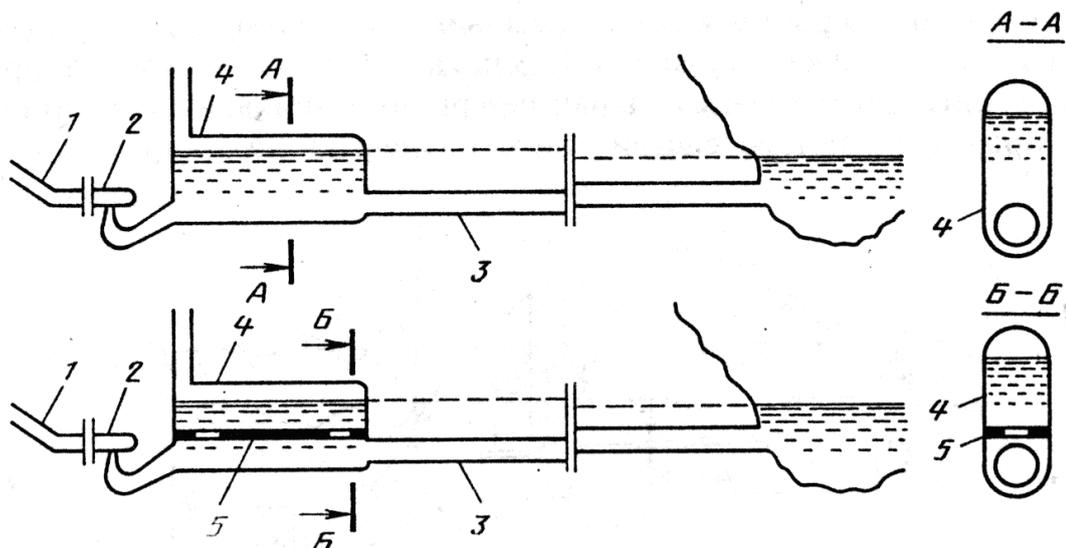
Камерали тенглагич резервуар учун  $Z_{\max}$  нинг кўпайиши юқориги камера ҳажмини камайтиради ва қувур нарҳини пасайтиради.  $Z_{\max}$  ошганда деривацияда сув босими ошиб, унинг нарҳи ошишига олиб келади.

Агар  $Z_{\max} = 1$  м бўлса, йиғиндивий ҳаражатлар 3-графикка асосан  $Z_{\max} = 4$  м лигини кўрсатади. Иқтисодий тан олинган  $Z_{\max} = 3 - 5$  м эканлиги исботланган. Худду шунингдек  $Z_{\min}$  ни аниқлаш мумкин.

Қувурни танлашда аниқловчи фактор бўлиб, сув ҳавзасидан фойдаланиш чуқурлиги  $h$ , м деривацион водовод Узунлиги ва кесим юзаси ва максимал сув ўтқазиш катталиги хизмат қилади.

### ***Тенглагич резервуарларда сув сатҳи ўзгаришининг асосий тенгламаси***

ГЭС юкланиши бирданига ўзгарганда турбина қувурида гидравлик зарб ҳосил бўлиб, тенглагич резервуар ва напорли деривацияда ҳаракатланаётган сув массасининг беқарор тебранма ҳаракати вужудга келади. Бошлангич, қисқа вақт даврида, иккала жараён бир хилда кузатилади, сўнгра гидравлик зарб ҳодисаси жуда тез сўнади, сув массасининг напор тармоғидаги тебраниши давом этади.



**21.4. – расм. Сув олиб кетувчи деривациядаги тенглаштиргич резервуар.**  
 1 – турбина сув келтирувчиси; 2 – турбина; 3 – босимли сув олиб кетувчи деривация; 4 – тенглаштиргич резервуар; 5 – диафрагма.

Тармоқдаги сувнинг тебранма ҳаракати куйидагича ёзилади.

1. Тенглагич қўшимча қаршиликли резервуар учун сувнинг нотекис ҳаракати тенгламаси:

$$-z = h + h_p + \frac{L}{g} \frac{dV}{dt}$$

бунда  $z$ - сув омборидаги ва резервуардаги сув сатҳлари ўртасидаги фарқ;

$h$ - пьезометрик напорлар деривацион водовод Узунлигидаги фарқи;

$h_p$ - қўшимча қаршиликдаги напор йўқолиши;

$L$ - напорли деривация Узунлиги (сув омборидан резервуаргача);

$V$ - сувнинг напорли деривациядаги ўргача тезлиги;

$\frac{LdV}{gdt}$  - инерция напори ҳисобланади;

2. Сув оқимининг узлуксизлик тенгламаси  $z$  ўқи юқорига йуналганда тенгламанинг кўриниши:

$$Q_{\text{ТР}} = V f - F \frac{dz}{dt}$$

бу ерда  $Q_{\text{ТР}}$  - қувурдаги сув сарфи;

$f$ - напорли деривация кўндаланг кесими юзаси;

$\frac{dz}{dt}$  - резервуардаги сувнинг (вертикал) тик кўтарилиш тезлиги.

3 Беқарор режим даврида турбина напор тенгламаси

$$H_{\text{ТУР}} = H_{\text{БЛСТ}} + z + h_p - h_{\text{ТР}} \quad (4.59)$$

бу ерда  $H_{\text{ТУР}}$  - турбина напори;

$H_{\text{СТ}}$  - гидротурбинанинг статик напори;

$h_{\text{ТР}}$  - қувурдаги напор йўқолиши.

4. ГЭС қувати ўзгариши тенгламаси

$$N = N(t)$$

**"Сув омбори - деривация -тенглагич резервуар" тармоғидаги сув массаси тебраниши**

Тенглагич резервуарли ГЭСларда юкланиш ўзгариши сув массасининг напорли деривацияда ва резервуардаги тебранишини ҳосил қилади. ГЭС юкланиши бутунлай (йўқолганда) камайганда қувурда сув ҳаракати тўхтайди, лекин напорли деривацияда инерция ҳисобига бир неча вақт давом этади. Тенглагич резервуарга қўйиладиган сув, унда сатҳ кўтарилишга олиб келади ва деривацияда сув тезлиги секинлашади. Резервуардаги ва сув омборидаги сув сатҳлари

тенглашганда, деривацияда сув инерция ҳисобига озгина вақт давом этади. Резервуар тўлганда, напорли деривациядан унга сув тўшиши тўхтайди. Сўнгра, сув тескари йўналишда - резервуардан сув қабул қилувчи иншоот томон ҳаракатланади ва резервуардаги сатҳ пасая бошланади. "Напорли деривация - тенглангич резервуар" тармоғида тебранма ҳаракат вужудга келиб, ишқаланишга сарфланадиган энергия ҳисобига сўнади. Натижада резервуарда гидростатик сатҳлар бир хиллиги юзага келади (2 чизик).

Бирданига ГЭС юкланиши ортса, турбинадаги сув сарфи кўпайиб, резервуардаги сув сатҳи камай бошлайди, напорли деривациядаги сув тезлиги оша боради ва резервуардаги 8 - чизик кўринишидаги тебранма ҳаракат ҳосил бўлади.

Резервуардаги сув тебраниши катталигини ва унинг сўниш характери билиш учун (1)-(2) тенгламаларни биргаликда ечиш керак.

Тенглагич резервуарларнинг гидравлик ҳисоби ЭХМларда бажарилади. Бу ҳисоблашларда гидравлик, механик ва электромеханик жараёнлар ГЭС ва энерготармоқ учун ҳисобга олинади.

$$\frac{Z_{\max}}{S} = \frac{Z_{НАХ}}{S} + \ln\left(1 - \frac{Z_{MAX}}{S}\right)$$

$$Z_{\min} = Z_0(1-n) \left\{ 1 + 0.156 \frac{1+2n}{2=n} \left[ +n \right] + (1+n)\varepsilon \right\} + n^2 \varepsilon Z_0$$

$$Z_0 = (V_{дер}^{max} - V_{дер}^{min}) \sqrt{\frac{L_{дер} f}{gF}} \quad \text{ни } Q_{СТ\text{ КОН}} = 0 \text{ да}$$

$$n = Q_{СТ\text{ НАЧ}} / Q_{СТ\text{ КОН}}$$

$$\varepsilon = Z_{КОН} / z_0$$

$z_0$  - тенглагич резервуар гидравлик қаршиликсиз сув сатҳи кўтарилиши

$S = f L_{дер} / (\varphi + \xi + 1) F$  - напорли тармоқ параметри

$\mu = \varphi + \xi + 1$  сарф коэффициенти.

### **Тенглагич резервуардаги тебранишлар турғунлиги**

ГЭС нинг беқарор иш режими унинг гидравлик, механик ва электромеханик (бўлинмаларида) қисмларида ўтиш жараёнларини келтириб чиқаради.

Гидравлик ўтиш жараёнларига напорли қувурда гидравлик зарб натижасида сув тезлиги ва босимнинг ўзгариши ва сув массасининг "деривация - резервуар" тармоғида турбина юкланиши нинг тез ўзгаришига қараб тебраниши киради.

Механик ўтиш жараёнлари турбина айланишлар сонининг номинал қийматидан фарқи ҳисобига ҳосил бўлади. Айланишлар сонининг "n" ўзгариши ҳар-хил механизмларнинг сув сарфи ва турбина айланишини ўзгартиришга олиб келади.

Электромеханик ўтиш жараёнлари роторнинг тебранишига ва натижада электр юритувчи куч ва кучланиш ўзгариши ҳисобига вужудга келади.

Ўтиш жараёнларининг олдини олиш учун махсус электромеханик қурилмалар ёки тенглагич резервуар ўлчамларини қулай танлаш орқали эришиш мумкин.

ГЭҚ ларнинг нормал эксплуатацияси учун ҳар қандай беқарор жараён унинг ҳар қандай тармоғида тезда сўнадиган ва барқарор ҳаракатга ўтадиган бўлиши шарт.

ГЭҚ ларнинг эксплуатациясида беқарор жараёнларни сўндириш шартини аниқлаш масаласи, электростанция турғун иш режимини таъминлаш масаласи дейилади.

Турғунликнинг умумий назарияси тенглагич резервуарли ГЭС барқарор режимда "кичик" ва "катта" турғунликка ажратилади, бу эса электротехникада "статик" ва "динамик" турғунлик деб юритилади.

Кичик турғунлик деганда тармоққа таъсир қилаётган бошланғич кўзғалишга (тўлқинланишга) айтилади.

Катта турғунликни текшириш (ўрганиш) бутун тармоқ турғунлигини ҳар қандай охириги барқарор ҳаракат кўзғалишидаги турғунлигини аниқлашдан иборат. Бунда тебраниш сўниши билан тармоқ бошланғич барқарор ҳаракат режимига ёки янгисига ўтиш мумкин.

### **Алоҳида ГЭС ишининг кичик бошланғич тебранишдаги турғунлиги**

Масалан, ГЭС цилиндрик тенглагич резервуар билан алохида тармоқда ишлаётган бўлсин. ГЭС да тез ҳаракат қилувчи автоматик тезлик турбина регулятори ўрнатилган бўлсин ва у энг кичик тартибга солиш параметри ўзгаришини ҳисобга олсин. ФИК беқарор ҳаракатда доимий деб қабул қиламиз ва ГЭС қуввати ўзгармас катталиқда туради.

ГЭС қуввати  $N_0$  сув сарфи  $Q_0$  ва напор  $H_0$  да, қандайдир сабаб билан резервуарда сув сатҳи  $\Delta Z$  га камайса, унда агрегат напори кичик катталиқка камаяди. Тезлик регулятори қувватни  $N_0$  ўзгармас қилиши учун сув сарфи  $\Delta Q$  катталиқка оширилади. Напор деравациясида сув тезлиги ҳам  $\Delta v$  га ошади ва бу напорнинг Узунлиқда сарфланишига (йўқолишга) олиб келади.

Қувватнинг  $N_0$  ва  $N$  (сарф ва напор ўзгаришидаги) тенглик шартидан тенглама ҳосил қиламиз. Бу тенгламанинг математик анализи кичик тебранишлар сўниши иккита турғунлик шартига кўра аниқланишини кўрсатади.

1. Резервуар горизантал кесими юзаси  $F$  критик юзасидан  $F_{кр}$  катта бўлиши керак.

$$F > F_{кр} = \frac{L \cdot Q_0^2}{2gf(H_{\xi} - h_0 - 3h_{то})h_0}$$

2. Туннел  $h_0$  ва трубапроводдаги  $h_{то}$  напор йўқолиши йиғилиши ( $Q_0$  тах.да) статик напор  $H_6$  нинг учдан бир қисмидан кичик бўлиши керак.

$$h_0 + h_{то} < 1/3 H_6$$

бу ерда  $L$ -узунлик,  $f_0$ -туннел кўндаланг кесими юзаси.

Агар турбина ФИК ўзгаришини ҳисобга олсак, сув омборида ва сув узатувчи каналдаги тўлқиний ҳодисалар резервуар юзасини  $F$  5 % га ошириш керак бўлади.

Катта тебранишлар турғунлигини таъминлаш учун ГЭС юкланиши ўзгарганда тенглагич резервуар майдони 1,05 .  $F_{кр}$  бўлиши аниқланган. Агар реал шароитда лойиҳа катталигининг ўзгариши ҳам ҳисобга олинса:

$$F = (1,1-1,15) \cdot F_{кр}$$

эканлиги қабул қилинади.

ГЭС бошқа ЭС лар билан электроэнергетика тармоғида ишлаётган турғунлик шарти куйидаги дан аниқланади:

$$F = \left( \frac{1,5N_{\partial}}{N_{\text{ЭЭТ}}} - 0,5 \right) F_{кр}$$

*Деривация тармоғидаги тенглагич резервуарлар ва бир неча резервуарларнинг биргаликдаги иши*

Напорли сув узатувчи деривацияда резервуар сув узатувчи трубадан кейин жойлашади. Резервуар ўрнатилиши сув узатувчи трубада вакуум ( $H_B > B-10$ ) қиймати гидравлик зарб фазасида кузатилган ҳолларда руҳсат этилади.  $B$  - барометрик босим (ф.и.к) турбина ўрнатилган отметкада олинади.

Вакуум қиймати

$$H_e = H_{Si} + \frac{\alpha_i \rho_i \cdot v_i^2 - \alpha_N \rho_N \cdot v_B^2}{2g} + \Delta h + h_w + \Delta h H_0 \frac{\sum L_{от.} \cdot v_{от.}}{\sum L \cdot v}$$

бунда  $H_{Si}$  -i кесимда сув тортиш баландлиги;

$v_i$  ва  $v_B$  - i кесимда ва сув узатувчи трубадан чиқишдаги кесимдаги сув тезликлари ( $H_0$  - напорда ва  $q_{10}=1$   $\xi$  сув сарфида);

$L_i$  ва  $L_B$  сув тезлигининг нотекис таксимланганлик коэффициентлари;

$h_w$  - сув узатувчи трубадаги напор йўқолиши.

Агар ГЭС да битта резервуар ўрнатилган бўлса, уларнинг турғунлигини кўрсатадиган тенгламалар ўз кучини йўқотмайди. Бунда  $L$  ва  $f$  - напорли сув узатувчи деривация узунлиги ва кесими юзаси;  $h_0$  - шу Узунлиқдаги напор йўқолиши барқарор режимда ва  $Q_{0 \max}$  да топилади.

ГЭС иши турғунлик шарти иккита резервуар қўлланилганда анчагина қийинлашади.

**22 – маъруза. ГЭҚ турбина трубопроводлари. Трубопровод хиллари ва гидроагрегатларга сув келтириш схемалари. Очик пўлат трубалар. Пўлат-темирбетон трубопроводлар. Турбина трубопроводлари параметрларини техник-иктисодий асослаш қоидалари.**

### ***ГЭҚларининг босим қувурлари***

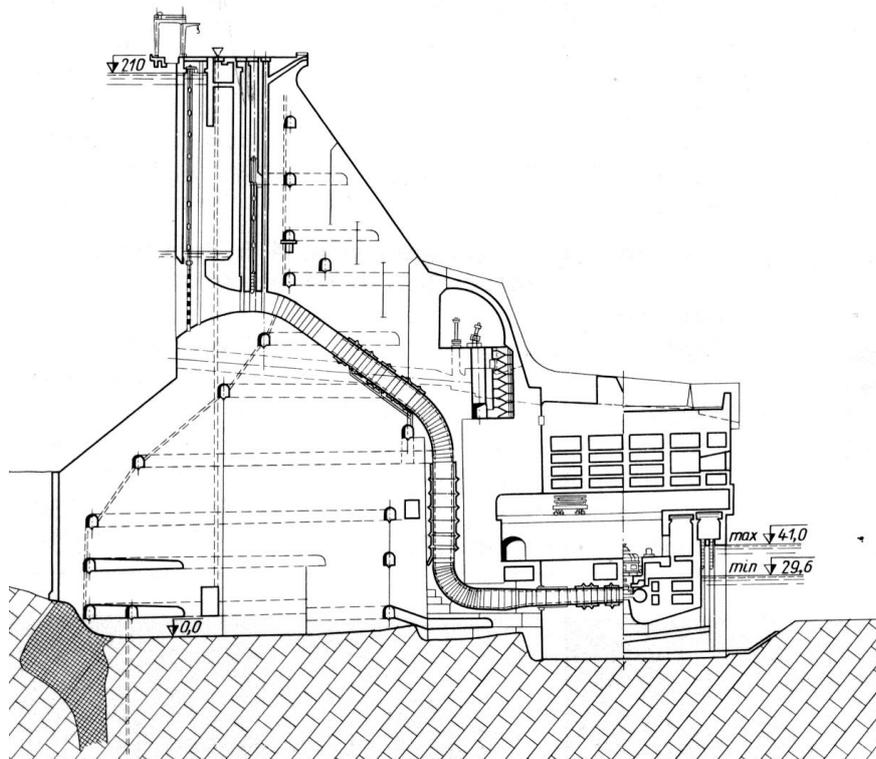
Тўғонли ва деривацион схемали ўртача ва катта напорли ГЭС ларда босимли станцион қувурларидан фойдаланилади. Станцион қувур ер сиртида, кўмилган холда, тўғон оралиғида, туннелда, шахтада, тоғ жинсида жойлашган ҳамма конструкция хилларини ўз ичига олади.

Станцион қувур сифатида энг кўп ишлатиладигани босимли пўлат қувурлардир. Улар напор 20...200 м бўлганда қўлланилади. Айрим ҳоларда, напор 200...300 м бўлганда темир-бетон ва пўлат-темирбетон қувурлар ишлатилади.

Ҳозирги замон илм-фани ривожини станцион қувур учун ўта пишиқ пластмасса ва бошқа янги материалларни ишлаб чиқмоқда. Демак яқин келажакда енгил, чидамли, эксплуатация учун қўлай қувурлар ГЭҚ ларида ишлатилиши мумкин.

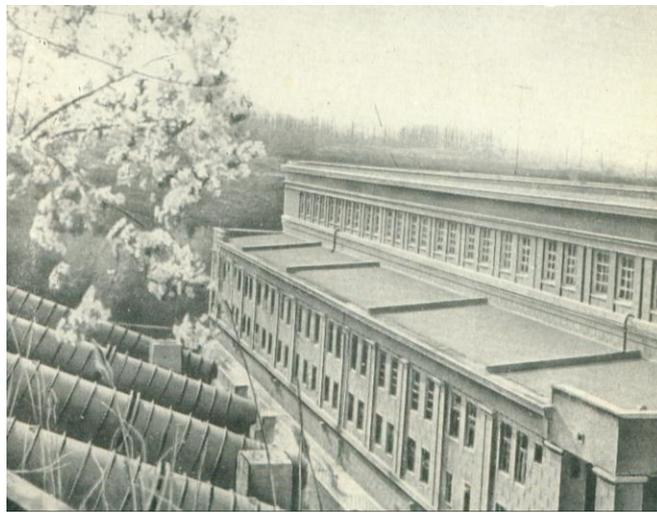
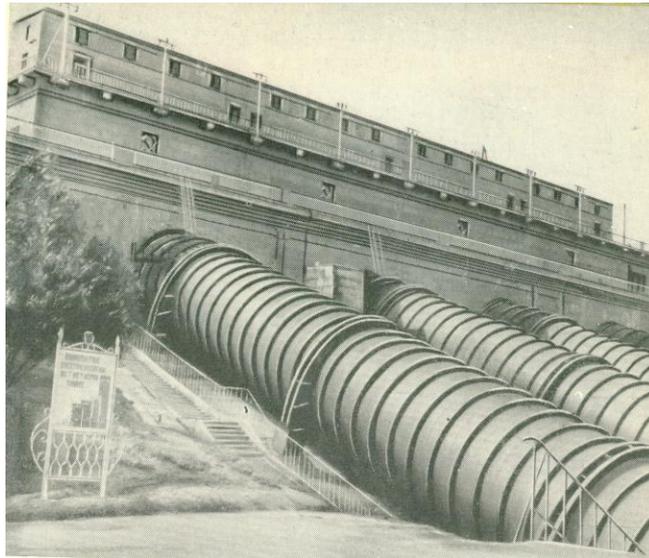
Жой рельефига, статик иш режимига ва ГЭС компоновкасига кўра станцион қувурлар учта гуруҳга бирлашади:

1. Бетон тўғон оралиғига жойлашган пўлат қувурлар.



**22.1 – расм. Бетон тўғон оралиғига жойлашган пўлат қувур тасвири.**

2. Деривацион схемали ГЭС ва ГАЭС ларда қўлланиладиган ер сатҳида жойлашган эркин ҳолатда ётқизиладиган пўлат қувурлар. Улар ҳар-хил табиий: сел оқимлари, zilзила, шамол таъсирига учрамаслиги учун траншея туннел ва галлереяларда жойлаштирилади. Бундай қувурлар ташқи томонига ҳар доим текшириш ва ремонт (таъмир) ишларини бажаришга имкон яратилади. Шунинг учун уларни очик қувурлар дейилади.



**22.2 – расм. Фарход ГЭС деривацион қувурлари.**

3. Қўмилган қувурлар траншеяларга ётқазилади ва енгил тупроқ билан беркитилади. Шунинг учун бундай қувурлар ташқи томондан гидроизоляцияцион материал билан қопланади.

Станция тўғонида ва умуман қувур трассасини танлашда қисқароқ, ҳар-хил вариантлар таққосланиб, материал ҳаражати ва босим йўқолиши минимал ҳолда олиниши тақлиф этилади.

Қувур трасса вариантини баъҳолаш қувур иншоотига, ҳамда йўқотиладиган энергияни компенсация қилиш ҳаражатларини таққосланиб оптимал станция қувури жойлашиши олинади.

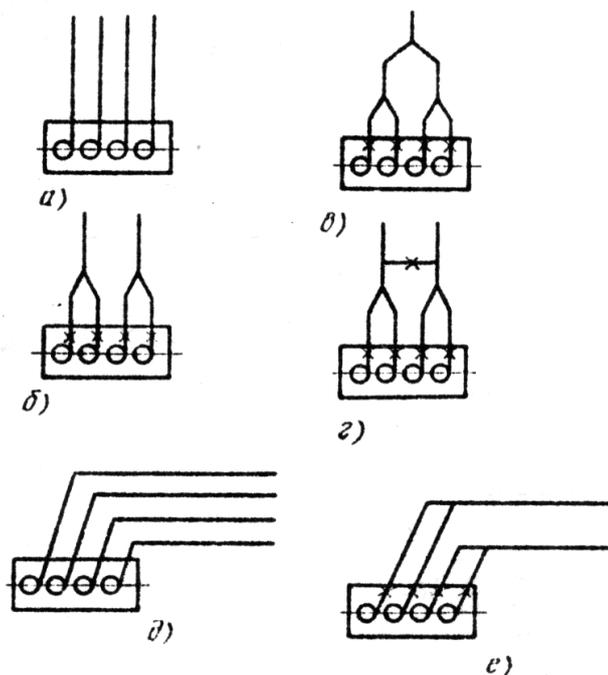
Ҳозирги вақтда сувни турбинага келтиришнинг бир неча схемалари мавжуд (22.3-расм).

а) схема энг қўлайи ҳисобланиб, қувурлар сони агрегатлар сонига тенг. Бу схемада напор йўқолиши энг кам бўлиб, ўртача напор ва катта сув сарфида қўлланилади.

б) ва д) схемаларда қувурлар тармоқланган ёки бирлашган ҳолатда агрегатларга сув келтиради. Бу схемалар катта напор ва кичик сув сарфида қўлланилиши мумкин.

Қувур сонини камайтирилса, таянчлар, компенсатор сони ва ҳаражат миқдори камаяди, лекин умумий қувур ишдан чиқса, ҳамма агрегаторлар ишламаслиги мумкин.

Фронтал сув келтиришда (а, б, д, схемалар) қувурлар аварияси ГЭС биносини ишдан чиқариши мумкин. Шунинг учун катта напорли ГЭҚ ларида сув узатувчи канални қувур томонидан қурилади ва Узунасига сув келтириш схемасидан (в, г, е) фойдаланилади.



22.3-расм. ГЭС турбинасига сув келтириш схемаси.

**Қувурга ва унинг таянчига таъсир қилувчи кучлар**

Очиқ усулда жойлашган қувурлар анкер таянчларга маҳкамландилар. Бу таянчлар қувурга таъсир қилувчи кучларни қабул қилиб, трассада қувур турғунлигини таъминлайди. Орлик таянчлар эса анкер таянчлар оралиғида (ўртасида) жойлашиб қувурни ушлаб туради. Қирқма қувурлар оралиқ таянчларда бемалол ўқий деформацияга мос равишда силжиши мумкин, чўкадиган тупроқларда эса қувурларнинг баландлиги бўйича ўзгаришини таъминлайди.

Анкер таянчлар орасидаги масафа 150...200 м қилиб олинади. Қувур қиялиги горизонтга нисбатан кичик бўлиб, улар компенсаторларга эга бўлса, Узунлик масофалари анкер таянчлар учун 350...400 м бўлиши мумкин.

Қувурга таъсир қилувчи кучлар ташки таъсир ва юкланиш ҳисобига вужудга келади. Юкланишлар - нормал эксплуатация даврида ва авария ҳолатда (айрим қувур элементлари ишланганда, сейсмик таъсирда, қувур текшириляётганда ва бошқалар кузатиладиган кучларга ажратилади).

Энг қулай кучлар мажмуаси қувур эгилган қисмида сув йўқ ҳолда бўлиши мумкин, яъни таянчни қувур асосига қисувчи куч тенг таъсир этувчиси йўқ,  $R_A=0$ .

Ҳисобий юкланиш кучи  $R_x$  қувурга ёки унинг таянчига юкланишнинг ортиқча оғирлик коэффициентига кўпайтмасига тенг (ҚН ва Л П-50-74, 86).

22.1 - жадвал

№	Юкланишлар	Ортиқча оғирлик коэффициенти
1.	Гидростатик босим	$K_{OP} = 1$
2.	Гидравл. зарб босими	1,2
3.	Қувур оғирлиги	1,1
4.	Сувнинг оғирлиги	1
5.	Қувур ички босими камайганда ҳавонинг ташқи босими	1,2
6.	Температура таъсири	1,1
7.	Компенсаторда ишқ. кучи	1,2
8.	Оралиқ таянчларда ишқ. кучи	2
9.	Қурилиш-монтаж юкланиши	1
10.	Текшириш юкланиши	1
11.	Сейсмик таъсир	1

Ёпиқ затворга таъсир қилувчи сувнинг босим кучи ўқий куч ҳосил қилади.

$$A_1 = \frac{\pi \cdot B^2 \cdot \gamma \cdot h}{4} = \gamma \cdot \omega \cdot h \quad (H)$$

$D_1$  диаметр  $D_2$  диаметрга ўтишда ҳосил бўладиган ўқий куч

$$A_2 \approx \gamma \frac{H_1 + H_2}{2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - D_2^2)$$

Тўғри участкали қувур горизонтга  $\phi$  бурчак остида жойлашганда сув оғирлиги қувур ўқига нисбатан қуйидагича куч ҳосил қилади

Таянчларга бу куч  $l$  масафада қуйидагича катталиқда бўлади:

Қувур оғирлиги ўқий ташкил этувчини беради:

Нормал ташкил этувчи эса:

Оралик таянчлардаги ишқаланиш кучи

бу ерда  $f$  - ишқаланиш коэффициенти.

### ***Турбина қувурлари хиллари ва гидроагрегатларга сув келтириш схемалари***

Турбина қувурлари ГЭС турбиналарига сув келтириш учун хизмат қилади. Тўғонорти ГЭС ларида пўлат қувурлар тўғон оралиғига (ичига) жойлашади. Бундай қувурлар ичига ўрнатилган дейилади. Уларга Братск, Уст-Илимск ГЭС лари мисол бўла олади.

Тўғон орти ГЭС лари учун бошқача турбина қувур конструктив схемасига тўғон пастки ташқи томонига чиқарилган хиликиради.

Бундай қувурлар Красноярск, Зея, Саяно-Шушинск ГЭС лари тўғонида ўрнатилган. Бундай қувурларни монтаж қилиш ва бетонлаш ишлари бир вақтда олиб борилади.

Станция тўғонини қуришда ташқарига чиқарилган қувурлар осонроқ бўлиб, уларнинг монтажи бетон қилинган тўғон қисмида олиб борилади. Ундан ташқари ташқи қувурлар станцион тўғон кесимини заифлаштиради, бу катта диаметрли қувурларда катта аҳамиятга эга.

Тупроқ тўғонли ГЭС ларда қувур тўғон остига жойлаштирилади ёки тўғонни айлангириб ўрнатилади. Сув қабул қилувчи иншоот тўғоннинг юқори қисмида жойлашади.

Деривацион ГЭС ларда қувурлар очик ва кўмилган ҳолларда ўрнатилиши мумкин. Очик қувурларни кузатиш ва текшириш осон бўлиб, улар температура ва ҳаво таъсирини учрайдилар. Кўмилган қувурларга эса ташқи атмосфера таъсири билинмайди.

Ер сатҳи остида жойлашган ГЭС ва ГАЭС қувурларини тоғли тош массивга жойлаштирилади. Бундай қувурлар туннел-қувурлар дейилади. Айрим ҳолларда қувурни туннелда бемалол ўрнатилиб, унга ҳар томонлама текшириш учун йўлак қолдирилади.

Қувурларни пўлатдан, темирбетон ва синтетик материаллардан тайёрланади. Илгарилари ёғоч қувурлар ишлатилгандир. Ҳар бир ГЭҚ си учун техник жихатдан мувофиқ ва иқтисодий фойдали конструкциядаги қувурни ишлатиш керак.

Катта напорли ГЭҚ ларида қувурлар жуда ҳам катта маъсулият талаб қиладиган иншоот ҳисобланади. Қувур бўзилиши катта аварияга олиб келиши мумкин. Шунинг учун турбина қувурларига катта талаб қўйилади.

Катта напорли ГЭҚ сида қувурлар пўлатдан тайёрланиб 200 м напорга мўлжалланиши мумкин. Катта диаметр ва 30...50 м напорда қувурлар темирбетондан тайёрланади, бу металл сарфини камайтиради ва етарли мустаҳкамликни амалга оширади.

Пўлат-темир-бетонли қувурлар 300 м гача напорга тайёрланиши мумкин.

Статик схемасига кўра қувурлар қирқими ва бутун қилиниши мумкин.

Бутун бўлак қувурлар унча Узун бўлмаган сув келтиришда ва температура ўзгариши сезиларсиз ҳолларда ишлатилади. Бу схема кўмилган қувурлар учун характерлидир.

Очиқ схемада асосан қирқма қувурлар ишлатилиб, анкер ва оралиқ таянчлар билан жиҳозланади. Қирқилган оралиқларга температура - компенсаторлари ўрнатилади.

Қувур трассаси энг қисқа танланиб, жой рельефи геологик тўзилиши ҳисобга олинади. Қувур Узунлигини қисқартириш, унинг нарҳини камайтириш билан бирга, гидравлик зарб вақтида ГЭС иш режимини напор тебраниши камайиши ҳисобига яхшилаши мумкин. Қувур ҳар-хил кўчишлардан, силжишдан, қўлаб тушадиган жинслардан сақланиши шарт. Қувур трассаси бўйича фильтрация, ер усти сувларини, авария ҳолатида ҳосил бўладиган сувларни окизиш кўзда тутилган бўлиши керак. Қувур анкерли таянчларга маҳкамланади. Анкер таянчлар оралиғида қувур ўқи тўғри чизикқа эга бўлиши керак. Дастлабки ҳисобларда оралиқ масафа  $L \leq 6D_{тр}$  катталиғида олинади. Анкер таянчлар сони техник-иқтисодий ҳисоблардан ҳар-хил вариантлар таққосланиб аниқланади.

Қувурни лойиҳалашда эксплуатация шароитини ҳисобга олиш зарур. Қувурни шундай жойлаштириш керакки, гидравлик зарб вақтида вакуум ҳосил бўлишининг олдини олиш учун, у энг паст пьезометрик сатҳдан пастда бўлсин. Затворлардан кейин ҳаво берувчи трубалар ёки клапанлар (вангуз) сув камайганда ва қувур тўлдирилганда ҳавони чиқариш учун ўрнатилиши керак.

Қувурни ремонт қилиш учун ва текширишга тешиқлар энг қуллай жойда қолдирилади. Агар қувур диаметри 820 мм дан кам бўлса, фланец қисмларида олинандиган (қўйиландиган) копоқлар ўрнатилади.

Сувни турбинага йўналтириш схемалари 22.3-расмда келтирилган:

Энг қулай схема ҳар бир агрегатга алоҳида сув келтириш ҳисобланади. Бундай напор йўқолиши энг кам бўлиб, ўртacha напорда ва катта сув сарфида қўлланилади. Красноярск ГЭС ида б) схема кўринишда қувурлар жойлаштирилган.  $D_{тр}$  унчалик катта бўлмаган ҳолда, катта напор ва кичик сув сарфида гуруҳ (группа) қувурларидан фойдаланилади (в - схема).

Қувур сонини камайтирилса, таянчлар, компенсатор сони ва ҳаражат миқдори камаяди, лекин битта қувур ишдан чиқса бир неча турбина тўхташи мумкин.

Фронтал сув келтиришда (а, б, в схема) қувурлар аварияси ГЭС биносини ишдан чиқариши мумкин. Шунинг учун катта напорли ГЭҚ ларда сув узатувчи канални қувур томондан қурилади ва Узунасига сув келтириш схемасидан (г, д, е) фойдаланилади

### **Очиқ пўлат қувурлар**

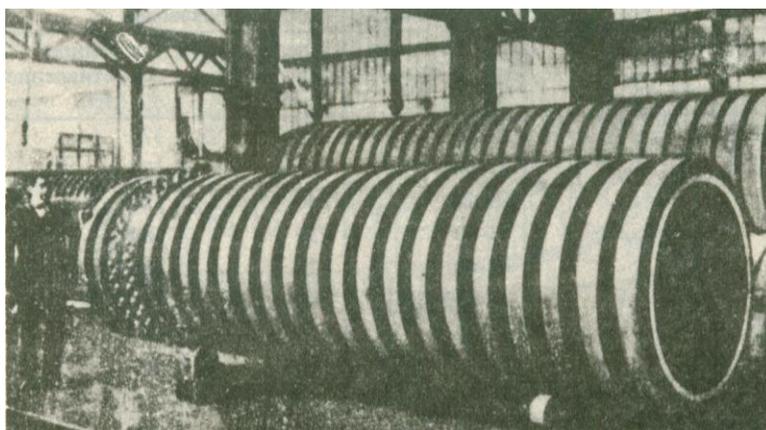
#### **А. Қувурлар конструкцияси.**

ГЭҚ ларида напор 50 м дан ошса, асосан пўлат қувурлар ишлатилади. Труба қобиғи кам углеродли (карбонли) пўлатдан тайёрланиб, 210-290 МПа ( $2100-2900 \text{ кгс/см}^2$ ) қаршилиқка мўлжалланади. Катта напорда эса легирланган пўлат 450-500 МПа қаршилиқкача қўлланилади.

Қувурлар оддий углеродли пўлатлардан тайёрланганда  $40^{\circ} \text{C}$  температурага мўлжалланади.  $65^{\circ} \text{C}$  температурада эса қувурлар нормаллашган пўлатдан тайёрланади. Махсус асослар бўлса, қувурлар тайёрлашда пайвандландиган, мўрт-совуқ деформация таъсирида совуққа ва иссиққа чидамлилиққа эга пўлат ишлатилади.

Тайёрланиш усулига кўра пўлат қувурлар яхлит Узунлиқда, пайвандланган ва парчинланган (михланган) қулланилади. Яхлит трубалар турбина водоводи сифатида катта напорли ГЭҚ ларда 0,6 м.дан~ кичик диаметрда ишлатилади. Михланган қувурлар МДХда ишлатилмайди. Пайвандланган қувурлар энг қулайи ҳисобланиб, мустаҳкам конструкция сифатида кенг қўлланилади.

Қувурнинг ташқи кўринишига - компенсаторлар, калена ва тройниклар киради. Компенсаторлар температурага, чўкишга ва температурали -- чўкиш хилларига бўлинади. Температура компенсаторлари қувурларни (горизонтал) ўқий йўналишда бемалол Узунлигининг ўзгаришига ёрдам беради. Бунда труба қобиғига таъсир кўрсатувчи температуравий кучланиш камайгирилади.



22.4 – расм. Бандажланган қувур.

Энг кўп тарқалгани сальникли компенсаторлар ҳисобланади. 1000 м напорда пайвандланган компенсаторлар қўлланилади. Қистирма материалга резина шнур квадрат қирқимда ишлатилади. Агар  $H=100$  м дан кам бўлса, қистирма зиғир толаси материалдан ичига резина ўзак қилиниб тайёрланади. Диаметр 1 м дан~ кам ва 1000 м дан напорларда қўйма сальникли компенсаторлар бронза қистирмали ёки техник теридан тайёрланади.

Чўкиш ва температуралик – чўкиш сальникли компенсаторлари қувур таянчи юмшоқ жинсларда қўлланилади.

Ёпик затворга (тикинга) таъсир қилувчи сув босимидан ҳосил бўладиган ўқий куч

$$A_1 = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4}$$

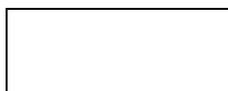
Бу куч трубопродда чўзувчи ўқий кучланиш ҳосил қилади, агарда труба охири бемалол ўз ўқи бўйича қўзғалса.

#### ***Пўлат қуеурларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш асослари***

Анкер таянчлар оралиғидаги қувур диаметрининг техник-иктисодий ҳисобга кўра энг қўлайи танланади. Қувур қобиғи қалинлиги мустаҳкамлик ҳисобига асосан аниқланади. Айрим ҳолларда қувур турғунлиги (қаттиқлиги) ҳисобланади. Анкер таянчлар оралиғидаги қувур диаметри бир хил олинади. Қобик қалинлиги қувур охириги қисмида энг ила, бошланғич қисмида эса энг кичик.

Пўлат қувур қобиғини ҳисоблаш охириги ҳолатгача усули бўйича амалга оширилади.

Пўлатнинг ҳисобий қаршилиги  $R_x = \frac{R_H}{K}$ , бунда,  $R_H$  – норматив қаршилик,  $K$  – материалнинг хавсизлик коэффиценти. Норматив қаршилик сифатида статик юкланишни ҳисоблашда норматив оқувчанлик чегараси қабул қилинади. Дастлабки ҳисоблашда қувур қобиғи мустаҳкамлиги куйидаги кўринишда ёзилади:



бу ерда  $N_p$  – ортиқча юкланиш коэффиценти орқали топиладиган юкланиш (таъсир) катталиги;

$S$  – асосий қаршиликдан эркин материал қаршилигига ўтиш коэффиценти;

$R_x$  – материалнинг ҳисобий қаршилиги;

$m$  – иш шароитини ҳисобга олувчи коэффицент;

$K_H$  – мустаҳкамлик коэффиценти.

Материалнинг хавфсизлик коэффиценти пўлатнинг классига ва тайёрланиш усулига боғлиқ.

$K_H$  – эса мустаҳкамлик классига қараб: I – класс иншоотларига  $K_H=1,20$ ; II классига  $K_H=1,15$ ; III классга эса -  $K_H=1,1$ .

Коэффицент –  $m$  ички босим таъсирида  $\approx 0,75$ , ташқи босим таъсирида  $\approx 0,9$  қилиб олинади.

C – коэффициент катталиги нормал зўриқишда 1,0...1,2, уринмали зўриқишда эса 0,6 қилиб олинади.

Бутун қувур қисмлари учун ҳисоблаш деформацияга текшириш ва статик юкланиш таъсирида силжишга бажарилади.

Пўлат қувурларни лойиҳалашда емирилиш ва занглашдан ҳимоя қилиш кўзда тутилиши шарт. Қобикнинг минимал қалинлиги 6...10 мм олинади,  $D=6,2...7$  м да  $\delta=14$  мм.

Нормал зўриқишда қувур чидамлик қобиляти келтирилган зўриқиш катталигидан мустаҳкамликнинг энергетик назариясига кўра аниқланади. Мустаҳкамлик шarti:

$$\sigma_{K.3} = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \delta} + R_x$$

бу ерда  $\sigma_{K.3}$  – келтирилган зўриқиш;

$\sigma_1, \sigma_2$  – ўқий ва айланавий зуриқишлар;

$\tau$  - уринмавий зуриқишлар;

$R_x$  – ҳисобий қаршилик.

Қувур қобиғини ҳисоблаш буралма момент ҳосил бўлганда жуда қийинлашади.

Дастлабки ҳисоблаш вақтида

$$M = \frac{P \cdot D \cdot L}{2}$$

боғланишни қуйидаги тенгликдан олиб бажарилади:

$$2S = rD$$

Цилиндрнинг ярим қисмига  $D$ -диаметр, м, Узунлиги 1 м ва ички сув босими  $p$ , Па, да қабул қилинади.

