

621.311.212/02)

Ўзбекистон республикаси Олий ва ўрта махсус
таълим вазирлиги

Бадалов А.С., Зенкова В.А., Уралов Б.Р.

ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯЛАР

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус, касб-хунар
таълими илмий-методик бирлашмалари фаолиятини
мувофиқлаштирувчи Кенгаш томонидан ўқув қўлланма
сифатида тавсия этилган

2023284

621.311(075)
5-18

Ўқув қўлланма Ўзбекистон Республикаси ОЎМТВнинг 2008 йил
25 февралдаги 51-бўйруғига асосан чоп этишга тавсия этилган

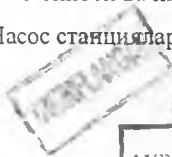
УДК 621.224.24

Ўқув қўлланма «Гидроэлектростанциялар» фан дастурига мос бўлиб, унда сув энергиясидан фойдаланишнинг асосий усуллари, сув энергетик хисоблаш принципи, гидроэлектростанциянинг асосий гидрокуч жихозлари ва уларни танлаш усуллари бўйича маълумотлар берилган, тўгон олди ва деривацион гидроэлектростанциялар иншоотларининг турини ва конструкциясини танлаш масалалари, уларни хисоблаш усуллари ва компоновкаси тўғрисида назарий ва амалий маълумотлар берилган.

Ўқув қўлланма ТИМИ «Ирригация гидротехника иншоотларини куриш ва улардан фойдаланиш» факультети бакалавриат йўналишлари талабалари учун тайёрланган ва бу қўлланмадан магистратура мутахассисликлари талабалари ҳамда гидротехника қурилиши соҳасидаги мутахассислар фойдаланиши мумкин.

Қўйидаги таълим йўналиши талабалари учун тақдим этилган:

- Ирригация тармоқлари сув энергиясидан фойдаланиш,
- Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш, Гидроэнергетика,
- Касб таълими: (Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш),
- Гидротехника қурилиши йўналишлари,
- ГЭС биноси ва иншоотлари,
- Насос станциялари ва қурилмаларини ишлатиш мутахассисликлари.



637816

ТИМИ
AXBOROT-RESURS MARKAZI
ILMIY KUTUBXONA
Qori Nivoziy ko'chasi, 39

Учебное пособие соответствует программе дисциплины «Гидроэлектростанции». В учебном пособии излагаются основные способы использования водной энергии. Даются принципы водноэнергетических расчетов. Приводятся сведения об основном гидросиловом оборудовании гидроэлектростанций и методах его подбора. Освещаются вопросы выбора типа и конструкций сооружений русловых, приплотинных и деривационных гидроэнергетических станций, способы их расчета и компоновки.

Учебное пособие предназначена для студентов направлений бакалавриата факультета «Строительства и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений» ТИИМ и может быть использовано студентами, обучающимися в магистратуры, а также специалистами, работающими в области гидротехнического строительства.

The training manual corresponds to the program of "discipline" Hydroelectric power. In the tutorial describes the main ways of using water power. Given the principles of hydro calculations. There are details of the equipment gidrosilovom mainly hydroelectric power and its methods of recruiting. The selection highlights the type and construction of structures Channel, and priplotinnyh derivatsionnyh hydropower stations, and how they calculate the layout.

The manual is designed for students of the Faculty of directions Bachelor's "Construction and operation of irrigation water structures" TIIM and can be used by students learning in the Judiciary, as well as professionals working in the field of hydraulic construction.

Тақризчилар: ТИМИ, «Гидромелиорация тузилмаларидан фойдаланиш» кафедраси мудири, т.ф.д., профессор Ф.А.Бараев.

Т А Қ И, «Гидротехника иншоотлари, замин ва пойдевор»
кафедраси мудири, т.ф.н., доцент Файзиёв Х.

СЎЗ БОШИ

Тақдим этилаётган ўқув қўлланма « Гидроэлектростанциялар» фанидан 5580700 - Гидротехника қурилиши, 5650100 - Ирригация тармоқлари сув энергиясидан фойдаланиш ва 5650700 - Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш йўналишлари учун тузилган дастур асосида ёзилган.

Ўзбекистонда яқин йилларга мўлжалланган кичик ГЭС ларни қуришни ривожлантириш режаси мавжуд ирригацион каналларни ва сув омборларини сув ресурсларидан фойдаланишни кўзда тутди.

Ўзбекистонда келажакда йирик ва ўрта ГЭСлар ҳам қурилиши мумкин, чунки Ўзбекистон дарёлари техник гидроэнергетик потенциалининг фақатгина 26% ўзлаштирилган ҳолос.

Гидроэлектростанцияларда олинган арзон электроэнергия Республикамиз энергия таъминотини оширишига омил бўлади.

Гидроэнергетик қурилишидаги кенг қўламдаги режаларни тадбиқ этиш масалаларини ечиш, сув энергиясидан фойдаланиш соҳасида етарли билимга эга бўлган, Ўзбекистон халқ хўжалиги учун кўпроқ иқтисодий самара берувчи қулай ечимларни топа олувчи мутахассислар билан амалга ошириш мумкин.

Қўлланмада сув энергиясидан фойдаланишнинг асосий масалалари келтирилган, асосий гидрокуч жихозларини танлаш учун керак бўлган ГЭС ларнинг асосий параметрларини белгилайдиган сув энергетик ҳисоблар ёритилган.

ГЭС иншоатларидан деривацион ва турбина сув ўтказгичлари, босимли ховуз, гидроэлектростанция биноси кўриб чиқилган.

Ўқув қўлланмани тайёрлашда машҳур чет эл адабиётларидан фойдаланилган.

Ушбу ўқув қўлланмадан «Сув энергиясидан фойдаланиш» ва «Ирригация тармоқлари сув энергиясидан фойдаланиш» фанларини ўзлаштиришда фойдаланса бўлади.

1-БОБ. ЎЗБЕКИСТОН ГИДРОЭНЕРГЕТИКАСИ

1.1. Тарихи ва ривожланиш босқичлари

Маълумотларга кўра 2020 йилга келиб Ер юзасида яшайдиган аҳоли 8 млрд.ни ташкил қилиши мумкин экан, бу ўз навбатида ҳозирги кунда ишлаб чиқарилаётган электроэнергияни яна тахминан 50 % га оширишни талаб қилади. Бунинг учун ёнилғи маҳсулотлари етарли бўлиши керак, лекин бу атроф муҳитни янада кучлироқ муҳофаза ва назорат қилиш масалаларини кўндаланг қилиб қўяди. Албатта бунда ядро энергетика салмоғи кўпроқ булсада, лекин у билан боғлиқ муаммолар ечимини топиш зарур бўлиб қолади. Бунда тикланувчи энергия манбаси бўлмиш гидроэнергетика муҳим аҳамият касб этиши мумкин. Демак, энергия ишлаб чиқариш хажмини сақлаш ҳамда экологик тоза ёнилғидан фойдаланиш масалаларини ечиш зарур.

Ўзбекистон энергетик манбаларининг самарали турлари бўлган гидроэнергияга, нефтегаз ёнилғисига ва тошкўмирга бой мамлакат ҳисобланади. Республикамизда ҳозирги кунда электроэнергия ишлаб чиқаришда асосий манба бўлиб ёнилғи маҳсулотлари ҳисобланади.

Хар йили мамлакатимизда 60 млрд. м³ га яқин газ ишлаб чиқарилади. Газ ва бошқа ёнилғи маҳсулотлари 30-40 йил ичида ишлатилиб бўлиши мумкин.

Республикамизда бир йилда тахминан 48 минг ГВт. соат электроэнергия ишлаб чиқарилса, бунда газ ва мазутдаги электростанциялар улуши 84% ни, тошкўмирдаги станциялар улуши 3,5% ни ва гидроэлектростанциялар улуши 12,5% ни ташкил қилади.

Гидроэнергетикани ривожланиш боскичлари

-1 босқич 1923-1941 йиллар. 1923 йилгача Ўзбекистонда қуввати $N=1350$ кВт.ли ягона Мурғоб ГЭСи мавжуд эди. 1923 йилдан бошлаб Ўзбекистонда гидроэнергетика ривожлана бошлади ва 1930 йилда Гидропроект ташкил этилди, 1926 йили қуввати $N=4$ МВт.ли Бўзсув ГЭСи, 1933 йили қуввати $N=13$ МВт.ли Қодиря ГЭСи, 1936 йили $N=6,4$ МВт.ли Бўрижар ГЭСи, 1938-1941 йиллари $N=73,6$ МВт.ли Тавоқсой ва $N=86,4$ МВт.ли Комсомол ГЭСлари қурилиши бошланди;

- 2 босқич 1941-1960 йиллар гидроқурилиш бўйича тажриба ортириш билан характерланади. Бу даврда гидротехник қурилишининг янги техник усуллари ишлаб чиқилди, кичик ва ўрта ГЭСлар қурилишидан йирик ГЭСлар қурилишига ўтилди. Бу давр ичида Чирчиқ - Бўзсув тракти ГЭСлари, қуввати $N=126$ МВт.ли Фарход ГЭСи, 1,2,3,4 Наманган ГЭСлари, Оксув ГЭСи, Оққавоқ ГЭСи, 6, 7 Шахрихон ГЭСи, Хишрав ГЭСи, Қумқурғон ГЭСи ва бошқа ГЭСлар қурилди;

- 3 босқич 1961-1984 йиллар гидротехника қурилиши юқори жаҳон амалиёти даражасига етди. Баланд туғонлар қурилди, йирик ГЭСлар: Чорвоқ ГЭСи, Хўжакент ГЭСи, Ҳазалкент ГЭСи, қуввати $N=150$ МВт.ли Туямўйин ГЭСи, қуввати $N=140$ МВт.ли Андижон ГЭСи лойиҳаланди ва қурила бошланди;

- 4 босқич 1984-1990 йиллар, бу даврда ноёб Чорвоқ ГЭСининг биринчи агрегатлари ишга туширилди; қуввати $N=120$ МВт.ли Ҳазалкент ГЭСи, қуввати $N=180$ МВт.ли Учқўрғон ГЭСи қурилди. Гидроэнергетик объектларни лойиҳалаш ва қуриш энг юқори жаҳон даражасига кўтарилди. Ўзбекистон дарёлари гидроэнергетик потенциалидан фойдаланишда, кўпгина халқ хўжалиги соҳалари, айниқса ирригация соҳаси талаблари инobatга олинди, ҳамда умумий гидротехника қурилиши билан ҳамoҳанг бажарилди;

- 5 босқич 1990 йилдан ҳозирги давргача. Қишлоқ хўжалиги энергия истеъмоли 2005 йили тахминан 11,7 млрд. КВт соатга етди, 2010 йилга келиб бу кўрсаткич тахминан 20 млрд. КВт соатга етиши ва электроэнергия танқислигини келтириб чиқариши мумкин.

Ўзбекистонда ҳозирги кунда суғориладиган ерларнинг ярмиси энергия истеъмол қиладиган машинали сув кутариш билан боғлиқлиги, электроэнергия тарифининг доим ошиб бориши ҳозирги кунда долзарб масаласи, яъни халқ хўжалигини арзон энергетик манба бўлмиш ГЭСлар билан таъминлашни тақозо қилмоқда.

Чэт эл олимларининг иқтисодий текширишлари шуни кўрсатмоқдаки узок келажакда ГЭСлар электроэнергия ишлаб чиқаришнинг асосий манбаси бўлиб қолар экан, чунки ёнилғи маҳсулотларининг баҳоси ошиб бормоқда, иссиқлик ва атом станцияларни қуриш ва ишлатиш қимматлашмоқда.

Ҳозирги босқичда йирик ГЭСларни қуриш билан боғлиқ барча қийинчиликларни инобатга олиб мавжуд ирригацион тармоқларда ва сув омборларида ўрта ва кичик ГЭСлар қуриш мумкин. Ўзбекистондаги барча мавжуд кичик ГЭСлар қурилганига ва уларга кетган харажатлар қопланганига анча бўлди ва бугунги кунда улар самарали ишламоқда.

Республикамиз сув омборларида 505 МВт.га тенг ўрнатилган қувватига эга, 1354 млн. КВт соат миқдорли ўртача кўп йиллик электроэнергия ишлаб чиқариш имкониятини яратиб берадиган 43 та кичик ГЭСларни қурилишининг имконияти аниқланди. Каналлар сув туширигичларидаги кичик ГЭСлар ресурси эса 3060,7 млн. КВт соатни ташкил қилиши мумкин экан. Буларга қуввати 3 МВт Уйғур ГЭСи, Тўпалон, Гиссарак, Шархансой ва Гулба ГЭСларини мисол қилиб кўрсатиш мумкин.

1.2. Электрлаштириш техник ва маданий тараққиёт асоси

Жахонда энергия истеъмоли ҳар 10 йилда икки марта кўпаймоқда. ГЭСларни бошқа турдаги электростанциялар билан солиштирганда, қуйидаги афзалликларини кузатиш мумкин:

-ГЭСлар ҳар йили сув оқимидан тушувчи сув энергиясидан фойдаланади ва ўзининг иши учун қиммат ва қайта тикланмайдиган ёқилғини талаб қилмайди;

-ГЭС бўйича электроэнергия таннархи ТЭСга нисбатан 5-10 марта арзон;

-ГЭС ўз қувватини тез ўзгариши билан характерланади, (ГЭС қуввати юкланишга қараб ўзгаради) ва энергия тармоқ графигининг чўққисида ишлайди;

-ГЭСдаги жараёнларни автоматлаштириш ҳисобига хизматчилар сони ТЭСга нисбатан 3-4 барабар кам;

-ГЭС эксплуатацияси қайтарилмайдиган сув истеъмоли атроф муҳитнинг на кимёвий, на иссиқлик ифлосланиши билан кузатилмайди. ГЭСларга ўрнатилган агрегатлар юқори 90%ли ФИК га эга, ТЭС ларда эса 50 %.

Гидроэнергоресурслардан фойдаланишдаги камчиликлар:

-юқори капитал харажатлар (туғонлар, тунеллар ва йирик жихозлар бўлганда) сарфланади;

-текис дарёлардаги ГЭСлар ҳудудни сув босишига олиб келади (МДХда 0,29 %, АҚШда - 0,326 %, Испанияда - 0,42%, Канадада - 0,6% майдонларни сув босган). Жами жахонда 6,2 млн гектар, шу жумладан 2,5 млн гектар қишлоқ хўжалик ва 0,6 млн гектар ҳайдаладиган ерларни сув босган;

-аҳоли турар жойларини ва корхоналарини сув босиши натижасида жойидан кўчирилади;

-сув оқимлари иссиқлик режими ўзгаради;

-ўсимлик ва ҳайвонот дунёси микроклимати ўзгаради;

-сув сифати узгаради.

Буларнинг ҳаммаси йирик сув омборли ГЭСларга талукли. Хозирги вақтда бундай ГЭСлар қурилмаяпти, аммо қурилган ГЭСларни имкон даражасида кам салбий таъсирларсиз ишлатиш зарур.

Ер юзида сув омборларининг сони 30 мингдан, сув юзаси майдони 400 минг км². дан кўпроқ. МДХда ҳажми 1010 км³ли 1000га яқин сув омборлари мавжуд. 1974 йилга келиб АҚШда 1600 та сув омбори қурилган. АҚШда сув омборларининг фойдали ҳажми 2010 йилга келиб 2 баробар кўпайиши мумкин. Ҳар йили дунё бўйича 300-500 тагача сув омборлари қурилиб ишга туширилмоқда. 30–40 йил олдин Африкада сув омборлари бўлмаган. Хозирги кунда эса йирик 5 та сув омборидан 4 таси ўша ерда.

Охирги 40 йил ичида дунёдаги сув омборлар сони 4 баробар, улар ҳажми 10 баробар, Лотин Америкаси, Африка ва Осиё давлатларида 40-90 баробар кўпайди.

Демак, ГЭС ва сув омбори техник тараққиёт заруриятини билдиради, улардан мохирона фойдаланилса кўпгина халқ хўжалиги масалаларини ҳал этиш мумкин.

ГЭС сув омборларидан (текисликдагидан ташқари) воз кечиш керак эмас, фақат табиатни атроф муҳитни муҳофаза қилиш бўйича тегишли чораларни амалга ошириш зарурияти туғилади.

2- БОБ. ГИДРАВЛИК ЭНЕРГИЯ ВА УНДАН ФОЙДАЛАНИШ УСУЛЛАРИ

2.1. Гидроэнергетик ресурслар

Дунё сув энергияси потенциали 48230млрд. кВт соат билан баҳоланади.

Жумладан 1.1 жадвалда жохон сув энергияси захиралари ва бир қатор мамлактларда улардан фойдаланиш даражаси келтирилган.

1.1- Жадвал

Дунё сув захиралари ва улардан фойдаланиш даражаси

Давлат	Иқтисодий потенциал млрд.квт.с	Фойдаланиш даражаси %	ГЭС ўрнатилган қуввати Млн.квт	Электр энергия ишлаб чиқариш Млрд.квт.соат/йил			ГЭС энергияси улуши %
				ГЭСга	АЭСга	Жами	
АҚШ	685	44	64,3	303	171	2120	15
Бразилия	657	10	13,8	67	-	80	84
Канада	218	96	36,7	210	13,4	295,1	71
Норвегия	152	51	16	77,5	0	77,5	100
Япония	132	64	23,5	84,8	19,7	459,0	18
Швеция	80	72	12,3	57,6	11,9	80,6	72
Франция	70	85	16,6	60,0	17,5	186,0	32
Италия	70	61	16,8	42,6	3,8	147,1	29
Испания	58	46	11,5	26,4	7,5	82,4	32
Швейцария	-	94	9,8	34,0	7,7	43,0	79
Буюк Британия	-	-	2,3	4,9	30,3	272,2	2
Элдинги гидро қудуди	1095	13	52,7	184	73	1294	14,2
Жами	9800	14	4,4	1431	348	6514	22,6

Бу захираларнинг 12% олдинги совет иттифоқи ҳудудида ва 88,5 млрд. кВт соати Ўзбекистонда.

Гидроэнергия ресурсларининг урта асосий кўрсаткичи мавжуд:

- тўлиқ энергетик потенциал – гидравлик энергиянинг устки ва дарё оқими (назарий ва ялпи) потенциал захираси. Энергия миқдори барча сарфни суткасига 24 соат фойдаланишдан келиб чиқиб ҳисобланган. Бу кўрсаткич тахминан ўзгармайди;

- техник потенциал – бу техника замонавий тараққиётида тўлиқ энергетик потенциалдан қисман фойдаланиш имконияти. Техник сабабларига кўра барча потенциал захиралардан фойдаланиш мумкин эмас. У 19,4 трл. кВт соатни ташкил қилиб, ўзгарувчан кўрсаткич ҳисобланади. Масалан, аввал $H=1,5-2$ метр босимдан фойдаланиш самарали эмас деб ҳисобланилар эди, ҳозир эса капсулалар агрегатлар ихтиро этилгандан сўнг, буни имконияти бор;

- иқтисодий потенциал - бу потенциалдан ҳозирги вақтда техник имкониятлардан ва иқтисодий самарадорликдан келиб чиқиб фойдаланилади. Бу энг ўзгарувчан кўрсаткич.

Ўзбекистон ялпи, техник ва иқтисодий гидропотенциали қўйидагилардан иборат.

Дарё оқими ялпи ва тўлиқ энергетик потенциал – 85,5 млрд. кВт соат (йирик дарёлар – 81,1 ўрта дарёлар – 3,0 кичик дарёлар – 4,4).

Техник потенциал - 27,4 млрд. кВт соат (йирик дарёлар – 24,6 ўрта дарёлар – 1,5 кичик дарёлар – 2,3).

Иқтисодий потенциал – 16,6 млрд. кВт соат, ҳозирги кунда 6,8 млрд. кВт соатдан фойдаланилмоқда.

Республикамиздаги асосий дарёлар гидроэнергетик ресурси

2.2- жадвалда кўрсатилган.

Республикаимиздаги асосий дарёлар гидроэнергетик ресурси

№	Дарё	Техник		Иқтисодий		Ўзлаштирилгани	
		МВт	ГВт.соат	МВт	ГВт.соат	МВт	ГВт.соат
1	Чоткол	500	1,1	500	1,1	-	-
2	Пскам	1250	3,06	1250	3,06	-	-
3	Чирчиқ	1246	4,84	1228	4,78	1200	4,72
4	Қорадарё	188	0,78	188	0,78	168	0,61
5	Сирдарё	166	0,75	166	0,75	126	0,43
6	Сурхондарё	320	1,46	160	0,47	-	-
7	Қашқадарё	70	0,21	12	0,065	-	-
8	Зарафшон	168	0,62	40	0,18	40	0,18
9	Амударё	770	3,27	650	2,57	150	0,47
	Жами		16,07		13,75		6,43

Ҳозирги кунда Республикаимизда ўрнатилган қуввати $N_{урт}=1689$ МВт га тенг 41та ГЭС мавжуд, улардан 30 таси ҳаракатда. Шу билан бирга қуввати 383,2 МВт га тенг 35 та кичик ГЭС қурилган, улардан 24 таси ҳаракатдаги иншоотлардир (Чирчиқ – Бўзсув тракти ГЭСи, Тошкент ГЭСлари каскади, Андижон ГЭСлари, Самарқанд ГЭСлари).

Кичик энергетикани ривожлантириш учун мавжуд ирригацион тармоқларнинг гидроэнергетик потенциали танланган. Ирригацион каналлар сув туширгичлари техник гидроэнергетик потенциали 3,06 млрд. кВт соатни, ирригация сув омборлариники эса - 1,35 млрд. кВт соатни, иқтисодий потенциал эса 2,5 млрд. кВт соатни ташкил қилади.

2.2. Сув энергиясидан фойдаланиш принциплари

Табиий шароитда дарё оқими тухтовсиз иш бажаради. Сув сарфи - Q , тезлиги - V , узунлиги - L , ҳаракат кесим юзаси - w кўрсаткичларга эга сув оқимини кўриб чиқамиз. Сув оқимида биринчи ва иккинчи қиркимлар орасидаги хажми ажратамиз. Бу хажми диагоналар кесимидаги оғирлик марказини топамиз. Ажратилган хажмга ўзининг оғирлиги $G = \rho g * w * L$ таъсир қилади, унинг ташкил қилувчиларидан бири куч F бўлиб, у оқимнинг ҳаракат тезлиги каби йуналган

$$F = G * \sin \alpha = \rho g * L * w * \sin \alpha$$

Ажратилган сув оқими L узунликдаги масофани босиб ўтганда бажарадиган ишни топамиз

$$A = F * L$$

L оқимнинг тушиш баландлигини H тезлигини V оркали белгилаймиз.

$$L = H / \sin \alpha$$

$$L = V * t$$

Узлуксизлик қонуниятидан келиб чиқиб $V * w = Q$ эканлигини

хисобга олсак, унда

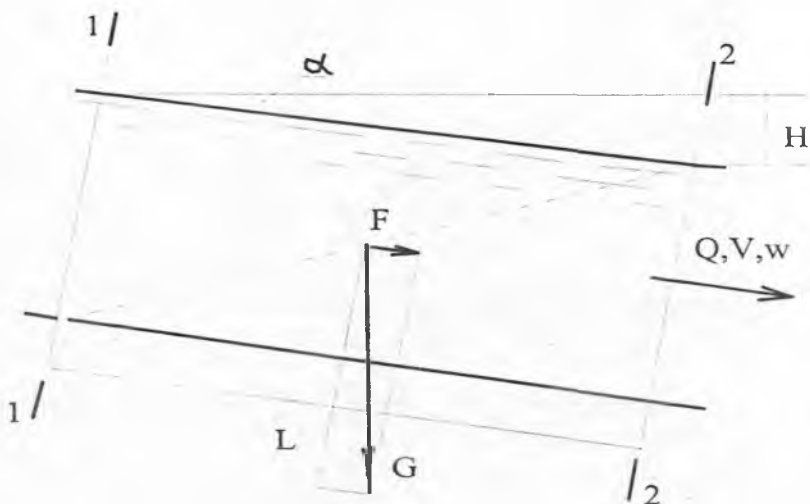
$$A = \rho * g * w * L * \sin \alpha * L = \rho * g * w * V * t * H = \rho g * Q * t * H, \text{ дж}$$

Оқим қуввати $N = A / t = \rho * g * Q * H$, гж/с (Вт) $= 1000 * 9,81 * Q * H / 1000$, кВт $= 9,81 Q * H$, кВт.га тенг.

Сув оқимининг кўрсаткичлари бўлиб босим - H , қувват - N ва энергия - $\mathcal{E}$ хисобланади.

$$\text{Оқим энергияси } \mathcal{E} = N * t = 9,81 * Q * H * t, \text{ кВт соат.}$$

Дарё оқими юкори қисмдан куйигача ҳаракат қилиб ўз энергиясини грунтларни ювишга, сув массаларини ва маҳсулотларини ташишга сарфлайди. Табиий шароитда (шаршаралардан ташқари) сув энергияси, сув оқимини ҳамма узунлиги бўйича тарқалган бўлади.



2.1- Расм

Кўпроқ қувват ҳосил қилиш ёки сув энергиясидан фойдаланиш учун дарё энергиясини ГТИ ёрдамида бир жойга туплаш зарур, у эса сув оқимини жамланиб тушишини яъни сув босимини ҳосил қилади.

2.3. ГЭС параметрлари

ГЭС параметрларига босим, сув сарфи, ф.и.к, қувват ва ишлаб чиқарилаётган энергия кирази.

Статик босим деб сувнинг юқори ва пастки бьефлар сатҳлари фарқига айтилади, 2.2-расм.

$$H_c = \nabla \text{ЮБС} - \nabla \text{ПБС}$$

Сув энергетик ҳисобларда ГЭС босими

$$H = H_{ct} - \sum h_{вс} \text{ га тенг,}$$

бу ерда: $\sum \Delta h_{вс}$ - турбинагача босим йўқотилиши

Турбина валидаги қувват $N_T = 9.81 * Q_T * H * \eta_T$ га тенг.

Генератор чиқишидаги агрегат қуввати эса

$$N_{Г} = N_T * \eta_{Г} = 9.81 * Q_T * H * \eta_T * \eta_{Г} \text{ га тенг}$$

ГЭС қуввати ўрнатилган қувват деб номланувчи барча агрегатлар қувватидир.

Ишлаб чиқарилган энергия миқдори қўйидагича ҳисобланади

$$Э = N_{ГЭС} * T, \text{ кВт соат.}$$

$$\text{ГЭС фойдали иш коэффиценти } \eta_{ГХ} = \eta_T * \eta_{Г}.$$

2.4. Гидроэнергетик ресурсларидан фойдаланиш схемаси

Электр энергияни олиш мақсадида гидроэнергетик ресурслардан фойдаланиш учун махсус гидротехник иншоотлар ёрдамида сув оқимини жамлаб тушириш яъни босим ҳосил қилиш зарур.

Босим ҳосил қилишнинг қўйидаги усуллари мавжуд:

1. Туғон усули ёки ГЭСни туғонли схемаси, бунда босим туғон ёрдамида ҳосил қилинади, 2.3 ва 2.4-расм;
2. Деривацион усул – ГЭСни деривация схемаси, бунда босим асосан деривация (канал, туннел ва бошқалар) 2.5 - расм ҳисобидан ҳосил қилинади;
3. Аралалаш усул – ГЭС аралаш усул схемаси, бунда босим туғон ҳисобидан, ҳамда деривация ҳисобидан ҳосил қилинади, 2.6-расм;
4. Мавжуд сув ташлагичлардан фойдаланиладиган ирригацион иншоотлардаги ГЭС.

Туғонли ГЭС схемаси кўпроқ катта сув сарфида ва сув оқимининг (дарёнинг) кичик нишаблигида қабул қилинади.

Босим туғон қуриш ва юқори бефда сув ҳажмини йиғиш ҳисобидан ҳосил қилинади. Туғон ёрдамида дарёдаги А ва В қирқимлар орасидаги сатҳлар фарқидан фойдаланилади. Бу фарқ $H_{см} + \Delta h$ га тенг.

Бу ерда Δh босим йукотилиши.

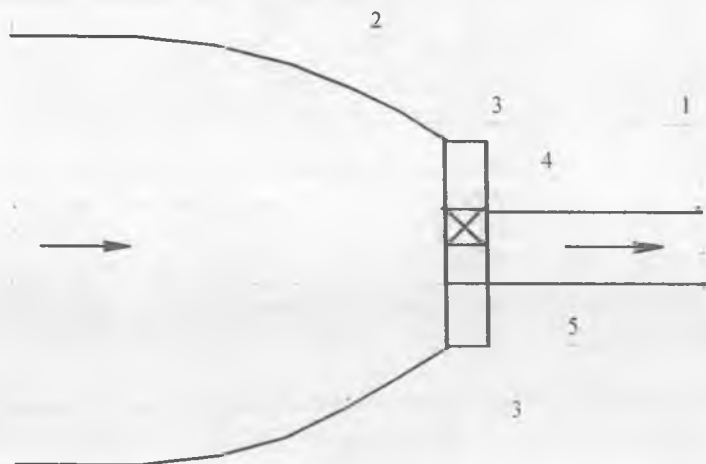
Тўғонли схемада 2.3 ва 2.4- расм босим катталигига қўра ГЭС нинг узанли ва тўғон ёни тури мавжуд булади.

Ўзанли ГЭС деб, ГЭС биноси тўғон каби фронт таркибига, яъни босим ҳосил қилувчи иншоотлар таркибига кирувчи ГЭСларга айтилади.

2,4-расм

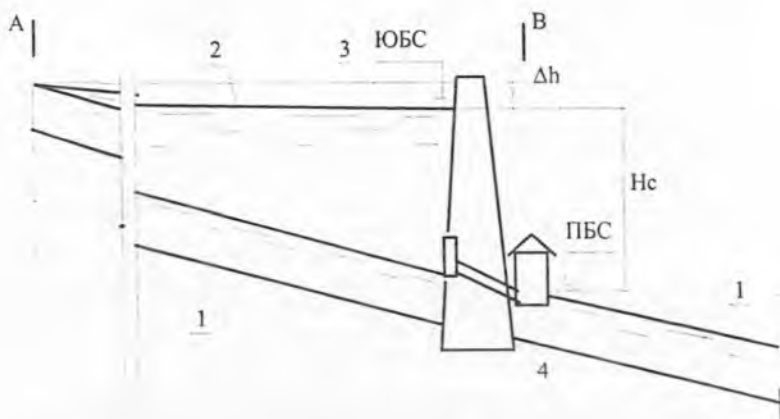
Улар нисбатан кичик босимларда қурилади, масалан Қайрақум ГЭСи, Днепр ГЭСи, узанли ГЭС биноси босимни юқори бьеф томонидан қабул қилади ва тўғон каби мустаҳкамлилиқ шартларига жавоб бериши зарур.

