



ГИДРОТЕХНИКА ҚУРИЛИШИ
(ТУРЛАРИ БЎЙИЧА)

Тошкент архитектура-қурилиш
институтининг ҳузуридаги тармоқ
маркази

**ГЭС ТУРБИНАСОЗЛИҚДАГИ
УЗГАРИШЛАР**

ТОШКЕНТ-2020

Мазкур ўқув-услугий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчи: ТАҚИ, т.ф.н., доцент, Низамов О.Х.

Тақризчилар:: Э.Ж. Махмудов -ТИМИ қошидаги Ирригация ва сув муоммалари тадқиқот институтининг етакчи илмий ходими, т.ф.д.,профессор
Х.Файзиев – ТАҚИ, “ГИ 3 ва П“ кафедра профессори, техника фанлари доктори

Ўқув -услугий мажмуа ТАҚИ Кенгашининг 2020 йил 11 декабрдаги 2-сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	13
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	16
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	57
V.КЕЙСЛАР БАНКИ	82
VI. ГЛОССАРИЙ.....	85
VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	90

І. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли қарорида белгиланган устивор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнларида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усуллари ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Дастур доирасида берилган мавзулар таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлигига қўйилган умумий малака талаблари ва ўқув режалари асосида шакллантирилган бўлиб, бу орқали олий таълим муассасалари педагог кадрларининг соҳага оид замонавий таълим ва инновация технологиялари, илғор хорижий тажрибалардан самарали фойдаланиш, ахборот-коммуникация технологияларини ўқув жараёнига кенг татбиқ этиш, чет тилларини интенсив ўзлаштириш даражасини ошириш ҳисобига уларнинг касб маҳоратини, илмий фаолиятини мунтазам юксалтириш, олий таълим муассасаларида ўқув-тарбия жараёнларини ташкил этиш ва бошқаришни тизимли таҳлил қилиш, шунингдек, педагогик вазиятларда оптимал қарорлар қабул қилиш билан боғлиқ компетенцияларга эга бўлишлари таъминланади.

Қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда долзарб масалаларидан келиб чиққан ҳолда дастурда тингловчиларнинг махсус фанлар доирасидаги билим, кўникма, малака

ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар такомиллаштирилиши мумкин.

Ишчи дастур олий ва ўрта махсус таълим муассасалари педагог кадрларнинг касбий тайёргарлиги даражасини ривожлантириш, уларнинг илғор педагогик тажрибаларни ўрганишлари ҳамда замонавий таълим технологияларидан фойдаланиш бўйича малака ва кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Ишчи дастур мазмунида хориж таълим тажрибаси, ривожланган давлатларда таълим тизими ва унинг ўзига хос жиҳатлари ёритиб берилган.

Ишчи дастур олий ва ўрта махсус таълим муассасалари педагог кадрларнинг касбий тайёргарлиги даражасини ривожлантириш, уларнинг илғор педагогик тажрибаларни ўрганишлари ҳамда замонавий таълим технологияларидан фойдаланиш бўйича малака ва кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Ишчи дастур мазмунида хориж таълим тажрибаси, ривожланган давлатларда таълим тизими ва унинг ўзига хос жиҳатлари ёритиб берилган.

Ушбу ишчи дастур, бугунги кунда кичик дарёларнинг потенциалидан кичик ва миниг ГЭСларда фойдаланишда энергия таъминотини яхшиланишини ва бугунги кунда кичик гидростанцияларни маълум бўлган гидротехник иншоотларда қуриш самарали эканлиги кўрсатади. Дунё гидроэнергетикаси соҳасидаги сўнгги ютуқлар, тизимлар, усулларини, ўзгаришларни, кичик гидроэлектростанцияларни лойиҳалаш ва қуриш соҳасидаги модулни ўқитишдаги илғор хорижий тажрибаларни, энг охириги инновацион ўзгаришнинг долзарб масалаларни ўз ичига олади

Ишчи дастурнинг мазмуни тингловчиларни **“Кичик гидроэлектростанцияларни лойиҳалаш ва қуриш”** модулидаги назарий методологик муаммолар, чет эл тажрибаси ва унинг мазмуни, тузилиши, ўзига хос хусусиятлари, илғор ғоялар ва махсус фанлар доирасидаги билимлар ҳамда долзарб масалаларни ечишнинг замонавий усуллари билан таништиришдан иборат.

Шу ўринда **«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар»** модулининг ўрни ва аҳамияти каттадир.

Ушбу модул ишчи ўқув дастури **“Гидротехника қурилиши (турлари бўйича)”** йўналиши бўйича олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш курсининг ўқув дастури мазмунига тўғри келувчи ва ушбу модул бўйича алоҳида мавзу ва саволларни ўрганиш ҳажми, таркиби ва кетма-кетлигини аниқловчи асосий ҳужжат ҳисобланади.

Бугунги кунда электр энергияни ишлаб чиқиш энергетикани долзарблигидан, Булар эса туганмас ва экологик жиҳатдан тоза ҳисобланадилар ушбу модулни ўқитишда Ўзбекистон республикасининг Вазирлар Маҳкамиси томонидан кичик гидроэнергетикани ривожлантириш тўғрисида **«Дарёларнинг, ирригация каналларининг ва сув омборларнинг кичик гидроэнергетик потенциалини ривожлантириш концепсияси»** муҳум ҳужжати ва **«Ўзбекистон республикасида кичик гидроэнергетикани ривожлантириш режаси»** тасдиқланган.

Тингловчиларга кичик гидроэлектростанцияларни лойиҳалаш ва қуриш бўйича белгиланган устивор вазифаларни моҳиятини тушунтириш, уларни бажариш бўйича билим ва кўникмаларни тингловчиларда ҳосил қилиш энг муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар»

модулининг мақсади:

-педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларини архитектура назарияси соҳасидаги инновацияларга доир билимларини такомиллаштириш, инновацион технологияларни ўзлаштириш, жорий этиш, таълим амалиётида қўллаш ва яратиш бўйича **кўникма** ва **малакаларини** таркиб топтириш.

«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар» модулининг вазифалари:

-ГЭСлар турбинасозлиги ҳозирги пайтдаги жаҳон ва Ўзбекистон республикаси миқёсида ривожланиш тенденцияси тўғрисида **билимларни кенгайтириш**;

-Турбиналарнинг гидроэлектростанцияларда эксплуатацияда самарали фойдаланиш **бўйича билим ва кўникмаларни** шакллантириш;

-иригация учун мўлжалланган сув омборларини ва каналларни ҳамда кичик сойларнинг гидроэнергетик потенциалидан фойдаланиш усуллари ҳақида олган янги билимларини ўз модулларини ўқитишда ўринли ишлата олиш кўникмаларини ҳосил қилиш ва уларни **амалиётга татбиқ этиш**.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар»

модулининг ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида қуйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

Тингловчи:

- гидротехника қурилиши йўналишининг долзарб муаммолари ва уларни ҳал қилишнинг асосий тенденцияларини;

- гидротехника қурилиши йўналишида қўлланиладиган замонавий қурилмалар ва технологияларни;

- хорижда ГЭСлар ишлатиладиган турбиналар ва уларнинг янги турлари - қурилмалари илғор тажрибаларини, уларнинг афзалликлари ва камчиликларини;

- энг охириги инновацион турбиналарни;

- гидротехника қурилиши йўналишида истиқболли ривожланиш йўналишларини;

- Ўзбекистон гидроэнергетикаси, гидроэнергетик ресурслар, гидравлик энергия ва ундан фойдаланиш, сув энергиясини ишлатиш принципларини;

- ирригация учун мўлжалланган сув омборларини ва каналларни ҳамда кичик сойларнинг гидроэнергетик потенциалидан фойдаланиш усуллари ҳақида маълумотга эга бўлиш.

- Гидроэлектростанциялар ва кичик ГЭСларни эксплуатацияга чиқарилганларда самарали фойдаланишни *билиши* керак.

Тингловчи:

- гидротехникада инновацион технологияларни қўллаш;
- гидроэлектростанция турбиналарининг қурилмалари янги турларини танлаш;

- гидроэлектростанциялар ва кичик ГЭСларни олдин қурилиб кейинчалик эксплуатациядан чиқарилганлардан самарали фойдаланиш **бўйича билим ва кўникмаларни** шакллантириш

- гидротехника иншоотларини ишончилиги ва хавфсизлигини аниқлаш *кўникмаларига* эга бўлиши лозим.

Тингловчи:

- замонавий гидротехника иншоотларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

- ГЭС ва КГЭСларда турбиналарни ҳозирги пайтдаги жаҳон ва Ўзбекистон республикаси миқёсида ривожланиш тенденцияси тўғрисида

- ГЭС параметрларистатик, брутто ва нетто босимларни аниқлаш, босим ҳосил қилиш усуллари, кичик ГЭСларнинг гидромашиналари ва генераторларини ҳисобларини бажариш;

- ирригация учун мўлжалланган сув омборларини ва каналларни ҳамда кичик сойларнинг гидроэнергетик потенциалидан фойдаланиш усуллари ҳақида маълумотга эга бўлиш.

- ГЭС ва КГЭСлар иншоотлари ва уларда ўрнатиладиган гидравлик турбиналарни муайян шароитларга мос ҳолда танлашни билиши зарур;

- гидротехника иншоотларини ишончилиги ва хавфсизлигини таъминлаш бўйича *малакаларига* эга бўлиши зарур.

Тингловчи:

- замонавий гидротехника иншоотларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш;

- ГЭС ва Кичик ГЭСлар иншоотлари ва уларда ўрнатиладиган гидравлик турбиналарни муайян шароитларга мос ҳолда танлашни билиши зарур;;

- гидротехника иншоотларини ишончилиги ва хавфсизлигини таъминлаш бўйича *компетенцияларига* эга бўлиши лозим.

Модулни ўзлаштиришга қўйиладиган талаблар

«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар» модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида тингловчилар:

- замонавий Мини ва Кичик ГЭСлар ҳақидаги тасаввурга эга бўлиши керак;

-ГЭС ва Кичик ГЭСлар иншоотлари ва уларда ўрнатиладиган гидравлик турбиналарни муайян шароитларга мос ҳолда танлашни билиши зарур;

-Сув энергиясидан ноананавий фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиши лозим.

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар» модулини ўқитиш жараёнида қуйидаги инновацион таълим шакллари ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- замонавий ахборот технологиялари ёрдамида интерфаол маърузаларни ташкил этиш;
- виртуал амалий машғулотлар жараёнида лойиҳа ва кейс технологияларини қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

Модул мазмуни ўқув режадаги «Гидротехник иншоотлар, уларни таъмирлаш реконструкцияси», «Гидротехник иншоотларни ишончлиги ва хафсизлиги» «Био ва иншоотларнинг техник эксплуатация масалалари», «Гидромашиналар ва гидроэлектрстанциялар» ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда уларнинг илмий-назарий ва амалий асосларини очиб беришга хизмат қилади, ҳамда услубий жиҳатдан узвийдир

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Фан олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий тайёргарлиги даражасини ривожлантириш, уларнинг илғор педагогик тажрибаларни ўрганишлари ҳамда замонавий таълим технологияларидан фойдаланиш бўйича малака ва кўникмаларини такомиллаштиришга қаратилганлиги билан аҳамиятлидир. Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар замонавий кичик ГЭСлар ва уларда қўлланадиган гидротурбиналар, КГЭСларни лойиҳалашга доир проектив, креатив ва технологик касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти:

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат				
		Хаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси			
			жами	Назай	Амалий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Кириш. Гидротурбиналарни келиб чиқиш тарихи. Гидротурбиналар таснифи. Радиал-ўқли ва ўқий бурама-куракли турбиналар. Диагонал бурама –куракли турбина. Чўмичли турбинани тузилиши ва ишлаш принципи. Гидроагрегат ва уларнинг компоновкалари. Вертикал ва горизонтал агрегатлар.	2	2	2		
2.	КГЭСнинг технологик жиҳозлари. Кичик напорли кичик энергетик қурилмаларнинг гидромеханик жиҳозлари. Гидротурбина турлари ва уларнинг асосий параметрлари.	2	2	2		
3.	Ўзбекистоннинг гидроэнергетик потенциалидан КГЭСда фойдаланиш. Сув оқимидан кичик ГЭСда фойдаланиш схемалари. Кичик ГЭС сув омборлари, сув омбори нормал сув сатҳини ва фойдаланиш чуқурлигини аниқлаш. ГЭС сув омборлари хиллари.	2	2	2		
5	ГЭСларда қўлланиладиган гидротурбина тури танланади. Ишчи ғилдирак диаметри, турбина КПДси, келтирилган айланишлар сони, сўриш баландлиги аниқланади.	2	2		2	
6	Турбина эксплуатация характеристикаси қурилади.	2	2		2	
7	Ҳар хил напорлар учун кавитация коэффициентини ва H_s -сўриш баландлигини, a_0 – йўналтирувчи аппаратни очилиш катталикларни ҳисоблаш ва графикларини қуриш усулларини ўргатиш	4	4		2	2

8	ГЭСларда гидротурбиналарга сувни келтирувчи кувурининг узунлиги ва маҳаллий қаршилиқлардаги напор йўқолишини ҳисоблаш. Гидротурбина вали ва подшибнигини	4	4		2	2
9	ГЭСлардаги гидротурбина металл спирал камерани ҳисоблаш.	4	4		2	2
Жами		20	20	6	8	6

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. ГЭС ва Кичик гидроэнергетиканинг жаҳонда ва Ўзбекистон республикасида ривожланиши ҳақида умумий маълумотлар

ГЭС ва Кичик гидроэнергетиканинг ривожланиши тарихи ва уни hozirgi кундаги аҳволи. Кичик гидроэлектростанцияларни (КГЭС) қурилишни биринчи этапини бошланиши. КГЭСни иккинчи ва учунчи этапларида ўзгаришлар. Ўзбекистон, МДҲ ва жаҳон мамлакатлари гидроэнергетик манбалари тўғрисида маълумотлар. Ўзбекистон республикасига тўғри келадиган назарий гидроэнергетик потенциал.

2-мавзу. Ўзбекистон республикасидаги сув хавзаларинг гидроэнергетик потенциалидан КГЭСда фойдаланиш

Ўзбекистон республикасида кам ўрганилган сув ўтказувчиларининг гидроэнергетик потенциалидан фойдаланиш схемаси тўғрисида ахборат .

КГЭСлар лойиҳасида сув оқимидан фойдаланиш схемаларида напорни ҳосил қилиш турлари. Кичик гидроэлектростанцияларни қуриш нафақат кичик дарёларда эмас балки ўрта ва катта дарёларда яратилиши мумкинлиги. Сув омборлари ва уларни роли.

3-мавзу. КГЭСнинг тўғонлари ва гидротехник иншоотлар

Кичик гидроэлектростанцияларнинг тўғонлари ва унларнинг таркибига кирувчи иншоотлар. Оқова нов тўғонлар, Сув қабул қилиш иншоотлари. Напорли сув қабул қилиш иншоотлари. Лойиҳалаш ва қуришнинг умумий негизлари. Деривацияли иншоотлар. КГЭСни лойиҳалаш ва қуришнинг умумий негизлари.

4-мавзу. КГЭСнинг технологик жиҳозлари

ГЭСнинг асосий технологик жиҳозлари тўғрисида маълумот. Кичик напорли кичик энергетик қурилмаларда вертикал ва горизонтал

гидроагретларни қўлланилиши. Гидротурбина турлари ва фойдали иш коэффициентлари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: КГЭСларда қўлланиладиган Гидротурбина тури танланади ва уни асосий параметрлари аниқланади.

Амалий машғулотларларни “Кичик гуруҳларда ишлаш”, “Давра суҳбати”, “Кейс стади” ва бошқа таълим технологияларидан фойдаланилган ҳолда ташкил этиш кўзда тутилган. Бунда ўқув жараёнида фойдаланиладиган замонавий методларининг, педагогик ва ахборот технологияларининг қўлланилиши, маърузалар бўйича замонавий компьютер технологиялари ёрдамида мультимедияли тақдимот тайёрлаш, амалий машғулотларда педагогик ва ахборот-коммуникация технологияларидан кенг фойдаланиш, илғор тажрибаларни ўрганиш ва оммалаштириш назарда тутилади.

2-амалий машғулот: КГЭСучун аниқланган гидротурбинанинг ҳар хил напорлар учун эксплуатация сўриш баландлиги ва йўналтирувчи аппаратни очилиш катталиклари учун графикларини қуриш усули ўрганилади.

Гидротурбинанинг бош универсал характеристикаси. Гидротурбина модели фойдали иш коэффициентини топиш усуллари. Сўриш баландлиги аниқлашнинг йўллари. Гидротурбина эксплуатация характеристикасини қуриш.

3-амалий машғулот: Ҳар хил напорлар учун кавитация коэффициенти ва H_s -сўриш баландлигини, a_0 – йўналтирувчи аппаратни очилиш катталикларни ҳисоблаш ва графикларини қуриш усулларини ўргатиш

Турбинанинг сўриш баландлигини топиш. Кавитация коэффициенти ошиши. Йўналтирувчи аппаратни очилиш катталиги. Йўналтирувчи аппарат куракчалари очилиш катталигани ҳисоблаш.

4-амалий машғулот: КГЭСларда гидротурбиналарга сувни келтирувчи металл спирал камерани ҳисоблаш. Гидротурбинанинг бурама моментини генератор роторига узатувчи валини ҳисоблаш.

Гидротурбиналарга сувни келтирувчи қурилмаларни ҳисоблашни ўрганиш. Турбина вали ва подшибнигини ҳисоблаш. Гидротурбина учун берилган сув сарфи, ишчи ғилдирак диаметри ва ҳисобий напорлар орқали сувнинг тезлиги аниқлаш. Гидротурбина сув ўтказгичини ҳисоблаш.

Гидротурбина сув ўтказгичини гидравлик ҳисоблаш. Гидротурбина вали ва подшипнигини ҳисоблаш

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

«ФСМУ» методи

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология тингловчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Фикр: *«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар қачондан ва биринчи қаерда ривожлана бошлади».*

Топшириқ: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир тингловчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:



- тингловчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

“SWOT-таҳлил” методи

Методнинг мақсади: мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқали муаммони ҳал этиш йўллари топишга, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолашга, мустақил, танқидий фикрлашни, ностандарт тафаккурни шакллантиришга хизмат қилади.

S – (strength)	• кучли томонлари
W – (weakness)	• заиф, кучсиз томонлари
O – (opportunity)	• имкониятлари
T – (threat)	• тўсиқлар

“Инсерт” методи

Методнинг мақсади: Мазкур метод Тингловчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билимларни ўзлаштирилишини енгиллаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод Тингловчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методни амалга ошириш тартиби:

- ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпутматнни тарқатма ёки тақдимот кўринишида тайёрлайди;
- янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намойиш этилади;
- таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар. Матн билан ишлашда Тингловчилар ёки қатнашчиларга қуйидаги махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади:

Масалан:

«Гидроэлектростанциялар турбинасозликдаги ўзгаришлар» Кичик ГЭСлар Европа давлатларида, айниқса Хитой республикасида яхши ривожланган.

Хитойда 90 мингга яқин КГЭСлар бор ва у 20 йилларга бориб бутун ишлаб чиқарадиган электроэнергия миқдорини 20% КГЭСлар олмоқчи.

Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“V” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“– ” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

Белгиланган вақт якунлангач, тингловчилар учун нотаниш ва

тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод тингловчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича дастлабки билимлар даражасини ташҳис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- тингловчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- тингловчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- тингловчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тўлиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намоёниш этади;
- ҳар бир тингловчи берилган тугри жавоблар билан узининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР МАЪРУЗА 1

Кириш. Гидротурбиналарни келиб чиқиш тарихи.

РЕЖА:

- 1.Механик дивигателларни пайдо бўлиш босқичлари
- 2.Буғ турбиналарни ихтир этилиши
- 3.Гидротурбиналарни ихтиро этилиши.
- 4.Россияда ва чет элда элект энергетикани ривожланиши.
- 5.Республикамизда гидроэнергетик қурилмаларни лойиҳалаш, қуриш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини оширишнинг асосий масалалари.

Таянч сўзлар: Гидротурбина, двигател, сув ғилдираги, чархпалак, гидрокуч, буғ машинаси, гидроэнергетика, актив, реактив, чўмичли.

КИРИШ

Инсоният тарихига назар солиб шуни таъкидлаш мумкинки, маданий ривожланиш бошланишидан инсон биринчи марта табиат кучларини енгиш ва уларни ўзининг талабига мувофиқ ишлатишга, қўл кучларини, олдин уй ҳайвонлари кучларига, сўнгра механик дивигателларга алмаштириш тўғрисида бош қотирганлигига гувоҳ бўламиз.

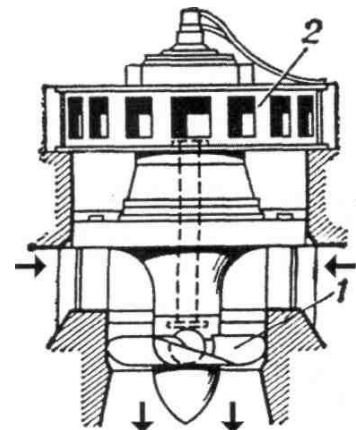
Баланддан тушиб сув ғилдирагини айлантираётган сув энергиясидан қадим замонлардан тегирмон тошларини айлантиришда ва бошқа мақсадларда қўлланилган. (1-расм)

Биринчи ана шундай механик двигател сув ғилдираги бўлиб, оқар сув кучидан фойдаланиб ҳаракатга келган

Юқоридан тушаётган сувнинг кинетик энергияси электрогенераторга уланган турбина валини айлантиришда фойдаланилади.

Биринчи марта 1882 йилда ГЭСларда, сув энергиясидан электрэнергияси ишлаб чиқаришда фойдаланилган. Гидроэнергетик қурилмани ишлаш тарзи жуда содда.

Бизга етиб келган тарихий ҳужжатларга асосан бундан 3000 йил муқаддам маданияти илгариланган Хитой, Ҳиндистон, Миср, Сурия ва Фаластинда сув ғилдираклари суғориш каналларига сув кўтариб беришда ва тегирмон тошларини ҳаракатга келтиришда қўлланилган. Уша замонларда шундай чархпалакларни деҳқончилик ривожланган бошқа ҳудудларда, жумладан қадимги Ўзбекистонда ҳам учратиш мумкин бўлган.



1-расм. Гидроагрегат:
1 – гидротурбина;
2 – гидрогенератор.

Эрамизнинг 1X – X асрларида Амударё ҳавзасида сув ғилдираклари ёрдамида сувни ҳайдаб бериш туфайли каналлар узунлигининг қисқариши ҳисобига сувни 30 – 40 % тежаш имкони бўлган.

XVIII аср гидроэнергетик қурилмаларнинг ривожланиш даври ҳисобланади. Бу даврда сув двигателлари металлургия, шиша чиқаришда, текстил саноатида ва бошқаларда кенг қўлланилган. Фақатгина Ўролда (Россия) XVIII аср ўрталарида 150 та завод гидроқурилмалар ёрдамида фаолият кўрсатган.

Механик энергияга талабнинг янада ошиши сув двигателларини такомиллаштиришни талаб қилиб, гидроқурилмаларнинг шу даврдаги икки камчилигини: унча катта бўлмаган қувват ишлаб бериш ва сув манбаига (канал, дарё) боғлиқлиги масаласини хал қилишни кўрсатди.

ГЭС «текин ёқилғи»да ишлайди: қуёш энергияси сувни буғлантиради (океан, денгиз, дарё, сув омборлари, каналлар ва бошқалардаги сув юзасидан); ҳаво оқимлари сув буғларини бир минтақадан иккинчисига суриб келади; сув буғлари ёмғир ва қор шаклида яна ерга қайтиб тушади. Ер юзасига тушган сувнинг бир қисми яна буғланиб кетади, қолганлари йиғилиб, фойдаланилгандан сунг яна дарёлар ҳамда денгизлар орқали яна дунё океанига қайтиб кетади.

Биринчи гидроқуч қурилмаларидан IX асрдан бошлаб фойдаланилганлиги тўғрисида маълумотлар мавжуд. XVIII асрнинг бошларида гидроқуч қурилмаларидан ишлаб чиқаришнинг барча тармоқларида фойдаланиш авж олиб кетди. Масалан, XVIII асрнинг охирида Россияда гидроқуч қурилмалари билан ишлайдиган заводларнинг сони 3000 дан ошди. Гидроқуч қурилмалари сув ғилдираклари шаклида бажарилиб, ундан ҳосил бўладиган механик қуч ҳаракатга келтириладиган машиналарга тасмалар, кейинчалик тишли узатмалар орқали узатилган. Уларда камчиликлар жуда кўп бўлган: қуввати кичик, конструкцияси жуда катта, фойдали иш коэффициенти жуда кичик бўлган. Энг асосийси, улардан фойдаланадиган корхоналар сув манбалари қирғоқларига қурилган ва манбадаги сувнинг сатҳи ҳамда сарфига боғлиқ бўлган.

XIX аср бошларида эса сув манбалари қирғоғига ўрнатилган гидроқуч қурилмалари ўрнига буғ машиналари қўлланила бошлади. Буғ машиналарини ҳаракатга келтириш учун ҳам ёқилғи манбаси зарур эди. Ёқилғи манбаси бўлмаган жойларда уларни қўллашни имкони йўқ эди, чунки у вақтда транспорт воситалари жуда қучсиз эди. Бундан ташқари буғ машиналарини эксплуатация қилиш, гидроқуч қурилмаларини эксплуатация қилишга нисбатан қимматроқ эди. Аммо буғ машиналарини ҳоҳлаган жойда ўрнатиш имкони борлиги туфайли, улар гидроқуч қурилмалари-сув ғилдиракларини сиқиб чиқарди.

Таниқли олимлардан Д.Бернулли, Я.Сегнер ва Л.Эйлерлар янги турдаги сув ғилдиракларининг назариясини ишлаб чиқдилар. Шундан сунг олимлар томонидан янги турдаги гидроқуч қурилмаларининг жуда кўп конструкциялари ишлаб чиқилди ва улар гидравлик турбиналар деб атала бошлади.

Гидравлик турбиналар, гидрокуч қурилмалари-сув ғилдиракларига нисбатан ихчамлиги ва қувватлироқлиги билан ажралиб турарди.

Биринчи реактив гидравлик турбина, 1837 йили рус гидротехниги И.Е Сафонов томонидан тайёрланди. Унинг ФИК 53 % га, кейинчалик қурилган ушбу турдаги турбинанинг ФИК 70 % га етказилди. 1881 йили Пелтон актив (чўмичли) турбинанинг конструкциясини ишлаб чиқди. Аммо бу турбиналар ҳам ўзлари ҳосил қилган механик энергияни истеъмолчиларга узатар эди. Ҳали гидравлик энергияни механик энергияга сунгра электр энергияга айлантириб истеъмолчига узатиш ишлаб чиқилган эмас эди.

Буғ двигателларининг ихтиро қилиниши ва уларнинг саноатда кенг қўлланиши сув двигателларининг имкониятини бирмунча чеклаб қўйди. Шу даврда сув энергиясидан фойдаланиш борасидаги ишлар секинлашиб, унинг кейинчалик шиддат билан ривожланишига икки омил сабаб бўлди:

1. Гидравлик турбиналарнинг ихтиро қилиниши.

2. Электр энергиясини узоқ масофаларга узатиш имконияти яратилганидир.

Гидравлик турбиналарнинг ихтиро қилиниши натижасида саноатда янги йўналиш гидроэнергетика юзага келди. Электротехниканинг ривожланиши бу даврда кучланишни, қувватни узоқ масофага электр узатиш линияларида етказиш масалалари устида ишлар олиб борилди.

1887 йили Ф.А Пироцкий биринчи марта гидроэлектростанциялар тўғрисидаги ғоясини эълон қилди. Аммо ҳали ўзгарувчан электр токи ишлаб чиқишга ва уни узоқ масофаларга узатиш йўлга қўйилмаган эди.

1888 йили рус инженери М.О.Доливо-Добровольский уч фазали ток тизимини яратди. 1891 йили эса у, Германиядаги Неккар дарёсига гидрокуч қурилмасини ўрнатиб, 300 от кучига тенг қувватни 175 км га узатишга мувофиқ бўлди. 1891 йилда Петербургда, Нева дарёсининг ирмоғи Охта дарёсидаги ГЭСга 120 ва 175 кВт қувватли генераторлар ўрнатилди. Шундай қилиб бутун дунёда, сув оқимининг гидравлик энергиясини механик энергияга айлантириб берувчи гидротурбиналарга уланган гидрогенераторлар орқали, узоқ масофаларга узатиш мумкин бўлган уч фазали электр токи ишлаб чиқариш йўлга қўйилди.

Мамлакатимиз ҳудудида бундан 3000 йиллар аввал ҳам, сув энергиясидан тегирмон тошларини айлантирувчи сув ғилдиракларини ҳаракатга келтиришда, чархпалак шаклидаги сув ғилдираклари билан юқорига сув кўтаришда фойдаланиб келинган. Сув манбаларига электр станциялари-ГЭСлар қуриб электр энергияси ишлаб чиқариш 1926 йилдан бошланган. Юртимизда гидроэнергетиканинг ривожланишини 7 босқичга бўлиш мумкин.

МДҲ мамлакатларида гидроэнергетика ривожи XX асрнинг 20 – йилларигача паст даражада бўлди. Масалан Россияда бу даврда электростанциялар умумий қуввати 1,1 млн. кВт атрофида бўлган, Ўрта Осиёда эса пахта заводларига энергия беришга мўлжалланган энг катта Гиндукуш ГЭСи 1350 кВт қувватга эга эди.