$V_1$  ёки  $V_2$  қобик қесими учун горизонтал қувур ўқида (5) олинади.

Қучланиш  $S = \delta \cdot \sigma$  (Н) га тенг. Бу ерда  $\sigma$  - чўзувчи зўриқиш (Па) га  $\delta$  ўрнига ҳисобий қаршиликни  $R_x$  қўйиб, қувур қобиғи қалинлигини  $\delta$  (м) ни олағиз:

$$\delta = \frac{P \cdot D}{2 \cdot R_x}$$

Агар  $\frac{D}{2} \cdot \cos \varphi > 0,05 \cdot H$  бўлса, унда қувурдаги сув оғирлиги ҳисобга олинади ва  $\delta, C$  – қирқим бўйича аниқланади:

$$\delta \geq \frac{\gamma \cdot H \cdot D}{2 \cdot R} \cdot \left( H + \frac{D}{2} \cdot \cos \varphi \right).$$

### **Пўлат-темирбетон қувурлар**

Қувурда сув оқиши бекитилса ва унинг юқори қисмидаги затвор ёпиқ бўлса, ҳамда ҳаво ўтказувчи (трубалар) қурилмалар функцияси бўзилса, вакуум ҳосил бўлиши мумкин. Ташқи ҳаво босими қувур ичида вакуум бўлганда унинг қобиғининг эзилишига олиб келиши мумкин, агарда босимлар фарқи критик босимдан ошса.

Юмолқ трубалар учун критик босим қиймати қаттиқлик халқаси бўлмаганда:

$$P_{кр} = \frac{E \cdot \delta^3}{12 \cdot R}$$

бу ерда  $\delta$  - қобикнинг ҳисобий қалинлиги;

$E$  – пўлатнинг эластиклик модули;

$D$  – қувур диаметри.

Ҳақиқий ортиқча ташқи босим ортиқча юкланиш коэффициентини  $M$  илан критик босимдан кичик бўлиши керак  $P/m < P_{кр}$ .

$M=0,5$  – иш шароити коэффициентини олиб,

$$P = \frac{P_{кр}}{M}$$

эканлигини тоғамиз.

Труба ички диаметри, м	Халқалар оралиғидаги масофа қобиғи $\delta$ , мм да						
	10	12	14	16	18	20	22
2	6	10,8	20,0	-	-	-	-
3	4,5	6	8	12	16,5	-	-
4	3,0	4,5	6	8	10,8	12,6	20
5	2,0	3,6	5	7,2	8	10	12,6

### Кувур таянчлари

Очиқ усулда жойлашган кувурлар анкер таянчларга маҳкамланадилар. Бу таянчлар ҳар-хил кувурга таъсир қилувчи кучларни қабул қилиб, трассада кувур турғунлигини таъминлайди. Оралиқ таянчлар анкер таянчлар ўрталиғида жойлашиб кувурни ушлаб туради. Қиркма кувурлар оралиқ таянчларда бемалол ўқий деформацияга мос равишда силжиши мумкин Чўкадиган тупроқларда кувурнинг баландлик бўйича (тик) ўзгаришини таъминлайди.

Анкер таянчлар орасидаги масофа 150...200 м қилиб олинади. Кувур қиялиги горизонтга нисбатан кичик бўлиб, улар компенсаторга эга бўлса, Узунлик масофалари анкер таянчлар учун 350...400 м бўлиши мумкин.

Кувурлар асоси бўлиб (Н.Д.) катталиги ҳисобланади ва шу катталик орқали қандай пўлат материалдан тайёрланиши аниқланади. Масалан, кам углеродли пўлат учун  $НД \approx 550 \dots 650$ . Легирланган пўлат ишлатилганда  $НД \approx 1500 \dots 2000$ .

### Турбина кувурлари параметрларини техник-иқтисодий асослаш қоидалари

Кувур диаметрини оширсак, унинг оғирлиги, харажатлар миқдори 3 ва нархи кўпаяди. Бироқ катта диаметрда сув тезлиги камайиб, энергия ва қувват, уларнинг нархи  $\Pi$  камаяди. Иқтисодий энг қулай диаметр ҳамма ҳисобий кувур харажатлари 3 ва йўқотиладиган энергия кимматига  $\Pi$  кўра аниқланади ва ушбу шарт бажарилиши керак.

$$3 + \Pi \rightarrow \min$$

Бир неча диаметр учун 3 ва  $\Pi$  катталикларини ҳисоблаб  $3 + \Pi = f(D)$  боғланишни қуриш мумкин ва  $D_{\text{ф}}$  ни аниқлаш мумкин.

1 м узунликдаги кувур оғирлиги  $m$ , т:

$$m = \rho_{\text{пўл}} \cdot \pi \cdot D \cdot \frac{\delta}{100} \cdot a$$

бу ерда  $\rho_{\text{п}} = 7,85 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  пўлат зичлиги;

$\delta$  - кувур қобиғи қалинлиги;

$a = 1,1 \dots 1,2$  кувур оғирлигининг қаттиқлик ҳалқлари, фланец, пайвандлаш ҳисобига ошиши коэффиценти. (занглас ва ишқаланишдан қобиқ қалинлигининг ўзгариши ҳам).

Даствлабки ҳисоблашда  $D_{\text{трубвод}} = 0,85 \cdot \sqrt{Q_{\text{max}}}$  - НС учун;

$$D_{\text{акс}} \approx \sqrt[7]{\frac{5,2 \cdot Q_{\text{max}}^3}{H}} \quad \text{- ГЭС учун.}$$

Кувур нархи анкер ва оралиқ таянчлар билан:

$$K = K_{\text{ТР}} + K_{\text{таянч}} = m \cdot c \cdot v$$

бу ерда  $c$  - 1 т кувурнинг монтаж ва буёқ ҳисобидаги нархи (сум)

$v$  - коэффицент бўлиб, таянч нархини кувур диаметрига боғлиқ жойини ҳисобга олади.

Ҳисобий харажатлар

$$3 = E_{\text{Н}} \cdot K + U = (E_{\text{Н}} + P) \cdot K = P_3 \cdot K$$

бу ерда  $E_{\text{Н}}$  - самарадорликнинг солиштирма норматив катталиги;

$P_3$  - кувур бўйича эксплуатация харажатларининг бир қисми;

$P_3$  - ҳисобий харажат коэффиценти ( $m$ -н,  $E_3 = 0,12$  ва  $P = 0,05$  бўлса  $P_3 = 0,17$ ).

1 м кувур узунлигидан ўртача йиллик йўқолган энергия:

$$\mathcal{E}_n = \int_0^{T_p} N_n dt = 9.81 \cdot \eta_{\text{бл}} \cdot n \cdot \int_0^{T_p} Q \cdot \Delta H \cdot dt, \text{ кВт}\cdot\text{соат}$$

бунда  $\eta_{\text{бл}}$  - ўргача ФИК агрегат блок учун.

$\Delta H$  - напорнинг ишқаланишга камайиши, м

$n=1,04\dots 1,1$  маҳаллий қаршиликни ҳисобга олувчи коэффициент.

1 м қувур узунлигида напор камайиши:

Эксплуатация тажрибасига кўра  $\lambda$  ни 0,012...0,016 катталигида ўзгармас қилиб олиш мумкин. Унда  $\lambda=0,014$  бўлса

Агар  $a \approx 1,1$ ,  $b \approx 1,2$ ,  $n \approx 1,1$  қилиб танласак, қувурнинг кичик напорли участкасида ( $\delta = \text{const}$ )

$\delta = \text{var}$  бўлганда:

$$D_{\text{икт}} = \sqrt[7]{\frac{Q_p^3 \cdot T_p \cdot \sigma \cdot S_{\text{икт}} \cdot \eta \cdot \beta}{C \cdot H}}$$

бу ерда  $Q_p^3$  - ҳисобий ўргача кубик сув сарфи; м<sup>3</sup>/с;

$T_p$  - энергия йўқолишини ҳисобга олиш ҳисобий давомлиги, с;

$\beta$  - коэффициент, энергия йўқолишини тошқин сув пайтида сув сарфи камайишини ҳисобга олади;

$\sigma \leq \sigma_{\text{доп}}$  - чўзилишга руҳсат этилган зўриқиш (МПа).

$H$  - қувур ўрта қисмида гидравлик зарб ҳисобига топилган напор, м.

$HC$  учун бу тенгламаларга ўргача кубик сув  $Q_H^3$  қийматини, насос ишининг давомлигини  $T_H$ , истъёмол қилинган энергия нарҳини  $S_H$ ,  $\eta_n$  - насос блоки ФИК ва  $\beta=1$  олинади.

### ***Турбина қувуридаги ҳисобий ўргача кубик сув сарфини аниқлаш***

Ўргача йиллик энергия йўқолиши  $\mathcal{E}_n$  (кВт·с/йил) ўргача кубик сув сарфига пропорционал бўлади:

$$\mathcal{E}_n = 9,81 \cdot \eta \cdot \int_0^T Q \Delta h dt,$$

Напор йўқолишини тезлик квадратага пропорционал кўринишда ёзсак:

$$\Delta h = a \cdot v^2 = b \cdot Q^2 = \frac{\alpha \cdot Q^2}{\omega^2 \cdot C^2 \cdot R},$$

Сув сарфининг кубини  $Q_{\text{ср.к}}^3$  ўргача қиймати:

$$Q_{\text{ср.к}} = \sqrt[3]{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T Q^3 \cdot dt} = \sqrt[3]{A},$$

бу ерда  $A$  - м<sup>9</sup>/с<sup>3</sup>;

$Q_{\text{ср.к}}^3$  - ўргача арифметик сув сарфидан катта бўлади.

Суткалик режимдаги ГЭС қувури учун ҳақиқий сув сарфи давомлилик графигини куриш энерготармоқдаги бир неча йил учун қийиндир. Агар ГЭС агрегатлари: 1) тўлиқ қувватда, ва 2) максимал Ф.И.К. билан ишлайди деб олсак, ҳисоблаш ишлари содалашади.

Агар қуйи бьефда санитария шартига кўра минимал сув сарфи  $Q_{\text{min}}$  талаб қилинса, ГЭС юкланиш графиги базисидан  $N_{\text{min}}$  билан ишлайди.

ГЭС ўргача. суткалик сув сарфи давомлилик графигидан гидроагрегатларнинг қанча соат тўлиқ қувват билан базисда, қанча соат чўкки қисмида, қанча соат  $N_{\min}^b$  билан базисда ишлашни баҳолашга тўғри келади.

$$\text{Турбина максимал сув сарфи } Q_{\max} = \frac{Q_{\text{СТ}}}{n}$$

$Q_T$  сарф билан гидроагрегат тошкин сув кузатилганда базисда  $T_6$  соат, кам сувли даврда  $T_{II}$  вақт графикнинг чўкки қисмида бир йилда ишлайди.  $Q_3$  сув сарфини  $\eta_3$  максимал ФИК билан:

$$Q_3 = \frac{N_3}{9,81 \cdot \eta_3 \cdot H_{\text{урт}}}$$

бу ерда  $N_3$  - агрегатнинг оптимал қуввати, кВт;

$H_{\text{урт}}$  - ўргача напор, м;

$Q_3$  сарф билан агрегат ишлаш вақти:

$$T_3 = \frac{\frac{W_U}{n} - Q_T (T_6 + T_{II}) - Q_{\min} \cdot T_b}{Q_3},$$

бу ерда  $W_U$  - ГЭС да ишлатиладиган ўргача. йиллик сув миқдори, м<sup>3</sup>, унинг катталиги расмдаги 1 чизиқ, координаталар ўқи оралиғидаги юзага тенг. (4-5-6-7 фигура юзаси).

Агар  $T_6$  вақтда (ортикча сув бўлганда) ГЭС напори турбина ҳисобий напоридан кичик бўлса,  $Q_{\text{СР.К}}$  алоҳида қувурда ҳақиқий ўргача. кубик сув сарфига тенг бўлади.

$$Q_{\text{ХИС}} = \sqrt[3]{\frac{Q_T^3 (T_6 + T_{II}) + Q_3^3 \cdot T_3 + Q_{\min}^3 \cdot T_e}{T_6 + T_{II} + T_3 + T_e}}$$

Ҳисобий энергия йўқолиш давомлилик вақти қуйдагига тенг бўлади:

$$T_{\text{ХИСОБ.}} = T_{\text{АГР.}} = T_6 + T_{II} + T_3 + T_b,$$

Дастлабки ҳисобларда  $Q_{\text{ХИСОБ.}} \approx \frac{1,2 \cdot W_{\text{ИШЛ.}}}{n \cdot T_{\text{АГР.}}}$  қилиб олиш мумкин.

$T_6$  вақтда (тошкин сувни) бекордан сув ўтказилса  $N_{\text{ГЭС}} > N_{\text{ХИС.}}^{\text{ТУРБ.}}$ , энергия йўқолиши қуйидагидан ҳисобланади:

$$T_{\text{ХИС.}} = T_{II} + T_3 + T_b.$$

Дарёда ортикча сув бўлса, напор йўқолиши фойдаланилаётган сув сарфини ошириш билан компенсация қилиниши мумкин.

Унда  $Q_{\text{ХИС.}}$  ушбу кўринишда топилади:

$$Q_{\text{ХС}} = \sqrt[3]{\frac{Q_T^3 \cdot T_n + Q_3^3 \cdot T_3 + Q_{\min}^3 \cdot T_e}{T_n + T_3 + T_e}}$$

Қўйи бьефда етарли сув бўлса, ГЭС ни кечаси тўхтатиб қўйиш мумкин ва  $Q_{\min}=0$ ,  $T_b=0$ .

Энг иқтисодий фойдали режим насос станция тўлиқ  $Q$  да ишлаши ҳисобланади.  $Q_{\text{СР.КУБ.}}$  ҳисоб  $HC$  ва ГАЭС учун  $Q_{\text{НОМ.}}$  га тенг олиниши мумкин, давомлилигини эса - насоснинг бир йилдаги иш соатига тенг бўлади.

ГАЭС нинг турбина режимида  $Q_{\text{СР.К.}}$  сарфга тенг қилиб,  $T_{\text{ХИС.}}$  вақтни - ҳақиқий агрегат иш соатига тенг олинади ва  $\beta=1$  ҳисобланади.

### **Қувур диаметрини аниқлашни техник-иқтисодий асослаш услуги.**

Қувур диаметри ошиб бориши билан унинг оғирлиги, нархи ва монтаж харажатлари миқдори  $Z$  кўпаяди. Шу билан биргаликда диаметр қийматлари ошганда сув тезлиги камаяди, бу эса энергия ва қувват йўқолишининг камайишига олиб келади ва шунинг ҳисобига ушбу йўқолиш харажатлари  $P$  тежалади. Иқтисодий энг қулай диаметр қувурни қуриб битказишга сарф бўлган харажатларнинг бир йилга келтирилган қиймати  $Z$  ва йиллик харажатлар миқдорига  $P$  кўра аниқланади ва бунда ушбу шарт бажарилиши керак.

$$Z + P \rightarrow \min$$

Бир неча диаметр учун  $Z$  ва  $\Pi$  катталикларни ҳисоблаб  $Z + \Pi = f(D_u)$  боғланишни қуриш ва иктисодий энг қулай диаметр  $D_u$  ни аниқлаш мумкин.

Кувурнинг тахминий, бирламчи диаметрини турбина қувурлари учун

$$D_u \approx \sqrt[3]{\frac{5,2 \cdot Q_{\max}^3}{H}} \text{ билан, } \text{НС босим қувурлари учун } D_u = 0,85 \cdot \sqrt{Q_{\max}}$$

формулалари билан аниқлаш мумкин. Юқоридаги формулалар бўйича  $Q_{\max}$  қийматлари ошиб бориши билан шунга мос равишда қувур диаметри ҳам ошиб боради. Лекин бунда шуни таъкидлаш лозимки, катта диаметрли қувурларни қуриш харажатлари ҳаддан ташқари ошиб кетади, шу сабабли бу формулалар қувурлар диаметри 2, 0 м дан ошганда унча тўғри келмайди.

Насос станцияларда лойиҳалаш тажрибасига таянган ҳолда босим қувурининг тахминий диаметри қуйидаги жадвал орқали берилади.

22.3 – жадвал

$Q_x, \text{ м}^3/\text{с}$	0,5	1,0	2,0	4,0	9,0	15,0	25,0	50,0
$D_u, \text{ мм}$	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,5	3,0	4,0

Бунда,  $Q_x$  – қувурнинг ҳисобий суюқлик ўтказиш унумдорлиги,  $\text{м}^3/\text{с}$ . Бу қийматни тахминан қуйидагича аниқлаш мумкин.

$$Q_x = (0,7 \dots 0,9) Q_n \cdot n$$

$Q_n$  – насоснинг ўртача иш унумдорлиги,  $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $n$  – битта қувурга бир вақтда ишлайдиган насослар сони.

$Q_x$  нинг аниқроқ қийматини ҳисоблашда қувурдан ўтайдиган суюқлик миқдорининг иш даврида тез – тез ўзгариб туриши ҳисобга олинади.

$$Q_x = \sqrt[3]{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T Q^3 \cdot dt}$$

$Q$  – белгиланган вақтдаги қувурнинг суюқлик ўтказиш унумдорлиги,  $\text{м}^3/\text{с}$   
 $T$  – қувурнинг йил давомида ишлаш вақти.

Гидроэнергетик қурилмаларларнинг иш режими босқичли график асосида бўлганлиги учун юқоридаги формулани қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$Q_x = \sqrt[3]{\frac{\sum Q_i^3 \cdot T_i}{\sum T_i}}$$

Кувурнинг иш жараёнида гидравлик қаршиликларни енгишга сарф бўлган энергия қиймати ҳам турбина қувурининг сув ўтказиш миқдорига пропорционал равишда аниқланади.

$$\mathcal{E} = 9,81 \cdot \eta_{\text{ГЭС}} \int_0^T Q \Delta h dt$$

Бунда,  $\eta_{\text{ГЭС}}$  – ГЭС ф. И. К.,  $\Delta h$  – қувурдаги напор йўқолиш қиймати.  
 $\Delta h = S \cdot Q^2$ , бунда  $S$  – қувурнинг гидравлик қаршилик коэффициенти

Демак,  $\mathcal{E} = 9,81 \cdot \eta_{\text{ГЭС}} \cdot S \int_0^T Q^3 \Delta h dt$ , бунда  $Q_x^3 = \frac{1}{T} \int_0^T Q^3 dt$  деб қабул қилсак

$$\mathcal{E} = 9,81 \cdot \eta_{\text{ГЭС}} \cdot S \cdot Q_x^3 \cdot T$$

Худди шунингдек насос станцияларнинг босим қувурларида йўқолган энергия қиймати қуйидагича тенг бўлади.

$$\mathcal{E} = \frac{\gamma}{102 \cdot \eta_{\text{НС}}} S \cdot Q_x^3 \cdot T$$

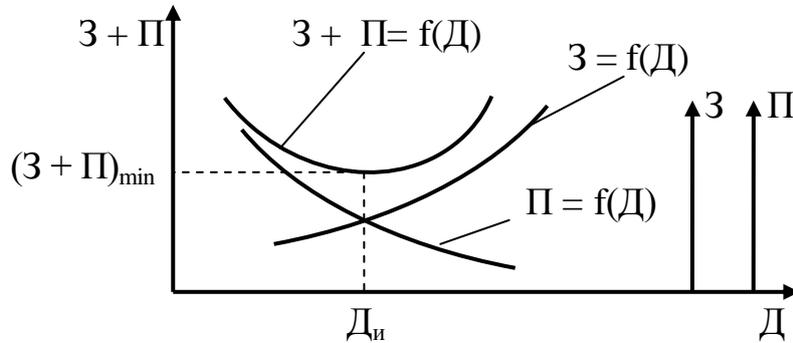
Йўқолган энергия нархини қуйидагича аниқлаш мумкин.

$P_s = \mathcal{E} \cdot a$ , бунда  $a$  – 1 кВт·соат электр энергияси нархи,  $\gamma$  – суюқлик солиштирма оғирлиги.

Қувурнинг йиллик харажатларига йўқолган энергияни қоплашга сарф бўлган харажатлардан ташқари уни таъмирлашга, фойдаланишга сарф бўлган харажатлар ва амортизация ажримлари киради. Бу харажатлар белгиланган меъёрлар асосида ҳисобланади.

$$\Pi = \Pi_3 + \Pi_T + \Pi_a$$

Қувурнинг энг иқтисодий қулай диаметрини аниқлашнинг график ҳолдаги кўриниши қуйидагича.



22.5 – расм. Босим қувурининг энг иқтисодий қулай диаметрини аниқлаш графиги.

Гидроэнергетик қурилмаларнинг босим қувурлари уларнинг муҳим иншоот-ларидан бири ҳисобланади. Баъзи ҳолларда унинг харажатлари гидроэнергетик қурилмалар харажатларидан ошиб кетиши мумкин.

Гидроэнергетик қурилмалар босим қувурлари асбестоцемент, темирбетон ва пўлат қувурларидан иборат бўлиши мумкин. Кейинги пайтларда поливинилхлориддан, полиэтилендан қилинган қувурлар ҳам ишлатилмоқда.

1. Асбестоцемент қувурлар (ВТ-6, ВТ-9, ВТ-12) диаметри  $D_y = 100..500$  мм бўлиши мумкин. Бу қувурлар 1,5 МПа босимгача мўлжалланган.

2. Йиғма темир – бетон қувурлари диаметри  $D_y = 250 ... 1500$  мм гача бўлиб 0,5 – 15 МПа босимга мўлжалланган.

3. Диаметри 1000 мм дан ошиқ бўлган монолит темир – бетон қувурлар ўрнатилиш жойида тайёрланади ва 0,5 МПа босимга мўлжалланади.

4. Полиэтилен, полипропилен ва поливинилхлорид каби сунъий материаллардан қилинган қувурлар. Бу қувурлар диаметри  $D_y = 10..600$  мм бўлиб, 0,25...10 мПа босимга мўлжалланган.

Чўян қувурларни ёки бўйлама ва спирал пайвандли пўлат қувурларни гидроэнергетик қурилмаларнинг босим қисмида қўллаш мақсадга мувофиқ эмас.

Насос станцияси босим қувурларининг сони агар уларнинг узунлиги 100 метрдан кам бўлса насослар сонига тенг қилиб олинади. Агар қувур узунлиги 100 – 300 метрни ташкил қилса, қувурларни бирлаштириш техник – иқтисодий ҳисоблар билан асосланиши керак. Босим қувури узунлиги 300 метрдан ошганда улар албатта бирлаштириш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Лекин шуни ҳам эътиборга олиш зарурки, битта қувурга сув берадиган насослар сони учтадан (жуда кам ҳолларда тўртта) ошмаслиги керак.

Босим қувурлари сони бир нечта бўладиган бўлса, улар орасидаги масофани қуйидагича қабул қилиш керак:

$\ell = 0,7$ м	агар қувур диаметри	$D_{\delta k} < 400$ мм
$\ell = 1,0$ м	$D_{\delta k} = 400...1000$ м	бўлганда
$\ell = 1,5$ м	$D_{\delta k} > 1000$ мм	бўлганда

**23 – маъруза. ГЭҚларида гидравлик зарб. Гидравлик зарб (ГЗ) нинг физик асослари. Қаттик ГЗ модели. Элгиловчан трубада сиқилувчан суюқлик ҳаракати. Турғун ГЗ ва трубопровод характеристикалари. ГЗ математик модели. ГЗ моделини сонли ҳисоблаш усули. ГЗни камайтириш чоралари.**

### *Гидравлик зарбаанинг физик асослари*

Босимли қувурда сув тезлигининг тез ўзгариши натижасида босим ошиши ва камайиш ходисаси гидравлик зарбаа дейилади. Агар қувурда қулфак (затвор, задвижка) тезда ёпилса, унинг олдида босим ошади, орқасида босим камаяди. Қулфак тезлик билан очилса, унинг олдида босим камайиб, орқа томонида босим ошади. Тезлик ўзгариши ҳисобига сувнинг энергияси ўзгаради ва бу босим ўзгаришига олиб келади.

ГЭҚ ларида қулфак роли жуда каттадир, чунки улар сув сарфини тартибга солади. ГЭС да юкланиш пасайганда турбина қувурида босим ошиши, сув чиқариш қувурида вакуум ҳосил бўлиши кузатилади. Агар сув чиқариш қувурида вакуум ошадиган бўлса, оқим узилиши ҳосил бўлиб, сув ўз инерциясига кўра қўйи бьеф томон бир муддат ҳаракатланади, тўхтади ва орқа томонга йўналишини ўзгартиради. Шундай ҳодисалар паст напорли ГЭС ларда кузатилиб, турбина ва йўналтирувчи аппарат паррақларини ишдан чиқаради.

ГЭС юкланиши тезда оширилса ҳам босим ўзгариши вужудга келиб қувурларни ҳисоблашда бу босимни ҳам ҳисобга олиш зарур.

### *Гидравлик зарбанинг асосий тенгламаси. Қувурнинг биринчи ҳарактеристикаси*

Қувур қобиғи эластик (деформацияланадиган), сув эса сиқилувчан. Гидравлик зарба таъсирда, яъни қувур охирида жўмрак ёпилганда, қувурда 1-1 кесимгача ўзгариш сезилади, сув зичлиги бу участкада ошади. Гидравлик зарба тўлқини тезлиги  $C$ ,  $D$  диаметри, қалинлиги  $\delta$  бўлган қувурда:

$$C = \frac{C_0}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon \cdot D}{E \cdot \delta}}}$$

бу ерда  $C_0$  - суюқликдаги товуш тезлиги, сув учун  $C_0=1425$  м/с;

$\varepsilon$  - суюқликнинг ҳажмий эластиклик модули,  $\varepsilon_{\text{суб}}=2,1 \cdot 10^4$  кг с/см<sup>2</sup>≈2,1 ГПа;

$E$  - қувур материали эластиклик модули; ҳар-хил материал учун улар катталиги қуйидагичадир:

пўлат ва темир	$E=2,1 \cdot 10^6$ кг с/см <sup>2</sup> ≈210 ГПа
чугун	$E=1 \cdot 10^6$ кг с/см <sup>2</sup> ≈100 ГПа
бетон	$E=2,1 \cdot 10^5$ кг с/см <sup>2</sup> ≈21 ГПа
ёғоч	$E=1 \cdot 10^5$ кг с/см <sup>2</sup> ≈10 ГПа

Пўлат қувурлар учун  $C=750 \div 1200$  м/с, Темирбетон қувурлар учун  $C=900 \div 1100$  м/с, ёғоч қувурлари эса  $C=250 \div 700$  м/с олинади.

Қувур узунлиги  $L$  бўлса зарба тўлқини  $L/C$  вақтда резервуарга етиб боради, орқага қайтган тўлқин қулфакга қараб ҳаракатланади ва шу (процесс) жараён босим нормал қийматига етгунча давом этади.

Одатда қулфакни бир онда ёпиш қийин,  $T_{\text{ЗАТ}}$  секундда уни ёпиш мумкин  $L/C$  да биринчи тўлқин резервуарга етиб, орқага  $L/C$  да қайтади. Бу вақтни **зарба тўлқини фазаси** дейилади:

$$\tau = \frac{2 \cdot L}{C}$$

Агар  $T_3 \leq \tau$  бўлса резервуардан қайтган тўлқин қулфак ёпилганда унга етиб келади. Бундай зарба **тўғри зарба** дейилади.

$T_3 > \tau$  да босим кўпайиши максимал қийматига етиб ўлгурмайди. Буни **тескари (нотўғри) зарба** дейилади.

Қулфак очилганда манфий гидравлик зарба кузатилади.

Зарба ҳодисаси учун ҳамма кучларнинг х ўқиға проекцияси:

$$f + \Delta f - p_0 + \Delta p = f \cdot p_0 - \Delta f \cdot p_0 + \Delta p \cdot \Delta t = \Delta p f \Delta t$$

Ҳаракат миқдори қонуниға асосан:

$$-m \cdot \Delta v = \Delta p \cdot f \cdot \Delta t$$

$m = \gamma \cdot f \cdot \frac{\Delta x}{g}$  ва  $\Delta x = C \cdot \Delta t$ , ва  $\Delta t \leq \frac{\alpha}{C}$ , эканлигини ҳисобға олиб, гидравлик зарба

тенгламасини ёзамиз:

$$\Delta p = -\frac{\gamma}{g} \cdot C \cdot \Delta v = -\rho \cdot C \cdot \Delta v$$

$\frac{\Delta p}{\gamma} = \Delta H_n$  - эканлигини инобатға олиб Н.Е. Жуковский формуласини оламиз.

$$\Delta H = -C \cdot \frac{\Delta v}{g}$$

ёки

$$\Delta H_{II} \approx H - H_0 = -C \cdot \frac{\Delta v}{g}$$

$\Delta H = -C \cdot \frac{\Delta v}{g}$  ва  $\Delta H_{II} \approx H - H_0 = -C \cdot \frac{\Delta v}{g}$  формулаларда  $\Delta v > 0$  да  $\Delta H < 0$  ва босим камайиши кузатилади. Бу формулалардан қувур узунлиги  $L_{TP} \approx 20 \cdot D_{TP}$  ҳолларда фойдаланиш мумкин.

Агар қувурда сув тезлиги  $v_0$  дан  $v$  гача ўзгарса, напор ошиши:

$$\Delta H_{TV\Delta mC} = H - H_0 = \frac{C}{g} (v_0 - v)$$

Максимал босим ўзгариши  $v_{0\max}$  дан  $v=0$  да:

$$\Delta H_{MAX} = C \cdot \frac{v_{0\max}}{g}$$

ёки

$$\Delta H_{MAX} = H_{MAX} - H_0 = \frac{C \cdot v_{0MAX}}{g} = \xi \cdot H_0$$

Ўлчамсиз  $\xi$  катталикини *қувурнинг биринчи ҳарактеристикаси* дейилади.



$\xi$  ни  $v_{0\max}=5$  м/с ва  $C=1000$  м/с да  $H=100$  м ни ташкил этади. Агар ГЭС напори  $H_0=100$  м бўлса, унда  $\xi=5,1$  ва зарба вақтида қувур охириги участкасида напор  $H_{MAX} = H_0 + \Delta H = 100 + 510 = 610$  м, яъни 6 марта ошади.

Айрим ҳолларда  $\xi=2\mu=2\rho$  деб қабул қилинади.

### **Қувурда ички босим ва напор камайиши. Тескари зарба**

Қулфак очилганда унинг олдинги участкасида босим камайиши кузатилади. Қулфакда напор катталиги:

$$H = H_0 - \Delta H \quad (23.1)$$

бу ерда  $\Delta H$  - напорнинг абсолют пасайиши.

Нисбий напор камайиши  $\Delta h = -y$  деб белгиласак:

$$y = \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{H_0 - H}{H_0}, \quad (23.2)$$

Биринчи фаза зарба учун:

$$q_{I1} \sqrt{1 - y_1} = q_{I0} + \frac{y_1}{\xi}, \quad (23.3)$$

Қолган фазалар учун

$$q_{I_n} \sqrt{1 - y_n} = q_{I_0} + \frac{y_n}{\xi} + \frac{2}{\xi} \sum_{i=1}^{n-1} y_i, \quad (23.4)$$

Тўлиғича ёпилган қулфак очилганда  $q_{I_0} = 0$ , биринчи фаза учун:

$$q_{I_1} \sqrt{1 - y_1} = \frac{y_1}{\xi}, \quad (23.5)$$

Бунда  $y_1 < 1$ , чунки  $y_1 = 1$  да тенгламанинг чоп томони нулга тенг,  $y_1 > 1$  да кичиклашади демак  $\Delta H < H_0$  ва напор нулгача пасаймайди.

Аниқланишича  $\xi = 3$  ва  $q_{I_0} = 1$  да нисбий напор камайиши  $y_1 = 0,908$ .

(23.1)...(23.5) тенгламалар асосида қулфак олдида қувурдаги ички босим камайишини аниқлаш мумкин:

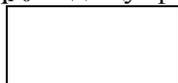


бу ерда  $-\Delta H_{II}$  - пьезометрик баландлик пасайиши.

$q_{I_0}$  - нинг тўғри чизиқли ўзгаришида кичик юкланишлар ошишида  $q_{I_0} = 0$  дан бошлаб  $\sqrt{1 - y} \approx 1 - \frac{y}{2}$  деб оламиз. Буни (23.2) га қўйиб, қулфакдаги биринчи фаза напор камайишини топамиз:

$$y_1 \approx \frac{2\sigma}{1 + \frac{q_{I_0} \xi}{2} + \sigma} \quad (23.6)$$

$y_{1 \max}$  каттароқ қиймати  $q_{I_0} = 0$  да қулфак ёпиқ ҳолда кузатилади.



Узоқлашган фазаларда  $y_{n-1} \approx y_n \approx y_m$  деб олсак:

$$y_m = \frac{2\sigma}{2 + \sigma}$$

$y_1 = y_m$   $q_{I_0} = \frac{2}{\xi}$  да кузатилади.

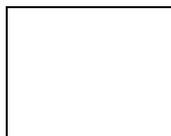
### **Ўзгарувчан характеристикали қувурларда гидравлик зарба**

Дастлабки ҳисобларда тармоқланмаган қувурлар учун тахминий усулни қўллаб, қувурни эквивалент содда қувурга алмаштирилади. Бундай алмаштириш аниқ натижа бериши фазалар сони қулфакни ёпиш вақтида етарлича катта бўлганда амалга ошиши мумкин.

Агар қувур  $n$  - участкадан,  $l_1, l_2, \dots, l_n$  Узунликдан, уларда тўлқин тарқалиш тезлиги  $C_1, C_2, \dots, C_n$  бўлса, эквивалент қувурда  $L = \sum_{i=1}^{i=n} l_i$ . Тўлқин тезлиги вақти  $\frac{L}{C_{yp}}$  алоҳида участкалардаги вақтга тенг бўлиши керак.

$$\frac{L}{C_{yp}} = \frac{l_1}{C_1} + \frac{l_2}{C_2} + \dots + \frac{l_n}{C_n} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{l_i}{C_i}$$

Бундан



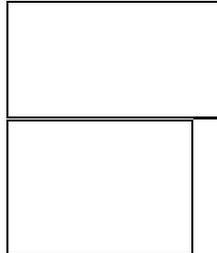
$q_{I_0} = 1$  ва  $H_0$  напорда қувурдаги сув тезлиги  $v_1, v_2, \dots, v_n$  бўлсин. Эквивалент қувурдаги сув кинетик энергия запаси  $\rho \cdot Q \cdot \alpha \cdot v_{yp} / 2$  ҳар бир участка кинетик энергиялари йиғиндисига тенг



Унда

$$v_{yp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} l_i \cdot v_i}{L}$$

Тескари зарбада босим ошиши:



Лекин тўғри зарбада  $C_1$  ва  $v_{0\max}$  қувур биринчи участкасида қўйилиши керак.

Н.А. Картвелишвили таъкидлашича айрим ҳолларда (қувурларда тенглагич резервуар бўлса ёки тармоқланган қувурларда) юқоридаги усул тўғри натижа бермаслиги ва шундай ҳолларда Шнидер-Бержерон тенгламасидан фойдаланиш зарурлиги айtilган.

**Тартибга солишнинг идеал қонуни. Қувурнинг иккинчи характеристикаси**

ГЭҚ ларида гидравлик зарба вақтида (қулфак ёнида напор ошиши) идеал қонун қўлланилса тартибга солиш яхшиланиб, напор қиймати минимумга келтирилади. Ундан ташқари напор

ошиши  $q_I$  кўрсаткичга боғлиқ бўлиши аниқланган,  $q_I = \frac{Q_I^*}{Q_{I0}^* \max}$  - чўмичли турбинага

$q_I = \frac{Q_I'}{Q_{I0} \max}$ , - реактив турбинага тескари зарба учун занжир тенгламани ёзиб:



Ҳар қандай  $n$  фазада  $\Delta H$  ни ( $v_n$  ва олдинги фазаларда напор ошиши аниқ бўлса) топиш мумкин.

Бу тенгламани юкланиш нулга тенг бўлганда  $v_0=v_{0\max}$  дан  $v_n=v_{\text{охир}}$  гача ўзгарганда  $\Delta H_{\text{бошл-ч}}$  ошиши ва  $\Delta H_{\text{охирг}}$  охириги фазадаги ўзгариши бўлганда қуйидагича ёзиш мумкин.

Напор ошишини ҳамма  $K$  фаза учун қўшиб қуйидагини ёзамиз:



Агар ҳамма фазалар охирида ва биринчи фаза бошида бир хил напор кйлайиши кузатилса

$$\sigma \cdot H_0 = \Delta H_{\text{бош.}} = \Delta H_1 = \Delta H_2 = \dots = \Delta H_{\text{охир.}}$$

Унда фазалар сони:

$$K = \frac{T_3}{\tau} = \frac{C \cdot T_3}{2 \cdot \alpha} \text{ ва } K \cdot \sigma \cdot H_0 = C \cdot \frac{v_{0\max}}{2g}$$

Бу тенгликдан:



Ўлчамсиз катталик:

$$\sigma = \frac{L \cdot v_{0\max}}{g \cdot H_0 \cdot T_3}$$

$\sigma = \frac{L \cdot v_{0\max}}{g \cdot H_0 \cdot T_3}$  ни *кувурнинг иккинчи хараактеристикаси* дейлади. Бу эса  $\Delta H_{\min}$  ни

назарий кўпайишини беради ва қуйидагида олинади:

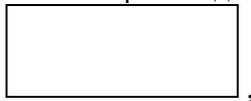
$$\Delta H_{\min} = \Delta H_{\text{бощ}} = \Delta H_1 = \Delta H_2 = \dots = \Delta H_K$$

Бу режимдан четга чиқиш натижани ёмонлаштиради, чунки  $T_3 = \text{const}$  ҳолатида напор кўпайиши қандайдир фазада  $\Delta H_{\min} = \sigma \cdot H_0$  дан катта бўлади. Реал шароитда напор кўпайиши биринчи фазада  $\Delta H_{\text{бощ}} = 0$  дан  $\Delta H_1$  гача ҳосил бўлади. Бошқа фазаларда худди шундай напор кўпайишини ушлаб турилса  $\Delta H_1 = \Delta H_2 = \Delta H_3 = \dots = \Delta H_X$ , унда юкланиш (нагрўзка) нулга тенглашганда тартибга солишнинг идеал режимига эга бўлинади. Бунда напор ошиши  $\sigma \cdot H_0$  дан озгина катта бўлади.

Бунинг учун иккинчи фазадан бошлаб, қолган ҳаммасида  $q_1$  ни ўзгармас ушлаб туриш керак.

Текширишлар кўрсатишча идеал режимдан бошқа режимларда  $\sigma \cong \Delta H_{ep}$  (ҳамма фазалар охирида) бўлади.

Айрим ҳолларда  $\sigma$  ўрнига  $T_1$  ни, яъни напорли водовод инерция доимийсини қўлланилади:

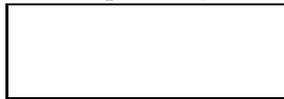


бу ерда  $n$  - трубопровод участкалари сони;

$L_i$  - узунлик;

$f_i$  -  $i$  - участкадаги қувур кесим юзаси.

Қувур кесим юзаси ҳамма участкада бир хил бўлса,  $T_1$  қуйидагига тенг бўлади:



### ***Гидравлик зарбанинг олдини олиш усуллари***

ГЭҚ ларда гидравлик зарбанинг кучини камайтириш учун турли усуллардан фойдаланишади. Уларнинг орасида энг самарали усуллардан бири сув йўлини ёпувчи мосламалар (қулфак, йўналтирувчи аппарат, ясси затвор ва бош.) ишини гидравлик зарба қийматини камайтиришга дастур асосида мослашдир. Бу усул гидравлик зарба дастурли ёпилиши деб аталади ва унинг моҳияти шундан иборатки, гидравлик зарба ўзининг табиатига кўра сув тезлиги кескин ўзгаргандагина юзага келади, агар сув тезлиги аста – секин маълум бир қоида асосида ўзгартирилса бу ҳодиса юз бермайди. ГЭС ларда сув йўлини ёпувчи мосламаларнинг ёпилиш вақтини  $T_{\text{ён}}$  агрегатнинг айланиш частотасини ҳисобга олган ҳолда аниқлашади.

Гидравлик зарбанинг қийматини камайтиришнинг усулларига тенглагич резервуарларни ўрнатиш, сувни чиқариб юбориш, қувурнинг вакуум ҳосил бўладиган жойларига ҳаво киритиш, насосларда тескари клапан ёнига резервуарлар, сув – ҳаво қалпоқларини ўрнатиш ва бошқалар киради. Босим қувуридаги сув ичига ҳаво киритилиши натижасида зарба тўлқинининг тарқалиш тезлиги камаяди ва натижада гидравлик зарба миқдори ҳам камаяди.

М.М. Мухаммадиев, Б.Уришев, У.У. Жонқобилов насос станцияларнинг узун босим қувурларида тескари клапан олдига ўрнатиладиган эластик демфпер (сўндирувчи) конструкциясини таклиф қилишган (23.1 – расм). Ушбу эластик демфпернинг бошқалардан афзаллиги шундан иборатки, унинг конструкцияси нафақат тўғри гидравлик зарбани, шунингдек тескари гидравлик зарбани ҳам сўндириш имконини беради.



Республикамизда ҳам кичик қувватли ГЭС ларни барпо қилишга кейинги йилларда эътибор берилмоқда, ҳозирги кунда кичик гидроэнергетик ресурслар ва уларни ўзлаштириш бўйича ҳукуматнинг бир қатор дастур ва қарорлари қабул қилинган.

Ҳозирги давргача КГЭСлар учун амалиётда қабул қилган умумий классификация йўқ. Улар классификацияси ҳар хил параметрларга асосан берилиши мумкин. Масалан, Лотин америкаси мамлакатларига номинал қувват бўйича: микроГЭС - 100 кВт гача; мини-ГЭС - 100... 1000 кВт, кичик - 1000 - 10000 кВт.