Ўрта ва юқори босимларда тўғон ёни ГЭС лар қурилади 2,3- расм. Бино тўғон орқасида, унинг химоясида жойлашади ва турбиналарга сув келтириш қувурлар орқали амалга оширилади.



2.3 - Расм. Тўғонли босим ҳосил қилиш схемаси (план):

1 – дарё, 2 - сув омбори, 3 - ҳамма ёғи берк тўғон, 4 - ГЭС биноси , 5 - сув ташловчи тўғон.

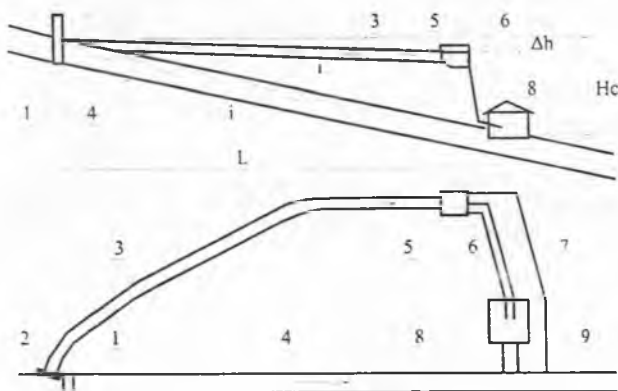


2.4 -Расм. Тўғонли босим хосил қилиш схемаси (қирқими)

Тўғонли босим хосил қилиш усуlining камчилиги - анчагина ер майдонини сув босиши, тўғонни қимматлигидадир.

Деривацион схемада босим деривация (лотинча «сувни олиб ўтиш») ёрдамида хосил қилинади, 2.5- Расм.

Деривация дарёнинг маълум қисмида жамланган босимни хосил қилиш учун хизмат қилади.



2.5-Расм. Босимни деривацион усули билан хосил қилиш схемаси (қирқим ва план)

Босимли ховуз қанчалик сув олиш иншоотидан узоқда бўлса, шунчалик деривацион канал ва дарёдаги сатҳлар фарқи катта бўлади. Деривация усули ёрдамида катта нишабли ва кам сарфли, тоғли ва тоғ олди дарёлар энергиясидан фойдаланилади.

Босим деривация (деривация канали, туннел ва қувур) ва дарё нишаблиги фарқи ҳисобидан ҳосил қилинади.

Иншоотлар таркибига қуйидагилар киради:

1. ГЭС иншоотларининг бош бўғини: тўсувчи тўғон (1), сув қабул қилувчи ёки сув олиш иншооти (2). Келувчи канал (3);
2. Деривация: очиқ канал, туннел, қувур;
3. ГЭС босимли – станция бўғини: босимли ховуз (5), босимли қувур (6), бекорчи (ортиқча) сув ташлагич (7), ГЭС биноси (8);
4. Кетувчи канал (9).

Деривацион схемада ГЭС босими

$$H_{CT} = (I_{дарё} - I_{деривация}) * L - \Delta h_{деривация}, \text{ ТЕНГ}$$

бу ерда: H_{CT} – статик босим, L - деривация узунлиги.

L қанчалик катта бўлса, шунчалик босим катта, аммо узун каналларда харажатлар кўп бўлади, масалан мавжуд каналларни, жарликларни ва бошқаларни кесиб ўтиш.

Сув олувчи бош бўғин деривацияга керакли мидордаги сувни олишни таъминлайди. Бош бўғинда тубдаги чукиндилар билан кураш олиб борилади (қирғоқнинг эгри қисмида). Муаллақ оқизиклар билан кураш олиб бориш учун сув қабул қилгичдан сўнг тиндиргични ўрнатса бўлади. Деривация, жойнинг рельефи ва геологик шароитига қараб, очиқ канал, туннел ёки қувур қуринишида бажарилиши мумкин.

Очиқ канал, дарёниқига (дарё нишаблигига) қараганда камроқ нишабликка эга бўлиши зарур.

Босимли – станция бўғини иншоотлари вазифалари:

-босимли ховуз – босимсиз ҳаракатни босимли ҳаракатга айлантиради, унда сув қувурлар орасида тақсимланади, муаллақ ахлат ва чуқиндиларга қарши тадбирлар олиб борилади, ортиқча сувлар ташлаб юборилади (босимли деривацияда босимли ховуз ўрнига тенглаштирувчи резервуар ишлатилади);

-босимли қувурлар – босимли режимда сувни турбинага келтиради (темир бетон ёки пўлатдан тайёрланади);

-бекорчи сувни ташлаш иншооти – ортиқча сувни турбинанинг аварияли ўчишида юқори бьефдан пастки бьефга автоматик ташлайди;

-ГЭС биноси – турбиналарни, генераторларни, тақсимловчи қурилмаларни ва бошқа ёрдамчи жихозларни жойлаштиради;

-кетувчи канал – ГЭСда ишлатилган сувни сув манбаига ташлайди;

Деривацион схема тоғли ва тоғ олди шароитларида, дарёларни нисбатан катта нишаблиги ва қисқа узунлигида ва кичик қундаланг қирқимдаги деривацияда нисбадан катта босим ва ГЭС қувватини ҳосил қилганда афзал бўлади.

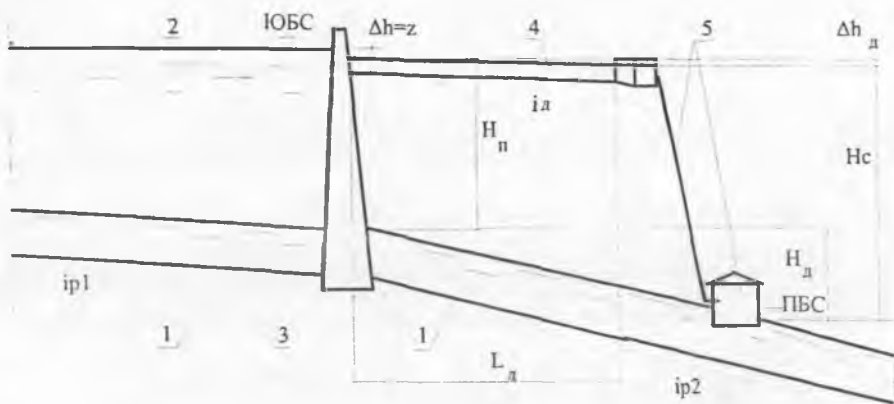
Босим ҳосил қилишнинг тўғон – деривацион схемасида аввалги схемалар фойдали хусусиятлардан фойдаланилади. Масалан, агар дарё юқори қисмида кичик, пастки қисмида катта нишабликка эга бўлса, унда юқори қисм охирида сув омборли тўғон қуриш, сўнгра деривация ёрдамида дарёнинг катта нишаблик қисмидан фойдаланиб, каттагина ГЭСнинг умумий босимини олиш мумкин, 2.6 - расм.

Бунда:

$$H_{CT} = \nabla БФС - \nabla ПБС - l_0 * L_0;$$

$$H_{CT} = H_T + H_0 - \sum \Delta h_0$$

Тоғли жойларда сув омборларини қуриш деярли зиён келтирмайди.



2.6-Расм. Босим ҳосил қилишнинг аралаш усули схемаси:

1- дарё, 2- сув омбори, 3- тўғон, 4- деривацион канал , 5- ГЭС босимли – станция бўғини

2.5. Гидроаккумуляцияловчи ва гидротурбинанасос станциялар ҳақида тушунчалар

Гидроаккумуляцияловчи электростанциялар (ГАЭС) шундай қурилмаларки, уларда сув пастки белгидан юқори белгига чиқарилиб, кейинчалик у сувдан электроэнергия ишлаб чиқаришда фойдаланилади.

ГАЭС сутканинг тунги вақтида энергия тармоғидан олинган энергия ҳисобидан сувни насос ёрдамида пастги ҳовуздан юқорига ташлайди. Кундузи ёки кечқурун тармоқда электр истеъмоли кўпайганда, сув юқори ҳовуздан турбина орқали пастки ҳовузга ўтказилади.

Бу вақтда ГАЭС электроэнергия ишлаб чиқариб тармоққа узатади. ГАЭС кундузи электроэнергия нархи тундагига караганда анча қиммат бўлган вақтда юклама графиги чуққисида ишлайди.

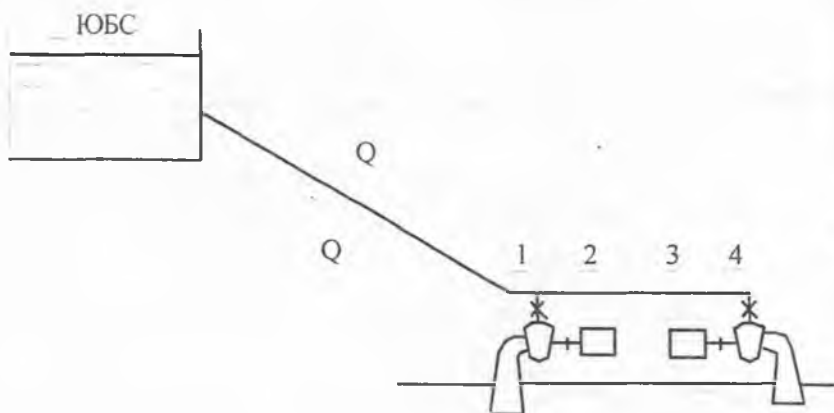
ГАЭС электроэнергияни ва сувни тежаш каби долзарб масалани ечади. Ҳозирги кунда дунёда умумий қуввати 70 млн. кВт дан кўп (ўртача қувват 300МВт) 250 та ҳаракатдаги ГАЭС мавжуд.

Юқори қувватли ГАЭСлар АҚШда (36 та ГАЭС қуввати 15.5 млн. кВт), Японияда (3та ГАЭС қуввати 12.8 млн. кВт), Италияда (32 та ГАЭС қуввати 11.8 млн. кВт) ва бошқа мамлакатларда бор. 25 та энг йирик ГАЭСлар қуввати 875 МВт дан (Малта Австрияда) 2100 МВт гача (Бета-Коунти, АҚШ) мавжуд. Уларда брутто босими 280-1265м ва ундан юкори, ФИК эса 70-75%.

ГАЭСни тўртта тури мавжуд: тўрт агрегатли (2.7-расм), уч агрегатли (2.8-расм), икки агрегатли (2.9-расм) ва бир агрегатли.

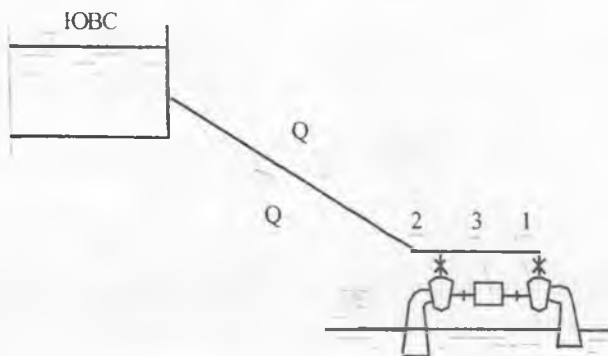
ГАЭС нинг энг содда турида электроэнергия ортиқча бўлганда иш насос режимида, етишмаганда турбина режимида бўлади.

Бир агрегатли ГАЭСда механик энергияни электр энергиясига айлантирувчи – магнетогидродинамик (МГД) битта машина генератор ўрнатилади.



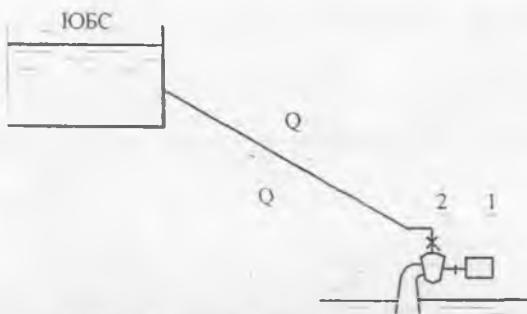
2.7-Расм. Тўрт агрегатли ГАЭС схемаси:

1 - турбина, 2 - генератор, 3 - электродвигатель, 4 - насос



2.8-Расм. Уч агрегатли ГАЭС схемаси:

1- турбина, 2 - насос, 3 - мотор-генератор.



2.9 Расм. Икки агрегатли ГАЭС схемаси:

1- мотор-генератор, 2 - турбина-насос.

Гидротурбонасос станциялар (ГТНС). Сув энергиясидан механик сув кўтаришда фойдаланиш одатдаги схемаси: сув энергияси → электр энергияси (кўпайтирувчи подстанциялар, юкори волтгли тармоқ) → насос станцияси (камайтирувчи подстанциялар, двигател, насос) → сув энергияси. Бу схемада машинали сув кўтариш ф.и.к, генератор, турбина, трансформатор, электр узатиш тармоғи, насос ва двигател ф.и.к.лари кўпайтмаларидир.

$$\eta_{\text{мех.сув.кўт.}} = \eta_{\text{Г}} * \eta_{\text{Г}} * 2\eta_{\text{тр}} * \eta_{\text{двт}} * \eta_{\text{двт}} * \eta_{\text{н}} = 0.95 * 0.8 \div 0.9 * 0.97 * 0.95 * 0.8 \div 0.9 = 0.7 \div 0.5, \text{ яъни бу схемада энергияни } 30\% \div 50\% \text{ йўқолади.}$$

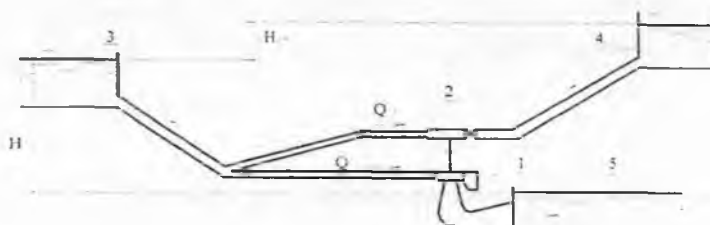
Сув энергияси→механик энергия→сув энергияси схемасида ишловчи гидротурбонасос станцияни (ГТНС) куриб сув энергиясидан самаралироқ фойдаланса бўлади. Бунда сув энергиясидан фойдаланиш самараси 30%-50% га ошади.

$$\eta_{\text{м.сув}} = \eta_{\text{н}} * \eta_{\text{лв}}$$

Гидротурбонасос станция ёрдамида сув кўтариш схемаси 2.10 - расмда кўрсатилган. Бундай схемада куришни, кулай табиий шароитларда (оқимдаги сув туширгич, ёнида эса суғориладиган тепаликлар) амалга оширса бўлади.

ГТНСда турбина қуввати насос қувватига тенг:

$$N_{\text{т}} = N_{\text{н}}$$



2.10- Расм. Гидротурбинанасос станция схемаси:

1 – турбина, 2 – насос, 3 – сув манбаи, 4 – машинали канал, 5 – кетувчи канал.

$$N_{\text{т}} = N_{\text{н}}$$

$$N_{\text{т}} = \rho g * Q_{\text{т}} * H_{\text{т}} * \eta_{\text{т}} / 102, \text{ кВт}$$

$$N_{\text{н}} = \rho g * Q_{\text{н}} * H_{\text{н}} / 102 * \eta_{\text{н}}, \text{ кВт}$$

Маълум қийматлар, яъни суғориш майдони $W_{\text{сўғ}}$, насос сув сарфи $Q_{\text{н}}$, босимлар $H_{\text{н}}$, $H_{\text{т}}$ дан фойдаланиб, турбина сарфи

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{н}} * H_{\text{н}} / H_{\text{т}} * \eta_{\text{т}} * \eta_{\text{н}}$$

тенгламадан ҳисобланади.

3 - БОБ. СУВ ХЎЖАЛИГИ ВА СУВ ЭНЕРГЕТИК ҲИСОБЛАР

3.1 ГЭСларнинг сув энергетик ҳисоби тушунчаси

Сув энергетик ҳисоб деб, ГЭС ларни лойихалашда, ГЭС сув сарфи $Q_{гэс}$, босими H_x ва ишлаб чиқарилаётган электроэнергияни E хисобий қийматлари топиладиган ва сув оқимини бошқариш билан боғлиқ барча ҳисобларга айтилади.

Сув энергетик ҳисоблар умумий таркибидан натижаси энергетик кўрсаткич (N ва E) бўлмаганларни, яъни сув сарфи, сув омборидаги сув сатҳи ва бошқаларни ажратсак бўлади.

ГЭС ларни лойихалашда сув энергетик ҳисобларнинг асосий вазифаси қуйидагилардир:

1. Лойихаланаётган ГЭС сув хўжалик самараси (қувватни ва ГЭС ишлаб чиқараётган энергияни топиш)ни билиш;

2. ГЭС гидротехник иншоотлари асосий улчамларини (туғон баландлиги, эни, туғондаги тирқишлар сони, агрегатлар сони ва қуввати) танлаш учун дастлабки берилганларни тайёрлаш, улар ёрдамида сув хўжалик самараси тадбиқ этилади;

3. Фойдаланишда юқори самарага эга бўлиши учун ГЭС иншоотларидан фойдаланиш қоидаларини ишлаб чиқиш.

Ҳар қандай лахзадаги ГЭС қуввати қуйидаги формуладан топилади.

$$N_{гэс} = 9,81 Q_{гэс} \cdot H_x \cdot \eta_T \cdot \eta_G, \text{ кВт}$$

бу ерда: $Q_{гэс}$ - ГЭС ҳисобли сув сарфи $\text{м}^3/\text{с}$ да, H_x - хисобий босим м да, η_T , η_G - турбина ва генератор ФИК.

Демак, ГЭСнинг қувватини топиш учун даставвал ГЭСда фойдаланиладиган сув сарфи $Q_{гэс}$, ГЭСга таъсир қилувчи босим H_x , ГЭСга ўрнатилган генератор ва турбина ФИКлари η_T , η_G ни билишимиз керак экан.

Лойихаланаётган ГЭС қувватини билган ҳолда ишлаб чиқарилаётган электроэнергия миқдори ҳисобланади.

$$\mathcal{E}_{\text{гэс}} = \sum (N_{\text{гэс}} \cdot \Delta t), \text{ кВт соат}$$

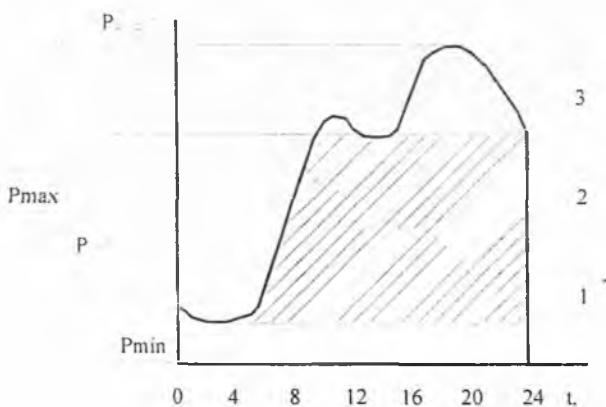
Сўнгра ГЭС қурилишининг самарадорлигини, ишлаб чиқарилаётган электроэнергиянинг таннархини топишимиз мумкин бўлади.

Маълумки, электроэнергияга бўлган талаб бир хил эмас, яъни у маълум муддат ичида узгаради (қишда кўпроқ, ёзда камроқ, иш куни кўп, дам олиш куни кам бўлади). Айниқса, юклама сутка давомида кескин ўзгаради. қандайдир истеъмолчи учун талаб қилинаётган электрэнергиянинг вақт давомида узгариш графиги электр юклама графиги дейилади. Битта умумий тармоққа бирлашган истеъмолчиларнинг жами юклама графиклари, энерготармоқ юклама графиги дейилади. Электр юкламасининг суткали графиги $P=f(t)$, 3.1 - расм, иккита эрталабки ва кечки чўққили катта нотекислик билан фарқланади.

Суткали электроэнергия ишлаб чиқариш катталиги

$$\mathcal{E}_{\text{сутка}} = \sum (P_i \cdot t_i), \text{ кВт соат}$$

$$\text{Рўрта сутка} = \mathcal{E}_{\text{сутка}} / 24$$



3.1-Расм. Электр юкламаси суткали графиги:

1- базис, 2- ўрта қисми, 3- чўққи қисми.

Бу график учун тунги минимум $P_{\min}$ ва кечги чўққи $P_{\max}$, ҳамда ўртача $P_{\text{ўрта сутка}}$ юкламалари характерлидир.

$P_{\text{квт}}$ - юклама (кувват $N_{\text{га}}$ тўғри келади).

Графикнинг $P_{\min}$ дан пастки қисми базис, $P_{\min}$ ва $P_{\text{ўрта сутка}}$ ораси ярим чўққи ва $P_{\text{ўрта сутка}}$ дан $P_{\max}$ гача чўққи қисми дейилади.

Нотекислик коэффиценти $\beta = P_{\max}/P_{\min}$ хозирги вақтда кўпгина электротармоқларда 1,8га етмоқда ва ундан ҳам ошиб бормоқда.

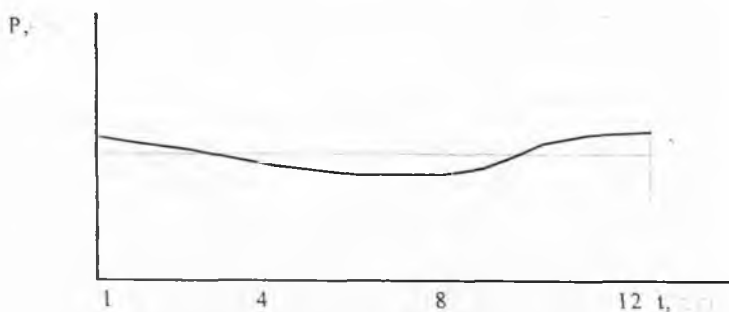
$\alpha = 1/\beta$ зичлик коэффиценти.

Йиллик электр юклама, асосан, деярли текис бўлиб, қиш ойларида иситиш хисобига юклама ошади, ёзда эса пасаяди, 3.2-расм.

Электрэнергия уни ишлаб чиқариш билан бир пайтда истеъмол қилинади, шунинг учун электроэнергиянинг хар лахзасидаги умумий қуввати, энерготармоққа уланган истеъмолчи умумий юкламасига тенг бўлиши зарур, лекин юқорида кўрсатилганлардан маълум бўлдики, у доим ўзгарувчан хусусиятга эга.

ГЭСни тармоқ суткали юклама графиги чўққи қисмини ёпиш учун жойлаштириш фойдали, шунинг учун ГЭС сутка давомида ўзгарувчан қувватга эга бўлиши зарур, бу эса сутка давомида турбинадан ўзгарувчан сув сарфини ўтказишни тақазо қилади. Дарёдаги сув сарфи сутка давомида деярли ўзгармас бўлгани учун, ГЭС суткали графиги чўққисида ишлаганда, сув сарфини бошқариш зарурияти туғилади, яъни сутканинг маълум даврида сувни йиғиш ва бошқа пайтда ишлатиш мумкин.

Бундай оқимнинг бошқарилиши суткали бошқариш дейилади. Йил давомида, қатор холларда вақтга қараб дарёдаги ўзгарувчан сув сарфи ва ўзгармас истеъмол қуввати орасида бир бирига мос тушмаслик ҳолати содир бўлади. Йил давомида сувни йиғиш ва ишлатиш йиллик бошқариш дейилади.



Расм 3.2. Электр юкламанинг йиллик графиги

Оқимни бошқаришнинг қуйидаги турлари мавжуд:

- асосий: кўп йиллик, йиллик, хафталик ва суткалик;
- махсус бошқариш: аварияли, энерготармоқда авария бўлганда, ГЭС

сув омборида махсус йиғилган сувдан ўз қувватини ошириши мумкин.

Кўп йиллик бошқаришда сув танқислиги йилларида, серсувлик йиллар оқими ҳисобидан энергия ишлаб чиқариш қўпайтирилади. Йиллик бошқариш сувни йил давомида тақсимлаб туради. Суткали бошқаришда сув сарфи ўзгармас бўлганда, ГЭС билан ўзгарувчан сув сарфининг истеъмол қилиниши таминланади.

Хафталик бошқариш, дам олиш кунлари йиғилган сувдан иш кунлари фойдаланишни кафолатлайди.

3.2. Электроэнергия тармоқлари

Умумий электротармоққа ишловчи электростанциялар, қўпайтирувчи ва камайтирувчи подстанциялар ва электр узатиш чизиқлари электроэнергетик тармоқни (энерго тармоқни) ташкил қилади. Юқори вольтли электр узатиш чизиги айрим тармоқларни бир бири билан боғлаб, бирлашган тармоқ БЭТни ташкил қилишга имкон беради, бу эса айрим тармоқлардаги максимал электр юкламасини бир вақтга тўғри келмаслиги ва авария ҳолатларида, ўзаро алмашиш ҳисобидан электростанциялар зарурий қувватини камайтиришга имкон беради.

Электростанцияларнинг асосий турлари:

- ёнилғидан ишлайдиган конденсацион электростанциялар (КЭС, ГРЭС) Бу станцияларда юқори кўрсаткичли ($t=565^{\circ}\text{C}$ хароратдаги 24 МПа босим) бугдан фойдаланилади, 1 кВт ишлаб чиқарилган энергияга, ўрта хисобда 0,33кг шартли ёнилғи сарфланади, 40% ФИК га эга. КЭС нинг самарали иши фақат бир текис ишлаганда бўлади. Юклама ўзгарувчан бўлганда, ёнилғи керагидан кўпроқ сарфланади. КЭС ўз эхтиёжларига анча энергия сарфлайди, агрегатларнинг (куввати $N=500-1500$ мВт.ли энергоблоклар) аварияга учраш эҳтимоли катта;

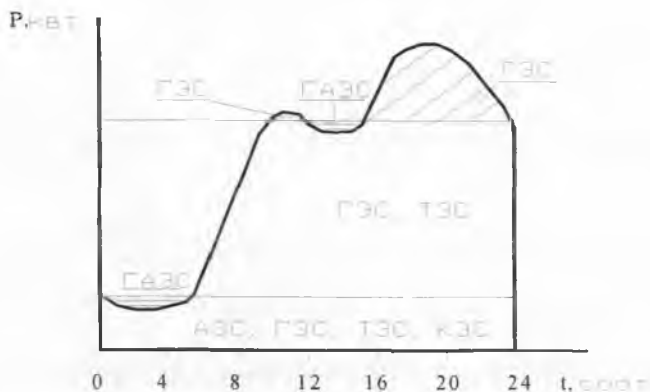
- иссиқлик электромарказлари (ТЭЦ) электроэнергияни ва иссиқлик таъминоти учун бугни ишлаб чиқаради. Истеъмолчиларнинг талабидан келиб чиқиб доимий юкланишда ишлайди;

- атом электростанциялари (АЭС) иши худди КЭС каби, аммо блок козони, уран атоми ядролари занжирли парчаланиш реакциясидан хосил бўлган иссиқликдан атом реактори билан қиздирилувчи иссиқлик алмаштиргич билан алмаштирилган. Масса бўйича ёнилғи сарфи 1000 марта кам, шунинг учун уларни бошқа ресурслар йўқ жойда курилади. Хозирги кунда АЭС агрегатлар куввати 1000 мВт.га етди, улар асосан тўлиқ кувватда сутка давомида ишлашга мўлжалланган бўлиб, ФИК 25%, ўз кувватини тез ўзгартириш қобилияти жуда паст;

- гидроэлектростанциялар (ГЭС) — ўз кувватини тез ўзгартириш қобилиятига эга. Агрегатни ёқиш, синхронизациялаш ва юкланишни йиғиш 1-2 мин. ичида амалга оширилади.

ГЭС йиллар давомида, сувни тикланувчи энергиясидан фойдаланади. ГЭС электроэнергияси таннархи ТЭСникига қараганда 5-10 марта арзон. ГЭС энергиятармоқ юклама графигининг чўққисида ҳам ишлай олади. ГЭСда хизматчи ходимлар сони кам, ишлаётганда, ташқи мухитга таъсир кўрсатмайди, агрегатларини ФИКи юқори 90% атрофида (ТЭСники 50%);

- гидроаккумуляцияловчи электростанциялар ГАЭС фақатгина юклама чўққисини қоплабгина қолмай, насослар ишлаганда графикдаги юкламани кескин пасайишини тўлдиради.



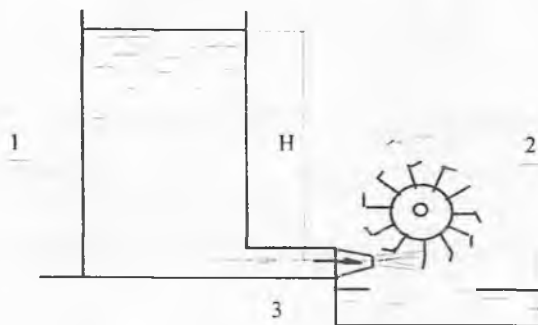
3.3-Расм. Юклама графигини электростанциялар билан қоплаш схемаси.

Ўзига хослигидан келиб чиқиб электростанциялар юклама графигини қуйидагича қоплайди: ИЭС, АЭС ва ГЭС оқимни бошқармасдан базисда ишлайди. Бошқарилувчи ГЭС ва ГАЭС чўққи қисмида ишлайди, тармоқда қанчалик юқори кувватли КЭС ва АЭСлар пайдо бўлса, шунчалик бошқарилувчи юклама графигини чўққи қисмида ишловчи электростанциялар зарур бўлиб қолади.

Графикнинг нотекислиги ГЭСни иқтисодий ишлашига деярли таъсир қилмайди. Бу хусусиятлар ГЭСни юклама графигини чўққи қисмида ишлаши учун алмашиб бўлмайдиган қилиб қўяди, бунда ИЭСда юклама текисланади ва ёнилги сарфи камаяди.

- $(V_1^2/2g - V_2^2/2g)$ - турбина фойдаланадиган кинетик энергия.

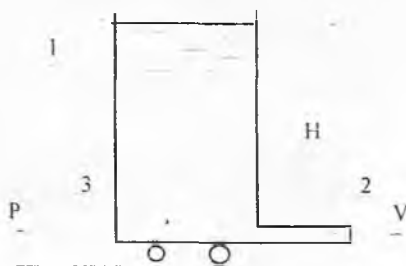
4.2 ва 4.3 расмда бу энергиялардан фойдаланиш принциплари кўрсатилган.