1920 йил ГОЭЛРО режаси тузилиши билан гидроэнергетика ривожланишига давлат аҳамияти берилди. Бунда қурилиши мўлжалланган 30 та электростанциядан 10 таси ГЭС лар бўлиб, умумий қуввати 640000 кВт ни ташкил қилиши, яъни улар ишлаб чиқарадиган электр энергияси 38% га етиши керак эди. Шу режа асосида Ўзбекистонда 1926 йили қуввати 4 МВт бўлган Бузсув ГЭСи қурилди.

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

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

Гидроэнергетиканинг ривожланиш истиқболлини Жаҳон давлатлари эга бўлган гидроэнергетик манбалар аниқлайди.

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

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

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

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

Гидроэнергетикани умумий халқ хўжалиги ривожига қарасак, асосий бир омилни эсдан чиқармаслик керак, бу табиатда сувнинг айланиш жараёнига асосланган гидравлик энергиянинг қайталанувчанлигидир, ёқилғи ҳисобига ишлайдиган электростанциялар эса табиий муҳитга экологик таъсир кўрсатиб, қайталанмайдиган кўмир, газ ва нефт маҳсулотларини истеъмол қилади.

Республикамиз суғорма деҳқончилиги юқори даражада ривожланган давлатлар қаторига киради. Мамлакатимиз сув хўжалигига қарашли 4,3 млн. га ер майдонининг 2,2 млн. гектарига сув 1500 дан ортиқ насос станциялар ёрдамида етказиб берилади. Жаҳондаги энг йирик насос станциялардан

ҳисобланган Қарши Бош канали насос станцияларининг умумий ўрнатилган қуввати 450 МВтни ташкил қилади.

Ҳозирги кунда республикада гидроэнергетик қурилмаларни лойиҳалаш, қуриш ва улардан фойдаланиш самарадорлигини оширишнинг қуйидаги асосий масалалари мавжуд.

1. Сув ресурсларидан энергетик ва комплекс фойдаланишнинг оптимал схемаларини илмий – асосда ишлаб чиқиш, сув хўжалик, энергетик ва территориал – ишлаб чиқариш комплексларида ГЭҚ ларнинг ролини ошириш.

2. Умумий электроэнергетика тармоғида ишлаётган ГЭС ва НС самарадорлигини янада оширишнинг янги услубларини ишлаб чиқиш, ГАЭСлардан умумий электроэнергетика тармоғида фойдаланишнинг илмий асосланган лойиҳаларини ишлаб чиқиш.

3. Гидроэнергетик объектларнинг (ГЭС, НС, ГАЭС) экологик таъсири ва иқтисодий самарадорлигини ҳар бир минтақа учун ҳисоблаш ва асослаш.

4. Гидроэнергетик қурилмаларнинг ва бошқа типдаги электр станциялари (қуёш, шамол ЭС, ИЭС, АЭС) нинг биргаликдаги (комбинациялашган) иш режимларини ва иқтисодий самарадорлигини ўрганиш.

5. Кичик ГЭС лардан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш, янги кичик ГЭСлар конструкциялари ва лойиҳаларини яратиш, уларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини ошириш.

2. ГИДРОТУРБИНАЛАР ТАСНИФИ.

РЕЖА:

1. Гидротурбиналар таснифи.

2. Реактив ва актив турбиналар фарқи.

3. Дунёнинг йирик турбиналари.

Таянч сўзлар: турбина, диагонал турбина, радиал –ўқли турбина, бурама-куракли турбина, номенклатура, чўмичли турбина, вертикал, горизонтал, горизонтал капсулалар,

2.1. ГИДРАВЛИК ТУРБИНАЛАР

Ишлаш жараёнига қараб гидротурбиналар икки синфи фарқланади (2.1-1-расм):

а) **а к т и в**, унда оқимнинг фақат кинетик энергияси фойдаланилади, сув ишчи ғилдиракка оқимча кўринишда юборилади (2.1-1, а-расм);

б) **р е а к т и в**, кинетик энергияни ҳамда потенциал энергияни бошқа турга айлантиради, ишчи ғидирак суюқлик оқими ичида ҳаракат қилади.

Реактив турбиналар ишчи ғилдираги сув оқимининг ҳаракат қилишига қараб тизимларга бўлинади (2.1-1, б- расмда стрелкалар билан кўрсатилган). Ҳар бир тизим асосий кўшимча кўринишлари билан характерланади.

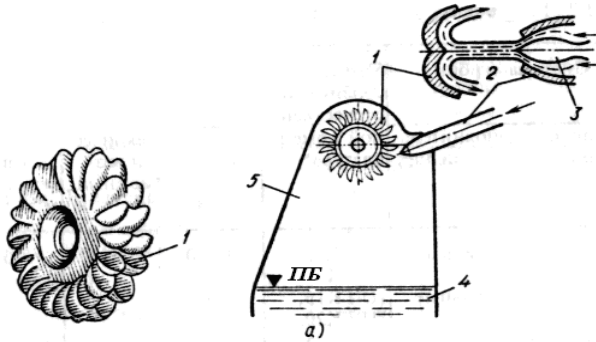
Реактив турбиналарни асосий кўринишларига қараб учта тизими фарқланади (2.1-1-жадвал): ўқий, диагонал ва радиал-ўқли.

Ўқий турбина тизими иккита қўшимча кўриниши фарқланади:

- а) пропеллерли ва вертикал бурама-куракли;
- б) горизонтал капсулали.

Радиал-ўқли турбинанинг тизимини фарқланиши қуйидагича:

- а) вертикал;
- б) горизонтал.



IV – горизонтал-капсулали;

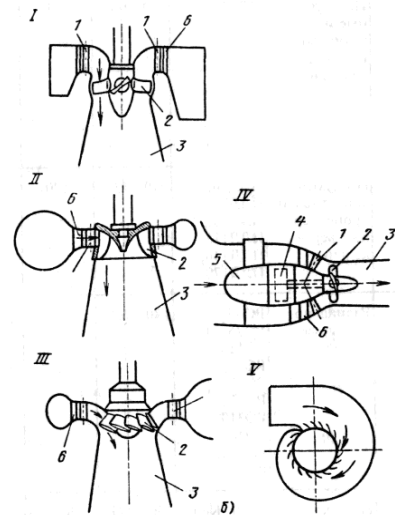
V — турбина спирал камерасига сувни келтириш тизими

Ҳар бир тизим бирнеча турини (сериясини) ўз ичига олади, сув ўтказувчи қисмининг геометрик ўхшашлиги ва бир хил нисбий гидравлик йўқотиш билан характерланади.

Актив турбиналардан жаҳон гидроэнергетикасида фақат битта чўмичли турбиналар тизими қўлланилади (2.1-1-расм).

2.1-1-расм. Ҳар хил синфли гидротурбиналар:

а—актив турбинакнинг чўмичли тури: 1 — ишчи ғил-дирак; 2 — сопло; 3 — бош-қарувчи игна; 4 — олиб кетувчи канал; 5 — қобуғ; б — реактив турбинанинг ҳар I — ўқий бурама-куракли; II - радиал-ўқли; III - диагонали ;



2.1-1-жадвал

Гидротурбинанинг асосий таснифи

Синф-лар	Турбина тизим-лари		Замоновий турбина тури номенклатураси*	Напор, м		Ишчи ғилдирак диаметри (техник имконият)
	Асосий фарқи	Қўшимча фарқи		1989 й. ўзлаштирилган	Техник имконият	
Реактив	Ўқий	Горизонтал капсулали	БКГК 7 БКГК 10 БКГК 15 БКГК 20 БКГК 25	3-20	25	3,55-10

		Пропеллерли ва вертикал бура-макуракли	БК 10 БК 15 БК 20 БК 30 БК 40 БК 50 БК 60 БК 70 БК 80	3-90	95	1,8-12
	Диagonal	бурамакуракли ва пропеллерли вертикал	БКД 50 БКД 70 БКД 90 БКД 115 БКД 140 БКД 170	40-135	170	1,8 - 9
	Радиал-ўкли	Радиал-ўкли вертикал	РЎ 45 РЎ 75 РЎ 115 РЎ 140 РЎ 170 РЎ 230 РЎ 310 РЎ 400 РЎ 500 РЎ 600	30-700	800	1,25-10
Актив	Чўмичли	Вертикал	К400, К600, К1000 К1500	250-1170	2000	1,12-5,5

*чегаравий напор белгиси, м.

2.1-2-жадвал

Дунёнинг йирик турбиналарни асосий катталиклари

ГЭСни номи, мамлакат	Турбина куввати, МВт	Ҳисобий напор, м	Турбина сарфи, м ³ /с	Айланиш частотаси, айл/мин	Ишчи ғилдирак диаметри, м
Бурама-куракли турбиналар					
Собардиньо, Бразилия ¹	178	27,2	650	75	9,5
Джердап-Темир эшиклар ¹ , Югославия-Румыния	178	27,2	725	71,5	9,5
Геч Жоуба ХХР	170	27	705	72,75	9,5
Сальто Гранде, Аргентина ¹	138	25,3	236	75	8,5
Саратов, Рос-я	62	14,7	744	50	10,3
Парракли турбиналар					
Роки-Рич, АҚШ	130	28	550	90	7,2
Кэтл Рэпидс, Канада	106	30	385	88	7,36
Диagonal турбиналар					
Зейск, Россия	220	97	302	136	6

Аяурэ, Швеция	91,2	46	160	166,7	4,5
Горизонтал капсулалы турбиналар					
Тадами, Япония	65	20,7	375	100	6,7
Рок Айленд, АҚШ	54	12	480	85,7	7,5
Саратов, Россия	47	14,7	520	75	7,5
Дженпег, Канада ¹	29	7,3	298	62	7,2
Радиал-ўқли турбиналар					
Гранд Кули 1V, АҚШ	826	86,5	880	85,7	9,93
Итайпу, Бразилия	711	108	689	90,9	8,5
Гури, Венесуэла	730	136	530	112,5	7,17
Саяно-Шушенск, Россия	720	194	360	142	6,77
Кабора Баса, Мозамбик	485	103,5	405	128,6	6,6
Чўмичли турбиналар					
Си-Сима, Норвегия	350	885	40,5	333	5,1
Зильц, Австрия	265	1260	23	500	5,5
Ланг Сима, Норвегия	260	1065	28	428	5,1
Аурланд-1, Норвегия	243	855	32	375	3,08
Фроже, Франция	234	1330	20	500	2,85

¹ Россияда гайёрланган

2.2. РАДИАЛ –ЎҚЛИ ВА ЎҚИЙ - БУРАМА КУРАКЛИ ТУРБИНАЛАР.

РЕЖА:

1. Радиал ўқли турбинанинг ихтиро қилинган даври.
2. Радиал ўқли турбинанинг асосий қисмларини вазафаси
3. Бурама куракли ўқий турбинани пайдо бўлиш даври.
4. Бурама куракли турбинанинг асосий қисмларини тузилиши

Таянч сўзлар: Спирал камера, Турбина статори, йўналтирувчи аппарат, турбина вали, пастки ҳалқа, юқориги ҳалқа, ступица.

РАДИАЛ –ЎҚЛИ ТУРБИНАНИНГ КОНСТРУКТИВ ТУЗИЛИШИ (ДЖЕЙМИС ФРЕНСИС ТУРБИНАСИ)

МДХ давлатларида Френсис турбинаси радиал -ўқли (РЎ) деб юритилади. Чунки бундай турбинанинг ишчи ғилдирагига сув оқими радиус бўйича кириб ўқ йўналишида чиқиб кетади. 1847-1849 йиллари АҚШда ишлаган инглиз физиги Джеймис Френсис РЎ турбинанинг конструктициясини янгилади ва турбина ишчи ғилдираги атрофи (пререферия) бўйича жойлашган йўналтирувчи аппарат (ЙА) суёқликни марказга қараб йўналтирди. Бу лойиҳа жуда қулай бўлгани учун, у шу кунгача кўп ГЭСларда қўлланиб келинмоқда.

РЎ турбинанинг асосий қисмлари ва уларнинг вазифалари. Улар қуйидагилар(2.2-1-расм):

1. Спирал камера турбинага йўналтирувчи аппарат ёрдамида суёқлик йўналтириб беради.

2.Турбинанинг статори.Спирал камерадан сувни чиқишидан олдин статор колонналари ўрнатилади, у, агрегатнинг юқори қисмида жойлашган жиҳозлар юкламасини, ГЭС биноси оғирлигини ва шунингдек ишчи ғилдиракда юзага келадиган гидравлик босимни гидростанция пойдеворига узатади.

3.Реактив турбиналарни йўналтирувчи аппарати (ЙА) ишчи ғилдиракка сувни келтириб бериш ва турбинадан ўтаётган сув сарфини бошқариб туриш орқали қувватни ўзгартиради ($N = 9,81QH\eta$) ҳамда ишчи ғилдиракка келётган сувни тўхтатиб қўйиш учун хизмат қилади. Йўналтирувчи аппарат қуйидаги қисмлардан ташкил топган:

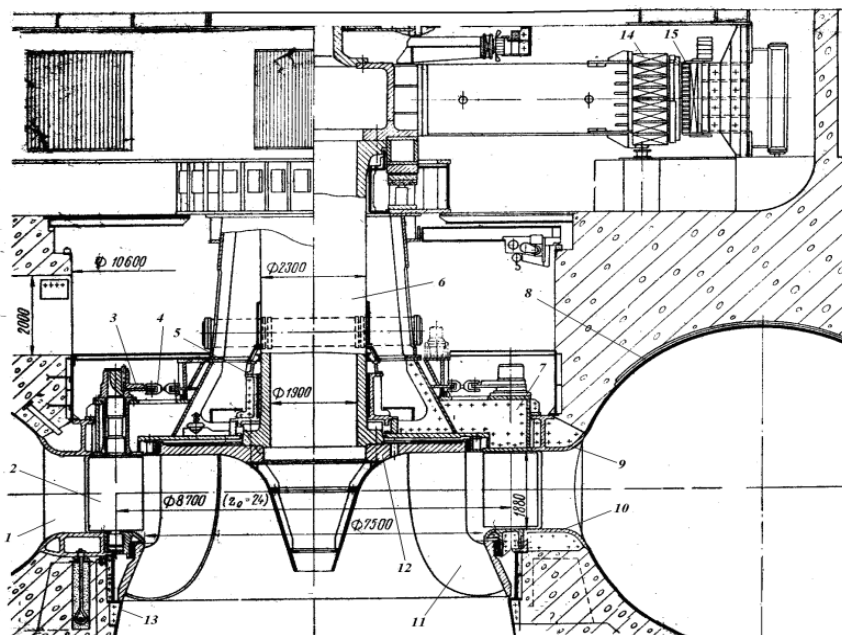
- а) юқориги ҳалқа;
- б) пастки ҳалқа;
- в) буралувчи куракчалар механизмдан.

ЙА куракчалар сони $Z=16-24$ Кичикроқ напорли катта диаметрли турбиналарда $Z=32$ бўлади.

4.Ишчи ғилдирак (ИҒ) - унинг куракчалари сув оқими билан ўзоро таъсирда бўлиб, гидравлик энергияни механик энергияга айлантириб беради. ИҒ учта асосий қисмдан ташкил топган:

- а) ички ҳалқадан (ступицадан);
- б) ташқи ҳалқадан;
- в) куракчалардан.

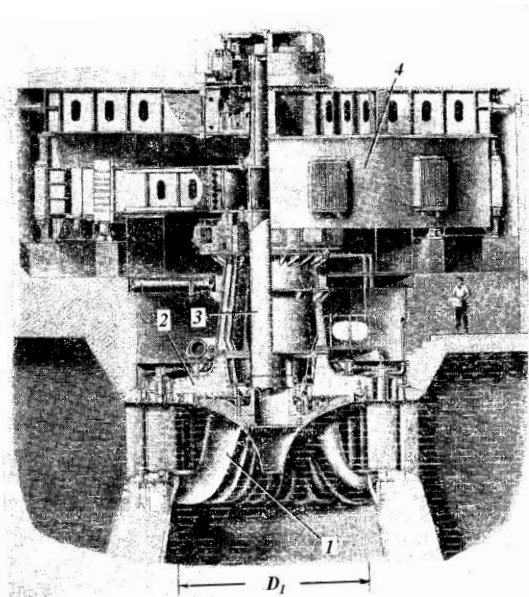
5.Турбина вали - у вертикал ёки горизонтал этиб бажарилиши мумкин. Вал турбина ишчи ғилдирагида ҳосил бўлган бурама моментни генератор роторига узатиб беради.



2.2-1-расм. Радиал ўқли гидротурбинали агрегат: 1-статор; 2-йўналтирувчи аппарат кураги; 3-ричаг; 4- серга; 5-йўналтирувчи подшипник; 6-гидротурбина вали; 7- турбина қопқоғи; 8-спирал камера; 9-юқориги ҳалқа; 10-пастки ҳалқа; 11- ишчи ғилдирак куракчалари; 12-ишчи ғилдирак; 13-сўрувчи қувур; 14-ротор; 16-генератор статори

6.Йўналтирувчи подшипник (ЙП) вертикал турбиналарда агрегат валини тўғри вертикал ҳолда ушлаб туриш учун хизмат қилади. Айланаётган ротор катта буровчи моментга эга. Баланси йўқолган роторда маълум миқдорда инерция кучлари юзага келади. ЙП оқимни ишчи ғилдиракка носимметрик таъсир қилиши ва генератор роторининг магнит майдонини бир томонлама таъсир қилиши ҳамда роторга ёнбош кучлар таъсир қилишидан юзага келган кучланишларни ва оғирлик юқини ишончли ва узоқ қабул қилиб туради.

Йирик турбиналарда сирпанувчан подшипниклар ўрнатилиб, улар мойда ёки сувда мойланиши мумкин



2.2-2-расм. Ўрта напорли гидротурбина: 1-ишчи ғилдирак; 2-турбина қопқоғи; 3-вал; 4- гидрогенератор

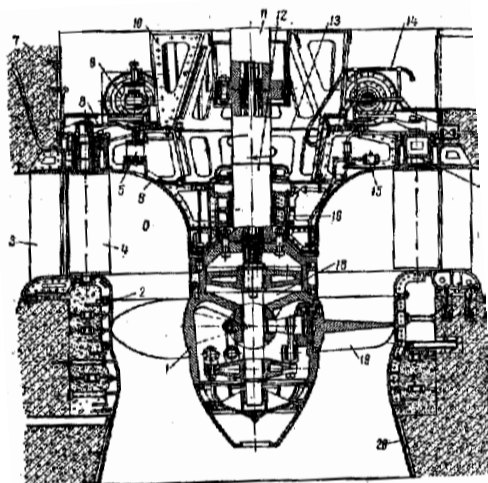
7.Турбина қопқоғи. Турбина қопқоғи турбинанинг сувда ҳаракат қилувчи қисмини куруқ шахтадан ажратиб туради. Турбина қопқоғида йўналтирувчи аппарат куракчаларини буровчи йўналтирувчи ҳалқа жойлашган. Қопқоқга йўналтирувчи подшипник тиралиб туради. Қопқоқ статорнинг калонналарини юқори ҳалқаси билан бириккан.

8. Сўрувчи қувур. Реактив турбиналарни сўрувчи қувур ишчи ғилдиракда ишлатилган сувни пастки бьефга энг кам йўқотишлар билан узатади, ишчи ғилдиракдан чиққан сувнинг кинетик энергияси катта захирага эга бўлганлиги учун ундан маълум миқдорда фойдаланиш мумкин.

2.2-2-расмда ўрта напорли, радиал-ўқли агрегат келтирилган

2.3.БУРАМА КУРАКЛИ ЎҚИЙ ТУРБИНА

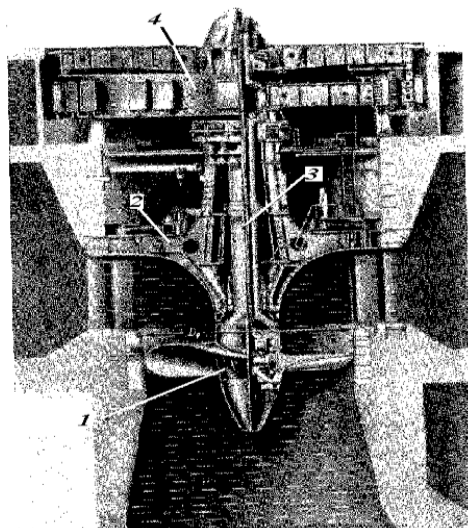
1913 йили чех профессори Виктор Каплан томонидан бурама куракли (БК) ўқий турбинанинг икки томонлама бошқариш тизимини тавсия қилинди. Бу тизим турбинанинг энергетик кўрсаткичини яхшилашга имкон яратди ва 1917 йили Каплан ихтироси учун патенд олди.



2.3-1-расм. Бурама қирқими:

курукли турбинани

1-ишчи ғилдирак корпуси; 2-ишчи ғилдирак камераси; 3- статор; 4-йўналтирувчи аппаратнинг куракчаси; 5-вакуумни узувчи клапан; 6-турбина қопқоғи; 7- турбина шахтаси қопламаси; 8-ричаг; 9-сермотор; 10-подпятник таянчи; 11-генератор вали; 12-турбина вали; 13-турбина қопқоғи; 14-нарвон ушлагичи; 15-дренаж насоси; 16-резина вкладишли турбина подшипниги; 17-йўналтирувчи аппаратни юқориги ҳалқаси; 18-ишчи ғилдирак сервомотори; 19-ишчи ғилдирак куракчаси; 20-турбина сўрувчи қувурини қопламаси



2.3-2-расм. Кичик напорли вертикал гидроагрегат:

1-турбина ишчи ғилдираги; 2-турбина қопқоғи; 3-вал; 4-гидрогенератор

Ўқий турбинанинг асосий қисмлари ва уларнинг вазифалари. Улар қуйидагилар:

К турбинанинг асосий қисмлари ва уларнинг вазифалари. Улар қуйидагилар (2.3-1 ва 2.3-2-расмларга қара):

- 1) Спирал камера
- 2) статор;
- 3) Йўналтирувчи аппаратнинг тузилиши ва ишлаши радиал — ўқлийникига ўхшайди;
- 4) БК ишчи ғилдираги қуйидагича тузилган:
 - а) ишчи ғилдирак корпуси;

- б) ишчи ғилдирак куракчалари, уларнинг сони $Z=4-8$;
- 5) сўрувчи кувур;

б) гидротурбина вали, унинг ичида мой тақсимлайдиган штанга жойлашиб, ишчи ғилдирак корпуси ичида жойлашган сервомоторни юқори ёки пастки бўшлиғига мой юборади. Поршен ҳаракат қилиб шток орқали крестовинага, сергага ва куракча цапфасига тасир қилади. Поршен пастка қараб ҳаракат қилганда куракчалар очилади, юқорига ҳаракат қилганда ёпилади.

7) йўналтирувчи подшипник;

8) турбина қопқоғи.

Назорат саволлари:

1. Турбиналар қандай синифлар бўлинишини тушинтиринг.
2. Реактив турбиналар нечта тизимга бўлинади?
3. Радиал-ўқли турбинанинг конструктив тузилишига нималар киради?

2.4. ДИАГОНАЛ БУРАМА КУРАКЛИ ВА ЧЎМИЧЛИ ТУРБИНА РЕЖА:

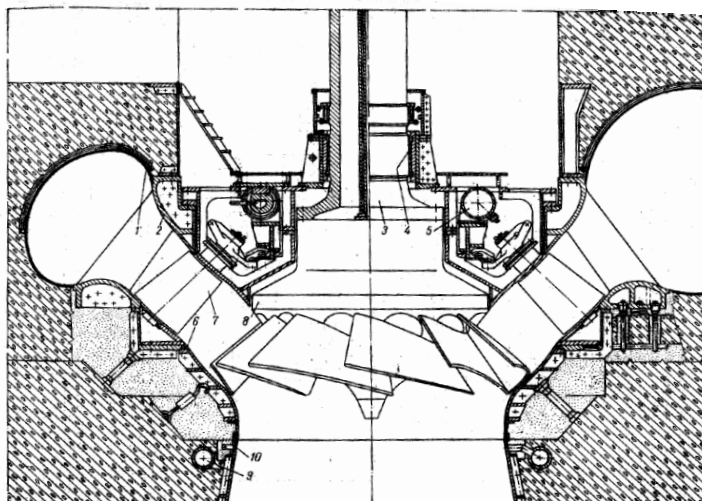
1. Диагонал турбинани ихтиро этилгани
2. Диагонал турбинанинг асосий қисмлари вазифаси.
3. Чўмичли гидротурбина тўғрисида туцшинча.
4. Чўмичли гидротурбинада игнани вазифаси.
5. Чўмичли гидротурбинанинг конструктив схемалари.
6. Актив турбиналарни қўлланган жойлари.

Таянч сўзлар: статор, сўрувчи кувур, турбина қопқоғи, подшипник, игна, сопло, дефлектор.

Диагонал турбина

Диагонал турбинада дейилишига сабаб сув оқими турбина куракчаларига диагонал йўналишида тасир қилади. У 1902 йили ихтиро қилинган. Статор, йўналтирувчи аппарат ва йўналтирувчи аппарат куракчаларини бураш механизми, худди ўқий турбиналарникига ўхшайди.

У, ишчи ғилдирак шакли ва конструкцияси ҳамда ишчи ғилдирак камераси тузилиши билан фарқ қилади (2.4-1-расм). Куракчалар сони 9-10. Бу турбиналар биргина куракчалар сони билан фарқланмай, балки уларни ҳар қил θ бурчак остида жойлашиши билан фарқланади. Напор ошиши билан бурчак θ ҳам ўзгаради. Масалан: $H=40-80$ м. да $\theta=60^\circ$, $H=60-130$ м, да $\theta=45^\circ$, $H=120-200$ м, да $\theta=30^\circ$



2.4-1-расм. Бухтарма ГЭСининг диагонал турбинасини қирқими:

1-спирал камера; 2-турбина статор; 3-турбина вали; 4-ўналтирувчи подшипник; 5-торли сервомотор; 6-пойдевор қисми; 7-ўналтирувчи аппарат; 8-ишчи ғилдирак; 9-хаво коллектори; 10-сўрувчи кувур

2.5. ЧЎМИЧЛИ ТУРБИНА

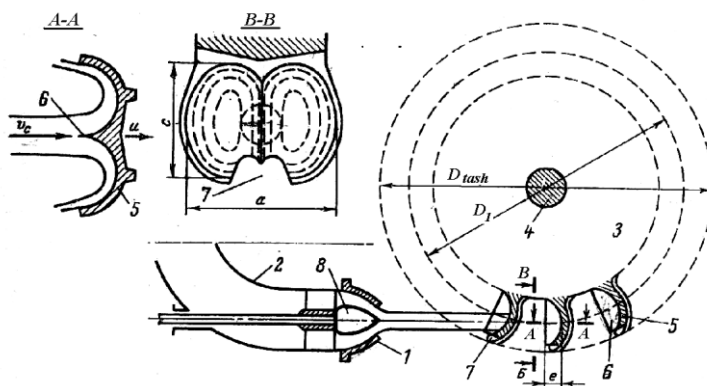
Чўмичли турбина актив турбина синфига киради ва ишлаш принципи бўйича реактив турбиналардан фарқ қилади. Бундай турбиналар напор $H=300-1770$ м ва ундан юқори напоргача ($H=2000$ м) ишлайди

Чўмичли турбинани асосий элементи 1-сопло бўлиб, унга 2-кувур орқали сув келтирилади ва 3-ишчи ғилдирак, 4-валга ўрнатилган. Сопло билан ишчи ғилдирак сув сатхидан юқори ўрнатилган бўлиб, ишчи ғилдирак ҳавода айланади (2.5-1-расм).

Соплодан сув оқими H напор таъсири остида V_s тезлик билан отлиб чиқади ва у қуйидаги формуладан аниқланади

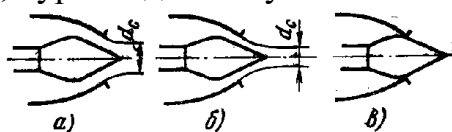
$$V_s = \varphi \sqrt{2gH} \quad (16)$$

Тезлик коэффиценти $\varphi=0,98-0,99$ тенг. Сувнинг напорига қараб тезлик V_s ўзгаради, яни $H=600$ м, да $V_s=105$ м/с, $H=1500$ м, да эса $V_s=165$ м/с.



2.5-1-расм. Чўмичли турбинани схемаси

Ишчи ғилдирак 3, чўмичга ўхшаган ишчи куракчалар 5 дискга бириктирилган. Куракчаларнинг умумий сони 12-40. Ҳар бир куракча иккита эгри чизиқли сиртдан ташкил топган (иккита чўмини бирлаштириб кўйгандай) бўлиб, улар 6 пичоқ билан ажатилган (А-А қирқим ва Б-Б кўриниш). Ишчи ғилдирак шундай ўрнатилганки, унинг пичоғи оқим ўқи билан мос тушган. Ғилдирак айланган пайтида сув оқими куракчалар орқасидан урмаслик учун, куракчада махсус кесилган жой 7 қилинган.