Жаҳон энергетик комиссиясининг 1977 йил Стамбулда бўлиб ўтган X конгрессида КГЭС ларга 10000 кВт гача ГЭСлар киритилиши танланган. Кўпгина давлатларда КГЭСлар қуввати 30 МВт гача олинади.

МДХда напор бўйича КГЭС классификацияси қуйидагича:

- паст напорли  $H < 20$  м;
- ўрта напорли  $H = 20 \dots 75$  м;
- катта напорли  $H > 75$  м турларга ажратилади.

Бундан ташқари, гидроагрегат максимал қуввати 10 МВт, умумий номинал қувват 30 МВт бўлиши мумкин. Гидротурбина диаметри 3 м гача бўлишига эътибор қаратилган.

КГЭС классификациясини иш режимига кўра: электроэнергетика-тармоғига; алоҳида истеъмолчига; алоҳида истеъмолчига бошқа энергия манбаи билан параллел ишлайдиган хилларга ажратилади; автоматлаштирилган ва бошқа классификацияларини келтириш мумкин.

Сув миқдоридан фойдаланишга кўра табиий сувдан, тартибга солинган сувдан фойдаланишга ажратилиши мумкин.

КГЭСдан электроэнергия истеъмолчилари фойдаланишга кўра қуйидагича гуруҳларга ажратилиши мумкин:

- 200 одам яшайдиган қишлоқ поселкаси – 100 кВт;
- 25000 т/йил пиширадиган нон заводи – 250 кВт;
- 100000 м<sup>3</sup>/йил тахта чиқарадиган завод – 500 кВт;
- темирбетон маҳсулоти чиқарадиган завод, 100000 м<sup>3</sup>/йил - 1000 кВт;
- шакар чиқарадиган 30000 т/йил – 100 кВт;
- насос станция ёрдамида суғориладиган 4000 га майдон - 10000 кВт.

### ***Кичик ГЭСлар схемаси ва уларнинг асосий параметрларини аниқлаш.***

Замонавий КГЭСларни лойиҳалаш технологияси бир неча характерли хусусиятларга эга. Бунда 50-йиллардаги гидроэнергетик объектларни лойиҳалаш тажрибасининг етарли эмаслиги, уларни фақат айрим адабиётлардан ва эксплуатациядаги КГЭСлардан фойдаланиб билиш мумкин бўлган. Шунинг учун улар ҳозирги норматив ва услубий ишланмаларда кўрсатилмаган.

КГЭСларни келажакдаги авлодини яратиш учун янги ёндашувлар, ишланмалар, илмий изланишлар зарур. Бунинг учун бундай таҳлил ва изланишларни давом эттирилиб, қуйидаги тартиб ва талабларни асослаш керак:

1. КГЭСлар тўла автоматлаштирилган ва доимий эксплуатацион персоналсиз ишлаши шарт. Бунда уларнинг иқтисодий самарадорлиги оширилиб, эксплуатация харажатлари ва капитал сарф камайишига эришилади.

2. Аниқ КГЭС объектини лойиҳалаш унификациялашган лойиҳавий ечимлар асосида олиб борилиши керак.

Унификацияга бутун гидроузел иншоотлари ёки айрим энергетик ва гидротехник иншоотлари тўғри келиши мумкин.

Энергетик иншоотларни унификациялашган ечимларига КГЭС биноси, турбина водоводлари ва сув қабул қилиш иншоотлари киритилиб, уларнинг бир гидроагрегат қуввати 3...5 МВт гача қўлланилиши мумкин. Катта қувватли КГЭСлар учун алоҳида иқтисодий ечимлар топишга тўғри келади.

Бунда ҳам албатта унификациялашган гидравлик куч жиҳозлари ва автоматик тизимлардан фойдаланиш зарур.

3. Унификацияланган КГЭС лойиҳасидан фойдаланишда бир этап ишларини бажариш лозим КГЭС қурилиши техник-иқтисодий ҳисоблардан асосланган кейин ишчи лойиҳа бажарилади ва ишчи ҳужжатлар конкрет шароит учун ишлаб чиқилади.

Агар КГЭСлар комплекс гидроузел таркибига киритилса, уларни лойихалаш бир этапда гидроузел билан бажарилади.

Бу кўрсатма ва фикрларга асосан КГЭСлар лойихасида сув оқимидан фойдаланиш схемалари напор ҳосил қилиш усулига кўра:

- тўғонли;
- деривацияли (24.1 – расм);
- аралаш схемали хилларга ажратилади.

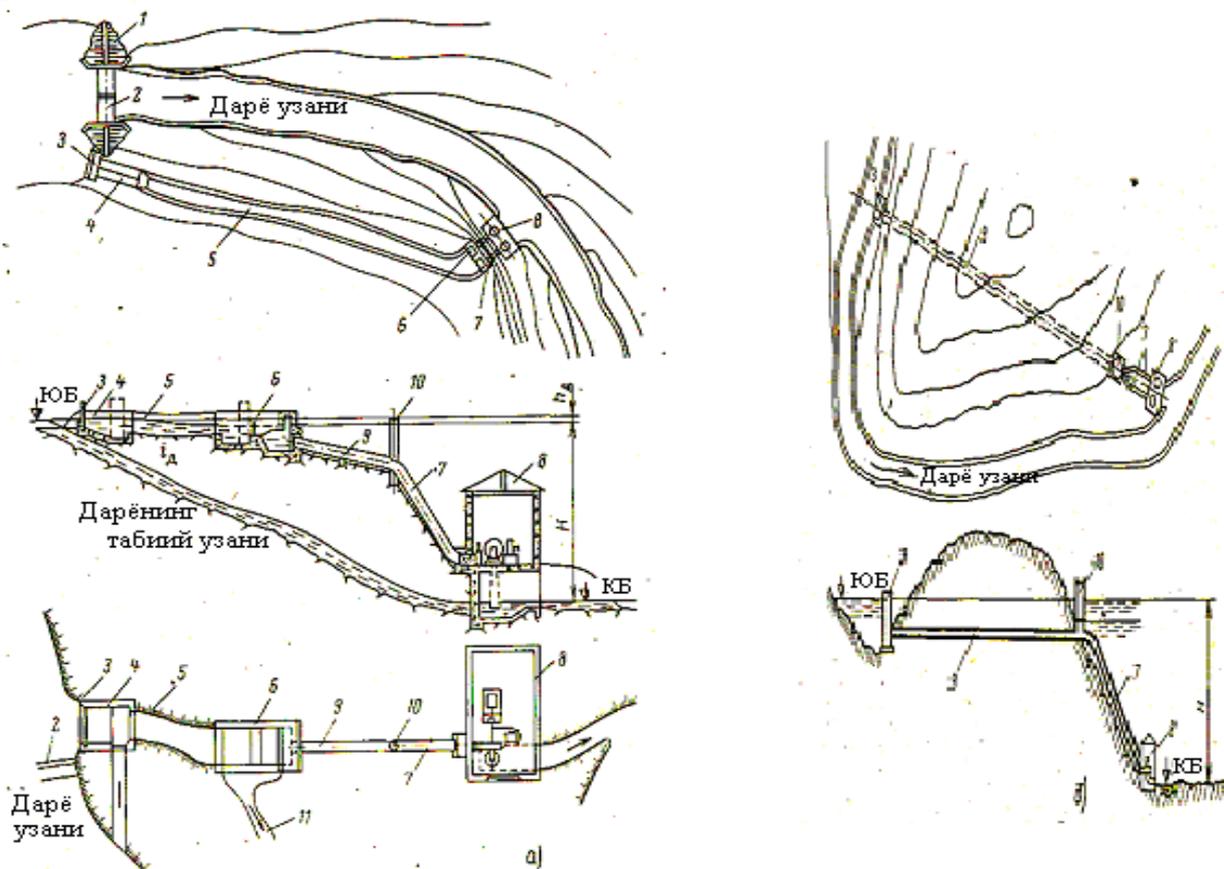
Тўғонли схема орқали напор ҳосил қилишда дарё оқимиға перпендикуляр равишда створ-тўғон қурилади. Бунда ҳосил бўладиган сув омбор дарё сувини қайта тақсимлашға хизмат қилади.

Дарё ўзани КГЭСи жойлашиға кўра иккита компоновка вариантиға эға булади.

КГЭС биноси дарё ўзанида жойлашдганда напор ҳосил қилувчи иншоотлар таркибига қиради ва напор таъсири остида жойлашади. КГЭС биноси баландлиги напор орқали аниқланиб, улар компоновкасида 4...6 м гача фойдаланилади.

КГЭС биноси қурилишиға капитал сарфнинг ошишиға собаб дарё ўзанида (перемичка тўсинлар қуришға ва котловандан сувни чиқариб), дарё сувини ўказиб туришға тўғри келади.

КГЭС биносининг айланма каналда жойлашиши дарё ўзанидан нарироқда бўлиб, асосий иншоотларини (КГЭС биноси, оқова нов) қуруқ шароитда яратишға ва қурилиш ишлаб чиқаришни соддалаштиришға ва натижада умумий гидроузел нархини камайғиришға ёрдам беради.



**7.1-расм. Деривацион ГЭСли гидроузел иншоотларини жойлаштириш вариантлари:**

- 1-берк тўғон; 2-оқова нов тўғон; 3-сув қабул қилғич; 4-сув тиндирғич; 5-деривацион канал; 6-босимли бассейн; 7-турбина водоводлари; 8-ГЭС биноси; 9-деривацион босимли туннель (трубопровод); 10-тенглагич резервуар; 11-босимли бассейн сув ташлагичи.

Бундай компоновкалар напор 6... 8 м оралиғида ишлатилади, тўғон орти КГЭС компоновкасида у тўғон орқасида қуйи бьеф томонида жойлаштирилади (24.2-расм).

Гидротурбиналарға сувни махсус напорли водоводлар ёрдамида келтирилади. Бунда КГЭС биноси напор таъсири остида жойлашмайди ва 15...20 м гача напорда фойдаланилади.

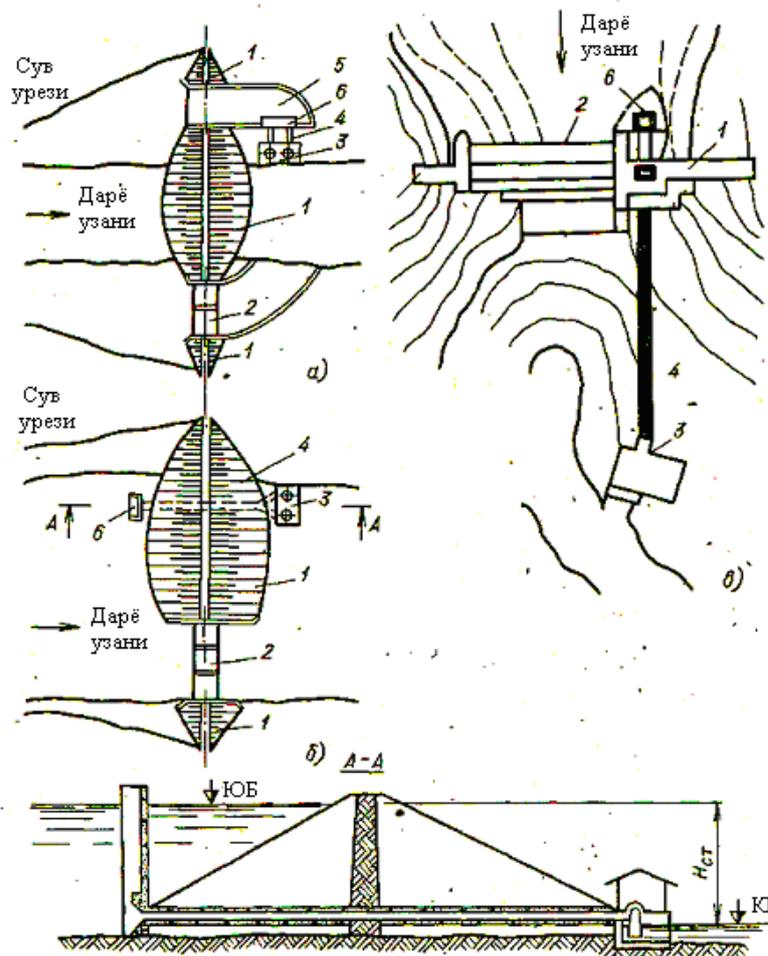
Деривацион схемада напор ҳосил қилиш учун табиий дарё ўзанидан сувни сувний водовод, канал ёки туннел орқали тармоққа олинади. Шу собабли водовод охирида сув сатҳи дарё сатҳидан катта бўлади. Бу фарқ орқали напор ҳосил қилиниб, у 15,,20 м дан ошиқ бўлади.

Деривацион водовод хилига кўра уни, яъни КГЭСни напорли ёки напорсиз деривацияли деб аталади.

Напорсиз деривацияли КГЭСларда сув дарёдан напорсиз водовод (очиқ канал, лоток) ёки туннел орқали тармоққа олинади.

Бунда деривация йўли юқори бьеф сатҳига яқин қилиб олинади. Унинг узунлиги топографик шароитдан ва техник-иқтисодий самарадорлик орқали аниқланиб бир неча километрга етиши мумкин.

Напорли деривацион КГЭСда трубопроводдан ёки напорли туннелдан фойдаланиб, уни юқори бьеф отметкасидан пастда жойлаштирилади ва сув омбори фойдали ҳажми ва ишлатиш чуқурлигини кўпайтириш имконияти турилади. Топографик шароит яхши бўлса, деривацион водовод узунлиги қискартирилади.



**24.2-расм. Тўғон орти ГЭСи гидроузел иншоотларини жойлаштириш (компановкалар) вариантлари:**

а – сувни ГЭС биносига босимли бассейн орқали келтириш; б – сувни ГЭС биносига тупроқли тўғон тагида жойлаштирилган трубопровод орқали келтириш; в – сувни ГЭС биносига туннел орқали келтириш; 1 – берк тўғон; 2 – оқова нов тўғони; 3 – ГЭС биноси; 4 – турбинали водовод; 5-босимли бассейн; 6-сув қабул қилиш иншооти.

### **Кичик ГЭСлар энергетик кўрсаткичлари**

Умуман, гидроэнергетик қурилмаларнинг сув энергетик ёки сув хўжалик ҳисобларини, жумладан, КГЭС учун ҳам сув энергетика ҳисобларини бажариш натижасида улар номинал қуввати ва ишлаб чиқадиган электр энергия катталиги, ҳар хил режимдаги сув сарфи юқори ва куйи бьефлардаги сув сатҳи ўзгариши, напор ўзгариши диапазони ва бошқалар аниқланади.

Бу ҳисобларни бажариш учун қуйидаги катталиклар талаб қилинади: мўлжалланаётган КГЭС створи учун дарё суви миқдори маълумотлари; максимал ва минимал дарё суви миқдори; кишки ва ёзги даврлардаги сув сарфи ва сатҳи ўртасидаги боғланишлар; сув омбори топографик характеристикалари, яъни  $W$ ,  $F=f(Z_{ю.б})$ ; электр энергияси истемолчилари ҳақидаги маълумотлар, яъни суткалик юкланиш графиги  $N=f(t)$ ; йил давомидаги сувдан фойдаланувчилар тўғрисида маълумотлар.

Дарё суви миқдорини тартибга солиш имконияти даражаси фойдали ва ўртача кўп йиллик сув миқдори нисбатидан, яъни  $W_{ф}/W_{куйи}$  дан ва табиий сув миқдорининг вақт бўйича нотекис тақсимланганидан топилади. Кўп йиллик, мавсумий ва ҳатто ҳафталик сув миқдорини тартибга солиш КГЭСда амалда қўлланилмайди, чунки бунда керакли фойдали ҳажм сув омбори учун капитал сарф ошишига ва КГЭС қурилиши самарадорлигининг пасайишига олиб келади.

Суткалик тартибга солиш КГЭС учун энг асосий ҳисобланиб, кўпгина ҳолларда КГЭС тартибга солинмас табиий режимда ишлайди. Бундай КГЭСларда юкори бьеф сатҳи ўзгаришсиз қолиб, сезиларсиз ўзгаришлар қуйи бьефда напор тебраниши ҳисобига кузатилиши мумкин.

КГЭСларда суткалик тартибга солиш ҳисобига электр энергияси ишлаб чиқариш табиий дарё режимидан камроқ бўлади, чунки қуйи бьеф сув сатҳи давомида баландроқ кузатилади. Ўзгармас сув сарфида, яъни табиий режимда эса сув сатҳи қуйи бьефда паст бўлади.

Суткалик энергия йўқолиши  $\Delta E_{сут} = 9,81 \cdot Q \Delta h \eta_{га}$  фойдаланиладиган напор катталигига боғлиқ. Кичик напорда бу йўқотишлар сезиларли бўлиб, паст напорли КГЭСда у 3...5 % гача табиий сув сарфида кузатилиши мумкин.

Сув энергетика ҳисоблари характерли йил учун бажарилиб, қуйидагилар олинанди:

- ўртача сувли йил, кўп йиллик ўртача сув миқдorigа яқин; бу йил бўйича ҳисобий сув сарфи ГЭС учун танланиб  $Q_x^{ГЭС}$  берилган напорда  $W_{ГЭС}$  ва  $E_{ГЭС}$  ни топишга ёрдам беради;
- камсувли 75% ёки 90% ли таъминланганликка эга сув миқдори; бу йил бўйича ГЭС сув билан таъминланганлиги текширилиб, кам сувли даврдаги электр энергияси ҳисобланади.

Гидрометриқ маълумотлар етарлигига кўра ўртача ёки кам сувли давр танланади. Бу кузатишлар 8...10 йил бўлганда статик таҳлил усули қўлланилиб, кузатишлар қисқа муддатли бўлса, ўхшашлик усулидан фойдаланилади. Тўғридан тўғри дарё суви кузатишлари етишмаса ҳисобий гидрографлар сув миқдори модули ва коэффициенти орқали ва махсус хариталардан фойдаланиб қурилади.

Кичик ГЭС қуввати  $N_{ГЭС} = 9,81 \cdot QH \eta_{эн.ус}$

бу ерда  $H$  - фойдали соф напор, м;  $Q$  - сув сарфи, м<sup>3</sup>/с.

### ***Кичик ГЭС иқтисодий самарадорлиги.***

КГЭСлар иқтисодий кўрсаткичлари кўпгина омишлар – номинал (ўрнатишган) қувват, тайёр напор фронти мавжудлиги, энергетик жиҳозларнинг стандартлаштирилганлик даражаси (индивидуал ёки серияли тайёрланганлиги), лойиҳавий қарорларнинг намунавийлиги, бошқарувнинг автоматлаштирилганлик даражаси ва бошқаларга боғлиқ.

Катта ГЭСлардаги каби КГЭСларни қуриш вақтида ҳам бошланғич ҳаражатлар бошқа хилдаги электр станциялардан нисбатан баландроқдир. АҚШда КГЭСга ажратиладиган капитал ҳаражатлар 1100-1400 дол./кВт га, Швецарияда 1800-2300 дол./кВт га, Англияда 2500 дол./кВт гача, Японияда 2300-3000 дол./кВт га етади.

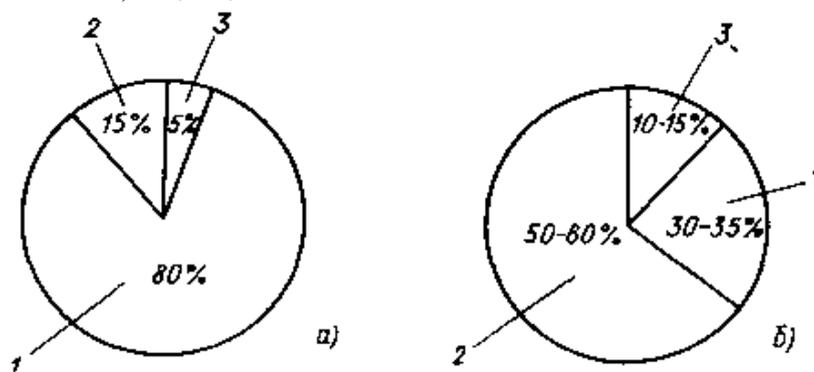
АҚШ энергетик федерал комиссияси берган маълумотларга қараганда бошқа хилдаги электр станцияларга ажратиладиган солиштирма капитал ҳаражатлар қуйидагидан иборат:

- Органиқ ёқилғида ишловчи ИЭС – 1500 дол./кВт гача.
- АЭС – 2000 дол./кВт.
- Улкан ГЭСлар - 1750 дол./кВт.

КГЭСлар бўйича йиллик ҳаражатлар нормал ҳолатдадир, гоҳида эса иссиқлик электр станцияларидагига қараганда анча пастдир. Бу эса ёқилғига ажратиладиган ортиқча ҳаражатнинг мавжуд эмаслиги, эксплуатация, таъмирлаш ишлари ва ишлатишга ажратиладиган ҳаражатнинг катта эмаслиги, шунингдек КГЭСларнинг кўп йиллик даври билан характерланади. Шундай қилиб, ҳозирги кунда АҚШда 1 кВт.соат электр энергиясининг таннари қуйидагидан иборат (цент/(кВт.соат)):

- ГЭС ( $N < 10$  минг кВт) – 1,8÷2,5;

- Дизелли электр станциялари – 10;
- ИЭС (N=100 минг кВт) – 3,4÷5,5;
- ИЭС (N=1000 минг кВт) – 3,1÷4,3;
- АЭС (N=1000 минг кВт) – 2,8÷3,8.



### 24.3-расм. Нарх кўрсаткичини таққослаш:

а-йирик ГЭС (N=626 минг кВт, H=16 м); б-кичик ГЭС (N=1,5 минг кВт, H=14 м);  
1-қурилиш-монтаж ишлари; 2-жиҳоз; 3-қурилишни лойиҳалаш ва уни бошқариш.

КГЭСларда катта ГЭСларга қараганда қурилишга кетадиган харажатларнинг бошқа турдаги тузилишига тегишлидир. КГЭСлар технологик жиҳозларига кетадиган харажатлар миқдори қурилиш-монтаж ишларини ўз ичига олгани ҳолда унчалик катта эмас, гоҳида эса ундан ошиши ҳам мумкин. Бу 7.4-расмда келтирилган. Ушбу расмда халқаро энергетик комиссия томонидан берилган маълумотлар бўйича катта ва КГЭСлар харажатлари тузилиши солиштирилган.

ХХРда қурилган 4,5÷612 м напорда ишловчи, қуввати 150-1200 кВт бўлган 25 та КГЭСлар бўйича аниқланган харажатлар тузилиши қуйидагичадир:

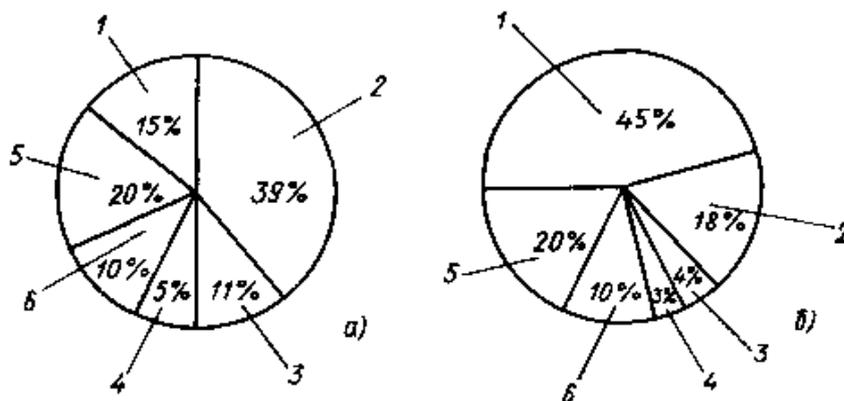
- қурилиш ишлари – 42÷65%;
- жиҳоз - 31÷48%;
- электр узатиш линиялари қурилиши - 4÷14%.

Финляндиянинг 25 та КГЭСини лойиҳавий қайта ишлаш натижасида олинган харажатлар структураси 24.1-жадвалда келтирилган.

Улкан ва катта ГЭСлардаги каби КГЭСларда ҳам гидротехник иншоотларни комплекс ишлатиш натижасида техник-иқтисодий кўрсаткичларни сезиларли даражада яхшиланади. Американинг «Алис-Чалмерс» фирмаси томонидан олиб борилган ҳисоб-китоблар бўйича тайёр напор ҳосил қилинган жойларда қуриладиган КГЭСларнинг солиштирма харажатлари 30÷50% гача ва ундан кўпроқга ҳам камайиши мумкин.

Стандарт ва унификациялаштирилган қарорларни қабул қилиш КГЭСлар харажатларини сезиларли равишда пасайтиради: АҚШ мутахассислари берган маълумотларга кўра стандарт жиҳозларни жалб қилишдан олинган фойда жиҳозларга ажратиладиган умумий харажатлар сонининг 10÷15% дан 30÷50% гача бўлиши мумкин.

КГЭСлар самарадорлигини оширишнинг муҳим йўналишларидан бири лойиҳалаш ва қурилиш муддатини қисқартиришдан иборат. Кўпгина чет эл фирмалари унификацияланган лойиҳалардан кенг қамровда фойдаланиш йўли билан КГЭСларни топшириқ олингандан кейин 12÷15 ой ўтгач эксплуатацияга топширишни таъминлайди. Унификацияланган лойиҳалардан фойдаланиш қурилиш нархини ҳам пасайтириш имконини беради.



**24.4-расм. Кичик ГЭСларга ишлатиладиган чиқимлар тузилиши:**

а-тайёр напор фронти мавжуд бўлганда; б-янги створда; 1-қурилиш қисми, 2-гидротурбина-генератор; 3-ёрдамчи электр жиҳозлар; 4-бошқа қолган жиҳозлар; 5-лойихавий изланиш ишлари; 6-қурилиш даврида чиқимларнинг ошиши.

24.1-жадвал.

**Харажатлар структурасига мисол (Финляндия)**

ГЭС қуввати, минг кВт	Қурилиш баҳоси, %				
	ГЭС биноси	Тўғон ва сув йўллари	Жиҳозлар		Қолган сарф харажатлар
			механик	электр	
<5	19	21	29	17	14
5÷10	25	22	19	17	17
>10	21	18	18	15	28

КГЭСларни унификациялаштиришдан иқтисодий самара чизмаларни унификациялаштириш (6 та ГЭС учун фақат 175 та чизма чиқарилган эди, оддий лойиха ишларида 450 та чиқарилиши керак), монтаж нархини камайтириш ҳисобига жиҳозларнинг умумий баҳосини 20% га камайтириш ва хизматдаги ходимларни ўқитиш натижасида олинган эди.

6 та КГЭС қурилиши бўйича харажатларнинг умумий камайиши 25% га етди.

Бирок, кўпгина чет эл фирмаларининг таъкидлашича унификацияланган лойиҳалардан фақатгина қуввати 5 минг кВт дан юқори бўлган КГЭСларни қуриш ишлари индивидуал лойиҳалар орқали бажарилиши тавсия этилади. Америка мутахассислари берган маълумотларга кўра КГЭСларни қуриш харажатлари напор камайгани сари қисқаради.

МХДлари энергетик корхоналарнинг тарифлар сиёсати ва иш фаолияти федерал энергетик комиссия томонидан умумдават маромида, маҳаллий жойларда эса регионал энергетик комиссия томонидан бошқарилади. Бунда энергия ва қувватнинг федерал улгуржи бозори (ЭҚФУБ) тарифлари федерал маромнинг устама сарфини айтарлик ўз ичига олмайди ва ЭҚФУБда энергия ишлаб чиқариш реал баҳосига яқин ҳисобланади, энергия ва қувватнинг регионал тарифлари эса кўпинча турли хил энерготизимлар учун ўта фарқли устама сарфнинг бир қисмини ўз ичига олади, бу эса ҳар доим ишлаб чиқаришнинг реал баҳосига мос келади. Шунга боғлиқ ҳолда энергетик лойиҳаларнинг самарадорлигини асослаш вақтида ЭҚФУБ электр энергиясининг қўлланилаётган ва тахмин қилинаётган тарифларига мўлжаллашга тўғри келади.

Ҳозирги даврда, иқтисодиётнинг ривожланиш даврида энергия бозорларидаги (бирлашган энерготизимларда ишловчи объектлар учун) сарф-харажат ва тарифларнинг пасайиши нуқтаи назаридан энергообъектнинг инвестицион таҳлилига алоҳида эътибор ажратиш лозим.

КГЭСларнинг инвестицион лойиҳаларининг иқтисодий самарадорлигини масалан, РАО «Россия ГЭСлари» томонидан берилган тавсиялар билан мос равишда давстлабки баҳолаш ишларини олиб бориш учун, энергиянинг инвестицион лойиҳалар қопланишини таъминловчи тарифлари самарадорлигининг катталаштирилган кўрсаткичлари қўлланилади. Бунда қўрилаётган КГЭСлар энергиясининг лойиҳалар қопланишини таъминловчи тарифларини энергия ва қувватнинг улгуржи бозорида айланган тарифлари билан солиштириш натижасида самарасиз

лойихаларни четлаштиришга ва шу билан бирга потенциал равишда кейинги реализация учун тўғри келувчи лойиҳалар сонини камайитиришга имкон яратади.

КГЭСлар самарадорлигини баҳолаш учун таклиф этилаётган, улар функцияларини бажариш шароитини ҳисобга олувчи ёндошув, лойиҳанинг дастлабки босқичида ишлатилиши мумкин. Бунда марказлаштирилган энерготаъминот билан ишловчи энерготизимлар таркибига киритилган, шунингдек марказлаштирилмаган, автоном равишда ишловчи КГЭСлар кўриб ўтилади.

Марказлаштирилган энерготаъминот билан ишловчи энерготизим таркибига киритилган КГЭСларнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш КГЭС томонидан ишлаб чиқарилаётган электр энергияси тарифининг ( $T_3^{ГЭС}$ ) энерготизимдаги электр энергияси тарифи ( $T_3^{ЭС}$ ) ёки экспорт тариф ( $T_{экс}^{ЭС}$ ) билан (чет эл ҳамкорлари билан электр энергиясини сотиб олиш ишлари мавжуд бўлганда) солиштириш йўли орқали амалга оширилади. КГЭС куйидаги талаб бажарилгандагина самарали ҳисобланади:

$$T_3^{ГЭС} \leq T_3^{ЭС}.$$

Электр энергияси тарифларини шакллантириш асосида уни ишлаб чиқариш учун ГЭСларда ишлатиладиган сарф-ҳаражат ётади.

КГЭС томонидан ишлаб чиқарилаётган электр энергияси тарифи куйидагича аниқланади:

$$T_3^{ГЭС} = \frac{I^{ГЭС} + БФ = КНС}{Э_0^{ГЭС}},$$

бу ерда  $I^{ГЭС}$  – ишлаб чиқариш учун кетадиган йиллик сарф-ҳаражат;

БФ – электр энергияси сотувидан тушган баланс (тўлиқ) фойда (солиқлар ҳисобга олинмаганда);

КНС – кўшимча қилинган нарх учун солиқ;

$Э_0^{ГЭС}$  – КГЭС томонидан ишлаб чиқарилаётган ўртача йиллик электр энергияси.

КГЭСларда электр энергиясини ишлаб чиқариш учун кетадиган сарф-ҳаражат тўғридан тўғри эксплуатацион сарфни (ишлаб чиқаришдаги ходимлар учун ойлик маош, нафақа фондига тўловлар, социал кафолат фондлари, ёрдамчи материаллар, ишлаб чиқариш хизматлари учун кетадиган сарф-ҳаражат), шунингдек амортизация учун ажаратилган сарфни ўз ичига олади:

$$I^{ГЭС} = I_{экс}^{ГЭС} + I_a^{ГЭС},$$

бу ерда  $I_{экс}^{ГЭС}$  - тўғридан тўғри эксплуатацион сарф-ҳаражатлар;

$I_a^{ГЭС}$  - амортизация учун ажратилган сарф-ҳаражат.

Амортизацион ажратмалар асосий фондлар баҳоси ва «Асосий фондлар бўйича амортизацион ажратмалар нормалар...» билан мос равишда амортизацион нормалар бўйича аниқланади. КГЭСлар учун куйидаги кўрсаткичлар қабул қилиниши мумкин: асосий иншоотлар бўйича – 1%, ГЭС жиҳозлари бўйича – 2,2%.

КГЭСлар иқтисодий самарадорлигининг дастлабки ҳисобларида ишлаб чиқариш учун кетадиган сарф-ҳаражатларни капитал ҳаражатлар миқдоридан аниқлаш мумкин:

$$I^{ГЭС} = p_k \cdot K^{ГЭС},$$

бу ерда  $p_k$  - ўлчамсиз коэффициент;

$K^{ГЭС}$  – КГЭС бўйича капитал ҳаражатлар.

Капитал ҳаражатлар катталиги  $K^{ГЭС}$ , курилиш-монтаж ишлари баҳоси  $K_{кур}^{ГЭС}$ , технологик жиҳозлар баҳоси  $K_{жих}^{ГЭС}$ , шунингдек лойиҳа-изланиш ишлари учун кетадиган сарф-ҳаражатлар  $K_{лойих}^{ГЭС}$  ни ўз ичига олади:

$$K^{ГЭС} = K_{кур}^{ГЭС} + K_{жих}^{ГЭС} + K_{лойих}^{ГЭС}.$$

Смета ҳисоблари мавжуд бўлмаганда, КГЭСларда капитал ҳаражатларни тахминий баҳолаш учун статик қайта ишлаш натижасида олинган, умумлаштирилган боғлиқлик қўлланилса бўлади:

$$K^{ГЭС} = L \cdot k \cdot \left( \sqrt[n]{H} \cdot H^{-\alpha} \right)^{\beta} \cdot k_k,$$

бу ерда  $L$  – объект курилатган регион хусусиятларига боғлиқ ҳолда КГЭСнинг нарх кўрсаткичлари хилма хиллигини ҳисобга олувчи коэффициент,  $L=15600-22000$ ;

$k=0,67$  – ўлчамга эга бўлмаган коэффициент;

$N$  – номинал қувват, кВт;

$H$  – напор, м;

$\alpha=0,3$ ;  $\beta=0,82$  – ўлчамсиз коэффициентлар;

$k_k$  – АҚШ доллари курсини ҳисобга олувчи коэффициент.

Олдин ишлаган, ҳозир эса реконструкциялаш лозим бўлган КГЭС учун капитал харажатлар куйидаги формула билан топилади:

$$K_{p,a}^{ГЭС} = k_1 \cdot K^{ГЭС},$$

бу ерда  $k_1$  – КГЭС баҳоси пасайиши коэффициенти бўлиб, сақланиб қолган иншоот ва жиҳозлардан фойдаланиш имконини ҳисобга олади.

КГЭС учун баланс фойда ишлаб чиқаришнинг йиллик сарф-харажати 12% миқдорида ўрнатилган:

$$БФ = 0,12 I^{ГЭС}.$$

НДС эса йиллик сарф-харажат ва баланс фойданинг йиғиндиси 18% миқдорида ўрнатилган:

$$КНС = 0,18(I^{ГЭС} + БФ).$$

ГЭС томонидан ишлаб чиқарилаётган электр энергиясининг йиллик миқдори куйидагича аниқланади:

$$\mathcal{E}_o^{ГЭС} = P_y^{ГЭС} \cdot T_y^{ГЭС} \cdot (-k_{сн}^{ГЭС}),$$

бу ерда  $P_y^{ГЭС}$  – ГЭСнинг номинал қуввати;

$T_y^{ГЭС}$  – номинал қувват ишлатилган соатлар сони;

$k_{сн}^{ГЭС}$  – КГЭС ўз манфаати учун электр энергияси сарфини ҳисобга олувчи коэффициент.

Қайта курилган (реконструкция) КГЭСда ишлаб чиқарилаётган электр энергияси тарифи куйидагича аниқланади:

$$T_{\mathcal{E}}^{ГЭС} = \frac{1,12 \cdot p_k \cdot L \cdot k \cdot \left( \sqrt{N \cdot H^{-\alpha}} \right)^{\beta} \cdot k_s + НДС}{\mathcal{E}_o^{ГЭС}}, \text{ сўм/кВт.соат.}$$

Реконструкция қилинган КГЭСлар ишлаб чиқараётган электр энергияси тарифи аниқланиши куйидагича:

$$T_{\mathcal{E}}^{ГЭС} = \frac{1,12 \cdot p_k \cdot L \cdot k \cdot \left( \sqrt{N \cdot H^{-\alpha}} \right)^{\beta} \cdot k_s + НДС}{\mathcal{E}_o^{ГЭС}}, \text{ сўм/кВт.соат}$$

КГЭС самарадорлигини аниқлаш қаралаётган региондаги электр энергияси тарифи билан солиштириш йўли амалга оширилади. Тариф катталиги истеъмолчилар гуруҳи, энергиядан фойдаланиш ҳажми, регионда ишлаб чиқарилаётган (генерацияланаётган) қувват структураси, региондаги дефицитлик ҳолати ва бошқа ишлаб чиқариш ва конкрет бир регионнинг социал-иқтисодий хусусиятларига боғлиқ ҳолда шакллантирилади.

Автоном юкланишга ишловчи КГЭСлар самарадорлиги улар томонидан ишлаб чиқарилаётган электр энергияси тарифини альтернатив электр станциялари (одатда, дизель электр станцияси (ДЭС) қабул қилинади) томонидан ишлаб чиқарилаётган электр энергияси тарифи билан солиштириш орқали аниқланади.

Агар

$$T_{\mathcal{E}}^{ГЭС} \leq T_{\mathcal{E}}^{ДЭС}$$

бўлсагина КГЭС самарали ҳисобланади. Бу ерда  $T_{\mathcal{E}}^{ДЭС}$  – ДЭС томонидан ишлаб чиқиладиган электр энергияси тарифи.

ДЭСда ишлаб чиқиладиган электр энергияси тарифи куйидаги аниқланади:

$$T_{\mathcal{E}}^{ДЭС} = \frac{I^{ДЭС} + БФ + КНС}{\mathcal{E}_o^{ДЭС}},$$

бу ерда  $I^{ДЭС}$  – ДЭСда электр энергияси ишлаб чиқариш учун кетадиган сарф-харажат;

БФ – ДЭС электр энергиясини сотишдан олинган баланс фойда;

КНС - кўшимча қилинган нарх учун солиқ;

$\mathcal{E}_o^{ДЭС}$  – ДЭС томонидан ишлаб чиқиладиган электр энергиси.

ДЭСда ишлаб чиқаришга кетадиган йиллик сарф-ҳаражат тўғридан тўғри эксплуатацион харажатлар, амортизация ажратмалари, шунингдек ёнилғи учун кетадиган сарф-ҳаражатларни ўз ичига олади:

$$I^{ДЭС} = I_{экс}^{ДЭС} + I_a^{ДЭС} + I_{\mathcal{E}}^{ДЭС},$$

бу ерда  $I_{экс}^{ДЭС}$  - тўғридан-тўғри эксплуатацион сарф-ҳаражатлар;

$I_a^{ДЭС}$  - амортизация ажратмалар;

$I_{\mathcal{E}}^{ДЭС}$  - ёнилғи учун кетадиган харажатлар.

Дастлабки ҳисоблар учун тўғридан-тўғри эксплуатацион харажатлар ва амортизация ажратмалар йиғиндиси капитал харажатларнинг 15% га тенг деб олинаши мумкин:

$$I_{экс}^{ДЭС} + I_a^{ДЭС} = 0,15K^{ДЭС},$$

бу ерда  $K^{ДЭС}$  – ДЭС бўйича капитал харажатлар.

ДЭС бўйича капитал харажатлар катталиги қуйидаги боғлиқликдан фойдаланилган ҳолда аниқланиши мумкин:

$$K^{ДЭС} = k_y^{ДЭС} \cdot P_y^{ДЭС},$$

бу ерда  $k_y^{ДЭС}$  – ДЭС бўйича солиштира капитал харажатлар, сум/кВт (24.5-расмга қараган);

$P_y^{ДЭС}$  – ДЭСнинг ўрнатилган қуввати:

$$P_y^{ДЭС} = P_y^{ГЭС} \cdot k_p^{ДЭС},$$

$k_p^{ДЭС}$  - қувват бўйича эквивалентлик коэффициенти бўлиб, ДЭСнинг ўз манфаати учун кетказилган кўшимча қувватни ҳисобга олади ва (1÷1,1)га тенг бўлади.

Ёнилғи учун харажатлар қуйидагича аниқланади:

$$I_T^{ДЭС} = B_m^{ДЭС} \cdot C_m,$$

бу ерда  $B_m^{ДЭС}$  – ДЭСда ёнилғи сарфи, т;

$C_m^{ДЭС}$  – 1 т дизель ёнилғиси нархи.

ДЭСда ёнилғи сарфи қуйидагича аниқланади:

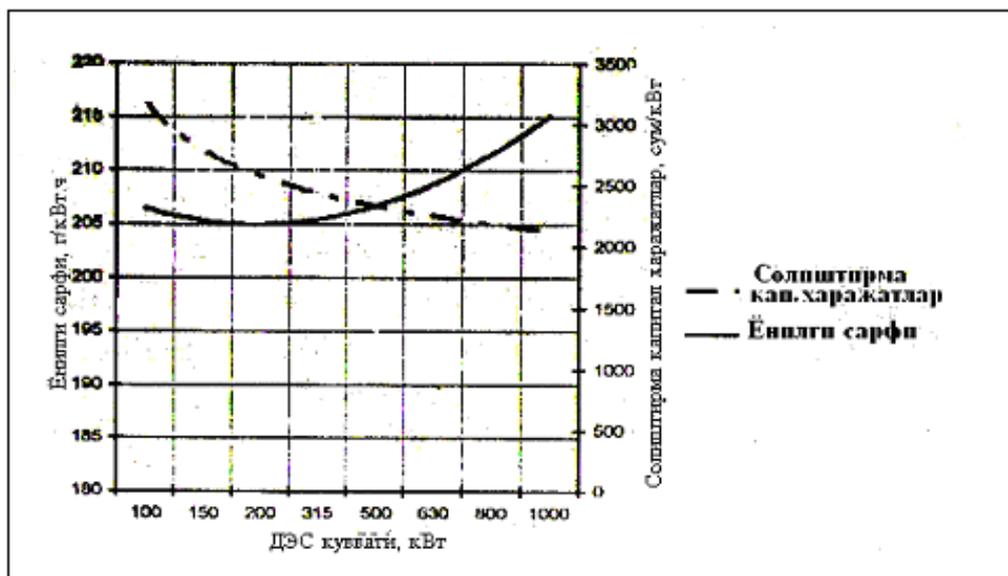
$$B_m^{ДЭС} = b_y^{ДЭС} \cdot \mathcal{E}^{ДЭС},$$

бу ерда  $b_y^{ДЭС}$  – ёнилғининг солиштира сарфи (г/кВт.соат) (24.5-расм);

$\mathcal{E}^{ДЭС}$  – ДЭСдан олинаётган электр энергияси бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$\mathcal{E}^{ДЭС} = P_y^{ГЭС} \cdot T_y^{ГЭС} \cdot k_{сн}^{ДЭС},$$

$k_{сн}^{ДЭС}$  – электр энергияси бўйича эквивалентлик коэффициенти бўлиб, ДЭСнинг ўз манфаати учун кетказилган кўшимча электр энергияси сарфини ҳисобга олади (1÷1,05).



