

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Бурхан Асылбек Бағланбекұлы

МикроГЭС көмегімен үй шаруашылықтарын электрмен автономды жабдықтау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101-«Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі
PhD қауымдастырылған профессор
Е.А. Сарсенбаев
«06» 2025 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «МикроГЭС көмегімен үй шаруашылықтарын электрмен автономды жабдықтау»

6B07101-«Энергетика» мамандығы

Орындаған



Бурхан А.Б.

Рецензент
«Universal Energy (Qazaqstan)»
ЖШС бас кезекшісі
Қ.П.Жапбар
(қолы)



2025 г.

Ғылыми жетекші
Магистр аға оқытушы
Қ.А. Баянбаев
(қолы)

«04» 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

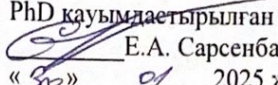
«Энергетика» кафедрасы

6B07101-«Энергетика»

«БЕКІТЕМІН»

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD қауымдастырылған профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 20 » 01 2025 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Бұрхан Асылбек Бағланбекұлы

Тақырыбы: «МикроГЭС көмегімен үй шаруашылықтарын электрмен автономды жабдықтау»

Университеттің академиялық мәселелер бойынша проректоры бекіткен.

Бұйрық № 26-п/ө «29» қаңтар 2025 ж.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «19» мамыр 2025 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілгендері: Қарастырылып отырған нысанның орналасқан жері мен қызметі; Электр құрылғыларының тізімі; Баламалы электрмен жабдықтау

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

- Негізгі техника технологиялық бөлім;

- Құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру және пайдалану;

- МикроГЭС және электрмен жабдықтау жүйелерінің есептеулері.

Сызбалық материалдар тізімі сызбалық материалдар 10 слайдпен көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 22 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі техника технологиялық бөлім	06.03.2025 ж	<i>Орындалады</i>
Құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру және пайдалану	24.04.2025 ж	<i>Орындалады</i>
МикроГЭС және электрмен жабдықтау жүйелерінің есептеулері	05.05.2025 ж.	<i>Орындалады</i>

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, А.Ә.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі техника технологиялық бөлім	Қ.А. Баянбаев, магистр, аға оқытушы	06.03.2025 ж.	<i>[Signature]</i>
Құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру және пайдалану	Қ.А. Баянбаев, магистр, аға оқытушы	24.04.2025 ж.	<i>[Signature]</i>
МикроГЭС және электрмен жабдықтау жүйелерінің есептеулері	Қ.А. Баянбаев, магистр, аға оқытушы	05.05.2025 ж.	<i>[Signature]</i>
Норма бақылау	Ө. О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	09.06.2025	<i>[Signature]</i>

Жоба жетекші _____ *[Signature]* _____ Қ.А. Баянбаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент _____ *[Signature]* _____ А.Б. Бурхан
(қолы)

Күні _____ «04» маусым 2025 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «МикроГЭС көмегімен үй шаруашылықтарын электрмен автономды жабдықтау» тақырыбы бойынша есептеу жүргізілді. Жұмыста тұтынушылардың энергетикалық сипаттамаларын талдау және жер бедерін зерттеу және микроГЭС орналастыратын жерін анықтау, сонымен қатар МикроГЭС жабдықтарын талдау қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе проведен расчет по теме «Автономное электроснабжение домохозяйств с помощью микроГЭС».

В работе были сделаны анализ энергетических характеристик потребителей и изучение рельефа местности и определение местоположения микроГЭС, а также анализ оборудования микроГЭС приведены.

ANNOTATION

In this thesis, a calculation was carried out on the topic "Autonomous electricity supply to households using microelectric power plants."

The work included an analysis of the energy characteristics of consumers and a study of the terrain and the location of the microelectric power station, as well as an analysis of the equipment of the microelectric power station.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Негізгі техниктехнологиялық бөлім	8
1.1 МикроГЭС-тің жұмыс принципі және конструкция түрлері	8
1.2 Шағын және микроГЭС ортадан тепкіш сораппен гидротурбинаның сипаттамасы	10
1.3 Шағын энергетикалық гидротурбиналар ретінде сериялық сораптарды қолдану тәжірибесін талдау	13
1.4 МикроГЭС-тердің әлемде және Қырғыз Республикасындағы қолданылуы	21
2 Құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру және пайдалану	22
2.1 МикроГЭС-ті шағын өзен бойында тұрғызу технологиясы	22
2.2 Су ағынының энергетикалық көрсеткіштері және нысанды электрмен қамтамасыз ету сипаттамасы	25
3 МикроГЭС және электрмен жабдықтау жүйелерінің есептеулері	32
3.1 Жабдықты таңдау	32
3.2 МикроГЭС орнату бойынша құрылыс-монтаждау жұмыстары	35
Қорытынды	43
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44