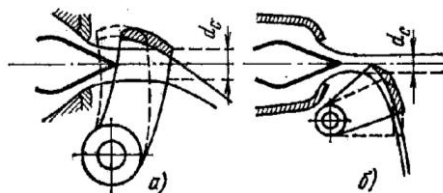


2.5-2-расм. Сув сарфини игна билан бошқариш

Оқим куракчага урилганда у пичоқ ёрдамида иккига бўлинади ва сувнинг ҳар бир бўлаги эгри сиртдан сирпаниб ўтади, натижада сувнинг тезлигига ва унинг йўналишига қараб куракчаларда босим ҳосил бўлиб, валда айланаётган ишчи ғилдиракда буровчи момент юзага келади ва вал билан бирга айланади. Сув ишчи ғилдирак куракчаларига катта тезлик билан урилган сабабли унинг сирти жуда ҳам силлиқ қилиб бажарилган бўлиши керак. Чўмичли турбинанинг қувватини бошқариш сув сарфини игна 8 орқали ўзгартиш билан эришилади (2.5-1-расм). Агар игна соплани ичига тортилган бўлса (2.5-2,а-расм) унда у тўла кесим билан ишлайди (оқим диаметри d_0 энг катта бўлади). Игна соплани чиқиш тешигига яқинлашган сари оқим диаметри d_0 камайиб, ўтказиладиган сариф миқдори (2.5-2,б,в-расмлар) камаяди.

Чўмичли турбинага сув узун напорли қувурлар орқали келтирилади. Агар сопла тез ёпилса гидравлик зарб юзага келиши мумкин. Чўмичли турбина қувватини вақтинча камайтириш соплони ёпмасдан, сув сарифи ўзгартирилмасдан амалга ошириш мумкин. Бунинг учун оқимни куракдан бошқа томонга бураш керак. Оқимга бундай таъсир қилиш дефлектор ёрдамида бажариш мумкин. Дефлектор сув оқимини бошқа йўналишга (2.5-3,а-расм) буровчи ёки қирқувчи (2.5-3,б-расм) қилиб бажарилади.

Оқимни бураб юборувчи қурилма, сув оқимини ҳаммасини йўналишини ўзгартиради, кесувчи эса унинг юришига қараб оқимнинг бир қисминини ёки ҳаммасини йўналишини ўзгартиради.

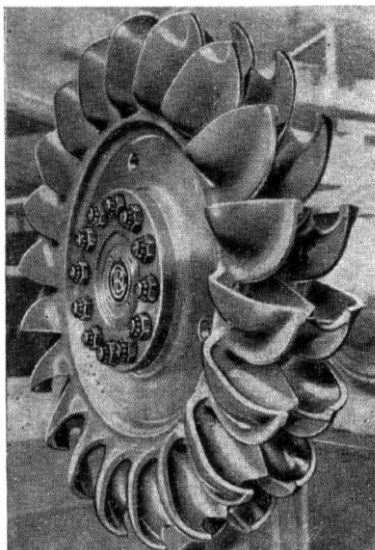


2.5-3-расм. Дефлекторни ишлаши

Қурилма қуйидагича ишлайди. Қачон турбинадаги қувватни тез камайтириш талаб қилинса, дефлекторни бошқарувчи сервомоторга импульс берилади ва тез (2-3с) сурилиб, қувватни керакли катталигича камайтиради. Шу пайтда сув сарфи камаймайди. Бир вақтни ўзида игнани ёпиш учун импульс берилади, лекин у секин ҳаракат қилганидан сув сарфи ҳам секин ўзгаради ва катта гидравлик зарбни келиб чиқишини олдини олади (игнани тўла ёпиш учун юриш йўлига кетган вақти 20-40с). Игнани ёпилишига қараб дефлектор оқимдан чиқарилади ва тизим нормал ишлашга ўтади.

Чўмичли турбиналар куракчалари йиғма ёки ишчи ғилдирак билан қўйма (2.5-4-расм) қилиб тайёрланиши мумкин.

Чўмичли турбинани яратиш бир қатор қийинчиликлар билан боғлиқ. Улардан бири ишчи ғилдиракни конструкцияси ҳисобланади ва унга куракчаларни қотириш тизими киради.



2.5-4-расм. Қуйма чўмичли турбинанинг ишчи ғилдираги

Куракчаларни алоҳида тайёрлаб, уни диск-ступицага қотириш осон. Лекин чўмичли турбиналарнинг куракчалари оғир шароитда ишлайди. Уларнинг реактив турбиналардан фарқи шундаки, реактив турбиналарнинг куракчалари оқимдан олган юкламаси бутун иш жараёнида ўзгармайди, чўмичли турбинаники эса айланиш даврида ишчи ғилдиракка қотирилган куракчаларига сув оқими келиб урилганда максимал босимни олади, кейин юкламадан тушади. Шундай қилиб куракчалар ўзгарувчан юкламада ишлайди, бу металда чарчашни юзага келтиради ва қимирлашга, қотиргичларни бўшашига олиб келади.

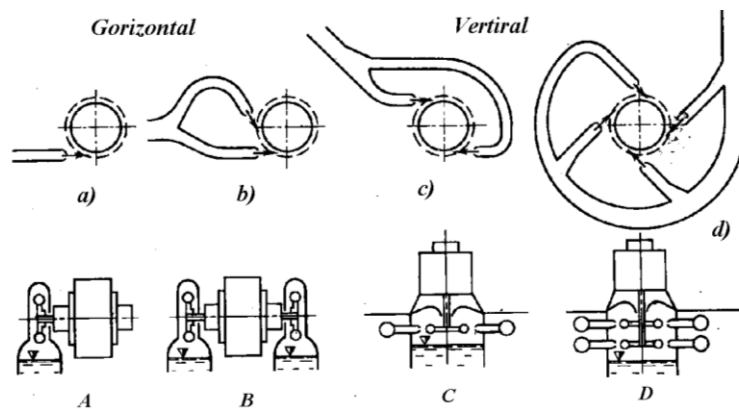
Охирги пайтда ажралмайдиган бир бутун қуйма ва пайвандли ишчи ғилдираклар ишлатилмоқда (2.5-4-расм).

2.6. ЧўМИЧЛИ ТУРБИНАНИНГ КОНСТРУКТИВ ШАКЛИ

Чўмичли турбинанинг шакли кўп даражада соплаларнинг сонига боғлиқ. Уларни сонини ошиши билан ишчи ғилдирак диаметри камаяди ва айланиш частотаси ошади. Валнинг ҳолатига қараб ҳамма турбиналар икки гуруҳга бўлинади: горизонтал ва вертикал. Горизонтал турбиналарга сув оқимини битта (2.6-1,а-расм), иккита (2.6-1,б-расм) соплло билан йўналтирилади. Вертикал турбиналарда сув оқимини узатувчи сопллолари иккита (2.6-1,с-расм), тўртта (2.6-1,д-расм), олтита, базида тоқ сонли бўлиши мумкин.

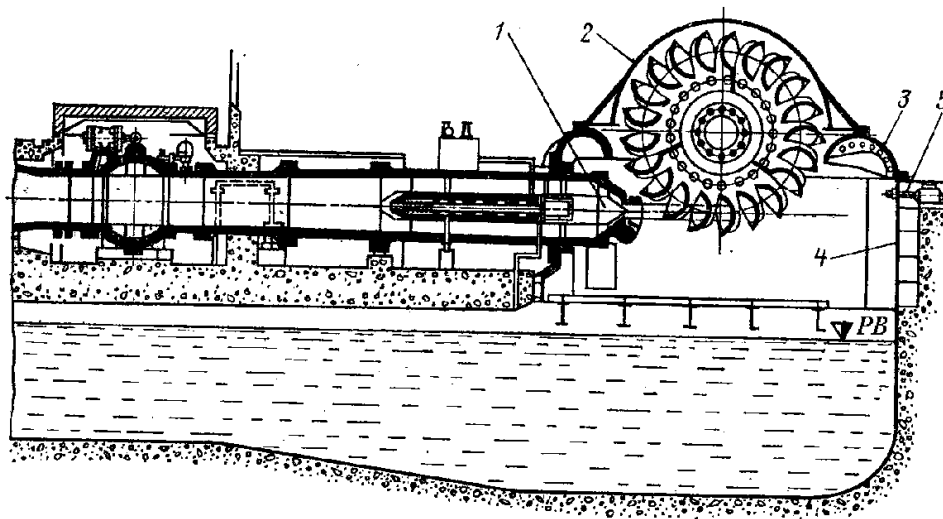
Турбина битта ёки иккита ишчи ғилдиракли бўлиши мумкин. Горизонтал агрегатли турбиналарда битта (А) ва иккита (Б) ишчи ғилдиракдан фойдаланиш кўп ҳолларда учрайди. Вертикал турбиналарда одатда битта (С), баъзиларда иккита (Д) ишчи ғилдиракдан фойдаланиш мумкин.

Россиянинг Ленинград метал заводида (ЛМЗ) тайёрланган энг йирик вертикал агрегат, олтита соплло, қуввати 54,6 Мвт, напори 576-538 м, айланиш частотаси 500 айл/мин бўлган чўмичли турбина Татевский ГЭСида ўрнатилган.



2.6-1-расм. Чўмичли турбинанинг конструктив схемалари

2.6-2-расмда горизонтал чўмичли турбинали қуввати 110 МВт ($H=721\text{м}$, $D_1=3.5\text{м}$, $n=300$ айл.мин, $H_s=0.31\text{м}$, иккита ишчи ғилдиракли) бўлган Италиядаги Чимего ГЭС кўрсатилган, унинг қуввати 110МВт. Унда сув тўғри ўқли қувур орқали соплога келтирилади.

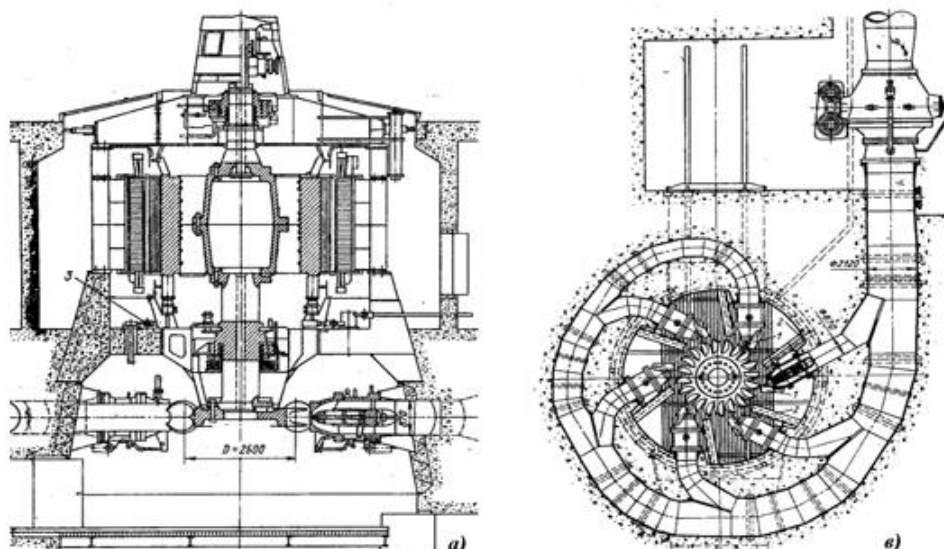


2.6-2-расм. Чўмичли турбинали Чимего ГЭСи:

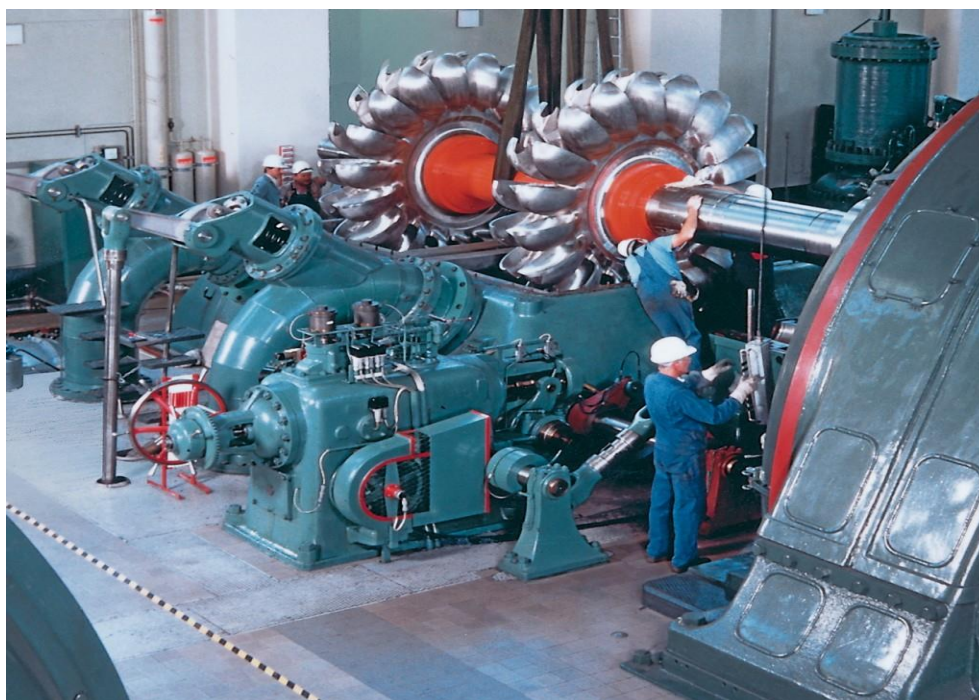
1-игна; 2-кожух; 3-қайтаргич; 4- пўлот шит; 5-кичик тормозловчи сопло

Бошқарувчи 1 игнани ҳаракатга келтирувчи сервомотр механизми капсула ичида жойлашган ва унинг сиртидан сув сирпаниб ўтади. Бундай конструкция келтириладиган оқимнинг йўқолишни камайтиради, асосан унинг зичлигини ва турғунлигини оширади, турбинанинг ФИКини кўпайшига ёрдам беради. Игнани бошқарувчи капсулани юритма бугунги кунда кенг қўлланмоқда. У Татевский ГЭСида ҳам қўлланган.

2.6-3-расмда Болгарияда қурилган замонавий вертикал агрегатли чўмичли турбинали Сестримо ГЭСи келтирилган.



2.6-3-расм. Вертикал агрегатли чўмичли турбинали Сестримо ГЭСи (Болгария)



2.6-4-расм. Горизонтал агрегатли чўмичли турбина
Назорат саволлари:

- 1.Бурама куракли турбина билан диагонал турбинани фарқи нимада?
- 2.Чўмичли турбинанинг қуввати қандай бошқарилади?
- 3.Чўмичли турбинанинг конструктив тузилишини тушин-тиринг.
- 4.Ўзбекистон республикаси худудидаги ГЭСларда қандай турдаги турбиналар кўп қўлланилади?

2.7. ГИДРОАГРЕГАТ ВА УЛАРНИНГ КОМПОНОВКАЛАРИ; ВЕРТИКАЛ ВА ГОРИЗОНТАЛ АГРЕГАТЛАР РЕЖА:

1. Гидротурбина конструкциялари;
2. Вертикал конструкцияли гидротурбиналарни афзалликлари ва камчиликлари.
3. Горизонтал агрегатнинг конструкциясини афзалликлари ва камчиликлари:
4. Гидротурбинанинг асосий конструктив деталлари ва қисмлари;
5. Гидротурбинанинг ёрдамчи асбоблари

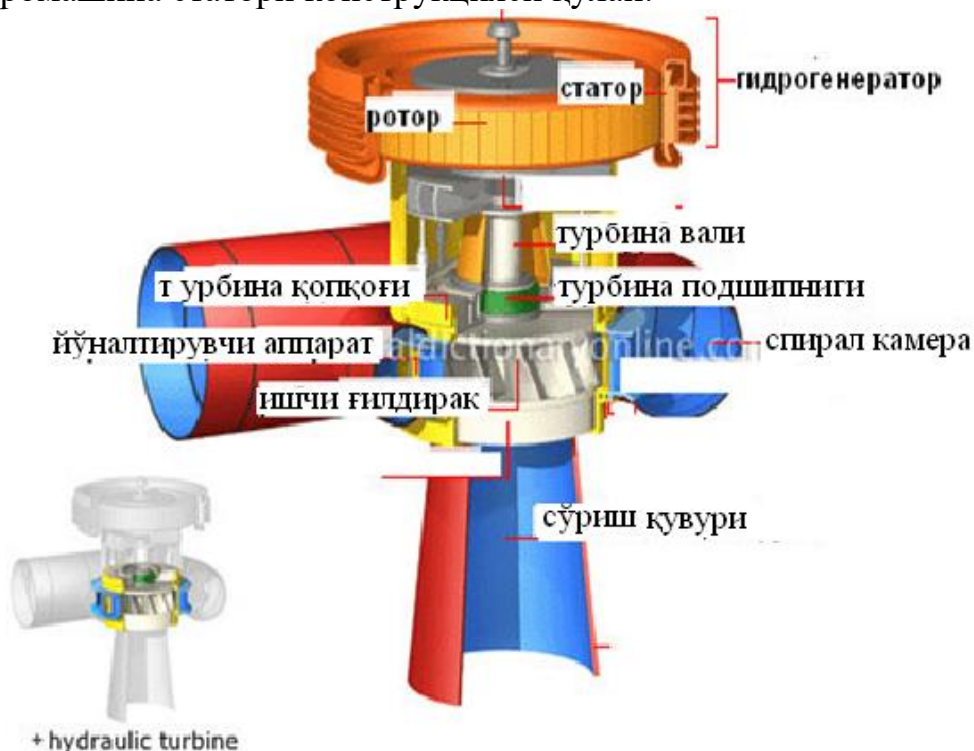
Таянч сўзлар: компановка, манфий чуқурлик, монтаж майдони, эгилган сўриш қувури, ротор, сўриш қувури, сервомотор, штанга, гидротурбина регулятори.

Гидромашина деб иккита машинани, яъни гидротурбина билан генераторни биргаликда ишлаганига айтилади. Хозирги замон ГЭСларда икки хил компановка учрайди:

1. Вертикал
2. Горизонтал

Вертикал агрегатни конструкциясида қуйидаги афзалликлар бор:

1. оғир кучланишга мўлжалланган радиал подшипниклар йўқ;
2. Турбина спирал камерасини қулай жойлаштириш мумкин;
3. Вертикал компановкада ишчи ғилдиракни пастки бьефни манфий чиқурлигига ўрнатиш мумкин;
4. Агрегатни монтаж қилиш қулай.
5. Электромашинани статори конструкцияси қулай.



2.7.1-расм. Гидроагрегатни тузилиши схемаси

Камчиликлар:

Эгилган сўриш қузури борлиги.

Горизонтал агрегатнинг конструкциясини афзалликлари:

.Агрегат вали горизонтал бўлгани учун сўриш қузури тўғри ўқли.

2.Сув сарфи вертикал компановкага қараганда 20-30% кўп.

3.ГЭС биносининг пас
тки масси қисми олддий.

Камчиликлар:

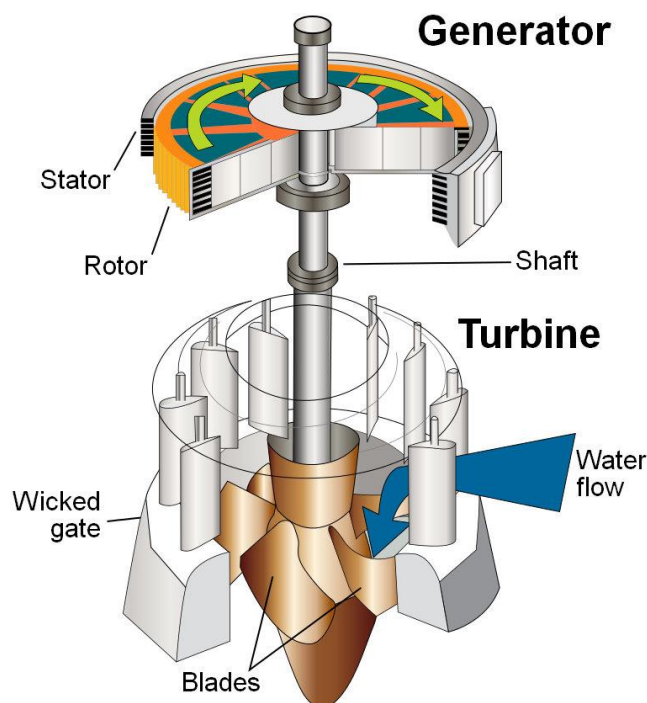
1Туурбина конструкцияси мураккаб бўлиб, оғир куч таъсирида бўлган радиал подшипниклари бор

2.Гидроагрегат подпятниги икки томонлама схемали бўлиб, кам куч таъсирида бўлади ва вертикал кучланишни қабул қилмайди.

3.Монтаж ва демонтаж қилиш қийин

4.Горизонтал агрегатни қараб туриш қийин.

5.Манфий сўриш баландлигини ҳосил қилиш қийин ва қимматга тушади.



2.7-2-расм. Гидроагрегатни асосий қисмлари

Гидротурбинанинг асосий конструктив деталлари ва қисмлари

1.Гидротурбинани ишчи механизми:

-Сервомотроли ва бошқарувчи ҳалқали ЙА

-Ишчи филдирак;

-турбина вали;

-Йўналтирувчи подшипник;

-Гидротурбина валини зичлаб турувчи мослама;

-БК турбина учун мой қабул қилувчи бор;

-Ишчи ғилдирак ичида сервомотор, мойни тақсимловчи штанга ва боршқа механизмлар бор;

2. Гидротурбинани бетонли ва ўранатиладиган қисмлари:

- Гидротурбина статори;
- фундаментал ҳалқа;
- Ишчи ғилдирак камераси;
- спирал кам ерани қопламаси;
- гидротурбина шахтасини қопламаси;
- сервомотор шахтаси.

3. Гидротурбинаниг ёрдамси асбоблари:

- Гидротурбина регулятори;
- Мой босимли қурилма;
- Сувни салб ташлагич;
- аварияли ёпиш залотниги;
- ҳамма турбиналарда лекаж агрегати бор;
- ҳамма турбиналарни қопқоғида сувни сўриб олувчи қурилма бор;
- вакуумни узувчи клапан;
- турбина олди затвори;
- бир неча хил ўлчагичлар ва релелар.

Йўналтирувчи аппарат

ЙА турлари ва вазифалари:

- ЙА турбинага кирадиган сувни бураб беради;
- турбина қувватини бошқаради;
- Затвор вазифасини бажаради.



2.7-3-расм. ЙА кураги

Йўналтирувчи аппарат турлари

1. Радиалли, чунки куракчаларни ўқи цилиндр ташқарисида D_0 -диаметр бўйича жойлашган.
2. Конусли ЙА. У капсулаларда агрегатларда бўлади.
3. Ўқ йўналиши бўйича (диагонал турбиналарда)

Назорат саволлари:

1. ГЭСлар компоновкаси неча хил бошқарилади?

- 2.Вертикал кмпановкани афзаллиги ва камчилигини нималарда?
- 3.Горизонтал агрегатнинг конструкциясини афзаллиги ва качилиги нималарда?
- 4.Гидротурбинанинг асосий коструктив деталлари ва қисмларига нималар киради?
- 5.Йўналтирувчи аппаратни вазифасини тушинтиринг\

2-МАЪРУЗА

2-мавзу. КГЭСнинг технологик жиҳозлари. Кичик напорли кичик энергетик қурилмаларнинг гидромеханик жиҳозлари. Гидротурбина турлари ва уларнинг асосий параметрлари

(2 соат)

Режа:

2.1. КГЭСнинг технологик жиҳозлари .

2.2. Кичик напорли кичик энергетик қурилмаларнинг гидромеханик жиҳозлари.

2.3. Гидротурбина турлари ва уларнинг асосий параметрлари

Таянч сўзлар:

Кавитация, стандарт, генератор, турбина, чўмичли турбина, сўриш баландлиги, тезюарлик коэффициенти, генератор ротори, номенклатура, парметр, спиралли камера, мультипликатор.

2.1.КГЭСНИНГ ТЕХНОЛОГИК ЖИҲОЗЛАРИ

ГЭС асосий технологик жиҳозларига гидротурбина, гидрогенератор, кучайтирувчи трансформатор, юқори кучланишли ажратгич ячейкалари, бошқариш ва кўзғатиш органлари ва бошқалар киради. Бунда бутун гидравлик энергияни электр энергиясига айлантирувчи технологик жараёнга керакли жиҳозлар киради.

Кичик гидроэнергетикани ривожлантиришда ва улар учун керакли гидроагрегатларни яратиш XVIII асрдан бошланган.

Кичик гидроагрегатларни яратишга катта ҳисса қўшган МХД конструкторлари ва олимлари қаторига В.С. Квятковский, И.В. Котенев, Н.М. Щапов, М.М. Орахелашвили, М.Н. Катко, Г.М. Строев, Н.А. Комиссаров, К.Ф. Костин, Б.Н. Нейман, Г.И. Кравченко, Б.А. Вахрамеев ва бошқаларни киритиш мумкин.

Стандарт кичик гидроагрегатларни Урал гидромашина., Ереван насос, Москва насос, Рига гидротурбина заводларида тайёрланган. Генераторлар эса улар учун Урал электроаппарат, Лысьвен турбогенератор, Электромеханика заводларида Ш.Барануа тайёрлашни йўлга қўйилган.

Гидротурбина қувватини N_T (кВт)

$$N_T = 9,81QH\eta_T \quad \text{формуладан топилади.}$$

Кичик гидротурбина Ф.И.К. (η_T) катта қийматга эга бўлиб, 88...90 % ни ташкил қилади, максимал юкланишда эса 82...95 % бўлиши мумкин. Бу шартларга кўра КГЭС $N_T \leq 10$ МВт ва $D_1 \leq 2,8$ м бўлганда напор ўзгариши 1... 1000 м да $Q = 0,05... 1000$ м³/с бўлиши мумкин.

Ф.И.К. катта бўлиши сув сарфини самарали ишлатилишини таъминлайди, бу эса сув миқдори тартибга солинадиган КГЭСларда катта аҳамиятга эга.

Катта ГЭСлардан фарқли ўлароқ КГЭСларда ҳозирча маълум ҳамма турбина хилларидан фойдаланилади. Ўқий-кураклари бураладиган ва пропеллер турбиналар паст напорларда 25 м гача ишлатилади. Напор 2...800 м да радиал ўқли ва 60...1000 м да чўмичли турбиналар хиллари қўлланилади. Оптимал ечим ҳар бир турбинани техник-иқтисодий ҳисобларнинг таққосланишидан аниқланади. Таққослашда, албатта турбинанинг характеристикасини, кавитацион кўрсаткичлари ва гидротурбина нархини ҳисобга олиш керак. Ишчи характеристикаларни таққослашдан кўринадики, ўзгарувчан юкламаларда актив ва кураклари бураладиган ўқий турбиналар самарали ишлатилиши мумкин, чунки бунда сув сарфининг кенг диапазонида катта Ф.И.К. га эришиш мумкин.

Турбинанинг тезюарлик коэффициенти:

$$n_s = 1,165 \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{H}},$$

бу ерда n - турбина айланишлар сони, айл./мин. 8-жадвалда кавитациясиз мушбат n_s да напорга боғлиқ тезюарлик коэффициенти турли турбиналар учун берилган. Шу жадвалга мувофиқ тажрибада олинган n катталиги қурилатган КГЭС технологик жиҳозларини танлашда ишлатилади.

КГЭС турбиналари нархи унинг ўлчамларига, оғирлигига ва қувватига қараб ўзгаради. Солиштира нарх эса гидротурбиналар хилига кўра ўзгариб, напор ошишида камаяди. Бу номерлашда австриялик олимларнинг 100 дан ошиқ гидротурбиналар техник-иқтисодий кўрсаткичларини таҳлил қилиш асосида қурилган.

Турбиналар нархини камайтириш, улар мустаҳкамлигини ва ишлаш даврини узайтириш билан бирга, ишлаб чиқаришни стандартлаштириш ҳисобига амалга оширилади.

Тезюарлик коэффициенти n_s нинг турли турбиналар учун ўрнатилган катталиклари

1-жадвал.	Гидротурбиналар		n_s	Н, м
	Синфи	Хили		
	Реактив	Ўқий	1100/350	2/25
		Тезюар радиал-ўқли	450/250	25/100
		Ўртача радиал-ўқли	250/150	100/250

2.1-

Актив	Икки каррали	300/30	20/200
	Кўп сонли чўмичли	70/30	100/400
	Бир сонли чўмичли	30/10	400/1800

- Изоҳ.** 1. n_5 нинг катта қиймати минимал напорга тўғри келади ёки аксинча.
 2. Каср суратида максимал, махражида минимал катталиқ ҳисобланади.

Янги номенклатура ишлаб чиқарилгунча КГЭС учун турбина танлаш лойиҳалаш босқичида катта ГЭС учун қўлланилган услубиятга кўра бажарилиши мумкин. Бунда асосий берилган катталиқлар бўлиб, ҳисобий N_x , максимал N_{max} ва минимал N_{min} напорлар; N_x - ҳисобий (номинал) турбина қуввати; ∇ - қуйи бьеф абсолют отметкаси ва ҳ.к.лар хизмат қилади. Келтирилган n_1' ва Q_1' катталиқларини ва кавитация коэффиценти σ 2.1-1-жадвалдан олинади, аниқроқ қилиб универсал характеристикадан олинади. Бунда:

$$n_1' = \frac{nD_1}{\sqrt{H}}; \quad Q_1' = \frac{Q}{D_1^2 \sqrt{H}}; \quad H_s \leq 10 - \frac{\nabla}{900} - \sigma H$$

2.1-1-жадвал.

Кўрсаткичлар	Кураклари бураладиган капсулалар турбиналар	
	(ПЛК 10) КБК	(ПЛК 16) КБК
Напор, м	1-10	3-16
Келтирилган айл. сони, айл/мин		
$n_1'_{opt}$	170	155
$n_1'_x$	210	175
Келтирилган сув сарфи, л/с		
$Q_1'_{max,x}$	4200-3800	3000-2800
Кавитация коэффиценти- σ		
$Q_1'_x$ га тўғри келади	2,8-2,2	2-1,6

2.1-3-жадвал.