24.5-рasm. Ёнилги сарфи ва солиштирма капитал сарф-харажатларнинг ДЭС қува­тига бўлган боғлиқлиги.

ДЭС томонидан ишлаб чиқариладиган электр энергияси миқдори қуйидагича аниқланади:

$$\mathcal{E}_o^{ДЭС} = \mathcal{E}^{ДЭС} \left( -k_{сн}^{ДЭС} \right)$$

#### *МикроГЭС қурилишининг молиявий шароитлари ва уларнинг нарх кўрсаткичлари*

Ривожланиб бораётган давлатларда микроГЭСлар узоқда жойлашган, умумдавлат тизими билан боғлиқ бўлмаган районларни электр энергияси билан таъминлашнинг энг арзон ва қулай усули сифатида қурилади. Хитойда микроГЭСлар қурилиши учун кетадиган воситалар маҳаллий бошқарув органлари томонидан чиқарилади, лекин давлат томонидан ҳам қисман молиявий ёрдам кўрсатилади. Қурилишни лойиҳалаш ишлари алоҳида округлар томонидан олиб борилади, шундай бўлсада, ишларнинг умумий назорати (координацияси) сув ресурслари вазирлиги департаменти томонидан амалга оширилади. Хитойнинг микроГЭСларни яратиш бўйича олган ютуқлари улқандир. 90 минг кичик ГЭСлар орасидан 60 мингтаси микроГЭСлар разрядига киради. Улар учун керак бўладиган жиҳозлар стандартлаштирилган бўлиб, 12 кВт қувватдан бошлаб қўлланилади.

1990 йилнинг апрелида Эдинбург шаҳрида (Шотландия) кичик гидроэнергетикани лойиҳалаш бўйича бўлиб ўтган семинарда давлат қурилиши учун қуввати 500 кВт дан кичик бўлмаган гидроузеллар схемалари мос келади деган хулоса қабул қилинди. Кичик қувват (жумладан, микроГЭС) схемалари хусусий ишлаб чиқариш учун кўпроқ мосдир.

Хусусий капиталнинг кичик гидроэнергетикага жалб этилиши Осиё-Тинч океани регионлари давлатлари учун кўриломқда. Ушбу давлатларда аҳолининг катта қисми электр энергиясидан маҳрумдир. Масалан, Индонезияда аҳолининг 76%, Филиппин ва Ғарбий Малайзияда 50%, Тайландда 36% ни ташкил этади. Осиёнинг ривожланиш банки ГЭСлар қурилишига 42 млн долл. миқдорида маблағ ажратган, бироқ ушбу маблағ камлик қилади.

Россияга келсак, шуни айтиш керакки, бу ерда ҳам кичик гидроэнергетика маҳаллий ва регионал объектлар қаторига киритилган. Шунга кўра улар қурилишни молиялаш республикалар, автоном округлар, вилоятлар, тегишли корхоналар, фермер хўжаликлари ва жисмоний шахслар томонидан амалга оширилиши керак. МикроГЭСлар хусусийлаштиришга тўғри келувчи объектлар сонига киритилиши керак.

Давлат ҳужжатлари стимуллаштирилган бўлганига қарамай, микроГЭСларнинг ривожини Россияда ҳам, МДХ давлатларида ҳам бошланғич даражададир. Кўпгина адабиётларда бундай ҳолатнинг сабаби сифатида микроГЭСлар учун керакли гидравлик куч жиҳозларининг нақд эмаслигини айтиб ўтишган. Билдирилган бундай фикрлар нотўғридир. МДХ республикаларида сув оқимининг тури параметрларига мос келувчи жиҳозларни ишлаб чиқаришга тайёр бир қатор

корхоналар мавжуд. Лекин бошқа давлатларга қараганда бу ерда бундай маҳсулотга талаб унча катта эмас.

Давлатда бугунги кунда хусусийлаштириш тезлиги унча катта бўлмагани сабаб микроГЭСнинг ривожланиш тезлиги ҳам ўсмайди. МДХ территориясида умуман эътиборсиз қолган минглаб тўғон, тегирмон ва бошқа гидротехник иншоотлар мавжуд. Бу ерларда эса ортиқча сарф-ҳаражатсиз гидравлик куч жиҳозлари ўрнатилиши мумкин. Фақатгина хусусий корхоналар ва айниқса янги пайдо бўлаётган фермер хўжаликлари бу жойлардаги ҳолатни яхшилаши мумкин.

МикроГЭСларнинг иқтисодий кўрсаткичлари уларнинг ўрнатилган қуввати ва тайёр напор фронти мавжуд ёки аксинча мавжуд эмаслигига боғлиқдир. Охириги икки йил ичида Непал, Шри-Ланка ва Перуда қурилган, қуввати 5÷100 кВт гача бўлган 40 та микроГЭСнинг нарх кўрсаткичларини статик қайта ишлаш натижасида куйидаги нарх тақсимларида тўхталди:

- қурилиш қисми.....28%;
- электр қисми.....30%;
- механик қисми.....33%;
- ва бошқалар.....9%.

МикроГЭС жиҳозларининг оптимал варианти учун ушбу ташкил этувчилар орасидаги боғлиқлик куйидаги сонлар билан характерланади:

- қурилиш қисми.....39,8%;
- электр қисми.....20,4%;
- механик қисми.....39,8/16%.

Энерготизимдан узоқ масофада жойлашган вилоятлар учун микроГЭСдан арзонроқ ва ишончлироқ энергия манбаини таклиф қилиш қийин масала. Масалан, Қирғизистонда жойлашган, қуввати 1,5 кВт га тенг бўлган микроГЭС 3 йил давомида ишлаб (18000 соат) 22348 кВт миқдорида электр энергияси ишлаб чиқарган. Электр қабул қилгич сифатида кир ювиш машинаси, радиоприемник, музлаткич, овқат пишириш учун мўлжалланган электр плитаси каби механизмлар қўлланилган. Электр энергиясининг ортиб қолган қисми хоналарни иситиш учун ишлатилган.

24.2 - жадвал

#### Органик ёқилғида ишловчи электр агрегат характеристикаси

Белгиси, серияси	Қуввати, кВт	Чиқиш кучланиши, В	Ёқилғи сарфи, Кг/соат	Оғирлиги, Кг	Габарит ўлчамлари, Мм
<b>Бензинда ишловчи электр агрегатлари (А-72, А-76)</b>					
АБ-0,5	0,5	230~, 30 =	0,66	28	475x300x477
АБ-1	1	230~, 30 =	0,8	70	690x395x525
АБ-2	2	230~	1,4	170	940x628x740
АБ-4	4	230~, 400~	2	200	1150x645x740
АБ-16	16	230~, 400~	7,2	624	1725x740x1580
<b>Дизелда ишловчи электр агрегатлари</b>					
2ДГ7	8	400~	2,6	660	1450x660x1080
0801...0810	8	230~, 400~	2,6	495	1100x670x1000
АД-8	8	400~	2,6	685	1500x980x1250
АД-10	10	-	2,8	1240	2215x1035x1415
АД-12	12	230~, 400~	-	-	-
1601...1621	16	400~	5,0	730	1510x700x940
АД-16	16	400~	4,8	1180	2090x1165x1525
Э16МА1	16	230~, 400~	4,8	860	-
3001...3012	30	230~, 400~	9,0	1060	1695x870x1000
АД-30	30	230~, 400~	9,0	1040	1670x850x1000
АД-60	60	230~, 400~	18	4000	4500x2440x2010
АСДА-100	100	400~	29	3600	2890x1180x1570
АД100С	100	400~	25	2250	2540x1020x1470

Шундай қилиб, микроГЭСлар органик ёқилғида ишловчи электр станцияларига қараганда самаралироқ ҳисобланади. Бугунги кунда ёқилғи дефицит бўлганда, унинг нархи эса борган сари

ошиб бораётган бир вақтда микроГЭСлар самараси янада яққолроқ кўзга ташланмоқда. 1 кВт.соат электр энергиясини олиш учун кетадиган бензин ва дизель ёқилғиси сарфи 24.2-жадвалда кўрсатилган.

МикроГЭСларни шамол двигателлари билан солиштирганда ҳам уларнинг ҳамма кўрсаткичлар бўйича самарали экани маълум бўлади.

### **Кичик ГЭСлар асосий технологик жиҳозлари.**

ГЭС асосий технологик жиҳозларига гидротурбина, гидрогенератор, кучайтирувчи трансформатор, юқори кучланишли ажратгич ячейкалари, бошқариш ва кўзгатиш органлари ва бошқалар киради. Бунда бутун гидравлик энергияни электр энергиясига айлантирувчи технологик жараёнга керакли жиҳозлар киради.

Кичик гидроэнергетикани ривожлантиришда ва улар учун керакли гидроагрегатларни яратиш XVIII асрдан бошланган.

Кичик гидроагрегатларни яратишга катта ҳисса қўшган МХД конструкторлари ва олимлари қаторига В.С. Квятковский, И.В. Котенев, Н.М. Щапов, М.М. Орахелашвили, М.Н. Катко, Г.М. Строев, Н.А. Комиссаров, К.Ф. Костин, Б.Н. Нейман, Г.И. Кравченко, Б.А. Вахрамеев ва бошқаларни киритиш мумкин.

Стандарт кичик гидроагрегатларни Урал гидромашини., Ереван насос, Москва насос, Рига гидротурбина заводларида тайёрланган. Генераторлар эса улар учун Урал электроаппарат, Лъсьвен турбогенератор, Электромеханика заводларида Ш.Барануа тайёрлашни йўлга қўйилган. Ҳозирги пайтда кичик ГЭСларда ўрнатилаётган турбиналар қуйидаги кўрсаткичларга эга

Напор – 2 – 400 м

Қуввати – 10 – 8000 кВт

Ишчи ғилдирак диаметри –  $D_1 = 0,2 - 2,0$  м

Гидротурбина қуввати  $N_T$  (кВт):

$$N_m = 9,81 Q H \eta_m$$

формуладан топилади.

Кичик гидротурбина Ф.И.К. ( $\eta_T$ ) катта қийматга эга бўлиб, 88...90 % ни ташкил қилади, максимал юкланишда эса 82...95 % бўлиши мумкин. Бу шартларга кўра КГЭС  $N_T \leq 10$  МВт ва  $D_1 \leq 2,8$  м бўлганда напор ўзгариши 1... 1000 м да  $Q = 0,05... 1000$  м<sup>3</sup>/с бўлиши мумкин.

Ф.И.К. катта бўлиши сув сарфини самарали ишлатилишини таъминлайди, бу эса сув миқдори тартибга солинадиган КГЭСларда катта аҳамиятга эга.

Катта ГЭСлардан фарқли ўлароқ КГЭСларда ҳозирча маълум ҳамма турбина хилларидан фойдаланилади. Ўқий-кураклари бураладиган ва пропеллер турбиналар паст напорларда 25 м гача ишлатилади. Напор 2...800 м да радиал ўқли ва 60...1000 м да чўмичли турбиналар хиллари қўлланилади. Оптимал ечим ҳар бир турбинани техник-иқтисодий ҳисобларнинг таққосланишидан аниқланади. Таққослашда, албатта турбинанинг характеристикасини, кавитацион кўрсаткичлари ва гидротурбина нарҳини ҳисобга олиш керак. Ишчи характеристикаларни таққослашдан кўринадики, ўзгарувчан юкломаларда актив ва кураклари бураладиган ўқий турбиналар самарали ишлатилиши мумкин, чунки бунда сув сарфининг кенг диапазонида катта Ф.И.К. га эришиш мумкин.

Турбинанинг тезюарлик коэффициенти:

$$n_s = 1,165 \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{\sqrt{H}}},$$

бу ерда  $n$  - турбина айланишлар сони, айл./мин. 24.3-жадвалда кавитациясиз мусбат  $n_s$  да напорга боғлиқ тезюарлик коэффициенти турли турбиналар учун берилган. Шу жадвалга мувофиқ тажрибада олинган  $n$  катталиги қурилаётган КГЭС технологик жиҳозларини танлашда ишлатилади.

24.3-жадвал.

**Тезюарлик коэффициенти  $n_s$  нинг турли турбиналар учун ўрнатиш катталиклари**

Гидротурбиналар		$n_s$	Н, м
Синфи	Хили		



Максимал напор, м	45	75	115	140	170	230	310	400	500	700
$n_1'$ опт, айл/мин	85	80	75	72	70	67	65	60	60	55
$Q_1'$ (с%), л/с	1400	1250	1050	900	770	570	450	340	250	180
$\sigma$	0,22	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,055	0,045	0,038	0,03

Ҳисоблаш ишлари қуйидагича олиб борилади:

1. Турбина хиши  $N_{\max}$  орқали танланади.
2.  $O_x$  ни  $N_x$  орқали аниқланади.

$$Q_x = \frac{N_x}{9,81 H_x \eta_T}$$

$\eta_T$  – Ф.И.К, КБ турбина учун 87-90% олинади. РЎ турбинага 90-92%.

3. Гидротурбина диаметрини аниқлаш:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_x}{Q'_{1x} \sqrt{H_x}}}$$

бу ерда,  $Q'_{1x}$  11.2-жадвалдан ёки характеристикадан топилади.

4. Гидротурбина айланишлар сони:

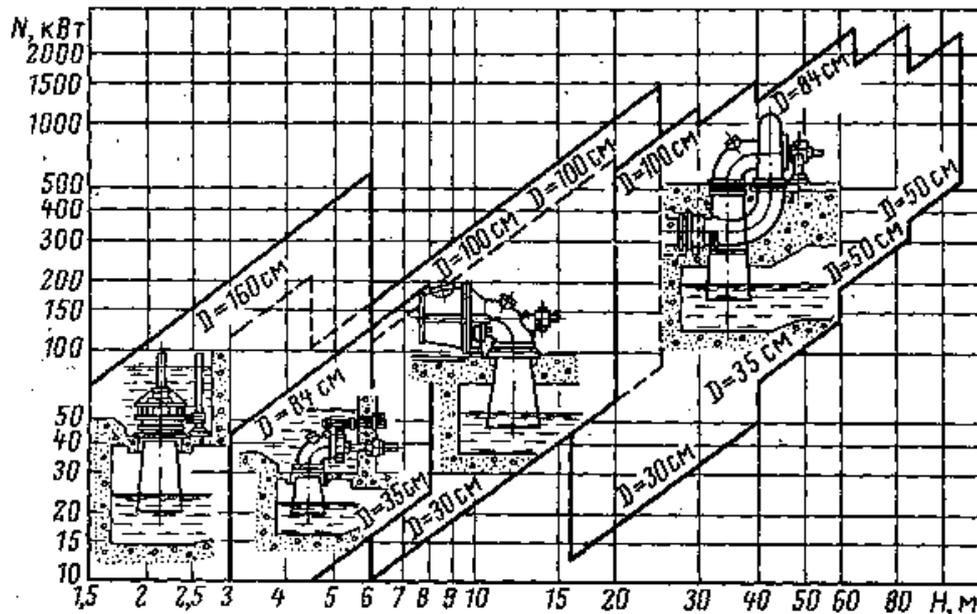
$$n = \frac{n'_{1x} \sqrt{H_x}}{D_1}$$

бу ерда  $n'_{1x}$  РЎ турбинага  $n_1'$  га яқин катталигини  $\eta = \max$  да, КБ турбинада эса  $n_1'$  опт дан каттароқ қиймат олинади. Лойихаланаётган КГЭС учун синхрон айланишлар сонига  $n_c$  тенг олинади.

$$n_c = 6000/p,$$

бу ерда,  $p$  - генератор ротори қутблар сони.

5. Рухсат берилган  $N_s$  катталигига захира коэффициентини 1,1-1,2 қўшилиб топилади.

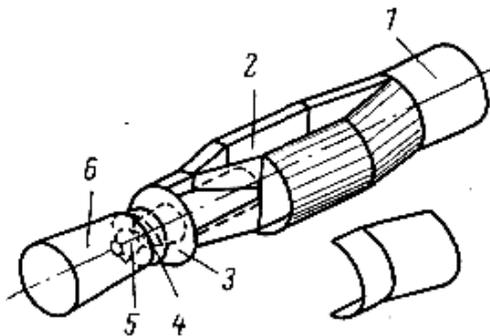


24.6-расм. Кичик турбиналарнинг МДХ да қабул қилинган номенклатураси.

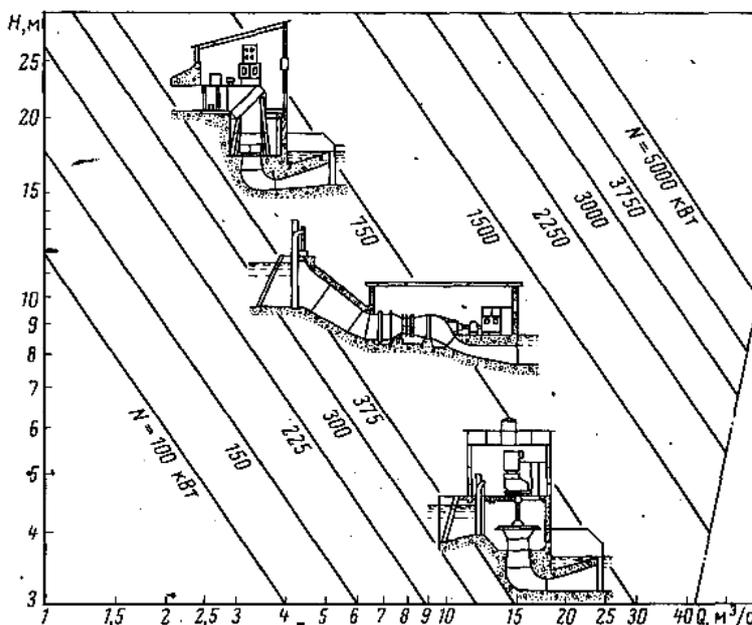
Турбина асосий ўлчамлари, турбина камераси ва сўриш қувири  $D_1$ га караб аниқланади.

КГЭС қурилишида айрим ҳолларда турбина ўрнига стандарт ўқий ва марказдан қочма насослар ишлатилиши мумкин. Бундай вариант ечимлари айниқса КГЭС қуввати 150 кВт гача

бўлганда иқтисодий самарали бўлиши мумкин. Худди шу қувват диапазонида кўпгина керакли насослар бўлиб, уларни ишлатиш эксплуатациянинг технологик жараёнига тўғри келади.



**24.7-расм. Сув йўналиши икки томонлама бўлган «қувурли» ўқий турбина:**  
 1-босимли трубопровод; 2-мультипликатор ёки узатиш учун бўшлиқ; 3-йўналтирувчи аппарат; 4-ишчи гилдирак камераси; 5-ишчи гилдирак; 6-сўриш қувури.



**24.8 – расм. Қуввати кичик бўлган ўқий турбиналар стандарт конструкцияларининг қўлланилиш соҳаси графиги.**

**Жаҳонда кичик ГЭСларни ривожлантиришнинг ҳозирги замон анъаналари.**

Жаҳон мамлакатларида 1970 йилдан бошлаб қайталанувчан энергия манбаларини ўзлаштиришга қизиқиш ортди. Бунга сабаб нефть ва нефть маҳсулотларининг нархи ошгани эди. Бунда ноанъанавий – қуёш, геотермал, шамол энергиялари билан бирга, анаънавий, яъни дарёларнинг гидравлик энергияси ҳам кўзда тутилган эди.

Ёнилғи-энергетика манбаларни ишлатиш, фақат унинг қийматига қараб эмас, балки атропо-муҳитга таъсири ва экологик жараёнининг ниҳоятда мураккабланиши билан ҳам унинг чекланишига олиб келди.

Гидроэнергетик манбаларнинг катта ГЭСлар орқали ўзлаштирилгани, кичик гидроэнергетикага ҳам эътибор қаратилишини кўрсатади.

Биринчи кичик ГЭСлар қурилиши XIX асрдан бошлаб амалга оширилди ва асосан алоҳида корхоналарни ва унча катта бўлмаган посёлоқларни электр таъминоти кўзда тутилган. Бундай ГЭСлар сони унча катта бўлмаган. Сўнгра улар кичик иссиқлик электр станция (ИЭС)лари билан сиқиб чиқарилган, чунки уларни ҳар қандай жойда жойлаштириш мумкин эди.

КГЭСларнинг иккинчи қурилиш этапи 40-50 й. га тўғри келди. Бунда МХД, АКШ, Япония, Франция ва бошқа давлатларда уларнинг сони 1000 дан ортиқ бўлди. Шундан сўнг яна КГЭСларга эътибор пасайиб, кўпгина давлатларда 100-лаб, 1000-лаб КГЭСлар эксплуатациядан

чиқарилиб ташланди. Бунга бош сабаб катта энергетиканинг ривожланиши ва катта-катта ГЭС, ИЭС, АЭС ва электр узатиш линиялари қурилишидир.

КГЭСлар ривожининг учинчи этапи охири 10-йил давомида сифат жиҳатдан янги поғонада қурила бошланди.

Ҳар бир янги этап КГЭС қурилиши, лойиҳаси ва эксплуатациясида кўпгина тараққиётга эришилгани, техник-иқтисодий савияси юқорилиги билан характерланади.

Масалан, дастлабки гидромеханик қурилмаларга алмаштирилган иккинчи этапдаги такомиллашган гидравлик турбиналар 50-йиллардан кейин ҳам фойдали иш коэффициентли юқорилиги билан характерланади.

Лекин, такомиллашган гидроагрегатлар билан жиҳозланган КГЭСлар бир неча камчиликларга эга бўлиб, шулардан бири катта солиштирма қурилиш баҳоси ҳисобланади.

Учинчи этапда автоматика ва бошқариш тизимларида эришилган муваффақиятлар КГЭСларни тўлиғича автоматлаштириш имкониятини яратади.

Ҳозирда МҲДа 300 дан ортиқ КГЭС эксплуатация қилинмоқда, шулардан 24 таси Ўзбекистондадир. Бу ГЭСлар конструкцияси, техник даражаси билан бир-биридан фарқ қилади. КГЭСларни иқтисодий таҳлили кўрсатишича уларнинг ҳаммаси рентабелли ҳисобланади.

МҲДа КГЭСлар қурилишини ривожлантириш ва параметрларини асослашнинг узоқ муддатли дастури ишлаб чиқилган. Бу илмий-техник изланишларнинг асосийларига қуйидагилар қиради:

- ✓ эксплуатациядан чиқарилган, ишлаши тўхтатилган ҳамма КГЭСларни техник жиҳатдан қайта жиҳозлаш, реконструкция қилиш, модернизациялаш;
- ✓ индивидуал электр энергияси истеъмолчилари учун янги КГЭСлар қурилишини амалга ошириш ва дизел электр станцияларга ёқилги истеъмолини камайтиришга эришиш;
- сув хўжалик тармоқларидаги сув омбори ва каналларда КГЭС иншоотини қуриш;
- янги техник конструкцияларни КГЭС учун қўллаш, гидроэнергокомплекслар яратиш;
- КГЭС асосий ва ёрдамчи жиҳозлари баҳосини камайтириш ва бошқалар;
- КГЭСларнинг ҚЭС, ШЭС, биоГЭҚ ва бошқалар билан ишлашни оптималлаш ва жорий қилиш.

Ер шари аҳолиси 6 млрд.га етди ва йилига 2...3% га кўпаймоқда. Ўртача жон бошига электр энергияси истеъмоли - 0,8 кВт бўлиб, миллий тафовут энергия истеъмоли бўйича жуда катта ҳисобланади: АҚШда ~10 кВт, Европа мамлакатларида ~4 кВт, марказий Африкада эса -0..1 кВт. Миллий даромад замонавий мамлакатларда йилига 2-5%ни ташкил этади. Бундай ҳолларда аҳоли сонига мос энергия истеъмоли йилига 4-8%га ошиши керак. Буни таъминлаш қийин масала ҳисобланади.

Юқори комфорт шароитида ҳар бир кишига 2 кВт энергия истеъмоли талаб қилинса, Ер шари ҳар бир м<sup>2</sup> юзасидан 500 Вт қувватни қайталанувчан энергия манбаидан олиш мумкин. Самарадорлик энергия ўзгартиришда 4% деб қабул қилинса, 2 кВт қувват олиш учун 100 м<sup>2</sup> майдон керак бўлади. Ўртача аҳоли зичлиги шаҳар ва унинг атрофида 1 км<sup>2</sup> га 500 та одамга тўғри келади деб ҳисобласак, уларни 2 кВт энергия билан таъминлаш учун 1 км<sup>2</sup> майдондан - 1000 кВт электр қувват олишга тўғри келади. Шундай қилиб, қайталанувчан энергия манбалари (қуёш, шамол, геотермал, тўлқин, гидравлик ва бошқалар) аҳоли ҳаёт талабини қондириш учун хизмат қилиши мумкин. Фақатгина уларни электр энергиясига айлантирувчи ўзгартгичларнинг қулай конструкцияси, нархи ошиши ва бошқа омиллар ўрганилиши керак.

**25 – маъруза. ГАЭСлар классификацияси ва параметрлари. ГАЭС асосий иншоотлари таркиби. ГАЭС техник схемалари ва компоновкаси. ГАЭС агрегати хиллари ва уларни танлаш. ГАЭС бинолари компоновкаси.**

**Гидроаккумуляцион электростанциялар (ГАЭС)** гидроэнергетик қурилмаларнинг юқори келтирилган икки турининг ҳам вазифасини бажариш мумкин, яъни ГЭС сифатида ҳам ва насос станцияси ҳолатида ҳам ишлаш мумкин.

Сутканинг баъзи пайтларида (кечаси) энергия истеъмоли кундузги энергия истеъмоли қийматидан анча паст бўлади. Шундай пайтларда ГАЭСда насос агрегатлари ишга тушиб юқори

бьефдаги сув хавзасини тўлдиради. Кундузги энергия истеъмоли энг юқори бўлган соатларда юқори бьефдаги хавзадан сув пастга тушиб турбиналарни ишга туширилади ва электр энергияси ишлаб чиқилади.

Натижада насослар арзон электр энергия истеъмол қилиб сув хавзасида зарур миқдордаги сувни тўшайди, ундан эса анчагина қиммат бўлган электр энергияни ишлаб чиқариш учун фойдаланилади.

ГАЭСларнинг самарадорлиги шундан иборатки, улар кундуз куни эрталаб ва кечки энергия истеъмолининг максимум қийматларида энерго системага ишлайди, кечаси эса арзон, баъзан эса талаб қилинмаган электр энергиясидан фойдаланилади. ГАЭС фақат суткалик эмас, балки ҳафталик ва мавсумий сув режимига мослаб ишлайдиган бўлиши мумкин.

ГАЭС ҳар хил энергия йўқолишлари ҳисобига, энерготармоқдан оладиган энергиясининг 70÷75 % қийматини қайта ҳосил қилади. ГАЭС кечаси ҳосил бўладиган юкланиш графиги ўзилишини тўлдириб, ҳамда эрталабки ва кечки чўққи юкланишни камайтириб, АЭС ва ИЭС техник ишлаш шароитини сезиларли даражада яхшилайти ва 1 кВт соат электр энергияси олишга кетадиган солиштирма ёқилғи сарфини камайтиради, натижада электроэнергетика тармоғида ёқилғини иқтисодий тежаш имконини беради.

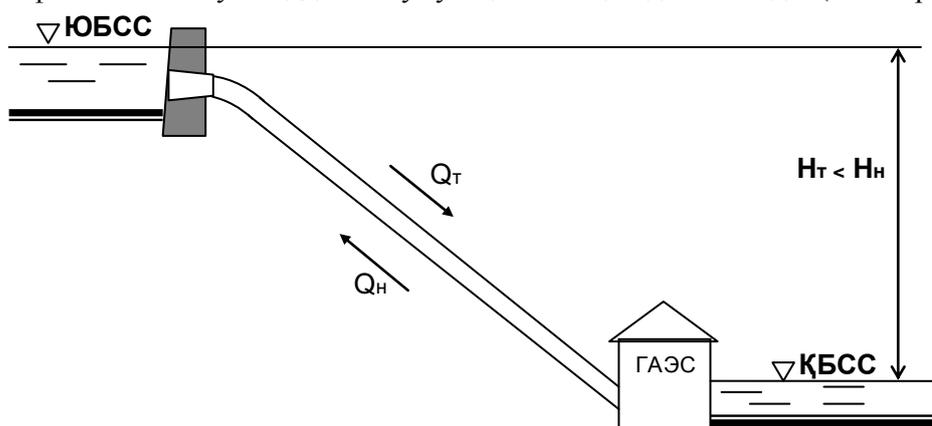
ГАЭС электроэнергетика тармоғида юкланиш пасайганда электрэнергиясини истеъмол қилган ҳолда насос режимида ишлаб сувни юқори бассейнга йиғади, яъни аккумулятор вазифасини ўтайди. Электроэнергетика тармоғининг пик вақтида ГАЭС турбина режимида ишлайди ва юқори бассейндан сувни пастки бассейнга ташлаб электр энергияси ишлаб чиқаради.

ГАЭСнинг қуйидаги синфий гуруҳлари мавжуд:

1. Напор қиймати бўйича – паст напорли ( $H \leq 100$  м), юқори напорли ( $H \geq 700$  м), ўртача напорли ( $H = 100 - 700$  м);
2. Гидроэнергетик қурилма тури бўйича – соф ГАЭС, ГЭС – ГАЭС, ГЭС – НС;
3. Қувурлар йўлида ГАЭС биносининг жойлашиш схемаси бўйича – бошланишда жойлашган, оралиқда жойлашган, охирида жойлашган (25.4 - расм);
4. Сув тўпланадиган хавзалар (омборлар) сони бўйича - бир хавзали, икки хавзали, уч хавзали;
5. ГАЭС биноси тури бўйича – ер устида жойлашган, ер остида жойлашган, ярим ер остида жойлашган;
6. Агрегатлар схемаси бўйича – икки машинали, уч машинали ва тўрт машинали (25.5 - расм).

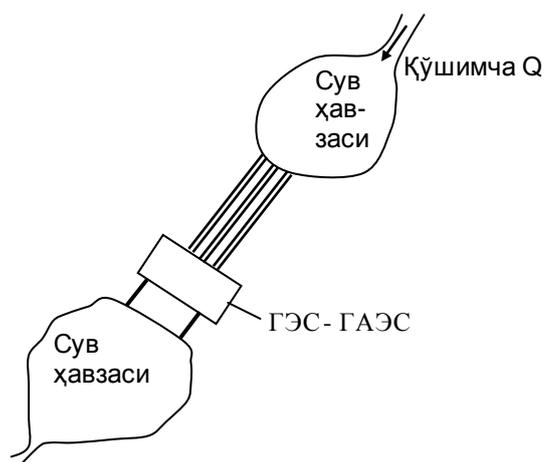
Юқорида таъкидлангандек қурилмалар тури бўйича ГАЭС соф, ГЭС – ГАЭС, ГЭС – НС каби схемаларга эга бўлиши мумкин.

Соф ГАЭС ёки буни оддий аккумуляциялаш ҳам деб аталади. (25.1 – расм)

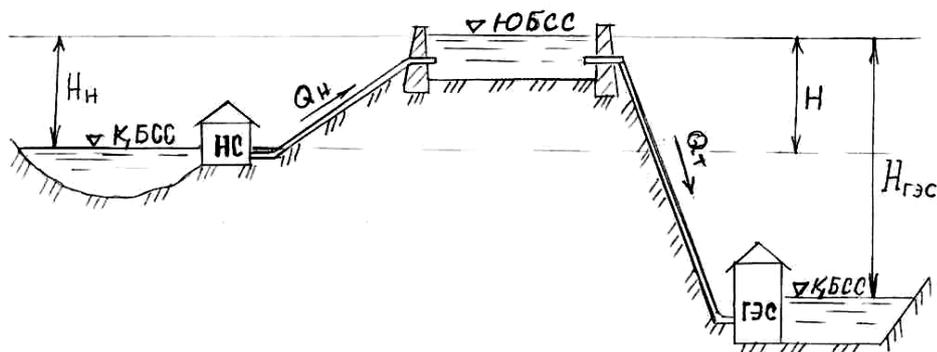


25.1 – расм. Соф ГАЭС схемаси.

Бу схема энг кенг тарқалган схема бўлиб, қурилмада сув айланиш унда ўрнатилган насослар ёрдамида юқори хавзага ҳайдаб берилиши ва ундан турбиналар орқали қуйи хавзага берилиши орқали амалга оширилади.



25.2 – расм. ГЭС – ГАЭС схемаси.

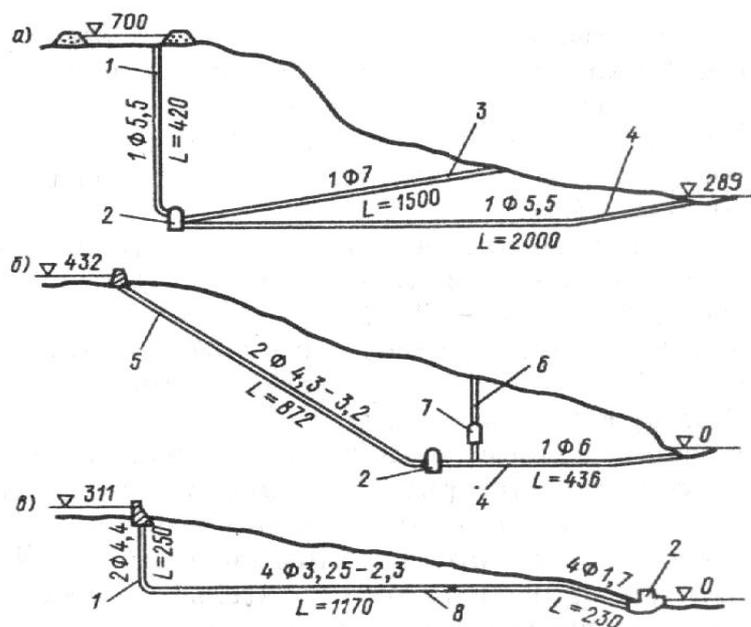


25.3 – расм. ГЭС – НС схемаси.

Бу схеманинг ўзига хос хусусиятлардан бири юқори ҳавзага бошқа манбадан сув берилмаслигидир. Буғланиш, фильтрацияга сарф бўладиган кичикроқ сув ҳажми қуйи бьефда тўлдирилади.

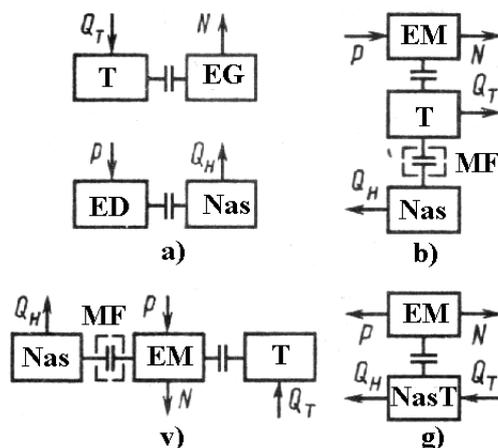
ГЭС – ГАЭС схемаси бўйича ГАЭС биносида одатдаги агрегатларда ташқари ГЭС режимида қўшимча энергия ишлаб чиқарадиган турбиналар ўрнатилади. Бу турбиналар юқори сув ҳавзасига оқиб келадиган қўшимча сув миқдори ҳисобига ишлайди (25.2 – расм).

ГЭС – НС схемасида анъанавий икки сув ҳавзасидан ташқари учинчи сув ҳавзаси ҳам энергия ишлаб чиқаришда қатнашади. Бунинг учун юқори сув ҳавзасидан маълум миқдордаги сув НС ёрдамида янада юқорида жойлашган учинчи ҳавзага берилади. Натижада қуйи ҳавза олдида жойлашган ГЭС учун қўшимча оширилган напор  $H$  ҳосил қилинади (25.3 – расм).



25.4 - rasm. Quvurlar yo'liga nisbatan GAES binosining joylashish sxemasi.

a – boshidagi; b – oralidagi; v – oxiridagi; 1 – vertical shaxta; 2 – ГАЭС binosi; 3 – transport tunneli; 4 – quyi tunnel; 5 – qiya bosimli quvur yo'lagi (shtolniya); 6 – havo yo'lagi; 7 – tenglashtirgich rezervuar; 8 – yuqori qisman qiya tunnel.



25.5 - rasm. ГАЭС агрегатлари sxemasi:

a – alohida tўrt mashinali; b va v – tўrt mashinali (vertikal va horizontal joylashuvi); g – ikki mashinali; EG – синхрон электр машина (гидрогенератор); ED – электродвигатель; EM – синхронная электр машина (двигатель-генератор); T – гидротурбина; Nas – насос; NasT – насос-турбина; MF – махсус муфта;  $Q_T$  – турбина режим сув сарфи;  $Q_H$  – насос режим сув сарфи;  $N$  – ишлаб чиқарилаётган қувват;  $P$  – истеъмол қилинаётган қувват.

**ГАЭСнинг асосий параметрлари.** ГАЭСнинг асосий параметрлари сифатида унинг напорини, қувватини, суткалик ишлаб чиқарилган электр энергия миқдори фойдали иш коэффициентини кўрсатиш мумкин.

**ГАЭС напори.** Юқори бьеф сув сатҳи билан қуйи бьеф сув сатҳи орасидаги фарқ геометрик напор деб аталади. ГАЭСнинг тўла напори унинг геометрик напор деб аталади. ГАЭС нинг тўла напори унинг геометрик напори билан қувурларидаги напор йўқолиш қийматига боғлиқ. Тўла напор қиймати насос режимида турбина режимидаги қийматга қараганда катта, яъни  $N_H \geq N_{тур}$ .

Бунинг сабаби насос станция ва ГАЭС тўла напорини аниқлаш формулаларидан библиб олиш мумкин,  $N_H = H^Г + \sum \Delta h_k$  ва  $N_{тур} = H^Г - \sum \Delta h_k$

*ГАЭС қуввати.* Қувват қиймати агрегатдан ўтаётган сув сарфи ва напор қийматига боғлиқ. Кечаси Т вақт ичида  $Q_H$  сув сарфи билан насос агрегатлари ишлайди ва  $N_{H.P.}$  қуввати истеъмол қилади. Кундуз куни тигиз пайтларда турбина  $N_{T.P.}$  қувватга эга бўлади.

$$N_{H.P.} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_H \cdot H_H}{\eta_{HP}}; \text{ Вт} \quad (2.31)$$

Бунда  $\eta_{H.P.}$  – насос режимдаги ГАЭС ФИК.

ГАЭС [11] да таъкидланганидек  $Q_H = (0,75 \dots 0,8) Q_T$ , напор қийматлари эса юқорида кўрсатилганидек.  $H_H \geq H_T$

Шу сабаблик иккала режимда қувват қийматлари ҳар хил бўлади.

$$N_{TP} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_T \cdot H_T}{\eta_{TP}}; \text{ Вт} \quad (2.32)$$

Бунда,  $\eta_{T.P.}$  – турбина режимдаги ФИК.

*ГАЭСнинг суткалик ишлаб чиқарадиган энергияси* миқдори куйидаги тартибда аниқланади.

$$E_{T.P.} = N_T \cdot T_T = \frac{V \cdot H_T \cdot \eta_{TP}}{367}; \text{ кВт. соат} \quad (2.33)$$

Бунда,  $V$  – юқори хавзадаги турбина режимда ишлатиладиган сув ҳажми,  $m^3$ .

$H_T$  – турбина ўртача напори, м.

$\eta_{T.P.}$  – турбина режимдаги ФИК.

$N_T$  – ГАЭСнинг турбина режимдаги ўрнатилган қуввати, кВт.

$T_T$  – ГАЭСнинг электр энергиясини ишлаб чиқариш учун бир суткада сарфланган вақти, соатда  $\eta_{T.P.} = 0,86 \dots 0,87$  га  $T_T = 3 \dots 5$  соатга тенглиги кўрсатиб ўтилади.

*ГАЭС фойдали иш коэффициенти.* ГАЭС ФИК ишлаб чиқариладиган ва истеъмол қилинадиган электр энергиялари қийматларига боғлиқ ҳолда аниқланади.

$$\eta = \frac{E_{TP}}{E_{HP}}; \quad (2.34)$$

бунда  $E_{H.P.}$  – насос режимдаги истеъмол қилинадиган электр энергияси, [кВт. соат]

$$E_{H.P.} = N_H \cdot T_H = \frac{V \cdot H_H}{367 \cdot \eta_{H.P.}}; \quad (2.35)$$

Бунда,  $N_H$  – ГАЭСнинг насос режимдаги ўрнатилаган қуввати, кВт;

$T_H$  – ГАЭСнинг насос режимда бир суткада ишлаган вақти, соат.