КІРІСПЕ

Кәзіргі таңда энергияны алу көздері көптеген тәсілдермен алынады, бірақ оныңарасында ең тиімдісін қолдану үшін оларға зерттеу жұмыстары жүргізілуі керек, және де оларға берілген сипаттамаларын осы дипломдық жұмыста көрсетілген.

Жаңғыртылатын энергетиканы дамыту және жаңғыртылатын энергия көздерін (ЖЭК) пайдаланатын энергетикалық қондырғыларды барған сайын кеңінен қолдануда. Біздің еліміздің ғалымдары қоғамның орнықты дамуының маңызды бағыттарының бірі ретінде мойындайды. Бұл ретте техника мен технологияның қазіргі заманғы жетістіктер деңгейіне сәйкес ЖЭК негізіндегі ең тиімді энергетикалық қондырғылар гидроэлектрлік станциялар болып қала береді: мини гидротурбина және мини ГЭС. Олардың даусыз артықшылықтарына жоғары тиімділік мәндері және төмен шығындар, сондай-ақ бірқатар басқада пайдалары жатады.

Төмен қысымды шағын ГЭС гидравликалық турбиналары су ағынының әсерінен үлкен жүктемелерді қабылдамайтыны атап өтілді. Осыған байланысты мұндай ГЭС үшін конструктивті орындау бойынша қарапайым және арзан турбиналарды қолдануға болады. Шағын гидротурбина ретінде ортадан тепкіш сораптардың сипаттамасы келтірілген.

Жұмыстың мақсаты электр желісінен алыс орналасқан тұтынушыны энергиямен қамтамасыз ету үшін микро ГЭС негізінде автономды электрмен жабдықтау жүйесінің жобасын әзірлеу болып табылады.

Ол үшін жұмыстың басында бірнеше міндеттер қойылды:

- 1) қарастырылып отырған конструкцияға, ортадан тепкіш сорапқа және шағын және микро ГЭС гидротурбинасына сипаттама беру;
- 2) мини гидротурбинаны қолдану тиімділігін қарастыру.

1 Негізгі техника – технологиялық бөлім

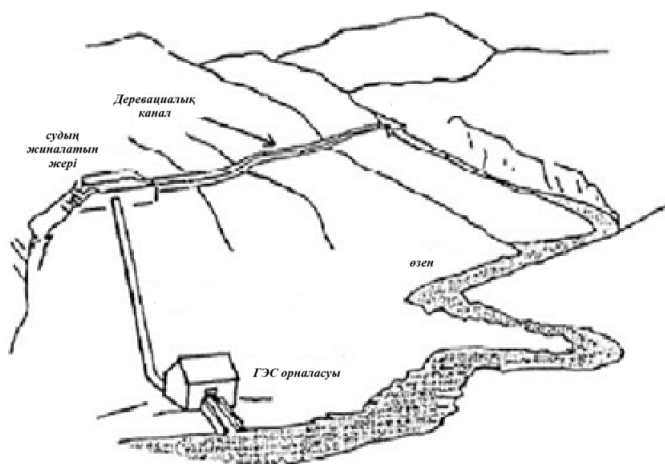
1.1 МикроГЭС-тің жұмыс принципі және конструкция түрлері

Микрогидроэлектр станциясы — шағын гидроэнергетика нысаны. Бұл энергия өндіру саласы шағын қуатты гидроэнергетикалық қондырғылардың көмегімен су ресурстары мен гидравликалық жүйелердің энергиясын пайдаланумен айналысады. Соңғы онжылдықтарда шағын гидроэнергетика әлемде кеңінен дамуда, негізінен ірі ГЭС-тердің су қоймалары келтіретін экологиялық зияннан қашу мақсатында [1].