Кўрсаткичлар	Кураклари бураладиган ўқий турбинлар						
	КБ15	КБ20	КБ30	КБ40	КБ50	КБ60	КБ70
Максимал напор, м	15	20	30	40	50	60	70
$n_1'_{opt}$, айл/мин	150-160	135-140	125-130	120-125	115-120	110-115	105-110
$Q_1'_{max,x}$	2300-1900	2200-1750	1950-1500	1800-1400	1600-1300	1500-1200	1400-1000
σ ($Q_1'_{max,x}$)	1,3-0,9	1,1-0,7	0,95-0,6	0,75-0,45	0,65-0,35	0,65-0,3	0,55-0,25

Ҳисоблаш ишлари қуйидагича олиб борилади:

1. Турбина хили N_{\max} орқали танланади.
2. Q_x ни N_x орқали аниқланади.

$$Q_x = \frac{N_x}{9,81H_x\eta_T}$$

η_T – Ф.И.К, КБ турбина учун 87-90% олинади. РЎ турбинага 90-92%.

3. Гидротурбина диаметрини аниқлаш:

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_x}{Q_{1x}\sqrt{H_x}}}$$

бу ерда, Q_{1x}' 2.1-4-жадвалдан ёки характеристикадан топилади.

4. Гидротурбина айланишлар сони:

$$n = \frac{n_{1x}'\sqrt{H_x}}{D_1}$$

бу ерда n_{1x}' РЎ турбинага n_1' га яқин катталигини η =макс.да, КБ турбинада эса n_1' опт дан каттароқ қиймат олинади. Лойиҳаланаётган КГЭС учун синхрон айланишлар сонига n_c тенг олинади.

$$n_c=6000/p,$$

бу ерда, p - генератор ротори кутблар сони.

2.1-4-жадвал

Кўрсаткичлар	Радиал-ўқли турбиналар (РЎТ)									
	РЎ45	РЎ75	РЎ115	РЎ140	РЎ190	РЎ230	РЎ310	РЎ400	РЎ500	РЎ740
Максимал напор, м	45	75	115	140	170	230	310	400	500	700
n_1' опт, айл/мин	85	80	75	72	70	67	65	60	60	55
Q_1' (с%), л/с	1400	1250	1050	900	770	570	450	340	250	180
σ	0,22	0,17	0,13	0,11	0,09	0,07	0,055	0,045	0,038	0,03

5. Рухсат берилган N_s катталигига захира коэффициенти 1,1-1,2 қўшилиб топилади.

Турбина асосий ўлчамлари, турбина камераси ва сўриш қувури D_1 га қараб аниқланади.

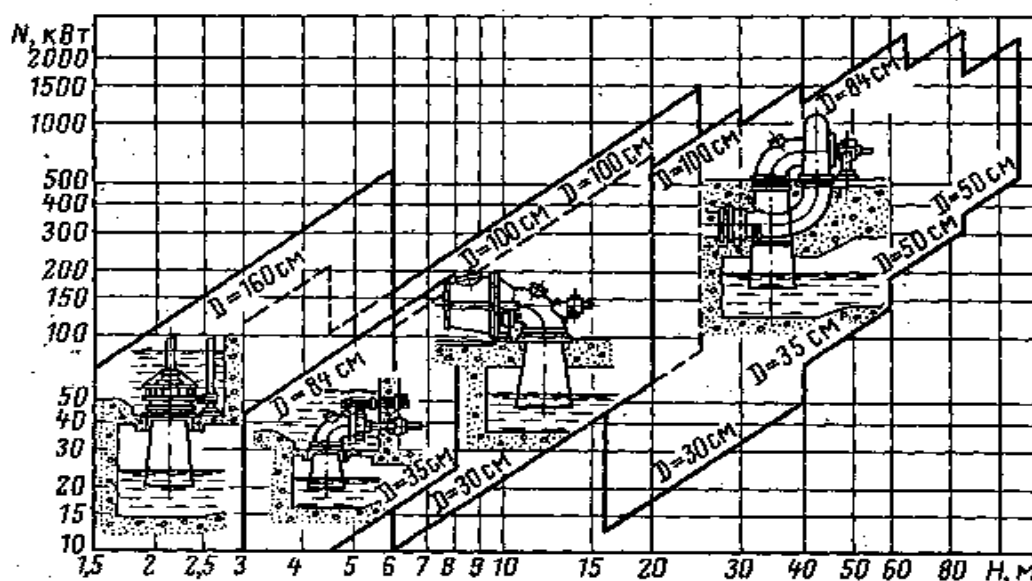
КГЭС қурилишида айрим ҳолларда турбина ўрнига стандарт ўқий ва марказдан қочма насослар ишлатилиши мумкин. Бундай вариант ечимлари айниқса КГЭС қуввати 150 кВт гача бўлганда иқтисодий самарали бўлиши мумкин. Худди шу қувват диапазонида кўпгина куракли насослар бўлиб, уларни ишлатиш эксплуатациянинг технологик жараёнига тўғри келади.

2.2.КИЧИК НАПОРЛИ КИЧИК ЭНЕРГЕТИК ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ГИДРОМЕХАНИК ЖИХОЗЛАРИ

Кичик напорли кичик энергетик қурилмаларда (напори 20 м) вертикал ўқли- валли гидроагрегатлар билан бир қаторда горизонтал ўқли-валли гидроагрегатлар кенг қўлламда ишлатилиб келмоқда .

ГЭҚларни лойиҳалашда асосан сувнинг потенциал энергиясидан фойдаланишда куракли тизимга сувни уюшган ҳолда келтириш ва ундан олиб кетиш масаласи мукаммал кўрилиши керак.

ГЭҚларда ишчи ғилдираги диаметри $D_1 = 0,5 - 1,0$ м напорлари ҳар хил ва сувни олиб келиш, уни олиб кетиш шarti 9-жадвалда келтирилган .



2.2-1-расм. Кичик турбиналарнинг МХД да қабул қилинган номенклатураси.

Жадвалда келтирилган турбина турлари қуйидагича: ПР- пропеллерли, РЎ- радиал-ўқли, БК-бурама куракли.

Жадвалдан кўриниб турибдики паст напорли кичик энергетик қурилмалар (КЭҚ) ПР ва БК турбиналардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ, юқори напорлар учун РЎ-радиал-ўқли турбиналарни қўллаш керак.

Кичик қувватли ГЭҚнинг параметрлари.

Напор, м	Турбина- Диаметри, мм	Турбина тури	Агрегатни Компоновка си	Сувни келтириш конструкци яси	Сувни олиб келтириш конструкци яси
2-4	0,5	ПР, БК	Вертикал	Турбина камераси очик	Тўғри ўқли конусли
10-30	0,5	ПР, БК	Горизонтал	Кожухли фронталли	букилган
50- 150	0,5	РЎ	Горизонтал	Кожухли радиал	Тизасимон
100- 400	0,5	РЎ	Горизонтал	Спиралли турбина камера	Конусли тўғри ўқли
3-10	1,0	ПР, БК	Горизонтал	Қувурсимон фронтал	С-шаклда
6-10	1,0	ПР, БК	Верти- кал	Напорли турбина камера	Эгилган
10-30	1,0	ПР, БК	Эгилган	Кожухли фронтал	Тирсақли
50- 400	1,0	РЎ	Горизонтал	Спиралли турбина камера	Конусли тўғри ўқли

МикроГЭСлар ичида амалиётда актив-реактив Банки турбинаси кенг тарқалган.

Бундай турбиналарнинг энергиясини актив кўринишини ўтиш жараёни ишчи ғилдиракга киришда, чиқишда эса реактив бўлади. Бундай ғилдиракни тайёрланиши ва эксплуатацияси жудаям содда, юқори ишончга эга.

Иккиламчи турбинали гидроагрегатлар $H=1-200$ м гача, сарфи $0,025-13$ м³/с ва қуввати $1-1500$ кВт қилиб чиқарилипти. Унинг ФИК $0,994$ бўлиб юқори ишончга эга[25].

КЭҚларни ишлаб чиқаришда етакчи давлатларга Хитой, Россия, Германия ва бошқа давлатлар киради.

Жихозлар ишлаб чиқаришда қуйидаги чет эл давлатлари фирмалари: Австриядаги “Фойт”, Швейцарияда “Эшер Висс”, АҚШда “Аллис – Чалмерс”. Повер Индустрй Планта (Польша), Амах (Германияда), Худролес (Францияда), Елестро ГмБХ (Швейцарияда), Лотус Бранд (Хитойда) бизга маълум.

Россия, кичик гидроэнергетикани ишлаб чиқариш сурати бўйича ривожланган давлатлардан орқада. КЭҚлар учун жихозлар ва қурилмаларни кенг номенклатураси ўзлаштирилган бўлиб, улардан ҳозирги кунларда амалиётда фойдаланиб келинмоқда. Россияда «ЛМЗ»АЖ- ленинград метал заводи, «МНТО ИНСЭТ» АЖЗ, «Ранд» МАЖ, «Напор» АЖ, «НИИЭС» АЖ.

«Энергомаш» АЖ ва бошқа ишлаб чиқариш корхоналари ва институтлари бизга маълум.

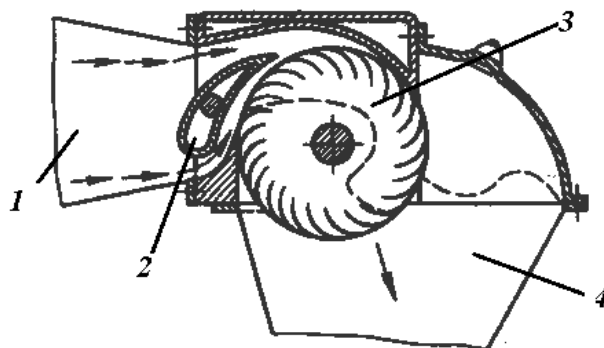
Кичик ГЭСлар учун генераторлар «Электросила» АЖда, «Уралэлектротяжмаш» АЖда, «Привод» АЖда (Лысьва) ишлаб чиқарилади ва х.к.

Бизнинг республикамизда «МНТО ИНСЭТ» АЖЗ фирмасининг жихози билан Ургут КГЭС таъминланган. Қуввати 3000 кВт бўлган 6 та агрегатли ГА-8М (ўқий турбина) русумли турбина билан Ургут КГЭСи ва ГА-8М русумли турбина билан умумий қуввати 5000 кВт ли 10 агрегатли «Гульба» КГЭСи жиҳозланган.

Қуввати 1-10 кВт бўлган гидроагрегатларни Қирғизистоннинг илмий – текшириш институтини (КарНАО) энергетика бўлими, Чебоксари «Энергозапчасть» заводи, «ЛМЗ» АЖ (Санкт – Петербург ш.), «Тяжмаш» АЖ (Сызрань ш.) ва Харьковнинг турбина заводлари (НПО «Турбоатом») ишлаб чиқариш билан шуғилланишади. Бу турбиналарга қуввати 250 кВт дан 3 кВт гача бўлган миниатюр МикроГЭСни қирғизистон мутахассислари яратишди. Бу турбиналарга синтетик материалдан қилинган букулувчан (енгсимон) қувур ёрдамида сув келтирилади. Банки турбинали МикроГЭС генератор билан тасмали узатгич ёрдами бирикади. «Энергозапчасть» заводи томонидан худди шунга ўхшаш қуввати 1,5 кВт напори 5м бўлган КЭҚ ишлаб чиқарилмоқда «ЛМЗ» АЖ, «Тяжмаш» АЖ, «Турбоатом» ИИБ томонидан енгсимон

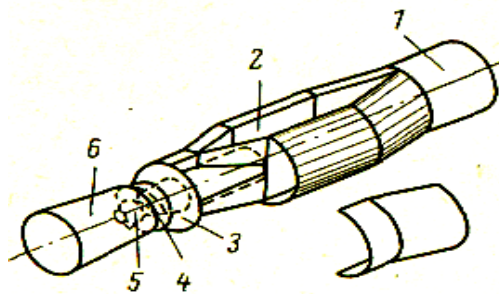
МикроГЭСларида Банки турбинани ўрнига битта ўқда, ўқий парракли турбина билан генератор жойлаштирилган. ВНИИГ, СПБГПУ ва «ЛМЗ» АЖ лар ирмремдан қуввати 1-5 ва 3-10 кВт, напори 3-10 м бўлган ёрдамида микроГЭС лойиҳа қилинди, ишлаб чиқилди ва синалди. 3-расмда қуввати 1,5 кВт бўлган микроГЭС схемаси кўрсатилган.

Напорли сув ўтказгичдан келаётган сувни турбина статори олдиндан бураб бериш орқали ишчи ғилдиракни яхши айланишини таъминлайди.

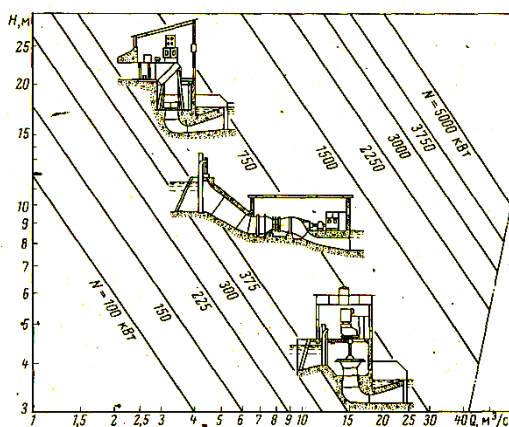


2.2-1-расм. Банки турбинасининг схемаси

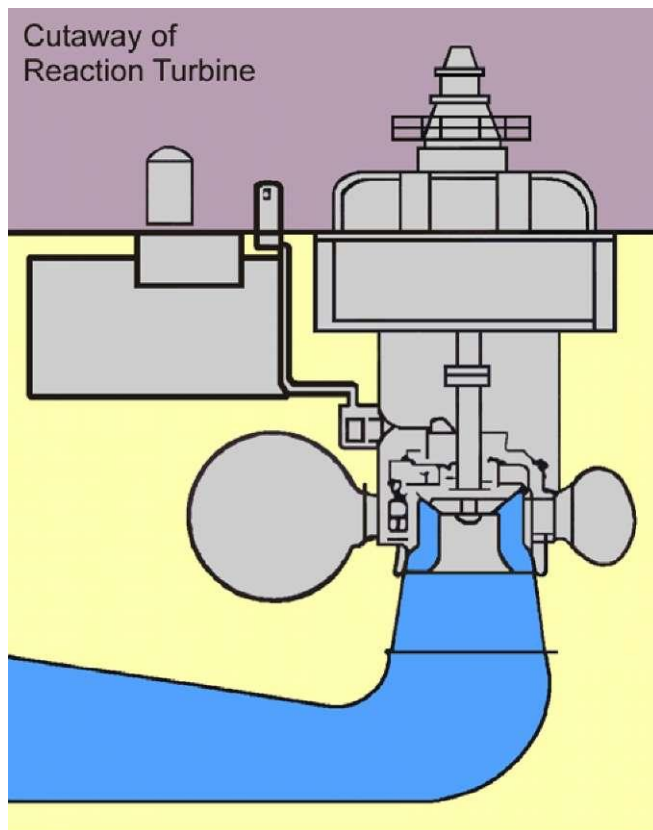
1 – сувни келтирувчи қурилма; 2 – бошқарувчи клапан; 3 – ишчи ғилдирак; 4 – сувни олиб кетурувчи қурилма



2.2-2-расм. Сув йўналиши икки томонлама бўлган «Трубали» ўқий турбина:
 1-босимли трубопровод; 2-мультипликатор ёки узатиш учун бўшлиқ; 3-йўналтирувчи
 аппарат; 4-ишчи гилдирак камераси; 5-ишчи гилдирак; 6-сўриш қузури.



2.2-3-расм. Қуввати кичик бўлган ўқий турбиналар стандарт конструкцияларининг
 қўлланилиш соҳаси графиги.



2.2-4-расм. Реактив турбина

2.3. Гидротурбина турлари ва уларнинг асосий параметрлари

Турбина қуввати қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$N = 9,81QH\eta ,$$

бу ерда N – турбина валидаги фойдали қувват, кВт; η – турбинанинг фойдали иш коэффициентлари.

Кичик турбиналар ФИК юқори қийматларга эга бўлади ва иш режими оптимал бўлганда $\eta_{\max}=88\dots90\%$, юқланиш максимал бўлган шароитларда эса $\eta_{\max}=82\dots85\%$ га етади.

ФИКнинг юқори бўлиши сувни тежамли сарфлиш имконини беради, бу эса жуда муҳим, айниқса оқим тартибга солинадиган КГЭСларда.

Катта ГЭСларга қараганда КГЭСларда ҳозирги кунда маълум бўлган турбиналарнинг ҳамма турлари ишлатилади. Ўқий бурама-куракли ва пропеллерли (қўзғалмас куракли) турбиналар напор паст – 25 м гача бўлганда қўлланилади. Напор ўзгариши катта бўлганда, масалан, 2-800 м напорда радиал-ўқли турбиналар қўлланилиши мумкин. чўмичли ва қийшиқ оқимчали турбиналар напор 60-1000 м бўлганда қўлланилади.

Шундай қилиб, напор 2-25 м бўлганда ўқий, ҳам радиал-ўқли турбиналар, напор 60 м дан юқори бўлганда эса 2 гуруҳдаги турбиналар – реактив (радиал-ўқли) ва актив (чўмичли ва қийшиқ оқимчали) турбиналар қўлланилиши мумкин. Оптимал ечим мавжуд вариантлар техник-иқтисодий солиштирув ҳисоблари асосида танланади. Бунда ишчи характеристикалар, кавитацион кўрсатмалар ва турбиналар таннархи охириги қийматларга эга бўлади.

КГЭСларда сўриш баландлиги H_s одатда мусбат (0-3 м оралиғида) қийматга эга. Фақатгина паст напорли ва агрегат қуввати баланд бўлган ГЭСларда манфий H_s га йўл қўйилади (1-1,5 м гача). Бундан асосий мақсад ишчи ғилдирак диаметри кичик ва айланиш сони катта бўлган тезюар турбиналардан фойдаланишни таъминлашдир. Турбиналарнинг тезюарлик коэффициенти

$$n_s = 1,165 \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{\sqrt{H}}} \quad \text{га тенг.}$$

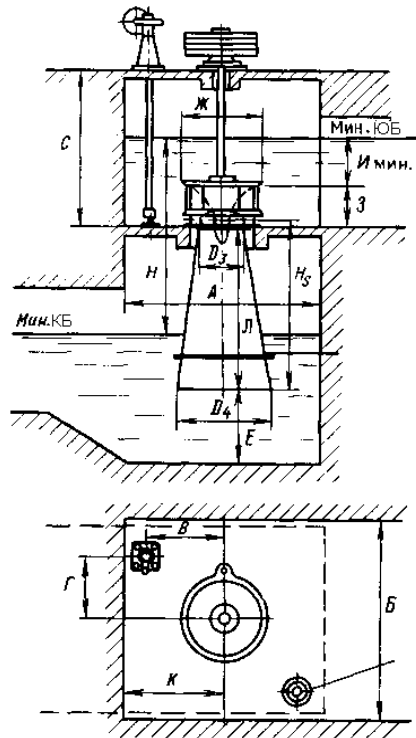
Бу ерда, n – турбинанинг айланиш сони, айл/мин.

8-жадвалда амалда топилган ва ҳозирда қурилаётган КГЭСларда қабул қилинаётган тезюарлик коэффициенти қийматлари келтирилган. Бунда тезюарлик коэффициенти мусбат сўриш баландлигини таъминлаб берувчи (кавитация ҳолатисиз) напорга боғлиқ ҳолда танланади.

8-жадвалда келтирилган n_s қийматлари тахминийдир. Йўл қўйилган сўриш баландлиги ҳамма ҳолларда турбинанинг мавжуд кавитацион кўрсаткичлари ва унинг иш режимидан келиб чиқиб аниқланади.

КГЭСлар турбиналари нархи уларнинг ўлчамлари ва оғирлиги ёки охир оқибат қуввати катта бўлгани сайин ошади. Турбинларнинг

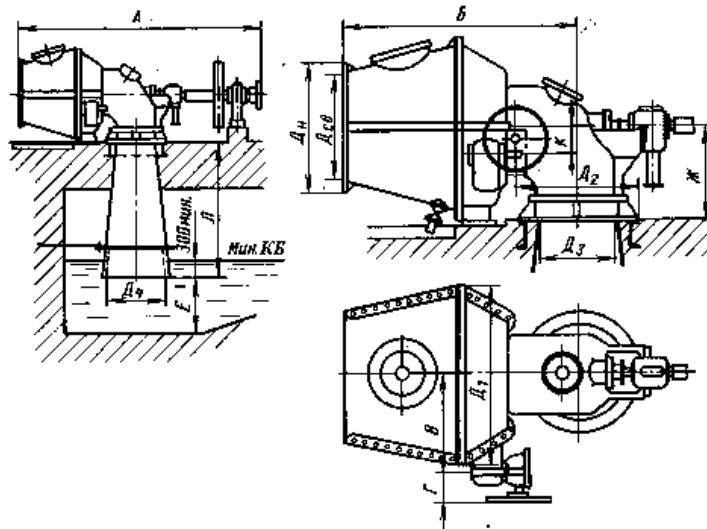
солиштирма нархини кўриб чиқадиган бўлсак, унда айтиш керакки, турбина нархи унинг хилига қараб ўзгаради.



2.3-1-расм. ПрК70-ВО, ПрК245-ВО сериядаги гидротурбиналарни ўрнатиш схемаси.

Қуввати кичик бўлган турбиналар нархини пасайтириш унинг ишончилиги ва эксплуатациясининг кўп йиллик даврини ошириш билан бир қаторда уларнинг ишлаб чиқарилишини стандартлаштириш йўли билан эришилади.

Стандартлаштириш деганда, КГЭСлар учун турбина танлашда умумий қоидаларни ўрнатиш ва уларга риоя қилиш, етарлича юқори энергетик кўрсаткичларга эга бўлган турбиналарнинг бир қатор намунавий ўлчамларини ишлаб чиқиш ва шу қабилар тушунилади.



2.3-2-расм. Ф300-ГФ сериядаги гидротурбиналарни ўрнатиш схемалари.

Ф300-ГФ сериядаги гидротурбиналарнинг асосий ўрнатилган ўлчамлари, мм

Турбина маркаси	А	Б	В	Г	Дсв	Дн	Дб
ГФ-35	3500	1600	650	220	600	755	705
ГФ-42	3700	1700	760	220	800	975	920
ГФ-50	4000	2000	860	220	1000	1175	1120
ГФ-59	4800	2500	1000	260	1000	1175	1120
ГФ-71	5400	3000	1120	260	1200	1390	1320
ГФ-84	6000	3300	1250	260	1600	1790	1730
Турбина маркаси	Д ₁	Д ₂	К	Ж	Ж ₁	Оғирлиги, кг	
ГФ-35	1155	785	225	570	800	1350	
ГФ-42	1320	890	215	645	900	1600	
ГФ-50	1560	1000	255	740	1000	2250	
ГФ-59	1775	1140	225	880	1150	3200	
ГФ-71	2090	1310	290	1000	1300	4300	
ГФ-84	2400	1480	350	1140	1450	5800	
Эслатма: Умумий оғирлик сўриш қузури, шкив, охир подшипниги ва муфтанинг оғирлиги ҳисобга олинмаган ҳолда берилган.							

КГЭСлар қурилишида гоҳ ҳолларда турбина сифатида стандарт ўқий маркадан қочма насослари қўлланилиши мумкин. Ҳозирги кунда насосларни турбина сифатида қўллаш бўйича эришилган тажриба шуни кўрсатадики, ГЭС агрегатлари қуввати 150 кВт гача бўлганда бундай ечим техник жиҳатдан мумкин бўлган ва иқтисодий томондан самарали ечим ҳисобланади.

Назорат учун саволлар:

- 1.КГЭСнинг технологик жихозига нималар киради?
2. Гидротурбина қуввати нимага боғлиқ?
- 3.Кичик ГЭСларда қандай турбиналар ишлатилади?
- 4.Нима учун радиал ўқли турбина дейилади?
5. Ўқий турбиналарга қандай турбиналар киради?
- 6.Реактив турбина деб нимага айтилади?
- 7.Актив турбина нима?
- 8.Тезюрарлик коэффициенти нимани аниқлайди?
- 9.Гидротурбинани асосий параметрларига нималар киради?
- 10.Рухсат этилган сўриш баландлиги нимани аниқлайди?
- 11.Йўналтирувчи аппаратни вазифаси нимада?

3-МАЪРУЗА

3-мавзу. Ўзбекистоннинг гидроэнергетик потенциалидан КГЭСда фойдаланиш. Сув оқимидан кичик ГЭСда фойдаланиш схемалари. Кичик гэс сув омборлари, сув омбори нормал сув сатҳини ва фойдаланиш чуқурлигини аниқлаш. ГЭС сув омборлари хиллари.

(2 соат)

Режа:

2.1. Ўзбекистоннинг гидроэнергетик потенциалидан КГЭСда фойдаланиш

2.2 Сув оқимидан кичик ГЭСда фойдаланиш схемалари

2.3. Кичик гэс сув омборлари, сув омбори нормал сув сатҳини ва фойдаланиш чуқурлигини аниқлаш.

2.4. ГЭС сув омборлари хиллари

Таянч сўзлар:

Компановка, сув бассейни, тенглагич, турбина, туннель, сунний сув омбори, микроГЭС, каналлар ва сойлар гидропотенциали, капитал сариф, гидроузел.

2.1.ЎЗБЕКИСТОННИНГ ГИДРОЭНЕРГЕТИК ПОТЕНЦИАЛИДАН КГЭСДА ФОЙДАЛАНИШ

Дунёда кичик гидроэнергетика бўйича илғор давлат Хитой ҳисобланиб, унинг кичик энергетик қурилмаларининг қуввати 20000 МВт дан ошиб кетади. 2006 йили Хитойда қайталаниб тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш қонуни қабул қилинди ва у кучга кирди. У, ўз навбатида миллий энергетика тизимида этиборли жойни эгаллашга имкон бериб, қайталаниб ишлаб чиқилган энергия мамалакатнинг ишлаб чиқаришини ва бозорни ривожлантиришга имкон беради.

Хитой давлатида 2020 йилгача бутун ишлаб чиқиладиган электр энергиянинг 20% ни қайталаниб тикланувчи энергетик ресурслар билан қопланишни режалаштирилган.

Кичик ГЭСлар Хиндистонда, жанубий-шарқий Осиё давлатларида, Европанинг Австрия, Финляндия, Норвегия, Швеция ва бошқа давлатларда ҳам самарали ишлаб келмоқда.

Бизнинг республикамизда кичик ва ўрта гидроэлектростанциялардан аввалдан фойдаланишимизга қарамасдан, кичик қувватли ГЭҚлардан тўла фойдаланиш жарёни бошлангич босқичда турибди. Қуввати 4 МВт бўлган биринчи Бозсув дарёсидаги Бозсув ГЭСи 1926 йили қурилган. Бугунги кунда республикамиз энергия тизимида умумий қуввати 1700 МВт дан кўп бўлган 30 дан ортиқ ГЭС ишлаб турибди [24].

Ўзбекистон республикаси йирик дарёларининг гидроэнергетик ресурсларини қуввати 5685 МВт бўлиб, йиллик ишлаб чиқарадиган энергияси 18,7 млрд. кВт*с. баҳоланади. Ундан ташқари республикамизда кичик дарёлар, ирригация каналлари ва сув омборлари қуввати 1760 МВт йиллик ишлаб чиқиладиган энергияси 8,0 млрд. кВт.с да баҳоланади [24].

Шундай қилиб Ўзбекистоннинг умумий гидроэнергетик потенциали 7445 МВт ни, йиллик ишлаб чиқарадиган энергияси 26,7 млрд. кВт. с ни ташкил қилиши мумкин. Бу эса 6700000 тонна шартли ёқилғини тежаши мумкин.

Ўзбекистон республикасининг Вазирлар Маҳкамиси томонидан кичик гидроэнергетикани ривожлантириш тўғрисида «Дарёларнинг, ирригация каналларининг ва сув омборларнинг кичик гидроэнергетик потенциалини

ривожлантириш концепсияси» мухум хужжати ва «Ўзбекистон республикасида кичик гидроэнергетикани ривожлантириш режаси» тасдиқланди.

Ўзбекистон республикаси йирик дарёларининг гидроэнергетик ресурсларини қуввати 5685 МВт бўлиб, йиллик ишлаб чиқарадиган энергияси 18,7 млрд. кВт*с. баҳоланади. Ундан ташқари республикамизда кичик дарёлар, ирригация каналлари ва сув омборлари қуввати 1760 МВт йиллик ишлаб чиқиладиган энергияси 8,0 млрд. кВт.с да баҳолданади (3.1-1-жадвал).

3.1-1-жадвал.