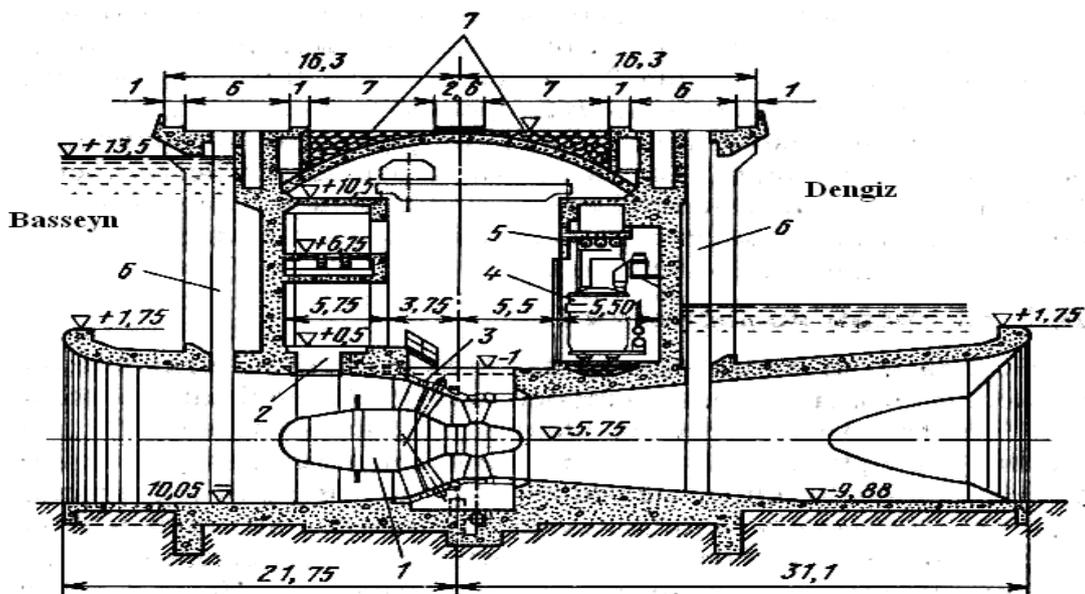
Ҳозирги замон йирик ГАЭСларида ФИК қиймати 75 - 78% ни ташкил қилади ГАЭС ФИК купгина бошқа факторларга ҳам боғлиқ, шу сабабли унинг қийматини умумий ҳолда куйидагича топиш мумкин.

$$\eta_{GAES} = \eta_T \cdot \eta_H \cdot \eta_{GEN} \cdot \eta_{ED} \cdot \eta_{SZ} \cdot \eta_K \cdot \eta_{Ю.В.Л.} \quad (2.36)$$

Бу ерда,  $\eta_T$  – турбина ФИК;  $\eta_H$  – насос ФИК;  $\eta_{ГЕР}$  – генератор ФИК;  $\eta_{ЭЛ}$  – электродвигател ФИК;  $\eta_{Т.З}$  – шахсий заруриятлар ФИК;  $\eta_K$  – қувурлар ФИК;  $\eta_{Ю.В.Л.}$  – юқори вольтли линия ФИК.

## **26 – маъруза. СТЭСлар классификацияси ва параметрлари. СТЭС иш режимлари. СТЭС параметрларини ташлаш. СТЭС компановкалари.**

**Сув тўлқин электростанцияси (СТЭС)** денгиз сатҳининг суткада икки марта ўзгаришида ҳосил бўладиган энергиядан электр энергияси ишлаб чиқаради. Айрим денгиз қирғоқлари атрофида сатҳ ўзгариши 10 м га етади. Энг катта сув сатҳи кўтарилиши Канаданинг Фанди кўлигида кузатилиб, 19,6 м га етади



26.1 – расм. СТЭС кўриниши.

1- капсулани ўзгарувчан агрегат; 2- электр машинани таъмирлаш учун тешикча; 3-гидравлик машиналар; 4- трансформатор; 5- очик таксимловчи қурилмага кабел узатиш жойи; 6- силлик затворлар пази; 7- автомобил йўли.

Францияда Ранс СТЭС (N=240 МВт) қурилган. МДХда тажрибавий Кислогуб (N=400 квт) СТЭС ишлаб турибди.

Маълумки, сутканинг баъзи пайтларида (кечаси) энергия истеъмоли кундузги энергия истеъмоли қийматидан анча паст бўлади. Шундай пайтларда СТЭС да агрегатлар насос режимида ишга тушиб юқори бьефдаги сув хавзасини тўлдиради. Кундузги энергия истеъмоли энг юқори бўлган соатларда юқори бьефдаги хавзадан сув пастга тушиб гидроагрегатлар турбина режимида ишга туширилади ва электр энергияси ишлаб чиқилади.

Натижада насос режимида арзон электр энергия истеъмол қилиб сув хавзасида зарур миқдордаги сувни тўплайди, ундан эса анчагина қиммат бўлган электр энергияни ишлаб чиқариш учун фойдаланилади.

СТЭС ларнинг самарадорлиги шундан иборатки, улар кундуз куни эрталаб ва кечки энергия истеъмолининг максимум қийматларида энерго системага ишлайди, кечаси эса арзон, баъзан эса талаб қилинмаган электр энергиясидан фойдаланилади. СТЭС фақат суткалик эмас, балки ҳафталик ва мавсумий сув режимига мослаб ишлайдиган бўлиши мумкин.

СТЭС кечаси ҳосил бўладиган юкланиш графиги ўзилишини тўлдириб, ҳамда эрталабки ва кечки чўққи юкланишни камайгириб, АЭС ва ТЭС техник ишлаш шароитини сезиларли даражада яхшилади ва 1 кВт соат электр энергияси олишга кетадиган солиштирма ёқилғи сарфини камайтиради, натижада электроэнергетика тармоғида ёқилғини иқтисодий тежаш имконини беради.

**27 – маъруза. Энергияни ўзгартириш усуллари. Энергияни тўғридан-тўғри ўзгартириш усуллари. Химиявий усулда энергия ўзгартириш. Электрик батареялар ва уларнинг қўлланилиши.**

Энергияни тўғридан-тўғри ўзгартириш усуллари ҳаётда кўплаб ишлатилади. Бу усулларга қуйидагилар мисол бўлади:

1. Электрохимиявий;
2. Фотоэлектрик;
3. Термоэлектрик;
4. Термоионли;
5. Магнетогидродинамик.

Ҳозирги кундан энергетик тизимда ишлатиб келинаётган иссиқлик электр станцияларидан (ИЭС) камроқ фойдаланиш, улар учун ишлатиладиган органик ёқилғиларни

тежаш, ҳамда самарали фойдаланиш масалалари бутун дунё мамлакатлари учун долзарб муаммолардан бири ҳисобланмоқда. Шунинг учун ҳам қайта тикланувчан энергия манбаларидан (ҚТЭМ) (қуёш, сув, шамол, биогаз, геотермал) энергия ишлаб чиқариш истикболли ҳисобланмоқда. Шу турлардаги энергия манбаларидан фойдаланиш экологик жиҳатдан ҳам самарали ҳисобланади ҳамда органик ёқилғиларни (нефть, газ, кўмир ва бошқалар) тежаш учун хизмат қилади.

Қуйида энергияни тўғридан-тўғри ўзгартиришнинг амалда кенгрок ишлатиладиган усуллари тўғрисида асосий маълумотлар берилган.

#### **Химиявий усулда энергияни ўзгартириш**

**Химиявий элемент** (химический элемент) – ядро заряди бир хил бўлган ва демак, қобиғида электронлар сони бир хил бўлган атомлар тури. Химиявий элемент эркин ҳолатда оддий модда бўлади (кимёвий усуллар билан янада оддийроққа парчаланиши мумкин эмас). Химиявий элементлар кимёвий белгилар билан ифодаланади. Кўпгина химиявий элементларнинг бир неча изотоплари мавжуд. Химиявий элементларнинг ўзаро боғлиқлиги Менделеевнинг элементлар даврий тизимида акс эттирилган. Химиявий элементнинг табиатда тарқалганлигини геохимия ва космохимия маълумотларидан олинади.

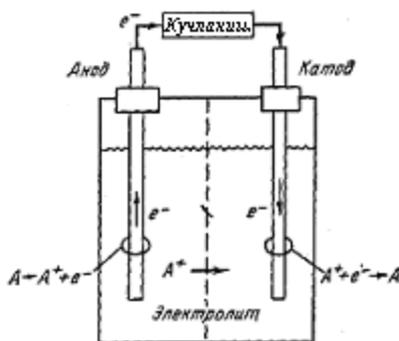
Дастлаб моддаларни ташкил этувчи молекулаларни қараб чиқамиз. Жисмларни ташкил этувчи молекулалар ўртасида ички кучлар мавжуд бўлиб, улар **молекуляр кучлар** деб аталади. Бу жараёни янада элементарлаштирсак, молекулаларни атомлар ташкил этиб, улар ҳам электронлар ва протонларга ажралади. Демак, электронлар ва протонлар ўртасида ҳам қандайдир ўзаро таъсир кучлар мавжуд экан. Ушбу таъсирлар натижасида энергияни ҳосил қилиш ва ўзгартириш усули - **химиявий усул** деб аталади. Ушбу усул ёрдамида энергияни электр энергиясига айлантириб берувчи қурилмаларга **электрик батареялар** деб аталади. Электрик батареяларнинг баъзи турлари тўғрисидаги маълумотлари қуйидаги бўлимларда келтирилган.

#### **Электрик батареялар**

**Батарея** (франц. Batterie - урмак) – биргаликда ишлаш учун маълум тизимга бирлаштирилган бир хил асбоблар, иншоотлар ёки қурилмалар. Масалан, кокс олиш учун тошкўмирни қуруқ ҳайдайдиган печлар қатори – кокс батареяси; ичида совитувчи агент буғландиган ёки совитиши эритмаси оқадиган қиррали ёхуд текис трубалар – совитувчи батареянинг самарадорлиги ташкил қилувчи элементларнинг сонига пропорционал бўлади.

**Электр батарея** – бир элемент бериши мумкин бўлмаган электр кучланиши ёки электр миқдори олиш учун электрик ва конструктив бириктирилган бир хил типдаги кимёвий ток манбалари гуруҳи. Кетма-кет уланганда алоҳида манбаларнинг ЭЮК лари, параллель уланганда эса уларнинг сифимлари қўшилади. Аралаш уланганда батареянинг электр кучланиши ва сифими ошади. Параллель ва аралаш улашда тенглаштириш токи пайдо бўлишининг олдини олиш зарур.

Электрик батареялар энг кўп тарқалган электрохимиявий элементлардан бири ҳисобланади. Электрохимиявий элементнинг биринчи электроддан (аноддан) электронлар ҳаракати бошланади ва бу электронлар иккинчи электроддаги (катоддаги) электронлар учун энергия берувчи вазифасини ўтайди (27.1-расм).



**27.1-расм. Электрохимиявий элементнинг принципиал схемаси.**

Электродлар оралигида электролит жойлашган бўлиб, у бир электроддан иккинчи электродга ионларнинг аралашини таъминлаб туради. Ички занжирлар ёрдамида электронлар алмашинув жараёни бошқарилади.

Параллель ёки кетма-кет комбинацион уланган икки ва ундан ортиқ электрохимиявий элементларга **электрик батареялар** деб аталади. Ионли реакцияларнинг қайталанувчанлик характериға кўра электрик батареялар шартли равишда бирламчи ва иккиламчи батареяларға бўлинади. Батареялар энг қўлай энергия йиғувчи қурилмалардан бири ҳисобланади. Улар ёрдамида қисқа вақтлар мобайнида ўзгармас кучланишға ва катта қувватға эға бўлган электр энергиясини йиғиш мумкин. Улар ихчамлиги, ишлатилиши жуда оддийлиги ва атроф-муҳитға умуман зарарли таъсирлар кўрсатмасликлари билан бошқа энергетик қурилмалардан ажралиб туради.

Ҳозирги вақтда электрохимиявий батареяларнинг баъзи бир турлари кенг қўлланилмоқда. Аниқ бир мақсадлар учун қўлланиладиган батареялар тури қуйидаги кўрсаткичларға қараб танланади:

1. Бирлик массаға тўғри келадиган тўпланувчи энергия миқдорига;
2. Бирлик массаға тўғри келадиган қувватға;
3. Номинал кучланиш қийматига;
4. Қўлланиладиган материалларнинг ноёблигиға (дефицитлигиға) асосан.

XIX асрда Фарадей томонидан  $F = 9.6485 \cdot 10^4$  Кл миқдордаги электрик заряд ҳаракатланганда, электрохимиявий элементнинг анодидан 1 грамм – молекула миқдордаги моддалар ажралиб чиқиши исботланди.  $F$  - катталиги томонидан бажарилган тажриба натижалари қуйидагича ифодаланади:

$$A = I \cdot t \cdot W / F \cdot n,$$

бу ерда  $A$  - ажралиб чиққан модда миқдори;  $I$  - ток кучи;  $t$  - ишлаш вақти;  $W$  - модданинг молекуляр массаси;  $n$  - валентлик.

Электрохимиявий батареяларнинг энг кўп тарқалган турларидан бири бу – свинци (кислотали) аккумуляторлар ҳисобланади. Свинци аккумуляторлар автомобиллар ва тракторларда кенг қўлланилади. Свинци аккумуляторнинг умумий кўриниши 27.2-расмда кўрсатилган.

Свинци аккумуляторларнинг камчиликлари: бу турдаги аккумуляторлар жуда оғир ва габарит ўлчамлари катта; оғирлик бирлигиға нисбатан қуввати кичик; оғирлик бирлигиға нисбатан тўшлайдиган энергия захираси кам.

Свинци аккумуляторларнинг афзалликлари: бу турдаги аккумуляторларни ишлатиш жуда содда; таннари арзон.

Свинци (кислотали) аккумуляторларни зарядлаш даражасининг асосий қийматлари 27.1-жадвалда келтирилган.

27.1-жадвал.

Свинци (кислотали) аккумуляторларни зарядлаш даражасининг асосий қийматлари.

Заряд фоизи, %	Кучланиш, В	Электролит зичлиги, г/см <sup>3</sup>
100	12,70	1.265
90	12,58	1,249
80	12,46	1,233
70	12,36	1,218
60	12,28	1,204
50	12,20	1,190
40	12,12	1,176
30	12,04	1,162
20	11,98	1,148
10	11,94	1,134
0	11,90	1,120



27.2-расм. Свинцли аккумуляторнинг умумий кўриниши.

Свинцли аккумуляторлар С, СК, СКЭ, АСА, АСАМ, САМ, АБН, СНУ каби модификацияларда ишлаб чиқилади. Бу турдаги аккумуляторлар стационар режимда, темир йўллар ва авиацион тизимларда ҳамда очик кўринишларда қўлланилишлари билан бир-бирдан фарқ қилади. Свинцли аккумуляторлардан белгиланган тартиб-қоида бўйича фойдаланилса, уларнинг кафолатли хизмат қилиш муддати, 4 йилни ташкил этади.



27.3-расм. Ишқорли аккумуляторнинг умумий кўриниши.

27.2-жадвалда аккумуляторлар элементларининг асосий параметрлари келтирилган.

**Электр аккумулятори** (электрический аккумулятор) – иккиламчи *токнинг кимёвий манбаи*; бунда аккумуляторда зарядсизланиш (йиғилган энергияни сарфлаш) вақтида кимёвий энергия электр энергиясига, зарядланиш (йиғиш) вақтида эса электр энергияси кимёвий энергияга айланади. Электр аккумулятори электролит эритмасига туширилган иккита электроддан иборат; хизмат қилиш вақти ёки мумкин бўлган зарядланиш-зарядсизланиш циклининг сони, сифими-зарядсизланиш вақтида у бера оладиган электр миқдори, зарядланиш ва зарядсизланиш вақтидаги ўртacha кучланиш; энергияси билан характерланади. Электролитларга кўра, электр аккумуляторининг кислотали (курғошинли) ва ишқорли (темир-никелли, кадмий-никелли, кўрғошин-кумушли, кадмий-кумушли) хиллари бор.

27.2-жадвал.

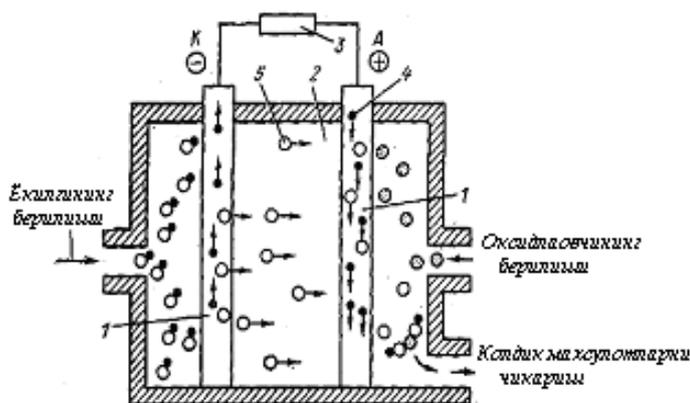
Аккумуляторлар элементларининг параметрлари

Тури	Ўртача кучланиш, В	Зарядлар йўқолиши %/ой	Зарядлаш циклар сони	Солишгирма энергия захираси (кичик тоқларда)	
				Вт·с/кг	Вт·с/см <sup>3</sup>
Темир-никелли	1,2	30	2000	24	0,06
Свинцли (кислотали)	2,0	25	3000	33	0,08
Никель-кадмийли	1,2	2	2000	26	0,6
Кумуш-кадмийли	1,1	3	2000	53	0,15
Кумуш-цинкли	1,45	3	100	100	0,20
Кумуш-оксидли-цинкли (қайта тикланмайдиган)	1,45	-	-	121	0,23

### **Ёнилғи элементлари**

Электрохимиявий усулда энергия йиғишнинг – ёнилғи элементлари тури ҳам яхши ўрганилган ва ривожланган. Ёнилғи элементи – бу оддий электрохимиявий элемент бўлиб, у куйидагича ишлайди: ёқилғи элементнинг кириш қисмига узатилади, катодда электродлар жойлашган бўлиб, ёқилғи энергияси таъсирида ундан ионлар ажралиб чиқа бошлайди. Бу ионлар анодгача етиб келиб, ундаги электронлар ҳаракатини тезлаштиради. Катод ва анод ораллиғида электролит жойлашган бўлиб, у ионларни ҳаракатланиш тезлигини оширидаи ва энергия ажралиб чиқиш жараёнини фаоллаштиради. Ёнилғи элементнинг чиқиш қисмидан оксидлаш моддаси берилади ва у аноддаги электронлар ҳаракат тартибидан жадаллаштиради. Оксидланиш жараёни натижасидаги қолдиқ маҳсулотлар ёнилғи элементнинг пастки қисмидан чиқариб ташланади (27.4-расм).

Ёнилғи элементларида кўплаб актив моддалар текширувлардан ўказилган. Айниқса газларнинг бу элементларда қўлланилиши жуда самарали ҳисобланади. Газларнинг ёнилғи элементларига ўзгармас сарфларда узатилиши жуда осон кечади.



**27.4-рам. Ёнилғи элементнинг схемаси:**

1-электродлар; 2-электролит; 3-кучланиш; 4-электронлар; 5-ионлар.

Охириги пайтларда кислород-водородли ёнилғи элементлари кенг қўлланилмоқда. Бу турдаги ёнилғи элементлари космик аппаратларда ишлатилмоқда. «Джеминай», «Апполло-ХП» русумли космик кемаларида кислород-водородли ёнилғи элементларидан фойдаланилган.

#### **Электрохимиявий усулда энергияни ўзгартиришнинг фойдали иш коэффициентини**

Назарий жиҳатда электрохимиявий усулда энергияни ўзгартиришнинг фойдали иш коэффициентини (ФИК) бирдан кичик деб юригилади.

Электрик батареяларнинг фойдали иш коэффициентини  $\eta_{ЭБ} = 50 \div 60$  ни ташкил этади. Электрик батареяларнинг ФИКси куйидагича топилади:

$$\eta_{ЭБ} = \frac{I_{чик}}{N \cdot F \cdot M},$$

бу ерда  $I_{чик}$  – элементнинг ташқи занжиридаги ток кучи, а;  $M$  – электрохимиявий реакциянинг тезлиги, моль/с;  $F$  – Фарадей сони;  $N$  – узатилаётган модданинг эквивалент ёнилғи.

Ёнилғи элементларининг ФИК си асоса ҳаракатга боғлиқ равишда ўзгартиради. Ёнилғи элементларнинг ФИКси куйидаги формуладан топилади:

$$\eta_{ЭЭ} = \frac{\Delta G}{\Delta H},$$

бу ерда  $\Delta G$  – бажарилган иш ёки Гиббс потенциали;  $\Delta H$  – энтальпия.

Кислород-водородли ёнилғи элементларининг ФИКсини  $\Delta G$  ва  $\Delta H$  ларнинг жадвал маълумотлари асосида аниқласа бўлади. Масалан:  $T = 298 \text{ K}$  хароратда  $\eta_{ЭЭ} = 0,94$ ;  $T = 2000 \text{ K}$  хароратда  $\eta_{ЭЭ} = 0,54$  гача пасайиб кетади.

$\Delta G$  ва  $\Delta H$  лар ҳаракатга боғлиқ равишда ўзгарувчи катталиклар ҳисобланади. 27.3-жадвалда ҳар хил ҳароратлардаги кислород-водородли ёнилғи элементларининг ФИКСи келтирилган.

27.3-жадвал.

Кислород-водородли ёнилғи элементларининг термодинамик параметрлари.

Ҳарорат, (Т, К)	Энтальпия, ( $\Delta H$ , кДж/моль)	Бажарилган иш, ( $\Delta G$ , кДж/моль)	ФИК, ( $\eta_{\text{э}} = \Delta G / \Delta H$ )
298	241,8	228,6	0,94
400	242,8	223,9	0,92
500	243,8	223,3	0,90
1000	247,7	193,7	0,78
2000	252,1	135,2	0,54

## 28 – маъруза. Фотоэлектрик усулда энергия ўзгартириш. Қуёш энергетикаси. Қуёш электр станциялари ва уларнинг самарадорликлари.

«Қуёш батареяси»дек ҳеч бир энергетик тизим «энергияни тўғридан-тўғри ўзгартириш» терминига тўлиқ мос келмайди. Қуёш нурлари энергиясидан электр энергиясини олиш қадимдан маълум бўлиб, ҳозирги пайтгача йирик масштабли, юқори самарадорликдаги ҳамда иктисодий жиҳатдан қулай бўлган қуёш энергетик тизимини яратиш ва ишлаб чиқиш долзарб муаммолардан бири бўлиб ҳисобланиб келинмоқда.

Ҳозирги вақтда экологик жиҳатдан тоза, қайта тикланувчанлик хусусиятига эга бўлган ноанъанавий энергия манбаларидан фойдаланиш масалалари асосли ҳисобланмоқда. Чунки анъанавий энергия захиралари (кўмир, газ, нефть ва бошқалар) жуда кам миқдорни ташкил этади ҳамда атроф-муҳитга зарарли таъсирлар кўрсатади.

Қуёш нурлари энергиясидан электр энергия ишлаб чиқиш тўғрисида кўпгина йирик ҳажмдаги илмий-изланиш ишлари олиб борилмоқда ва қуёш энергетик қурилмалари ишлаб чиқарилмоқда.

### Қуёш энергетикаси

Қуёш энергиясидан ўтган замонлардан бошлаб одамлар фойдаланишган. Бизнинг эрамиздан олдинги 212 йилда қуёш нурларини тўплаш орқали масжид ва ибодатхоналар олдида кутлуғ олов пайдо қилганлар. Ривоят қилишларича, буюк грек олими Архимед ўзининг Сиракуза шаҳрини Рим флоти армиясидан озод қилишда қуёш энергиясидан фойдаланиб, ундан олов пайдо қилган.

Ер атмосферасининг юқори қатламларида қуёш нурларини оқим қуввати  $1,78 \cdot 10^{17}$  Вт га, Ер сатҳида эса  $1,2 \cdot 10^{17}$  Вт га тенг.

Қуёш энергиясининг Ер сатҳида тақсимланиши ниҳоятда нотекис Қуёш энергияси (ҚЭ) миқдори  $1 \text{ м}^2$  Ер сатҳида 1 йилда  $3000 \text{ МДж/м}^2$  шимолий минтақаларда,  $5000 \text{ МДж/м}^2$  иссиқ нур зоналарига тўғри келади.

Қуёш энергияси зичлиги  $I_0$  атмосферанинг юқориги чегарасида нурларга перпендикуляр жойлашган текисликка нисбатан  $1353 \text{ Вт/м}^2$  бўлиб, унинг доимийси дейилади.

Ўрта энергия миқдори  $E_{\text{о.н.}}$ , 1 стада  $1 \text{ м}^2$  юзага  $4871 \text{ кДж/с} \cdot \text{м}^2$  га тўғри келади.

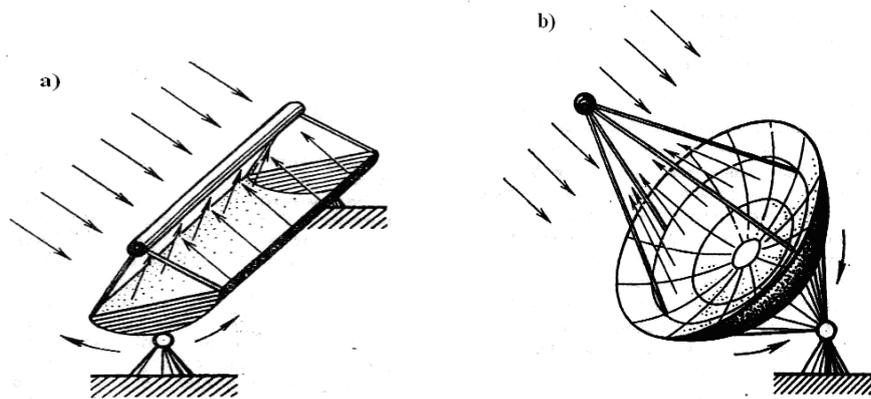
Қуёш энергияси энг кўп зичлиги  $1 \text{ кВт} \cdot \text{м}^2$  га тенг.

Ер атмосферасининг юқори чегарасида қуёш нурлари тахминан абсолют  $5900 \text{ К}$  ҳароратли жисм нурланишга тўғри келади.

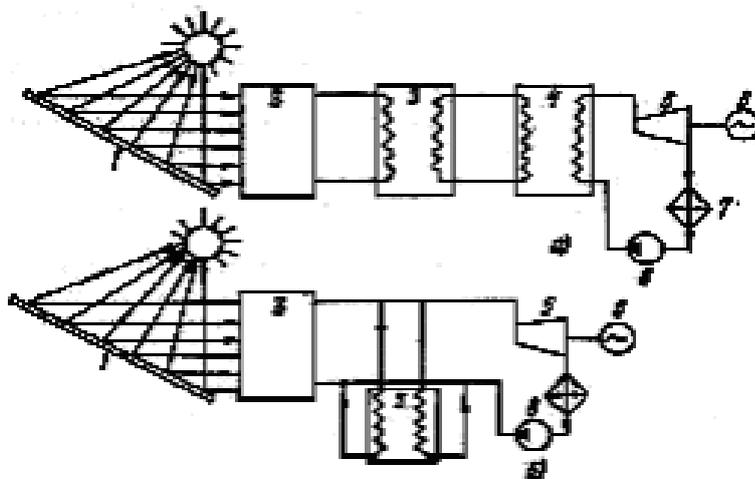
Бинафша нурларга тўғри келади (тўлқин узунлиги  $\lambda=0,2 \dots 0,4 \text{ мкм}$ ), кўринадиган нур ( $\lambda=0,4 \dots 0,78 \text{ мкм}$ ) ва каттароқ тўлқинли инфрақизил нурлардан иборат.

28.1-расмда қуёш концентраторларининг умумий кўриниш схемалари берилган. Унда тўғри бурчакли ва параболик концентраторлар тасвирланган.

Қуёш электрстанциясининг соддалаштирилган схемаси 28.2-расмда кўрсатилган.



28.1-расм. Актив қуёш тизими концентраторлари схемаси:  
(а- тўғри бурчакли, б- парабolik).



28.2-расм. Қуёш электрстанциясининг содалаштирилган схемалари.

а) иссиқлик аккумуляторларининг кетма-кет уланган ҳолатдаги кўриниши; б) иссиқлик аккумуляторларининг параллел уланган ҳолатдаги кўриниши: 1-қуёш нурини тутиб олувчи, 2-кабул қилгич, 3-иссиқлик аккумулятори, 4-харорат ўзгартирувчи, 5-буғ турбинаси, 6-генератор, 7-конденсатор ва 8-конденсация насоси.

Қуёш нурлари атмосферадан Ерға ўтишида бир қисм нурлар тарқалади ва озон, ҳаво, сув буғлари ва чанг зарралари ва молекулалари билан ютилади. Бу тўғри тушаётган қуёш нурларининг кучини сусайтиради ва диффузия (тарқалган) нурларига эга бўлади. Энергиянинг бир қисми космик майдонга қайтиб кетади, бир қисми эса Ер сатҳига етиб келади. Тарқалган нурлар қисми иқлим ва географик фактларга боғлиқ бўлиб, йил давомида ўзгаради: Киевда 0,39 июнда, 0,75 декабрда, Москвада 0,54-0,8, Тошкентда 0,19-0,5, Ашхободда 0,3-0,5.

Қуёш энергияси потенциалини қуёш радиациясининг  $1 \text{ м}^2$  горизонтал юзага тушадиган ўргача йиллик катталиги билан характерлаш мумкин.

Қуёш нурлари йиллик оқими МДХ территориясида кенг диапазонда ўзгаради. Масалан,  $1 \text{ м}^2$  горизонтал текисликка шимолий ва шимолий-шарқий Сибир кенгликларида бир йилда 550-830 кВт·с, кўпгина Европа ҳудудларида 830-1100 кВт·с, Украина жанубида, Молдавияда, Волга бўйида, Сибир, Узоқ шарқда 1100-1300 кВт·с, Кавказ орти ва Марказий Осиёда – 1400-1600 кВт·с, Ўзбекистон чўл зонасида – 2000 кВт·с ва ундан катта қуёш энергияси тўғри келади.

Марказий Осиёда қуёшли кун давомийлиги июнда 16 соат, декабрда 8-10 соат, бир йилда эса 300 кунни ташкил этади, қуёш нурлари куни давомийлиги 2500-3100 соат/йил, ёзда эса – 320-340 соат/ой.

Йил ойлари	Сутка бўйича, Вт·с/(м <sup>2</sup> ·сут)	Соат бўйича, Вт·с/(м <sup>2</sup> ·сут)						
		12	11,13	10,14	9,15	8,16	7,17	6,18
Январ, декабр	2860	710	670	630	540	310	-	-
Феврал, ноябр	3245	750	740	690	605	460	-	-
Март, октябр	3920	780	770	730	670	650	320	-
Апрел, сентябр	4411	800	790	765	730	640	546	170
Май, август	4640	800	790	765	730	670	545	340
Июн, июл	4760	785	780	770	730	670	585	440

Ҳозирда ҚЭ дан фойдаланиш усуллари юқори технологик мукамалликка этди, самарали ва кенг амалий ишларда турли иқлим шароитларида ишлатилмоқда. ҚЭдан фойдаланишни икки гуруҳга ажратиш мумкин:

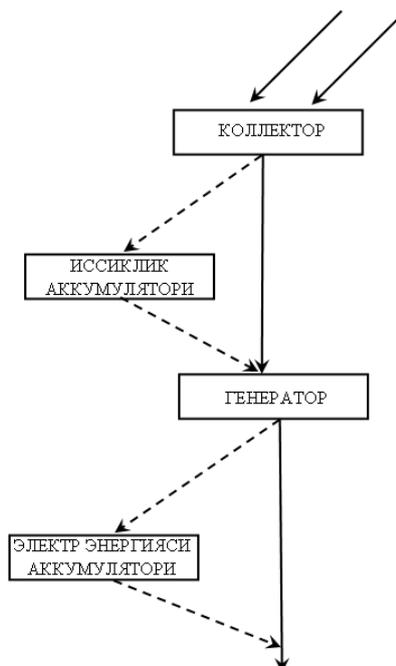
1. Тўғридан тўғри - қуёш радиациясидан фойдаланиш;

2. Иккиламчи, яъни қуёш радиациясининг иккиламчи кўринишида – шамол, океан иссиқлиги, биомасса захиралари, сув энергияси ва х.к. шаклда фойдаланиш.

ҚЭдан тўғридан-тўғри фойдаланиш ўз навбатида қуёш радиациясини:

- иссиқлик;
- фотоэлектрик;
- термоэлектрик усулларда ишлатишга имкон беради.

Қуёш нури энергиясидан электр энергияси ишлаб чиқиш ҳамда уни йиғиш схемаси 28.3-расмда келтирилган. Қуёш нурлари коллекторга келиб тушади, сўнгра эса иссиқлик аккумуляторларида тўпланади. Генератор ёрдамида иссиқлик энергияси электр энергиясига айлантирилади. Электр аккумулятори ёрдамида ҳосил бўлган электр энергияси тўпланади. Электр энергиясига эҳтиёж бўлган вақтларда электр аккумуляторларидан энергия истеъмолчиларига узатилади.



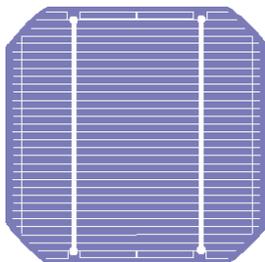
28.3-расм. Қуёш нури энергиясини электр энергиясига ўзгартириш ва уни йиғиш схемаси.

*Қуёш батареялари тўғрисида маълумотлар*

Куёш энергиясидан электр энергиясини хосил қилишда, Ер юзида ишлатиб келинаётган ҳамда космик кемаларида қўлланилаётган ярим ўтказгичли куёш батареялари энг ишончли, текширилган ва самарали ҳисобланади. Ярим ўтказгичли куёш батареялари фотоэлектрик эффект ходисасига асосланиб ишлайди.

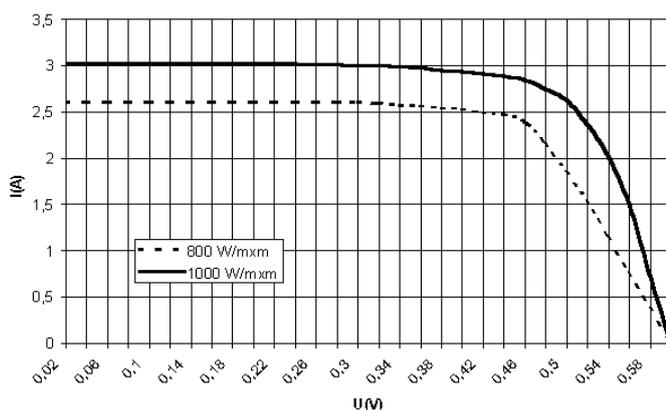
Фотоэффект ходисасини 1887 йилда Герц томонидан кашф этилган. Бу ходисани 1888 йилда А.Г.Столетов томонидан амалий жиҳатдан текширилган ва тўлиқ ўрганилган.

Куёш батареяларининг асосини фотоэлектрик ўзгартгичлар ташкил этади. Фотоэлектрик ўзгартгичлар (ФЭЎ) куёш нури энергиясини электр энергиясига айлантириш учун мўлжалланган бўлади. Фотоэлектрик ўзгартгичнинг умумий кўриниши 28.4-расмда келтирилган.



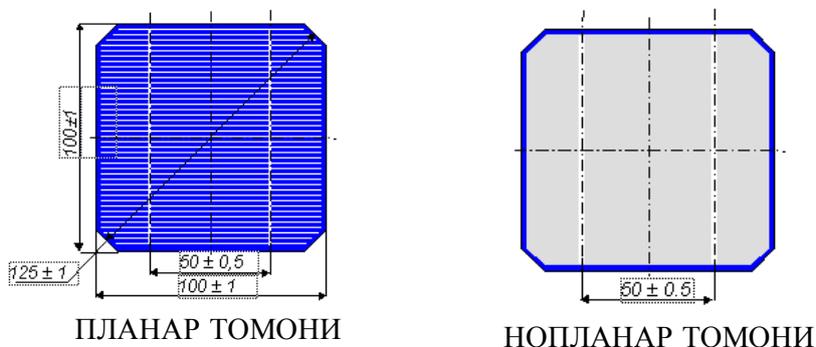
**28.4-расм. Фотоэлектрик ўзгартгичнинг умумий кўриниши.**

Стандарт кремнийли ФЭЎнинг вольт-ампер характеристикаси 28.5-расмда кўрсатилган.



**28.5-расм. Стандарт кремнийли ФЭЎнинг вольт-ампер характеристикаси.**

Куёш батареясининг ФЭЎлари ўрнатилган тартиб бўйича, габарит ўлчамлари ва ураниш схемаларига асосан танланади (28.6-расм).



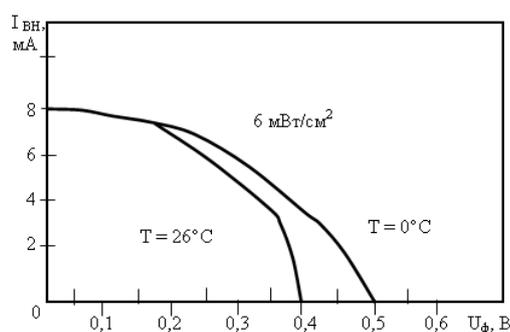
**28.6-расм. ФЭЎларнинг габарит ва ураниш ўлчамлари.**

ФЭЎларнинг асосий техник характеристикалари 28.2-жадвалда келтирилган.

**ФЭЎларнинг асосий техник характеристикалари.**

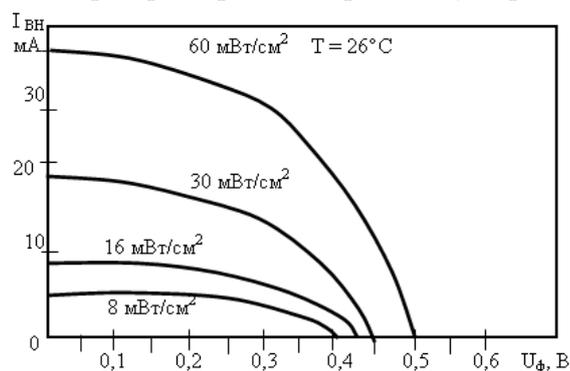
Габарит ўлчамлари, мм	псевдоквадрат: 100x100+1, 101x101+1, 102x102+1, 103x103+1
Ишчи кучланиши, В	0,45 – 0,47
Ишчи ток, А	2,8 – 3,05
Салт юриш кучланиши, В	0,57 – 0,6
ФИК, %	12,5-14
Ўрнатилган материал	Монокристалли кремний
Кўшимча материал	Фосфор
Ориентация	[111],[100]
Оғирлиги, г	45
Қалинлиги, мкм	450
Ишчи ҳароратлар диапазони, °С	-45÷70

Ярим ўтказгичли қуёш батареялари ишлаш принципи асосан ҳароратга боғлиқ бўлади. Ҳароратнинг турли хил қийматларида қуёш батареялари вольт-ампер характеристикасининг ўзгариши 28.7-расмда кўрсатилган. Бунда асосан ҳарорат 0°С дан 26°С гача ўзгариши кўрсатилган. Ушбу график асосида қуёш батареяларининг вольт-ампер характеристикалари ноҳизикли кўринишда эканлиги ўз исботини топган.



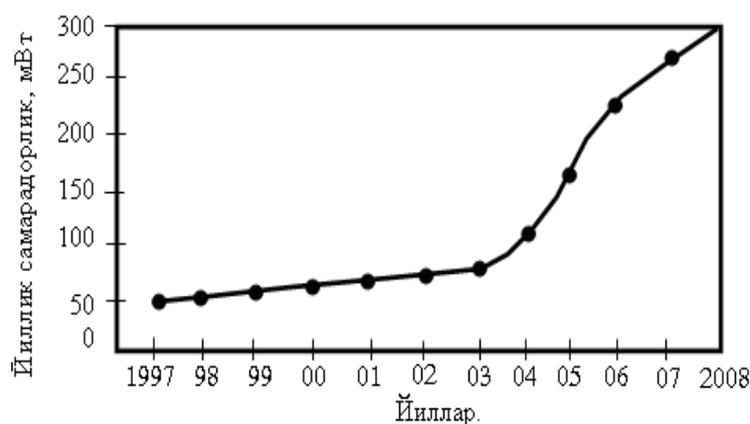
**28.7-расм. Ҳарорат таъсирида қуёш батареяси вольт-ампер характеристикасининг ўзгариши.**

Ёритилганлик ҳам қуёш батареяларининг асосий электрик характеристикаларига ўз таъсирини кўрсатади. 0° ҳароратда ва 8 мВт/см<sup>2</sup> дан 60 мВт/см<sup>2</sup> гача ораликдаги ёритилганликда қуёш батареяларининг вольт-ампер характеристикаларининг ўзгариши 28.8-расмда келтирилган.



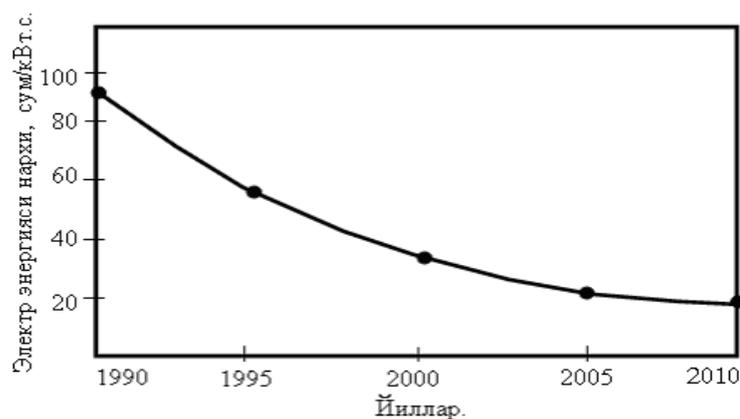
**28.8-расм. Ёритилганлик таъсирида қуёш батареяси вольт-ампер характеристикасининг ўзгариши.**

Ҳозирги кунда қуёш нури энергиясидан электр энергияси ишлаб чиқариш барча мамлакатларда ривожланмоқда. Фотоэлектрик батареяларга бўлган талаблар йил сайин ошмоқда. Ярим ўтказгичли фотоэлектрик батареялар ишлаб чиқилишининг ўсиш графиги 28.9-расмда келтирилган.