МикроГЭС-тің жұмыс істеу принципі мынада: оның гидротехникалық құрылғылары гидротурбинаның қалақшаларына түсетін су ағынына қажетті қысымды қамтамасыз етеді. Турбина генераторды қозғалысқа келтіріп, электр энергиясын өндіреді. Бұл су қысымы деривация арқылы - судың табиғи ағысымен (егер бұл деривациялық типтегі микроГЭС болса) немесе бөгетпен (егер бұл бөгеттік тип болса) қамтамасыз етіледі.

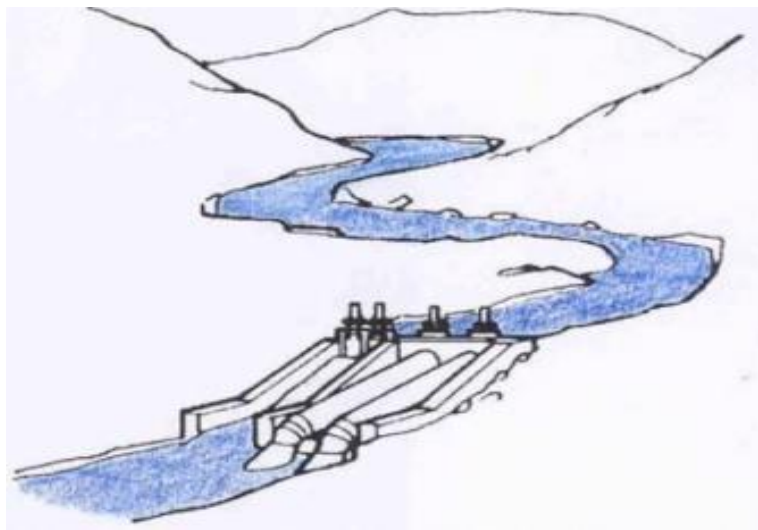
МикроГЭС-тің техникалық параметрлері гидротехникалық жағдайларға байланысты: су шығынына - 1 секунд ішінде турбинадан өтетін судың литрмен немесе текше метрмен есептелетін көлеміне және қысым биіктігіне - судың турбинаға құлау нүктесінің жоғарғы және төменгі деңгейі арасындағы қашықтыққа тәуелді. Қысым биіктігіне байланысты микроГЭС-тер жоғары, орташа және төмен қысымды болып бөлінеді [2].

Сондай-ақ микроГЭС-тің құрылымы оның орналасу сызбасына байланысты. 1.1-суретте деривациялық типтегі қысымды микроГЭС көрсетілген. Оның жұмыс істеу принципі - судың аздап еңіс деривациялық арнамен әкетілуі арқылы, арнаның ұзындығы есебінен қажетті қысымға қол жеткізіледі. Кейін су қысымды құбыр арқылы төменгі деңгейде орналасқан гидроагрегатқа жеткізіліп, пайдаланылған су өзенге қайта оралады.



1.1 - сурет - Деривациялық типтегі микроГЭС [1]

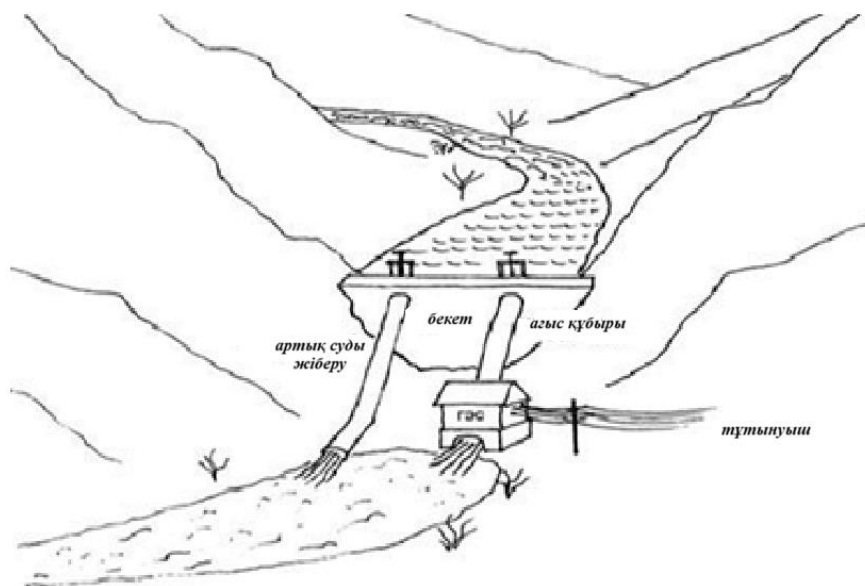
Төменде, 1.2-суретте деривациялық арнасыз микроГЭС бейнеленген. Оның деривациялық арнасы бар ГЭС-ке айырмашылығы — қажетті су қысымы өзен арнасының үлкен табиғи еңісі есебінен қамтамасыз етіледі.