4.2

1-сувли резервуар, 2-валда жойлашган парракли гилдирак, 3- $v=(2gH)^{0.5}$

тезлик билан окиб чиқаётган оким



1- гилдиракдаги резервуар, 2- резервуардан оқиб чикувчи оқим, 3- реактив куч таъсиридаги резервуарнинг ҳаракат йўналиши.

Турбиналар куйидагича классификацияланади:

1- таъсир қилувчи босим катталиги H бўйича:

- а) паст босимли $H < 25\text{м}$;
- б) ўрта босимли $H < 80\text{м}$;
- в) юқори босимли $H > 80\text{м}$;

2 – қуввати N бўйича:

а) кичик – $N < 1500\text{квт}$, $D_1 < 1,2\text{м}$ ва кичик босимлар H , $D < 0,5\text{м}$ ва юқори босимлар H ,

бу ерда: D_1 -турбина ишчи ғилдираги диаметри;

б) ўрта – $N < 15000\text{ квт}$, $D_1 < 2,5\text{м}$ ва кичик босимлар H , $D_1 < 1,6\text{м}$ ва юқори босимлар H ;

в) йирик – $N > 15000\text{ квт}$;

3 - тез юрарлиги бўйича (турбиналарнинг бир биридан фарқланишини характерлайдиган коэффициент - бу $H=1\text{ м}$ босимда, 1 от кучига тенг қувват ҳосил қилувчи айланишлар сони: $n_s = n \cdot N_{\text{от}}^{1/2} / (H \cdot N^{1/4})$, айл/мин

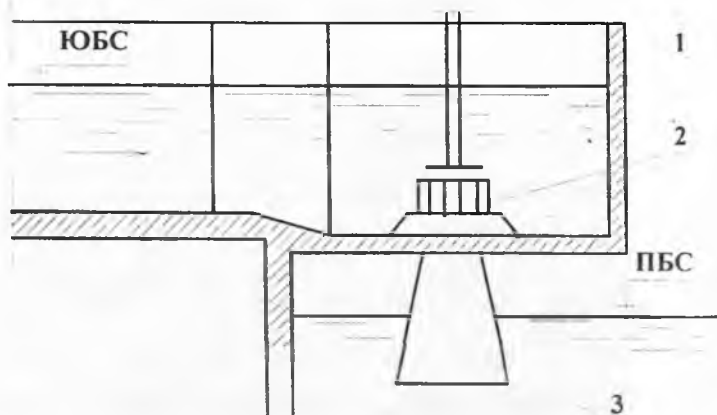
- а) секин юрар $n_s = 2-50$;
- б) нормал $n_s = 150-250$;
- в) тезюрар $n_s = 1000$ гача.

Тезюрарлик коэффициенти турбина ўлчамларига боғлиқ бўлмай, конструкцияга боғлиқ бўлади, шунинг учун ҳар бир турбина турн учун характерли кўрсаткич ҳисобланади.

4.2. Реактив турбиналар

Реактив турбиналар (4.4-расм), радиал-ўқий, пропеллерли, парраклари бурилувчан ва диагоналлarga бўлинади.

Қўлланиш шартлари: босим $H = 4-350 (600)\text{ м}$, тезюрарлик $n_s = 70-1000 (1100)\text{ айл/мин}$, салт юриш сарфи $Q_{\text{с.ю}} = (5-45)\% \cdot Q_{\text{турбина}}$.



4.4-Расм. Реактив турбинанинг принципаал схемаси:

1-турбина камераси, 2-ишчи ғилдирак йўналирувчи аппарат билан, 3-сўриш қувири

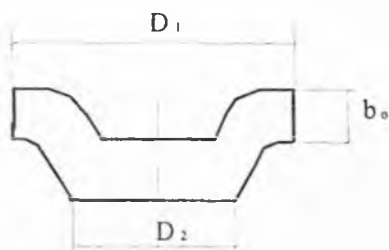
Реактив турбинанинг умумий белгилари:

- 1 - ишчи ғилдирак сувда жойлашган;
- 2 - жами оқим бирданига ишчи ғилдиракнинг барча паррақларига тушади;
- 3 -оқим босими ишчи ғилдирак киришида чиқишдагига қараганда кўпроқ;
- 4- турбина асосан потенциал энергиядан ва қисман кинетик энергиядан фойдаланади.

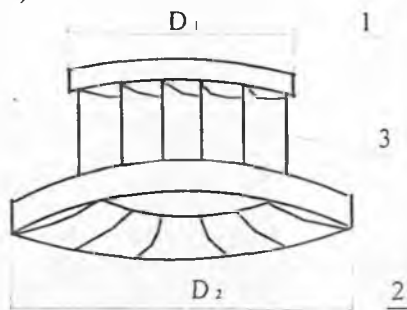
Радиал-ўқий турбиналар.

Сув ишчи ғилдирак паррақларига радиал йўналишда тушади, ўқ бўйича чиқади. Йирик турбиналар $H=15-200(600)$ м, кичиклари $H=3-5$ м босимларда, $n_s=70-350$ айл/мин тезжурарликда қўлланилади.

а)



б)



4.6-Расм. Ишчи ғилдираклар схемаси:

а) секинюрар, б) тезюрар, D_1 -ишчи ғилдиракни киришдаги диаметри, D_2 -ишчи ғилдиракни чиқишдаги диаметри, b_0 - йўналтирувчи аппарат парраклари баландлиги

Ўқий турбиналар.

Уларга пропеллерли ва парраклари бурилувчан турбиналар киради.

Ўқий турбиналарда оқим парракларга ўқ бўйлаб келиб, ўқ бўйича чиқади. 4.7-Расм да ўқий турбина схемаси кўрсатилган.

Пропеллерли турбиналар босим $H=3-40$ м.га, $n_s=400-1000$ айл/мин.га, $D_1 < 1.6$ м.га, турбина салт юриш сарфи $Q_{с.ю} = 40\% \cdot Q_{турга}$ эга бўлади.

Ишчи ғилдирак оқиб ўткичли втулкадан ва 6-8та ишчи парраклардан ташкил топган ва парраклари втулкага маҳкамланган бўлади.

Бу турбиналар содда, лекин иш режими ўзгарганда Ф.И.К. кескин тушиб кетади, чунки ишчи ғилдиракка оқимни зарбасиз кириш ҷартига рия қилинмаган.

Сарф ўзгарганда, сўриш қувурида оқим айланади бу ҳам эса Ф.И.К.ни камайишига олиб келади. Шунинг учун бу турбиналар иш режимининг кескин ўзгаришида қўлланилмайди.

Парраклари бурилувчан турбиналар. Бу тезкор турбиналар $n_s=350-1200$, $H=4-60,90$ м босимли бўлади.

Бу турбиналар конструкцияси бўйича пропеллерлилардан фарқланмайди, ammo уларда иш жараёнида парракларни буриш имкони бор. Йўналтирувчи аппарат парракларни хар хил жойлашиши a_0 га, ф.и.к. энг кулай ҳолатдаги ишчи ғилдирак парракларини аник бир ҳолати ψ тўғри келади. Турбина салт юриш сарфи $Q_{с.ю}=5-8\% \cdot Q$ турбинага тенг.

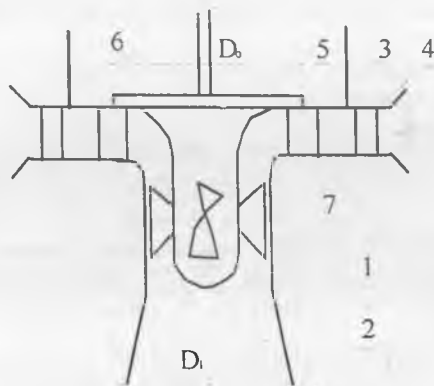
Турбинанинг босими ошиши билан парраklar сони кўпаяди, бунда улар ўлчамлари қисқариб втулка диаметри кўпаяди.

4.3. Актив турбиналар

Актив турбинанинг умумий белгилари:

-ишчи ғилдирак хавода пастки бьеф сатҳи устида жойлашади (босим $H_{к.р}$ ни бир қисми ишлатилмайди) 4.9-расм;

-сув оқими битта парракка тушади (2чи, 4чи ёки 6чи), яъни бир вақтни ўзида барча парраklar ишламайди;



4.7 -Расм. Ўқий турбина схемаси:

1-втулка парраklar билан, 2-оқиб ўткич, 3-D₀ айланиш ўқи диаметридаги йўналтирувчи аппарат парраklари, 4-статор таянч устуни,

5-турбина қопқоғи, 6-вал, 7-қўзғалмас оқиб ўткич.

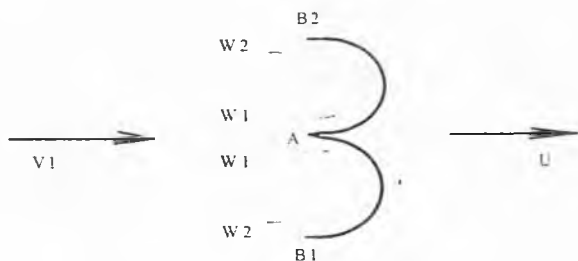
-сув оқими парракка атмосфера босими таъсирида келади ва тушади;
 -соплдан сув эркин оқим кўринишида чиқади, шунинг учун барча
 мавжуд босим H (энергиянинг потенциал шакли) кинетик энергияга
 айланади, демак, актив турбиналар кинетик энергия хисобидан ишлайди;
 -бу турбиналар секинюр хисобланади.

Сопло олдидан босим энергияси H_1 тўлиқ $V_1=(2gH)^{0.5}$ тезликдаги
 кинетик энергияга айланади, 4.9-расм.

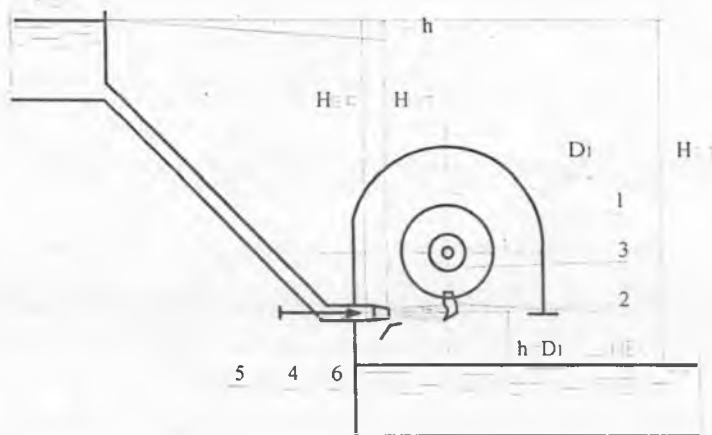
Оқим соплдан чўмичга келади ва A нуқтасига теккан пайтда,
 чўмичга нисбатан W_1 тезликка эга бўлади, 4.8-расм. Кейинчалик оқим ўз
 йўналишини 180° ўзгартириб иккига ажратилади ва B_1 ва B_2 нуқталарда
 W_2 нисбий тезлик билан чўмични тарк этади. Чўмич бўйича ҳаракатдаги
 оқимнинг W_1 ва W_2 нисбий тезлигига ишчи ғилдиракни айланишидан
 ҳосил бўлган айланма тезлик V ҳам қўшилади. Агар абсолют тезлик V_2
 энергия тўлиқ ишлатилса нолга тенг бўлишини инобатга олиб $V_2=0$, $W_2=-$
 W_1 дан келиб чиқиб A , B_1 ва B_2 нуқталар учун тезлик тенгламасини
 тузамиз:

$$V_1=U+W_1$$

$$0=U-W_2$$



4.8-Расм. Чўмичли турбинада сув оқими ҳаракати схемаси



4.9-Расм. Чўмичли актив турбина схемаси

Юқоридаги тенгламаларни қўшиб $U=V_1/2$ актив турбина асосий тенгламасига эга бўламиз.

Айланиш тезлиги билан айланишлар сони орасидаги боғланиш $n=60U/(\pi D_1)$ га тенг бўлади.

Актив турбиналарнинг энг кўп қўлланиладиганлари чўмичли турбиналардир. Америкалик Пельтон 1984 йилда чўмичли турбинани такомиллаштирди. Бу турбиналар $H=40-2000$ м босимга, битта соплода $n_s=2-30$ айл/мин.га, тўртта соплода $n_s<60$ айл/мин тезжурарликка, $Q_{с.ю}=(2-5)\%*Q$ турбина салт юриш сарфига эга.

Салт юриш сарфи бу турбина нормал айланишлар сонини эгаллагандаги сарфидир. Сарф, салт юриш сарфи $Q_{с.ю}$ га етгунча, энергия барча гидравлик ва механик қаршиликларни енгишга кетади.

Чўмичли турбина ишчи гилдирак (1) ва сопли кўринишида бажарилган йўналтирувчи аппаратдан (5) ташкил топган, 4.9- расм.

Ишчи гилдирак чўмич 2 (16-60 та) ступица 1дан ташкил топган ва диск (3) ва чўмични биргаликда бутун қўйиб ёки алохида қўйиб бажарилган.

Горизонтал ёки вертикал валга ўрнатилади.

Горизонтал турбиналар бир ва икки гилдиракли, бир ва икки соплони бўлади. Вертикал турбиналар фақат бир гилдиракли, бир ва кўп соплони бўлади. Соплонлар сонини 4 тадан оширмаслик мақсадга мувофиқ, 5 ва 6 та соплони турбиналар учраб турса ҳам.

Йўналтирувчи аппарат (4,5), юкланишга мувофиқ, айланишлар сонини $n = \text{const}$ ўзгармас сақлаш мақсадида сув сарфини ўзгартириш учун хизмат қилади. Гидравлик зарба бўлмаслиги учун игна (5)ни тез силжитиш мумкин эмас. Шунинг учун оқиб ўтгич (6) ўрнатилиб, у орқали сарф келиши бир зумда тўхтатилиши мумкин.

Чўмичли турбинали ГЭСлар Ўзбекистонда хали қурилмаган, аммо чет элда улар мавжуд, бунга Рейсек ГЭСи (Австрия) босими $H=1767\text{ м}$, Богота ГЭСи (Колумбия) босими $H=2000\text{ м}$, Олмаота ГЭС босими $H=560\text{ м}$ мисол бўла олади.

4.4. Реактив турбиналарнинг асосий қисмлари

Реактив турбиналарнинг асосий қисмларига турбина камералари, сўриш қувурлари ва йўналтирувчи аппарат киради.

Йўналтирувчи аппарат қўйидаги вазифаларни бажаради:

- ишчи гилдиракка оқимни келишига яхши шароит яратиш;
- берилган қувватга биноан сув сарфини бошқариш;
- турбина тўхтаганда уни ёпиш.

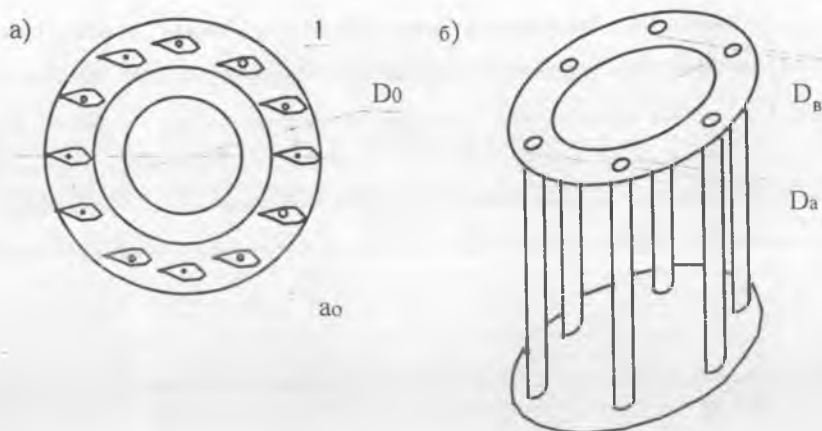
Чўмичли турбиналарда йўналтирувчи аппарат бу игнали соплони (4.9-расм), реактив турбиналарда ораларида бурилувчи паррак жойлашган иккита халқа (4.10-расм). Харакатланувчи парраклар (1) халқалар айланаси бўйича бир текис жойлашган. Бошқарувчи халқалар ёрдамида парраклар бир вақтнинг ўзида ўз ўқи атрофида айланиши мумкин, бу эса турбина сув сарфини $Q_{\text{т.р}}$ ва қувватини $N_{\text{т.р}}$ ўзгартириш имконини беради.

Бошқарувчи халқа турбина қопқоғи устида жойлашган ва уни буриш сервомотор билан амалга оширилади.

Йўналтирувчи аппарат парраклари сони D_1 диаметрга боғлиқ. Харакатланувчи парраклар орасида масофа, йўналтирувчи аппаратни очилиши a_0 дейилади. Асосий ўлчамлари: v_0 -баландлик, D_0 -йўналтирувчи аппарат парраклари ўқи жойлашган айлана диаметри, 4.10- расм, а.

Статор агрегатни айланувчи ва қўзғалмас қисмлари оғирлик юкини, ишчи ғилдиракка таъсир қиладиган сувни ўқий босимини қабул қилишга ва шу юкни ГЭС пойдеворига узатишга хизмат қилади.

У йўналтирувчи аппаратни ташқаридан камраб олади, 4.10-расм, б. D_a ва D_b статорни кириш ва чиқиш кирралари диаметри (ўлчамларни ишлаб чиқарувчи завод белгилайди).



4.10-Расм. Турбина йўналтирувчи аппарати (а) ва статор устининг (б) схемаси

Турбина камералари реактив турбина йўналтирувчи аппаратига сувни бир текис келтириш учун хизмат қилади. Улар очик ва ёпиқ турда, бетонли, темир бетонли ва металл бўлади.

Очиқ турбина камералари (4.11-расм) $D_1 \leq 1.6$ м. диаметрда, қуввати кичик ва босими $H \leq 8-10$ м, турбиналарда қўлланилади (катта босим учун

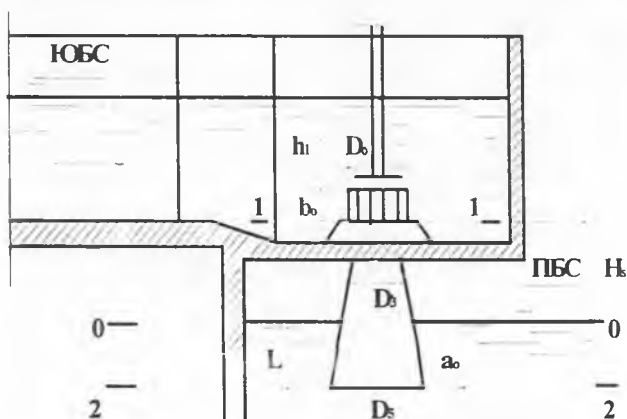
уларни қўллаш самарали эмас). Планада шакли тўғри бурчакли: эни ва узунлиги $(3-4) \cdot D_1$, $h_1 = (0.9-1) \cdot D_1$, $h_{\text{д.а}} = b_0 = (0.6-0.75) \cdot D_1$ га тенг қилиб қабул қилинади. Бу камералар содда, яхши гидравлик сифатларга эга.

Ёпиқ турбина камералари бетон ва металл камераларга бўлинади. Бетонли камералар спирал ва тўғри ўқли конусли турда бўлади.

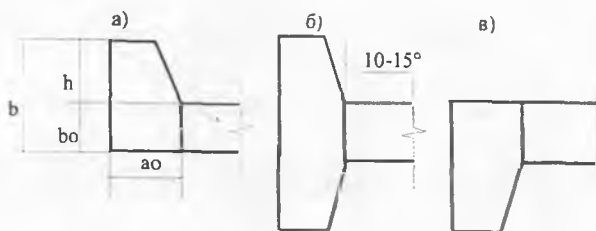
Бетон спирал камералари (расм 4.13) босим $H=4-40\text{м}$, $D_1 \geq 1.6\text{м}$ да қўлланилади. Йўналтирувчи аппаратни қамраб олиш бурчаги $135^\circ-225^\circ$, энг қулайи эса 180° (бунда агрегатлар ўқи орасида энг кам масофа бўлади)га тенг бўлади.

Қабул қилинишига қараб камера қирқими (расм 4.12) шакли қўйидаги афзалликларга эга:

- шакл (в) - блокни ер ости қисми бетон хажмини камайтиради (сўриш кувири устидаги массивни камайтиради);
- шакл (а) - пастки бьеф сув сатҳини катта ўзгариб туришида ва кичик сўриш баландлиги H_2 да бинони ташлагич билан бирлаштириш имконини беради. Гидравлик нуқтани назардан таврли (б) шакл яхшироқ, амалда эса барча қирқимлар бир хил.



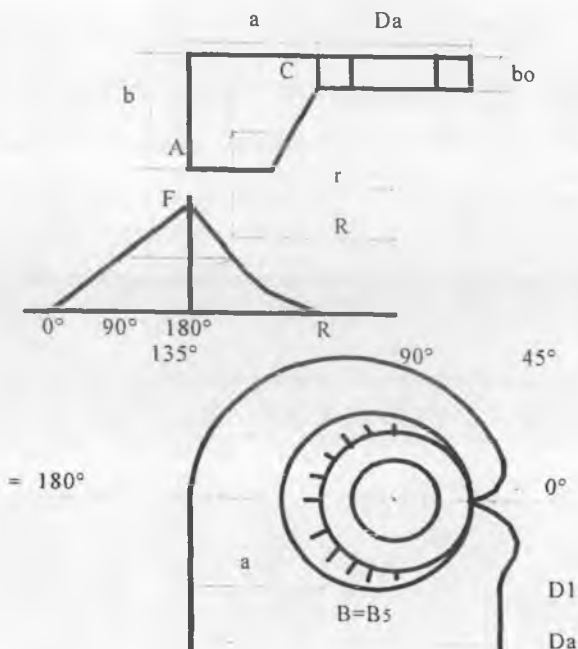
4.11-Расм. Очқ турбина камерали турбина камераси

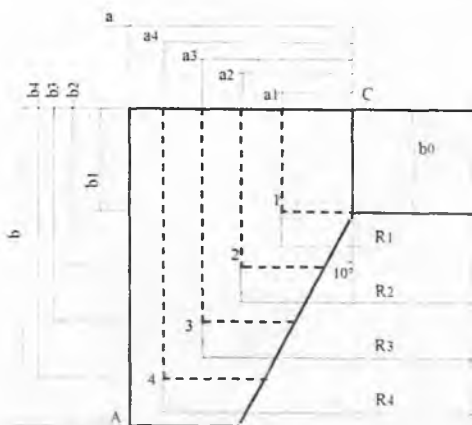


Расм 4.12. Камера қирқимлари шакли:

а –таври, юқорига ривожланган, б – икки таври, в –пастга ривожланган

Бетон спирал камераси хисоби





4.13-Расм. Бетон спирал камераси ҳисобий (қирқим ва план) схемаси

D_a, D_s - статор кириш ва чиқиш қирралари диаметри;

(ҳар бир турбина учун каталогда берилади)

a, b - кириш эни ва баландлиги;

D_0 - йўналтирувчи аппарат ўқлари диаметри (каталогдан);

D_1 - турбина ишчи гилдираги диаметри (каталогдан);

b_0 - йўналтирувчи аппарат баландлиги (каталогдан);

B_s - кириш қирқимини пландаги эни;

B - сўриш қувури эни.

Спирал камера кириш қирқими энини топамиз:

$a = B/2 + x - D_a / 2$ - ПЛ турбинаси учун, бу ерда $B=B_5$, $x=0.377D_1$ - сўриш қувури эксцентриситети;

$a = B/2 - D_a / 2$ - РО турбинаси учун (сўриш қувури планда симметрик).

Қирқим баландлиги $b = (1,5-2) \cdot a$.

Тайинланган ўлчамлардан кириш қирқими майдонини топамиз

$F_{\text{кир}}^I = a \cdot b - (b - b_0)^2 \cdot \text{tg} \gamma / 2$, бу ерда $\gamma = 10^\circ - 15^\circ$.

$Q_{\text{кир}} = \beta \cdot Q_{\text{турб}} / 360$ - сув сарфида киришдаги тезликка тенг.

$V_{\text{и.сўрта}} = Q_{\text{кир}} / F_{\text{кир}} < V_{\text{и.сўрта, чегараланган}} = (0,8-1,0) \cdot (H_x)^{0,5}$, H_x - турбина

босими.

Спирални бошқа қирқимларидаги ўлчамларини графоаналитик усул билан топилади.

Спирални кириш қирқимида (4.13-расм) АС чизигини ўтказамиз (спирал оралиқ қирқимлари ташқи бурчаклари тепаси жойлашиш чизиги).

Спирал кириш қирқими тагида тўғри бурчакли координаталар жойлашади, унда аниқ бир масштабда бошланғич қисми тўғри бурчакли ва ихтиёрий чизик ўтказамиз, $F = f(R)$:

$$F_{\max} = F_{\text{кир}}^{-1}; F_{\min} = 0; R_{\max} = D_a / 2 + a; R_{\min} = D_a / 2.$$

Учта нуқта белгиланади ва (а, в) ўлчамларни масштабда олиб F хисобланади. $\beta = f(F)$ эгрилиги (бу тўғри чизик, чунки $V = \text{const}$) икки нуқта:

$$\beta = 0^\circ, F=0 \text{ ва } F=F_{\text{кир}}^{-1},$$

$$\beta = \beta_{\max} = 180^\circ \text{ орқали қурилади.}$$

Ҳар хил β лар берилиб, F-топилади.

Сўнгра $F=f(R)$ эгрилигига кейин АС чизигига ўтамиз (4.13 расм, кириш қирқими) спирални ички радиуси r_i ва ташқи радиуси R_i ли бир нечта қирқимлар хосил бўлади, булар орқали планда спирал камера қурилади.

Металл спирал камералар босим $H=15-300\text{м}$ ва ундан кўп бўлганда қўлланилади. Қамраб олиш бурчаги $\beta = 315^\circ-345^\circ$. Қирқим шакли думалоқ, 4.14- расм. Гидравлик ҳисоб тезлик ўзгармаслигига асосланган $V = \text{const}$.

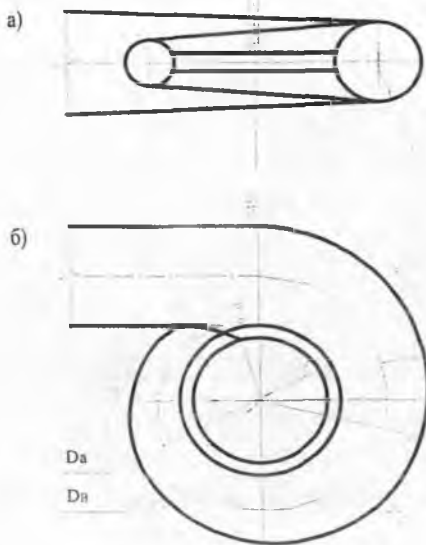
Спирал қирқими радиуси топилади:

$$r_i = (Q_i / (\pi V))^{0.5},$$

бу ерда: $Q_i = \beta_i \cdot Q_{\text{тур}} / 360^\circ$ - қирқим сарфлари,

$$V = \kappa(H)^{0.5} \text{ тезлик, } \kappa = 0.8-1.0.$$

$R_i = r_a + 2r_i$ - спирал радиуси, бу ерда r_a - статор устини радиуси (ташқи).



4.14-Расм. Металл турбина камераси плани (б) ва қирқими (а)

Сўриш қувури турбина ишчи ғилдирагидан тушаётган, оқимни кинетик энергиясини потенциал энергияга айлантириб, кам энергия йўқотиш билан пастки бьефга узатиш учун хизмат қилади, бу эса турбина билан оқимни энергиясидан тўлиқ фойдаланишга имкон беради.

4.11 - расмда сўриш қувурли турбина кўрсатилган, у орқали сув турбинадан пастки бьефга тушади.

I-I ва II-II қирқими учун Бернулли тенгламасини тузамиз (0-0 тақослаш текислиги):

$$H_s + P_3/\gamma + V_3^2/2g = P_5/\gamma + V_5^2/2g + h_w - a,$$

бу ерда : h_w - сўриш қувуридаги энергия йўқотилиши;

$P_3/\gamma = P_a/\gamma + a$ - қувурдан чиқишдаги босим;

$P_5/\gamma = P_a/\gamma - H_s - (V_3^2 - V_5^2)/2g + h_w$ қувурга киришдаги босим

Унда ишчи ғилдирак тагидаги сийракланиш катталиги

$$H_{\text{сний}} = P_a/\gamma - P_3/\gamma = H_s - (V_3^2 - V_5^2)/2g - h_w \text{ га тенг бўлади.}$$

Бу сийракланиш ишчи ғилдирак остида сўриш хосил қилиб ишчи ғилдиракка таъсир килувчи босимни қўпайтиради.

Сўриш қувурлари тўғри ўқли, тирсакли ва эгилган бўлади.

Тўғри ўқли конусли сўриш қувурлари содда, энергетик нуқтаи назардан яхши, лекин ГЭС биносини анчагина чуқурлаштиришни тақозо қилади, 4.15-расм, а.

Тўғри ўқли сўриш қувури ишчи ғилдирак диаметри $D_1 \leq 2$ м да, радиал ўқий турбиналар учун, $D_1 \leq 1.6$ м да, парраклари бурилувчан (ПЛ) турбина учун қўлланилади. Қувурлар узунлиги $L \leq 5$ м бўлиб горизонтал ва вертикал қўринишда бўлади.

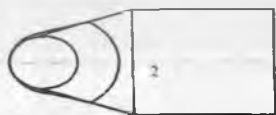
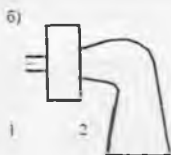
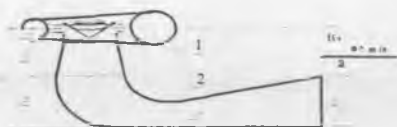
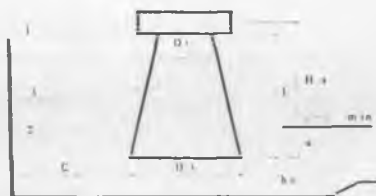
D_3 – диаметри ўлчамини ишлаб чиқарувчи корхона тавсия қилади. Диаметр $D_5 = (4Q_{\text{тур}} / V_5)^{1/2}$ га тенг,

бу ерда: $V_5 = (2g (0.005 \div 0.025)H)^{1/2}$.

Конус бурчаги $8^\circ - 12^\circ$; пастки бьеф минимал сатҳдан чуқурланиши. $a \geq (0,3 \div 0,5)$ м, пландаги камера эни $B = 2D_3$, камера деворигача масофа $C = 0,85 B$, камера тубигача масофа $h_s \geq (1,5 \div 2)D_3$.