**28.9-расм. Фотоэлектрик батареяларни ишлаб чиқаришнинг ўсиш графиги.**

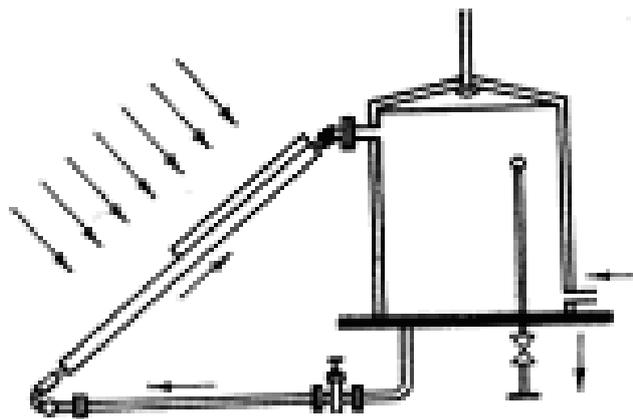
Қуёш электр станциялари томонидан ишлаб чиқиладиган электр энергия миқдори йил сайин ошмоқда. Бу қурилмалар асосида ишлаб чиқилаётган электр энергиясининг таннархи ҳам йиллар мобайнида камаймоқда. Бу эса фотоэлектрик тизимнинг истиқболли ва самарали эканлигини кўрсатади. Қуёш электр станциялари ёрдамида йиллар мобайнида ишлаб чиқиладиган электр энергияси таннархининг ўзгариши 28.10-расмда келтирилган.



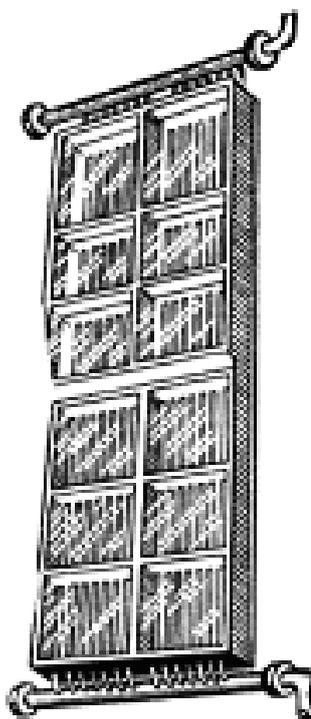
**28.10-расм. Йиллар мобайнида фотоэлектрик тизимда электр энергиясини ишлаб чиқариш ва унинг нархи.**

**Қуёш печи** (солнечная печь) – гелиоконцентратор (одатда, қайтарувчи типдаги), қиздириш камераси ва нур энергияси оқими зичлиги ростлагичдан иборат гелиоқурилма. Гелиоконцентратор фокусидаги энергиянинг юқори зичлиги ва эришиш мумкин бўлган энг юқори ҳарорат концентраторининг қанчалик аниқ ишланганлигига боғлиқ (ҳарорат 3500-3800°C гача кўтарилади). Қуёш печи юқори ҳарорат билан боғлиқ тадқиқотлар ўтказишда қўлланилади.

**Қуёш сув иситкичи** (солнечный водонагреватель) – сувни 50-60°C гача иситиш учун (душхона, кирхона ва бошқаларда) мўлжалланган (одатда «қайноқ яшиқ» типдаги) гелиоқурилма. Қуёш сув иситкичининг нуруланаётган сирти жануб томонга қаратилган бўлиб, горизонтга нисбатан 25-35° бурчак остида ўрнатилади. Сув иситиладиган қозон труба симон ёки ясси (Ф.И.К. анча юқори) бўлиши мумкин. Иссиқ сув юқорига кўтарилади ва чиқариш бакига ййгилади, совуқ сув эса қозоннинг ост қисмидан берилди. Қуёш сув иситкичининг 1 м<sup>2</sup> юзасидан кундузи ҳарорат 55°C ли 70-80 л сув олиш мумкин (28.11 ва 28.12-расмлар).



28.11-расм. Қуёш сув иситкичи схемаси.



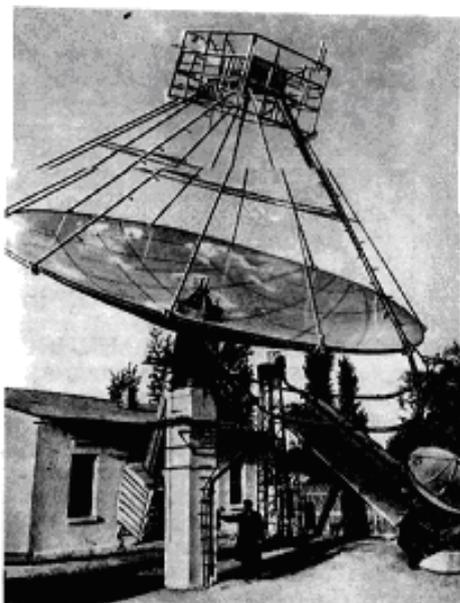
28.12-расм. Қуёш сув исткичи секцияси.

**Қуёш электр станцияси** (солнечная электростанция) – қуёш радиациясини электр энергияга айлантарадиган электр станция. Кўзгулар тизими ёрдамида қуёш нури дасталанади ва буғ қозонига йўналтирилади. Ҳосил бўлган буғ турбогенераторни ҳаракатга келтиради. Буғ қозони ўрнида термоэлектрогенератор ишлатиш ҳам мумкин. Мавжуд қуёш электр станциясининг Ф.И.К. 15% дан ошмайди, олинadиган қувватнинг солиштирма қиймати ИЭС ларникидан бир неча марта юқори.

**Гелиотехника** (гелио ва техника) – техниканинг қуёш радиацияси энергиясининг амалда фойдаланиш учун қулай бўлган бошқа турдаги энергияларга айланишини ўрғанадиган соҳаси. Гелиотехника *гелиоқурилмаларни* лойihalаш, тайёрлаш ва текшириш масалаларини ўз ичига олади. Қишлоқ хўжалигида ва бошқа энергия манбалари бўлмаган ёки уларни қуриш иқтисодий жиҳатдан талабга жавоб бермаган ҳолларда, кам энергия талаб қиладиган ва тарқоқ истеъмолчилар учун гелиотехникани қўллаш истиқболли ҳисобланади.

**Гелиоқурилма** – Қуёш нури энергиясини амалда фойдаланиш учун қулай бўлган бошқа турдаги энергияга айлантйривчи қурилма. Гелиоқурилманинг қуёш энергияси концентрацияланмаган паст ҳароратли «иссиқ яшиқ»лар типдаги (қуёш қуритгичлари, сув

иситгичлар, сув чучуклангиргичлар ва бошқалар) ва турли гелиоконцентраторлар қўлланиладиган (қуёш печлари, қуёш куч қурилмалари, гелиоошхоналар ва бошқалар) хиллари бор (28.13-расм).

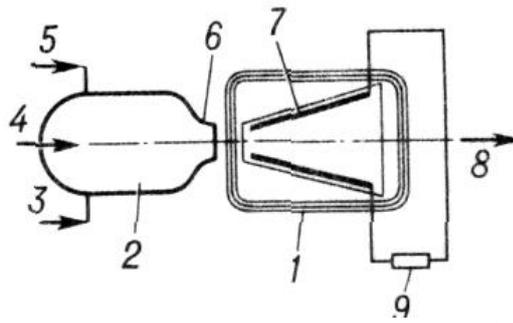


**28.13-расм. Диаметри 10 м ли концентратори бўлган параболоид гелиоқурилма**

*Гелиоэлектр станцияси* (гелиоэлектрическая станция) – Қуёш нури энергиясини электр энергиясига айлангирадиган *гелиоқурилма*. Гелиоэлектр станцияси иссиқлик цикли (қайгаргич – буғ козони – буғ двигатели - генератор) бўйича ёки *термоэлектр генератор*, ё фотоэлектр генераторлардан фойдаланиб ишлаши мумкин. Гелиоэлектр станцияси йиллик қуёшли кун кўп бўлган районларда бошқа турдаги энергиялар бўлмаган ёки етишмаган ҳолларда, шунингдек, ер сунъий йўлдошлари ва космик кемаларда иқтисодий жиҳатдан ўзини оқлаган.

**29 – маъруза. Магнитогидродинамик усул ёрдамида энергияни ўзгартириш. Магнитогидродинамик (МГД) қурилмалар турлари ва уларнинг қўлланилиши. МГД қурилмалар фойдали иш коэффициентини топиш.**

*Магнитогидродинамик генератор, МГД-генератор*– иссиқлик энергиясини бевосита электр энергиясига айлангириб берувчи энергетик қурилма. МГД-генератор канал (сопло, иш қисми, диффузор) ҳамда магнит тизимидан иборат (29.1-расм). МГД-генератор ишлаш принципи иш жисми (ўтказувчан муҳит электролит, суюқ металл, ионлаштирилган газ-плазма)нинг магнит майдонига кўндаланг ҳаракатланишига асосланган; бунда иш жисмида электр токи индукцияланади, бу ток тегишли электродлар орқали электр занжирига узатилади. Қазиб олинандиган ёқилғиларнинг ёниш маҳсулотлари, ишқорий металллар қўшилган (электр ўтказувчанликни ошириш учун) инерт газлар, суюқ металллар, электролитлар ва бошқа иш жисми бўлиши мумкин. МГД-генераторларнинг кондукцион (каналда жойлашган иш жисми оқими бўйлаб жойлаштирилган электродлардан электр токи бевосита олинандиган) ва индукцион (электродларсиз) хиллари бор. Вазифасига кўра импульсли, қисқа муддат ва узоқ муддат ишловчи МГД-генератори бўлади. МГД-генератори база кучланишли ва иккиламчи буғ-куч циклидан фойдаланувчи электр станцияларда (бундай қурилмалар қазилма ёқилғиларда ҳам, ядро ёқилғисида ҳам ишлаши мумкин); тигиз вақтларда кучланишларни компенсациялаш ёки энергия тармоқларида авария ҳолати рўй берганда ишлатиш учун мўлжалланган захира қурилмаларда; қисқа муддатли энергетик қувватлар ҳосил қилувчи (аэродинамик трубаларни қиздириш, турли радиотехника қурилмаларини энергия билан таъминлаш ва бошқа) қурилмаларда; кемалар, учуш аппаратлари боргидаги аппаратларни электр энергия билан таъминловчи манба сифатида ишлатилади.



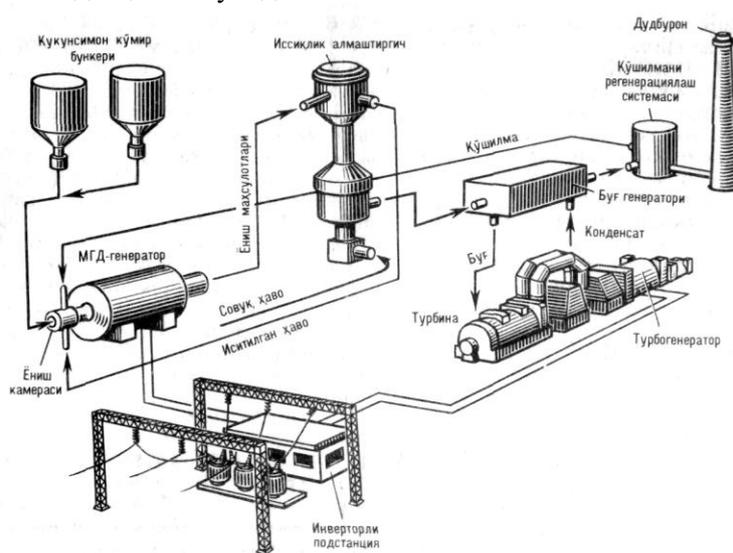
**29.1-расм. Магнитогидродинамик генератор схемаси:** 1-электромагнит чўлғами; 2-ёниш камераси; 3-қўшилма; 4-ҳаво; 5-сопло; 7-канал; 8-газларнинг чиқиши; 9-кучланиш.

29.2-расмда магнитогидродинамик генераторли электр станциясининг умумий кўриниши келтирилган.

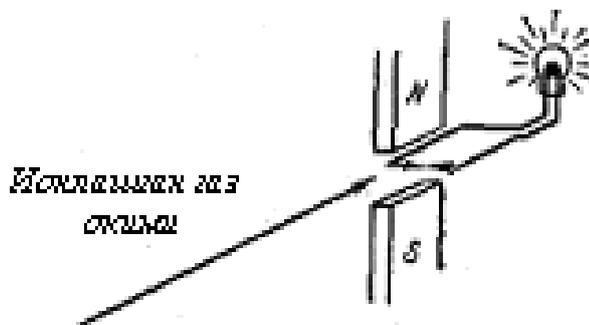
Охириги 150 йил мобайнида электр ва магнит майдонларининг ҳаракатланувчи зарядланган заррачалар билан ўзаро таъсирига асосланган энергетик қурилмалар кўплаб яратила бошлади.

Юқори ҳароратларда қиздирилган, ионлашган газнинг магнит майдони орқали ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўладиган электр энергияси – магнитогидродинамик (МГД) – генератор усулида энергия ҳосил қилиш деб аталади (29.3-расм).

Бу усул асосан магнит майдони билан ишчи жисмнинг ўзаро таъсирига асосланган. Буда электр юритувчи куч (ЭЮК) қиздирилган газ электрон ва ионларининг магнит майдонида ҳаракатланиши натижасида ҳосил бўлади.



**29.2-расм. Магнитогидродинамик генераторли электр станцияси**



**29.3-расм. МГД-генератори**

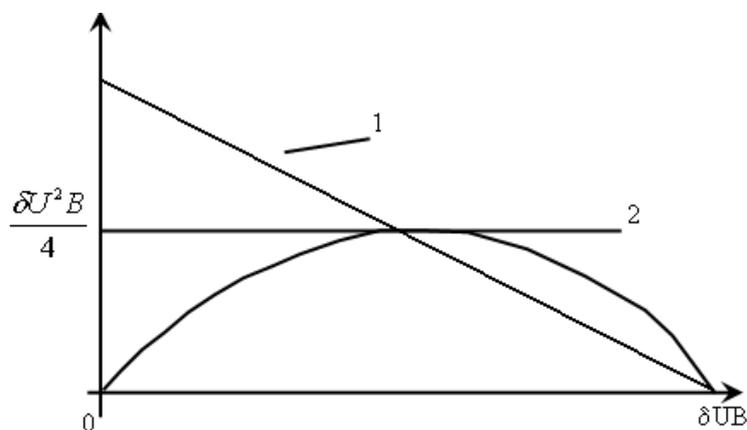
Ҳозирги вақтда АҚШда МГД-усулида энергия олувчи қурилмалар кўплаб яратилмоқда ҳамда илмий-текширувлардан ўтказилмоқда.

Россияда ҳам бир нечта МГД-усулига асосланган экспериментал қурилмалар (қуввати 50÷200 МВт) ишлатилмоқда. Бу усулга асосланган қурилмаларнинг фойдали иш коэффициентини  $\eta = 52 \div 55\%$  ни ташкил этади.

АҚШда ишлатилиб келинаётган энг йирик МГД-усулидаги энергетик қурилманинг техник кўрсаткичлари қуйидагича:

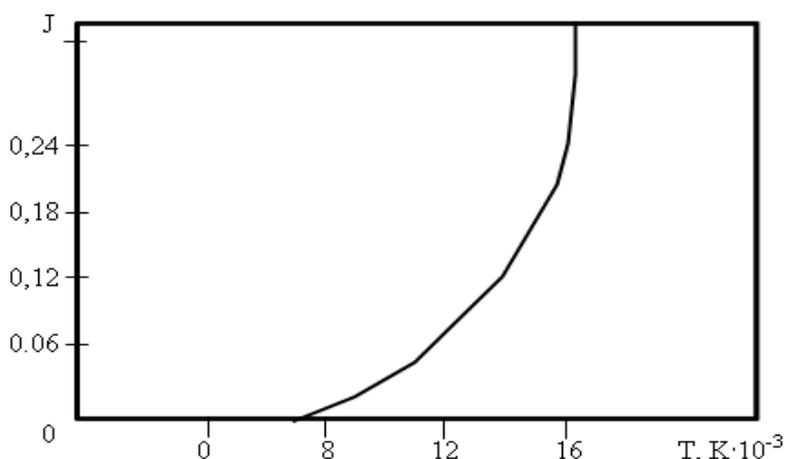
1. Қуввати - 800 МВт;
2. Ёқилғи маҳсулотларининг сарфи – 583 кг/с;
3. Кириш ҳарорати – 2650 К;
4. Чикиш ҳарорати – 2300 К;
5. Потенциаллар фарқи – 5400 В;
6. Ток кучининг ўртача зичлиги – 4000 А/м<sup>2</sup>;
7. ФИК – 52%.

МГД-генератори асосида ишлаб чиқиладиган қувват ток зичлиги билан параболик боғланишда эканлиги 29.4-расмда кўрсатилган. МГД-генератори ёрдамида ишлаб чиқиладиган солиштира қувват тўғри чизиқ бўйича ўзгармас ҳолатда бўлади. МГД-генераторининг ФИКси эса тўғри чизиқ бўйича камаювчи кўринишда бўлар экан.



**29.4-расм. МГД-генераторининг электрик характеристикалари:**  
1-ФИК; 2-солиштира қувват.

МГД-генератори ёрдамида энергия ишлаб чиқаришда ҳавонинг термик ионлашиш даражаси ва унинг ҳароратга боғлиқлиги муҳим аҳамиятга эгадир. Ҳаво ҳароратининг ошиши асосида, термик ионлашиш даражаси ҳам кескин ортиб боради. Бу боғлиқлик 29.5-расмда келтирилган.



**29.5-расм. Ҳавонинг термик ионизация даражаси ва ҳарорати ўртасидаги боғлиқлик.**

### 30 – маъруза. Шамол энергетикаси. Шамол электр станциялари ва уларнинг турлари.

Шамол ҳавонинг Ер юзасида нотекис қизишидан ҳосил бўлади. Бунда иссиқ ҳаво қатлами юқорига, совуқ қатлами пастга алмашади.

Охириги 10 йилларда жаҳонда шамол энергетикаси (ШЭ) улкан ривожланишга эга бўлди. Ўртача йиллик ШЭ қурилмалари (ШЭҚ) қуввати 32%дан юқори бўлди.

Ҳозиргача ҳеч бир энергетика соҳаси бунақа даражада ривожланмаган. 3.6-жадвалда ШЭҚ географик тақсимланиши келтирилган. Бунда ШЭҚ номинал қуввати 1 МВт ва ундан ортиқ бўлгани ҳисобга олинган. Илғор ўринларни Европа мамлакатлари ва АҚШ эгаллайди, чунки бу географик манзилларда ШЭ ривожлантиришга 1980 йилдан бошлаб аҳамият берилди бошланган. Ривожланаётган мамлакатларда ҳам бу энергия турига катта эътибор қаратишмоқда, чунки у мамлакатларда ёқилғи-энергетика ресурсларининг камлиги яққол исботланган.

Шамол параметрларини ҳар бир регион учун аниқлашда ва ундан самарали фойдаланишда шамол энергетик кадастри ишлаб чиқилади. Асосий ШЭҚ характеристикаларига қуйидагилар киради:

- шамол ўртача йиллик тезлиги ва унинг суткалик даражаси;
- тезлик қайталанувчанлиги, унинг хили ва параметрлари;
- шамолнинг максимал тезлиги;
- шамол даврининг тақсимланиши ва энергетик тинч давр давомийлиги;
- шамол солиштирма қуввати ва энергияси;
- регион шамол энергетик ресурслари.

Шамол ресурслари иқлим маълумотларини ўртача шамол тезлиги катталикларининг статик таҳлили асосида олинади ва уларда стандарт анемометр баландлиги келтирилади (Ер сатҳидан 10 м).

30.1-жадвал

Мамлакатлар	МВт	Мамлакатлар	МВт
Германия	6107	Бразилия	20
Испания	2836	Белгия	19
АҚШ	2610	Туркия	19
Дания	2341	Люксембург	15
Ҳиндистон	1220	Аргентина	14
Нидерландия	473	Норвегия	13
Англия	425	Эрон	11
Италия	424	Польша	11
Хитой	352	Тунис	11
Греция	274	Австралия	30
Швеция	265	Жанубий Корея	8
Япония	142	Исроил	8
Канада	139	МДҲ	20
Ирландия	122	Янги Коледония	4,5
Потругалия	111	Чехия	4
Австрия	79	Шри-Ланка	3
Миср	68	Швейцария	3
Франция	63	Мексика	1,6
Марокаш	54	Иордания	1,2
Коста-Рика	51	Латвия	1
Финландия	39	Қолган мамлакатлар	1,7
Янги Зеландия	35	<b>Жами</b>	<b>18449</b>

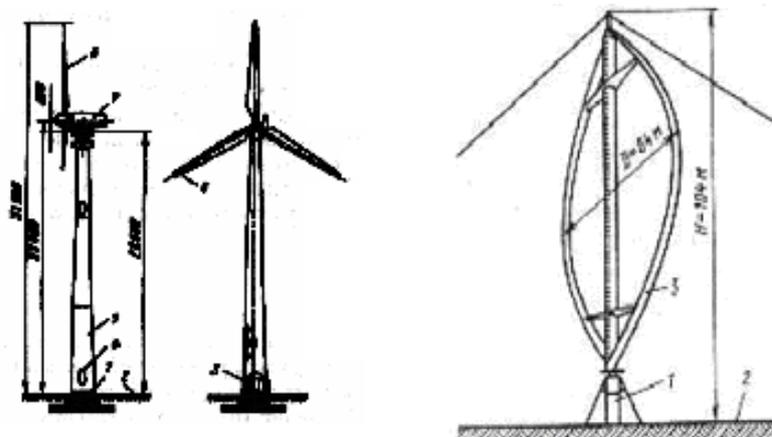
Шамол нотекислигини ҳар бир ой учун аниқлашда маҳаллий таъсирларни орография, гадир-будирлик, дўнглик-пастлик, унинг очиклиги, денгиз сатҳидан баландлиги ва бошқалар ҳисобга олиниб, шамол кучига ва йўналишига таъсири ўрганилади.

Шамол энергияси доимий эмаслиги, жойларда турлича даражада кузатилиши реал равишда унинг потенциални аниқлашда махсус ишларни бажариш, жой танлаш ва ШЭҚ ўрнатиш каби масалалар хал қилинади.

Ўзбекистонда ШЭ истиқболи қуввати 1-5 кВт кичик қурилмалар ҳисобига амалга ошиши мумкин.

Бунга сабаб катта истеъмолчилар жойлашган регионларда шамол тезлиги 3-4 м/с, катта потенциалли жойларда 10-12 м/с бўлган ҳолларда истеъмолчилар кам даражада.

30.1 - расмда ШЭҚ кўрсатилган.



30.1-расм. ШЭҚнинг умумий кўриниши.

ШЭ йиллик потенциали жуда катта. Гидроэнергия потенциалига нисбатан у 100 марта каттароқ ва  $3300 \cdot 10^{12}$  кВт·с. Бундан фақат 10-12%ини ишлатиш мумкин.

Шамол оқими (ШО) энергиясини ҳисоблашда  $M$  массали жисм кинетик энергиясини  $V$  тезликги ҳаракати орқали аниқланади.

Бунда ШО массаси  $W$  ҳажмда  $E = m \frac{v^2}{2} = \rho W \frac{v^2}{2}$  га тенг бўлади. Бунда  $\rho$ -ҳаво зичлиги.

Унда вақт бирлиги ичидаги ҳаво оқими қуввати,  $\Phi$  юзадан  $Q$  сарфда қуйидагича аниқланади:

$$N_n = \rho Q t \cdot \frac{v^2}{2z} = \rho F \frac{v^2}{2}.$$

ШЭҚ қуввати ШО қувватидан ундан фойдаланиш коэффициентини  $C$  фарқ қилади:

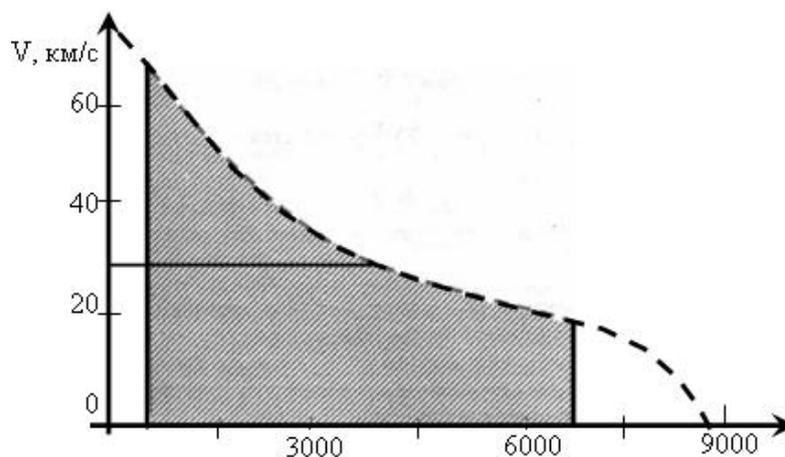
$$N_A = C \cdot \rho \cdot F_u \cdot \frac{v^3}{2}$$

бу ерда  $F_u$  -ШЭА ғилдираги таъсиридаги юза.

$C = C_k \cdot \eta_z \cdot \eta_m$  дан аниқланиб,  $C_k$ - ШЭҚ ғилдираги шамол оқимидаги фойдаланиш коэффициентини;  $\eta_z$  ва  $\eta_m$  - генератор ва мультипликатор ФИК.

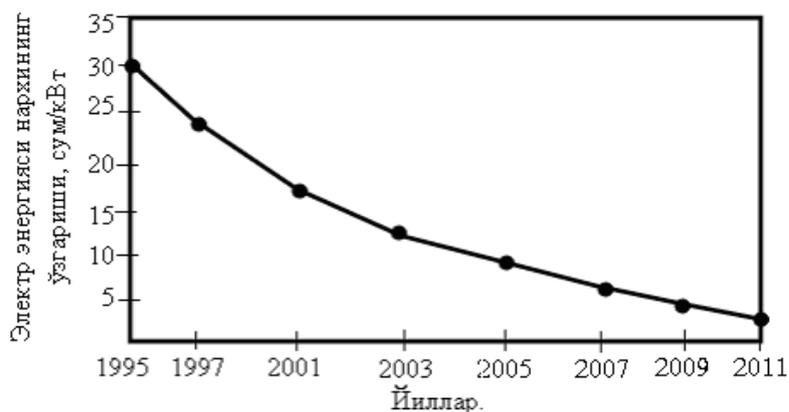
### **Шамол энергетикасининг потенциал имкониятлари**

Шамол агрегатларини танлашда асосан ҳудудларда шамол оқимининг тарқалиши ҳамда ҳаракатланиши кадастрлар бўйича тўлиқ ўрганилади. Бундан ташқари гидрометеорология марказларидан олинган маълумотлар бўйича «Энг қулай» ҳудудлар учун шамол қуввати аниқланади. Бу бажарилган ишлар натижасида «Энг қулай» ҳудудларда шамол энергетик қурилмалари қурилади (30.2-расм).



30.2-расм. «Энг қулай» ҳудудларда шамол қувватининг тарқалиши.

Шамол энергетик қурилмалари ёрдамида танланган ҳудудларда электр энергиялар оптимал даражада ишлаб чиқарилади. Шамол энергетик қурилмалари асосида ишлаб чиқариладиган электр энергияси миқдори йиллар мобайнида ошиб бормоқда, шу билан биргаликда бу қурилмалар ишлаб чиқарилган электр энергия таннархи ҳам камаймоқда. 1995 йилдан 2011 йиллар оралиғида шамол энергетик қурилмалари ёрдамида электр энергияси ишлаб чиқиш ва энергиянинг нархи ўртасидаги боғлиқлик 30.3-расмда кўрсатилган. Келтирилган график асосида шамол энергетикасининг потенциал имкониятлари юқори даражада эканлигини билиш мумкин.

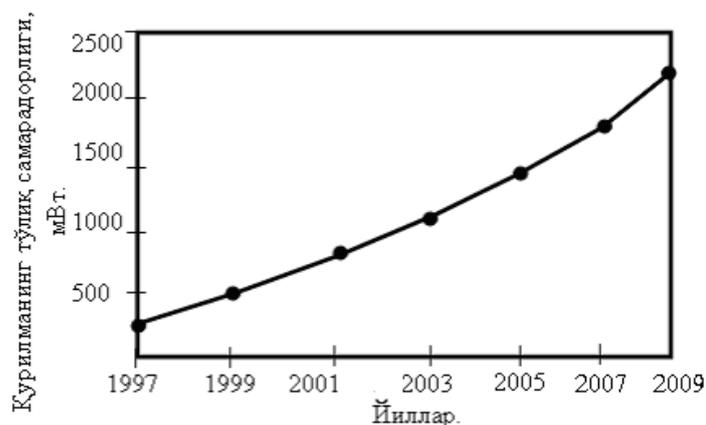


30.3-расм. Йиллар мобайнида шамол энергетик қурилмалари электр энергия ишлаб чиқиш ва энергиянинг нархи ўртасидаги боғлиқлик.

Ҳозирги пайтда кўпгина мамлакатларда шамол энергетик қурилмаларида кенг фойдаланилмоқда. Шамол энергетик қурилмаларининг ҳар хил конструктив кўринишлари яратилмоқда ҳамда юқори технологияларга асосланган, самарали, ишончли шамол электр станциялари барпо этилмоқда. Ушбу турдаги қурилмаларнинг жаҳон миқёсида ривожлантириш тенденцияси 30.4-расмда келтирилган. Шамол энергетик қурилмалари ёрдамида экологик жиҳатдан тоза электр энергиясини ишлаб чиқариш истикболли эканлигини қуйидаги графикдан билиш мумкин (30.4-расм).

Шамол энергетикасига тегишли бўлган энг зарур тушунчалар тўғрисидаги қисқача маълумотлар қуйида келтирилган.

**Шамол двигатели** (ветродвигатель) – шамолнинг кинетик энергиясини механик энергияга айлантирадиган двигатель. Парракли (кенг тарқалган), карусель (роторли) ва барабанли хиллари бори (30.5 ва 30.6-расмлар). Парракли шамол двигателялида шамол энергиясидан фойдаланиш коэффициенти 0,48 гача, карусельникида эса 0,15 дан ошмайди. Шамол двигатели шамол электр станциялари, шамол энергетика қурилмаларида ишлатилади.



30.4-расм. Жахон бўйича шамол энергетикасини ривожлантириш тенденцияси.



30.5-расм. Кўп парракли шамол двигатели.

**Шамол электр станцияси** (ветроэлектрическая станция) – шамолнинг кинетик энергиясини электр энергияга айлантирадиган қурилма. Шамол электр станцияси *шамол двигатели*, электр токи генератори, улар ишини бошқарадиган автоматик қурилма, улар ўрнатиладиган ва уларга хизмат қиладиган иншоотлардан иборат (30.6-расм).



30.6-расм. Захира иссиқлик двигатели бўлган Д-20 русумли ярим автоматик шамол электр станцияси.

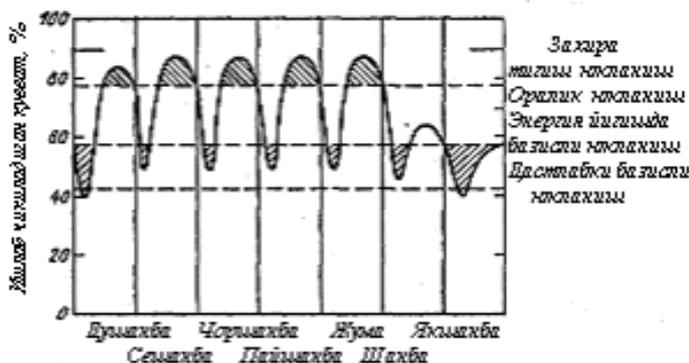
Шамол эсмайдиган даврда захира иссиқлик двигателидан фойдаланилади. Шамол электр станцияси марказлашган электр билан таъминлаш тармоқларидан узокда бўлган, доимо шамол эсиб турадиган қишлоқлар, чўл, чала чўл, Арктика ва бошқа зоналарда қурилади.

### 31 – маъруза. Энергия йиғиш қурилмалари. Энергия йиғишнинг кимёвий ва электрик тизимлари. Улар асосидаги қурилмаларнинг афзалликлари ва камчиликлари.

Яратилаётган самарали усуллар энергияни ишлаб чиқаришда, йиғишда ҳамда узатишда кенг қўлланилмоқда.

Йиғилган электр энергияси сутканинг энергияга – талаби кучли бўлган ҳолларида ишлатилади ва тиғиз кучланиш жараёнини ёпишга ёрдам беради. Электр энергиясига зарурият бўлмаган ҳолларда эса энергия яна тўпланиб турилади.

Энергетика тизимидаги суткалик тиғиз ва ярим тиғиз энергия истеъмоли жараёнида, энергия йиғувчи қурилмалардан фойдаланишнинг график кўриниши 31.1-расмда келтирилган. Бунда энергия йиғувчи қурилмалар сифатида гидроаккумуляцион электростанциялари (ГАЭС), дизель электр станциялари (ДЭС), газ-турбина қурилмалари (ГТҚ), қуёш электрстанциялари (ҚЭС) ва бошқалар ишлатилиши мумкин.

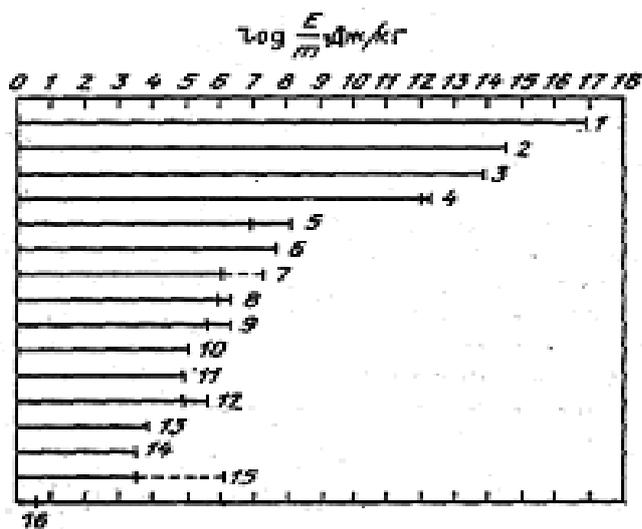


31.1-расм. Энергия тизимнинг суткалик юкланиш графигига энергия йиғишнинг таъсири.

#### Энергияни йиғиш вариантлари

Энергияни асосан механик, химиявий, электрик, индуктив, иссиқлик усуллари ва асбоблари асосида йиғиш мумкин.

Бирлик вазнга нисбатан баъзи бир моддалар ва элементларнинг энергия тўплаш бўйича солиштира кўрсаткичлари 31.2-расмда келтирилган.



31.2-расм. Баъзи бир моддалар, материаллар, қурилмалар ва жараёнларнинг бирлик вазнга нисбатан энергия йиғиши ҳамда сақлашнинг солиштира характеристикалари: 1- моддалар; 2-синтез (дейтерий, тиритий); 3- $U^{235}$  (кенгайиши); 4- радиоактив тушум; 5-водород; 6- бензин; 7-электрик батареялар; 8- маховиклар; 9-сиқилган сув буги; 10- абсорция; 11-гидролиз; 12- сиқилган ҳаво; 13-эгри деформация (резина); 14-гравитация ( $H_2O$  нинг 300 метргача кўтарилиши); 15- конденсаторлар; 16- электромагнит галтаклар.

#### Энергияни йиғишнинг химиявий тизимлари

Химиявий реакциялар асосида олиб бориладиган ва ҳосил бўлган энергия химиявий элементларда тўпланадиган энергия йиғишнинг усули – энергия йиғишнинг химиявий тизими деб аталади. Бу усулда энергия тўплашнинг қуйидагича афзалликлари: тўпланган энергия жуда юкори

зичликка эга бўлади; энергияни бир турдан иккинчи турга ўзгартириш жуда онсон ва содда; моддани бошланғич ҳолатига қайтариш имконияти мавжуд.

Нефть маҳсулотларида тўпланган химиявий энергия барча транспорт воситаларининг ҳаракат фаолиятини таъминлайди. Лекин нефть маҳсулотларида тўпланган энергия миқдори сарф бўлгандан кейин уларнинг захирасини қайта тиклаб бўлмайди.

### **Қайталанувчи химиявий реакциялар**

Қайталанувчи химиявий реакциялар ҳаётда кўплаб учрайди. Қайталанувчи химиявий реакциялар натижасида йирик миқдордаги иссиқлик энергияси йиғилади. Реакция жараёнида моддаларнинг химиявий хусусиятлари бутунлай ўзгаради.

Қуёш электр станциялари ва ядро энергетик қурилмаларида ишлаб чиқариладиган энергияни тўплаш ва узатиш жараёнларида баъзи бир химиявий реакциялар асосий восита сифатида тавсия қилинади.

Метан ишлаб чиқаришда қайтар каталитик реакциясидан фойдаланилади. Бу реакция юқори температурада ва катта тезликда олиб борилади:



Ушбу реакция натижасида водород ажралиб чиқади ва маълум миқдорда иссиқлик энергияси тўпланади.

Қайталанувчи химиявий реакцияларидан қуёш манбаи энергетик тизимида фойдаланиш бўйича, ҳозирги пайтда илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

### **Водород**

**Водород** – кимёвий элемент, белгиси Н (лат. Hydrogenium), ат. Н. 1, ат.м. 1,0079. Иккита турғун изотоп: енгил  $^1\text{H}$  ёки протий ва оғир  $^2\text{H}$  ёки дейтрий  $D$  дан иборат; Водороднинг радиоактив изотопи – ўта оғир  $^3\text{H}$  ёки тритий сунъий олинган. Эркин водород икки атомли молекулалар ( $\text{H}_2$ ) дан иборат. У рангсиз ва ҳидсиз газ; зичлиги  $0,0899 \text{ кг/м}^3$ ,  $t_{\text{суюю}} = 259,1^\circ \text{C}$ ;  $t_{\text{қай}} \approx 252,6^\circ \text{C}$ . Водород космосдаги энг кўп тарқалган элемент, у плазма ҳолида Қуёш ва юлдузлар массасининг деярли ярмисини ташкил қилади. Водород сув (энг кўп тарқалган), тошқўмир, нефть, табиий газ, хайвонлар ва ўсимликлар орагинзми таркибига киради. Водород табиий газлар, шунингдек сувдан (электролизлаб) олинади. Водород фан ва техниканинг жуда кўп соҳаларида қўлланилади.

Энергияни ҳосил қилишда, тарқатишда ва узатишда водород асосий воситалардан бири ҳисобланади. Водород газ кўринишида ва суюқ ҳолатда (босим остида) сақланиши мумкин. Бундан ташқари у бирон-бир химиявий элементнинг таркибий боғланиши кўринишида бўлади.

Водород суюқ ҳолатда босим остида махсус сиғимли идишларда ва баллонларда сақланади, ҳамда у автотранспортларда мотор ёқилғиси сифатида қўлланилади. Водородни суюқ ҳолатга келтириш ва сақлаш ҳам бир қанча қийинчиликларни келтириб чиқаради. Водородни суюқ ҳолатга келтириш учун ҳам маълум миқдордаги энергияни сарф қилишни талаб этади. Водород – агрессив муҳит, ҳисобланганлиги учун уни суюқ ҳолатда сақлаш ҳам баъзи муаммоларни келтириб чиқаради. Суюқ водородни хавфсиз ва ихчам бўлган махсус идишларда сақлаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. бу турдаги махсус идишлар металл-компундди гибридлардан тайёрланган бўлиши шарт.

### **Энергияни йиғишнинг электрик тизимлари**

Электростатик, магнит ва электромагнит майдонларни ҳосил қилиш учун энергия талаб қилинади. Ушбу майдонлар ёрдамида энергияни йиғувчи самарали тизимларни яратса бўлади. Бундай тизимларни қўшимча энергия сарфларисиз яратиш ва ушлаб туриш асосий масаларлардан бири ҳисобланади.

### **Электростатик тизимлар**

Иккита параллел жойлашган, А юзага эга бўлган ва бир-биридан  $d$  ораликдаги электр тоқини яхши ўтказувчи пластинкаларни вакуумга жойлаштириб, сўнгра уларни электр юритувчи кучга (ЭЮК) эга бўлган батареяга уланса (31.3-расм), ҳосил бўлган занжирда электр зарядлари тарқалиш жараёни бошланади. Бир неча дақиқадан сўнг қуйидаги шартлар бажарилади:

- шкала пластиналарда ҳам  $\pm q$  зарядлар тўпланади;
- пластиналар орасида потенциаллар фарқи  $U$  пайдо бўлади;

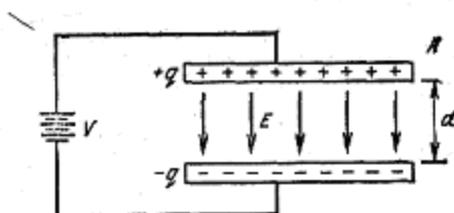
- занжирга уланган батареяда эквивалент ЭЮК ҳосил бўлади;
- пластиналар орасида  $E$  кучланишли, бир жинсли электр майдони ҳосил бўлади.

Зарядланган заррачаларнинг пластиналар бўйлаб тарқалиши ҳамда пластиналар орасида ҳосил бўладиган электр майдони асосида энергия тўplash-электростатик тизимда энергия йиғиш деб аталади.

Тўпланган энергия миқдори электр майдони кучланганлигига ҳамда зарядли заррачаларнинг физик тарқалиш интенсивлигига боғлиқ.