1.2-сурет - Арналық типтегі микроГЭС [1]

Кейбір жағдайларда микроГЭС-терді шағын өзендер мен жылғалардың жолына бөгет салу арқылы тұрғызады (1.3-сурет). Бұл келесі екі мәселені шешуге мүмкіндік береді: а) қажетті су қысымын суды қажетті биіктікке көтеру арқылы қамтамасыз ету; б) су шығынын және ағысын реттеу (бұрынғы мысалдарда бұл мәселе қысым бассейні арқылы шешілген).

Осы шағын су қоймасында жиналған су кейін қысым құбыры арқылы гидроагрегатқа жеткізіліп, сол арқылы электр энергиясы өндіріледі [2].



1.3-сурет – Бөгетті микроГЭС [1]

Барлық түрдегі микроГЭС құрамына гидротехникалық құрылыстар, гидромеханикалық және электротехникалық жабдықтар кіреді. Гидротехникалық құрылыстар микроГЭС-тің электромеханикалық жабдықтарының жұмыс істеуіне қажетті жағдайларды қамтамасыз ету үшін қызмет етеді және (микроГЭС-тің түрі мен орналасу схемасына байланысты) келесі элементтерден тұрады:

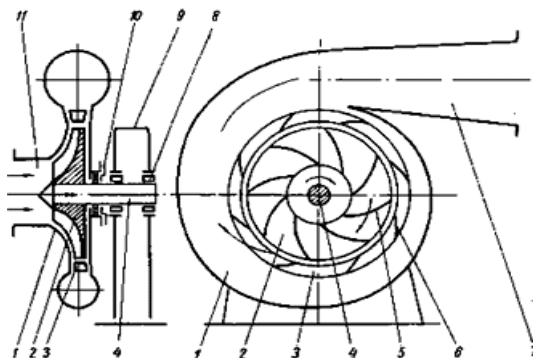
- су қабылдағыш құрылғы;
- деривациялық арна;
- қысым бассейні мен құбыры;
- қоқыс пен мұздан қорғайтын құрылғылар;
- бөгет;
- су ағызу құрылғылары және басқа да элементтер.

Электромеханикалық жабдықтар судың энергиясын электр энергиясына түрлендіреді және келесі бөліктерден тұрады:

- гидроагрегат (гидротурбина және гидрогенератор);
- су және электр бөлігін басқару блоктары [2].

1.2 Ағын және микроГЭС ортадан тепкіш сорғысымен гидротурбинаның сипаттамасы

Ортадан тепкіш сорғы сұйықтық ортадан тепкіш күштердің әсерінен айдалатын қалақша жабдықтарының тобына жатады. Олар сорғы қалақтарын айналдыру арқылы жасалады [1]. Негізгі дизайн үш негізгі элементті қамтиды - жұмыс дөңгелегі, корпус және сорғы қондырғысы немесе механикалық қондырғы (1.4-сурет).



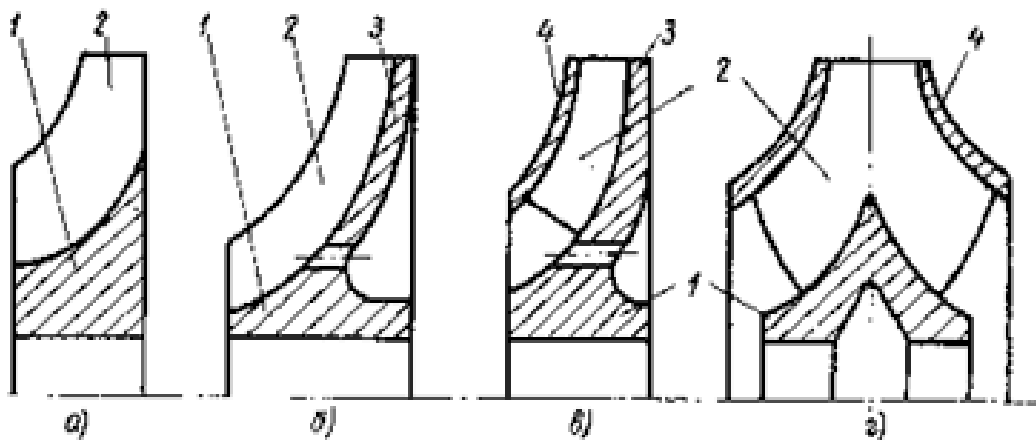
1- жұмыс камерасы; 2- жұмыс қалақшасы; 3- бағыттаушы аппарат; 4- білік; 5- жұмыс дөңгелегі; 6- бағыттаушы аппараттың жүзі; 7- айдау құбыры; 8- мойын тірек; 9- сорғы корпусы (тіректірегі); 10- гидравликалық біліктің тығыздағышы (тығыздағыш); 11- сору құбыры.