а)

в)



4.15-Расм. Сўриш қувурининг схемаси:

а- тўғри ўқли конусли, б- тирсаксимон, в- эгилган (қирқими ва плани)

Тирсаксимон (4.15-расм, б) сўриш қувурлари $D_1 \leq 0,84\text{м}$ диаметрли радиал ўқий турбиналарда қўлланилади. Улар икки қисмдан ташкил топган, тирсак ва конусли вертикал қувур. Асосий ўлчамларини турбинани ишлаб чиқарувчи корхона белгилайди.

Эгилган сўриш қувурлар (4.15-расм, в) ва $D_1 > 1,6\text{ м}$ диаметрда парраклари бурилувчан ПЛ турбина учун, $D_1 > 2\text{м}$ диаметрда радиал ўқий РО турбина учун қўлланилади. Қанчалик сўриш қувури умумий баландлиги h ўлчами катта бўлса шунча яхши. Қувур шакли экспериментал изланишлардан қабул қилинади ва қулай ўлчамлари белгиланади. Бетон спирал камерада планда носимметрик қувурлар қўлланилади. Баъзан қурилиш харажатлари хажмини камайтириш учун сўриш қувури диффузори тескари ($5^\circ + 12^\circ$) қиялик билан бажарилади.

4.5. Турбиналарни синаш. Турбина характеристикалари

Турбиналарни синашнинг қуйидаги турлари мавжуд:

-лаборатория шароитида, модел қурилмаларда янгитдан лойихаланган турбиналарнинг сифатини баҳолаш мақсадида;

- иш жойида (табиий шароитда):

а) қабул қилиш ва топшириш, ишлаб чиқарувчи корхона кафолатини текшириш мақсадида;

б) эксплуатацион, ишлатиш даврида турбинани эскиришини ва фойдали иш коэффициенти пасайишини белгилаш мақсадида.

Турбинани лаборатория шароитидаги синовлари керакли назорат ўлчов аппаратураси (монометр, тахеометр, сув ўлчагич, тарози ёки динамометр) билан жиҳозланган стендларда ўтказилади. Бунда тормоз ёрдамида турбина юкланиши ўзгартирилса, унинг барча кўрсаткичлари, яъни сув сарфи (Q), қуввати (N), айланишлар сони (n) ва ф.и.к. (η) ҳам ўзгаради.

Синов йўллантирувчи аппаратни ҳар хил очилганлиги a_0 га тўғри келувчи Q , N , n ва η ни ўлчаш билан олиб борилади. Сўнгра синалган турбина кўрсаткичларини стандарт шароитдаги, яъни турбина босими 1 м ва ишчи ғилдирак диаметри $D_1 = 1.0\text{ м}$ бўлгандаги келтирилган кўрсаткичларга қайта ҳисобланади.

Ҳисоб ўхшашлилик формулалари асосида (4.5 ÷ 4.7) билан бажарилади.

Турбина ўхшашлиги қуйидагиларда намоён бўлади:

- геометрик ўхшашлик, барча ўхшаш геометрик ўлчамларни пропорционаллиги ва ўхшаш бурчакларининг тенглигини кўрсатувчи;
- кинематик ўхшашлик - ўхшаш тезлик учбурчаклар ўхшашлиги;
- динамик ўхшашлик - Фруд ва Рейнольдс сонлари тенглиги.

Ўхшашликнинг биринчи қонуни - бу модел турбина айланишлар сони n_m ва асл турбина айланишлар сони $n_{асл}$ нисбати.

$$n_m / n_{асл} = (H_m / H_a)^{0.5} * D_a / D_m \quad (4.1)$$

Иккинчи ўхшашлилик қонуни - бу асл ва модел турбиналар сарфлари нисбати.

$$Q_a / Q_m = (H_a / H_m)^{0.5} * D_a^2 / D_m^2 \quad (4.2)$$

Учинчи ўхшашлилик қонуни- бу асл ва модел турбиналар қувватлари нисбати.

$$N_a / N_m = (H_a / H_m)^{1.5} * D_a^2 / D_m^2 \quad (4.3)$$

Биринчи ва учинчи ўхшашлилик қонунларида қувват $N_m = 1$ от кучи, $n_m = n_s$, $H_m = 1$ лигини ҳисобга олса асл турбина тезюарлик коэффициентлари ҳосил бўлади

$$n_s = n (N_{от кучи})^{1/2} / (H)^{4/3} \quad (4.4)$$

$D_m = 1\text{ м}$ ва $H_m = 1\text{ м}$ деб, қабул қилинса 4.1 ÷ 4.3 қийматларидан келтирилган кўрсаткичлар келиб чиқади

$$n_1^1 m = n D_1 / (H)^{1/2} \quad (4.5)$$

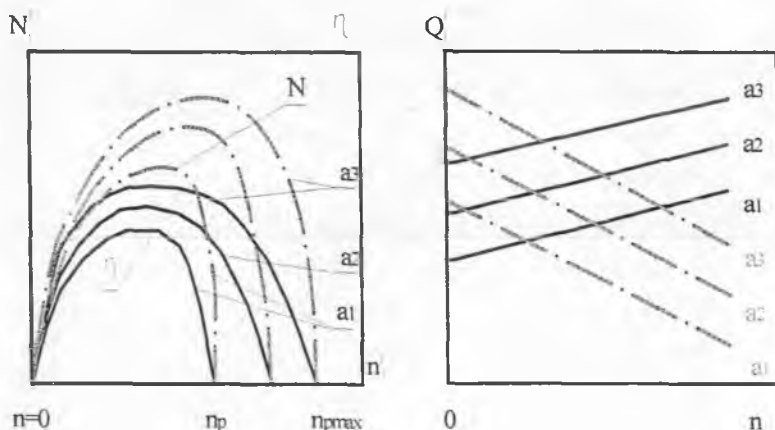
$$Q_1^1 m = Q / (D_1^2 * H^{1/2}) \quad (4.6)$$

$$N_1^1 m = N / (D_1^2 * H^{3/2}) \quad (4.7)$$

Синов ва ҳисоблаш натижаларига кўра гидротурбинани айланиш характеристикаси қурилади.

Гидротурбиналар характеристикаси - бу турбина кўрсаткичларининг ўзаро график боғланиши. Уларни айланиш, бош универсал, ишчи ва эксплуатацион универсал турлари мавжуд.

Айланиш характеристикалари - бу модел турбина йўналтирувчи аппаратнинг ҳар хил очилганлиги a_0 да турбина ф.и.к. $\eta_{\text{тур}}$ келтирилган сарфи Q_1^1 т ва келтирилган қувват N_1^1 т лар билан, келтирилган айланишлар сони n^1 , ни боғланишини кўрсатади, 4.16-расм: $\eta_m = f(n_1^1, a_0)$, $Q_1^1 = f(n_1^1, a_0)$, $N_1^1 = f(n_1^1, a_0)$.



4.16-Расм. Турбина айланиш характеристикаси:

_____ тезюар, _____ секинюар

Айланишлар характеристикасидан кўрамизки:

- тезюар турбиналарда айланишлар сони n^1 кўпайса, Q_1^1 сув сарфи ошади, секинюарларда эса камаяди;

- фойдали иш коэффициенти η^1 ва қувват N_1^1 эгрилиги характерлари бир хил.

$n=0$ да N ва η нолга тенг, яъни турбина хаддан ташқари кўп юкланганда айланмай қолади ва сарфланган энергия гидравлик қаршиликларни енгишга ишлатилади.

$n = n_c$ турбина юкланмаган.

Бу ерда: n_0 - нормал айланишлар сони – бу $\eta_{\max}$ даги n -айланишлар сони,

n_c -салт айланишлар сони, бу юкланиш бўлмагандаги, яъни йўллантирувчи аппарат тулиқ очиқ бўлгандаги, турбинани мустахкамликка синаш учун зарур айланишлар сони. РО турбинаси учун $n_c=2 n_0$, ПЛ турбина учун $n_c=2.5 n_0$.

Бош универсал характеристика - бу модел турбина ф.и.к.ни турбина келтирилган айланишлар сони ва сув сарфига $\eta_{\text{мод}} = f(p_1^1 \text{ ва } Q_1^1)$ боғланиш графиги оиласи.

Хар бир универсал характеристикага қандай қурилма синалганлиги тўғрисида маълумот берилади. Масалан турбина босими, спирал камера ва сўриш қувури тури, модел турбина ишчи ғилдираги диаметри D_1 ва парраклар сони.

Бош универсал характеристика барча мавжуд турбина иш режимларини ёритиб бераолади ва асл турбинани хар қандай ишчи ғилдираги диаметри D_1 , босими H , айланишлар сони n учун қайта қурилиши мумкин.

Универсал характеристикада модел турбинани тенг Ф.И.К. чизиги, йўналтирувчи аппаратни тенг очилганлиги чизиги, тенг кавитацион коэффициентлар чизиги ёки тезюарлик n_c чизиги келтирилган (ПЛ турбиналар учун тенг иш ғилдирак паракларини бурилиш бурчаги чизиги, РО ва ПР турбиналар учун эса турбина ишчи режимлари чегараланган чизиги ва унга тўғри келувчи қувват яъни 5% қувват захираси чизиги), 4.17. ва 4.18-расмлар.

Турбина бош универсал характеристикалари турбинани ишлаб чиқувчи корхона каталогларида келтирилган бўлади.

Бу эгриликлардан асл турбинани танлаш ва турбинанинг ишчи ва эксплуатацион характеристикаларини куриш учун фойдалинилади.

Радиал ўқий турбиналар универсал характеристикалари айланиш характеристикаларидан фойдаланиб курилади.

Радиал ўқий турбиналарда сарф Q ошиши билан қувват N кўпаяди ва $Q_{\text{опт}}$ (кулай сув сарфи) да мах қийматга эга бўлади, кейин камаяди (чунки $Q > Q_{\text{опт}}$ да оқимни оқиб ўтиш шароити ёмонлашади ф.и.к. сарф Q ни ошишига нисбатан интенсивроқ камаяди). Шунинг учун сарф $Q_{\text{опт}}$ да турбинани оптимал қуввати $N_{\text{опт}}$, максимал қувват $N_{\text{мах}}$ да бўлмайди.

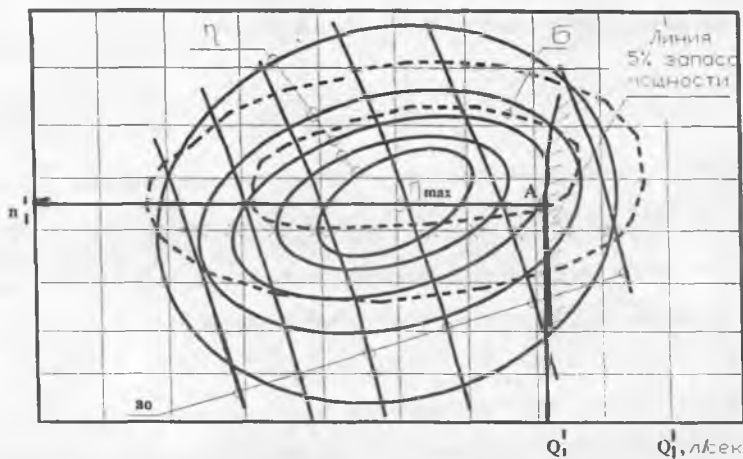
Турбинани бошқаришда қандайдир қувват захирасини таъминлаш учун 5% захира қуввати қабул қилинади, яъни $N_{\text{опт}} = 0,95 N_{\text{мах}}$.

Агар бу захира инobatга олинмаса, унда генератор юкланиши оширилганда қувват N ҳам кўпайиши зарур, аммо айланишлар сони “ n ” ҳам камаяди, сарф Q ни кўпайтириш учун йўналтирувчи аппарат очилади, бу эса қувват N ва айланишлар сони n ни камайишига олиб келади.

ПЛ турбина бош универсал характеристикасини куриш парракларни ҳар хил бурилиш φ - бурчагидаги пропеллер турбинани универсал характеристикадан амалга оширилади. Эгриликлар охири букилмаган ($Q_{\text{опт}}$ кўпайганда оқимни оқиб ўтиш шароити ёмонлашмайди ва ф.и.к. пасаймайди). Бу турбиналар учун Q_1 ни белгилаб қувват кавитация шартидан чегаралаб қуйилади.

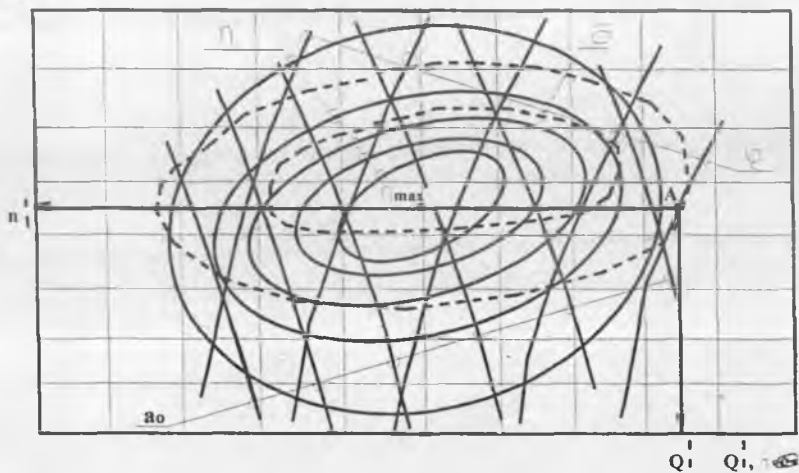
Ишчи характеристикалар (4.19-Расм) реал турбиналар учун курилади. Бу эгрилик турбина ф.и.к. $\eta_{\text{тур}}$ ни, турбина сарфи $Q_{\text{тур}}$ ёки қувват $N_{\text{тур}}$ билан боғлиқлигидир.

n_1 , об/мин



4.17-Расм. Радиал ўқий турбина бош универсал характеристикаси

n_1 , об/мин



4.18-Расм. ПЛ турбина бош универсал характеристикаси

Бу характеристикаларни қуриш учун босими H_x , ишчи гилдирак диаметри D_1 , айланишлар сони n га тенг бўлган асл турбина учун, модел турбина келтирилган айланишлар сони ҳисобланади

$$n_1^1 = nD / H_x^{0.5}$$

Бош универсал характеристикада режим чизиғи n_1^1 ўтказилади ва у орқали η_m ва Q_1^1 координаталари топилади (ф.и.к. чизиғини n_1^1 чизиғи билан кесишиш нуқтасида) ва 4.1-жадвалга ёзилади.

Ўхшашлик қонуни формулаларидан (4.1÷4.3) фойдаланиб модел турбинани қийматлари асл турбина учун ҳисобланади:

$$Q_{тур} = Q_1^1 * D_1^{2*} (H_x)^{0.5}$$

$$\eta_{тур} = \eta_m * \eta_{тур\max} / \eta_{m\max}$$

$$\eta_{тур\max} = 1 - (1 - \eta_{m\max}) * (D_m / D_{тур})^{0.2}$$

$$N_{тур} = 9.81 Q_{тур} * H_x * \eta_{тур}$$

$$a_0 = a_{0m} * D_0 * z_m / (D_{0m} * z_{0m})$$

Салт юриш сарфи:

$$Q_{с.ю} = (5 \div 8) \% * Q_{тур} - \text{ПЛ турбина учун}$$

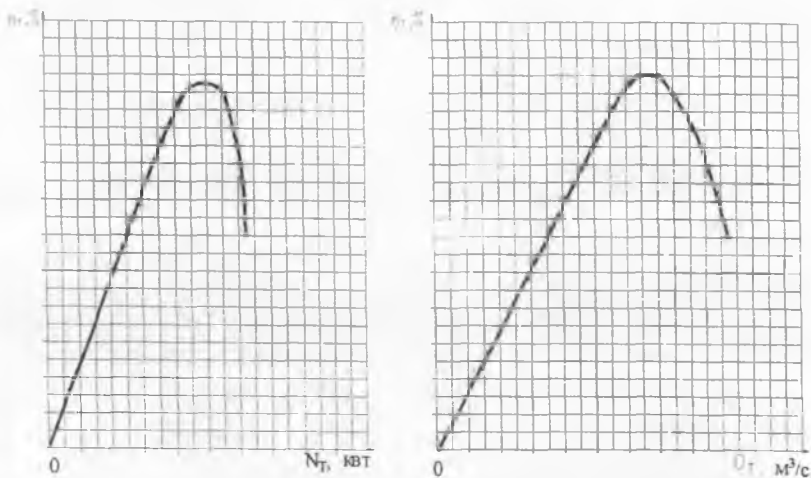
$$Q_{с.ю} = (8 \div 10) \% * Q_{тур} - \text{РО турбина учун}$$

$$Q_{б.ю} = (40) \% * Q_{тур} - \text{ПР турбина учун}$$

4.1-Жадвал

η_m	Q_1^1	a_{0m}	$Q_{тур}$	η	N_t	a_0

4.1 – жадвалнинг унг қисмидан фойдаланиб гидротурбина ишчи характеристикаси қурилади.



4.19-Расм. Турбина ишчи характеристикалари

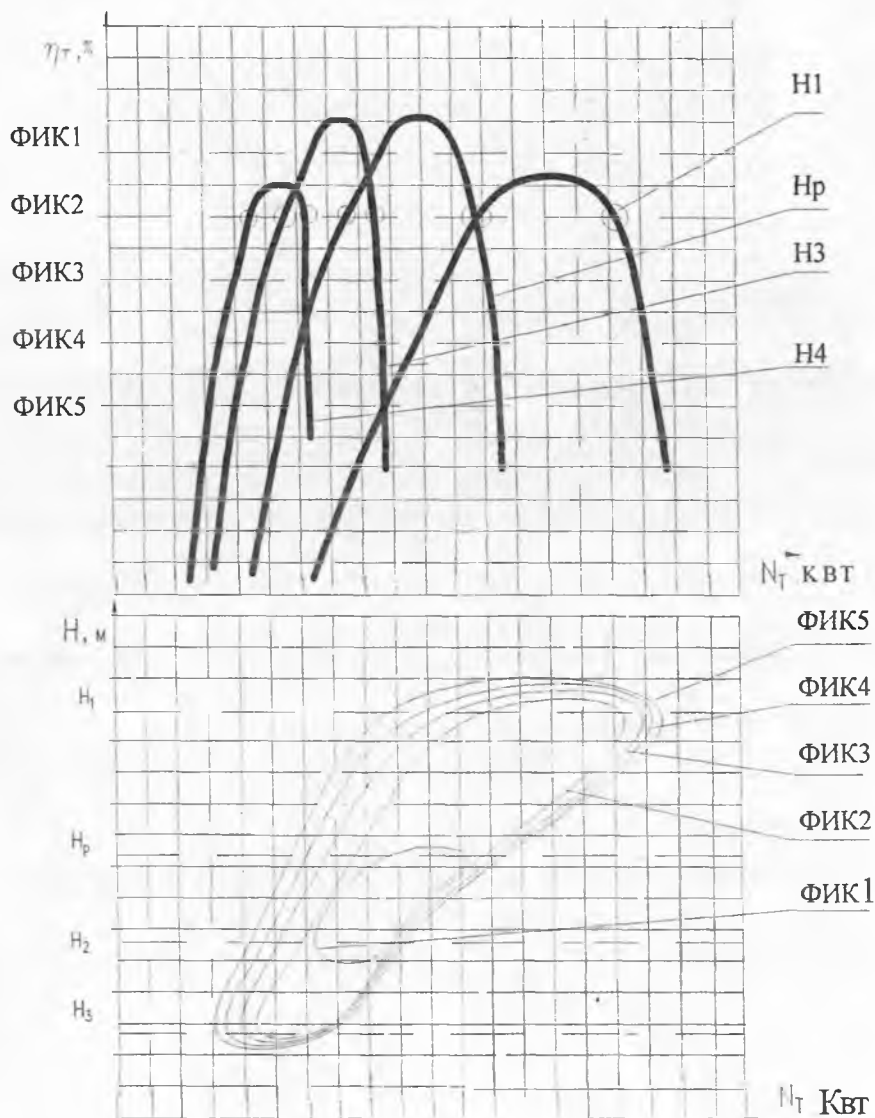
Эксплуатацион универсал характеристика – бу ўзгармас айланишлар сони $n = \text{const}$ да турбина ф.и.к.ни қувват N ва босим H билан боғлиқлиги.

Уларни қуриш учун бош универсал характеристикада ҳар хил босим H га тўғри келувчи бир нечта n_1 тўғри чизигини ўтказамиз

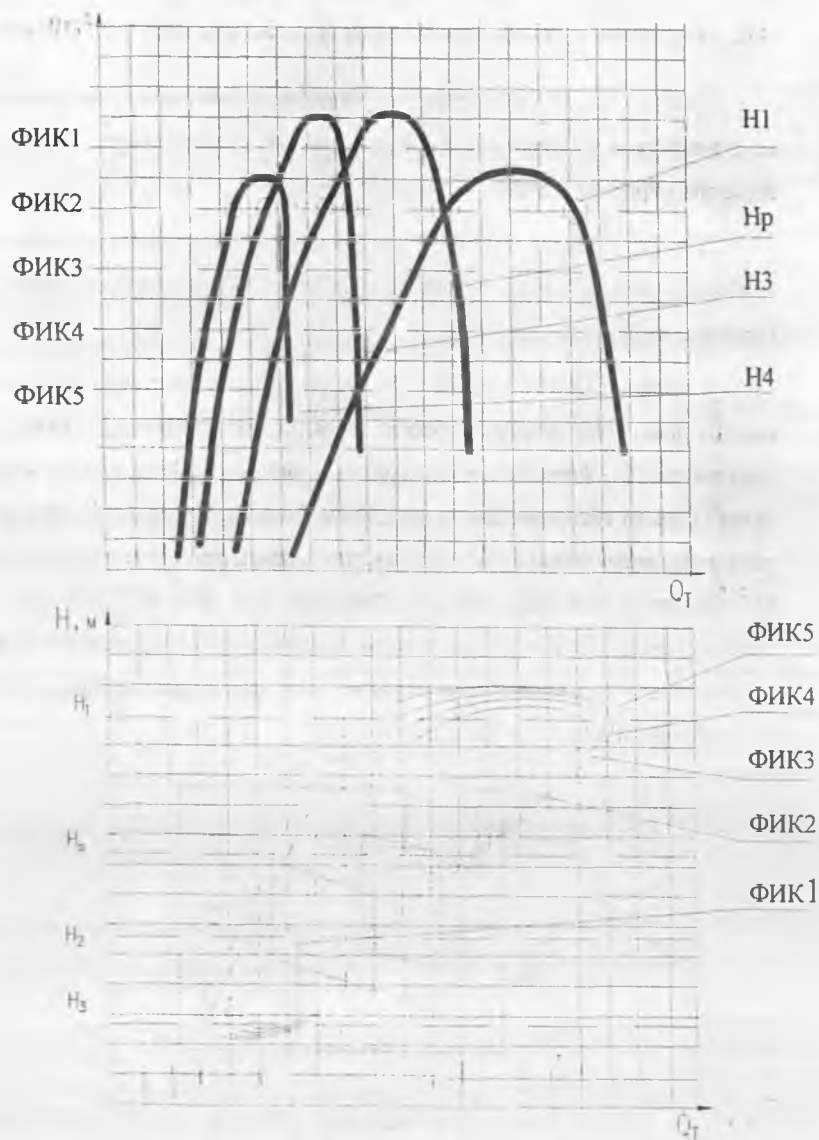
$$H_1 = (n \cdot D_1 / n_1)^2$$

Босимнинг ҳар бир қиймати учун (4.1 жадвалдаги каби) координаталарни аниқловчи ҳисоб бажарилади. Ишчи характеристикалар $\eta_T = f(N_T)$ ёки $\eta_T = f(Q_T)$ қурилади, сўнгра улар $H = f(Q_T)$ ва $H = f(N_T)$ координаталарда эксплуатацион характеристикаларга айлантирилади.

4.20, 4.21- Расмлар.



4.20- Расм. Эксплуатацион универсал характеристикаси



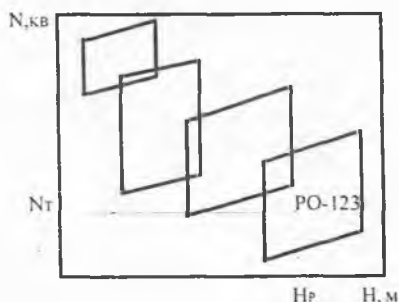
4.21- Расм. Эксплуатацион универсал характеристикаси

4.6. Турбинани, генераторини ва автоматик бошқарувчини танлаш

Турбиналар номенклатураси турбиналарни синфларга, системаларга ва секцияларга бирлаштиради. Уларда ишлаб чиқарилувчи турбиналар батафсил кўриб чиқилган.

Ҳар бир турбина учун марка белгиланиб унда турбина системаси ва валнинг ҳолати, турбина камераси тури ва ишчи ғилдирак диаметри D_1 кўрсатилган бўлади.

Масалан: ПЛ 510-ВБ-250 – 510 парраклари бурилувчан турбинани, ишлаб чиқарувчи корхона берган номери, В - вертикал валда (Г-горизонтал), Б - ёпиқ бетон камерали (О - очик, М - ёпиқ металл спирал камера), ишчи ғилдирак диаметри 250 см. Номенклатурада турбина ишчи ғилдираги диаметрини қўйидаги стандарт қийматлари қатори келтирилган. D_1 стандарт = 180, 200, 225, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 550, ..., 1000см. Генератор томонидан турбинага қаралса у соат стрелкаси бўйича айланиши зарур. Турбинани серияси ва тури, қўлланиш минтақаси йиғма графигидан танланади, 4.22-расм.



4.22- Расм. Турбиналарни қўлланиш минтақавий йиғма графиги

Хисобланган босим H ва қувват $N_{\text{тур}}$ бўйича турбинани графикда белгилаб турбина тури танланади. Агар кесишган нуқта иккита турбина

зонасига тўғри келса, турбина тури энергетик хисоблар асосида қабул қилинади.

3,4 иловада йирик, ўрта ва кичик реактив турбинанинг қўлланиш минтақаси графиклари берилган.

Турбина дастлабки асосий кўрсаткичлари қўлланиш минтақаси хусусий графигидан топилади, 4.23- Расм. Хусусий графикдан диаметр D_1 , айланишлар сони n , сўриш баландлиги H , топилади ва уларни универсал характеристикасига қараб аниқлик киритилади.

Танланган турбина тури учун универсал характеристика, яъни келтирилган сарф Q_1^1 ва айланишлар сони n_1^1 ни Ф.И.К. билан боғланиши қабул қилинади, 4.17. ва 4.18.- расмлар.

Турбинани максимал ф.и.к. бўйича n_1^1 ва Q_1^1 қиймати топилади (ПЛ турбина учун бу Q_1^1 тах, РО турбина учун эса 5%ли қувват захираси чизигида).

Турбина ишчи гилдираги диаметри хисобланади

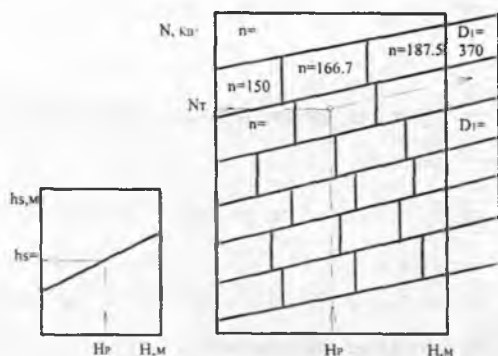
$$D_1 = (Q_{тур} / (Q_1^1 * H_x^{1/2}))^{1/2} \text{ Га тенг}$$

Бу қийматни стандарт қийматгача яхлитлаб айланишлар сони хисобланади

$$n = n_1^1 * H_x^{1/2} / D_1$$

Бу қийматни ҳам стандарт катталикгача яхлитлаймиз. Ўхшашлик формулаларидан D_1 ва n стандарт қийматлари учун режим нуқта А ҳолатини аниқлаймиз. Янги режим нуқта А₁ юқори ф.и.к. минтақасида ётиши ва РО турбинани 5% қувват захираси чизигидан чиқмаслиги зарур.

$$A_1 \text{ нуқта координаталари: } Q_1^1 = Q_{тур} / (D_1^2 * H^{1/2}), \quad n_1^1 = n * D_1 / H_x^{1/2}.$$



4.23- Расм. Турбинани минтақавий қўллаш хусусий графиги

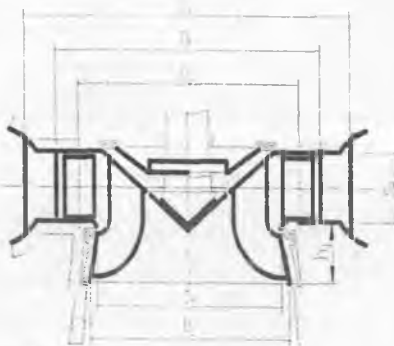
5.6-Иловада баъзи бир турбиналар (Россия) минтақавий қўллаш хусусий графиги кўрсатилган.

Акс ҳолда A_1 нуқтаси ҳолатини ўзгартириш учун, D_1 ва n стандарт қиймати ўзгартирилади. Турбина асосий ўлчамларини номенклатурада ($D_1=1.0$ м учун) келтирилган (4.2- жадвал, 1, 2 илова) жадвал ва схемадан топилади.

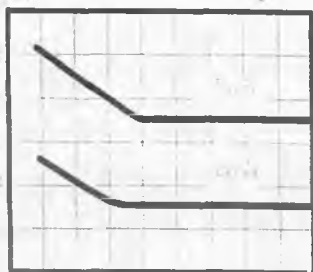
4.2-Жадвал

Турбина ишчи ғилдираги	D_0	D_2	h_1	b_0	Парақлар сони	d_1	h_2
РО 45/123	1,16÷1,2	1,08	0.22	0.35			
РО 75/211	1,16÷1,2	1,09	0.25	0.30			
РО 115/679	1,16÷1,2	1,13	0.25	0.25			
РО 170/638	1,16÷1,2	1,025	0.25	0.20			
РО 230/533	1,2	1,0343	0.2	0.224			
ПЛ 10/259	1,16÷1,2	D_1	0.2087	0.4- 0.45	4	0.35	0.1543
ПЛ 20/510	1,16÷1,2	D_1	0.2087	0.4	4	0.40	0.1543
ПЛ 30/587	1,16÷1,2	D_1	0.2087	0.376	6	0.45	0.1543
ПЛ 40/577	1,16÷1,2	D_1	0.2089	0.35	7	0.50	0.1543

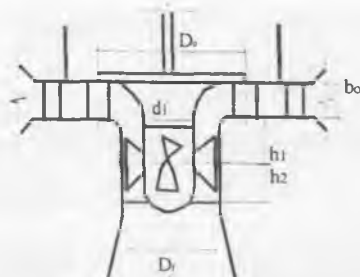
а)



в)



б)



4.24 - Расм. Турбина ишчи гилдираги схемаси:

а- радиал-ўқий турбина, б - ўқий турбина, в - $D_2/D_1 = f(D_1)$, $D_3/D_1 = f(D_1)$ характеристикалар

Генератор - бу айланиш кўринишидаги механик энергияни электр энергияга айлантирувчи электр машина. Генератор сифатида ГЭСларда 3 фазали ўзгарувчан токли синхрон машиналар қўлланилади. Генератор танлаш учун дастлабки берилган кўрсаткич бўлиб турбина қуввати $N_{тур}$ ва айланишлар сони $n_{тур}$ ҳисобланади.