№	Гидроэлектростанция ларнинг номлари	Қувват и, МВт	Электроэнергияни йиллик ишлаб чиқариш хажми, млн. кВт. соат
1	Тўполанг ГЭСи	175,0	514,0
2	Гиссарак ГЭСи	45,0	80,9
3	Сох ГЭСи	14,0	70,0
4	Оҳангаран ГЭС	20,0	36,0
5	Андижоннинг кичик ГЭСи	11,2	43,9
6	Каркидон ГЭСи	10,0	26,0
7	Товоқсой ГЭСи	9,5	32,0
8	Пионер ГЭСи	8,0	35,0
9	Шарихон ГЭС - 0	30,0	110,0
10	Шарихон ГЭС - 1	15,0	50,0
11	Уйчи ГЭС-1	20,3	70,0
12	Уйчи ГЭС-2	38,6	140,0
13	ЖФК ГЭС - 2	7,9	42,0
14	Боғишомол ГЭС-2	17,7	74,0

Ундан ташқари, қишлоқ ва сув хўжалиги Вазирлиги томонидан юқорида келтирилган хужжатлар асосида «Ўзбекистонда кам ўрганилган сув ўтказувчиларининг гидроэнергетик потенциалидан фойдаланиш схемаси» ишлаб чиқилиб, у 370 кичик дарё ва сойларни қамрайди, қуввати 100-200 кВт бўлган микро ва мини ГЭСларни ўз ичига олади.

Кичик дарёлар ва сойларни техник электроэнергия потенциали 270 МВт ли қувватга яқинни ташкил қилиб, ўртача 1550 млн. кВт-с йиллик электроэнергии ишлаб чиқиши мумкин. Бу схема бўйича биринчи навбатда 140 та микроГЭС ларни қуриш мўлжалланган [24].

Лекин бу режа жуда сусткашлик амалга оширилиятти. Асосий масалалардан бири, чет элдан қиммат баҳо гидравлик жиҳозларни (гидротурбина, гидрогенератор, бошқарувчи аппаратлар) олиш зарурияти ҳисобланади. Шу сабабдан республикада қуввати 100 кВт гача бўлган микрогидроэнергетик қурилмаларни ишлаб чиқариш зарурияти туғилди.

Кичик қувватли ГЭҚлар ҳолати таҳлили шуни кўрсатаётти, қурилиш нархни пасайтириш мақсадида уларнинг ишлаш самарадорлигини ошириш учун қуйидагилар бўлиши талаб қилинади:

- сув омборлари ва гидротехник иншоотлари мавжуд бўлган тизимларда кичик ГЭСлардан фойдаланиш;
 - кичик ГЭСларни агрегатлари сифатида серияли насос ва двигателлардан имкон даражасида фойдаланишни асослаш;
 - кичик ГЭСларнинг кўрсаткичларини яхшилаш бўйича янги техникавий ечимларни ишлаб чиқиш;
 - гидроэнергетик комплекда ва ҳар хил (куёш, шамол ва гидравлик) қурилмалардан биргаликда фойдаланишни илмий-техникавий асослаш
- Ҳозирги кунда гидроэнергетик қурилмалардан фойдаланиш самарадорлигини оширишнинг қуйидаги асосий масалалари мавжуд.

1. Сув ресурсларидан энергетик ва комплекс фойдаланишнинг оптимал схемаларини илмий – асосда ишлаб чиқиш, сув хўжалик, энергетик ва территориял – ишлаб чиқариш комплексларида ГЭҚ ларнинг ролини ошириш.

2. Умумий электроэнергетика тармоғида ишлаётган ГЭС ва ГАЭС, НС самарадорлигини янада оширишнинг янги услубларини ишлаб чиқиш.

3. Гидроэнергетик ва комплекс сув хўжалик объектларининг самарадорлигини аниқлашнинг замонавий услубиётини ишлаб чиқиш, энергетик ресурсларни иқтисодий баҳолаш масалаларини ҳал қилиш.

4. Гидроэнергетик объектларнинг (ГЭС, НС, ГАЭС) экологик ва иқтисодий таъсирини ҳар бир регион учун ҳисоблаш ва асослаш.

5. ГЭҚ лари ва бошқа типдаги электр станциялари (куёш, шамол ЭС, ИЭС, АЭС) нинг биргаликдаги (комбинациялашган) иш режимларини ва иқтисодий самарадорлигини ўрганиш.

6. Кичик ГЭС лардан фойдаланиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш, янги кичик ГЭСлар конструкциялари ва лойиҳаларини яратиш, уларнинг техник-иқтисодий самарадорлигини ошириш.

3.2. СУВ ОҚИМИДАН КИЧИК ГЭСДА ФОЙДАЛАНИШ СХЕМАЛАРИ

Замонавий КГЭСларни лойиҳалаш технологияси бир неча характерли хусусиятларга эга. Бунда 50-йиллардаги гидроэнергетик объектларни лойиҳалаш тажрибасининг етарли эмаслиги, уларни фақат айрим адабиётлардан ва эксплуатациядаги КГЭСлардан фойдаланиб билиш мумкин бўлган. Шунинг учун улар ҳозирги норматив ва услубий ишланмаларда кўрсатилмаган.

КГЭСларни келажакдаги авлодини яратиш учун янги ёндашувлар, ишланмалар, илмий изланишлар зарур. Бунинг учун бундай таҳлил ва изланишларни давом эттирилиб, қуйидаги тартиб ва талабларни асослаш керак:

1. КГЭСлар тўла автоматлаштирилган ва доимий эксплуатацион персоналсиз ишлаши шарт. Бунда уларнинг иқтисодий самарадорлиги оширилиб, эксплуатация ҳаражатлари ва капитал сарф камайишига эришилади.

2. Аниқ КГЭС объектини лойиҳалаш унификациялашган лойиҳавий ечимлар асосида олиб борилиши керак.

3. Унификацияга бутун гидроузел иншоотлари ёки айрим энергетик ва гидротехник иншоотлари тўғри келиши мумкин.

Энергетик иншоотларни унификациялашган ечимларига КГЭС биноси, турбина сув ўтказувчилари ва сув қабул қилиш иншоотлари киритилиб, уларнинг бир гидроагрегат қуввати 3...5 МВт гача қўлланилиши мумкин. Катта қуватли КГЭСлар учун алоҳида иқтисодий ечимлар топишга тўғри келади.

Бунда ҳам албатта унификациялашган гидравлик куч жиҳозлари ва автоматик тизимлардан фойдаланиш зарур.

3. Унификацияланган КГЭС лойиҳасидан фойдаланишда бир этап ишларини бажариш лозим КГЭС қурилиши техник-иқтисодий ҳисоблардан асосланган кейин ишчи лойиҳа бажарилади ва ишчи ҳужжатлар конкрет шароит учун ишлаб чиқилади.

Агар КГЭСлар комплекс гидроузел таркибига киритилса, уларни лойиҳалаш бир этапда гидроузел билан бажарилади.

Бу кўрсатма ва фикрларга асосан КГЭСлар лойиҳасида сув оқимидан фойдаланиш схемалари напор ҳосил қилиш усулига кўра:

- тўғонли;
- деривацияли (4-расм);
- аралаш схемали хилларга ажратилади.

Тўғонли схема орқали напор ҳосил қилишда дарё оқимиға перпендикуляр равишда створ-тўғон қурилади. Бунда ҳосил бўладиган сув омбор дарё сувини қайта тақсимлашга хизмат қилади.

Дарё ўзани КГЭСи жойлашига кўра иккита компоновка вариантыга эга булади.

КГЭС биноси дарё ўзанида жойлашдганда напор ҳосил қилувчи иншоотлар таркибига киради ва напор таъсири остида жойлашади. КГЭС биноси баландлиги напор орқали аниқланиб, улар компоновкасида 4...6 м гача фойдаланилади.

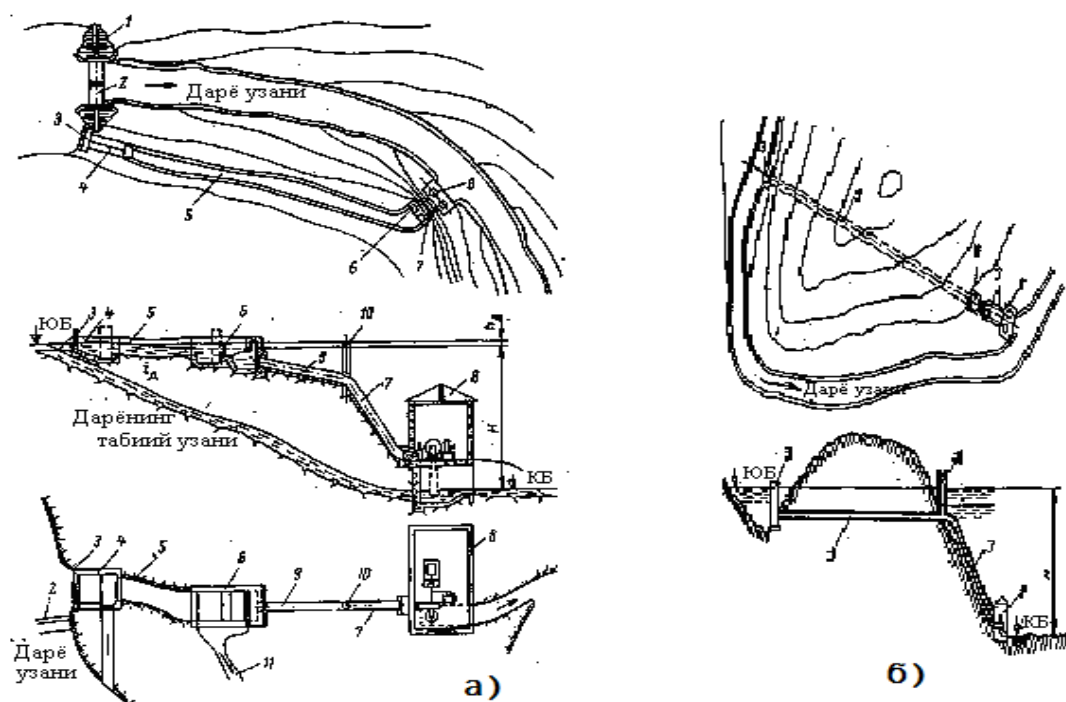
КГЭС биноси қурилишига капитал сарфнинг ошишига собаб дарё ўзанида (перемичка тўсинлар қуришга ва котловандан сувни чиқариб), дарё сувини ўказиб туришга тўғри келади.

КГЭС биносининг айланма каналда жойлашиши дарё ўзанидан нарироқда бўлиб, асосий иншоотларини (КГЭС биноси, оқова нов) қуруқ шароитда яратишга ва қурилиш ишлаб чиқаришни соддалаштиришга ва натижада умумий гидроузел нархини камайитиришга ёрдам беради.

Бундай компоновкалар напор 6... 8 м оралиғида ишлатилади, тўғон орти КГЭС компоновкасида у тўғон орқасида куйи бьеф томонида жойлаштирилади (5-расм).

Гидротурбиналарга сувни махсус напорли сув ўтказувчилар ёрдамида келтирилади. Бунда КГЭС биноси напор таъсири остида жойлашмайди ва 15...20 м гача напорда фойдаланилади.

Деривацион схемада напор ҳосил қилиш учун табиий дарё ўзанидан сувни сунъий сув ўтказувчи, канал ёки туннел орқали тармоққа олинади. Шу собабли сув ўтказувчи охирида сув сатҳи дарё сатҳидан катта бўлади. Бу фарқ орқали напор ҳосил қилиниб, у 15.,.,20 м дан ошиқ бўлади.



3.2-1-расм. Деривацион ГЭСли гидроузел иншоотларини жойлаштириш (компановкasi) вариантлари:

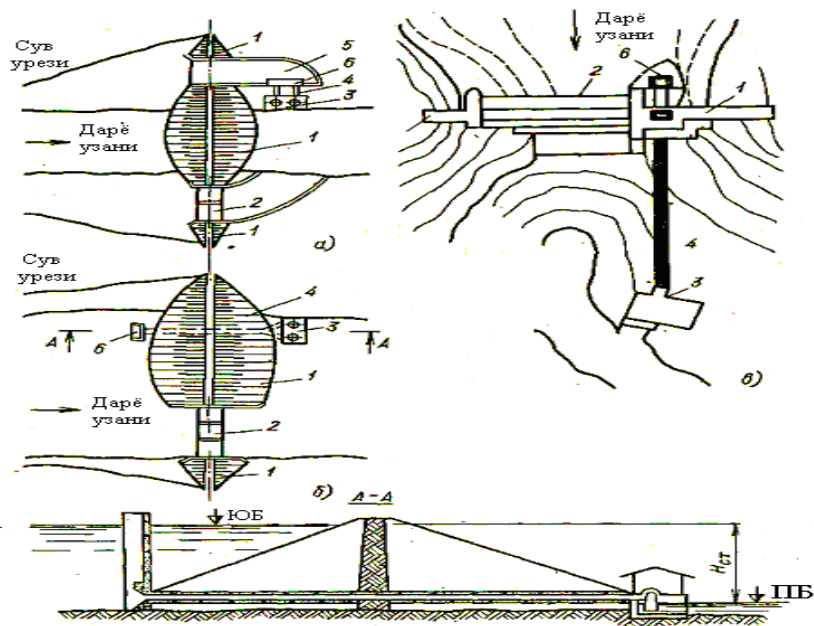
1-берк тўгон; 2-оқова нов тўгон; 3-сув қабул қилгич; 4-сув тиндиргич; 5-деривацион канал; 6-босимли бассейн; 7-турбина сув ўтказувчилари; 8-ГЭС биноси; 9-деривацион босимли туннель (трубопровод); 10-тенглагич резервуар; 11-босимли бассейн сув ташлагичи.

Деривацион сув ўтказувчи хилига кўра уни, яъни КГЭСни напорли ёки напорсиз деривацияли деб аталади.

Напорсиз деривацияли КГЭСларда сув дарёдан напорсиз сув ўтказувчи (очиқ канал, лоток) ёки туннел орқали тармоққа олинади.

Бунда деривация йўли юқори бьеф сатҳига яқин қилиб олинади. Унинг узунлиги топографик шароитдан ва техник-иқтисодий самарадорлик орқали аниқланиб бир неча километрга етиши мумкин.

Напорли деривацион КГЭСда трубопроводдан ёки напорли туннелдан фойдаланиб, уни юқори бьеф белгисидан пастда жойлаштирилади ва сув омбори фойдали ҳажми ва ишлатиш чуқурлигини кўпайтириш имконияти турилади. Топографик шароит яхши бўлса, деривацион сув ўтказувчи узунлиги қисқартирилади



3.2-2-расм. Тўғон орти ГЭСи гидроузел иншоотларини жойлаштириш (компановкалаш) вариантлари:

а-сувни ГЭС биносига босимли бассейн орқали келтириши; б-сувни ГЭС биносига тупроқли тўғон тагида жойлаштирилган трубопровод орқали келтириши; в-сувни ГЭС биносига туннел орқали келтириши; 1-берк тўғон; 2-оқова нов тўғони; 3-ГЭС биноси; 4-турбинали сув ўтказувчи; 5-босимли бассейн; 6-сув қабул қилиш иншооти.

3.3.КИЧИК ГЭС СУВ ОМБОРЛАРИ, СУВ ОМБОРИ НОРМАЛ СУВ САТҲИНИ ВА ФОЙДАЛАНИШ ЧУҚУРЛИГИНИ АНИҚЛАШ

Кичик қувватли ГЭСлар кичик дарёларда эмас, балки ўртача ва катта дарёларда яратилиши мумкин. КГЭСлар қурилиш фаолияти кўрсатаётган гидротехник узелга ёки каналга, сув таъминоти тизимига ёки сув узатишда мўжалланмаса, сув омбори яратиш лозим бўлади.

Катта дарё оқимларига нисбатан кичик дарёлар атроф-муҳит билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, унинг сув майдони ўзгариши ландшафтга таъсир кўрсатиб, ер усти сув миқдорига ҳамда уни таъмирлаш режимида билинади. Кичик дарёлар чуқурлиги саёз бўлганлиги учун ер ости сувларидан таъминланиш кам, катта дарёларда бу жараён сезиларли. Шунинг учун йиллик сув миқдори тақсимооти кичик дарёларда нотекис. Бу эса гидрохимик жараёнга таъсир қилади, чунки сув кўпайиш кам давом этиб (бир неча сутка) кичик дарёларни ифлосланишдан тозалашга улгурмайди. Кам сувли мавсумда бу ифлосланиш сезиларли бўлиб, ифлосланиш кам тушишига нисбатан кичик дарёларда улар концентрацияси рухсат берилганидан катта бўлиши мумкин.

Яна шуни таъкидлаш керакки, ерларни суғориш, ўрмон қирқиш, қишлоқ хўжалиги ишлари ва кичик дарёларнинг саноат ва камунал-хўжалик чиқиндилари билан ифлосланиши энг салбий омил бўлиб қолмоқда.

Бу ва бошқа камчиликларни КГЭС сув омборлари яратишда эътиборга олиш керак. Ачинарлиси шундаки, кўпгина кичик дарёларда гидрометрик

кузатишлар, минералланиш ҳолатлари, ифлослик тушиши, хўжалик томонидан ишлатилиши ҳисоблари олиб борилмайди. Бу яхши инженерлик ечилмалар топишга ва кичик ГЭС сув омборларига жорий қилиш ишларини қийинлаштиради.

Кичик сув омборларини лойиҳалашда ҳамма салбий омилларни ҳисобга олиш ва уларнинг ҳосил бўлиш шароитларига ва эксплуатацияга таъсирини аниқлаш зарур.

Кичик сув омборлари табиатига гидрологик шароитлар сезиларли таъсир ўтказиб, сув алмашилишига, оқим режимига, сув ва иссиқлик баланси, қуйи бьефдаги режимлар, сув сатҳи ва тўлқиний ҳодисалар режимларидан гидродинамик ривожини аниқлайди.

388 та текшириб чиқилган КГЭС сув омборлари энергетик ва комплекс мақсадли ҳисобланади. Шулардан энергетикага 262, бошқа идораларга 37 та, 89 таси комплекс характерга эгаллиги аниқланган.

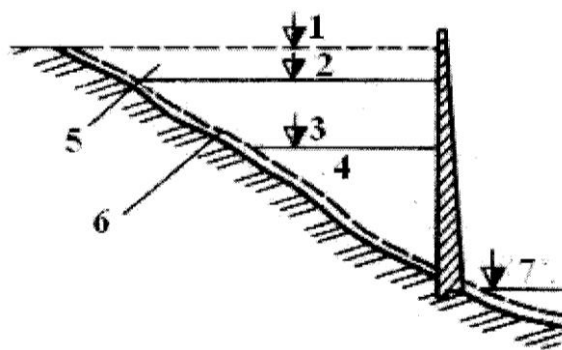
Тажрибадан кўринишича кичик сув омборлари эксплуатация жараёнида ўз характерини ўзгартиради. Кўпгина сув омборлари энергетик мақсадда бўлиб, вақт ўтиши билан улардаги КГЭС тугатилган, лекин улар рекреация объекти сифатида, сув таъминоти, балиқ хўжалиги, транспорт учун хизмат кўрсатган.

Ҳозирги вақтда ҳар қандай сув омборларидан энергетик мақсадларда фойдаланиш асосий вазифа қилиб Жаҳон мамлакатларида қабул қилинган.

Кичик сув омборлари табиатга таъсир ўтказиб, ўзлари ҳам атроф-муҳит таъйиқига учрайди. Бунга сабаб ҳар хил чиқинди сувларнинг саноат корхоналаридан уларга қуйилишидир. Лойиҳалашда кичик сув омборларини санитария муҳофазасига катта аҳамият бериш керак.

Сув омборларида нормал сув сатҳи (НСС) асосий параметр ҳисобланиб, фақат КГЭС энергетик кўрсаткичини эмас, балки гидротехник иншоотлар хилини, конструкциясини, ўлчамларини, сув босадиган майдонларни ҳам аниқлайди.

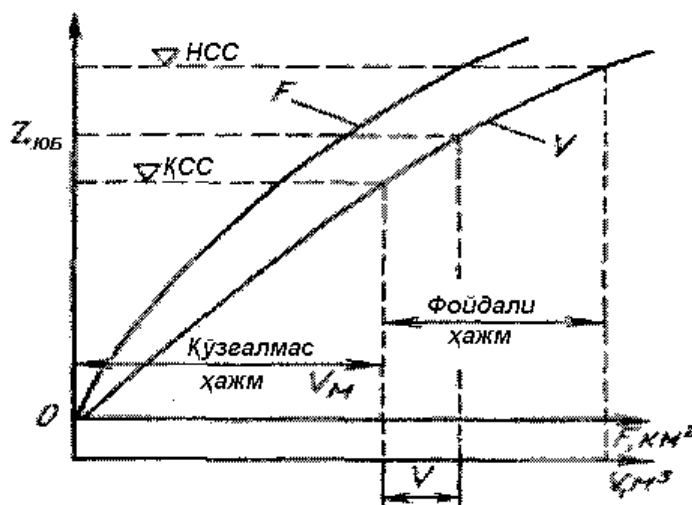
Бундан ташқари, НСС шу сув оқимидаги бошқа ГЭС энергетик кўрсаткичларининг ҳам ўзгаришга олиб келиши мумкин. НСС бир неча вариантларни таққослаб аниқланади.



3.3-1-расм. Сув омбори схемаси:

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

НСС ошганда қувват ва энергия ошиши камайди. Энергия ошишига напор ва фойдаланиладиган сув миқдори катталиги ёрдам беради. Лекин НСС ошиши ва сув омбори фойдали ҳажми ошиши энергия камайишига олиб келади.



3.3-2-расм. Сув омборининг горизонтал майдони F ва статик ҳажми V нинг сув омборидаги сув сатҳи Z га бўлган боғлиқлиги.

КГЭС қуввати камайиши таъминланган қувват камайишига, ҳамда сув миқдорини тартибга солиб ГЭС ёрдамида суткалик юкланиш графиги зич зонасини қоплаш эвазига боғлиқ.

НСС ва капитал сарф тескари характерли боғланишга эга. НСС ошишида створ кенглиги ошиб, сув омборига $K_{со}$, гидротехник иншоотларга $K_{ГТИ}$ ва жамланган $K_{ГЭС}$ харажатлари кўпаяди. Бу кичик напорли КГЭС текислик дарёларида режалаштирилганда кузатилади.

Танлаб олинган НССда сув омборларидан фойдаланиш чуқурлиги $h_{со}$ қўзғалмас сув сатҳини, унинг фойдали ҳажмини $V_{ф}$ ва КГЭС энергиясини $\mathcal{E}_{КГЭС}$ ва қувватини $N_{ГЭС}$ аниқлайди.

КГЭСда сув омбори бўлганда энергияни табиий сув ҳисобига \mathcal{E}_T ва сув омбори ишлатилгандаги $\mathcal{E}_{со}$ қисмларга ажратилади;

$$\mathcal{E}_{ГЭС} = \mathcal{E}_T + \mathcal{E}_{со}$$

Ҳисоблар кўрсатишича, $\mathcal{E}_{ГЭС}$ оптимал $h_{со}$ гача ошади. Сўнгра напор камайиши фойдаланиладиган сув миқдорига тўлдирилмайди ва $\mathcal{E}_{ГЭС}$ пасаяди. Асослаш техник-иқтисодий ҳисоблардан бажарилади.

3.4. ГЭС сув омборлари хиллари

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

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

Жаҳон сув омборлари тўлиқ сув ҳажми ≈ 3000 км³ га тенгдир.

СМИ (ИВП) бажариш ҳисобларига кўра Ер шарида ≈ 14000 сув омборлари мавжуддир, уларнинг ҳажми 1 млн. m^3 дан ошади. Буларнинг тўлиқ ҳажми 6000 km^3 дан ошиқ бўлиб, Ер шари дарёлари қайта тақсимлангандаги сув ҳажмидан 5 марта кўпдир. Ер шари сув омборлари юзаси 350000 km^2 га тенгдир.

СНГда ишлаётган ва лойиҳа қилинган $2,5$ 000 сув омборлари мавжуд ва улар жаҳон сув омборлари ҳажмининг 20% ини ташкил этади.

Ўзбекистонда ≈ 54 та сув омборлари бўлиб, уларнинг тўлиқ ҳажми 22 km^3 , фойдали ҳажми $17,7$ km^3 дир.

Энг катта сув омборлари 3.4-1-жадвалда келтирилган.

3.4-1-жадвал.

Жаҳоннинг йirik сув омборлари

№	Сув майдони юзаси (НСС)	Дарё	Номи	Мамлакат	Ишла тиш йилли	Сув ҳажми km^3
1.	$\Omega=76000$ km^2	Виктория Нил	ОУЭН-Фолс	Уганда, Кения, Танзания	1954 й. тўлди р	$V_T=204$,2 $V_\Phi=204$,2
2.	8480 km^2	Гана	Вольта		1965	$V_T=148$ $V_\Phi=90$
3.	5720 km^2	Нил	Насер	М.Араб.респ	1970	$V_T=157$ $V_\Phi=$
4.	5470 km^2	Ангара	Братск ГЭСи сув омбори	Россия	1967	$V_T=165$
5.		Сирдарёда	Қайраққум	Тожикистон	1958	$V_T=4,1$
6.			Каттақурғон Зарафшонда	Ўзбекистон		$V_T=1,0$
7.		Чирчик	Чорвоқ	Ўзбекистон	1968	$V_T=2,0$

Назорат учун саволлар:

1. Динёда қайси давлат КГЭСлар қурилиши бўйича ривожланган ҳисобланади?
2. Ўзбекистонни гидроэнергетик потенциали нимага тенг?
3. КГЭСни ривожлантириш учун Ўзбекистон республикаси ҳукумати томонидан қандай фармонлар чиқарилган?
4. Қандай гидроэнергетик потенциал республикамизда яхши ўзлаштирилмаган?
5. КГЭСни самарадорлиги нимада?
6. Сув оқимидан кичик ГЭСларда фойдаланиш схемаларини тушинтиринг.
7. Тўғонли схемага қандай иншоотлар қиради?
8. Ўзанли схема деб нимага айтилади?

9. Нима учун деривацияли схема дейилади?
10. Сув омборлари деганда нимани тушинаси?
11. Фойдали сув хажми деб нимага айтилади?
12. Нормал сув сатхи нима?

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий: КГЭСларда қўлланиладиган Гидротурбина тури танланади ва уни асосий параметрлари аниқланади.

ГЭСларда қўлланиладиган гидротурбина тури танланади. Ишчи ғилдирак диаметри, турбина КПДси, келтирилган айланишлар сони, сўриш баландлиги аниқланади. Турбина эксплуатация характеристикаси қурилади.

Ишни мақсади: Ҳар бир тингловчи берилган маълум катталиклар асосида турбина турини танлаш ва уни асосий параметрларини ҳисоблаш, η ни аниқлаш ва турбина эксплуатация характеристикаси қуриш.

Масаланинг қўйилиши:

Амалий машғулотларларни “Кичик гуруҳларда ишлаш”, “Давра суҳбати”, “Кейс стади” ва бошқа таълим технологияларидан фойдаланилган ҳолда ташкил этиш кўзда тутилган. Бунда ўқув жараёнида фойдаланиладиган замонавий методларининг, педагогик ва ахборот технологияларининг қўлланилиши, маърузалар бўйича замонавий компьютер технологиялари ёрдамида мультимедияли тақдимот тайёрлаш, амалий машғулотларда педагогик ва ахборот-коммуникация технологияларидан кенг фойдаланиш, илғор тажрибаларни ўрганиш ва оммалаштириш назарда тутилади.

Жаҳонда ва МДҲ қўлланилаётган гидротурбиналар тўғрисида маълумотга эга бўлган ҳолда, гидротурбинани асосий параметрлари, N , D_1 , Q'_1 , n_{si} , η_t , n_s , N_s аниқлашда N_{max} , N_{min} дан фойдаланилади ва N_{max} напор асосида гидротурбина тури аниқланади, муҳокама қилинади.

Якка ёки кичик гуруҳлар ўқув жараёнида таёрланган тақдимотдан фойдаланган замонавий метод қўллаш орқали қўйилган масалани ечилади. Маълум бир сувнинг напорига асосан η , ҳисоби жадвал асосида бажарилади ва компьютер технологияси асосида график қўрилади

Намуна 1

1-амалий иш учун

Дастлабки маълумот этиб 4-вариантни оламиз (жадвал-1)

ҲИСОБЛАР ТАРТИБИ

1. Гидротурбина параметрларини: N_{max} , N_{min} , N , D_1 , Q'_1 , n_{si} , η_t , n_s , N_s аниқлаш ва N_{max} напор асосида гидротурбина турини танлаш.

1-жадвалнинг вариантлари асосида N_{max} , N_{min} , бўйича гидротурбинанинг тури, қуввати ва бошқа катталикларни аниқлайди.