$U$  потенциалга эга бўлган  $dq$  зарядни кўчириш учун бажарилган иш қуйидагича топилади:

$$dW = U \cdot dq,$$



**31.3-расм. Иккита параллел пластинали конденсатор схемаси.**

Қурилмани зарядлаш учун бажарилган умумий иш эса қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$W = \int U \cdot dq,$$

Экспериментлар натижасида аниқланишига заряднинг электродлар потенциалига нисбати ўзгармас деб топилган. Бу доимий нисбатни зарядлаш қурилмасининг характеристикалари учун фойдаланиш қўлай ҳисобланади, ҳамда у сиғим деб аталади, қурилма эса конденсатор номи билан юритилади.

Электрик сиғимнинг бирлиги фарада деб аталади. Электрик сиғим Ушбу формуладан топилади:

$$C = \frac{q}{U},$$

Конденсаторлар зарядларни яхши сақлаб турувчи изоляцияга эгадир. Конденсаторлар ёрдамида йиғилган энергия миқдорини, электр занжирларга улаш асосида янида ошириш мумкин.

Сақланиб турадиган энергиянинг миқдори конденсаторларнинг ўлчамларига ва изоляцион материалларнинг турига боғлиқ бўлади. Изоляцион материаллар асосан диэлектрик ўтказувчанлик ( $\kappa$ ) қийматларига кўра классификацияланади (31.1-жадвал).

31.1-жадвалда баъзи бир изоляция турларининг электр хусусиятлари келтирилган.

31.1-жадвал.

Изоляция турларининг электр хусусиятлари

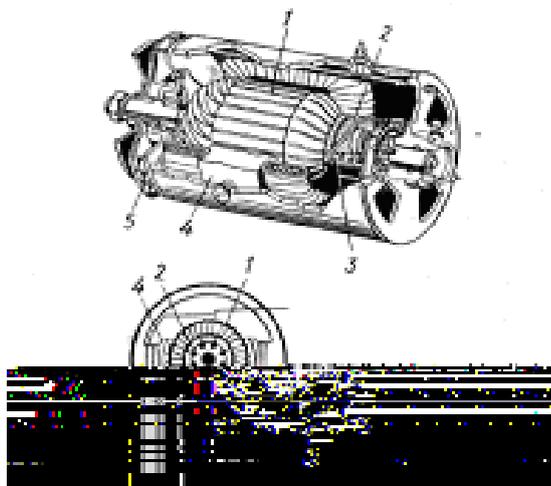
Изоляция тури	Диэлектрик ўтказувчанлик ( $\kappa$ )	Электр мустаҳкамлик (м)
Вакуум	1,0	0,01
Ҳаво	1,05	0,8
Найлон	3,5	59
Қоғоз	3,5	14
Шиша	4,5	13
Полиэтилен	2,3	50
Тефлон	2,1	60
Титан оксиди	10	6

Конденсаторлар ўзгармас электр токини сақлашда ва йиғишда энг кўп қўлланиладиган энергетик қурилмалардан бири ҳисобланади. уларнинг фойдали иш коэффициентлари  $\eta = (70 \div 85)\%$  ни ташкил этади.

Электростатик тизимга ва унинг асосидаги қурилмаларга доир бўлган зарур тушунчалар тўғрисидаги асосий маълумотлар қуйида келтирилган.

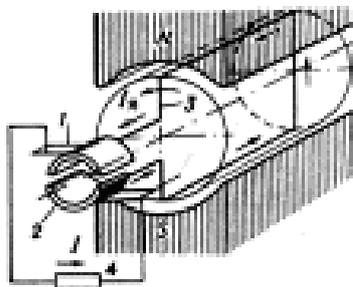
**Ўзгармас ток** (постоянный ток) – вақт ўтиши билан кучи ва йўналиши ўзгармайдиган электр токи. Ўзгармас ток турли саноат соҳаларида, масалан, электрометаллургия, транспорт (тортиш электр двигателлари)да: алоқа, автоматика ва телемеханика, сигнализация қурилмалари ва бошқаларда фойдаланилади.

**Ўзгармас ток генератори** (постоянного тока генератор) – генератор режимида ишлайдиган ўзгармас ток машинаси. Иши якори асосий магнит майдонида айланганда унинг чўлғамида ЭЮК нинг индукцияланишига асосланган. Ўзгармас ток генератори коллекторли (31.4-расм) ва коллекторсиз (униполяр) бўлади. Прокат станлари, аэродинамик трубалар вентилицион қурилмалари, йирик экскаваторлар ва бошқаларнинг ростланадиган электр юритмаларини ўзгармас ток билан таъминлаш, шунингдек автоматик ростлаш тизимларида (масалан, тахогенераторлар) ишлатилади.



**31.4-расм. Ўзгармас ток генератори. Коллекторли генератор:** 1-ротор (якорь); 2-коллектор; 3-чўтка; 4-статор; 5-вентильатор қанотчалари.

**Ўзгармас ток машинаси** (машина постоянного тока) – айланма механик энергияни ўзгармас электр токи энергиясига (генератор) ёки ўзгармас электр токи энергиясини айланма механик энергияга (двигатель), ёхуд бир хил кучланишли ўзгармас токни бошқа кучланишли ўзгармас токка айлантирувчи (умформер) электр машина. Ўзгармас ток машинаси ўзгарувчан бўлади, яъни бир машинанинг ўзи ҳам генератор, ҳам двигатель бўлиб ишлай олади, масалан, электрлаштирилган транспортнинг тортиш двигателлари ва кучли ўзгармас ток электр юритмаларининг ижрочи двигателлари шундай ишлайди. Ўзгармас ток машинасининг асосий магнит майдонини параллел, кетма-кет ва аралаш уйғотишли, шунингдек доимий магнитли хиллари бор (31.5-расм).



**31.5-расм. Ўзгармас ток машинасининг ишлаш схемаси:**

*N* ва *S* - доимий магнит қутблари; *I* -нагрузкадаги ток кучи; 1-чўтка; 2-коллектор пластинкаси; 3-машина якоридаги сим ўрама; 4-нагрузка.

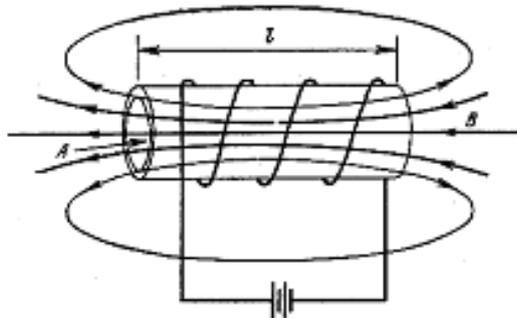
**Ўзгармас ток электр двигатели** (электродвигатель постоянного тока) – двигатель режимида ишлайдиган ўзгармас ток электр машинаси. Иши якори чўлғамидаги токнинг асосий магнит майдони билан ўзаро таъсирга асосланган. Ўзгармас ток электр двигатели айланиш

частотасини кенг чеграда равон ўзгартиришга имкон беради, шунинг учун улар транспорт, кўтарма кранлар, автоматика қурилмалари ва бошқаларда ишлатилади.

### 32 – маъруза. Энергия йиғишнинг индуктив тизимлари. Улар асосидаги қурилмалар, уларнинг асосий характеристикалари.

Электромагнит майдонларнинг энергия зичликлари электростатик майдонлар энергия зичликларидан унчалик кўп фарқ қилмайди. Лекин баъзи бир ҳолларда електромагнит майдон энергия зичликларини кескин ошириш талаб этилади. Ушбу жараёнга асосланиб ишлайдиган индуктивли ғалтакнинг умумий кўриниши 32.1-расмда келтирилган.

Ғалтаклар ўртасида електромагнит индукция ходисасига асосан ЭЮК ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган энергияни бир неча вақтгача тўлаб туриш имкониятлари мавжуддир.

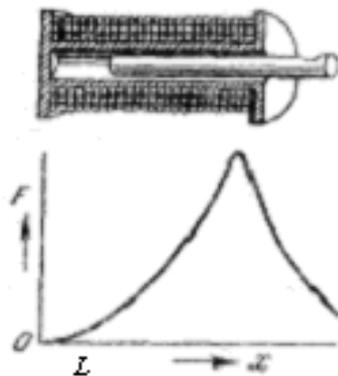


32.1-расм. Индуктив ғалтакда ЭЮК ҳосил бўлиш схемаси.

**Электромагнит** – суний магнит; магнит майдони ферромагнит ўзакни ўраб олган чўлғамлардан электр токи ўтиши натижасида пайдо бўлади ва концентратцияланади (32.2-расм).

Энергия йиғишнинг индуктив тизимида қўлланиладиган баъзи бир асосий тушунчалар тўғрисида қисқаса маълумотлар қуйида келтирилган.

Электрмашиналари ва аппаратларида магнит майдонини ҳосил қилишда, юкларни кўтаришда (юк кўтарувчи електромагнит) ва бошқа мақсадларда ишлатилади.



32.2-расм. Электромагнит қурилма схемаси ва тортиш кучи (F) нинг якорнинг ғалтакда силжиши (X) га боғлиқлик характеристикаси

**Электромагнит индукция** (электромагнитная индукция) – ўзгарувчан магнит майдонида бўлган ёки доимий магнит майдонида ҳаракатланувчи ўтказгичли контурда (ўтказгичлар) электр юритувчи куч (индукция ЭЮК) ҳосил бўлиши. Электромагнит индукциянинг асосий қонуни Фарадей-Максвелл-Ленц қонуни бўлиб, бу қонунга биноан електромагнит индукциянинг ЭЮК  $E = d\Phi/dt$  билан ифодаланади. Бунда  $d\Phi$  тўлиқ магнит оқимнинг  $dt$  вақт ичида ўзгариши. Электромагнит индукциянинг хусусий ҳоли ўзаро индукция ва ўзиндукция ҳисобланади. Электромагнит индукция ходисасидан электр ва радиотехника қурилмалари: генератор, трансформатор, дросселлар ва бошқаларда фойдаланилади.

**Электромагнит майдон** (электромагнитное поле) – физик майдонлардан бири; электр зарядланган зарралар шу майдон воситасида ўзаро таъсирлашади. Электромагнит майдон иккита

вектор координатлар функциялари – электр майдон кучланганлиги  $E$  ва магнит индукция  $B$  [кўпинча бошқа вектор функцияси-магнит майдон кучланганлиги ( $H$ ) дан фойдаланилади] билан характерланади. Кўзгалмас электр зарядлар ҳосил қилган соф электр майдон, ўзгармас токли кўзгалмас ўтказгичлар ёхуд доимий магнит ҳосил қиладиган магнит майдон электромагнит майдоннинг хусусий ҳолларидир. Лекин, ҳатто бу майдонлари текшириладиган электр ва магнит майдони манбалари кўзгалмас бўлган тизимга нисбатан силжиётган бошқа инерциал санок тизимида соф электр майдони ҳам, соф магнит майдони ҳам бўла олмайди. Электромагнит майдоннинг электр ва магнит майдонга бўлиниши шартлидир; бир-бирига нисбатан ҳаракатланаётган турли инерциал санок тизимларда кучланганликлар  $E$  ва  $H$  лар фазонинг айни бир нуқтасида турлича бўлади. Ўзгарувчи электр ва магнит майдон доимо ўзаро боғланган бўлиб, бир бутун электромагнит майдонни ҳосил қилади. Кўзгалмас муҳитда электромагнит майдон қонунлари Максвелл тенгламалари билан ифодаланади.

**Электромагнит майдон энергияси** (энергия электромагнитного поля) – электромагнит майдон билан боғлиқ бўлган ва фазода тақсимланган энергия. Электромагнит майдон энергиянинг ҳажмий зичлиги  $\omega = de/dv$  (бунда  $de$ -майдоннинг кузатиладиган нуқтаси яқинидаги чегараланган кичик ҳажм  $dv$  даги электромагнит майдон энергияси) билан характерланади. Магнитоэлектрик ҳам, ферромагнитик ҳам бўлмаган муҳитдаги электромагнит майдон учун  $\omega = [(D, E) + (B, H)]/2$  бўлади, бунда  $E$  ва  $D$  - электр майдон кучланганлиги ва электр силжиш,  $B$  ва  $H$  - магнит индукцияси ва магнит майдон кучланганлиги. Агар муҳит яна изотроп ҳам бўлса, у ҳолда  $\omega = (\varepsilon\varepsilon_0 E^2 + \mu\mu_0 H^2)/2$  бунда  $\varepsilon$  ва  $\mu$  - муҳитнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги ва унинг нисбий магнит сингдирувчанлиги,  $\varepsilon_0$  ва  $\mu_0$  - электр ва магнит доимийлари.

**Индукторли электр машина** – якорь чўлғами ва кўзгатиш чўлғами статорда жойлашган электр машина; ротори – чўлғамсиз, тишли. Индукторли генератор – 400 Гц – 15 кГц частотали бир ёки кўп фазали ўзгарувчан ток ҳосил қиладиган синхрон индукторли электр машина; индукцион қиздириш ва сиртни тоблаш қурилмаларида, оширилган частотали ўзгарувчан ток билан пайвандлашда, тезкор электр юритгани энергия билан таъминлашда ишлатилади. Қуввати бир неча Вт дан юз кВт гача. Индукторли двигатель – жуфт кутблар сони кўп ва юқори частотали манбалардан таъминланганда синхрон айланиш частотаси кам бўлган индукторли электр машина; синхрон ва асинхрон бўлиши мумкин. Қуввати – бир неча юз Вт. Автоматика ва телемеханика тизимларида ишлатилади.

### **33 – маъруза. Иссиқлик энергиясини йиғиш. Очик ва ёпиқ ҳолда иссиқлик йиғиш қурилмалари ва уларнинг турлари.**

**Иситиш қозони** (отопительный котел) – алоҳида уй ёки бир неча уйли районларнинг марказлаштирилган иситиш тизимидаги иссиқлик манбаи. Иситиш қозонидан сув иситиш учун (сув иситиш қозонлари) ёки буғ олиш учун (буғ қозонлари) фойдаланилади.

**Иситиш-шамоллатиш агрегати** (отопительно-вентиляционный агрегат) – хона ҳавосини циркуляциялаш ва янги ҳаво юбориш йўли билан иситиш (ҳаво билан иситиш) ва шамоллатиш учун мўлжалланган агрегат. Вентилятор, калорифер ва (баъзан) ҳавони чангдан тозалайдиган филтрдан иборат.

**Иссиқ сув таъминоти** (горячее водоснабжение) – турли истеъмолчилар (турар жойлар, коммунал ва саноат корхоналари ва бошқалар) ни хўжалик-маиший ва ишлаб чиқариш – технологик мақсадлар учун иссиқ сув билан таъминлашга доир тадбирлар, жиҳозлар ва қурилмалар тизими. Иссиқ сув таъминоти тизимининг сув бир жойда иситилиб, истеъмолчиларга турбиналар орқали юбориладиган марказлашган ва сув истеъмол қилинадиган жойнинг ўзида иситиладиган маҳаллий хиллари бор. Марказлашган иссиқ сув таъминоти иссиқлик электр марказиан, район, мавзе ва бошқа қозонлардан, ер ости иссиқлик манбаларидан, шунингдек саноат корхонасининг чиқинди иссиқлигидан фойдаланилади. Маҳаллий иссиқ сув таъминоти турли *сув иситгичлар* (газ электр ва бошқа) – колонкалар, сув қайнатгичлар, иситиш печларига монтаж қилинган змеевиклар ва бошқалардан фойдаланиб амалга оширилади.

**Иссиқлик алмашинуви** (теплообмен) – бир жинслимас ҳарорат майдонига эга бўлган бўшлиқда энергиянинг (иссиқлик шаклида) ўз-ўзидан эркин кўчиши юз берадиган қайтмас жараён. Умумий ҳолда иссиқлик алмашинуви бошқа физик катталиқлар майдонининг бир жинслимаслиги, масалан, концентрация (диффузион термoeffект) туфайли юз бериши мумкин. Иссиқлик алмашинувининг конвектив иссиқлик алмашинуви, нурли иссиқлик алмашинуви ва иссиқлик ўтказувчанлик хиллари бор.

**Иссиқлик бериш** (теплоотдача) – ҳаракатланаётган муҳитнинг бошқа муҳит (қаттиқ жисм, суюқлик ёки газ) билан бўлинган сирти орасидаги конвектив иссиқлик алмашинуви. Баъзан, нурли иссиқлик алмашинувини ҳам қўшиб, иссиқлик бериш кенгроқ тавсифланади. Иссиқлик бериш интенсивлиги иссиқлик бериш коэффициентини ( $\alpha$ ) билан характерланади:  $\alpha = \delta Q / (\Delta T dS)$ , бунда  $\delta Q$ -юзаси  $dS$  бўлган сирт элементи орқали ўтган иссиқлик оқими,  $\Delta T$ -муҳит билан сирт орасидаги ҳарорат босими; иссиқлик бериш коэффициентини бирлиги (СИ да) – Вт/(м<sup>2</sup>К).

**Иссиқлик изоляцияси** (тепловая изоляция), термоизоляция – биноларни, иссиқлик саноат қурилмаларини, қувурлар ва бошқаларни ташқи муҳит билан кераксиз иссиқлик алмашинувдан ҳимоялаш. Иссиқлик изоляцияси *иссиқлик изоляцияси материал*дан ясалган қобиклар ва бошқа тарзидаги махсус тўсиқлар ёрдамида таъминланади. Бу иссиқликдан сақловчи ҳимоя воситаларининг ўзи ҳам иссиқлик изоляцияси деб аталади.

**Иссиқлик изоляцияси ишлари** (теплоизоляционные работы) – бино ва иншоотлар, қувурлар, саноат жиҳозлари, транспорт воситалари ва бошқа тўсиқ конструкцияларининг *иссиқлик изоляцияси*ни қуриш ишлари, иссиқлик изоляцияси ишларининг қурилиш (саноат, турар жой, жамоат бинолари ва иншоотларининг тўсиқ конструкциялари изоляцияси) ва монтаж (қувурлар, қозонлар, совитиш аппаратлари ва бошқа изоляцияси) хиллари бор. Изоляцияланадиган сиртнинг ўлчамларига, шаклига ва *иссиқлик изоляцияси материалларининг* турига қараб, иссиқлик изоляцияси тўсиқлари заводда тайёрланган йирик буюмлар (плиталар, блоклар, сегментлар), юмшоқ рулон материаллар (чипта, шнурлар), майда донали буюмлар (ғишт)дан фойдаланиб ҳамда тўкма изоляция материали билан тўлдириб, суваб, пуркаб ёки қўйиб қурилади.

**Иссиқлик изоляцияси материаллари** (теплоизоляционные материалы) – иссиқлик ўтказувчанлиги паст бўлган материаллар. Асосий характеристикаси – иссиқлик ўтказувчанлик коэффициентини,  $\gamma$  – Вт/(м<sup>2</sup>К) чегарада бўлади. Иссиқлик изоляцияси материалларининг иссиқликнинг изоляциялаш хусусияти уларнинг ғовак структураллиги билан белгиланади (одатда, уларнинг ғоваклиги 60% дан ортиқ). Асосий хом ашё турига қараб, иссиқлик изоляцияси материалларининг органик (ёғоч толали ва торф плиталар, фибролит, пенопластлар, сотопластлар ва бошқа) ва аорганик (минерал пахта, пеношиша, енгил бетонлар ва бошқа) хиллари бор. Саноат печлари, қозонлари ва бошқалардаги юқори ҳароратли иссиқликни изоляциялаш учун асбест (вулканит, совелит), кўпчиган тоғ жинслари (вермукулит, перлит) ва керамик асосдаги монтаж иссиқлик изоляцияси материалларининг ишлатилади.

**Иссиқлик насоси** (тепловой насос) – энергия сарфлаш ҳисобига иссиқликни паст температурали иссиқлик ажраткичдан (одатда, атрофдаги муҳит) юқори ҳароратли иссиқлик қабул қилгичга узатадиган қурилма. Иссиқлик насосида юз берадиган жараёнлар совитиш машинасидаги жараёнларга ўхшайди. Иссиқлик қабул қилгич иссиқлик ажраткичдан ўтган иссиқликдан ташқари, сарфланган энергияга тенг иссиқликни ҳам олгани учун иссиқлик насоси электр, механик ёки кимёвий энергияни бевосита иссиқликка айлантирадиган қурилмаларга нисбатан анча самарали ҳисобланади. Баъзи ҳолларда иссиқлик насоси хоналарни иситиш учун ҳам ишлатилади.

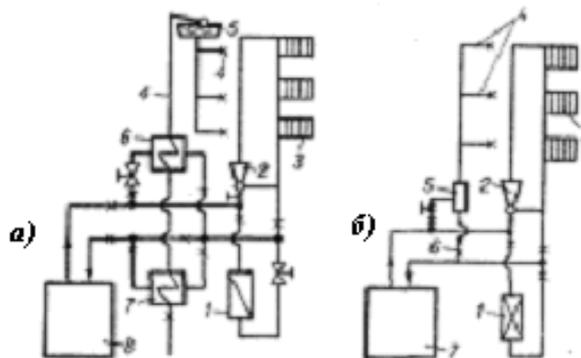
**Иссиқлик тармоғи** (тепловая сеть) – марказлаштирилган *иссиқлик таъминотининг* иссиқлик изоляцияси билан қопланган қувурлар (иссиқлик йўллари) тизими; иссиқлик элткич (қайноқ сув ёки буғ) иссиқликни манбадан истеъмолчига етказиши. Иссиқлик тармоғининг ер ости (каналлар орқали ўтказиладиган ёки ерга кўмиладиган) ва ер усти (эстакадалар ёки махсус таянчларда ўтказиладиган) хиллари бор. Иссиқлик тармоғи қуриш учун, асосан, диаметри 50 мм дан (алоҳида биноларга ўтказиладиган) 1400 мм гача (магистрал иссиқлик тармоғи) бўлган пўлат қувурлар ишлатилади.

**Иссиқлик таъминоти** (теплоснабжение) – турар жой, жамоат ва саноат биноларини иситиш, шамоллатиш, иссиқ сув билан таъминлаш тизимларини ҳамда технологик истеъмолчиларни иссиқлик элткич (қайноқ сув ёки буғ) ёрдамида иссиқлик билан таъминлаш. Марказлаштирилган иссиқлик таъминоти иссиқлик ҳосил қилинадиган жойдан узоқда жойлашган

кўп истеъмолчиларга иссиқлик берилишини таъминлайди. Бундай ҳолда иссиқлик манбаи сифатида шаҳар ва саноат *иссиқлик электр марказларидан* кенг фойдаланилади. Марказлаштирилган иссиқлик таъминотида маҳаллий иссиқлик таъминотига нисбатан иссиқлик ҳосил қилиш учун ёқилғи анча тежалади; унга иссиқлик манбаи ва бу манбадан иссиқликни истеъмолчига етказадиган қувурлар (иссиқлик тармоқлари) киради. Биоларнинг қайноқ сув билан таъминлаш тизимларини иссиқлик тармоқларига улаш усулига қараб иссиқлик таъминотининг берк ва очик марказлаштирилган тизимлари бор (33.1-расм). Биринчи ҳолда биоларни қайноқ сув билан таъминлаш тизими иссиқлик тармоқларига сув қиздиргичлар орқали уланади ва тармоқдаги ҳамма сув иссиқлик таъминоти тизимидан манбага қайтади, иккинчи ҳолда эса қайноқ сув бевосита иссиқлик тармоғидан олинади.

**Иссиқлик техникаси** (теплотехника) – иссиқлик машиналари, аппаратлари ва қурилмалари ёрдамида иссиқлик ҳосил қилиш, уни бошқа турдаги энергияга айлантириш, тақсимлаш, ташиш усуллариини ўз ичига оладиган илмий фан соҳаси ва техникаси тармоғи.

**Иссиқлик ўтказувчанлик** (теплопроводность) – 1) нотекис қиздирилган муҳитда энергия иссиқлик шаклида атом-молекуляр характерда (муҳитнинг макроскопик ҳаракатидан мустақил) кўчадиган *иссиқлик алмашинуви*. Газларда энергия кўчиши тартибсиз ҳаракатланадиган молекулалар ёрдамида, металлларда эса, асосан, ўтказувчанлик электронлари орқали, диэлектрикларда кристалл панжара ҳосил қиладиган зарраларнинг боғлиқ тебранишлари ҳисобига амалга ошади. Изотроп муҳит учун Фурье қонуни ўринли; бу қонунга кўра, иссиқлик оқимининг зичлик вектори ҳарорат градиентига пропорционал ва унга тесқари йўналган. 2) Материалнинг иссиқлик ўтказиш хоссаларини ифодалайдиган ва пропорционаллик коэффиенти тарзида Фурье қонунига кирадиган катталиқ. Белгиси  $\lambda$ . Иссиқлик ўтказувчанлик муҳитнинг кимёвий табиатига ва унинг ҳолатига боғлиқ. Иссиқлик ўтказувчанлик бирлиги (СИ да) Вт/(м<sup>2</sup>·К).



**33.1-расм. Икки трубаги берк иссиқлик таъминоти тизимининг схемаси:**

А) 1-калорифер; 2-элеватор; 3-иситиш тизими; 4-иссиқ сув билан таъминлаш тизими; 5-бак-аккумулятор; 6 ва 7-сув иситгич; 8-иссиқлик таъминоти манбаи. Б) Икки трубаги очик иссиқлик таъминоти тизимининг схемаси: 1-калорифер; 2-элеватор; 3-иситиш тизимси; 4-иссиқ сув билан таъминлаш тизими; 5-иссиқ сув аралаштирғичи; 6-тесқари калапан; 7-иссиқлик билан таъминлаш манбаи.

**Ҳаво билан иситиш** (воздушное отопление) – хоналарни қиздирилган ҳаво блилан иситадиган тизим. Ҳаво билан иситишнинг *ҳаво иситгичга* бериладиган ҳавонинг ҳаммаси иситиладиган хонадан олинандиган рецеркуляцион ва қисман ташқаридан олинандиган аралаш вентиляцияли хиллари бор. Ҳаво билан иситиш тизимида ҳаво алмашилиши табиий (ҳаво ҳарорати ва босими фарқи ҳисобига) ёки мажбурий (вентиляторлар ёрдамида) бўлиши мумкин. Ҳаво билан иситиш хонага ўрнатиладиган иситгич ва марказий *иситиш вентиляция агрегати* (битта агрегат бир неча хонани иситади) билан амалга оширилади.

**Термобатаря** (термо ва батарея) – бир неча термоэлементлари кетма-кет уланган термоэлектрик қурилма. Генерацияланган қувват (термоэлектрик генератор) ёки вақт бирлиги ичида ажраладиган иссиқлик миқдори (термоэлектрик холодильникда) термобатарядаги термоэлементларнинг сонига мутаносиб равишда ўсади.

**Термоэлектр генератор** (термоэлектрический генератор) – иссиқлик энергиясини бевосита электр энергиясига айлантирувчи қурилма. Термоэлементлар асосида ясалади. Энг

самарали термоэлектр генератор мураккаб ярим ўтказгичлар бирикмасидан фойдаланиб ҳосил қилинади; уларнинг қуввати бир неча ўн Вт га, ФИК 20% га етиши мумкин. Ракета двигателлари, ядро реакторлари, домна печлари ва бошқалар ишлаганда ажралиб чиққан исикликдан фойдаланилганда термоэлектр генератор самарали бўлади.

### 34 – маъруза. Механик усулда энергия йиғиш. Улар асосидаги қурилмалар, уларнинг турлари ва асосий характеристикалари.

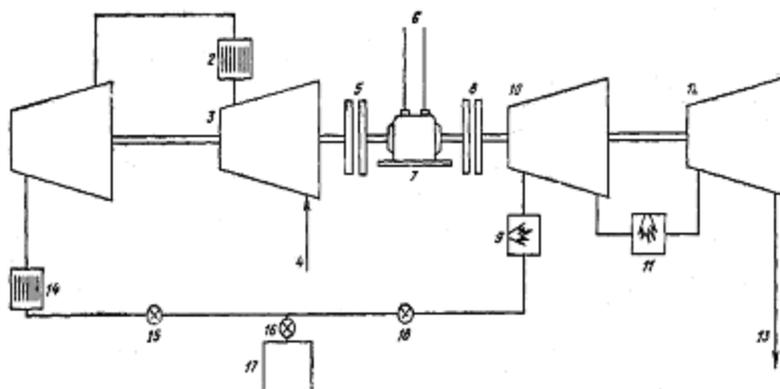
Механик усулда энергия йиғиш ва кўп ишлатиладиган энергетик тизимлардан бири ҳисобланади. Энергия йиғишнинг механик тизимларига қуйидагилар киради:

1. Гидроаккумуляцион электр станциялар (ГАЭС) ёрдамида энергия йиғиш (25 – маърузада кўриб ўтилган);
2. Сиқилган ҳаво ва газлар ёрдамида энергия тўплаш;
3. Маховиклар ёрдамида энергия йиғиш.

#### Сиқилган газлар

Сиқилган газлар ёрдамида энергия тўплаш назарияси 1950 йилларда пайдо бўлган эди. Сўнгра Германияда сиқилган газлардан энергия тўплаш қурилмаси яратилди ва дастлабки синовлардан ўтказилди.

34.1-расмда сиқилган ҳаво асосида энергия тўплаш қурилмасининг соддалаштирилган схемаси келтирилган. Ушбу схема бутун жараёни тавсифлаб берувчи схема ҳисобланади. Бундай ҳаво йиғувчи электростанциянинг ФИКси 70% ни ташкил этади.



#### 34.1-расм. Сиқилган ҳаво ёрдамида энергия йиғишнинг соддалаштирилган схемаси:

- 1-компрессор (юқори босим даражаси); 2-оралиқ совутгич; 3-компрессор (паст босим даражаси); 4-сўрилиш; 5-қўшиш муфтаси; 6-электр узатиш линияси; 7-двигатель-генератор; 8-қўшиш муфтаси; 9-юқори босимли ёниш камераси; 10-юқори босим турбинаси; 11-паст босимли ёниш камераси; 12-паст босим турбинаси; 13-чиқариш жойи (выхлоп); 14-иккиламчи совутгич; 15-клапан; 16-клапан; 17-ҳаволи идиш; 18-клапан.

Сиқилган газлар энергиясидан автомобиллар ҳаракатида ҳам кенг фойдаланилади. Сиқилган газлар ёрдамида энергия йиғиш ва фойдаланиш экологик жиҳатдан ноқулай усуллардан (вариантлардан) бири ҳисобланади.

Масалан: Германиядаги Хантарфе ҳаво йиғувчи қурилмаси 1 кВт·с электр энергиясини ишлаб чиқариш учун 5600 кДж исикликни талаб қилади. Унинг фойдали иш коэффициентини 42,5% га тенг

#### Маховиклар

**Маховик** залвар масса – залвар гардишли ғилдирак. Нотекис юкланишли машина валининг бир текис айланишини таъминлаш учун ўрнатилади. Асосий вали нотекис айлантириш моментига эга бўлган поршенли двигателлар, компрессорлар, насослар ва бошқа машиналарида механик

энергияни тўшовчи восита сифатида ишлатилади. Маховик двигатель валидаги юкланишни текислайди, кичикроқ қувватли юритмадан фойдаланишга имкон беради.

Маховикли ғилдираклар бир неча юз йиллар учун ишлатилиб келинган. Улар двигателларда, қўл ганчар танколарида, кемаларнинг стабиллаш тизимларида, соатларда ва турли хил қурилмаларда самарали ишлатилиб келинмоқда. Ҳозирги вақтда маховиклардан транспорт тизимларида фойдаланиш бўйича илмий-изланиш ишлари олиб борилмоқда.

Швейцариянинг Алтдорф шаҳрида 1953 йилдан 1969 йилгача бўлган даврлар мобайнида автобуслар пўлат маховиклар ёрдамида ҳаракатга келтирилган. Бундай маховикларда тўпланган энергия автобусларнинг бекатлараро 1 км гача бўлган масофага етган. Автобус учун энергия тугаб қолса, ўша жойда бекат ҳисобланган ҳамда маховикда қайта энергия тўплаш учун 2 дақиқа вақт етарли ҳисобланган ва ҳаракат яна давом эттирилган. 1970 йилдан кейин маховикларнинг конструкциялари яхшиланди, оғирлиги камайди ва энергия тўплаш хусусияти оширилди.

Маховиклар тайёрланадиган материаллар жуда мустаҳкам, енгил ҳамда юқори зичликларга эга бўлиши керак. 34.1-жадвалда баъзи материаллар мустаҳкамлиги ва зичлигининг солиштирма характеристикалари келтирилган.

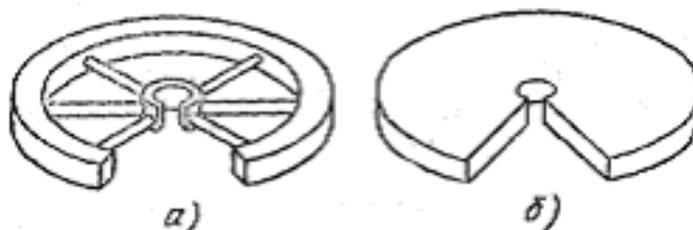
34.1-жадвал.

Баъзи бир материалларнинг солиштирма характеристикалари

Материал	Мустаҳкамлик чегараси, МПа	Зичлиги,
Алюминий 5083	124	2,70
Бериллий	310	1,85
Углеродли фибра	2760	1,5
Мис	69	8,9
Шиша-ип (S-типи)	4830	2,48
Куйдирилган Инконель	690	8,2
Магний қоришмаси	124	1,74
PRD-49 (кевлар)	3590	1,44
Силикат	13790	2,16
Термик ишланган пўлат-301	200	7,8
Титан 6A14V	830	4,5

34.1-жадвалда келтирилган баъзи бир материаллар замонавий супермаховикларда самарали қўлланилиб келинмоқда. Асосан углерод-тоғалли, шиша-тоғалли ва силикат-тоғалли материаллардан тайёрланган маховикларга қизиқиш жуда катта ҳисобланади.

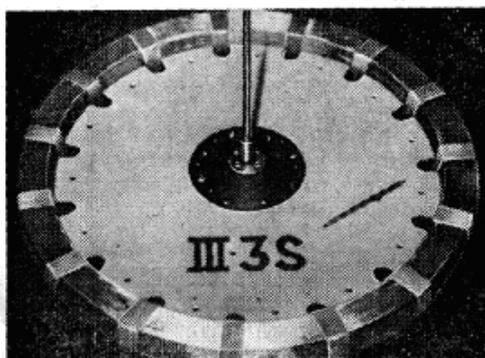
Амалиётда маховикларнинг турли хил конструкциялари қўлланилади (34.2-расм). Замонавий маховиклар ўзларининг энергия тўплаш қобилиятига ва таннархларига кўра кислотали-свинци аккумулятор батареялари билан рақобатлаша олади. 34.2-расмда худди шу кўрсаткичларга эга бўлган ғилдиракли ва дискли маховикларнинг конструкциялари келтирилган.



34.2-расм. Маховиклар конструкциясининг иккита тури:

*a*-ғилдирак ( $j = mR^2$ ); *b*-диск ( $j = mR^2 / 4$ ).

34.3-расмда пўлат симлардан ташкил топган, таннархи анча арзон бўлган маховикнинг умумий кўриниши келтирилган. Бу типдаги маховиклар 15000 мин<sup>-1</sup>, айланишлар частотаси билан ҳаракат қилиб, 1 кВт-соат энергияни йиғиш қобилиятига эга.



**34.3-расм. Пулатдан тайёрланган маховикнинг умумий кўриниши.**

Маховиклар ёрдамида энергия йиғиш бир қанча афзалликларга эга. Буларга қуйидагилар киради: фойдали иш коэффициентлари юқори (80-90%); шовқинсиз ишлайди; зарядлаш тезлиги жуда катта; истеъмолчиларга жуда яқин жойларда жойлаштира бўлади; таннарни нисбатан арзон; ишлаши содда.

**35 – маъруза. Энергияни узатиш. Энергияни узатиш вариантларини танлаш.  
Электрэнергиясини узатиш. Суяк ёқилғини узатиш. Энергиядан самарали фойдаланиш.**

Ҳосил қилинган ва тўшланган энергия миқдори истеъмолчиларга етказиб бериш асосий масалалардан бири ҳисобланади. Маълумки, энергиянинг турига қараб, уларни узатишнинг бир нечта усуллари мавжуддир. Кўпгина ҳолларда энергияни узатиш географик ва топографик шароитларга боғлиқ бўлади. Ҳозирги кунда энергияни истеъмолчиларга тез, сифатли ҳамда самарали етказиб беришнинг бир нечта вариантлари ишлаб чиқилган. Қуйида ушбу вариантларни бир нечтаси келтирилган.

***Энергияни узатиш вариантлари***

Энергия асосан узлуксиз равишда қувурлар (трубопроводлар) ва электр-узатиш линиялари (кабеллар) ёрдамида узатилади. Дискрет (узлукли) равишда эса нефть ва нефть маҳсулотлари танкерлар ёки кўмир темир йўл вагонлари ёрдамида етказиб берилади.

Электр энергиясини узлукли равишда етказиб бериш самарасиз ҳисобланади. Худди шунингдек кўмирни ҳам узлуксиз етказиб бериб бўлмайди. Шунинг учун ҳам энергия манбаларини узатиш учун пухта ишлаб чиқилган вариантлар танланади.

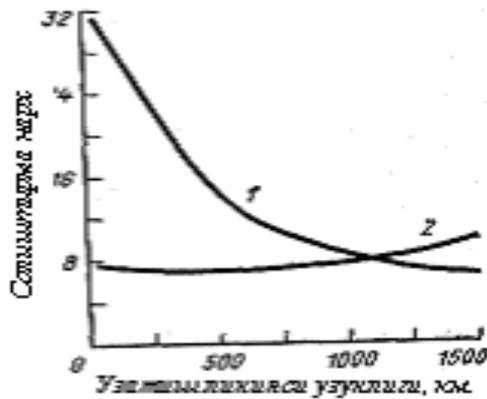
***Энергияни узатиш учун асосий мезонларни танлаш***

Энергияни узатиш вариантларини танлашда бир нечта мезонлар мавжуд бўлиб, улар қуйидагилардан иборатдир:

- узатилаётган энергиянинг солиштира нархи;
- географик шароитлари;
- келтирилган ўтказувчанлик хусусиятлари;
- техникавий тавсифлари (характеристикалари);
- атроф-муҳитга таъсири.

***Электрэнергиясини узатиш***

Электрэнергиясини асосан кабеллар ёрдамида ер усти ва ер ости орқали узатилади. Юқори кучланишли электрэнергияси турли хил кабеллар ёрдамида ҳар хил узунликларга узатилади. 35.1-расмда 500 кВ кучланишли ўзгармас ва 700 кВ кучланишли ўзгарувчан тоқларни 1500 км узунликка узатиш графиги келтирилган.



**35.1-расм. 500 кВ кучланишли ўзгармас ва 700 кВ кучланишли ўзгарувчан токларни узатишда солиштирма нархнинг ўзгариши схемаси:**

1-500 кВ кучланишли ўзгармас ток линияси;  
2-700 кВ кучланишли ўзгарувчан ток линияси.

**Узатиш линияси** (линия передачи) – электр алоқа ва радиотехникада – электромагнит энергиясини масофага бузмай (оз йўқотиш билан) узатишга мўлжалланган занжир (линия). Физик жараёнларни ўрганишда узатиш линиясига тақсимланган доимий (параметр)лар тизими сифатида қаралади. Узатиш линияларининг икки – очик (икки ва кўп симли линиялар, диэлектрик радиотўлқин ўказгичлар, диэлектрик қопламали симлар, текислиги ўта юқори частотали линиялар) ва ёпиқ (*коаксиал кабеллар*, экранлаштирилган икки симли линиялар, металл қувур кўринишидаги радиотўлқин ўтказгичлар) гуруҳи мавжуд.

**Электр узатиш линияси, ЭУЛ** (линия электропередачи, ЛЭП) – электр энергиясини масофага узатувчи электр қурилма; ток ўтказгичлари ва ёрдамчи қурилмалардан иборат. ЭУЛ электр тизимларининг асосий звеноларидан бири ва электр подстанциялари билан бирга *электр тармоғини* ташкил қилади. ЭУЛ нинг номинал кучланиши, асосан, узатиладиган қувват ва масофага қараб танланади. Номинал кучланиш қийматига кўра паст кучланишли (1 кВт гача), ўртача (3-35 кВ), юқори (110-220 кВ), ўта юқори (330-1000 кВ) ва ультра юқори (1000 кВ дан юқори) кучланишли ЭУЛ ларга бўлинади. Конструктив қурилишга кўра ҳаво ЭУЛ ва кабелли ЭУЛ га бўлинади; газ изоляцияли ЭУЛ ва криоген ЭУЛ лари ҳам тадқиқ қилинмоқда. Ҳамма жойда, асосан, уч фазали ўзгарувчан ток ЭУЛ дан фойдаланилади, бироқ ўзгармас ток ЭУЛ катта аҳамият касб этиб бормоқда.

**Ҳаво электр узатиш линияси** (воздушная ЛЭП) – одатда изоляторлар ёрдамида ёғоч, металл ёки темир-бетон таянчларга осилиб, ҳавода ўтказиладиган очик симли электр узатиш линияси.

Ҳаво электр узатиш линиясининг асосий конструктив элементлари: сим, таянч, изолятор, яшин кайгаргич трослари, сим ва изоляторлар маҳкамланадиган арматура. Турлича кучланишдаги ҳаво электр узатиш линияси симдани ергача ва объектлар билан кесишиш масофаси («линия габарити») га кўра фарқланади. Ҳаво электр узатиш линиясининг конструктив тузилиши жойнинг иқлим шароити, рельефи, ўзига хослиги ва бошқаларга боғлиқ. Ўта юқори ва ультра юқори кучланишли ҳаво электр узатиш линиялари, асосан, электр тожига йўқолишни камайтириш учун фазаларни 2 (ва ундан ортиқ) қисмларга бўлиб қурилади. 1 дан 750 кВ гача кучланишли линияларнинг симдан ергача оралиғи камида 7-9 м, узатадиган қуввати 0,1-2500 МВ·А; таянчлар баландлиги 8-40 м; уларнинг оралиғи эса 40-500 м бўлади.