Генератор қуввати $N_r = N_{тур} \cdot \eta_r$ га тенг;

Бу ерда: $\eta_r = 0,9-0,95$ генератор ф.и.к.

Генераторнинг стандарт номенклатураси бўлмаса, уларни танлаш қийин, шунинг учун генераторлар ўлчамлари тахминий формулалардан ҳисобланади.

$$D_a = 13.9 * S^{1/4} / n^{1/3} - \text{актив пўлат диаметри (статор металл халқаси)}$$

$$L_a = 160 * S / D_i^2 n, \text{ актив пўлат узунлиги.}$$

Генератор асосий қўрсаткичлари ишлаб чиқарувчи корхонанинг махсус материалларда ва маълумотномаларда берилган бўлади (12 илова).

Автоматик ростлагич – гидротурбинани автоматик ростлаш, яъни турбинани олдиндан берилган айланиш тезлиги чегарасида сақлаш учун хизмат қилади. Бу чегара генератор ишлаб чиқараётган ўзгарувчан токни доимий частотаси асосида белгиланади. Электр ток частотаси генератор роторини, яъни турбинани (валлар тўғридан- тўғри уланганда) айланиш тезлигига боғлиқ.

Ўзбекистонда токнинг стандарт частотаси $f=50$ герц қабул қилинган. Бу ҳаракатдаги кучлар моменти M_x (турбина валидаги айланиш моменти) ва қаршилик кучи моментлари M_x тенглигидан $M_x=M_k$ эришилади.

M_k – генератор юкланишига, M_k эса турбинадан ўтаётган сув сарфига боғлиқ бўлади.

$$M_k = \gamma * \eta_{\text{тур}} * Q * H / w$$

Бу ерда: γ -сув зичлиги ;

$\eta_{\text{тур}}$ - турбина ф.и.к.;

w - турбина бурчак тезлиги, $w = \pi * D * n / 60$;

n - турбина валининг айланиш сони;

D - ишчи ғилдирак диаметри.

Ток частотаси f генератор қутб жуфтлиги сони P ва уни айланиш тезлиги n айл/мин га боғлиқ: $f = P * n / 60$, $n = 300 / P$.

Юкланиш (M_k) ўзгарганда, ФИК η ни сақлаш учун сув сарфи $Q(M_k)$ ни ўзгартириш зарур.

Юкланишнинг ҳар бир қийматида генераторнинг кутб жуфтлигининг сони P тўғри келади, яъни P ни ҳар бир сонига маълум айланиш тезлиги тўғри келади.

Агрегатнинг бурчак тезлигини сақлаш генераторнинг юкланишини ўзгартириш асосида турбина орқали ўтаётган сув сарфини ўзгартириб, яъни турбина ростловчи жихозларини буриб амалга оширилади.

РО турбиналарда ростлаш йўналтирувчи аппарат парракларини буриш билан амалга оширилади, унинг ҳолати турбина орқали ўтайдиган сув сарфини белгилайди. ПЛ турбинада иккита ростловчи жихоз мавжуд, йўналтирувчи аппарат ва йўналтирувчи аппарат парракларини очишлишига мос равишда маълум бурчакка ўрнатилувчи ишчи гилдирак бурилувчи парраклари. Бунда нафақат сув сарфи ўзгартирибгина қолмай, бу сарфда турбинани қулай иш режимига эришилади.

Ростлаш жараёни - бу ўрнатилган режим бузилганда агрегатни тенг оғирлик ҳолатини тиклаш, бу турбинанинг ростлаш жихозларини бошқариш билан амалга оширилади.

Турбинани, айниқса, йиригида ростловчи жихозлари орқали кўп сув сарф ўтади, буларни силжитиш учун анчагина, жумладан йўналтирувчи аппарат учун бир неча юз тонна, ишчи гилдирак учун бир неча минг тонна куч талаб этилади.

Бу тўғри ҳаракатланмайдиган ростлагичларни қўллашни талаб қилади, уларда турбинанинг бурчак тезлиги ўзгаришини қабул қилувчи анча сезгир ва кам юкланган жихоз ва ростловчи жихоз орасида, тақсимловчи қопқоқ ва сервомотор кўринишидаги гидравлик кучайтиргич жойлаштирилган. Замонавий турбина жихозлари, уни шу билан, бирга турбинани ростлаш системасини тўлиқ автоматлаштириш, ҳисобидан ишлаб чиқарилади.

4.7. Гидротурбиналарда кавитация

Кавитация сувнинг қайнаши билан боғлиқ ходисадир. Маълумки, сувнинг қайнаш ҳарорати сувнинг буг босимига $P_{6.6}$ боғлиқ бўлади. Агар турбинада мавжуд ҳароратда суюқликнинг буг босимидан кам босимли жойлар пайдо бўлса, сув бу жойларда қайнайди. Турбина ишчи ғилдираги остида босим атмосфера босимидан кам бўлади. Паррақлар остидаги кичик босим ва устидаги юқори босим жойлари орасидаги чегара ўзгарувчан. Пуфаклар юқори босим зонасига ҳаракатланганда буг конденциялашади ва бу ерда бўшлиқлар ҳосил бўлади. Бўшлиқлар бир зумда сув билан тўлади ва бунда бир неча 100 хатто 1000 атмосфера босимли гидравлик зарба ҳосил бўлади.

Агар пуфакчалар металл ёки бетон устига ўтириб қолса, у бузила бошлайди. Қатор деривацион ГЭСларда сув оқими чўқиндиларни ташийди, бунда кавитацион бузилишга чўқиндиларни ишқаланиш таъсири ҳам қўшилади (бунда турбина 2-3 ойда ишдан чиқиши мумкин). Кавитацияда дастлаб ф.и.к. пасаяди, шовқин пайдо бўлади, сарф камаёди. Кавитациянинг олдини олиш учун P_3 босимни мавжуд ҳароратда буг босими $P_{6.6}$ дан пасайиб кетмаслигига йўл қўймаслик зарур, яъни кавитация бўлмаслик шarti (4.11-расм):

$$P_3/\gamma \geq P_c \sigma/\gamma = 0 \quad (t=20^\circ \text{ учун, } P_c/\gamma=0.20 \text{ м}) \text{ бўлади.}$$

Ишчи ғилдиракдан чиқишдаги босим:

$$P_3/\gamma = P_{ат}/\gamma - H_s - (V_3^2 - V_5^2)/2g - h_w = P_{ат}/\gamma - H_s - \sigma H,$$

бу ерда:

$P_{ат}$ - атмосфера босими;

V_3, V_5 - 3-3, 5-5 қирқимлардаги сув тезлиги, 4.11-расм ;

σ - кавитация пропорционаллик коэффициенти, тажриба йўли билан топилади;

h_w - сўриш қувиридаги босим йўқолиши.

Чегараланган сўриш баландлиги H_s чег $\leq H_a - \sigma H$ га тенг бўлиб. У турбинани пастки бьеф сатҳига нисбатан баландлик ҳолати чегарасини кўрсатади. Демак чегараланган сўриш баландлигидан юқориланиш кавитацияга олиб келади.

$$H_s \text{ чег} = \nabla - \nabla \text{ПБС}_{\min} \leq H_a - \sigma H,$$

бу ерда: $\nabla \text{ПБС}_{\min}$ - пастки бьеф минимал сув сатҳи;

∇ - ПЛ турбина ўқи ёки РО турбина йўналтирувчи аппаратини пастки текислиги белгиси. Агар турбина ПБСдан юқори жойлашса, H_s мусбат, пастда бўлса, H_s манфий хисобланади.

Турбина ўрнатиш белгиси ошиши билан атмосфера босими $\nabla/900$ м катталikka пасаяди. Ҳар қандай белгидаги турбина учун (ҳар бир 900м баландликка босим 1м сув устунига пасаяди)

$$H_s \text{ чег} = H_a - k \cdot \sigma H - \nabla/900,$$

бу ерда: $k = 1,1$ - ПЛ турбина учун;

$$k = \sigma + \Delta \sigma - \text{РО турбина учун, } \Delta \sigma = 0,04-0,01$$

$$H_s \text{ чег} = 10 - \sigma H - \nabla/900.$$

ёки тахминан, ҳақиқий сўриш баландлиги $H_s \leq H_s \text{ чег}$ га тенг

5 -БОБ. ГИДРОЭНЕРГЕТИК БЎҒИНЛАР

5.1. Гидробўғинлар классификацияси. Тўғонли, деривацион ва аралаш гидробўғинлар иншоотлари компоновкаси схемалари

Гидробўғин бу ўзини жойлашиши ва вазифаси бўйича бирлашган гидротехник иншоотлар комплекси. Бу бобда асосий вазифаси электроэнергия ишлаб чиқариш ва ўз таркибида ГЭС бўлган гидробўғин кўриб чиқилади, ҳар бир гидробуғин ўзича ноёб, чунки гидробўғин иншоотлари таркиби ва компоновкаси, босимни ҳосил қилиш усули ва миқдорига, ГЭС қувватига, топографик, гидрологик шароитга, қурилиш усулига боғлиқ бўлади.

Гидробўғинлар классификацияси асосига ГЭС биноси тури ва босим ҳосил қилиш усулини инobatга олган ҳолда гидробуғинда уни жойлашиши киритилган.

Гидробуғинларни қўйидаги турлари мавжуд бўлинади (7, 8 илова):

1 - ўзанли ГЭС биносили ва тўғон билан ҳосил қилинадиган босимдан фойдаланувчи тўғонли гидробуғин;

2 - тўғон ёни ГЭС биноли ва тўғон билан ҳосил қилинадиган босимдан фойдаланувчи тўғонли гидробуғин;

3 - алоҳида турувчи ГЭС биноли ва тўғон билан ҳосил қилинадиган босимдан фойдаланувчи тўғонли гидробуғин;

4 - босимсиз деривациядан ҳосил қилинадиган босимдан фойдаланувчи деривацион гидробуғин;

5 - босимли деривациядан ҳосил қилинадиган босимдан фойдаланувчи деривацион гидробуғин.

ГЭС бинолари конструкцияси бўйича қўйидагича классификацияланади:

1 – узанли, гидробуғин босимли фронт таркибига кирувчи, яъни тиргавуч иншоот функциясини бажара оловчи;

2 – тўғридан-тўғри босимни қабул қилмайдиган ва босимли фронт таркибига кирмайдиган бинолар. Уларни қўйидаги турлари мавжуд:

а - тўғон ёни, яъни бино бетон тўғонга ёнидан қўшилган;

б - алохида турувчи (ер усти ёки ер ости).

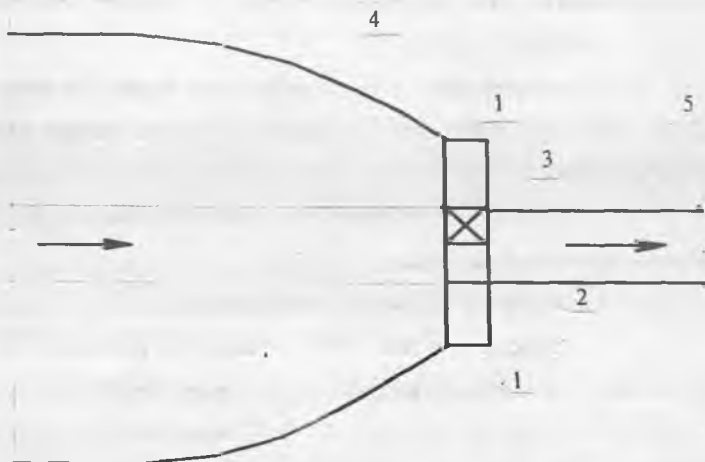
Ўзанли ГЭС биноларида сув олиш иншооти бинони бир қисми ҳисобланади ва турбинанинг оқув қисмига кириш олдида жойлашади.

Босимни қабул қилмайдиган ГЭС биноси компоновкасида, сув олиш иншооти алохида жойлашган ва сув ГЭС биносига турбинали сув элитгич орқали келтирилади.

Тўғонли гидробугинлар.

Ўзанли ГЭС биноли гидробугини босим 35 метрдан кичик бўлганда (баъзан 55 метргача) қўлланилади.

Бино бетон ва тупроқ туғонлар қаторида гидробўғинни босимли фронт таркибига кириб дарё қайири ва ўзанини беркитади. Бу гидробўғинлар асосан сув тошқини сарфи турбина сув ўтказувчанлигидан анча кўп бўлган, серсув текис дарёларда қурилади, шунинг учун сув ташловчи тўғон кузда тутилади.



5.1 - Расм. Ўзан ГЭС биноли тўғон гидробўғини схемаси:

1- тўғон, 2- сув ташловчи тўғон, 3-ГЭС биноси, 4- сув омбори, 5- дарё.

Баъзида ўзанли ГЭС биноси конструкциясига устки ёки босимли сув ташлагич киради, бу сув ташловчи тўғонлар ўлчамларини камайтириш ёки ундан бутунлай воз кечиш имконини беради. Бундай бинолар ўриндош дейилади. Бундай гидробўғинларга Волга-Кама ГЭСи, Днепр ГЭСи, Красноярск ГЭСи, Даугава ГЭСи, Норин дарёсидаги Учқўрғон ГЭСлари киради.

Тўғон ёни биноли ГЭС гидробўғинларини 30-50 метрдан юкори босимларда, кичик ГЭС ларда эса бундан ҳам кичик босимларда, узанли ГЭС биносини куриш мақсадга мувофик эмас, ёки умуман мумкин эмас. Бундай холда босимли фронт таркибида бетонли тўғон бўлса тўғон ёни ГЭС биноси қўлланилади. Бундай гидробўғин босимли фронти бетонли станция (2) ва сув ташловчи (4) тўғондан, ҳамда яхлит 1 (бетон ва тупроқли) тўғондан хосил қилинади. 5.2. расм Станцион тўғонни пастки қисмига ёнма-ён қилиб ГЭС биноси (3) жойлаштирилади. Сув қабул қилгич станция тўғони таркибига киради. Сув ГЭС биносига станция тўғони массивида ёки уни пастки қисмига ўрнатилган турбинали сув элитгичлари билан келтирилади.

Бу гидробўғинларга: Енисей дарёсидаги Саяно-Шушенск ГЭСи, Ангара дарёсидаги Братск ва Уст-илимск ГЭСлари, Норин дарёсидаги Тухтагул ГЭСи,

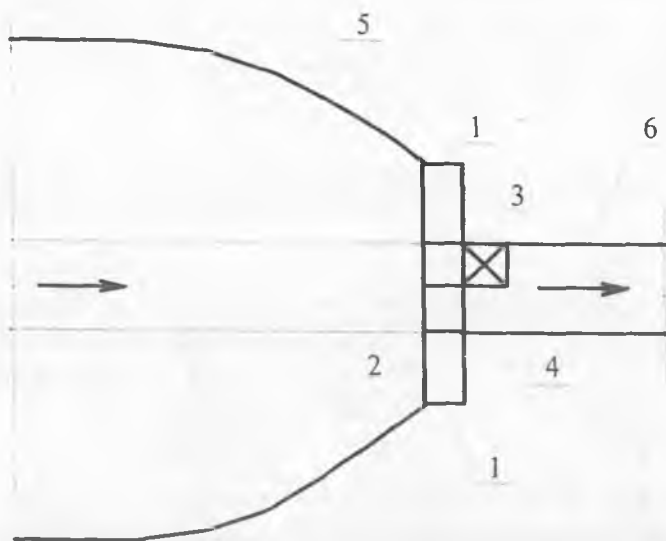
Сулак дарёсидаги Черкейск ГЭСи, Днепр дарёсидаги Днепр ГЭСи ва бошқалар мисол бўла олади.

Алохида турувчи ГЭС биноли гидробўғинлар.

Агар босим тупроқдан қурилган тўғон билан хосил қилинса, ГЭС биноси тўғондан маълум узоқликда жойлашади ва алохида турувчи хисобланади.

Уларга сув махсус сув олиш иншоотларидан, тўғон тагидан ёки уни айланиб ўтиб сув элтгичларда келтирилади.

Тошқин сувларини ташлаш учун махсус сув ташлагич кўзда тутилади. Сув сарфи кескин ўзгарганда эса сув элитгичлар охирида тенглаштирувчи резервуар қурилади.



5.2 - Расм. Тўғон олди ГЭС биноси билан жихозланган тўғонли гидробўгин схемаси:

1 - яхлит туғон, 2 – станция тўғони, 3 - ГЭС биноси, 4 - сув ташловчи тўғон, 5 - сув омбори, 6 - дарё.

Алохида турувчи ГЭС бинолари, сув қабул қилиш мосламасини тўғон таркибига киритиб, унинг конструкциясини мураккаблаштирмаслик учун бетонли, аркали ёки констрофорсли тўғонларда қўлланилиши мумкин. Бундай гидробўгинларга мисол сифатида Или дарёсидаги Капчагай ГЭСини, Вахш дарёсидаги Нурек ГЭСини, Бурей дарёсидаги Бурей ГЭСини келтирсак бўлади.

Деривацион гидробўгинлар.

Деривацион гидробўгинлар иншоотлари компоновкаси ва таркиби деривация турига боғлиқ. Турли табиий шароитлар, ҳар хил схемаларни тақазо қилади (босимли ва босимсиз деривацияни қўшиш, босимни тўғон ва деривация ёрдамида ҳосил қилиш).

Гидробўгиннинг таркибига қуйидаги иншоотлар кирази:

- тошқин сувларини ўтказувчи сув ташловчи тўғон (2) ва сувни каналга чиқарувчи ростлагичли сув олувчи иншоот (3) ўз ичига олган бош бўгин;

- ҳар хил инженерли иншоотлар (тиндиргич (4), акведук, қувурлар, сув чиқаргич) ва айрим сув захираларини йигувчи суткали бошқариш ховузини ўз ичига олувчи босимли ва босимсиз деривация.

- таркибида босимли ховуз (7), турбина сув элитгичи (6), ГЭС биноси (7), салт сув ташлагич (8) ва кетувчи канал бўлган станцион бўгин. Бундай гидробўгинга Сирдарё дарёсидаги босимни, туғон ва деривация ёрдамида ҳосил қилинувчи Фарход гидробўгини мисол була олади.

Босимли деривацияли гидробўгинлар тоғли дарёларда қурилади ва юқори босимларга (2000 м гача) эга блиши мумкин. Масалан, Арманистондаги Варотане дарёсидаги Татев ГЭСи унинг босими $H=565$ метр.

Туғоннинг юқори бёфеида сув олиш иншооти жойлашган бўлиб, ундан сув босими деривацион сув элитгичга (туннел ёки қувур) йўналтирилади. Босимли сув элитгичлар охирида кўпинча, гидрозарбда деривацияда босимни чегараловчи, тенглаштирувчи резервуар ўрнатилади. ГЭС биносига тенглаштирувчи резервуардан келадиган сув, турбина сув элитгичда келтирилади.

5.2. ГЭС бинолари классификацияси. Ўзанли, тўғон ёни ва алоҳида турувчи бинолар

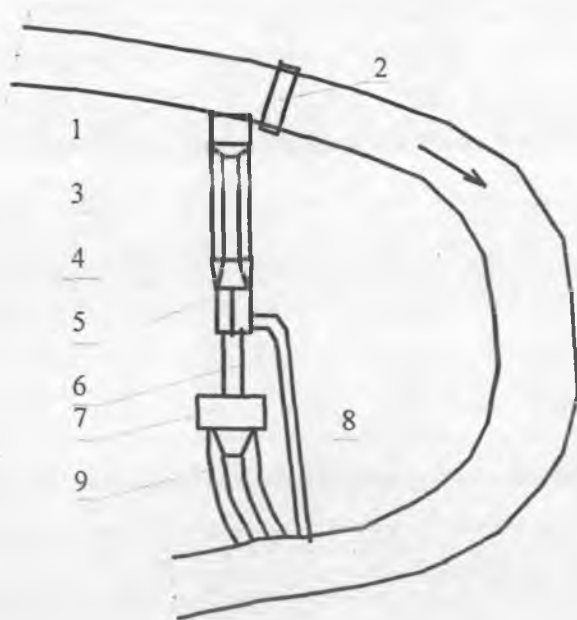
ГЭС бинолари иккита асосий синфга бўлинади: ўзанли босим қабул қилувчи ва босим қабул қилмайдиган бинолар (9, 10, 11 илова).

Ўзанли ГЭС бинолари босим 40-50 метр бўлганда қўлланилади.

Ўзанли ГЭС биноларини қўйидаги турлари бўлиши мумкин:

- а - одатдаги;

- б - қўшилган, унда ортиқча сувни турбинадан ташқарига ташлайдиган сув ташлагич кузда тутилган булади.



5.3 - Расм. Босимсиз деривацияли, деривацион гидробўғин схемаси

Қўшилган ГЭС биноларини қўйдаги турлари бўлади:

- босимли сув ташлагичли;
- вертикал агрегатли сув ташлагичли;
- горизонтал агрегатли сув ташлагичли;
- устунли.

Босим 50 метрдан кўп бўлганда ГЭС биноси босимни қабул қилмайди. Уларни қўйдаги турлари бўлади:

- а - тўғон ёни, яъни тўғон билан конструктив боғланган;
- б - алоҳида турувчи, тўғондан маълум масофада жойлашган.

Алохида турувчи ГЭС биноларини қўйидаги турлари бўлади: қўшилмаган, сувни ташлайдиган биноли, (яхлит ёки сув ташлагичли тўғон ичида).

Алохида турувчи ГЭС биноларни, бинони ер юзасига нисбатан жойлашишига қараб улар ер устида, ярим ер остида ва ер остида жойлашиши мумкин. ГЭС бинолари ёпиқ, ярим очик ва очик машинали залига эга бўлади.

Ўзанли ГЭС биноларини, агар уларнинг турбина оқув қисми ўлчамларидан келиб чиқиб қабул қилинган ўлчамлари, бинони силжишга бўлган мустахкамлигини таъминлай олса қўлланилади. Бу шартга риоя қилиш нафақат босим қиймати H билан балки $H/D1$ катталиқ билан ҳам чегараланган бўлади.

Бу ерда: $D1$ – турбина ишчи ғилдираги диаметри.

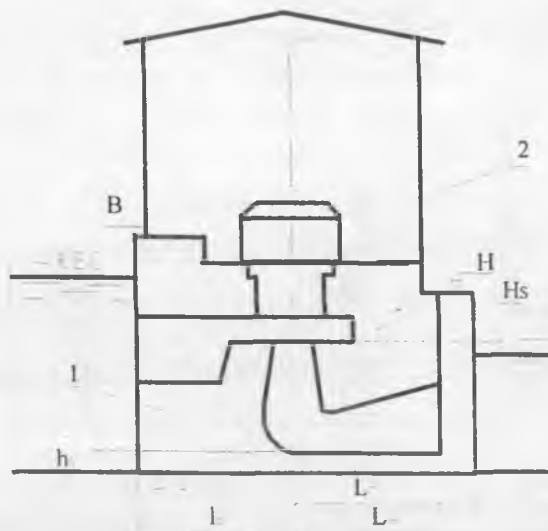
$H/D1=8$ дан катта бўлганда ўзанли ГЭС биноси қўлланилмайди ва бу ҳолда бинони тўғон ёни ёки алохида турувчи тури қўлланилади. ГЭС биноси жихозларини стандартлаштириш ва баъзи бир элементларини унификациялаштириш, ҳар хил бино турларида қайтарилувчи маълум ечимларни ишлаб чиқишга олиб келди. Кўпгина ГЭС биноларида (5.4 расм) ГТИ функциясини бажарувчи массив қисмини (1) ва хизмат хоналари ҳосил қилувчи юқорида қурилган қисми (2)ни ажратса бўлади. Бундан юқорида қўйидаги технологик зоналар ҳам бор: юқори ва пастки бьеф затворлар бўлими, машина зали, ёрдамчи хоналар, оқув қисми.

Агрегатлари кўп бўлган ГЭС биносининг массив қисми, узунлиги бўйича қатор бир хил агрегат блокларига эга бўлиб, уларнинг ҳар бирида турбинани оқув қисми ва гидроагрегат ўрнатилган. Агрегат блоклари ўлчамларини топиш учун, биринчи навбатда турбина оқув қисми ўлчамларини ва юқори ва пастки бьефга нисбатан турбина ҳолатини билиш зарур.

Блок эни асосан спирал камерасининг эни бўйича топилади. (бетон камерали блоклар эни, $B_a=(2.7÷3.2)*D1$ га тенг ва β камраб олиш бурчаги,

яъни босимни қўпайиши билан қўпаяди. $\beta = 345^{\circ} - 360^{\circ}$ га эга бўлган металл камерали блок эни, барча босимларда $B_3 = (2,8 \div 4,9) \cdot D1$ ни ташкил қилади.

Шу билан бирга блок эни агрегатлар ўқи орасидаги масофага тенг бўлади. Босимли деворлар ва устунларни устки белгиси ∇B , ∇H сув сатҳининг юқори белгисига нисбатан $1 \div 2$ м захира баландликни ҳисобга олиб ва тўлқин баландлигини инобатга олиб қабул қилинади, 5.4. расм.



5.4 - Расм. ГЭС биноси схемаси (қирқим):

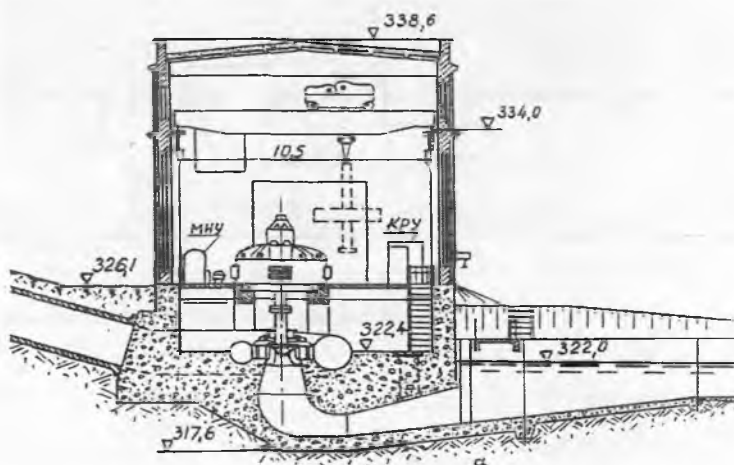
1- массив қисми, 2 - юқори қурилмалар

Пойдевор плитасини ўрнатиш белгиси $\nabla \Phi$, ишчи ғилдиракни жойлаштириш сатҳи ∇T ва сўриш қувурларининг ўлчамларига қараб топилади. Ишчи ғилдиракнинг ўрнатиш белгиси (∇T) чегараланган сўриш баландлиги H_s ва пастки бьеф минимал сатҳини инобатга олиниб ПБСтинга нисбатан ҳисобланади:

$$\nabla T = \text{ПБС} + (-) H_s$$

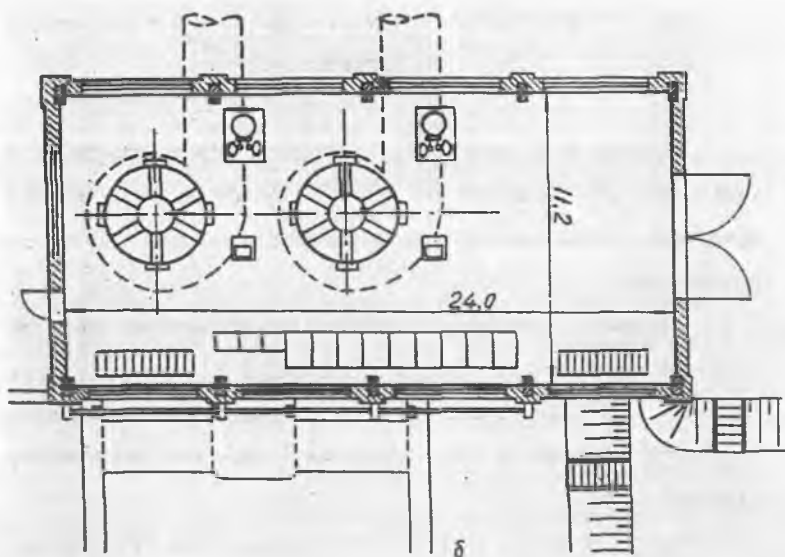
Пойдевор плитаси қалинлиги ГЭС биноси мустаҳкамликка ва устуворликка ҳисоблаб топилади. Қоя бўлмаган заминларда 2+4 метрни ташкил қилади. Агрегат ўқиға нисбатан, ўзанли бино блокени юқори қисми узунлиги L_b , сув олиш иншооти ўлчамларига қараб, пастки қисми узунлиги L_n эса пастки бьеф затворлар бўлими устуннинг узунлигини инобатга олиб сўриш қувури узунлигидан келиб чиқиб топилади.

5.5 - Расмда деривацион ГЭС биноси, план қирқими мисол учун кўрсатилган



5.5а - Расм деривацион ГЭС биноси қирқими

Машина зали деб, унда, генераторнинг юқори бўғинлари, электротехник ва ёрдамчи жихозларни айрим қисмлари, ҳамда юк кўтарувчи кран жойлашадиган хонага айтилади. Кўприк кран билан жихозланган, агрегатларни монтаж қилиш ва таъмирлаш ёпиқ хоналарда бажариладиган, ёпиқ машина заллари кенг тарқалган. Машина зали ўлчамлари агрегатнинг энг йирик бўғинини (генератор ротори) ишлаб турган агрегатлар устидан олиб ўтилгандаги баландлиги ва кўприк кран ўлчамига қараб топилади.