1-жадвал

Вариантлар	▼ ЮБ _{max} , м	▼ ЮБ _{min} , м	▼ ПБ _{min} , м	N_x , м	▼ ПБ _{max} , м	h_w , м	▼ _{ПБ} м	Q , м ³ /с	L , м
1	580	575	505	70	511	0.6	495	40	80
2	608	600	500	102	504	1.0	493	50	120

3	1450	1445	1412	33	1416	0.4	1406	35	45
4	590	583	547	37	550	0.8	542	50	50
5	830	826	770	54	778	0.7	820	50	65
6	350	347	238	105	247	1.2	233	70	120
7	540	534	491	44	497	0.4	485	40	55
8	540	534	491	44	497	0.4	485	40	55
9	960	955	855	100	865	1.1	850	65	115
10	840	836	775	61	780	0.6	769	50	72
11	750	744	687	57	694	0.6	680	45	65
12	770	766	703	63	710	0.7	695	55	73
13	490	484	386	98	396	1.0	379	65	113
14	560	550	532	24	530	0.4	525	50	32
15	670	666	601	63	608	0.6	595	45	74
16	700	694	636	58	642	0.5	630	50	68
17	1000	996	845	148	856	1.3	838	60	160
18	1100	1093	992	104	996	1.0	985	70	120
19	950	945	910	35	915	0.5	902	40	45
20	1050	1046	982	63	988	0.6	975	55	72
21	1200	1193	1130	65	1136	0.7	1123	52	75
22	1250	1245	1212	33	1220	0.4	1206	35	43
23	1300	1293	1110	184	1115	1.4	1104	74	215
24	1350	1343	1314	32	1319	0.4	1307	25	42
25	1240	1230	1208	28	1210	0.4	1201	25	36

1) Гидротурбина турини танлаш учун қуйидаги H_{max}, H_{min} , параметрлар аниқланади:

$$H_{max} = \nabla ВБ_{max} - \nabla НБ_{min} - h_w = 590 - 547 - 0,8 = 42,2 \text{ м};$$

$$H_{min} = \nabla ВБ_{min} - \nabla НБ_{max} - h_w = 583 - 553 - 0,8 = 29,2 \text{ м}$$

2) H_{max} напорга асосан 2 жадвал орқали гидротурбина тури танланади ва бош универсиал характеристикаси (БУХ) олинади

2- жадвал

Вариант	$\nabla ЮБ_{max}, \text{М}$	$\nabla ЮБ_{min}, \text{М}$	$\nabla ПБ_{min}, \text{М}$	$H_x, \text{М}$	$\nabla ПБ_{max}, \text{М}$	$h_w, \text{М}$	$Q, \text{М}^3/\text{с}$	$\nabla РВ, \text{М}$	$L, \text{М}$
4	590	583	547	37	553	0.8	50	542	50

Радиал - ўкли гидротурбинанинг ишчи ғилдирагини асосий гидравлик ва конструктив параметрлари

3-жадвал

Параметрлар	Ишчи ғилдирак							
	РЎ 45	РЎ 75	РЎ 115	РЎ 170	РЎ 230	РЎ 310	РЎ 400	РЎ 500

Йўналтирувчи аппаратнинг ба- ландлиги $\underline{h}=b_0/D_1$	0,35	0,30	0,25	0,20	0,16	0,12	0,1	0,08
H_{\max}, H_{\min} напорлар чегараси, м	30-45	40-75	70-115	110-170	160-230	220-310	290-400	380-500
Q^1_{\max} , келтирилган сув сарфи, л/с	1400- 1370	1370- 1250	1250- 1030	1030-650	650-420	420-280	280- 200	200-150
Келтирилган айл. сони, $n^1_{\text{оп}}$ $n^1_{\text{хис}}$, айл/мин	78 78	73 77	70 74	68 71	65 68	60 65	58 62	58 59.5
Кавитация коэффициенти, σ	0,27- 0,23	0,243 -0,16	0,168- 0,097	0,1-0,06	0,065- 0,047	0,048-0,04	0,042- 0,035	0,036-0,03

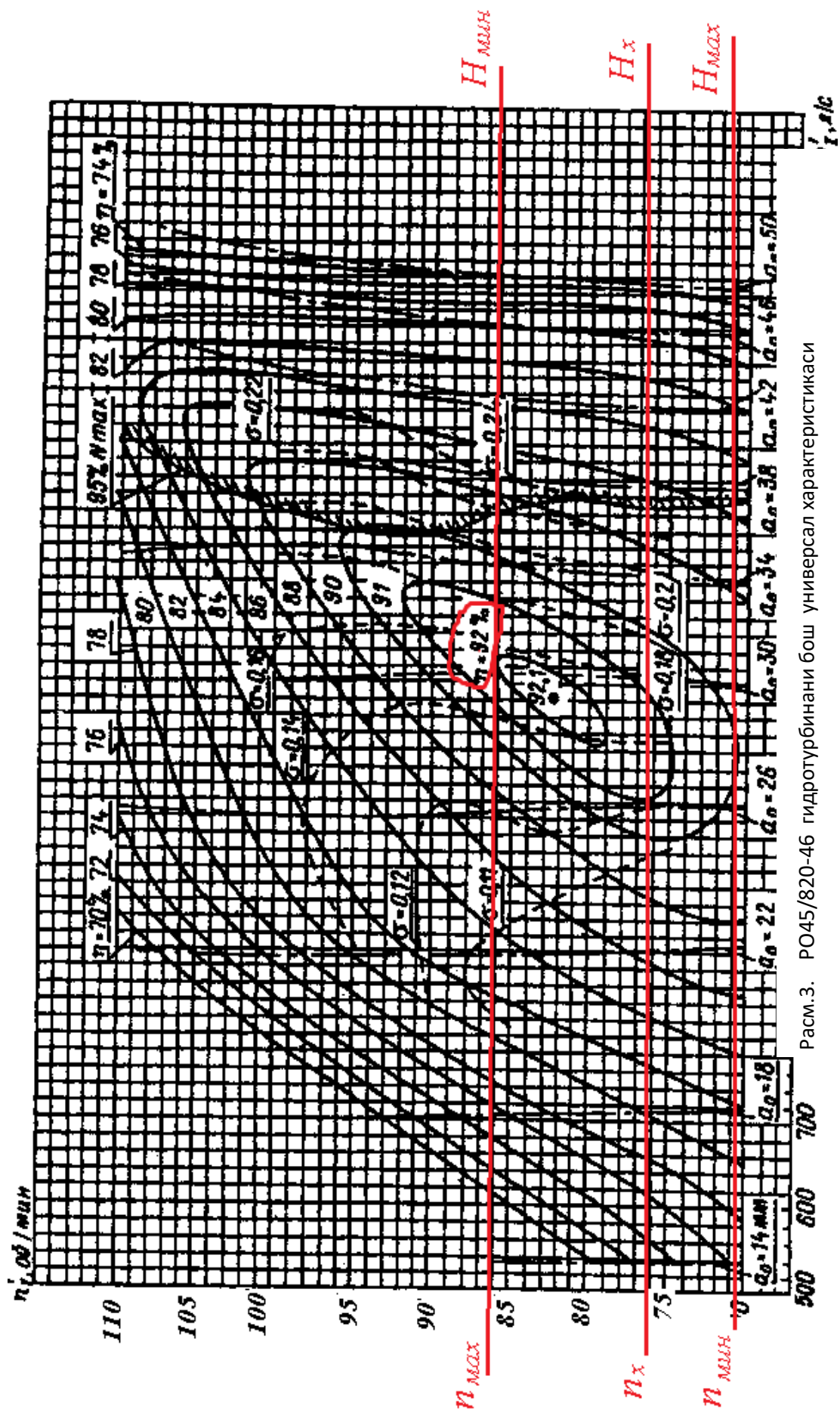


Рис. 3. РО45/820-46 гидротурбинани бош универсал характеристикаси

Радиал ўқли (РО) ёки бурама куракли (БК) турбиналар масалан РО45 бўлса 45 сон максимал йўл қўйиш напори бўлади БКни ҳам шундай БК30, 30 бу максимал напор ва х.о

Масалан $N_{\max} = 42.2$ м чиқди, у холда биз РО45 ёки БК50 танлашимиз мумкин ва турбина турига қараб **Бош универсал характеристикани (БУХ)** танланади. Яхшиси РО турбинани танлаш қулайроқ (**3-жадвалда сариқга бўйланган**). Топилган N_{\max} қараб БУХ танлаш

3) Ишчи напор асосида эҳтимол қувватни аниқлаймиз, ФИК ни график қизил доирага сонни оламиз

$$N = 9.81 Q H \eta_m = 9.81 * 50 * 37 * 0.92 = 16696.62 \text{ кВт}$$

4) Ишчи ғилдирак диаметрини қуйидаги формуладан аниқланади:

$$D_1 = \sqrt{\frac{N}{9.81 Q_1^1 \dot{I}_{\delta} \sqrt{\dot{I}_{\delta} \eta_i}}} = \sqrt{\frac{16696.62}{9.81 * 1.4 * 37 * \sqrt{37 * 0.92}}} = \sqrt{\frac{16696.62}{2842.43}} = 2.423 \text{ м}$$

Топилган диаметр стандартланади, $D_{1\text{ст}} = 2.5 \text{ м}$ (4-жадвалдан олинади).

5). Стандарт диаметр бўйича келтирилган сув сарфи Q_1^1 текширилади

$$Q_1^1 = \frac{N}{9.81 D_1^2 \dot{I}_{\delta} H_{\delta} \sqrt{\dot{I}_{\delta} \eta_i}} = \frac{16696.62}{9.81 * 6.25 * 37 * 6.082 * 0.92} = \frac{16696.62}{126936} = 1.31; \text{ м}^3/\text{с}$$

4- жадвал

D_1 диаметрни нормал қатори, см						
180	200	225	250	280	320	360

6) Максимал ФИК аниқлаймиз

$$\eta_{T\text{MAX}} = 1 - (1 - \eta_{M\text{MAX}}) (0.25 + 0.75 \sqrt[5]{\frac{\text{Re}_M}{\text{Re}_T}}) = 1 - (1 - 0.92) (0.25 + 0.75 * 0.6) = 0.937$$

тенгламадаги $\sqrt[5]{\frac{\text{Re}_M}{\text{Re}_T}}$ катталикни 2- расмдан аниқланади [2], унинг

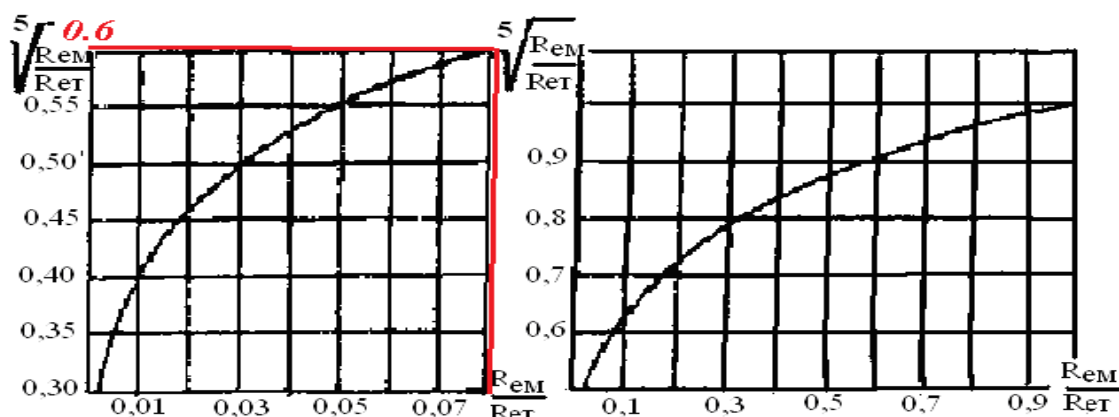
учун қуйидаги тенгламани ечамиз, қуйидаги тенгламадаги D_{1M} ва H_M - моделни диаметри ва напори ўзгармайди, ҳамма учун бир хил; $D_{1\text{ст}} = 2.5 \text{ м}$ стандартланган варимантни қиммати, H_x - ҳақиқий гидротурбинани напори вариант бўйича олинади.

$$\frac{\text{Re}_M}{\text{Re}_T} = \frac{D_{1M} \sqrt{H_M}}{D_{1\text{ст}} \sqrt{H_{\delta}}} = \frac{0.46 \sqrt{4}}{2 * 6.08} = \frac{0.92}{12.16} = 0.0756;$$

бу сонни 2-расмга қўйилиб ундан $\sqrt[5]{\frac{\text{Re}_M}{\text{Re}_T}} = 0.6$ сон аниқланади;

7) Турбинани ҳақиқий қувватини топишда формулага $\eta_{T\text{MAX}}$ ни топилган 0.937 қувват формуласига қўйиб ҳақиқий турбина қувватини аниқлаймиз, яни

$$N_T = 9.81 Q H \eta_{\delta, \dot{I}_{\delta}} = 9.81 * 50 * 37 * 0.937 = 17005.144, \text{ кВт.}$$



2-расм. $\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_T}}$ боғлиқлиги графиги

8) Нормал айланиш сонини аниқлаш учун қуйидаги амалларни

бажарамиз

$$\Delta n_1^1 = n_{1on}^1 \left(\sqrt{\frac{\eta_{TMAX}}{\eta_{MMAX}}} - 1 \right) = 78 \left(\sqrt{\frac{0,937}{0,92}} - 1 \right) = 0,72 \text{ айл/мин} \quad \text{Хар доим} \quad n_{1T}^1 > n_{1M}^1 \text{ бўлади,}$$

унда $n_{1T}^1 = n_{1M.OP}^1 + \Delta n_1^1 = 78 + 0,72 = 78,72 \text{ айл/мин}$; Топилган катталиқ орқали

қуйидаги формуладан турбинани ҳақиқий айланиш сонини аниқлаймиз

$$n = \frac{n_{1T}^1 \sqrt{H_P}}{D_{1c0}} = \frac{78,72 * 6,08}{2,5} = 191,44, \text{ айл/мин};$$

Топилган айланишлар сони n гидрогенераторни синхрон n_c айланиш сони билан алмаштирилади. Бу сон 5-жадвал орқали $n_c = 187,5 \text{ айл/мин}$ сонга яқин бўлади

Гидротурбинанинг синхрон n_c айланиш сони тезлиги

5 –жадвал

Роторнинг жуфт қувбулари	Синхрон айланишлар тезлиги, айл/мин	Роторнинг жуфт қувбулари	Синхрон айланишлар тезлиги, айл/мин	Роторнинг жуфт қувбулари	Синхрон айланишлар тезлиги, айл/мин
12	500	48	125	88	68,2
14	428,6	52	115,4	90	66,7
16	375	56	107,1	92	65,2
18	333,3	60	100	96	62,5
20	300	64	93,8	100	60
24	250	66	90,9	102	58,8
26	230,8	68	88,2	104	57,4
28	214,3	70	85,7	108	55,6
30	200	72	83,3	110	54,6
32	187,5	76	78,9	112	53,6
36	166,7	78	76,9	114	52,6

40	150	80	75	116	51,8
44	136,4	84	71,4	120	50

б). n_c синхрон айланишлар сони орқали ҳисобий напор учун келтирилган айланишлар сонини текширамиз:

$$n_1^1 = \frac{n_c D_{ICT}}{\sqrt{H_p}} - \Delta n_1^1 = \frac{187,5 * 2,5}{\sqrt{37}} - 0,72 = 76,4; \quad \text{айл/мин}$$

7). D_{ICT} ва n_c ларни тўғри топилганлигини N_{MAX} ва N_{MIN} ларнинг келтирилган айланишлар сони орқали текширамиз (бу ерда N_{MAX} ва N_{MIN} ҳисобни бошида аниқланган, N_x эса вариантда берилган)

$$n_{1MAX}^1 = \frac{n_c D_{ICT}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n_1^1 = \frac{187,5 * 2,5}{5,4} - 0,72 = 86,08; \quad \text{айл/мин},$$

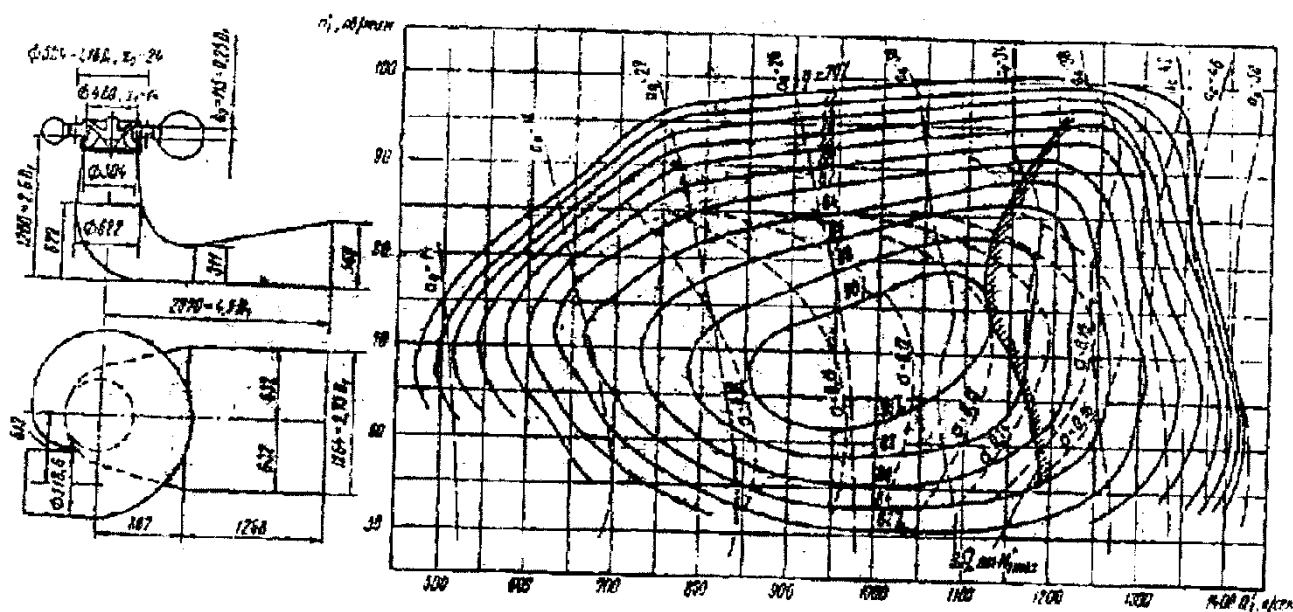
$$n_{1min}^1 = \frac{n_c D_{ICT}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n_1^1 = \frac{187,5 * 2,5}{6,496} - 0,72 = 70,77, \quad \text{айл/мин.}$$

9) Гидротурбинанинг сўриш баландлиги баландлигини аниқланади

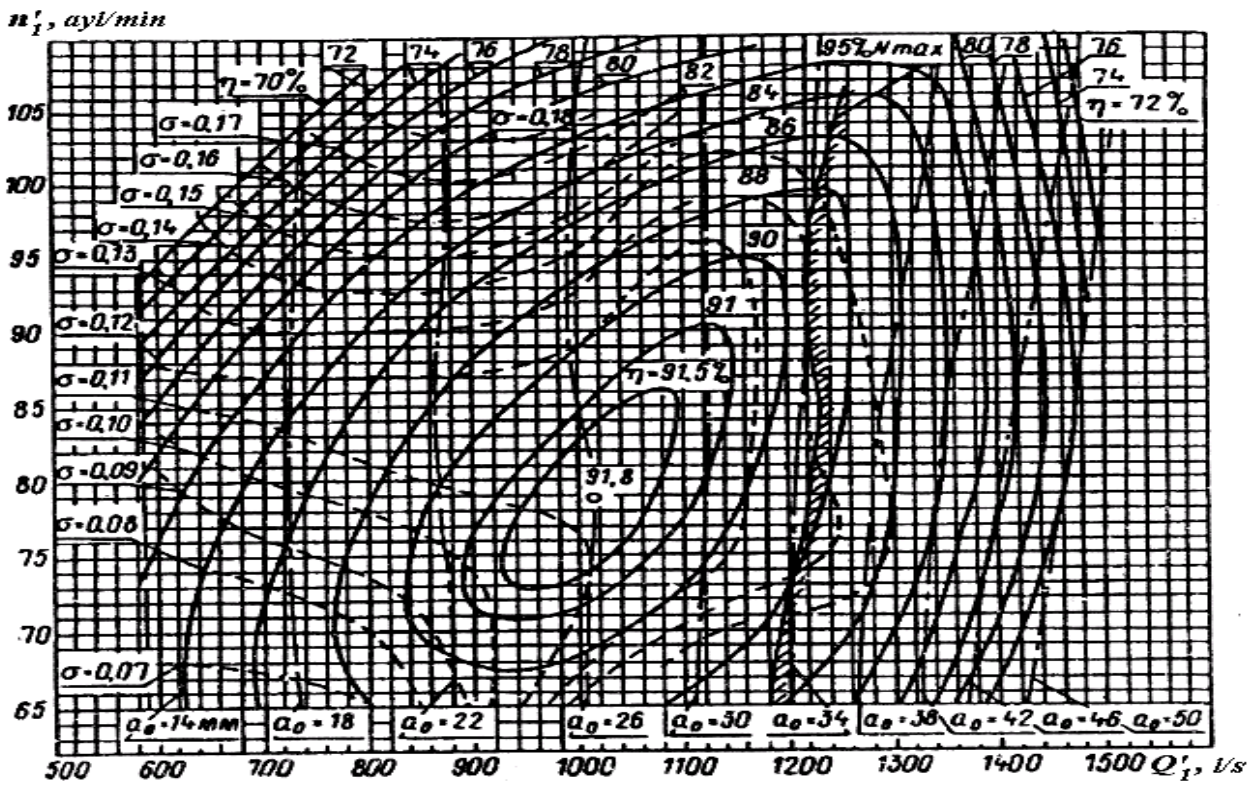
$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - k_\sigma \sigma H_x = 10 - \frac{542}{900} - 1,05 * 0,27 * 37 = -1,09 \text{ м.}$$

Аниқланган сўриш баландлиги қиймати орқали гидротурбина ўқининг ▼ ПБ га нисбатан жойлашиши топилади

Максимал напор бўйича танлаб олишга тавсия этилган Бош универсал характеристикалар графиги



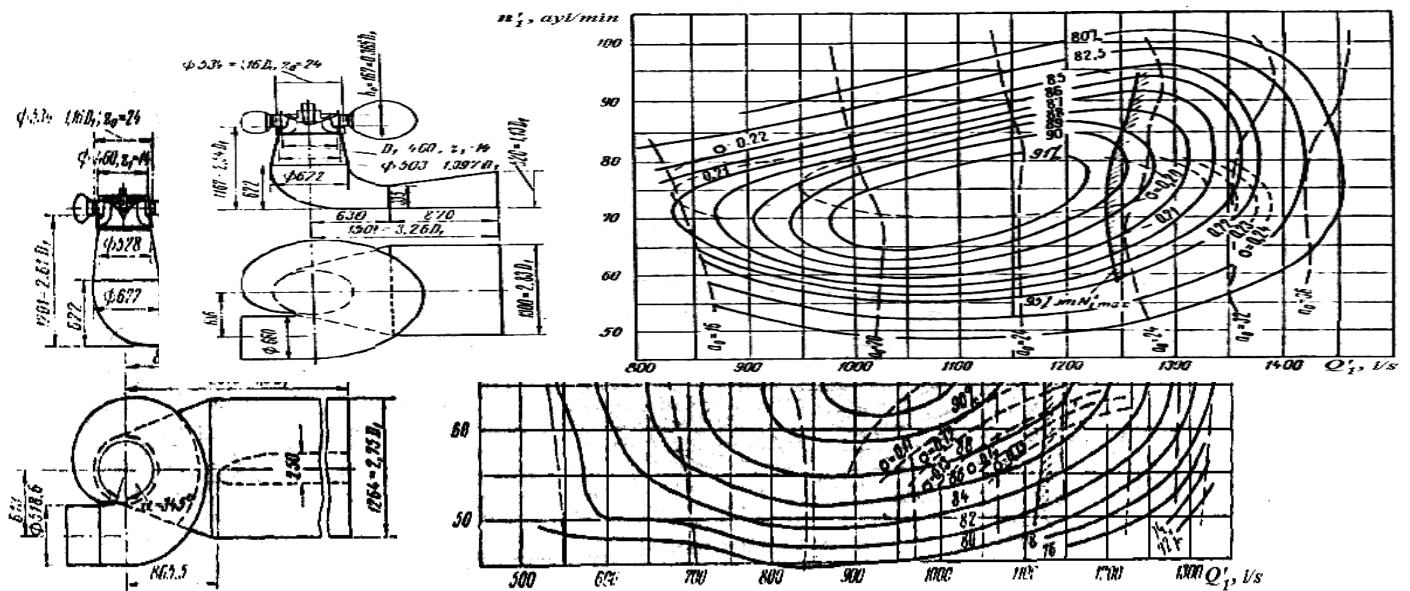
Расм-3. РО75/702 турбина ишчи ғилдирагини бош универсал характеристикаси



Расм-4. PO75/7286-46 турбина ишчи ғилдирагини бош универсал характеристикас

и

Расм-5. PO45/123 турбина ишчи ғилдирагини бош универсал характеристикаси



Расм-6. PO115/697 турбина ишчи ғилдирагини бош универсал характеристикаси

2. Гидротурбина эксплуатация характеристикасини қуриш

Эксплуатация вақтида гидротурбина ишчи режими ҳар хил бўлади. Н ва N ўзгариш билан Q, η ва кавитация коэффиценти σ сўриш баландлиги H_s ҳам ўзгаради ва бир хил айланишлар сонини ушлаб туришга ҳаракат қилинади. Гидротурбинани тўғри эксплуатация қилиш учун юқорида келтирилган катталиклар орасидаги боғланишни билиш керак. Шу мақсадда аниқланган n_{si}, D_{1CT} лар орқали эксплуатация характеристикаси курилади. Ҳар хил H_{max}, H_h, H_{min} напорлар учун БУХга аниқланган $n'_{li} = const$ катталиклар бўйича Q'_1 ўқига параллел чизиклар ўтказилиб $\eta = const$ ($\varphi = const$) эгри чиклар билан кесишган нукталарда η ва Q'_1 қийматлар олинади ва гидротурбина фойдали иш коэффиценти чизикларини куриш учун ҳисобий ишлар жадвал асосида олиб борилади.

6 – жадвал

РЎ турбина ишчи ғилдираги катталиклари: $D_{1CT}=2,5$, м; $n=187,5$, айл/мин; $H_{max}=42,2$, м; $\Delta\eta = \eta_T - \eta_M = 0,937 - 0,92 = 0,017$ %					
№ К-к	η , %	Q'_1 .м ³ /с ,	$\eta_T = \eta_M + \Delta\eta$	N, кВт	Илова
1	0,78	0,57	0,80	7664,5	$n'_{1min} = \frac{n_{SI} D_{1ST}}{\sqrt{H_{max}}} - \Delta n'_1 = 70,77, \text{ айл/мин}$ $N = 9,81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1CT}^2 \cdot H_{max} \sqrt{I_{\lambda\delta}} \cdot \eta_T =$ $= A \cdot Q'_1 \cdot \eta_T = 16808 \cdot Q'_1 \cdot \eta_T \dots, \text{ кВт}$
2	0,80	0,63	0,817	8651,2	
3	0,82	0,72	0,837	10129,1	
4	0,84	0,78	0,857	11235,5	
5	0,86	0,85	0,877	12529,5	
6	0,88	0,96	0,897	14360,7	
7	0,90	1,1	0,917	16954,2	
8	0,90	1,18	0,917	18187,2	
9	0,88	1,3	0,897	19600	
10	0,86	1,41	0,877	20784,2	
11	0,84	1,48	0,857	21318,6	
12	0,82	1,54	0,837	21665,1	

7 – жадвал

РЎ турбина ишчи ғилдираги катталиклари: $D_{1CT}=2,5$, м; $n=187,5$, айл/мин; $H_h=37$, м; $\Delta\eta = \eta_T - \eta_M = 0,937 - 0,92 = 0,017$ %					
К-к №	η , %	Q'_1 . м ³ /с ,	$\eta_T = \eta_M + \Delta\eta$	N, кВт	Илова
1	0,78	0,67	0,797	9355,4	$n'_1 = \frac{n_{SI} D_{1ST}}{\sqrt{H_h}} - \Delta n'_1 = 76,4, \text{ айл/мин};$ $N = 9,81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1CT}^2 \cdot H_h \sqrt{I_h} \cdot \eta_T =$ $= A \cdot Q'_1 \cdot \eta_T = 13799,1 \cdot Q'_1 \cdot \eta_T \dots, \text{ кВт}$
2	0,80	0,73	0,817	8230	
3	0,82	0,78	0,837	9008,9	
4	0,84	0,84	0,857	9933,7	
5	0,86	0,92	0,877	11133,6	
6	0,88	0,99	0,897	12254	
7	0,90	1,05	0,917	13286,5	
8	0,91	1,09	0,927	13943	
9	0,91	1,25	0,927	15989,7	
10	0,90	1,31	0,917	16576,4	

11	0,88	1.4	0.897	17329
12	0,86	1.47	0.877	17789.6
13	0,84	1.53	0.857	18093.5
14	0,82	1.59	0.837	18364.2

8 -жадвал

РЎ турбина ишчи ғилдираги катталиклари: $D_{1CT}=2,5$, м; $n=187,5$, айл/мин; $H_{min}=29,2$,м; $\Delta\eta = \eta_T - \eta_M=0,937-0,92=0,017$ %					
К-к №	η , %	Q'_1 , м ³ /с,	$\eta_T=\eta_M+\Delta\eta$	N, кВт	Илова
1	0,78	0.73	0.797	5628.6	$n_{1MAX}^1 = \frac{n_{ST} D_{1ST}}{\sqrt{H_{min}}} - \Delta n_1 = 86$, айл/мин; $N=9.81 \cdot Q'_1 \cdot D^2_{1CT} H_{min} \sqrt{I_{min}} \cdot \eta_T =$ $=A \cdot Q'_1 \cdot \eta_T = 9674.4 * Q'_1 \cdot \eta_T \dots$, кВт
2	0,80	0.77	0.817	6086	
3	0,82	0.86	0.837	6963.8	
4	0,84	0.96	0.857	7959.3	
5	0,86	1.05	0.877	8908.7	
6	0,88	1.12	0.897	9719.2	
7	0,90	1.18	0.917	10468.3	
8	0,91	1.24	0.927	11120.5	
9	0,91	1.33	0.927	11927.7	
10	0,90	1.39	0.917	12331.3	
11	0,88	1.45	0.897	12583	
12	0,86	1.5	0.877	12726.6	
13	0,84	1.55	0.857	12851	
14	0,82	1.6	0.837	12956	

6,7,8 -жадвалларда N_{max} , N_h , N_{min} - напорлар учун аниқланган η_T ва N қийматлари орқали радиал ўқли турбинанинг $\eta_T=f(N;)$ ёрдамчи графиги курилади.