1.4 -сурет—Ортадан тепкіш сорғының сұлбасы

Доңғалақ-орталықтан тепкіш сорғының ең маңызды бөлігі. Ол электр энергиясы мен айналу жылдамдығын өндіруге жауап береді. Пышақтар жұмыс дөңгелегінің айналасында айналады, соның арқасында қозғалыс қамтамасыз етіледі. Жұмыс дөңгелектері диаметрі бойынша әр түрлі болуы мүмкін, соның арқасында әртүрлі айналу жылдамдығын қамтамасыз етуге болады.

Доңғалақтапышақтарашықболуымүмкін(пышақтарыорнатылғандиск)жән ежабықпышақтар алдыңғы және артқы дискілердің арасына орналастырылған (1.5- сурет). Құбырлардың көмегімен сорғы корпусы сору және қысым құбырларына қосылады.

Сорғы корпусында сорғының барлық элементтерін энергетикалық гидравликалық машиналарға қосуға арналған. Жұмыс дөңгелегі айналған кезде қалақаралық каналда орналасқан сұйық орта қалақшалармен периферияға лақтырылады, бұруға және одан әрі қысым құбырына шығады.



а-ашық тип; б-жартылай жабық тип; в-жабық тип; г-екі жақты кірісі бар жабық типтегіжұмысдөңгелегі;1-втулка;2-шпатель;3-тасымалдаушыдиск;4-жабудискісі

1.5-сурет-Әртүрліжұмысдөңгелектерініңсұлбалары

Негізгіартықшылықтаркелесідей:

- құрылымныңжеңілдігіжәнеберіктігі;
- орнатужәнетехникалыққызметкөрсетуоңай;
- жоғарыбиіктіктенжұмысортасын беру;
- ластанған массаларды жіберу мүмкіндігі.

Кемшіліктердіңарасындамынаныатапөткенжөн:

- пайдалануалдындасұйықтықтыалдыналақұюқажеттілігі;
- жоғары тұтқырлық көрсеткіштері бар заттарды айдау кезінде шағын тиімділік;
- азберукезіндетиімділікдеңгейініңтөмендеуі.

Қалыпты жұмыс тиімділікті төмендететін немесе құрылғыны мүлдем тиімсіз ететін кейбір факторларға да әсер етеді. Осындай факторлардың ішінде мыналарды келесі түрге бөлуге болады:

- бітелудің пайда болуы, содан кейін сүзгіні міндетті түрде ауыстыру

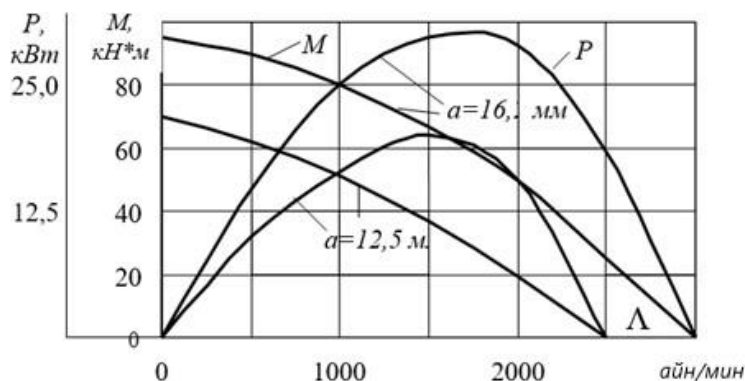
керек;

- құбырлардың ұзындығы бойынша диаметрі тымаз болуы мүмкін жүйенің дұрыс емес дизайны;
- құбыр буындарының қысымын төмендету немесе жабдықтың механикалық зақымдануы.