5.56 – Расм деривацион ГЭС биноси плани

Монтаж майдони бу гидроагрегат бўғинларини йиғиб ечиш ишлари бажариладиган жой ҳисобланади. Монтаж майдони кранлар билан жихозланган бўлиб, унга темир йўл ёки автомобил йўллари келтирилади. Кўпгина ГЭСларда монтаж майдони машина залини давоми ҳисобланади (эни машина зали энига тенг, узунлиги эса битта гидроагрегат ва битта трансформатор ўлчамига қараб топилади). Монтаж майдони баландлиги учта трансформаторни баландлигига тенг бўлади. Маҳаллий шароитга ва ГЭС биносини турига қараб монтаж майдонига келиш ён томондан ёки олди томондан амалга оширилиши мумкин. Ўзганли ГЭС биносига келиш олди томондан, бошқа ГЭС ларда исталган томондан бўлиши мумкин. Монтаж майдонини массив қисми, бино массивидан чок билан ажратилади. Монтаж майдони поли тагидаги бўш жойдан, мой хўжалиги, қуриш ва техник сув таъминоти насосларини, компрессор хоналарини ва бошқалар жойлаштирилиши учун фойдаланади. (қояли заминда монтаж майдони ГЭС блокдан ажратилмайди). 5.5. расм

5.3. ГЭС деривацион сув элитгичлари. Босимли ва босимсиз сув элитгичлар

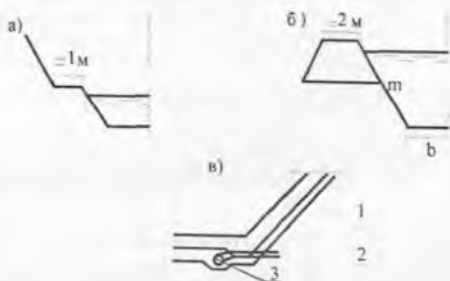
Деривацион сув элитгичлар (каналлар, тунеллар, қувурлар), табиий ўзан ва сув элитгич нишабликлари фарқи ҳисобидан босим ҳосил қилиш мақсадида сувни кам гидравлик йўқотишлар билан олиб юриш учун хизмат қилади.

Деривацион каналлар – конструкцияси бўйича энг содда ва кенг тарқалган ҳисобланади. Босимсиз деривация схемасида қўлланилади. Трапеция кўндаланг қирқимли каналлар кенг тарқалган ҳисобланади. Канал қазлама, ташлама ёки ярим қазлама – ярим ташламада жойлашиши мумкин, 5.6- расм.

Канал қиялиги m ва туби бўйича энини b ни танлаш, тупроққа, ишлаб чиқариш ишлари усулига ва қўлланиладиган механизмлар турига боғлиқ бўлади. Қопламасиз каналлардаги сув тезлиги қияликни ювиб кетмаслик шартидан чегараланган ва $0.7+1.2$ м/с га тенг деб қабул қилинади. Кўпинча ГЭС каналлари қопламали бўлади, (филтрацияни ва ўт босишини камайтириш учун) ва унинг қалинлиги $t=15+20$ см ёки кам арматура ишлатилган темир бетонда $t=7+15$ см бўлади, 5.6-в расм.

Бетонли қоплама ҳар $3+6$ метрда чоклар билан ажратилади, чоклар туташган жойлар резина, битум ёки бошқа эластик материаллар билан зичланиб сув кирмайдиган қилинади.

Канал бўшатишганда қопламага қиялик томонидан таъсир қиладиган ер ости сувларнинг босими катта хавф туғдиради. Қопламани (1) бузилишини олдини олиш учун у $10+30$ см қалинликдаги қум шағал қоришмаси ёки майда тошли дреналовчи тайёрламага (2) ётқизилади.



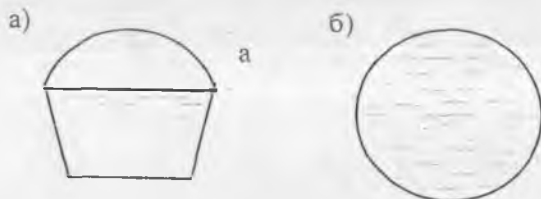
5.6 - Расм. Каналлар схемаси:

а - Қазлама, б - ташлама, в - бетон қопламали канал.

Тайёрламани пастки қисмига, каналдан ташқаридаги пастроқ жойлар юзасига чиқадиған зовур ётқизилади (3). Баъзан бетонлаш ишларидан олдин, тайёрламага битум материалларидан ёки рубероиддан гидроизоляция ётқизилади.

МХДда энг йирик деривацион канал Сирдарё дарёсидаги Фарход ГЭСда жойлашган бўлиб, унинг эни 120 м. чуқурлиги 6,3 метр, сарфи $Q < 470 \text{ м}^3/\text{с}$.

Туннеллар геологик ва топографик шароитларга кўра очиқ каналларни қуриш имкони бўлмаганда, ҳамда юкори бьефда сув сатҳини кескин ўзгаришида қўлланилади. Гидротехник туннеллар босимли (қўндаланг кесими сувга тулиб оқса) ва босимсиз (қўндаланг кесим юзаси сувга тулмасдан оқса) бўлади, 5.7. расм.



5.7 - Расм. Туннелларнинг қирқими схемаси:

а - босимсиз тунел, б - босимли тунел.

Босимсиз тунелда, ундаги сув сатҳи билан унинг тепаси орасидаги масофа $a = 0.15 \cdot H > 0.4\text{м}$ дан кам бўлмаслиги керак, расм 5.7- расм, а. Босимсиз туннеллар кундаланг кесими тўғри бурчакли гумбазли, тўғри бурчакли радиал гумбазли, пастки томонга кенгаювчан ва доиравий бўлади. Босимли туннеллар одатда доиравий кундаланг кесимда қурилади. Туннелни конструкцияси геологик, қурилиш, фойдаланиш ва бошқа шароитларни ҳисобга олган ҳолда қилинади. Туннеллар ички томондан мустаҳкамланиши зарур. Туннел сув ўтказмайдиган жинслардан ўтган вақтдагина, у ички томондан мустаҳкамланмайди. Одатда, ички қоплама тош, бетон ва темир бетондан қилинади. Ўртача мустаҳкамликдаги грунтлардан ўтган туннелнинг ички қисми деворлари бетон билан мустаҳкамланади. Туннелнинг сув ўтказувчанлик қобилитини ошириш учун у махсус таркибдаги қоришмалар билан торкрет қилиб сувалади. Босимли туннеллар юк кутарувчи қопламалари бир қатламли, икки қатламли, баъзи бир ҳолларда уч қатламли қабул қилинган. Юк кўтарувчи икки қатламли қопламалар кўпроқ қабул қилиниб у сув босими юқори бўлганда қўлланилади. Улар бир бири билан бирлашган икки ташки ва ички халқалардан ташкил топади. Ташки халқа қурилиш даврида ташки босимни – тоғ босимини қабул қилади, у монолит бетондан барпо этилади. Ички халқа темирбетондан тайёрланади. Қопламани монолит ҳолга келтириш учун ундаги бушликларга ва тиркишларга катта босим остида цемент эритмаси юборилади. Цемент эритмаси қопламага қурилиш даврида қолдирилган кудуқлар ва қувурлар орқали юборилади.

Энг йирик босимли тунел Мисрнинг Нил дарёсидаги Асвон ГЭС туннеллари ҳисобланади, уларни диаметри 15 метр. Ингури дарёсидаги Ингури ГЭСи тунели диаметри 9,5 метр.

Босимсиз деривацияни икки тури мавжуд, улар бир биридан иш режими ва йўналиши чизиғи билан фарқланади.

Ўзи бошқариладиган деривация шундай бажариладики, канални юқориси ёки босимсиз тунелни шипи белгиси бутун узунлик бўйлаб бир

хил белгига эга бўлиб, у юқори бьефнинг энг юқори сув сатҳидан зарурий захира баландлигида жойлашади. ГЭС турбиналари бутунлай тўхтаб қолган ҳолларда бундай деривацияда бир қанча вақтдан сўнг юқори бьеф статик сатҳи ўрнатилади. Каналда йиғилиб қолган сув хажми кейинчалик суткалик бошқаришда ишлатилиши мумкин. Ўзи бошқарилмайдиган деривацияда канални юқори белгиси (тунел тепаси) бутун йўналиш чизиги бўйлаб бир хил чуқурликдаги белги бўйлаб кетади.

Турбина сув сарфи камайганда ёки улар тўхтатилганда, сув олиш қурилмаси затворларини ёпиб, деривацияга сув келиши камайтирилиши керак. Бундай ҳолларда деривация охирида сувни сатҳи кўтарилиши рўй беради. Деривацияни тўлиб кетмаслигини олдини олиш учун босимли ховузда эркин сув ташлагич ўрнатилади (ёки авоматик затвор). Демак сувни бир қисми энергетика учун йўқолган ҳисобланади. Ўзи бошқариладиган деривациядан фойдаланиш анча қулай, лекин унинг нархи (қурилиш ишлари хажми анча катта) ўзи бошқарилмайдиган деривациядан юқори. Ўзи бошқарилмайдиган деривация узун бўлса сув бекорга ташланганда ва сув ташлагич мавжудлигида, энергия исрофига қарамасдан деривацияни бу тури анча самарадор.

Босимсиз деривация йўналиш трассаси юқори бьефнинг белгисига ∇ ЮБ яқин, юқори белгиларда жойлаштирилади. Максимал ва минимал сув сатҳлари орасидаги сув хажми суткалик бошқариш учун ишлатилади.

Бундай деривацияда сарф ўзидан ўзи бошқарилади. Бу ерда сувни бекорга ташлаш зарур эмас. Ўзи бошқариладиган деривацияни канал узунлиги кичик бўлмаганда қўллаш афзал.

5.4 ГЭС босимли ховузли ва суткали бошқариш ховузли

Босимли ховуз - бу станция бўғини таркибига кирувчи босимсиз деривациянинг сўнги иншоотидир. Босимли ховуз сувни турбина сув элитгичига етказиш ва турбинани айланиб утиб сувни деривациядан пастки бўёфга ташлаш учун хизмат қилади, 5.8- расм.

Босимли ховуз аванкамераси ховузни кенгайган ва чуқурлашган қисми бўлиб деривацион сув элитгични қабул камераси билан туташтириш, юзани бир текис ошириб бориб оқимни кинетик энергиясини потенциал энергияга тиклаш учун хизмат қилади. Бундан ташқари аванкамера чўкинди ва муз парчалари учун қўшимча тиндиргич бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Ҳар бир босимли ховуз учун мажбурий асосий жихозлар, қабул қилувчи камераларда жойлаштирилади (5.8- расм, 2) улар қўйидагилардир:

- турбинали сув элитгичларни ёпиш учун хизмат қиладиган доимий тез ҳаракатланувчи затворлар. Затворлар кўтарувчи механизмлар билан таъминланган бўлиб, маҳаллий ёки масофавий бошқарувга эга;

- таъмирлаш затворлари (шандорлар) асосий затворларни таъмирлаш вақтида хизмат қилади. Шандорларни тушириш ва кўтариш асосий затворлар ёпиқ бўлганда (кўтариш кучи кичик) амалга оширилади;

- чиқинди тутгич панжаралар сувда оқиб келган чиқиндиларни ушлаб қолади, 90° бурчакда ёки 70° , 80° эгилган холда жойлаштирилади. Вертикал панжараларни тозалаш учун хаскаш қўлланилади. Тозалаш ишлари механик, қўлда ва автоматлаштирилган холда олиб борилади;

- хаво келтирувчи қўрилма, турбинали қувурга хаво киритиш учун хизмат қилади. Бунда затвор тез ёпилганда қувурдаги вакуум бузилади. У қувур сув билан тўлдирилаётганда, қувурдаги хавони чиқариш учун ҳам хизмат қилади.

Салт яъни бекорчи сув ташлаш (5.8- расм, 3) ўзи бошқарилмайдиган деривацияда босимли ховуздан сувни, ундаги сув сатҳи максимал чегаралангандан ошиб кетган холда автоматик ташлаш учун хизмат

қилади. Сув ташлагич бош қисм, сув ташлагич, сифон ёки автоматик затворлардан иборат. Сув ташлагични кетувчи қисми тез оқар сув туширгич ёки қувур кўринишида бўлиши мумкин.

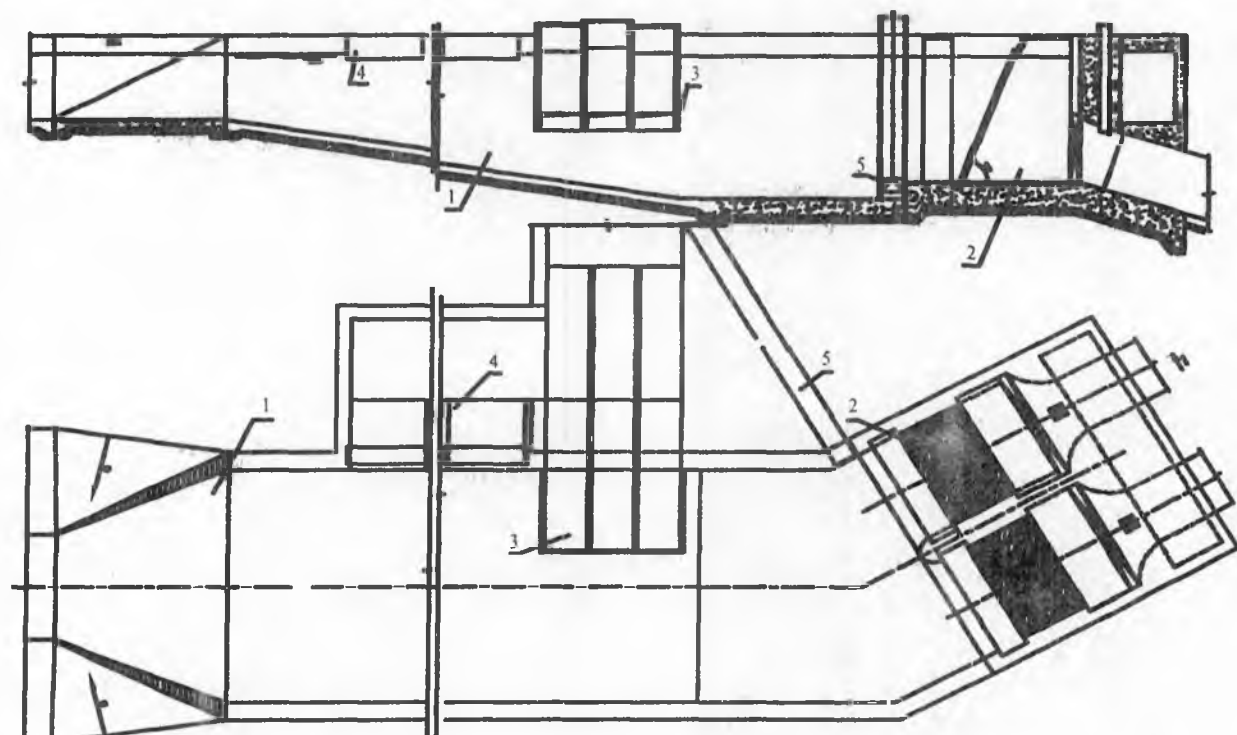
Ях ва муз парчалари (4) ташлагичлари деривациядан келувчи ях ва муз парчаларини чиқариб юбориш учун ўрнатилади. Муз парчалари ташлагичи аванкамера деворидаги тирқиш ёки аванкамера кўндаланги бўйича ўрнатиладиган махсус нов кўринишида бўлиши мумкин.

Ювиш қурилмалари (5) аванкамерада йиғилиб қолган чўкиндиларни чиқариб ташлаш учун хизмат қилади. Улар аванкамера пастки қисми тубида ўрнатилган тирқишлар кўринишида бўлади.

Бундан ташқари босимли ховуз босимсиз деривацияни босимли билан туташтирувчи ҳамда сув таксимловчи турда бўлади.

Босимли ховуз компоновкаси ва уни таркиби, босимли ховузни вазифасига, топографияга, геологияга, деривация турига ва бошқаларга боғлиқ бўлади. Босимли ховузни иш шароити очиқ деривацияда бир мунча мураккаб бўлади (ифлосланиш, чўкиндилар, муз парчалари уларни чиқариш учун махсус қурилмалар зарурияти).

Босимсиз тунеллар бундай камчиликка эга эмас, фақатгина сув ташлагич ёки сув таксимловчи қурилмаларни ўрнатиш лозим бўлади. Агар ГЭС ўзгарувчан режимда, юклама графигининг чўққисида ишласа, деривация охирида босимли ховуз билан боғланган суткали бошқарилувчи ховуз ўрнатилади.



5.8 - Расм. ГЭС босимли ховузи

Суткали бошқариш ховузи бу унда суткали бошқариш учун зарур бўлган сув хажмини йиғиб берувчи деривация йўналиш чизигида жойлашган иншоот.

Бошқарилувчи сув хажми ҳисоблаб топилади. Суткали бошқариш ховузини бошқарувчи затвор билан ёпиладиган қисқа канал билан туташтириб босимли ховуз ёнида жойлаштириш мақсадга мувофиқ. Деривация охирида жойлашган суткали бошқариш ховузларини қўйидаги схемалари бор (5.9-расм):

а - суткали бошқариш ховузни аванкамера билан қўшилган схемаси, бу энг оддий схема, лекин бошқариш ҳар доим ҳам амалга ошавермайди. Муаллиқ оқизиклар миқдори кўп бўлганда, суткали бошқариладиган ховузни лойқа босади;

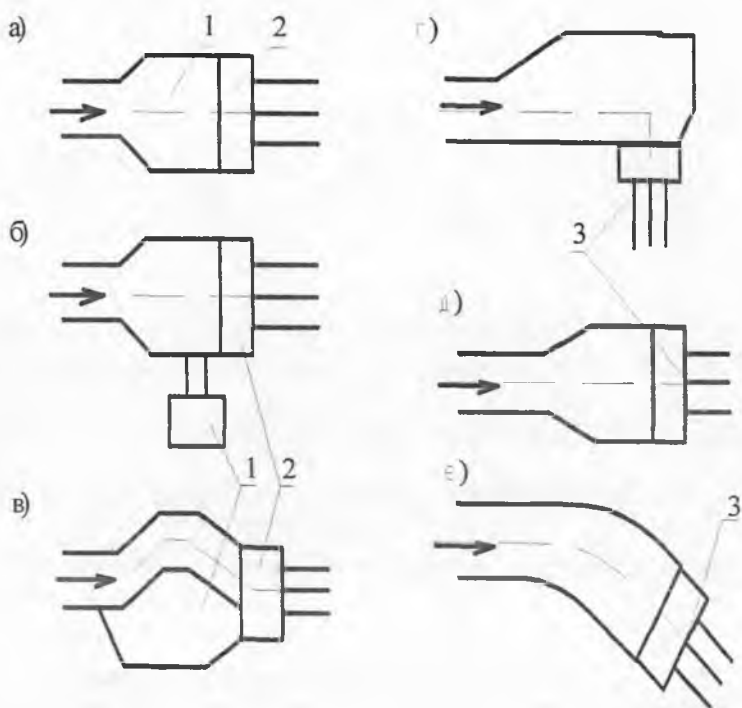
б - суткали бошқариладиган ховуз аванкамерадан ва у билан бирлашган сув чиқариш иншоотидан қандайдир масофада;

в - аванкамера (суткали бошқариладиган ховуз) айланма канал билан. суткали бошқариладиган ховузни аванкамерадан ажратувчи иншоот, уни ювишда, таъмирлаш даврида ва кўрувда тўхтатиб туришга имкон яратиши зарур.

Суткали бошқариладиган ховуз деривацион каналда, канални ўзида, каналдан ташқарида ва айланма каналда жойлашиши мумкин.

Босимсиз деривация йўналиш трассасида жарликлар, қўллар учраса улардан суткали бошқариладиган ховузни ҳосил қилиш учун фойдаланса бўлади. Бунда деривацияни юқори қисми ўзи бошқарилмайдиган канал, пастки қисми эса ўзи бошқариладиган канал кўринишида бўлиши мумкин, яъни деривация таркибидаги суткали бошқариладиган ховуз ҳолатига топография, геология ва гидрогеология таъсир қилади. Суткали бошқариладиган ховузни жойлаштиришни яқуний варианты техник иқтисодий ҳисоблардан топилади.

Босимли ховузни қўйидаги характерли режавий компоновкалари мавжуд (5.9- расм.):



5.9 - Расм. Суткали бошқариладиган ховуз (а, б, в) ва босимли ховуз (г, д, е) схемаси:

1 - суткали бошқариладиган ховуз, 2 - босимли ховуз, 3 - турбина қабул камералари

г - ён томондан келтириш, деривация ўқи қабул қилиш камералари ўқиға перпендикуляр;

д - қабул қилиш камерасига сувни фронтал келтириш;

е - қабул қилиш камерасига сувни қия келтириш.

Гидравлик нуқтаи назарда энг қулай фронтал келтириш ҳисобланади чунки бу ҳолда тезликларни йўналиши бир хил бўлади. Ён томондан

келтиришда сув оқими кескин бурилади. Иккиламчи оқим ва эркин юзали кўндаланг нишаблик пайдо бўлади.

Бу ходисаларни аванкамера ўлчамларини катталаштириш орқали камайтирса бўлади, аммо бу ҳолат капитал харажатларни кўпайишига олиб келади.

Сувни қия келтириш бирмунча яхшироқ ҳисобланади.

Аммо сувни қия ва ён томондан келтиришда қўйидаги камчиликлар кўзга ташланади: чукиндиларни ҳосил бўлиши, панжараларни нотекис тўлиб қолиши ва бошқалар.

5.5. Турбина сув элитгичлари

Турбина сув элитгичлари сувни тўғридан тўғри ГЭС турбиналарига олиб келади. Босимли фронт таркибига кирувчи ГЭС биноларида, баъзида сув қабул қилгич ва турбина ўртасида қисқа сув элитгичлар ҳам бўлади. Тўғон ёни ГЭС биноларига турбина сув элитгичлари сув қабул қилгичда ёки тўғонни бетон массиви ичида, ёки бетон қопламада унинг пастки қирраси бўйлаб ўтказилади. (5.10- расм, а).

Тўғонли гидробўғиндаги алоҳида турувчи ГЭС биносига сув алоҳида жойлашган сув қабул қилиш иншоотидан, ер ости турбина сув элитгичларида келтирилади.

Босимли деривацияли гидробўғинларда, сув элитгичлар (ер ости ёки ер усти) тенглаштирувчи резервуардан бошланади.

Босимсиз деривацияли гидробўғинларда кўпинча босимли ховуздан ГЭСгача бўлган оралиқда жойлашган ер усти сув элитгичлари қўлланилади (5.10- расм, в).

Баъзан бошқа схемалар ҳам қўлланилиши мумкин. Турбина сув элитгичлари, гидравлик зарбалар ҳосил қиладиган динамик юкланиш шаронтида юқори тезликларда (12 м/с гача) ишлайди, шунинг учун қувурлар одатда металлдан бўлиб, баъзида эса темир бетон ва бетон қувурлар ҳам ишлатилади.

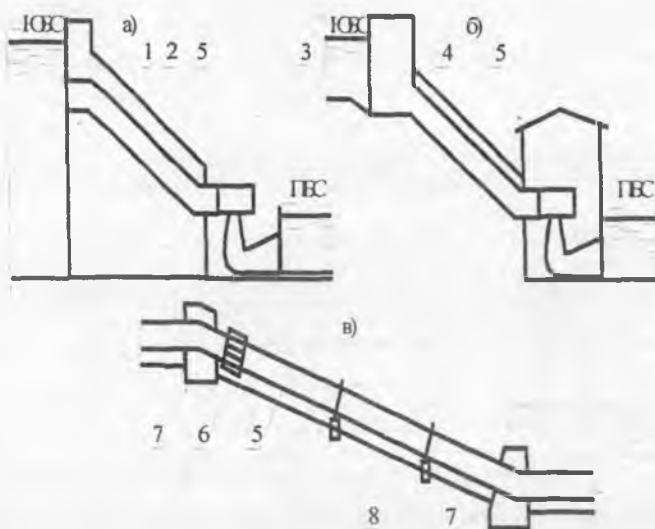
Конструктив бажарилиши бўйича турбина сув элитгичлари ўрнатиб қўйилган, ёпиқ ва очиқ бўлади. Ўрнатиб қўйилган сув элитгичларда (5.10- расм, а) бетон ёки қояли массивга мустахкам жойлаштирилган пўлат қувур ишлатилади ва уларни диаметри 7÷10 метргача бўлади. Бетонда ўрнатилаётганда қувурлар мустахкам халқали арматура билан ўраб қўйилади.

Қояли массивга жойлаштирилаётганда қувур қобиғи ва қоя юзаси орасидаги бўшлиқ бетон билан тўлдирилади. Баъзан бетонга арматура ҳам қушилиб сўнгра цементланади.

Ёпиқ сув элитгичларда (5.10- расм, б) пўлат ва темир бетон қувурлар ишлатилади улар шағал ёки бетонга ётқизилиб тупроқ билан кумиб қўйилади.. Пўлат қувурлар 3 метргача диаметра бўлади, баъзи ҳолларда (уларни қуриш ва таъмирлаш қийин бўлса) диаметри 6 м гача бўлган ёпиқ темир бетон қувурлардан фойдаланилади.

Очиқ сув элитгичларда (5.10-расм, в) пайвандланган пўлат қувурлар ишлатилади. Улар қиялик бўйлаб жойлашган бетон таянчларга ўрнатилади. Қувурлар 9 м гача диаметра қирқилмаган ва қирқилган бўлиши мумкин. Қирқилмаган қувурлар охири мустахкам ўрнатилади, бу эса ҳарорат ўзгарганда уларни узайиши ёки қисқаришида, катта зуриқишларга олиб келади. Бундай ходиса руй бермаслиги учун кўпинча қирқилган металл қувурлар, баъзан темир бетон қувурлардан фойдаланилади.

Қирқилган қувур узунлиги бўйлаб бир нечта анкерли ва оралиқ таянчларига махкамлаб қўйилади (5.10-расм, в). Ҳар бир жуфт анкерли таянч орасида, ҳарорат ёки ҳарорат-чўкиш компенсатори жойлаштирилади, улар ҳарорат ўзгарганда ёки анкерли таянчлар чўкканда қувур, узунлигини ўзгаришига имкон яратади, бундан ташқари фақат қувурни сув билан биргаликдаги оғирлигини кўтарувчи ва таяниш жойларида ҳароратдан қувурни узайишига имкон берувчи бир нечта оралиқ таянчлари жойлаштирилади.



5.10 - Расм. Турбина сув элитгичлари схемаси:

1- сув омбори, 2 - тўғон, 3- канал, 4 - босимли ховуз, 5 - турбинали сув элитгич,
6 - компенсатор, 7 - анкерли таянч, 8 - оралиқ таянч.

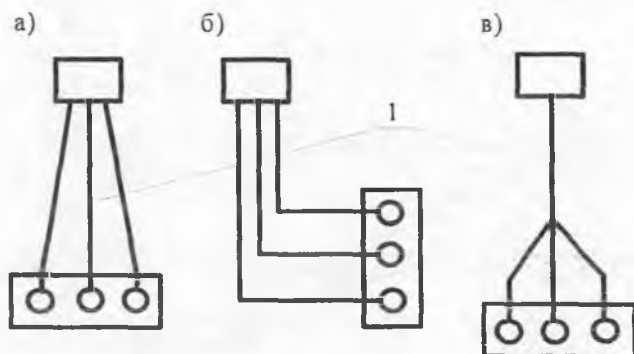
Турбиналарга сув келтириш алохида ва гурухли (5.11- расм) бўлиши мумкин.

Турбинага сув алохида келтирилганда ҳар бир турбина учун алохида сув элтгич келтирилади (йирик турбиналар эса иккита сув элтгич), 5.11- расм, а,б.

Гурухли сув келтиришда битта турбина сув элитгичи бир нечта турбинани сув билан таъминлайди, бунинг учун унда тақсимлагичлар (коллекторлар) ўрнатилиб улардаги учлик орқали калта қувурчалар турбиналарга уланади, 5.11- расм, в. Қувурлар сони техник иктисодий ҳисоблардан топилади.

Эксплуатация шароити бўйича ҳар бир турбинага сувни алохида келтириш анча қулай бўлади. Бундай ҳолда агрегатларни мустақил ишлаши таъминланади ва битта қувурни ишдан чиқиши бошқа агрегатларни тўхташига олиб келмайди. Аммо қувурлар сони кўп бўлганда қувурни баҳоси (компенсатор, затворлар, таянчлар ва бошқалар) ва эксплуатация харажатлари

ошиб кетади. Шунинг учун қувур жуда узун бўлганда гурухли сув келтириш самарали бўлиши мумкин, айниқса. Бунда ҳар бир турбина олдида албатта затвор ўрнатилади.



2

5.11 - Расм. Турбиналарга сувни олиб келиш схемаси:

1 - турбинали сув элитгичлар, 2- ГЭС биноси.

Алоҳида сув билан таъминлаш босим $H < 150$ метр бўлганда қўлланилади. Бинога фронтал сув келтириш гидравлик нуқтаи назардан энг қулай (5.11-а расм) ёки юқори босимларда қўлланиладиган бўйлама бўлиши мумкин (қувурлар лат еганда бинони сув оқими билан бузилиш хавфи туғилади).

Қувурлар турли хилдаги затворлар, компенсаторлар, хаво клапанлари, хаво чиқарувчи ва асбоблар билан жиҳозланади.

5.6. Босимли сув элитгичларда гидравлик зарба

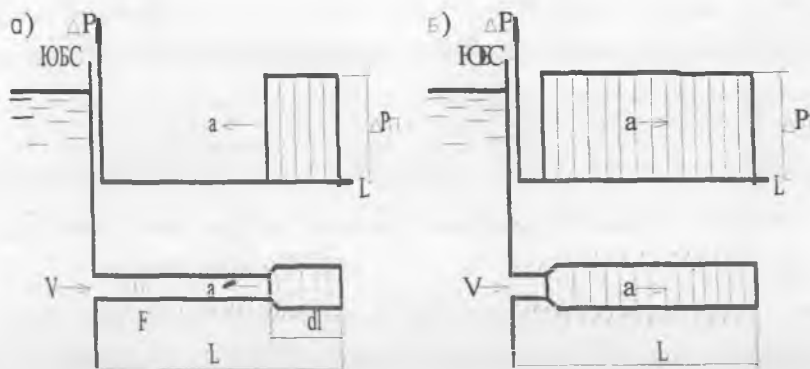
Босимли сув элитгичда ўтаётган сув ҳажмини кескин ўзгаришида, сув элитгич учун жуда хавфли бўлган босимни кескин камайтиши ҳосил булади.