Назорат саволлари:

1. Гидротурбинанинг бош универсал характеристикаси қандай танлади?
2. Гидротурбина модели фойдали иш коэффициенти қандай топилганини тушинтиринг.
3. Эхтимол қувват билан ҳақиқий турбина қуввати фарқи нимада?
4. Нима учун ҳар хил келтирилган айланишлар сони аниқланади?
5. Сўриш баландлиги нимани аниқлайди?
6. Гидротурбина эксплуатация характеристикасини қуришни тушинтиринг

Намуна

Дастлабки маълумот сифатида 4-вариант катталикларидан фойдаланамиз

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. .Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
2. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
3. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
4. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
5. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Gidroturbinalar. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2006.
6. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar. O‘quv qo‘llanma. Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
7. Nizamov O.X. «Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar» fanidan kurs loyahasini uslubiy ko‘rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
8. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.
9. Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
10. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
11. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
12. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
13. Muxammadiyev M.M., Urishev B.U., Djuraev K.S. «Gidroenergetik qurilmalar». Darslik. –T.: “Fan va texnologiya”, 2015.
14. Muxammadiev M.M., Uralov B.R., Mamajonov M., Nizamov O.X. va boshqalar. Gidromashinalar. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: TIMI, 2011.
15. Vasilev Yu.S., Muhammadiyev M.M., Tashmatov X.K. Gidroenergetik obyektlar ekologiyasi. O‘quv qo‘llanma. Toshkent: ToshDTU, 2004.
16. Мухаммадиев М.М. и Потоенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Ташкент: ТашГТУ, 2005.

2-амалий: Ҳар хил напорлар учун кавитация коэффиценти ва H_s - сўриш баландлигини, a_0 – йўналтирувчи аппаратни очилиш катталикларни ҳисоблаш ва графикларини қуриш усулларини ўргатиш

Ишни мақсади:

1. Аниқланган катталиклар учун графикларни қуришни ўрганиш.

2. Гидротурбинани жадвал асосида аниқланган H_s, a_0 катталиклар учун координаталар асосида графиклар қурилади

Масаланинг қўйилиши: Жадвал асосида аниқланган H_s, a_0 катталикларни турбина қувватига боғлиқ бўлган графикларини қуриш усули ўрганилади.

Сўриш баландлига H_s ни ҳисоблаш

Бош универсал характеристика (БУХ) да келтирилган маълум p_r, O_r ва σ катталиклар орқали қуйидаги формуладан сўриш H_s баландлигини аниқлаймиз.

$$H_s = 10 - \frac{\nabla}{900} - K_\sigma \cdot \sigma \cdot H$$

бу ерда ∇ - станция биносининг денгаз сатҳига нисбатан жойлашиш баландлиги, м.

K_σ - кавитация коэффиценти σ ни захираси бўлиб унинг қиймати $K_\sigma = 1,05-1,1$ га тенг бўлади.

σ - кавитация коэффиценти ҳисоблар учун БУХдан олинади ($\sigma = \sigma_r$)

Сўриш баландлигини ҳисоблашни жадвал усулида олиб борамиз. Бунинг учун БУХда ҳар хил H_{max}, H_h, H_{min} напорлар учун топилган $n'_1 = const$ катталиги бўйича Q'_1 ўқига параллел чизиқлар ўтказилиб $\sigma = const$ эгри чиқлар билан кесишган нуқталарда σ ва Q'_1 қийматлар олинади ва H_{max}, H_h, H_{min} напорлар учун сўриш баландлиги H_s ни аниқлаш ҳисоблари қуйидаги жадвалларда киритилади (6 - жадвал). Ҳисобларда $\eta_{T,MAX}$ ўзгармас бўлади. Ҳисоб битта H_{max} напор учун бажарамиз, қолган напорлар H_h, H_{min} учун ҳисоблар худди H_{max} напорникидай амалга оширилади

9– жадвал

PO45 гидротурбина ИҒ параметрлари: РЎ турбина ишчи ғилдираги катталиклари: $D_{1CT}=2,5$, м; $n=187,5$, айл/мин; $H_x=37$, м;						
№ К-к	σ	$K_\sigma \cdot \sigma \cdot H_x$	H_s , м	Q , м ³ /с	N, кВт	Илова
1.	0,21	9	0,56	0,84	6788,6	$\nabla = 542$, м;
2.	0,20	8,58	0,99	0,95	7677,6	$H_x = 37$, м;
3.	0,20	8,58	0,99	1,28	10344,	$n'_1 = 76,4$, айл/мин;;
4	0,21	9	0,56	1,33	10748,	$N = 9.81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1CT}^2 \cdot H_x \sqrt{H_x} \cdot \eta_T =$

5	0,22	9,436	0,125	1,36	10991	8081,7* Q ₁ ,кВт; η _T =0,937,
6	0,23	9,867	-0,3	1,37	11072	
7.	0,24	10,293	-0,72	1,38	11152	

9- жадвалда берилган катталиклар асосида H_x -напор учун ёрдамчи $H_S = f(N)$, $\sigma = f(N)$ графиклари курилади. (H_{\max} , H_{\min} - напорлар учун ҳам шу тарзда бажарилади)

Йўналтирувчи аппарат куракчалари очилиш катталигани ҳисоблаш

Йўналтирувчи аппарат куракчалари очилиш катталигини қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$a_o = a_{om} \cdot D_1 / D_{1m} \cdot Z_{om} / Z_o$$

бу ерда a_{om} ва a_o турбина модели ва ҳақиқийсининг йўналтирувчи аппарат куракчаларини очилиш катталиги, мм.,

D_{1m} ва D_1 - турбина модели ва ҳақиқийсининг ишчи ғилдираклари диаметрлари, мм.,

Z_{om} ва Z_o турбина модели ва ҳақиқийсининг йўналтирувчи аппарат куракчалари сонлари ($Z_{om} = Z_o$).

Бош универсал характеристикада $a_{om} = const$ чизикларини $n'_1 = const$ чизиклари билан кесишган нуқталарига тўғри келган Q'_1 катталиклар аниқланади ва ҳисоб жадвал асосида олиб борилади.

Ҳисоб битта H_{\max} напор учун бажарамиз, қолган напорлар H_h , H_{\min} учун ҳисоблар худди H_{\max} напорниқидай амалга оширилади

10-жадвал

PO45 гидротурбина ИҒ параметрлари: $D_{1CT}=2,5$ м; $n=187,5$, айл/мин;; $H_x=37$,м; $n'_1=76,4$, айл/мин					
№ к-к	a_{om}	a_{oT}	Q'_1	N	Илова
	мм	мм	м ³ /с	кВт	
1	16	65,6	0,83	6707,8	$N=9.81 \cdot Q'_1 \cdot D_{1CT}^2 \cdot H_x \sqrt{H_x} \cdot \eta_T =$ $=8081,7 \cdot Q'_1, \text{кВт};$ $\eta_T = 0,937$ $a_o = a_{om} \cdot D_1 / D_{1m} = a_{om} * 2,5 / 0,46 =$ $= a_{om} * 5.34$
2	20	82	1,01	8162,5	
3	24	98,4	1,16	9374,8	
4	28	114,8	1,25	10102,1	
5	32	131,2	1,35	10910,2	
6	36	147,6	1,42	11476	

7 - жадвал H_x -напор учун аниқланган ҳақиқий турбина йўналтирувчи аппарат куракчалари очилиш катталиги a_o учун ёрдамчи $a_o = f(N)$ эгри чизик курилади . (H_{\max} , H_{\min} - напорлар учун ҳам шу тарзда бажарилади)

Назорат саволлари

1. Турбинанинг сўриш баландлигини топиш йўлини тушинтиринг.
2. Кавтация коэффиценти ошиши нималарга таъсир ыилади?
3. Йщналтирувчи аппаратни очилиш катталиги нимани кщрсатади?

Намуна

Маълумот сифатида 4-вариант катталикларидан фойдаланамиз

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

17. .Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
18. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
19. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
20. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
21. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Gidroturbinalar. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2006.
22. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar. O‘quv qo‘llanma. Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
23. Nizamov O.X. «Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar» fanidan kurs loyihasini uslubiy ko‘rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
24. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.
25. Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
26. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
27. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
28. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
29. Muxammadiyev M.M., Urishev B.U., Djuraev K.S. «Gidroenergetik qurilmalar». Darslik. –T.: “Fan va texnologiya”, 2015.

30. Muxammadiev M.M., Uralov B.R., Mamajonov M., Nizamov O.X. va boshqalar. *Gidromashinalar. O'quv qo'llanma.* – Toshkent: TIMI, 2011.
31. Vasilev Yu.S., Muhammadiyev M.M., Tashmatov X.K. *Gidroenergetik obyektlar ekologiyasi. O'quv qo'llanma.* Toshkent: ToshDTU, 2004.
32. Мухаммадиев М.М. и Потоеенко К.Д. *Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие.* – Ташкент: ТашГТУ, 2005.
33. Bakiyev M., Nosirov B., Xo'jaqulov R. *Gidrotexnika inshootlari. O'quv qo'llanma.* – Toshkent: O'MKTM, «Bilim» nashriyoti, 2004.
34. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. *Gidroturbinalar. O'quv qo'llanma.* – Toshkent: ToshDTU, 2006.
35. Nizamov O.X. *Gidroelektrostansiyalar. O'quv so'llanma.* Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
36. Nizamov O.X. «*Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar*» fanidan kurs loyihasini uslubiy ko'rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
37. Мухаммадиев М.М. ва бошқалар. «*Гидроэнергетик қурилмалар*» фанидан ўқув қўлланма. -Т.: ТошДТУ, 2007.
38. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.

3-амалий: КГЭСларда гидротурбиналарга сувни келтирувчи метали спирал камерани ҳисоблаш. Гидротурбинанинг бурама моментини генератор роторига узатувчи валини ҳисоблаш.

Ишни мақсади:

1. Гидротурбиналарга сувни келтирувчи қурилмаларни ҳисоблашни ўрганиш.
2. Турбина вали ва подшибнигини ҳисоблаш.

Масаланинг қўйилиши: Гидротурбина учун берилган сув сарфи, ишчи ғилдирак диаметри ва ҳисобий напорлар орқали сувнинг тезлиги аниқлашни ўрганилади.

Гидротурбина сув ўтказгичини ҳисоблаш

Гидротурбина сув ўтказгичини ҳисоблашда қувур диаметри, маҳаллий жойлардаги ва қувур узунлигидаги напорнинг йўқолиши аниқланади. Бунинг учун қуйидаги амаллар бажарилади:

- а) Гидротурбина сув ўтказгичини гидравлик ҳисоблаш.**

ГЭС биносига келтириладиган сув напорли қувурлар (дарёдан, сув омборидан ёки деравация канали) орқали олиб келинади

Битта қувур орқали ўтадиган сув сарфи:

$$Q_{\text{қув.}} = \frac{N}{9,81 \cdot H_p \cdot \eta} \quad \text{ёки} \quad Q_{\text{қув.}} = Q_{\text{ГЭС}} / n = 50, \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

бу ерда n – қувурлар сони (максимал 3 тагача олиш мумкин).

Иқтисодий нуқатаи назардан энг қулай қувур диаметрини танлаш қуйидаги формуладан аниқланади;

$$D_{\text{мп.}} = 0,9 \cdot Q_{\text{мп.}}^{0,4} = 0,9 \cdot 50^{0,4} = 4,3, \quad (\text{м})$$

Аниқланган қувур диаметрини стандарт катталиги танланади [2].

Қувурдаги сув тезлиги аниқланади;

$$v = Q_{\text{мп.}} / \omega = 50 / 14,51 = 3,44 \quad (\text{м}/\text{с}),$$

бу ерда қувурни кесим юзаси бўлади:

$$\omega = \pi D_{\text{мп.}}^2 / 4 = 3,14 \cdot 4,3^2 / 4 = 14,51, \quad (\text{м}^2)$$

б) Қувурда йўқолган напор катталигини аниқлаш

Қувурда йўқотилган напор, уни узунлиги ва маҳаллий қаршиликдаги йўқотилган напорлар йиғиндиси орқали топилади [8].

1) Қувурнинг узунлиги бўйича йўқотилган напор Дарси – Вейсбах формуласи орқали топилади:

$$h_l = \lambda (l/d) (V^2/2g), \quad (\text{м}).$$

бу ерда l – қувур узунлиги, м;

d – қувур диаметри, м;

λ - қувурни узунлиги бўйича гидравлик ишқаланиш коэффициентини ;

V – ўртача тезлик, м/с;

$g = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2$

Ҳар доим напорли қувурларда сувнинг характери квадрат қаршилик зонада бўлади, у ҳолда гидравлик қаршилик коэффициенти λ Б.Л.Шифренсонни формуласи бўйича квадрат қаршилик зонаси учун $Re \geq 500$ d/Δ_s бўлганда [9]:

$$\lambda = 0,1 (\Delta_s/d)^{0,25} = 0,1 \left(\frac{0,025}{3,44} \right)^{0,25} = 0,029 \quad \text{ва}$$

$$h_l = \lambda (l/d) (V^2/2g) = 0,0279 \cdot (45/4,3) \cdot (11,83 / 19,62) = 0,175 \text{ м. } \lambda = 0,11 (\Delta_s/d)^{0,25}$$

Бу ерда Δ_s – эквивалент ғадир-будурлик коэффициенти (илова 8.1.-8.5) [9].

Масалан:

- Янги, чоксиз яхши тайёрланган қувурлар учун $\Delta_s = 0,025$;

- Янги, тоза ва ички томони заводи битум қопланган $\Delta_s = 0,016$;

- Эски, озгина занглаган, тоза қувурлар учун $\Delta_3=0,2$ ва х.о.

2) Маҳаллий қаршиликдаги напорни йўқолиши қаршиликни турига ва сонига боғлиқ бўлиб қуйидаги формула орқали топилади:

$$h_M = \xi(v^2/2g), \quad (\text{м})$$

бу ерда ξ - маҳаллий қаршилик коэффиценти

Маҳаллий қаршилик турлари:

1). Оқиб келаётган сувдаги сузувчи жисимларни ушлаш учун уни йўналишига тўғри қўйилган панжарадаги қаршилик (64-расм, 72 бет). [8].

$$\xi_{\text{реш.}} = \beta \cdot (S/b)^{4/3} \sin\alpha = 1,83(10/100)^{4/3} * \sin 70^\circ = 1,83*0,046*0,89=0,075$$

бу ерда β - стержен формасига боғлиқ бўлган коэффицент 3-40-жадвал ва 3-65- расм орқали топилади [8].

2). Қувурга кириш 3-33, а, б-расм бўйича (64-бет)[8]:

а) силлик киришда $\xi = 0,20$;

б) ўткир қиррали киришда $\xi = 0,50$.

3). Доирали қувурни α бурчакка бурилишидаги қаршилик коэффиценти ξ 3-23-жадвал орқали топилади (64-бет) [8].

Аниқланган ҳамма маҳаллий қаршиликлар коэффиценти йиғиндиси орқали йўқотилган напор ҳисобланади.

Қувурнинг узунлиги ва маҳаллий қаршилигида топилган напорлар йиғиндиси қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин.

$$h_m = \xi \frac{v^2}{2g} = (\xi_{\text{реш}} + \xi_{\text{вх}} + 2\xi_{45^\circ}) \frac{v^2}{2g} = (0,075 + 0,2 + 2*0,7) \frac{3,44^2}{19,62} = 0,59\text{м}$$

$$h_w = h_l + h_m = 0,175 + 0,59 = 0,763, \quad (\text{м}).$$

6. Гидротурбина вали ва подшипнигини ҳисоблаш

а) Гидротурбина вали

Вал одатда 40 ёки 20ГС маркали тақаланган пўлатдан ичи тешикли ва икки чеккасида фланци цилиндир кўринишда бўлади. Валнинг узунлиги гидроагрегатни йиғилишига қараб аниқланади[3].

Валлар одатда бир бутун (нисбатан кичик ўлчамлар учун) қилиниши мумкин ёки бирнечта тайёр бўлақларни пайванд қилиш йўли билан тайёрланади.

Вални тайёрлаш технологик жараёни қабул қилинган техник-иқтисодий ҳисоблар асосида бўлади.

Бурама куракли турбинани пастки фланци шундай тайёрландики, у бир вақтни ўзида турбина қопқоғи вазифасини бажаради (9-расм).

Бундай қарорни қабул қилишда бу узел конструкциясига ишлов берадиган токар станокларини борлиги билан амалга оширилади.

Бурама куракли турбина валини марказий тешигида штанга жойлашган бўлиб, у орқали ёғ қабул қилгичдан босим остида ишчи ғилдирак сервомоторига мой келади ва мой ишчи ғилдирак золотнигини сервомотор билан қайтар алоқани амалга оширади.

Радиал ўқли турбинанинг валини (8-расм) марказий тешиги орқали кўпинча ишчи ғилдирак тагида баъзи режимда юзага келадиган оқим тебранишни камайтириш учун атмосфера ҳавоси юборилади.

Вертикал агрегатни нормаллаштирилган вал диаметри D_6 7-расмдаги эгри чизикдан $M_{\text{бур}}$ буровчи моментга боғлиқ ҳолда аниқланади. Топилган вал диаметри D_6 , 6-жадвалдан яқинлашган кичик нормал диаметр билан алмаштирилади [2].

$$\text{Буровчи момент: } M_{кр} = 97400 \text{ N/n} = \frac{97400 * 17005,144}{187,5} = 8833600 = 0,88 * 10^7 \text{ кг.см}$$

бу ерда N - вал орқали узатиладиган қувват, $кВт$ да ;

n - вални айланиш тезлиги, $айл/мин$ да.

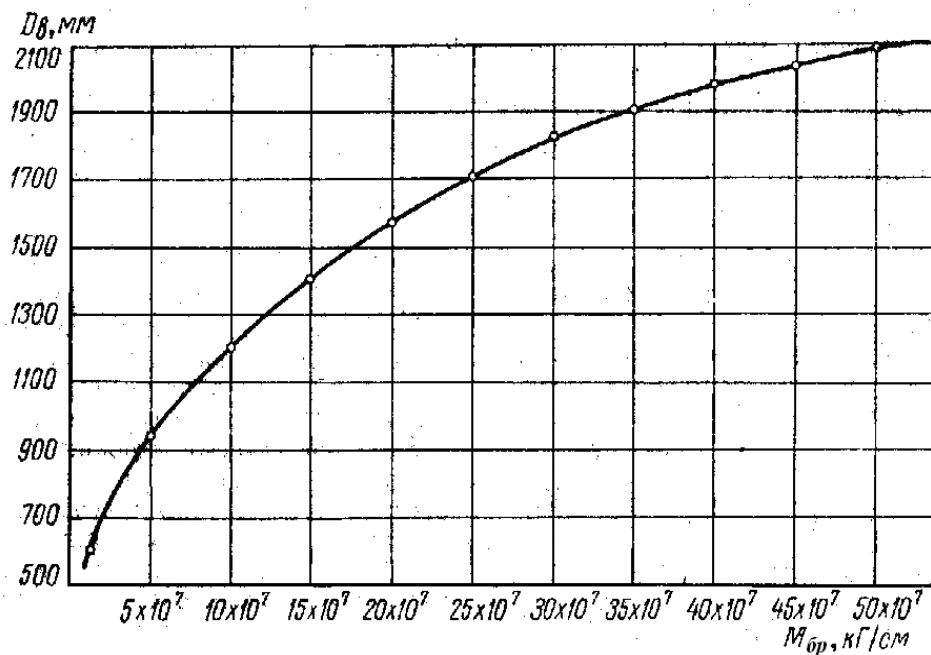
Валнинг ички диаметри:

$$d_{\dot{a}} = \sqrt[4]{D_{\dot{a}}^4 \frac{496102 * N * D_{\dot{a}}}{\tau_{\text{max}} * n}} = \sqrt[4]{60^4 - \frac{496102 * 17005,144 * 60}{400 * 187,5}} = 59,20 \text{ см}$$

$d_b = 530 \text{ мм}$ деб норматив бўйича қабул қиламан.

бу ерда D_6 вални ташқи диаметри, см.да; $\tau_{\text{max}} = 450 \text{ кг/ см}^2 \pm 10\%$ - буровчи максимал йўл қўйилган кучланиш.

Формулада ҳисобланган вални ички диаметри яқин нормаллаштирилган диаметр қатори билан яхлитланади (мм да) 400; 420; 450; 480; 500; 530; 560; 600, 630; 670; 710; 750; 800; 850; 900; 950; 1000; 1050; 1100;2000.



7 - расм.Валнинг ташқи диаметрини буровчи моментга бўлган боғлиқлик графиги

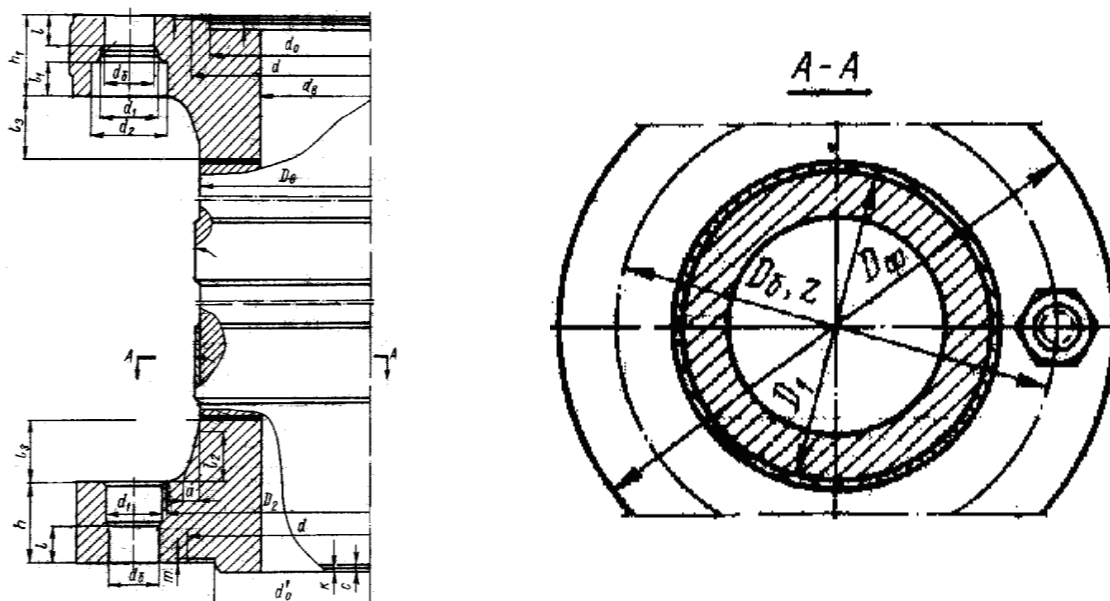
11-жадвал

Нормаллаштирилган вал ўлчамлари (мм да)

D_b	D_1	D_ϕ	h	h_1	D_6	b_6	Болт	Винт
600	605-0,5	1000-0,5	150	180	820	85A	M80x4	M16

11 - жадвални давоми

D_b	z	D_2	D_o	$d'o$	d	d_1	d_2	l	l_1	R
600	12	675	$580^{+0,05}$	580.	-	87	122	40	55	100



8 - расм. Радиал ўқли (РЎ) гидротурбина ваали

б) Йўналтирувчи подшипник

Гидротурбина учун йўналтирувчи подшипниклар мой ёки сув билан мойланади.

Мой билан мойлаш пастки бьеф томондаги сувни ифлослайди ва шунинг учун уни тўхтовсиз бериб туриш учун махсус мослама талаб қилинади.

Агар сувда сузувчи моддалар заррачаси $0,1 \text{ г/л}$ ошиб кетмаса, замонавий турбиналарда сув билан мойланадиган резинкали вкладишли подшипниклар ўрнатилади

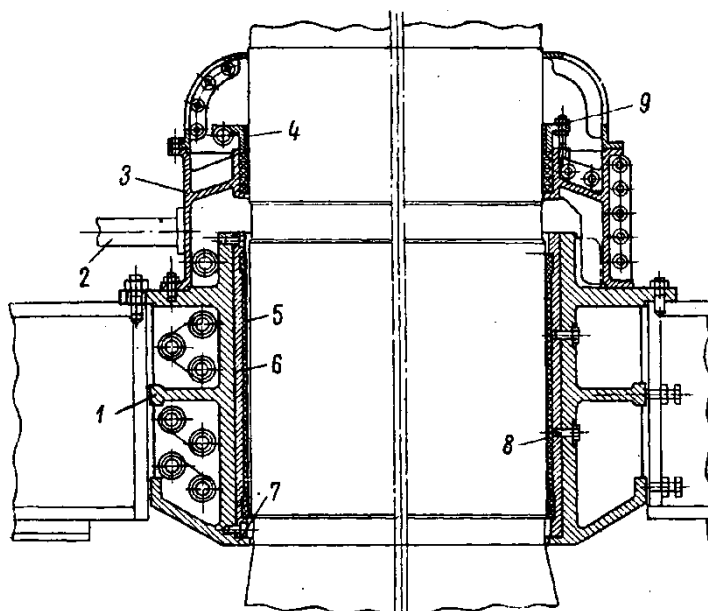
(10-жадвал). Резинкали вкладиш бир нечта сектордан ташкил топган. Ҳар бир сектор, подшипник атрофида айлана бўйича букилган пўлатга вулканизация йўли билан резинка ёпиштирилган [3].

12-жадвал

D	h	Сектор. сони
$620^{+0,20}$	420	4

Сув билан мойланувчи йўналтирувчи подшипниклар (ЙП)

Ҳозирги замон гидротурбинасозликда, айниқса Россияда чиқарилаётган гидротурбиналарда йўналтирувчи подшипниклар сув билан мойланадиган қилиб чиқарилмоқда. Улар тузилиши бўйича мойли подшипникларга қараганда оддий ёки содда қилиб тайёрланган. Подшипникни мойлаш учун резервуар, насос ва бошқа шунга ўхшаш жиҳозларга эҳтиёж қолмайди. Махсус ишлатувчи мосламалар қўйишга эҳтиёж қолмайди. Бунинг ҳисобига йўналтирувчи подшипникни ишчи ғилдиракга яқин ўрнатиш мумкин. Сув билан мойланувчи подшипниклар резинкали вкладишдан ва баъзи ҳолларда древлпастикадан тайёрланиши мумкин.



9-расм. Сув билан мойланувчи резинка вкүладишли йўналтирувчи подшипникни тузилиши

Йўналтирувчи подшипник (ЙП) корпуси 1 қуйма чўяндан бир нечта бўлакларда қилиниб, турбина қопқоғига бириктирилади. Корпусни ички томонидан резинкали сегментлар 6, 7, 8, болтлар билан корпусга қотирилади. Вкүладишнинг 6 сегментлари пўлат цилиндрнинг бўлаги бўлиб, уни ичига резинка 5 қуйилган бўлади. резинкали вкүладишнинг сиртида бўйлама ариқчалар қилинган бўлиб, турбина ишалаган вақтида сув ўтиб подшипникни совитади ва ёғлайди. Сув подшипник корпуси тепасида жойлашган халқали ваннанинг 3 ичига қувур 2 орқали келтирилади [10].

Подшипникга кетадиган сув сарфи иссиқлик ҳисоби билан аниқланади.

Подшипникни юқори ваннага сувни келтирувчи қувурни диаметри қуйидаги формула орқали аниқланади;

$$D_n = (2.5-3) \sqrt{D_a} = (2.5-3) * 7.7445 = 23.23, \text{ мм},$$

бу ерда D_v подшипник қўйиладиган вални эни мм. да олинади.

Намуна

Маълумот сифатида 4-вариант катталикларида фойдаланамиз

5-амалий машғулот: ГЭСлардаги гидротурбина металл спирал камерани ҳисоблаш.

Ишни мақсади:

1. Турбина металл спирал камерасини ҳисоблаш.

Масаланинг қўйилиши: Гидротурбина учун берилган сув сарфи, ишчи ғилдирак диаметри ва ҳисобий напорлар орқали сувни спирал камерадаги тезлиги ва спирал камеранинг статорини ички ва ташқи диаметрлари тарқатма материал асосида аниқланди. Спирал камерани доимийси аниқланиб, ҳисобни жадвал асосида олиб бориш ўрганилади.

Спирал камерани ҳисоблаш

Металли ёки бетонли камерани ҳисоблаш учун ўраб олиш бурчагини берамиз:

металли камера учун $\varphi_{max} = 345^\circ$,

бетонли камера учун $\varphi_{max} = 180^\circ$ ёки 270° ,

$Q_{кур}$ сув сарфини ҳисоблаймиз

$Q_{кур}$ – спирал камерага киришдаги сув сарфи.