Ортадан тепкіш сорғының Q сұйықтығының үлкен берілу аймағында және H сұйықтығының төмен және орташа қысымында пайдалану керек.

Кіші және микроГЭС әдетте гидравликалық турбина, генератор және шығыскернеуін тұрақтандыру жүйесі және бір қатар элементтері сияқты міндетті элементтерді қамтиды. Олардың болуы мен дизайны станцияның түрі мен ерекшеліктеріне байланысты.

Ағын энергиясын генератордың жетек білігінің механикалық энергиясына айналдыратын гидравликалық қозғалтқыштар ретінде гидравликалық 1.6-суреттен көріп отырғанымыздай, гидроагрегаттың айналу жиілігі жүктеме мөлшерінің ауытқуына және судың жұмыс ағынының энергиясына байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін.



1.6-сурет-Бағыттаушы аппаратты ашудың екі позициясы үшін диаметрі 289 мм, $H = 9$ м қысымда К-245 типті гидротурбинаның

Эксперименттік сипаттамалары [3]

Сондықтан микроГЭС құру кезінде оның жұмыс режимдерін тұрақтандыру жүйелеріне ерекше назар аудару қажет.

Төмен қысымды микроГЭС-ті қолдана отырып, айналу жиілігі 1000 - нан 3000 айн/мин - ге дейінгі пропеллер типті реактивті гидротурбиналар басым таралды. турбиналардың бұл түрі гидроэнергетикалық қондырғының құрамынан мультипликаторды алып тастауға мүмкіндік береді.

1.3 Шағын энергетикалық гидротурбиналар ретінде сериялық сорғыларды қолдану тәжірибесін талдау

Сорғылар энергия өндіретін турбиналар ретінде пайдалану мүмкіндігі туралы зерттеулер 90-шы жылдары Германияда [4], Англияда [4], Иранда [5],

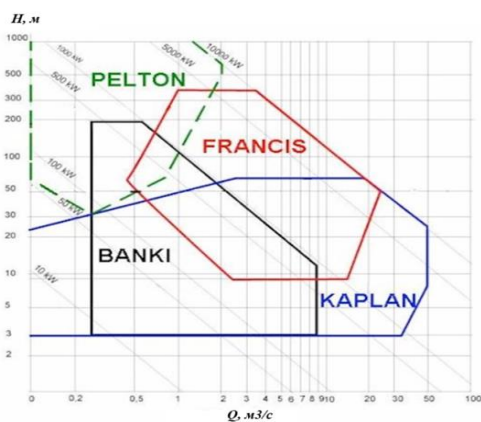
Үндістанда [6– 7] және басқа елдерде жүргізілді. Жақында Англияда, АҚШ-та, Ресейде осы тақырып бойынша зерттеулер жүргізу туралы, сондай-ақ дамушы елдерде нақты қолдану туралы жарияланымдар саны өсті [7,8] шағын энергетикалық сорғыларды пайдалану қажеттілігімен перспективасын растайды. Бұл ұсыныстың негізінде гидравликалық машина жасау теориясы мен практикасынан белгілі, гидравликалық машина қайтымды, ал сорғылар турбина режимінде жеткілікті жоғары тиімділікке ие және аталған қуат диапазонындағы қолданыстағы мини және микроГЭС гидравликалық турбиналарына қарағанда кейбір артықшылықтарға ие деген ереже жатыр:

- құрылымдарды әзірлеуде және жабдықтардың шағын өндірісін құрудың қажеттілігі жоқ, өйткені сораптар қазіргі кезде өндіріліп жатырғандықтан, ал номенклатура аса кең; энергияны түрлендірудің жоғары тиімділігі, көбінесе арнайы жасалған гидротурбиналар деңгейіне сәйкес келеді;
- құрылымның қарапайымдылығы мен компамдылығы шағын және микроГЭС агрегаттарының әртүрлі орналасуын қарастыруға мүмкіндік береді, бұл шағын және микроГЭС құрылыс бөлігін жобалау құнының және құрылыс мерзімдерінің төмендеуіне әкеледі.