Бу ҳодиса гидравлик зарба деб номланади.

Узунлиги L , қўндаланг кесим юзаси F , унда оқиб ўтаётган сув тезлиги V сув элитгичини қўриб чиқамиз, 5.12- расм.

Фараз қиламизки, қувур охирида жойлашган затвор бир зумда ёпилди, ва сув элитгичдаги сув тўхтаб қолди. Тўхташда сувнинг кинетик энергияси нолга тенг бўлиб қолди, бу эса қўшимча зарбали босимни ошиши ΔP кўринишидаги потенциал энергиясини кўпайишига олиб келади.

dt вақтида, ΔP босим ошиши, қувурни dl узунликдаги қисмида рўй беради. Бу қисмдаги сув элитгич деворлари чўзилади ва шишади. Бундай кейинги вақт лахзасида тўхтаб қолган сув қатламига кейинги қатламлар урилади ва қўзғалмас ҳамда ҳаракатдаги сув орасидаги чегара босим ошиши тўлқини кўринишида сув элитгич бошига "а" тезликда тарқалади, 5.12- расм, а.



5.12 - Расм. Сув элитгичларда босимни ошиш схемаси:

а - босимни ошишини тўғри тўлқини, б - босимни ошишини тескари тўлқини.

Бу тезлик сув элитгич ва сувни эластиклик хусусиятларига боғлиқ бўлиб, абсолют қаттиқ сув элитгичда, товушни сувда тарқалиш тезлигига, яъни 1425 м/с га тенг бўлиши мумкин бўлади.

Реал шароитда

$$a = 1425 / (1 + E_0 \cdot D / E \cdot \delta)^{0.5},$$

бу ерда:

$$E_0 = 2 \cdot 10^3 \text{ МПа} = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кг/см}^2 - \text{сувни эластиклик модули};$$

E - сув элитгич девори материали эластиклик модули;

пўлат учун $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$;

δ, D – сув элитгич девори қалинлиги ва диаметри.

ΔP катталик бир зумда ёпилишда чегаравий қиймат $\Delta P_{\text{чег}}$ га эга бўлади.

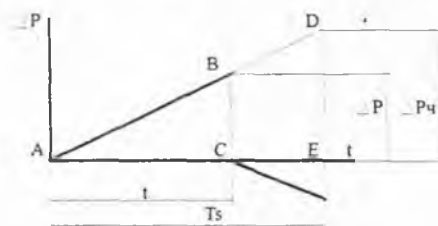
Босимни зарбали ошиши тўлқин тарқалиши (тўғри тўлқин) сув элитгични бошигача боради ва очиқ бьефга чиқиб ўз босимини йўқотади. Бу сув элитгич бўйлаб унинг бошидан охиригача тескари $\Delta P_{\text{чег}}$ қийматда, аввалги тезлик билан босимни камайиши тескари тўлқинини тарқатади. (5.12-расм, б)

Тескари тўлқин сув элитгични охирига борганда яна тўғри тўлқин пайдо бўлади, яъни тебранувчи жараёни ривожланади, у реал шароитда энергия йўқолиши ҳисобидан сўнади. Сув элитгич бўйлаб тўғри ва тескари тўлқинни ўтиш муддати $t_f = (2L/a)$ гидрозарба фазасини вақти дейилади.

Затворни бирини кичик ёпилишдан реал шароитда $\Delta P < \Delta P_{\text{чег}}$ бўлади.

Затворни (ёки турбина йўллантурувчи аппаратини) ёпилиши T_s вақт давомида бўлади.

Задвижка тўлиқ ёпилганда T_s вақтидан сўнг босимни ошиши $\Delta P_{\text{чег}}$ катталикка эришади. Агар $T_s > t_f$ бўлса, унда t_f вақтдан кейин сув элитгич охирига босимни камайиши тескари тўлқини етиб боради. Унда қувурдаги босим ошиши $\Delta P_{\text{чег}}$ қийматгача етишга улгурмайди, фақат ΔP бўлади, 5.13-расм, яъни $T_s > t_f$ да қия зарба ҳосил бўлади.



5.13 - Расм. Қувурдаги босимни вақт давомида ўзгариш графиги

Тўғри гидравлик зарба $T_s < t\phi$ да бўлади ва босимни чегаравий ошишига олиб келади. Бундай зарба ГЭС да рухсат этилмайди.

Тўғри бўлмаган гидрозарбани ошишини ABC ва ADE учбурчаклардан 5.13- расм. топиш мумкин:

$$\Delta P_{\text{чег}} / \Delta P = T_s / t\phi$$

$$\Delta P = \Delta P_{\text{чег}} * t\phi / T_s = a * V * \rho * 2L / (g * a * T_s), \text{ Па}$$

$$\Delta P = V * \rho * 2L / (g * T_s), \text{ Па}$$

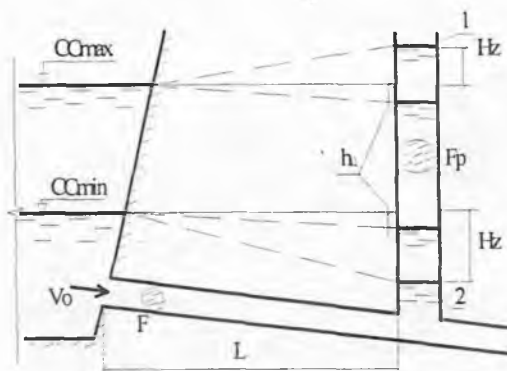
$$\Delta H = \Delta P / \rho * g = 2LV / (g * T_s), \text{ м}$$

Бу формуладан кўриниб турибдики, тўғри бўлмаган гидравлик зарба нафақат сувнинг ҳаракат тезлигини ўзгаришидан (тўғри зарбадаги каби), балки кувурни узунлиги ва йўналтирувчи аппаратни ёпилиши тезлигига ҳам боғлиқ бўлади.

Бундан келиб чиқиб гидравлик зарба қийматини қўйидаги тадбирлар утказиб камайтириш мумкин:

- йўллантирувчи аппарат ёпилиш вақти T_s ни узайтириш;
- йўллантирувчи аппаратни тез ёпилишида, кувурдаги тезликни секин ўзгаришига имкон яратиш;
- кувурдаги тезликни унинг диаметрини ошириш билан камайтириш;
- турбина сув элитгичи узунлигини камайтириш;
- тенглаштирувчи резервуарни ўрнатиш.

Тенглаштирувчи резервуарлар босимли деривация охирида деривация ва турбинали сув элитгичларни ажратиб, ёки узун турбина сув элитгичларни охирида жойлаштирилади. Узун олиб кетувчи деривацияда тенглаштирувчи резервуар унинг бошида жойлаштирилиши мумкин. Тенглаштирувчи резервуарлар деривацияга гидравлик зарбани тарқалишига йўл қўймайди ва турбинани бошқариш шароитини яхшилади. Резервуарни ишлаш принципи қўйидагилардан иборат бўлади.



5.14 - Расм. Тенглаштирувчи резервуар схемаси

Эркин юзага эга бўлган резервуарда турбиналар бир текис ишлаганда, юқори бьеф статик сатҳига нисбатан, h_g босим йўқолиши қийматига тенг миқдорда пасайган сатҳ ўрнатилади, 5.14-расм.

Турбина тўхтаганда турбина сув элитгичидаги сув тўхтайди ва сув деривациядан, дастлабки тезлигини сақлаган холда резервуарга оқиб тушиб уни сатҳини кўтарadi (5.14-расм. сатҳ 1).

Бунда сувнинг кинетик энергияси, резервуардаги сатҳни кўтарилиши кўринишидаги потенциал энергияга ўтади, турбина сув элитгичларида ҳосил бўлган зарбавий босим ошиши тўлқини, сувни озод юзасидан қайтарилиб деривацияга ўтмайди.

Деривацияда кинетик энергия тўлиқ сўнгандан сўнг сув сатҳи БТСга нисбатан H_z қийматига кўтарилади. Бу лахзада деривациядаги тезлик нолга тенг бўлади. Аммо сув деривацияга қайта туша бошлайди. Резервуарда сатҳни даврий тебраниши вужудга келади ва сувни сув элитгич деворида ишқаланиш натижасида сўнади. Тебранишлар сўнгандан кейин резервуарда турбинани янги иш режимига тўғри келувчи сув сатҳи ўрнатилади, улар тўхтаганда ▼ БТС бўлади.

Турбинанинг юкламаси кескин ошганда резервуарда сатҳ H_z қийматга пасаяди (5.14-расм, 2) ва ўхшаш тебраниш жараёни рўй беради. Бу режимни юқори бьефда энг паст сатҳ бўлганда кўриб чиқиш зарур, чунки резервуарда сатҳ пасайганда босимларни пьезометрик чизиги ҳолати вакуум ҳосил бўлмаслиги шартидан босимли деривацияни ундан юқори ўрнатиб бўлмайдиган белгини беради. Унинг асосий қиймати резервуарни ҳисоблаганда топилади, бу сатҳни чегаравий тебраниши H_z бўлади.

$$H_z = V_0(L * F / g F_p)^{0.5}$$

Бу ерда: V_0 - сув элитгичдаги сувнинг тезлиги,

F - L узунликдаги сув элитгич юзаси,

F_p - тенглаштирувчи резервуар қирқими юзаси.

6- БОБ. ГЭС ТЕХНИК-ИҚТИСОДИЙ КЎРСАТИКЧЛАРИ ВА ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ

6.1. ГЭС йириклаштирилган техник-иқтисодий кўрсаткичлари

1. Ўрнатилган қувват $N_{урн}$ бу ГЭС генераторларининг умумий қувватидир:

$$N_{урн} = N_r * n,$$

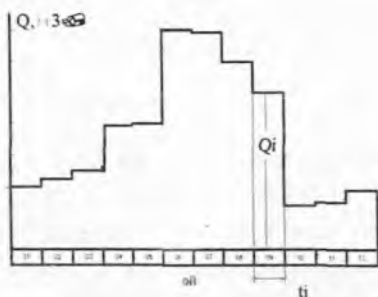
бу ерда:

- $N_{урн}$ - генератор қуввати, кВт.

- n - генераторлар сони.

2. Йиллик ишлаб чиқарилаётган электроэнергия бу электростанция билан бир йилда ишлаб чиқарилаётган энергия миқдори.

ГЭСни ишлаш графигидан топилади, 6.1- расм.



6.1-Расм. ГЭС ишлаш графиги

$$\Xi = \sum (N_r * n_i * t_i) = 9.81 * \eta_r * \eta_g H_x * \sum (Q_i * t_i), \text{ кВт. Соат.}$$

бу ерда:

- n - турбина билан фойдаланилаётган Q_i - сув сарфида t_i вақти давомида ишлаётган агрегатлар сони.

3. Капитал қўйилма K - бу ГЭС гидробўғини иншоотларини қуриш учун зарур харажат. Йириклаштирилган кўрсаткичлар бўйича капитал харажатлар

$$K = N_{урн} * a, \text{ ш.б., га тенг бўлади}$$

бу ерда:

a - 1 кВт ўрнатилган қувват баҳоси шартли бирликда;

$a = 120-150$ ш.б./кВт - канал сув тушургичидаги ГЭС;

$a = 160-200$ ш.б./кВт - ирригацион каналдаги деривацион ГЭС;

$a = 200-250$ ш.б./кВт - суғориш тармоғи бош қисмида

қурилган деривацион ГЭС;

$a = 200-250$ ш.б./кВт бош сув олиш бўғинидаги ўзанли ГЭС.

$a = 150-200$ ш.б./кВт - тўғон олди ГЭС.

4. Йиллик эксплуатацион харажатлар Ξ_r бу йил давомида ГЭСни нормал эксплуатация қилиш учун керакли маблағ. Улар капитал қўйилмани 3-7 % ни ташкил қилади

$$\Xi_r = 5\% * K, \text{ ш.б.}$$

5. Ишлаб чиқарилаётган электроэнергия таннарни

$$S = \Xi_r / \Xi, \text{ ш.б./ кВт.соат}$$

6. Ўрнатилган қувватдан йиллик фойдаланиш вақти

$$T_{\text{ж}} = \frac{Q}{N_{\text{ж}}}, \text{ соат}$$

7. Ҷўнати́лган қувватдан фойдаланиш коэффи́циенти

$$\eta = \frac{T_{\text{ж}}}{T_{\text{йил}}}$$

бу ерда - $T_{\text{йил}}$ — бир йилдаги соатлар сони.

6.2. Гидроэлектростанциялардан фойдаланиш ва унинг асосий муаммолари

Иншоотлар ва жихозлар комплексини мужассамлаштирувчи гидроэлектростанциялар энергия истеъмолчиларининг талабларига биноан электроэнергияни мукамал ишлаб чиқаришини таъминлаши зарур. Энергия таъминоти пухта бўлиши зарур ва бинобарин гидроэлектростанцияни барча иншоотлари ва жихозлари тўхтовсиз ишлаши ва лойихаланганда кўзда тутилган электроэнергия миқдорини ишлаб чиқаришни таъминлаши зарур. Фойдаланиш максимал самара билан олиб борилиши зарур. Ишни пухталиги ва иқтисодийлиги, фойдаланишнинг асосий талаблари ҳисобланади. Бу талабларни лойихалаш ва қурилиш жараёнида ҳам инobatга олиш зарур. Қурилган гидроэлектростанциядан шундай фойдаланиш керакки, лойиха асосига киритилган барча талаблар тўлиқроқ бажарилишига эришиш мумкин бўлсин.

Лойихалаш жараёнида иншоотлар ва жихозлар турини, улар конструкциясини, ўлчамларини танлаш ва жойлаштириш фойдаланишни ушбу асосий талабларини бажарилишини таъминлаши зарур: максимал ишлаб чиқариш самараси ва минимал меҳнат ва материал харажатлари. Гидроресурслардан комплекс фойдаланиш шароитида пухталик ва иқтисодийлик каби ўхшаш талаблар сув хўжалик комплексини бошқа элементлари иншоотларига ҳам қўйилади (сув транспорт, ирригацион ва бошқалар). Гидроэлектростанциялардан фойдаланиш жараёнида унинг барча элементларини самарали ишлашини таъминлаш эксплуатацион хизматчиларни асосий вазифаси ҳисобланади. Иншоот ва жихозлардан шундай фойдаланиш зарурки, ўзгарувчан гидрогеологик, метеорологик ва

бошқа мавжуд реал шароитларда, зарур миқдордаги электроэнергияни энерготармоқ учун талаб қилинаётган вақтда ишлаб чиқариш таъминлансин. Одатда, бунда гидроэлектростанциялардан иложи борица кўпроқ электроэнергия олиш зарур бўлади, айниқса юклама чўққисини қоплаш учун қувват, билан таъминлаш ахамиятли ҳисобланганда, унда иншоот ва жихозлардан шундай фойдаланиш зарурки, унда уларни энг яхши ҳолатда узоқ сақлаш таъминланиши ва ҳар қандай фойдаланиш режимида уларни шикастланмаслиги учун барча чоралар кўриб чиқилиши лозим.

Гидроэлектростанциялардан фойдаланиш «электр станциялар ва тармоқлардан техник фойдаланиш қоидалари» асосида олиб борилиши зарур.

Бу қоидаларни билиш эксплуатацион ходимлар учун мажбурий ва лойиха, илмий текшириш корхоналари ишчилари учун жуда фойдалидир. Барча иншоот ва жихозларни фойдаланиш даври мобайнида улардан узоқ муддат, тўхтовсиз ва янада самарали фойдаланиш заруриятидан яхши ҳолатда сақлаш, иншоот ва жихозларни барча таъмирлаш ишларини ўз вақтида ва юқори сифатда ўтказиш ёрдамида амалга оширилади. Таъмирлаш ишлари ўз вазифаси, масштаби, ўтказиш вақти ва молиялаш шароити бўйича капитал ва жорий таъмирлашга бўлинади. Булардан капитал таъмирлаш ўз характери бўйича йирикроқ, ахамиятлироқ ва нисбатан кўпроқ маблағ талаб қилади. Одатда бу нисбатан катта шикастланишлар, ва жихоз, иншоотларни емирилиши билан боғлиқ (масалан турбинани анчагина кавитацион емирилиши, затвор, панжара, тўғонни бетон юзасини шикастланиши, масъул иншоотлар яқинида ўзани ювилиши, оқизикларни рухсат этилгандан кўпроқ чўкиши, фильтрацияни кучайиши натижасида гидроэлектростанцияларни самарали фойдаланиш тўсқинлик қилиниши).

Гидроэлектростанцияларни	баъзи	элементларини
капитал таъмирлаш,	вақти-вақти	билан тартибли,
масалан 5-10-15	йилда бир марта	баъзан ундан ҳам

узоқ муддатда ўтказилади. Жорий таъмирлаш иншоотлар ва жихозларни ахамияти кам емирилишларини тузатишдир. Улар, хали иншоот ва жихозлар анчагина сифатли шикастланиб улгурмаган холларда ўринлидир.

Бироз шикастланиш ҳосил бўлиши билан таъмирлашни ўтказиш, иншоотларни ва жихозларни яхши ҳолатда сақлашни энг иқтисодий ва самарали усулидир. Бунда албатта таъмирлаш ишларини хажми, меҳнат ва материаллар харажати нисбатан кичик бўлади. Шунинг учун жорий таъмирлаш доимий кам ишчи кучи билан систематик ва режали, яъни ҳар қунги жорий иш тартибда бажарилиши мумкин.

У иншоот ва жихозларни систематик қўруви ва уларни иш сифатини кузатиш натижалари асосида амалга оширилади.

Профилактик (огохлантириш) таъмирлаш, жорий таъмирлашни хусусий холи ҳисобланади ва иншоот ва жихозларни яхши ҳолатда сақлаб туришни энг самарали воситаси бўлиб, улардан пухта ва тўхтовсиз фойдаланишни таъминлайди. Бунда иншоот ва жихозларни жорий қўруви синчковлик билан ўтказилиши шикастланишни улар ҳосил бўла бошлагандаги бошланғич давридаёқ билишини тақозо қилади. Бир текис тартибда ўтказиладиган профилактик таъмирлаш (режали-огохлантириш таъмир) унинг юқори самарадорлиги, фойдаланишни пухталигини таъминлаш, таъмирлаш ишларининг асоси бўлишига олиб келди.

Кўпгина холларда сув энергетик ресурслардан тўлиқроқ фойдаланиш имконияти, халқ хўжалик ахамиятига эгадир. Сув ресурсларидан комплекс фойдаланишда бу талаблар, гидроэлектростанциялар учун фойдаланилаётган оқим ва сарф хажмига таълуқлидир.

Лойихалашда ва фойдаланиш жараёнида, гидроэлектростанцияларда фойдаланилаётган оқим ва сарф хажмини кўпайтириш, қувватни, энергия ишлаб чиқаришни ва шу билан бирга энерготармоқда улардан фойдаланиш самарасини кўпайтиради. Шу мақсадда фойдаланиш билан шуғулланувчи ишчилар вазифасига киради:

- гидротурбиналар билан оқимдан тўлиқроқ фойдаланишни таъминлаш. Сув чиқарувчи ва кема қатновчи иншоотлар затворлари ва гидротурбина йўллантирувчи аппаратларини зичланмаганлиги сабабли йўқотилишларни камайтириш зарур;

- сув ресурсларидан комплекс фойдаланишда электроэнергия ишлаб чиқариш учун ажратилган оқим ва сарф Q хажмини W кўпайтиришга ҳаракат қилиш зарур. Нознергетик мақсадларга ажратилган оқим хажмини асоссиз кўпайтиришга қарши чоралар кўриш. Бу эса тегишли корхоналар таърафидан кема қатнайдиған каналларда, ишлаб чиқаришни сув билан таъминлашда, ирригацион иншоотларда истемол қилинаётган сувни самарали назорат қилишни талаб қилади;

- юқори бьефдан ёки келтирувчи сув элитгичлардан гидро-электростанциянинг ўз эхтиёжлари учун ишлатиладиган сувнинг миқдорини камайтириш, масалан панжарадаги ахлат ва фойдаланишни қийинлаштирувчи оқизикларни чиқариш, тиндиргичларни ювиш ва техник сув таъминотиға ишлатиш миқдорини. Одатда ўз эхтиёжлари учун сув олиш гидростанцияда фойдаланилаётган оқимни 0.25-1.5 % ни ташкил қилади;

- ях ва муз парчаларини турбинадан ўтказмасдан ташлашда иложи бориға қочиш, чунки бунда оқимни бир қисмини исроф бўлади, шунинг учун барча мумкин бўлган холларда муз парчаларини турбинадан ўтказиш ва ях муз парчаларини юқори бьефда ушлаб қолиш. Чунки уларни эриши турбина билан фойдаланилаётган оқим хажмини кўпайтиради;

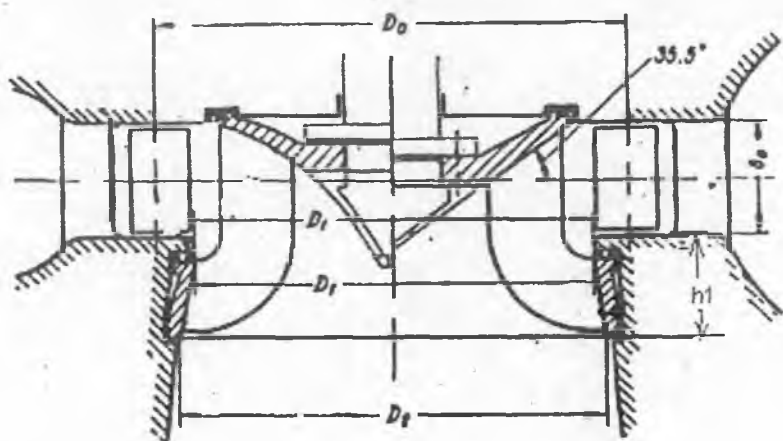
- Н статик босимини иложи бориға каттароқ, яъни юқори бьеф сатҳини иложи бориға юқори белгида ва пастки бьеф сатҳини пастроқ белгида ушлаб туриш;

- энерготармоқ таркибидаги гидроэлектростанция иш режимини бошқа электростанциялар иш режими билан келиштириш. Одатда бу келишиш, энерготармоқ учун энг кулай гидроэлектростанцияни иш

Радиал- ўқий гидротурбина ишчи гилдираги схемаси

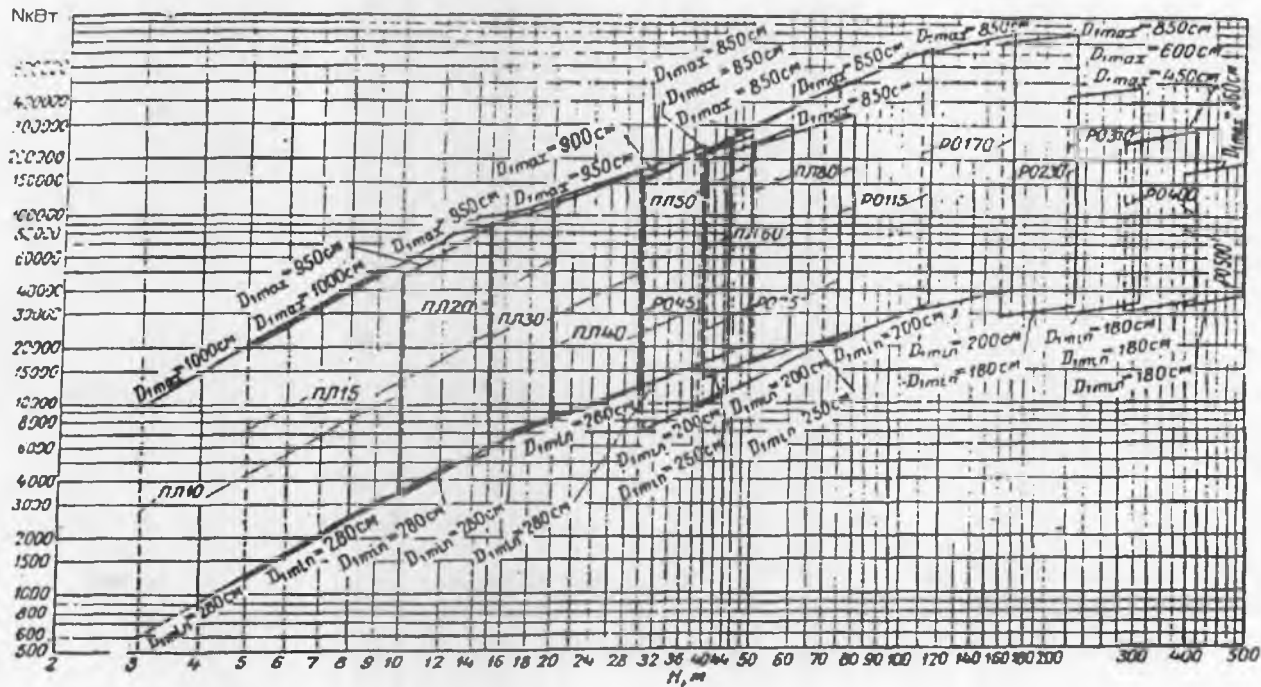
Ишчи гилдираги тури	D2	v_0	D0	h1
PO45/123	1,08	0,35	1.16-1.2	0.22
PO75/211	1,09	0,30	1.16-1.2	0.25
PO115/82	1,025	0,20	1.16-1.2	0.25
PO170/683	1,034	0,224	1.16-1.2	0.25

$$D_1 = 1,0\text{м}$$

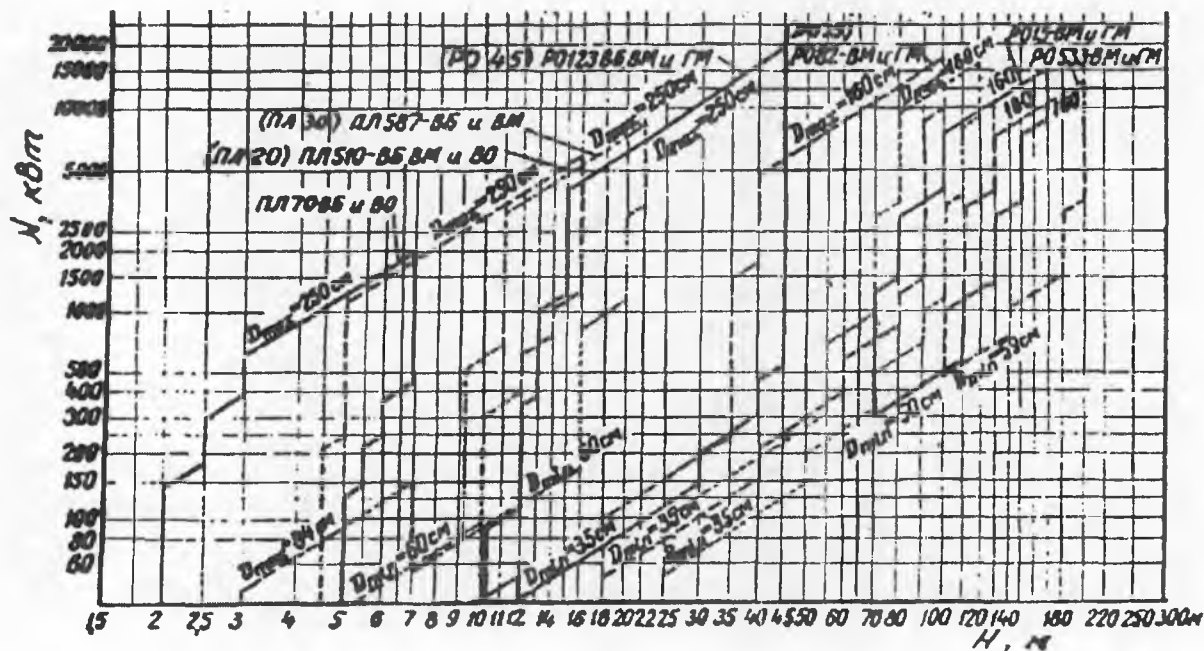


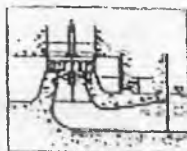
Йирик турбиналарни қўлланиш минтақаси йигма графиги

Илова 3

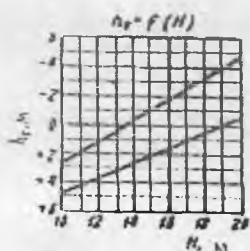
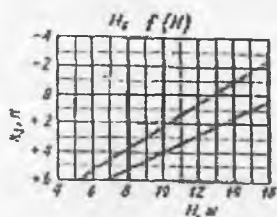


Ўрта ва кичик турбиналарни қўлланиш минтақаси йиғма графиги

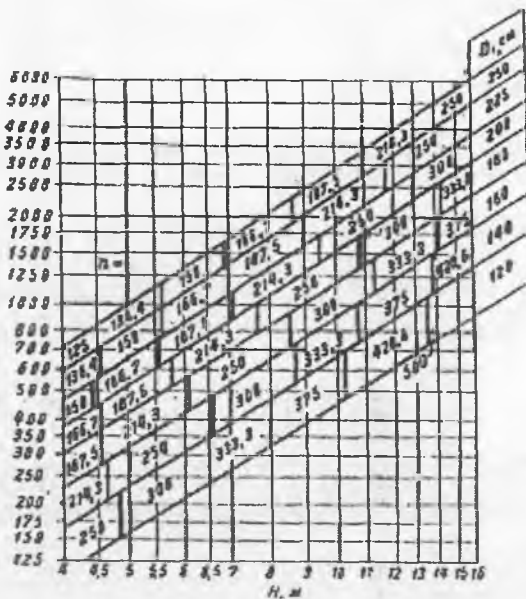




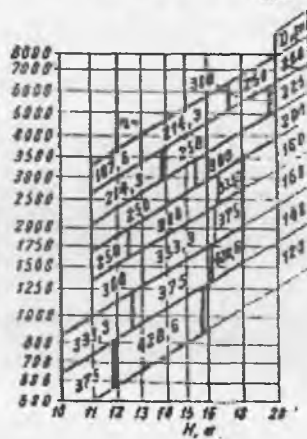
$$H_2 = H_1 - \frac{Q}{3600} \cdot \Delta h$$



Қуаттың суратын H , кВт



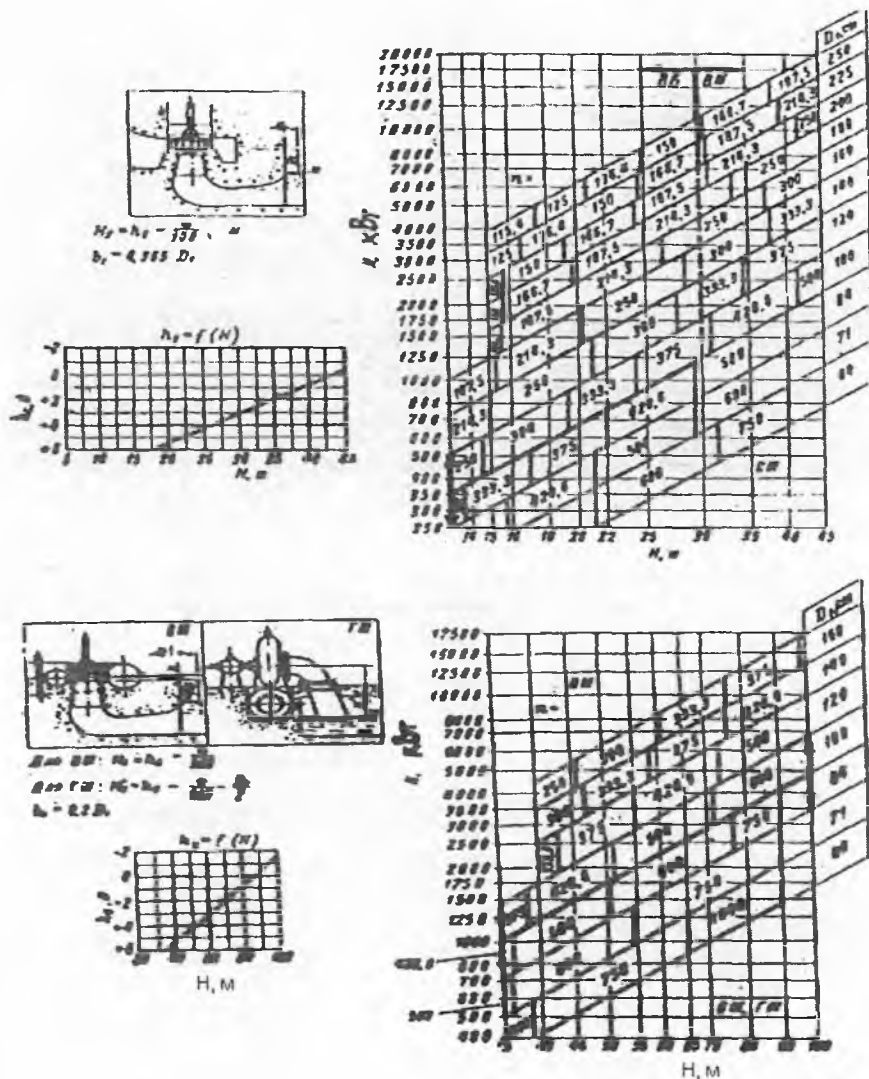
η , кВт



Турбиналарнинг хусусий графиклари

- а) ПЛ 20/510-ВБ Ўрта турбинани қўллаш минтақаси.
б) ПЛ 30/587-ВБ Ўрта турбинани қўллаш минтақаси.