#### **Юқори кучланишли электр энергиясини узатиш**

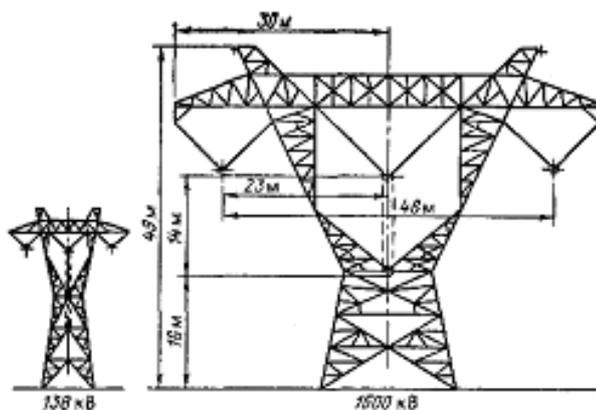
Ҳозирги пайтда 1000-1500 кВ кучланишли ўзгарувчан токларни узатишда содир бўладиган муаммоларни ҳал қилиш тўғрисида илмий-изланишлар олиб борилмоқда. Бу муаммоларга куйидагилар мисол бўлади:

- тожли (коронали) разрядлар ҳамда улар асосида содир бўладиган энергия йўқолиши;
- электромагнит хатоликлар (радио ва телевизион алоқалар);
- акустик шовқинлар;
- озонланиш ва азот оксидининг ҳосил бўлиши;

- коммутацион кучланишларнинг ошиб кетиши;
- линиянинг эстетик кўриниши.

35.2-расмда ҳар қил кучланишли электр тоқларини кабеллар ёрдамида узатишда ишлатиладиган таянчларни ўлчамларининг қиёслаш (таққослаш) кўриниши схемаси келтирилган. 135 кВ кучланишли электр тоқини узатишда ишлатиладиган таянчларнинг узунлиги 25 метрни ташкил этади.

1500 кВ кучланишли электр тоқини узатишда эса 49 метрлик таянчлар ишлатилади.



**35.2-расм. 138 ва 1500 кВ кучланишли электр тоқини узатиш таянчлари ўлчамларининг таққослаш схемаси.**

### ***Ўта ўтказувчан тизимлар***

Электрэнергиясини узатишда асосан ўтказувчанлиги юқори бўлган металл элементлардан кенг фойдаланилади. Бундан ташқари бу элементларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳам юқори бўлиши зарур.

Ўта ўтказувчанлик ходисасини 1911 йили Лейден шаҳрида Оннес томонидан кашф этилган.

Электр энергиясини узатишда асосан алюмин, мис, титан, кадмий каби металл-элементлардан кенг фойдаланилади.

### ***Ер ости кабеллари ёрдамида электр энергиясини узатиш***

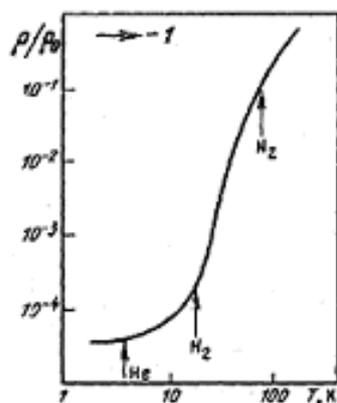
Ер ости кабеллари ёрдамида электр энергиясини узатиш, ер усти орқали электр энергиясини узатиш нисбатан қийин ва таннархи юқори бўлган ҳоллардагина қўлланилади.

Ер ости кабелларидан фойдаланиш унга юқори самарали ҳисобланмайди. Сабаби, ер ости кабелларини таъмирлаш ва модернизациялаш жуда ноқулай ҳамда мураккабдир.

Замонавий техникада ҳозирги вақтда босим остида ёғ солинган кабеллар кенгрок ишлатилмоқда. Бундан ташқари босим остида газ билан изоляцияланган кабеллар ҳам қўлланилмоқда.

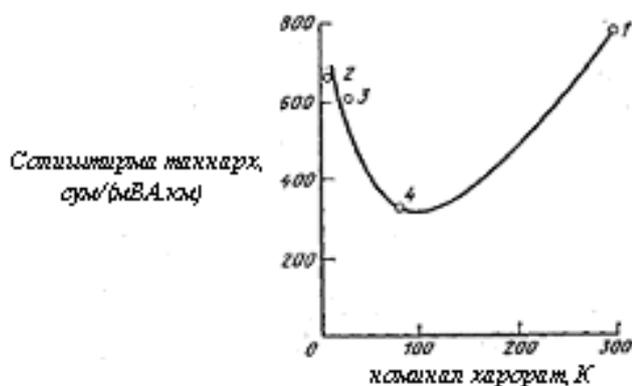
Ер ости кабелларини ишлатишда пайдо бўладиган муаммолардан бири бу – изоляция қилишнинг мураккабдир. Ер ости кабелларида қўлланиладиган металл-элементларнинг актив қаршиликлари ҳароратга боғлиқ бўлади.

35.3-расмда ер ости кабелларида қўлланиладиган соф алюминийнинг актив қаршилиги билан ҳарорати ўртасидаги боғлиқлик кўрсатилган.



35.3-расм. Соф алюминийнинг актив қаршилиги билан ҳарорати ўртасидаги боғлиқлик графиги ( $\rho = 2,44 \times 10^{-8}$  Ом·см)

Ер ости кабеллари изоляциясида ишлатиладиган элементларнинг турига ва номинал ҳароратига кўра ҳар хил нархларда бўлади (35.4-расм).



35.4-расм. Электр ўтказувчи элементларнинг номинал ҳароратлари ва солиштирма таннархлари ўртасидаги боғлиқлик графиги:

1-ҳаво изоляция; 2-зелий билан; 3-водород билан; 4-азот билан.

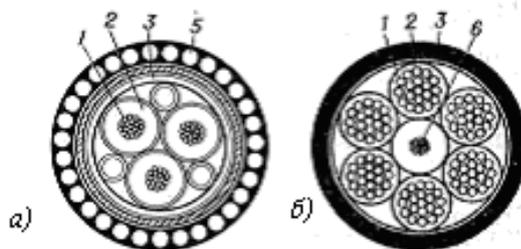
35.4-расмда электр ўтказувчи элементларнинг номинал ҳароратлари ва солиштирма таннархлари ўртасидаги боғлиқликнинг, илмий-текширишлар натижаси асосидаги графиги келтирилган.

Электр энергиясини узатиш тизимида ишлатиладиган асосий тушунчалар ва терминлар тўғрисидаги асосий маълумотлар куйида берилган.

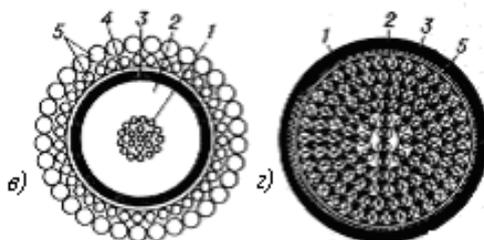
**Кабели канализация** (кабельная канализация) – шаҳар терраси ва саноат корхоналарида энергетика ҳамда телефон тармоқлари кабеллари ҳамда телефон тармоқлари кабеллари жойлаштириладиган доимий ер ости иншоотлари тизимидир. Бетон, асбест-цемент, керамика ёки пластмасса қувурлари ва кузатиш қурилмалари-қудуқлар мажмуи. Бинонинг ертўла қисмидаги шахталар ва электр алоқа иншоотлари станциялари, коллекторлар ва тунеллар ҳам кабелли канализация тизимига киради; буларда кабеллар махсус тутиб турувчи конструкциялардан фойдаланиб (қувур ишлатмай) очиқ ётқизилади.

**Кабели ЭУЛ** (кабельная ЛЭП) – маълум кучланиш ва кесимли бир ёки бир неча хил кабелларидан иборат *электр узатиш линияси*; мой тўлдирилган ёки (камдан-кам ҳолда) газ тўлдирилган кабелдан фойдаланилганда мой (газ)нинг камини тўлдириб турадиган тизим ва мой (газ) босимини кўрсатадиган сигнализация қурилмаси ҳам бўлади. Ер ости кабель линияси шундай электр кучланишли, лекин ҳавода тортилган ЭУЛга нисбатан анча қиммат бўлишига қарамай шаҳарлар ва саноат корхоналари территориясига электр тармоқлари ўтказишда кенг қўлланилади; траншеялар (энг тежамли усул), махсус каналлар, тунеллар ва блокларга ётқизилади. Сув остига ётқизишда ва бошқалар алоҳида шароитларда махсус кабеллар ишлатилади. Кабель линиясининг номинал кучланиши – 0,4 дан 750 кВ гача.

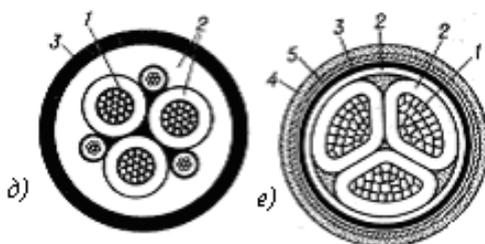
**Кабель** (голл. Kabel – канат, трос), электр кабель – герметик қобикқа ўралган бир ёки бир неча изоляцияланган сим (ток ўтказиш толалари); қобик устидан, одатда, химоя қопламалари қопланади. Кабель электр энергеияси (*куч кабелли*) ёки сигналлар (*алоқа кабелли*)ни узоққа узатишда ишлатилади. Кабелнинг ҳамма типи ток ўтказувчи симлар, изоляция ва қобикдан иборат. Ток ўтказувчи симлар мис ёки алюминийдан тайёрланади; улар кўп ва бир қисмли бўлиши мумкин. кабелнинг изоляцияси диэлектриклардан тайёрланиб, ток ўтказувчи симларни бир-биридан ва қобикдан ажратиб туради. Изоляцияланган ток ўтказувчи симлар устига кийгизилган цилиндрик шаклдаги қобик изоляцияни асраш, нам ва химиявий моддалар таъсиридан химоя қилиш учун хизмат қилади. Одатда, кўрғошин ва алюминийдан тайёрланган қобик ишлатилади; пластмасса изоляцияли кабель қобиғи турли поливинилхлоридлар ва полиэтиленнинг пигментланган қурумидан тайёрланади. Резина изоляцияли кабель одатда, резина қобикли қилинади. Кабель қобиғини механик шикастланишдан асраш учун уларга химоя қопламалари, пўлат лента ёки симдан зирх қопланади; уларнинг сиртига, одатда, антикоррозион қопламалар суркалади. МДХда 1000 дан ортиқ типдаги кабель ишлаб чиқарилмоқда (35.5-расм).



а) Босим остида газ тўлдирилган зирхланган куч кабелли;  
 б) Лифт установакалари учун кўтарувчи тросли шлангли кабель;



в) чуқур қудуқларни бурғилишда электрокаротаж учун зирхланган кабель; з) шаҳар телефон тармоқлари телефон кабелли;



д) юқори кучланишга мўлжалланган алоҳида эгилувчан (шлангли) кабель;  
 е) куч ва ёритиш установакалари учун зирхланган кабель.

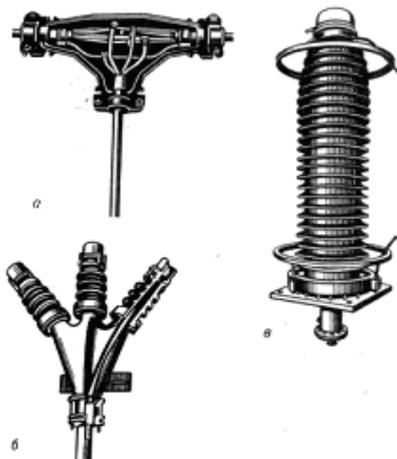
### 35.5-расм. МДХда ишлаб чиқариладиган баъзи типдаги кабеллар:

1-ток ўтказувчи сим; 2-изоляция; 3-қобик; 4-химоя қопламалари; 5-зирх экран; 6-пўлат трос.

**Кабель ётқизгич** (кабелеукладчик) – ер ости ва сув ости (дарё, қўллар орқали) кабелларини ётқизадиган, шатакка олинадиган ёки ўзи харакатланадиган механизм. Ариқча ёки траншея очиб билан бир вақтда уларга бир ёки бир неча кабелни ҳам ётқизади. Кабель ётқизгичнинг пичоқли ва роторли хиллари бор. Пичоқли кабель ётқизгич музламаган ёки саёз сув ҳавзаси тубини (лой

грунтини чиқармай), роторли кабель ётқизгич (асосий иш органи – кесувчи тишли диск ёки ғилдирак) музламаган (ёки эриган) ва музлаган грунтларни қазишда қўлланилади.

**Кабель муфтаси** (кабельная муфта) – кабелларни кабель линиясига механик ва электр туташтириш, шунингдек кабель линиясини электр қурилмалари ва электр узатиш линияларига улаш учун мўлжалланган қурилма. Туташтирувчи, тармоқловчи ва кабель охирига қўйиладиган хиллари бор. Конструкцияси ва арматураси кабелнинг вазифасига, типига, эксплуатация шароитига боғлиқ бўлади (35.6-расм).



**35.6-расм. Кабель муфтаси:** а-1 кВ га мўлжалланган тармоқланган Т-симон; б-6-10 кВ га мўлжалланган учлик; в-110-150 кВ га мўлжалланган учкун ораликли юқори вольтли бириктириш.

**Кабель излагич** (кабелеискатель) – ер ости ёки сув ости кабеллари трассаси ва жойлашиш чуқурлигини, шунингдек уларнинг шикастланиб, симлари ерга туташган жойларини аниқлайдиган асбоблар комплекти. Товуш частотали ўзгарувчан ток генератори, антеннали (киришда) товуш частотасини кучайтиргич ҳамда асосий телефон (чиқиш)дан иборат бўлади. Кабель излагич телефон максимал товушига қараб кабель ётқизилган трасса бўйлаб ҳаракатлантирилади, товушнинг кескин пасайишидан кабелнинг шикасланган жойи аниқланади.

**Кабель кемаси** (кабельное судно) – сув (денгиз, океан) ости алоқа кабелларини ётқизадиган, сув тагидан кўтарадиган ва ремонт қиладиган денгиз кемаси. Кабель катта бўлақлар тарзида трюмдаги бир неча минг км кабель сиғадиган баклар (тенкслар)га тахланади. Кабель кемаси электр юритмали кабель ётқизиш механизмлари (кабель машиналари): кема кўйруғида жойлашган – кабелни сув остига туширадиган ва сув остидан кўтарадиган қурилма билан жиҳозланган. Кабель кемасининг сув сиғими 7-20 минг т. Кабельни ётқизиш пайгида маълум интервал билан ярим ўтказгичли электр тебранишлар кучайтиргичи уланади. Кабель кемаси ёрдамида кабель 6 км гача чуқурликка 15 км/соат тезлик билан ётқизилади.

**Кабель крани** (кабельный кран), кабель-кран – юкни 50 м ва ундан юқори кўтариш (тушириш) ва 1500 м гача масофага ташиш иншооти. Кабель крани бир пролётли осма (қанат) йўлдан иборат ва ундан очиқ усулда қазиладиган конлардаги тоғ жинслари, руда, донали тош ва бошқани ташишда, қурилишда кўп миқдордаги тупроқ, бетон каби материалларни ташишда, ёғоч омборлари ва бошқа жойларда фойдаланилади. Кабель крани 5 дан 50 т гача кўтаради.

**Кабель мойлари** (кабельные масла) – нефтдан олинадиган табиий ва синтетик мойлар. Мой тўлдирилган кабелларда шимдирилувчи ва изоляцияловчи модда сифатида ишлатилади. Кабель мойлари юқори диэлектриклик ва оксидланишга қарши турғунлик хоссасига эга бўлиши керак. Қовушқоқлиги  $(3,5-21) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , чақнаш ҳарорати (берк тигелда) 115-200<sup>0</sup>С.

#### **Суюқ ёқилгини узатиш**

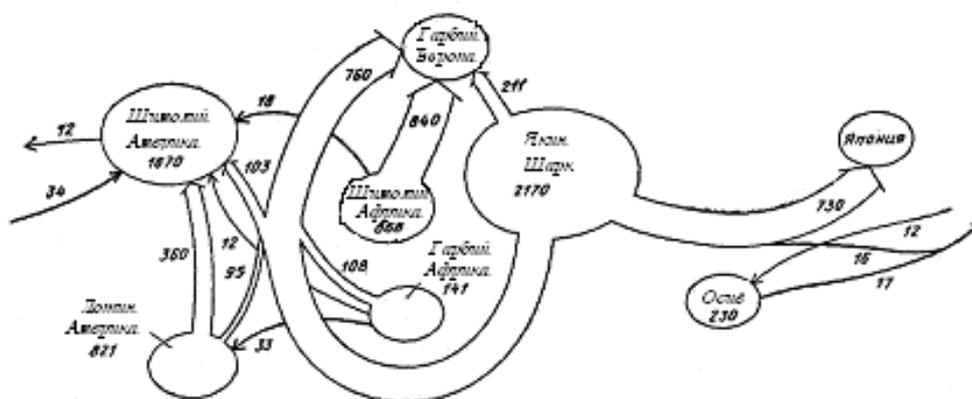
**Ёқилғи** (топливо) – асосий таркибий қисми углероддан иборат ёнувчи модда. Ёққанда иссиқлик энергияси ҳосил қилиш мақсадида, химия саноатида ҳам ашё сифатида ишлатилади. Ёқилғи агрегат ҳолатига кўра – қаттиқ, суюқ ва газсимон; ҳосил бўлишига кўра – табиий ва сунъий

ёқилғиларга бўлинади. Табиий ёқилғилар кондан олинадиган (антрацит, тош ва кўнғир) кўмирлар, нефть, газ, ёнувчи сланецлар, торф, ёғоч, ўсимлик чиқиндиларидан кўпроқ фойдаланилади. Ёқилғига домна печларининг кокслари, мотор ёнилғилари, кокс, генератор газлари ва бошқалар киради. Ёниш иссиқлиги ёқилғининг асосий характеристикаси ҳисобланади. Ҳар хил турдаги ёқилғиларни таққослаш ва уларнинг умумий захираларини ҳисоблаш учун шартли ёқилғи тушунчасидан фойдаланилади. Бунинг учун паст ёниш иссиқлиги 29,3 МЖ/кг қабул қилинган. Техника янги тармоқларининг ривожланиши туфайли «Ёқилғи» термини анча кенг маънода ишлатилмоқда ва энергия манбаи бўлиб хизмат қилувчи (масалан, ядро ёқилғиси, ракета ёқилғиси) ҳамма материалларни англатмоқда.

### **Танкерлар ёрдамида суяқ ёқилғини ташиш**

Кўпгина мамлакатларга суяқ ёқилғилар миқдори денгиз ва океанлар орқали, танкерлар ёрдамида кузатилади. АҚШ фойдаланадиган нефтьнинг қарийиб 50% ини бошқа мамлакатлардан денгизлар орқали танкерларда олиб келади. Ғарбий Европа эса 95% фойдаланиладиган нефтьни Яқин Шарқдан танкерларда ташиб олиб келади. Япония 100% нефть ёқилғисини чет мамлакатлардан денгизлар орқали сув транспортларида олиб келади.

35.7-расмда ер шари бўйича мамлакатлар аро нефть ёқилғисини узатиш схемаси келтирилган.



**35.7-расм. Дунё бўйича нефтнинг узатилиш схемаси.**

Иккинчи жаҳон уруши йилларида танкерларни юк-кўтариш ҳажми 50 минг тоннагача бўлган. 1965 йилга келиб эса жаҳон бўйича 471 та танкер 50000÷200000 тоннагача ҳажмдаги суяқ ёқилғиларни узатишда қўлланилган.

Ҳозирги пайтда супертанкерлар номи билан аталувчи йирик танкерларда кенг фойдаланилмоқда. Бу танкерларга қуйидагилар мисол бўлади:

1. «Globtik Токуо» юк кўтариш ҳажми – 476000 тонна;
2. «Esso Atlantik» юк кўтариш ҳажми – 509000 тонна;
3. «Bellomiya» юк кўтариш ҳажми – 541000 тонна;
4. «Amoco Cadiz» юк кўтариш ҳажми – 616000 тонна;
5. «Metula» юк кўтариш ҳажми – 714000 тонна;
6. «Jacob Maersk» юк кўтариш ҳажми – 809000 тонна;

Суяқ ёқилғиларни ташишда баъзи бир кўнгилсиз воқеалар ҳам рўй бериб туради. Сув транспорти воситаларининг техник носозликлари экипаж аъзоларининг ҳатоликлари табиий офатлар ва бошқа омиллар, кўнгилсиз воқеалар келиб чиқишига сабаб бўлади. Ушбу масалаларни ҳал этиш учун Бирлашган Миллатлар Ташкилоти (БМТ) қошида жаҳон океанларининг муаммолари (ЖОМ) номли халқаро ташкилот тузилган.

Охириги 50 йил ичида дунё миқёсида бир нечта йирик нефть танкерларини ташувчи кемалар аварияларга уярашди. Бунинг натижасида денгиз ва океан сув ҳавзаларига кўплаб нефть миқдори кўйилди. Бундай йирик кўнгилсизликларга қуйидагилар мисол бўлади:

1. «Amoco Cadiz» танкери жойлашган кема 1978 йил мартда Ла Манш қўлтиғида қояга урилиб аварияга учраган, оқибатда эса 216000 тонна нефть денгизга кўйилган;
2. «Jacob Maersk» танкери жойлашган кема 1975 йил январда Португалия атрофидаги сув ҳавзасида аварияга учраган, натижада 320000 тонна нефть сув ҳавзасига кўйилган;

3. «Metula» танкери жойлашган кема 1974 йил августда Чилига яқин жойлашган Магеллана қўлтиғида аварияга учраган, оқибатда эса 410000 тонна нефть денгизга қўйилган.

Сув хавзаларига қўйилган нефть миқдори сув сифатининг бузилишига сув жониворларининг касалланишига ҳамда нобуд бўлишларига, экологиянинг ўзгаришига каби салбий оқибатларга олиб келади.

#### ***Қувурлар ёрдамида суюқ ёқилгини узатиш***

Суюқликлар ва газларнинг босим таъсирида ҳаракатини таъминловчи энергетик иншоотларга қувурлар деб аталади. Суюқ ёқилғиларнинг босим остидаги ҳаракатини насослар таъминлаб туради. Қувурларда ҳаракатланувчи нефть ёки метан ламинар ва турбулент режимларда бўлиши мумкин.

#### ***Очиқ пўлат қувурлар***

ГЭҚ ларида напор 50 м дан ошса, асосан пўлат қувурлар ишлатилади. Труба қобиғи кам углеродли (карбонли) пўлатдан тайёрланиб, 210-290 МПа (2100-2900 кгс/см<sup>2</sup>) қаршиликка мўлжалланади. Катта напорда эса легирланган пўлат 450-500 МПа қаршиликкача қўлланилади.

Қувурлар оддий углеродли пўлатлардан тайёрланганда 40<sup>0</sup> С ҳароратга мўлжалланади. 65<sup>0</sup> С ҳароратда эса қувурлар нормаллашган пўлатдан тайёрланади. Махсус асослар бўлса, қувурлар тайёрлашда пайвандланадиган, мўрт-совуқ деформация таъсирида совуққа ва иссиққа чидамлиликка эга пўлат ишлатилади.

Тайёрланиш усулига кўра пўлат қувурлар яхлит узунликда, пайвандланган ва парчинланган (михланган) қўлланилади. Яхлит қувурлар турбина сув келтирувчиси сифатида катта напорли ГЭҚ ларда 0,6 м.дан кичик диаметрда ишлатилади. Михланган қувурлар МДХда ишлатилмайди. Пайвандланган қувурлар энг қулайи ҳисобланиб, мустаҳкам конструкция сифатида кенг қўлланилади.

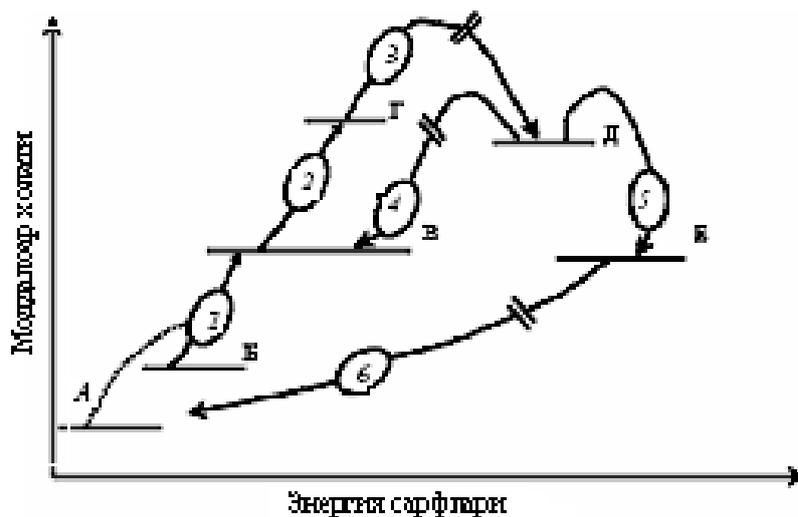
Қувурнинг ташқи кўринишига - компенсаторлар, калена ва учликлар киради. Компенсаторлар ҳароратга, чўкишга ва ҳароратли - чўкиш хилларига бўлинади. Ҳарорат компенсаторлари қувурларни (горизонтал) ўқий йўналишда бемалол узунлигининг ўзгаришига ёрдам беради. Бунда қувур қобиғига таъсир кўрсатувчи ҳарорат кучланиши камайгирилади.

Энг кўп тарқалгани сальникли компенсаторлар ҳисобланади. 1000 м напорда пайвандланган компенсаторлар қўлланилади. Қистирма материалга резина шнур квадрат қирқимда ишлатилади. Агар Н=100 м дан кам бўлса, қистирма зиғир толаси материалдан ичига резина ўзак қилиниб тайёрланади. Диаметр 1 м дан~ кам ва 1000 м дан катта напорларда қўйма сальникли компенсаторлар бронза қистирмали ёки техник теридан тайёрланади.

Чўкиш ва ҳароратли - чўкиш сальникли компенсаторлари қувур таянчи юмшоқ жинсларда қўлланилади.

### **36 – маъруза. Энергиядан фойдаланишда уни тежаш масалалари. Энергия тежашнинг қишлоқ хўжалигида, сув хўжалигида, саноатда, қурилишда, коммунал-хўжалик секторидаги аҳамияти.**

1980 йилларнинг охирига келиб ер шари бўйича энергетика заҳираларидан самарали фойдаланиш ва уларни тежаш тўғрисида умумжаҳон энергетик муаммоси пайдо бўлди. Хом ашёлар, ярим фабрикатлар, бирламчи элементлар, тайёр маҳсулотлар, тайёр маҳсулотлардан фойдаланиш муддатлари, маҳсулотларнинг яроқсизланиши каби терминлар кўплаб ҳаёт жараёнида қўлланила бошланди. 36.1-расмда ушбу кўрсаткичларнинг ўзаро боғлиқлиги ва улардан фойдаланиш графиги келтирилган.



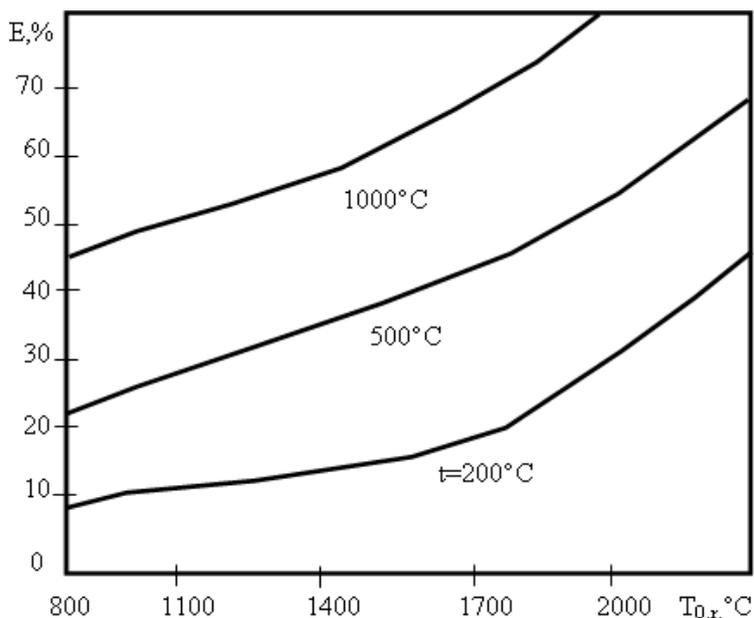
**36.1-расм. Моддалар ҳолати ва энергия сарфлари ўртасидаги боғлиқлик:**  
*A-бирламчи элементлар; Б-ҳом ашё; В-ярим фабрикатлар; Г-тайёр маҳсулотлар; Д-тайёр маҳсулотларнинг ишлатиш муддати; Е-маҳсулотларнинг ишлатилгандан кейинги яроқсизланиши; 1-бойитилиш; 2-йигиш ва қайта ишлаш; 3-фойдаланиш; 4-рециркуляция; 5-яроқсизланиш; 6-кераксизланиш.*

**Ишлаб-чиқариш жараёнлари**

Ишлаб-чиқариш жараёнлари энг кўп электр энергиясини истеъмол қилувчилардан ҳисобланади, яъни бу жараёнларда иштирок этувчи қурилмалар, йирик жиҳозлар, ўлчов назорат асбоблари ва бошқалар энг кўп энергия истеъмолчилари ҳисобланади. Бу турдаги барча энергия истеъмолчиларидан самарали фойдаланиш ва улардаги энергияни тежаш ҳозирги куннинг асосий масалаларидан бири ҳисобланади.

Қуйида эса технологик тизимларда чикинди газлар ҳароратини ва тўпланган иссиқликни иқтисодий тежаш ўртасидаги асосий боғлиқлар келтирилган.

Технологик жараёнларда чикинди газлар ҳароратини ва тўпланган иссиқликни тежаш ўртасидаги боғлиқлик 36.2-расмда келтирилган.



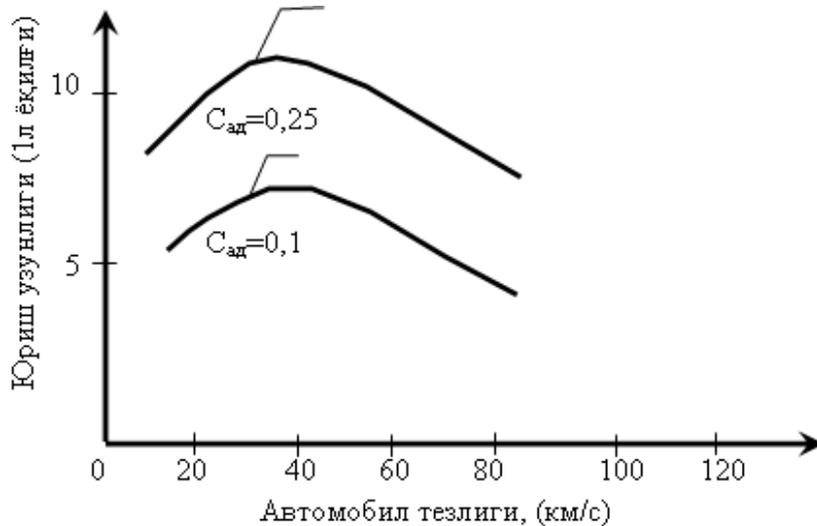
**36.2-расм. Технологик тизимларда чикинди газлар ҳароратини ва тўпланган иссиқликни иқтисодий тежаш ўртасидаги боғлиқлик графиги.**

### Транспорт

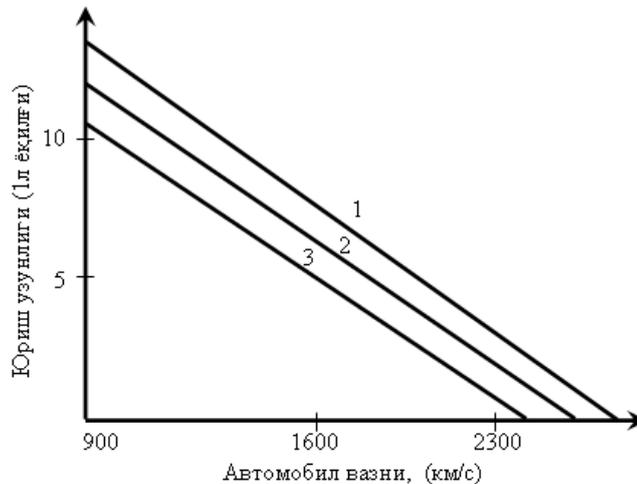
Турли хил транспорт воситалари ҳам энг йирик энергия истеъмолчиларидан ҳисобланади. Автомобилларда асосан қайта тикланмайдиган энергия манбаларидан фойдаланилади. Уларда нефть маҳсулотлари бензин, керосин ва бошқа энергия манбалари ишлатилади.

Автомобилларда энергия сарфи асосан йўл узунлигига ва автомобилларнинг тезлигига боғлиқ.

Қуйида турли хил типдаги автомобилларда ёқилғини тезликка нисбатан ҳамда автомобилларнинг вазнига қараб тежаш графиклари келтирилган (36.3 ва 36.4-расмлар).



36.3-рasm. Турли хил типдаги автомобилларда ёқилғини тезликка нисбатан тежаш графиги: 1-енгил автомобиллар; 2-юк автомобиллари.



36.4-рasm. Автомобиллар вазнига қараб ёқилғини тежаш графиги: 1-юк автомобиллар; 2-ўрта вазнли автомобиллар; 3-енгил вазнли автомобиллар.

### Эркин оқимчали микро ГЭС

Ҳозирги пайтда ёқилғи энергия ресурсларидан оқилона фойдаланиш, ҳамда мамлакат иқтисодий соҳаларининг жадал ривожланишини таъминловчи энергия ва ресурсларни тежовчи технологиялар ва техник воситаларини ишлаб чиқариш энг долзарб масалалардан биридир.

Бу муаммоаларни ҳал қилишда энергетика тармоғининг самарадорлигини оширувчи ва ёқилғи энергетика ресурсларини тежовчи технологияларни қўллаш ва ноанъанавий энергия манбаларидан фойдаланиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Давлатининг бундай муаммоларни тезроқ ҳал этишга қаратилган 28.12.1995 йил №476 «Кичик энергетикани ривожлантириш» қарори ва 25.04.1997 йилда қабул қилинган

«Энергиядан рационал равишда фойдаланиш» қонунлари ноанъанавий энергия манбаларидан самарали фойдаланиш, сув ва анъанавий энергия ресурсларидан тежамкорлик билан фойдаланиш талаб ва қоидалари кўрсатиб ўтилган.

Маълумки, республикадаги ирригация иншоотларида сув оқимининг гидравлик энергиясидан электр энергиясини микроГЭСлар ёрдамида ишлаб чиқиш ҳозирги кунда йўл қўйилмаган. Бу масалани ҳал қилишда сувнинг эркин оқимида ишлайдиган, тўғон ва дамба каби мураккаб гидротехника иншоотларисиз ўрнатиладиган кўчиб юривчи микроГЭСларни яратиш асосий йўналиш ҳисобланади.

Бу мақсадни амалга ошириш учун сув сатҳида сузиб юривчи понгонларга ўрнатиш ва эркин сув оқимининг гидравлик энергиясини электр энергиясига айлантириб берадиган микроГЭС конструкциясини ишлаб чиқариш ва уни яратиш вазифалари муаллифлар томонидан бажарилмоқди.

Эркин сув оқимида ишлайдиган ўхшаш микроГЭСлардан «FORTUNE» (Бразилия), СПМГЭС – 0,12, СПМГЭС – 20, СибНИИЭ нинг кичик қувватли сузувчи ГЭСлари (Россия) ишлаб чиқилган. Лекин бу ГЭСлар нархи баланд ва паст техник-иқтисодий кўрсаткичларга эга бўлгани учун ҳозирги кунда ишлаб чиқарилмайди.

Муаллифлар томонидан таклиф қилинаётган микроГЭСда чўмичли ишчи ғилдираклар, оқова новлар ва оқим йўналтириш қанотлари қўлланиши туфайли техник-иқтисодий кўрсаткичлари юқори қийматларга эга, конструкцияси эса содда ва ушбу қурилма арзон материаллар, жиҳозлар асосида бунёд этилади.

Ҳисоблар натижалари шуни кўрсатдики, ушбу микроГЭС турбинаси ишчи ғилдирагининг диаметри (шунга мос равишда бошқа ўлчамлар ҳам) ўхшаш турбиналар ишчи ғилдираги диаметрига нисбатан бир хил қувват қийматларида икки марта кичик бўлади.

Ҳозирги пайтда муаллифлар томонидан ТошДТУ «Гидроэнергетика» кафедрасида ДИТД-12-079 «Сув оқими кинетик энергиясига ишлайдиган самарадор гидротурбина қурилмасини ишлаб чиқариш ва унинг техник-иқтисодий параметрларини тадқиқ қилиш» мавзусида илмий-изланиш ишлари муваффақиятли олиб борилмоқда.

Бу илмий изланишлар натижаси бўйича эркин оқимли кичик ГЭС конструкциясига патент олишга талабнома берилган ва у Ўзбекистон Республикасининг Давлат Патент Идораси томонидан рўйхатдан ўтказилган.

Илмий-изланишларни амалга ошириш натижасида канал ва дарёларда ўрнатиладиган, сузиб юривчи, қуввати 5 кВт гача бўлган микроГЭСларни серияли ишлаб чиқариш учун асос яратилади. Ушбу микроГЭСлар учун тўғон, дамба, босим қувурларини қуриш талаб этилмайди. МикроГЭС майдони 2 м х 2 м гача бўлган понгонга (сузувчи мослама) жойлаштирилади. Бу эса ўз навбатида микроГЭСни қулай бўлган жойга қўчириш, уни монтаж қилиш ва ишга тушуриш учун анча енгиллик яратади. Бир хил ўлчам ва нишаблиқдаги узунлиги 1 км бўлган каналга 100 га яқин микроГЭСни ўрнатиш мумкин.

## Асосий адабиётлар

1. Мухаммадиев М.М. ва «Гидроэнергетик қурилмалар». Ўқув қўлланма. –Т.: ТошДТУ, 2007.
2. М. М. Мухаммадиев ва Х.К. Ташматов “Гидроэнергетика изланишлари”, Дарслик, “IQTISOD-MOLIYA” нашрети, Тошкент, 2011.
3. М. М. Мухаммадиев ва Х.К. Ташматов “Энергия йиғувчи қурилмалар”, Дарслик, “Чўлпон” нашрети, Тошкент, 2011.
4. Использование водной энергии: Учебник для вузов / Под ред. Ю.С. Васильева. - М.: Энергоиздат, 1995.
5. Гидроэнергетические установки / Под ред. Д.С. Щавелева. -Л.: Энергоиздат, 1981.
6. Гидроэлектрические станции/Под ред. В.Я. Карелина и Г.И. Кривченко. - М.: Энергоиздат, 1987.
7. Елистратов В.В. Гидроэлектростанции малой мощности. Уч. пособие. –СПб.: Изд. Политехника, 2004.

## Қўшимча адабиётлар

8. Ташматов Х.К., Мухаммадиев М.М. “Сув энергетика изланишлари” фанидан маърузалар матни. -Т.: ТошДТУ, 2001.
9. Ташматов Х.К., Мухаммадиев М.М. “Сув энергетика изланишлари” фанидан тажриба ишларини бажариш учун услубий қўлланма.-Т.: ТошДТУ, 2001.
10. Мухаммадиев М.М. «Гидроэнергетик қурилмалар» фанидан маърузалар матни. –Т.: ТошДТУ, 2000.
11. Мухаммадиев М.М. “Гидроэнергетик қурилмалар” фанидан сув миқдорини тартибга солиш ва ГЭС номинал қувватини танлаш бўйича курс ишини бажаришга мўлжалланган услубий қўлланма -Т.: ТошДТУ, 2005.
12. «Gidroenergetik qurilmalar» fanidan tajriba ishilarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. – Т.: ToshDTU, Toshkent, 2008.
13. Мухаммадиев М.М., Джураев К.С., Халматов В.А., Носиров Ф.Ж. Методическое указание по выполнению лабораторных работ по курсу «Гидроэнергетические установки». - Ташкент ТашГТУ 2008.
14. Muxammadiyev M.M., Djurayev K.S., Xidirov A.A. “Gidroenergetik qurilmalar” fanidan suv miqdorini tartibga solish va GES o'rnatilgan quvvatini tanlash bo'yicha kurs ishini bajarishga uslubiy ko'rsatma. – Т.; ToshDTU, 2010.
15. Ташматов Х.К., Мухаммадиев М.М. Сборник задач по курсу «Энергоаккумулирующие установки». Уч. пособие. –Т.: ТашГТУ, 2002.
16. Ташматов Х.К. Методическое пособие для выполнения лабораторных работ по курсу «Энергоаккумулирующие установки». –Т.: ТашГТУ, 2007.
17. Мухаммадиев М.М. Сув энергетикасининг назарий асослари. Услубий қўлланма. ТошДТУ, 1994.
18. Мухаммадиев М.М., Ташматов Х.К. ва б. Гидроэнергетик объектлар экологияси. Ўқув қўлланма. ТошДТУ, 2004.
19. Мухаммадиев М.М., Потоенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учеб.пособ., ТашГТУ, 2005.
20. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1990.
21. <http://www.ziyo.net.uz>
22. <http://www.uzbekistan.uz>
23. <http://www.bilim.uz>
24. <http://www.ges.ru>
25. <http://www.nasos.ru>
26. <http://www.energy.narod.ru>