Металли спирал камерага киришдаги сув сарфи катталиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$360^\circ - Q_k;$$

$$\varphi_{\max} - Q_{\text{кир}};$$

$$Q_{\text{кир}} = (\varphi_{\max} \cdot Q_k) / 360 = \frac{345 \cdot 50}{360} = 47,9, \text{ м}^3/\text{с};$$

бу ерда Q_k - ҳисобий сув сарфи

Спирал камера қирқимини аниқлаш учун напорга ва турбина камерасини (металли ёки бетонли) турига қараб сувнинг тезлигини 1-расмдан [3] аниқлаб, кейин камерани кириш кесим юзасини қуйидаги формуладан топилади:

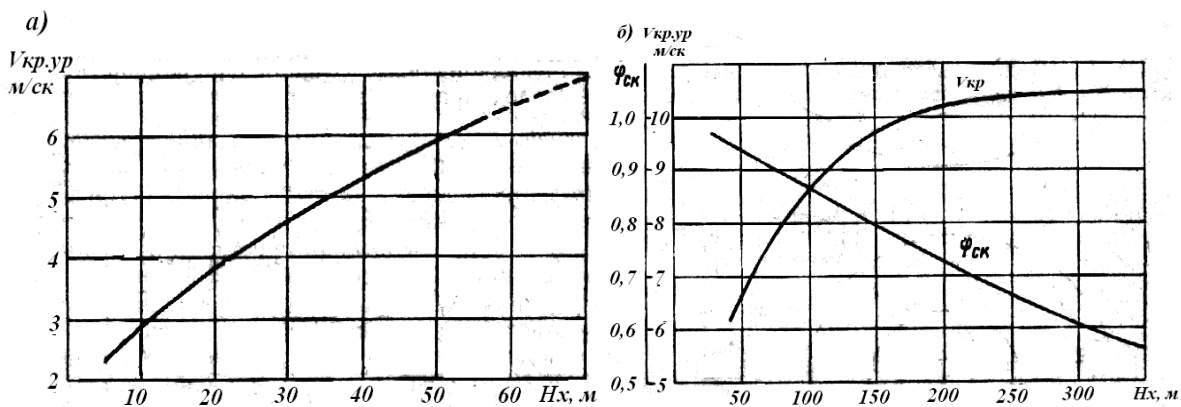
$$F_{\text{вх}} = Q_{\text{вх}} / v_{\text{вх}} = \frac{47,9}{5,9} = 8,12; \text{ м}^2.$$

бу ерда $v_{\text{кир}}$ – спирал камерага кириш қисмидаги тезлиги

Спирал камера кириш радиуси қуйидаги формула орқали топилади

$$\rho_{\text{вх}} = \sqrt{F_{\text{вх}} / \pi} \sqrt{\frac{8,12}{3,14}} = 1,6, \text{ м}.$$

бу ерда $\rho_{\text{кирх}}$ – катталиги 5-10 мм. гача яхлитланади.



10-расм. График $v_{\text{кир}}$ – спирал камерага кириш қисмидаги тезлик графиги : а-бетонли ва б-металли спирал камералар учун; $\varphi_{\text{кир}}$ -кириш қисмидаги тезлик коэффициенти.

Спирал камерани габарит ўлчамлари аниқланади

-статорни ташқи ва ички радиуслари [3];

$$R_a = D_a / 2 = 4050 / 2 = 2025 \text{ мм};$$

$$R_b = D_b / 2 = 3400 / 2 = 1700 \text{ мм};$$

-спирал камерани нисбий баландлиги - b_0 .

бу ерда D_a, D_b катталиклари напор катталигига ва спирал камера турига қараб 12-жадвалдан аниқланади

12-жадвал

Ишчи гидрарак диаметри, мм	Диаметрлар, мм		Бетонли спирал камера		Металли спирал камера					
			D_a		D_a					
	D_i	D_o	D_e	$H < 40$ м	$H = 40-80$ м	$H < 170$ м	$H = 170$ м	$H < 75$ м	$H = 75-115$ м	$H = 115-170$ м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1800	220	2430	-	2850	-	2600	-	-	-	3200
2000	2400	2700	-	3150	2850	2850	3400	3400	3400	3500
2500	2900	3400	-	4000	3400	3550	4050	4100	4100	4350
2800	3250	3850	4450	4500	3850	3950	4600	4600	4650	4850
3200	3750	4250	4900	4950	4300	4450	5100	5150	5200	5400
3600	4200	4800	5500	5550	4800	4950	5700	5750	5800	6000
4000	4800	5400	6200	6250	5300	5500	6250	6300	6350	6650
4500	5250	6000	6900	6950	6000	6150	7100	7150	7200	7450
5000	6000	6600	7550	7600	6600	6850	7750	7800	7850	8200
5500	6720	7400	8500	8600	7400	7650	8650	8750	8800	9150
6500	8040	8850	10000	10150	8850	9150	10350	110450	9550	9850
7000	8520	9400	10800	10950	9400	9700	11000	11100	10550	11000
7500	9000	10000	11400	11500	10000	-	11700	11800	11200	11650
8000	9600	10400	11900	12000	10400	-	12150	12250	-	-
8500	10200	11050	12600	12700	11050	-	11900	13000	-	-
9000	10800	11800	13500	13600	11800	-	13800	13900	-	-
9600	11400	12350	14100	-	12350	-	14450	14550	-	-
10000	12000	12900	14700	-	12900	-	15000	15100	-	-

Спирал камерани доимиси:

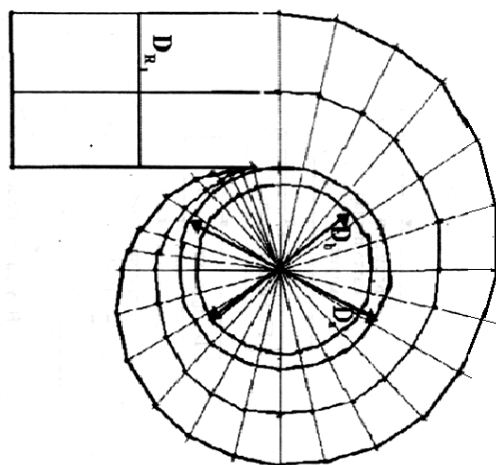
$$C = \frac{\varphi_{\max}}{\left[r_a + p - \sqrt{r_a(r_a + 2p)} \right]} = \frac{345}{(2,025 + 1,6 - \sqrt{2,025(2,025 + 2 * 1,6)})} = \frac{345}{3,625 - 3,252} = \frac{345}{0,373} = 924,9$$

бу ерда $\rho = \frac{\varphi_i}{c} + \sqrt{2r_a \frac{\varphi_i}{c}}$

Ҳисобни жадвал асосида олиб барилади

13-жадвал

N_0	φ	φ/c	$2r_a\varphi/c$	$\sqrt{2r_a \frac{\varphi_i}{c}}$	$\rho = \frac{\varphi_i}{c} + \sqrt{2r_a \frac{\varphi_i}{c}}$	2ρ	$R = 2\rho + r_a$
	Град.	Гр.	м	м	м	м	м
1	2	3	4	5	6	7	8
1	345	0.37399	1.5146	1.2307	1.6047	3,2094	5,2344
2	315	0.3414	1,3829	1,1760	1.5174	3.0348	5,0598
3	285	0.3089	1,2510	1,1185	1.4274	2.8548	4.8798
4	255	0.2764	1,1195	1,05809	1.33449	2.6689	4,69398
5	225	0.24391	0.9878	0.99389	1.2378	2.4756	4,5006
6	195	0.21139	0.8561	0.9252	1,1366	2,2732	4,2982
7	165	0.1788	0.7244	0.8511	1,02992	2,0598	4,0848
8	135	0.1463	0.5927	0.7698	0.9161	1.6787	3.7037
9	105	0.1138	0.4609	0.67889	0.7927	1.5855	3,6105
10	75	0.0813	0.3292	0.5738	0.6551	1.3102	3,3352
11	45	0.04878	0.1975	0.44448	0.4932	0.9865	3,0115
12	15	0.01626	0.0658	0.2566	0.27288	0.5457	2.5707
13	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.0000	2,025



11-расм. Спирал камерани куриш

Назорат саволлари

1. Гидротурбина кувурини ҳисоблаш учун қандай амаллар бажарилишини тушинтиринг.
2. Спирал камералар тури неча хил бўлади?

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

39. .Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
40. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
41. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
42. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
43. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Gidroturbinalar. O'quv qo'llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2006.
44. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar. O'quv qo'llanma. Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
45. Nizamov O.X. «Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar» fanidan kurs loyihasini uslubiy ko'rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
46. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.
47. Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9

48. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
49. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
50. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
51. Muxammadiyev M.M., Urishev B.U., Djuraev K.S. «Gidroenergetik qurilmalar». Darslik. –Т.: “Fan va texnologiya”, 2015.
52. Muxammadiev M.M., Uralov B.R., Mamajonov M., Nizamov O.X. va boshqalar. Hidromashinalar. O’quv qo’llanma. – Toshkent: TIMI, 2011.
53. Vasilev Yu.S., Muhammadiyev M.M., Tashmatov X.K. Gidroenergetik obyektlar ekologiyasi. O’quv qo’llanma. Toshkent: ToshDTU, 2004.
54. Мухаммадиев М.М. и Потоеенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Ташкент: ТашГТУ, 2005.
55. Bakiyev M., Nosirov B., Xo’jaqulov R. Hidrotexnika inshootlari. O’quv qo’llanma. – Toshkent: O’MKTM, «Bilim» nashriyoti, 2004.
56. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Hidroturbinalar. O’quv qo’llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2006.
57. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar. O’quv so’llanma. Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
58. Nizamov O.X. «Hidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar» fanidan kurs loyahasini uslubiy ko’rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
59. Мухаммадиев М.М. ва бошқалар. «Гидроэнергетик қурилмалар» фанидан ўқув қўлланма. -Т.: ТошДТУ, 2007.
60. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.
61. Мухаммадиев М.М. и др. Возобновляемые источники энергии. Уч. пособие. –Т.: ТашГТУ, 2005.
62. Васильев Ю.С. и др. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций. Уч. пособие. –СПб.: Изд. СПбГТУ, 2002.
63. M. M. Muxammadiev, X.K. Tashmatov. Gidroenergetika izlanishlari. Darslik. - Toshkent: “IQTISOD-MOLIYA”, 2011.
64. M. M. Muxammadiev, X.K. Tashmatov. Energiya yig’uvchi qurilmalar. Darslik. - Toshkent: “Cho’lpon” , 2011.

V.КЕЙСЛАР БАНКИ

Кейс №1: КГЭСни умимий таърифлари. КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш мумоммлари.

1.Педагогик аннотация.

Модул номи: “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш”.

Мавзу: Модуль мақсади ва вазифалари. ГЭСлар таърифлари.Жахон миқийёсида КГЭСнинг аҳволи.

Берилган case study мақсади: “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш”га умумий тавсиф беради, Тингловчиларга баҳо бериш мезонлари тушунтирилади, гуруҳчалар ташкил қилади, кейс стадининг индивидуал босқичида бажариш учун мавзу берилади. Тингловчиларга кейс дафтарчалари тарқатадилади. Мавжуд адабиёт билан таништирилади.

Кутилаётган натижалар: Тингловчилар ушбу мавзунини ўрганиш жараёни орқали “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш” модулининг асосий вазифалари, ютуқлари, бошқа модуллар билан боғланиш даражалари, жамиятдаги аҳамияти ҳамда бугунги Ўзбекистандаги тараққиёт даражалари ҳақида тушунчаларга эга бўладилар.

Case study-ни муваффақиятли бажариш учун Тингловчи қуйидаги билимларга эга бўлиши лозим:

Тингловчи билиши керак:

Модуль мақсади ва вазифаларини. ГЭСлар таърифлари.Жахон миқийёсида КГЭСнинг аҳволи.

Тингловчи амалга ошириши керак: мавзунини мустақил ўрганади, муаммонинг моҳиятини аниқлаштиради; ғояларни илгари суради, мустақил қарор қабул қилишни ўрганади, ўз нуқтаи назарига эга бўлиб, мантиқий хулоса чақаради, маълумотларни таққослайди, танқидий хулоса чиқаради, таҳлил қилади ва умумлаштиради.

Case study-нинг объекти: “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш”нинг таърифлари, вазифалари.

Case study-да ишлатилган маълумотлар манбаи:

“КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш” модули бўйича адабиётлар.

Case study-нинг типологик хусусиятларга кўра характеристикаси:

Case study кабинетли тоифага кириб сюжетсиз ҳисобланади, case study маълумотларни тақдим қилишга, уларни ҳал этишга, ҳамда таҳлил қилишга қаратилган.

Муаммолар: “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш” соҳасининг ривожини учун муҳим бўлган модули бутун дунё ривожланган мамлакатларининг университетларида қандай ўрин топган ?
Бизда СОВЕТ ИТТИФОҚИ даврида бундай модул ўқилганми ?
Мустақил Ўзбекистонда ушбу йўналишда дастлаб қандай модул ўқилган ?
Ундан кейин бакалавр ва магистрларга ўқилган модулнинг номи ?
Назария, таҳлил, танқидчилик тавсифи ?
Назария учун тахминнинг аҳамияти нимада ?
Назария учун конунийликларнинг аҳамияти нимада ?
Бошланғич даража олийгоҳлар нимага хизмат қилишни ўргатишади ?
Мосланувчи олийгоҳлар (early adapter schools) қандай модулдарни ўз дастурларига киритадилар ?
Тахминлар олийгоҳларидаги изланишлар нимага қаратилган, ва улар маданият муаммоларига қандай қарайдилар?

Кейс №2: Рақамли архитектура генезиси - Заха Хадид (Ироқ - Буюк Британия). Рақамли архитектура назарияси - Патрик Шумахер (Буюк Британия).

I. Педагогик аннотация.

Модул номи: “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш” таҳлили.

Мавзу: Ўзбекистонда КГЭС ва МиниГЭСлар ривожини таҳлили.

Берилган case study мақсади: “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш”га умумий тавсиф беради, Тингловчиларга баҳо бериш мезонлари тушунтирилади, гуруҳчалар ташкил қилади, кейс стадининг индивидуал босқичида бажариш учун мавзу берилади. Тингловчиларга кейс дафтарчалари тарқатадилади. Мавжуд адабиёт билан таништирилади.

Қутилаётган натижалар: Тингловчилар ушбу мавзунини ўрганиш жараёни орқали “КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш” модулининг асосий вазифалари, ютуқлари, бошқа модуллар билан боғланиш даражалари, жамиятдаги аҳамияти ҳамда бугунги Ўзбекистондаги уни ривожланиш даражалари ҳақида тушунчаларга эга бўладилар.

Case study-ни муваффақиятли бажариш учун Тингловчи қуйидаги билимларга эга бўлиши лозим:

Тингловчи билиши керак:

Модуль мақсади ва вазифаларини. ГЭСлар таърифлари. Жаҳон миқёсида КГЭСнинг аҳволи.

Тингловчи амалга ошириши керак: мавзунини мустақил ўрганади, муаммонинг моҳиятини аниқлаштиради; ғояларни илгари суради, мустақил қарор қабул қилишни ўрганади, ўз нуқтаи назарига эга бўлиб, мантиқий

хулоса чақаради, маълумотларни таққослайди, танқидий хулоса чиқаради, таҳлил қилади ва умумлаштиради.

Case study-нинг объекти: КГЭСлар ва миниГЭСлар

Case study-да ишлатилган маълумотлар манбаи:

“КГЭСларни лойиҳалаш ва қуриш” модули бўйича адабиётлар.

Case study-нинг типологик хусусиятларга кўра характеристикаси:

Case study кабинетли тоифага кириб сюжетсиз ҳисобланади, case study маълумотларни тақдим қилишга, уларни ҳал этишга, ҳамда таҳлил қилишга қаратилган.

Муаммолар: Ўзбекистонда кичик дарёлар, сойлар ва ирригация сув омборларидан электр энергия олишда КГЭСлардан фойдаланиш масаласи қандай ечимга эга? ГЭСлар билан КГЭСларни фарқи нимада?

Нима учун кичик ГЭСларни қуриш масаласи суи?

ГЭСлар учун яратиладиган гидротурбиналар Ўзбекистонда борми?

КГЭС учун тайёрланган 3-ўлчамликда моделларини яратишда компьютерда ишлаганмисиз ?

Лойиҳалашни қандай ресурсларига, ёки кўрсатиш усулларига эгасиз ?

Ўалқаро кўламда кетаётган экспериментлардан, инновациялардан хабардормисиз ?

Ўозирги даврдаги КГЭСларни ХХ-нчи аср бошидаги СОВЕТ ИТТИФОҚИ ва Ўзбекистондаги янги КГЭСлари билан алоқадорлигидан хабардормисиз ?

V1.ГЛОССАРИЙ

Ўзбек тилидаги шархи	Рус тилидаги шархи	Инглиз тилидаги шархи
<p>Электр энергияни истимол қилиши деганида, уни ишлаб чиқиши, плюс импорт, минус экспорт (миллий улгуржи электроэнергияни истимол қилиши)</p>	<p>Потребление - означает национальное производство электроэнергии, включая автопроизводство, плюс импорт, минус экспорт (валовое национальное потребление электроэнергии)</p>	<p>Consumption of electricity shall mean national electricity production, including autoproduction, plus imports, minus exports (gross national electricity consumption)</p>
<p>Улаш-энергиянги узатувчи иккита электро тизим бирга уланиши тушинилади</p>	<p>Подключение – соединение между двумя электрическими системами, позволяющее передавать энергию.</p>	<p>Connection - the connection between two electrical systems that permit the transfer of energy.</p>
<p>Кувват-фойдаланувчини максимал юкланишга хисобланган ёки генератор блокни ишлаб чиқариши ёки бошқа электрик аппаратлар, ёки улар маълум бўлган шароитда ҳақиқий хизмат увчилар</p>	<p>Мощность – максимальная нагрузка, на которую рассчитаны пользователем или производителем генерирующий блок, генерирующая станция или другие электрические аппараты, или которую они фактически несут при существующих условиях обслуживания.</p>	<p>Capacity - the maximum load a generating unit, generating station, or other electrical apparatus is rated to carry by the user or the manufacturer or can actually carry under existing service conditions .</p>
<p>Биомасса-ёқилги сифатида фойдаланидиган ўсимликалоар ва ҳайвонлар чиқиндиси,</p>	<p>Биомасса - отходы жизнедеятельности растений и животных, используемые как источник топлива</p>	<p>Biomass - plant materials and animal waste used as a source of fuel.</p>
<p>Базис юкламасидаги электрэнергия: Йил давомида электр энергияга бўлган талабни қондирувчи электрэнергияни генерациясиҳ-ишлаб чиқиши</p>	<p>Электроэнергия базисной нагрузки: Генерация электроэнергии, удовлетворяющая постоянный круглогодичный спрос на электроэнергию</p>	<p>Base-load power: Power generation that meets steady year-round demand for electricity.</p>

<p><i>Шахсий истимолга шилаб чиқиладиган электрэнергия, физик ёки юридик шахс истимолчи ўзи фойдаланиши учун шилаб чиқилган электрэнергия</i></p>	<p>Производитель электроэнергии для собственного пользования. Физическое или юридическое лицо, производящее электроэнергию в основном для собственного пользования.</p>	<p>Auto producer: a natural or legal person generating electricity essentially for his own use.</p>
<p><i>Кундузги чўққи-максимал энергия хажми ёки хизмат кўрсатиши, битта компания ёки коммунал хизмат томонидан сўралган энергия</i></p>	<p>Дневной пик – максимальный объем энергии или услуг, запрошенный в один у компании или коммунальной службы .</p>	<p>Daily peak - the maximum amount of energy or service demanded in one day from a company or utility service .</p>
<p><i>Ишлаб чиқилган энергияни тақсимланиши-кичик, модулли, марказлашмаган, энергия тизимига уланган ёки худудда жойлашган автоном энергия тизими ёки истимолчини яқиқинидас жойлашган тизим</i></p>	<p>Распределенная генерация - Малые, модульные, децентрализованные, подсоединенные к энергосистеме или автономные энергетические системы, расположенные на территории или вблизи потребления энергии</p>	<p>Distributed Generation - Small, modular, decentralized, grid-connected or off-grid energy systems located in or near the place where energy is used.</p>
<p>Электростанция (физик)- керакли жиҳозларга эга бўлган, электр энергияга конвертация қилувчи объект</p>	<p>Электростанция (физическая) - объект, содержащий все необходимое оборудование для конвертирования энергии в электроэнергию .</p>	<p>Electric plant (physical) - a facility that contains all necessary equipment for converting energy into electricity .</p>
<p><i>Электрик тизим-бу термин электр энергияни тақсимловчи ҳамма элементларига талуқли бўлади. Улар ҳаво ва ер ости чизиқларни, столбларни (таянчларни), трансформаторларни ва боўқа жиҳозларни ўз ичига олади</i></p>	<p>Электрическая система - этот термин относится ко всем элементам, необходимым для распределения электрической энергии. Он включает воздушные и подземные линии, столбы (опоры), трансформаторы и другое оборудование</p>	<p>Electric system - this term refers to all of the elements needed to distribute electrical power. It includes overhead and underground lines, poles, transformers, and other equipment</p>
<p>Энергетик ресурслар-</p>	<p>Энергетические ресурсы</p>	<p>Energy resources -</p>

<i>жамият энергия сифатида фойдаланадиган ҳамма энергия манбаи</i>	- все, что общество может использовать в качестве источника энергии.	everything that could be used by society as a source of energy
Энергиядан фойдаланиш- маълум мақсад учун маълум вақтда фойдаланидиган энергия (одатда кВт-сифодаланади)	Использование энергии - энергия, потребленная в определенный период времени для определенной цели (обычно выражается в кВтч) .	Energy use - energy consumed during a specified time period for a specific purpose (usually expressed in kWh) .
<i>Энергия маъбаи- электрэнергияга айлантирувчи манъба</i>	Источник энергии - источник, предоставляющий энергию, которую превращают в электроэнергию .	Energy source - a source that provides the power to be converted to electricity .
Объект-энергия манъбасидан энергия ишлаб чиқувчи жоб чиқаришни билдирадид	Объект - место, где производится электрическая энергия из источников энергии	Facility - a location where electric energy is generated from energy sources .
Генерация <i>электрэнергияни ишлаб чиқишни билдиради</i>	Генерация означает производство электроэнергии	Generation means the production of electricity.
Энергия тизим-электрик тақсимловчи тизимни матричаси	Энергосистема - матрица электрической распределительной системы.	Grid - matrix of an electrical distribution system.
Гидроэлектрик энергия- сувни харакат фойдаланиб олинадиган электрэнергия	Гидроэлектрическая энергия: Электроэнергия, производимая за счет использования нисходящего движения воды.	Hydroelectric power: Electricity generated by utilizing the downward movement of water.
Гидроэлектрик станция-сувнинг оқими ҳисобига гидротурбинани айланишидан энергия олувчи эектрстанция	Гидроэлектрическая станция: Электростанция, использующая потоки воды для вращения гидротурбин	Hydroelectric power plant: A power plant utilizing a water flow to turn hydro-turbines.
Бирлашган тизим, бу бир қатор узатувчи ва тақсимловчи тизим бўлиб, у битта ёки бирнечта бирлаштирувчи чизиқлардан	Объединенная система означает ряд передающих и распределительных систем, связанных вместе посредством одной или более соединительных	Interconnected system means a number of transmission and distribution systems linked together

<i>ибора</i>	линий.	by means of one or more interconnectors
<i>Бирлашган тизим, бу бир қатор тизимларни бир-бири биланганлигини билдиради</i>	Объединенная система означает ряд систем, связанных друг с другом	Interconnected system means a number of systems which are linked with each other
<i>Юклама-тизимни ихтиёрый нуқтасига ёки маълум талаб қилиган нуқтага ёки етказиб бериладиган электр энергияни хажми</i>	Нагрузка - объем электрической энергии, ДЭС-тавленной или требуемой в любой определенной точке или точках системы. Нагрузка происходит в первую очередь на энергопотребляющем оборудовании потребителей.	Load - the amount of electric power delivered or required at any specified point or points on a system. Load originates primarily at the power consuming equipment of the customer .
<i>Станция –электр энергияни ишлаб чиқарувчи бошқа жихозлар ва электрик генераторлар, бирламчи энергия манъбасидан ташиқил топган объект</i>	Станция - объект, содержащий первичные источники энергии, электрические генераторы и другое оборудование для производства электрической энергии.	Plant - a facility containing prime movers, electric generators, and other equipment for producing electric energy
<i>Электростанция-электр энергия ишлаб чиқарувчи генерация қиладиган электростанция</i>	Электростанция - генерирующая станция, где производится электроэнергия.	Power plant - a generating station where electricity is produced.
<i>Ишлаб чиқиш- харакат ёки электр энергияни генерация жараёни</i>	Производство - действие или процесс генерации электрической энергии.	Production - the act or process of generating electric energy
<i>Қайталаниб тикланувчи энергия-табиатни экологик цикли бўйича қайта тикланувчан энергия</i>	Возобновляемая энергия - энергия, способная возобновляться в ходе природного экологического цикла.	Renewable energy - energy that is capable of being renewed by the natural ecological cycle.
<i>Қайталаниб тикланувчи энергия манъбаи-қазиб олинмайдиган энергия</i>	Возобновляемые источники энергии означают неископаемые источники энергии (ветер, солнечная	Renewable energy sources means renewable non-fossil energy sources (wind,

<p><i>анъбаи (шамол, қуёш энергияси, тўлқин энергияси, сув сатҳини қўталиши, гидроэнергия, биомасса, газ ва бошқалар)</i></p>	<p>энергия, геотермальная, энергия волн, приливы, гидроэнергия, биомасса, газ из органических отходов, газ установок по обработке сточных вод и биогазы)</p>	<p>solar, geothermal, wave, tidal, hydropower, biomass, landfill gas, sewage treatment plant gas and biogases)</p>
<p><i>Хафсизлик- бу узлуксиз электр энергия билан таъминлаш, ва тпеахник ҳафсизликни билдиради</i></p>	<p>Безопасность означает и бесперебойность снабжения и поставок электроэнергии, и тбезопасность</p>	<p>Security means both security of supply and provision of electricity, and technical safety;</p>
<p><i>Узатишдаги йўқотиш-тармоқ орқали энергияни узатиш жараёнида йўқотилган энергия</i></p>	<p>Потери передачи: Потеря энергии в процессе передачи мощности через передающую сеть.</p>	<p>Transmission Losses: The energy lost in the process of transporting power via the Transmission Network.</p>

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

65. .Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
66. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
67. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
68. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
69. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Gidroturbinalar. O'quv qo'llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2006.
70. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar. O'quv qo'llanma. Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
71. Nizamov O.X. «Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar» fanidan kurs loyihasini uslubiy ko'rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
72. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.
73. Tiwari G.N., Mishra R.K. Advanced Renewable Energy Sources/ Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi, India, 2012, ISBN: 978-1-84973-380-9
74. .Francesco Carrasco. Introduction to hydropower/ Published by: The English Press, Prakashdeep Bldg, Ansari Road, Darya Ganj, New Delhi, India, 2012, ISBN 978-93-81157-63-3
75. John Ellis. Pressure transients in water engineering/ University of Glasgow, Thomas Telford Publishing Ltd, UK, 2008, ISBN: 978-0-7277-3592-8
76. Leyland B. Small Hydroelectric Engineering Practice. CRC Press/Balkema, 2014, ISBN: 978-1-138-00098-8.
77. Muxammadiyev M.M., Urishev B.U., Djuraev K.S. «Gidroenergetik qurilmalar». Darslik. –T.: “Fan va texnologiya”, 2015.
78. Muxammadiev M.M., Uralov B.R., Mamajonov M., Nizamov O.X. va boshqalar. Gidromashinalar. O'quv qo'llanma. – Toshkent: TIMI, 2011.
79. Vasilev Yu.S., Muhammadiyev M.M., Tashmatov X.K. Gidroenergetik obyektlar ekologiyasi. O'quv qo'llanma. Toshkent: ToshDTU, 2004.
80. Мухаммадиев М.М. и Потоеенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Ташкент: ТашГТУ, 2005.

81. Bakiyev M., Nosirov B., Xo'jaqulov R. Gidrotexnika inshootlari. O'quv qo'llanma. – Toshkent: O'MKTM, «Bilim» nashriyoti, 2004.
82. Muhammadiyev M.M., Nizamov O.X. Gidroturbinalar. O'quv qo'llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2006.
83. Nizamov O.X. Gidroelektrostansiyalar. O'quv so'llanma. Tash.: «VneshInvest Prom» nashriyoti, 2014 y.
84. Nizamov O.X. «Gidroturbinalar va gidroelektrostansiyalar» fanidan kurs loyihasini uslubiy ko'rsatmasi. Toshkent. ToshDTU, 2016.
85. Мухаммадиев М.М. ва бошқалар. «Гидроэнергетик курилмалар» фанидан ўқув қўлланма. -Т.: ТошДТУ, 2007.
86. Гидроэлектростанции малой мощности /Под.ред.В.В.Васильева.Уч. пособие. СПб.: Изд. Политехника, 2004.
87. Мухаммадиев М.М. и др. Возобновляемые источники энергии. Уч. пособие. –Т.: ТашГТУ, 2005.
88. Васильев Ю.С. и др. Основное энергетическое оборудование гидроэлектростанций. Уч. пособие. –СПб.: Изд. СПбГТУ, 2002.
89. М. М. Muxammadiev, X.K. Tashmatov. Hidroenergetika izlanishlari. Darslik. - Toshkent: "IQTISOD-MOLIYA", 2011.
90. М. М. Muxammadiev, X.K. Tashmatov. Energiya yig'uvchi qurilmalar. Darslik. - Toshkent: "Cho'lpon", 2011.
91. Mamajonov M. Nasoslar va nasos stantsiyalari. Darslik. – Toshkent: "Fan va texnologiya", 2013.
92. Использование водной энергии / Под ред. Ю.С.Васильева, 4-е изд., переработанное и дополненное. -М.: Энергоатомиздат, 1995.

Интернет ресурслари:

- 1.<http://www.ziyo.net.uz>
- 2.<http://www.ges.ru>
3. <http://www/multipumps.ru>
4. <http://www/flpumps.ru>