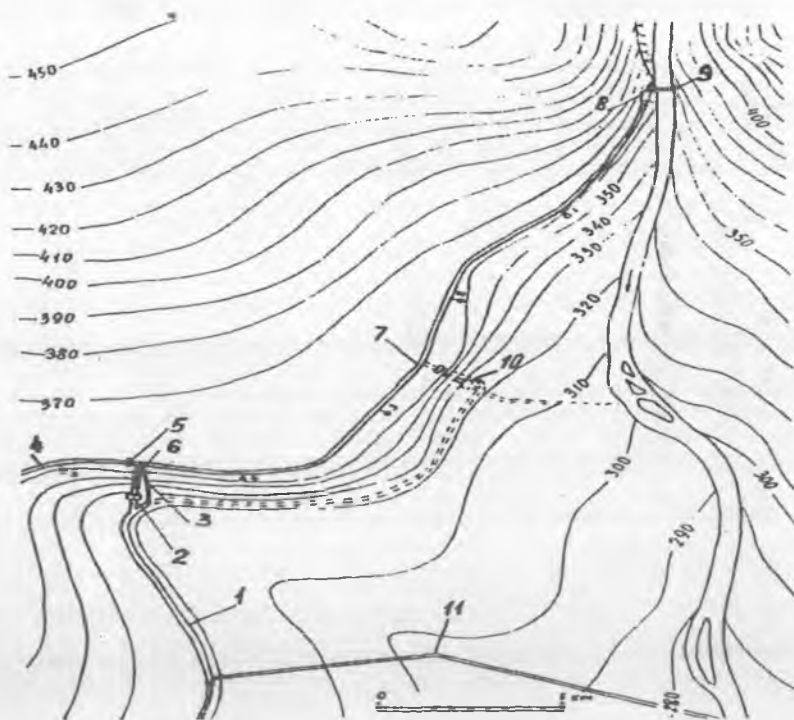
Турбинани қўллаш минтақаси



а) РО 45/23-ВБ Турбинани қўллаш минтақаси;

б) РО 74/82-ВБ Турбинани қўллаш минтақаси.

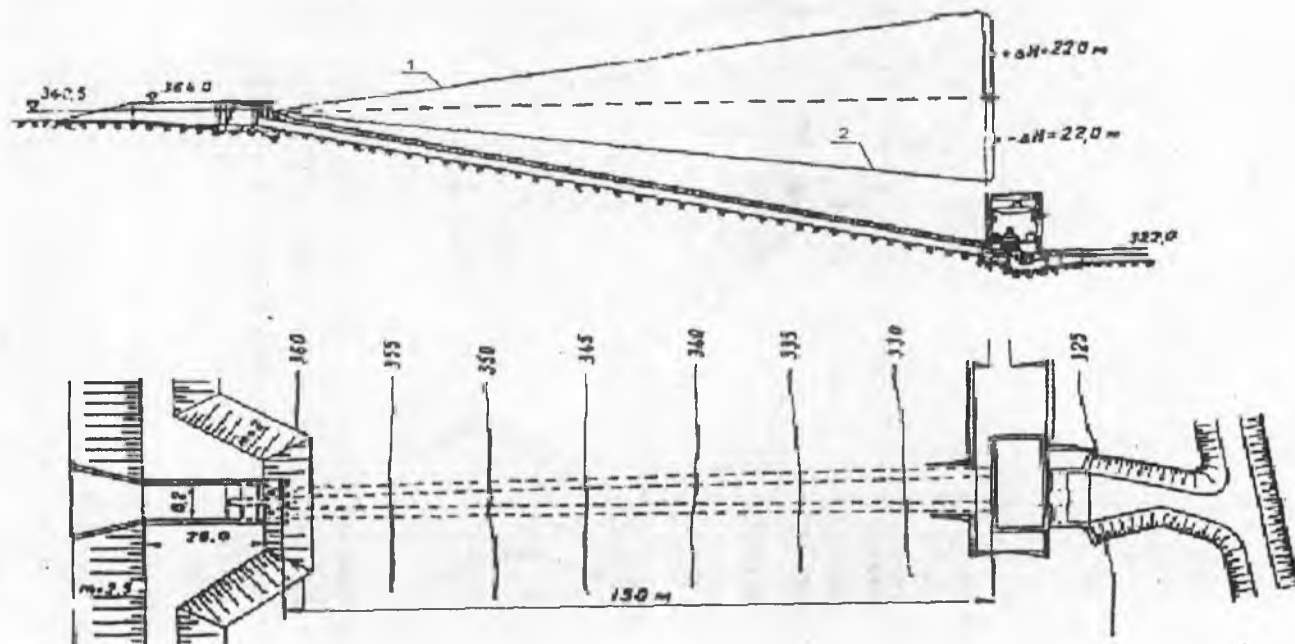
Ирригацион каналдаги деривацион ГЭС схемаси



- 1 - 1 суғориш канали, 2 - станция биноси, 3 - салт ташлама, 4 - шлюз бошқаргич,
 5 - босимли ховуз, 6 - деривацион канал, 7 - тиндиргич, 8 - тўсувчи тўғон, 9 -
 ГЭСни жойлашиш варианты, 10 - ташлама канал.

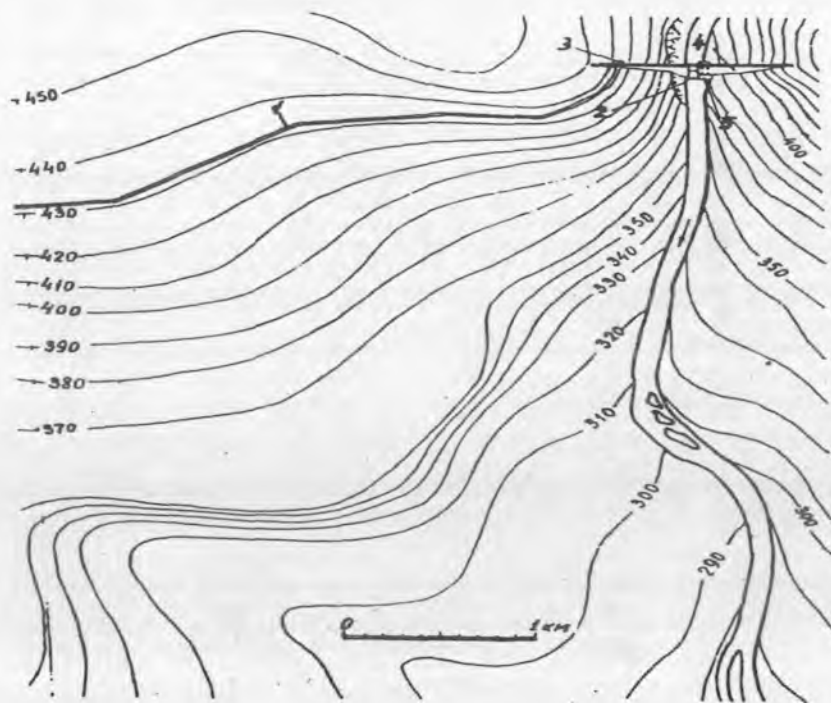
Деривацион ГЭС станцион бўғини схемаси:

1 - максимал босимлар чизиғи, 2 - минимал босимлар чизиғи.



Тўғон ёни ГЭС схемаси:

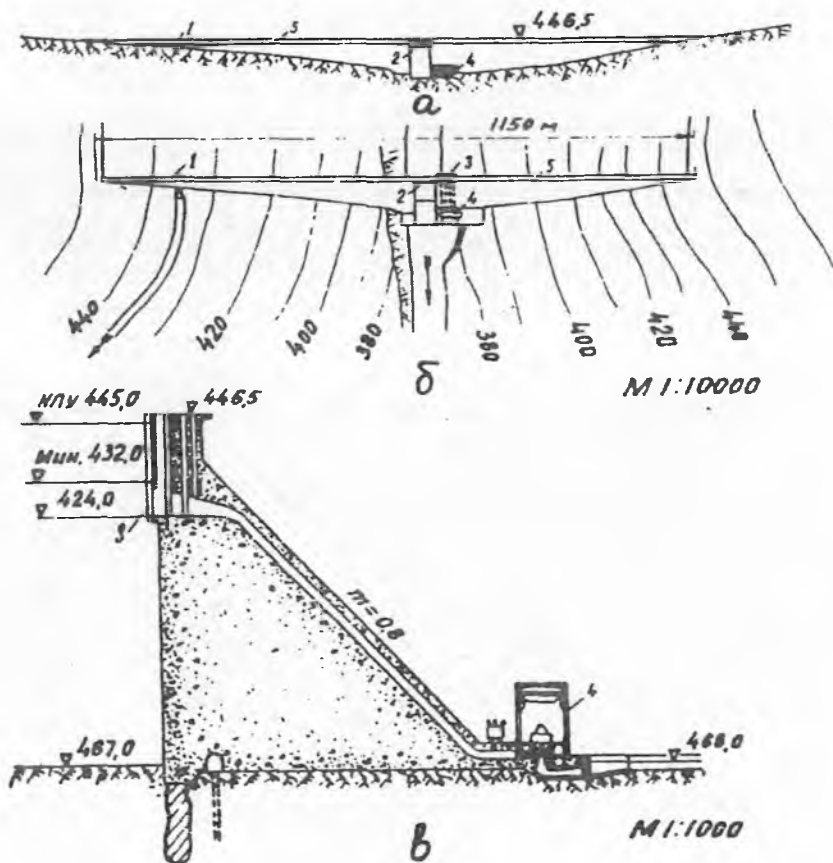
1 - ирригацион канал, 2 - сув ташлаш, 3 - сув қабул қилгич, 4 - тўғон, 5 - берк тўғон.



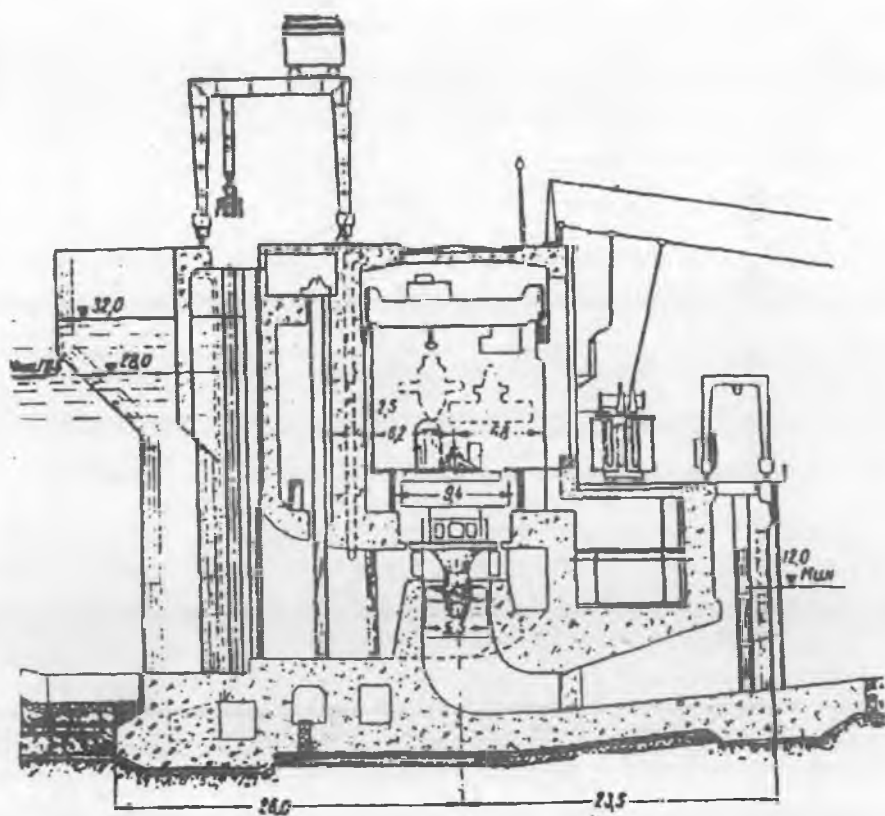
Тўғон ёни гидробўғин схемаси:

а - пастки бьеф томондан кўриниши, б - план, в - қирқими.

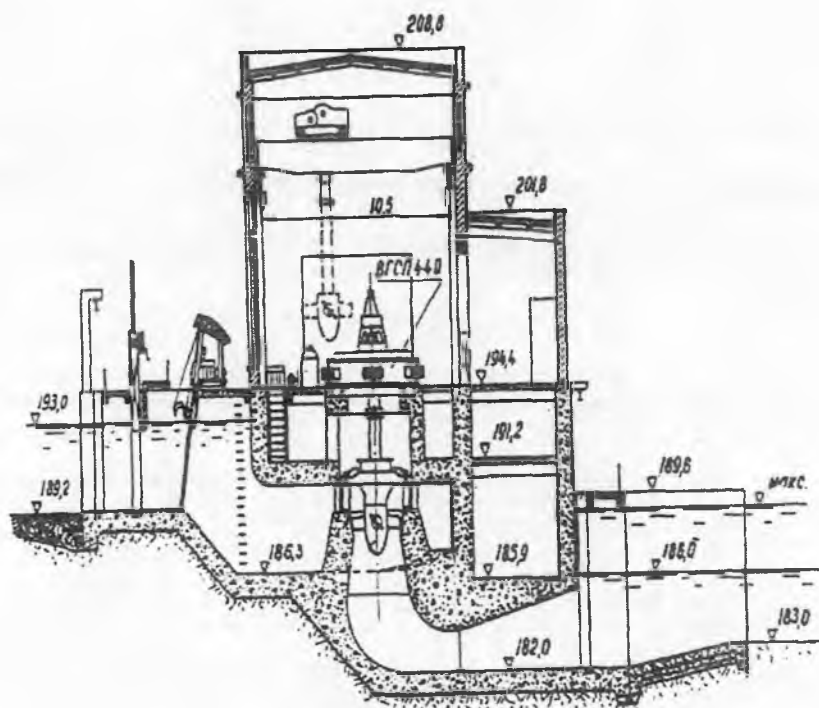
1 - сув қабул қилгич, 2 - сув ташловчи тўғон, 3 - ГЭС биноси, 4 - берк тўғон



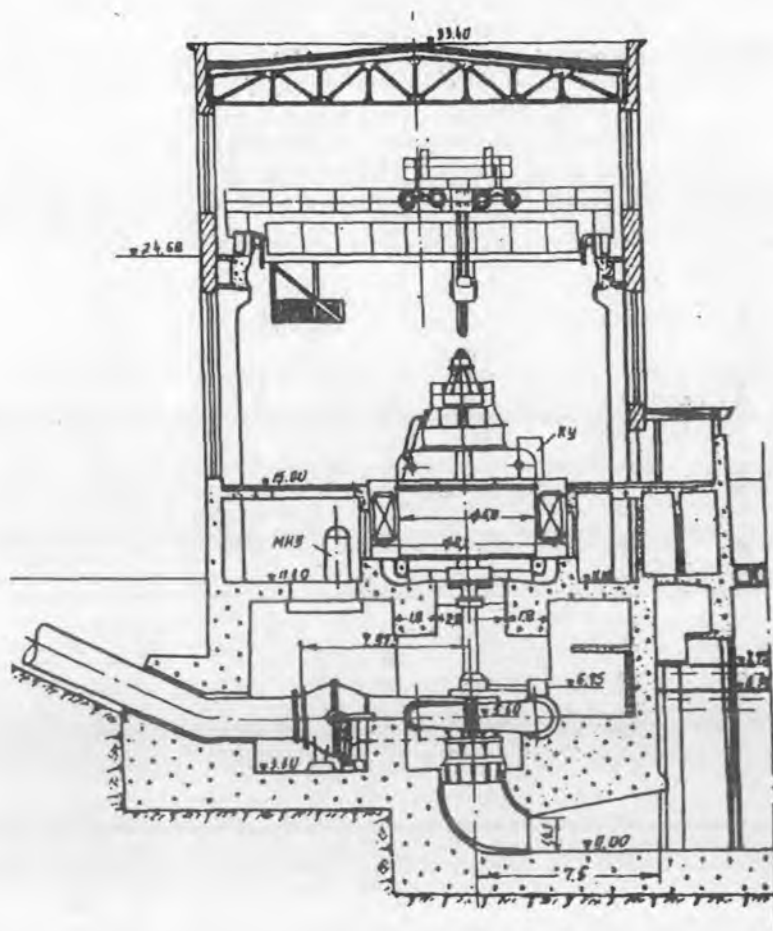
Тўғонли ГЭС биноси қирқими



Ўзанли ГЭС биноси қирқими



Деривацион ГЭС биноси қирқими.



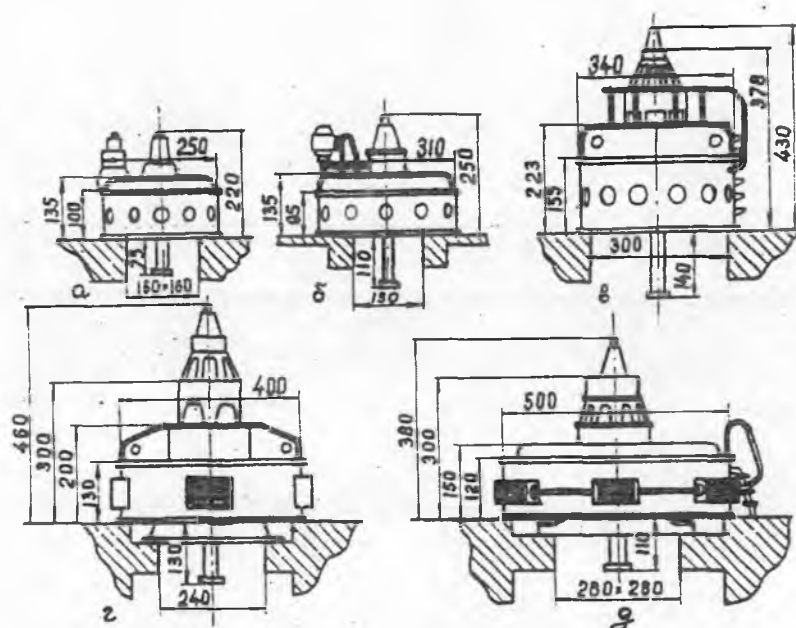
Катта бўлмаган қувватли вертикал гидрогенераторлар

Генератор тури	Айланиш тезлиги айл/мин	Қувват кВт	Ф.И. К. %	Маховой момент тм ²	Одатда ги оғирли к т.	Максимал монтаж оғирлиги Т
ВГСП32 5/34-60	100	600	87,0	70	44,0	19,0
ВГСП32 5/39-48	125	1000	88,0	75	46,0	20,0
ВГСП440/2 9-48	125	1500	94,0	170	53,0	20,0
ВГСП440/34-48	125	1800	94,5	190	54,0	22,0
ВГС 32 5/24-40	150	600	89,0	35	20,0	8,3
ВГС 32 5/34-40	150	800	91,3	50	27,3	10,7
ВГС325/39-40	150	900	91,5	70	32,0	11,0
ВГСП32 5/2 9-40	150	1200	92,8	65	42,0	17,0
ВГС32 5/2 9-40	150	1200	93,0	67	42,5	17,2
ВГС 32 5/ 39-40	150	1500	93,5	75	42,5	18,3
ВГСП440/39-40	150	2400	94,2	210	56,0	24,0
ВГСП440/49-40	150	3000	94,5	2 30	62,0	28,0
ВГС440/49-40	150	3000	94,5	2 30	60,0	24,0
ВГС440/59-40	150	4000	94,8	260	70,0	30,0
ВГСП260/24-32	187,5	640	91,5	17	20,0	8,0
ВГС2 60/2 9-32	187,5	800	92,0	20	18,5	7,5
ВГСП325/34-32	187,5	1700	94,0	70	44,0	19,0
ВГСП325/49-32	187,5	2200	95,0	80	48,0	21,0
ВГСП440/39-32	187,5	3600	94,5	210	56,0	24,0
ВГС440/59-32	187,5	5000	95,0	260	70,0	30,0
ВГС260/20-2 8	214	560	91 8	15	16 5	6 0
ВГС260/24-2 8	214	760	92,0	17	17,5	6,7
ВГС260/2 9-2 8	214	1000	92,5	20	18,5	7,5
ВГСП260/2 9-28	214	1000	92,5	20	21,0	9,0
ВГС 32 5/2 9-2 8	214	1300	94,0	60	38,5	16,0
ВГС325/39-28	214	1850	94,5	105	45,5	22,7
ВГСП325/49-28	214	2350	95,0	80	48,0	21,0
ВГС 325/54-28	214	2700	95,0	90	51,0	21,0
ВГСП325/59-28	214	32 00	95,0	100	56,0	24,0
ВГС 32 5/69-2 8	214	3840	95,5	120	60,0	25,9
ВГС260/20-24	250	680	92,0	15	16,5	6,0
ВГС260/24-24	250	960	93,0	17	17,5	6,7

Генератор тури	Айланиш тезлиги айл/мин	Қувват кВт	Ф.И. К. %	Маховой момент, тм ²	Одатда- ги огирли кт	Максимал монтаж огирлиги Т
ВГС260/29-24	250	1200	93.2	20	18.5	7.5
ВГСП260/34-	250	1400	93.5	22	22.0	10.0
ВГС 32 5/29-2	250	1840	94.0	60	36.2	16.0
ВГСП325/34-	250	2000	94.0	70	44.0	19.0
ВГС 32 5/59-2	250	4000	96.5	100	55.0	25.0
ВГС325/64-24	250	4000	95.3	120	63.0	29.0
ВГСП213/29-	300	630	92.4	8	12.0	3.8
ВГСП2 60/20-	300	750	92.5	15	18.5	7.0
ВГС32 5/29-20	300	2000	94.0	75	41.0	20.2
ВГС32 5/39-20	300	3000	95.0	90	46.5	24.3
ВГС 32 5/49-20	300	3870	95.7	80	46.7	21.3
ВГС 32 5/49-20	300	5000	96.7	90	54.0	22.0
ВГС213/29-16	375	1000	94.0	8	11.0	4.2
ВГС2 60/29-16	375	1500	93.8	22	20.0	8.5
ВГС325/39-16	375	3000	95.0	60	45.0	20.0
ВГС260/64-16	375	4000	96.0	38	63.0	25.0
ВГС213/24-14	428.6	750	93.0	6.5	9.2	3.4
ВГС213/29-14	428.6	1000	93.6	7	12.0	3.6
ВГС213/49-14	428.6	1750	95.0	12	20.0	7.5
ВГС2 60/44-14	428.6	2200	95.0	25	41.0	20.0
ВГС32 5/49-14	428.6	5000	96.8	90	54.0	22.0
ВГС213/34-12	500	1300	94.0	9	13.0	5.6
ВГС2 60/29-12	500	1700	95.5	20	25.0	10.0
ВГС2 60/44-12	500	2900	86.0	25	41.0	20.0
ВГС260/44-10	600	3400	96.5	25	41.0	20.0

Изох: Генераторлар кучланиши 6300 в.

Кичик қувватли вертикал гидрогенераторлар ўлчамлари



а – ВГСП213; б – ВГСП260 ($N \leq 1500$ кВт); в – ВГСП260 ($N = 1700$ кВт);
г – ВГСП 325; д – ВГСП440.

АДАБИЁТЛАР

1. Гидроэлектростанции малой мощности. Под ред. В.В. Елистратова. - Санкт-Петербург, СПбГПУ, 2005, 431с.
2. Мухаммадиев М.М., Низомов О.Х. Гидротурбиналар. Ўқув қўлланма.- Т., 2006, 152 бет.
3. Губин Ф.Ф., Кривченко Г.И. Гидроэлектрические станции - М., Энергия, 1980, 367 ст.
4. Мухаммадиев М.М. Гидроэнергетикага кириш. Маърузалар матни. ТошДТУ, Тошкент, 2006, 71 бет.
5. Ильиных И.И. Гидроэлектростанции. – Москва, Энергия, 1978, 322 ст.
6. Карелин В.Я., Волшаник В.В. Сооружения и оборудование малых гидроэлектростанций. - М., Энергоатомиздат, 1986, 268 ст.
7. Шавелев Д.С. и др. Использование водной энергии. – Л., Энергия, 1976, 655 ст.
8. Соколов Д.Я. Использование водной энергии. Москва, Колос, 1965, 446 ст.
9. Потапов В.М., Ткаченко П.Е., Юшманов О.П. Использование водной энергии. - М., Колос, 1972, 343 ст.
10. Схема развития малых ГЭС в системе Минводхоза Узбекистана на период до 2010 года. Часть 1. -- Т., 1992, 151 ст.

Мундарижа

Сўз боши.....	4
1-боб. Ўзбекистон гидроэнергетикаси.....	5
1.1.Тарихи ва ривожланиш босқичлари.....	5
1.2.Электрлантириш техник ва маданий тараққиёт асоси.....	8
2-боб. Гидравлик энергия ва ундаги фойдаланиш усуллари.....	10
2.1. Гидроэнергетик ресурслар.....	10
2.2. Сув энергиясидаги фойдаланиш принциплари.....	13
2.3. ГЭС параметрлари.....	14
2.4. Гидроэнергетик ресурслардаги фойдаланиш схемаси.....	16
2.5. Гидроаккумуляцияловчи ва гидротурбонасос станциялар ҳақида ушунчалар.....	21
3-боб. Сув ҳўжалиги ва сув энергетик ҳисоблар.....	25
3.1. ГЭСларни сув энергетик ҳисоби тушинчаси.....	25
3.2. Электроэнергия тармоқлари.....	28
4-боб. ГЭС жихозлари.....	31
4.1. Гидравлик турбиналар.....	31
4.2. Реактив турбиналар.....	33
4.3. Актив турбиналар.....	37
4.4. Реактив турбиналар асосий қисмлари.....	40
4.5. Турбиналарни синаш. Турбина характеристикалари.....	48
4.6. Турбина генераторини ва автоматик бошқарувчини танлаш.....	58
4.7. Гидротурбиналарда кавитация.....	64
5-боб. Гидроэнергетик бўғинлар.....	66
5.1. Гидробўғинлар класификацияси. Тўғонли, деривацион ва аралаш гидробўғинлар иншоотлари компаковкаси схемаси.....	66
5.2. ГЭС бинолари класификацияси. Ўзанли, тўғон ёни ва алоҳида турувчи бинолар.....	70
5.3. ГЭС деривацион сув элитгичлари. Босимли ва босимсиз сув элитгичлар.....	76
5.4. ГЭС босимли ҳовузлари ва суткали бошқариладиган ховузлар.....	80
5.5. Турбина сув элитгичлари.....	85
5.6. Босимли сув элитгичларда гидравлик зарба.....	88
6-боб. ГЭС техник иқтисодий кўрсаткичлари ва эксплуатацияси.....	93
6.1. ГЭС йириклаштирилган техник иқтисодий кўрсаткичлари.....	93
6.2. Гидроэлектростанциялардан фойдаланиш ва унинг асосий муаммолари.....	95
Иловалар.....	98
Адабиётлар.....	115
Мундарижа.....	116

Бадалов Абдулла Саъдиевич
Зенкова Валентина Александровна
Уралов Бахтиёр Рахматуллаевич

«ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯЛАР»

Ўқув қўлланма

Мухаррир: О.Қодиров.

Подписано в печать 28.02.2008г. формат 60х84, 1/16.
Объём 7,4 п.л. Тираж 30 экз. Заказ № 114.
Отпечатано в типографии ТННМ.
Ташкент 700000, ул. Карл-Ниязова, 39.