Сорғыларды гидротурбиналар ретінде пайдаланудың кемшіліктеріне мыналар жатады:

- бұрандалы гидротурбина пішініне жақын тиімділік қисығының тік құлау пішіні, ол іске қосылатын қысымдардың тар диапазонын немесе генератордың ауыспалы айналу жиілігімен жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін жиілік түрлендіргішін орнатуды талап етеді, содан кейін өнеркәсіптік жиілікке түрлендіреді, бұл орнатуды қымбаттатады;
- әдетте сорғы реттеуші органдардың болмауы (қысымды құбырдағы ысырмадан басқа, оны пайдалану ішінара жүктемелер кезінде жұмыс жағдайларының нашарлауына әкеледі).

1.7 – суретте шағын және микроГЭС энергетикалық жабдықтары ретінде қолданылатын гидротурбиналардың әртүрлі түрлері үшін пайдалану аймақтары және жұмыс деректері бойынша сериялық сорғыларды пайдалануға болатын қысым мен қуат аймағы ұсынылған.



1.7-сурет–Деректер бойынша стандартты сораптарды турбиналар ретінде пайдалану аймақтары

Жоғарыда келтірілген диаграммадан сериялық сорғылар $H = 10-100$ м қысым диапазонында банка типті турбиналар, Френсис типті радиалды-осьтік және пельтон типті белсенді турбиналар үшін шағын және микроГЭС жабдықтарын алмастыра алады.

Белгілі бір жұмыс режимдерінде турбина режимінің қажетті параметрлерін қамтамасыз ететін сорғы түрін негізделген таңдау үшін осы режимде сипаттаманың болуы қажет.

Турбина режиміндегі сорғылардың қарастырылған эксперименттік сипаттамалары белгілі сорғы сипаттамасына сүйене отырып, турбиналық және сорғы режимдеріндегі максималды тиімділігі бар нүкте үшін бас және ағын мәндері арасындағы қатынасты теориялық талдау [8], оның ішінде есептеу гидродинамикасы әдістерін қолдану арқылы орнату қажеттілігіне әкеледі.

Қысым мен ағынның мәндері арасындағы алынған қатынастарды салыстыру Степанов пен Шарманың ұсыныстарына сәйкес келеді. Пышақ геометриясын оңтайландыру турбиналық және әсіресе сорғы режимінде тиімділіктің айтарлықтай жоғарылауына және тиісінше эксперименттік режиммен салыстырғанда қысым мен ағынның төмендеуіне әкеледі.

Тиімділіктің максималды мәндері жұмыс дөңгелегіне ағынды сорап режимінде алдын-ала бұрамай және турбиналық режимде қалақ жүйесінен шығудың осьтік шығысы болған жағдайда орын алады деп есептегенде, ағынды бөліктің гидравликалық тиімділігіне ескере отырып, есептіктендеу сорап режимі үшін пайда болады.

Әдеби дереккөздерді талдау және зерттеу тәжірибесі сериялық сорғылардың гидротурбиналар ретінде пайдалану шағын және шағын ГЭС үшін арнайы әзірленген гидротурбиналарды пайдаланудың сәтті баламасы екенін көрсетеді.

1.3.1 Сорғы турбинасының жүйесін модельдеу және жобалау бойынша материалдарды талдау

Жүргізілген талдау көрсеткендей, сорғы режимінде жұмыс істеу үшін сорғы турбинасын жобалау кезінде оның ағынды арнасының кеңеюіне байланысты жоғары өнімділік деңгейіне жету қиынырақ.

"Сорғы-турбинасы" жүйесі, әдетте, машинадағы сұйықтықтың аз және көп шығыны жағдайында сұйықтық ағынының тұрақсыздығына байланысты сорап

режимінде жоғары тиімділіктің тар диапазонына ие. Кавитация төмен қысымның әсерінен және сұйықтық ағынының бөлінуінен туындаған жоғары ағын жағдайында төмен қысымды аймақта жұмыс дөңгелегі қалақтарының шетінде пайда болуы мүмкін. Егер машина кавитация жағдайында жұмыс істесе, онда бұл дірілге және өнімділіктің төмендеуіне әкелуі мүмкін, яғни сұйықтық қысымы мен тиімділігінің күрт төмендеуіне, сондай-ақ ұзақ уақыт жұмыс істеген кезде эрозияға әкеледі. Сұйықтықтың төмен ағыны мен жоғары қысымы жағдайында сораптың қысым сипаттамасы тұрақсыздық аймағын құрайды.

Сорғы сипаттамасының оң көлбеуіне байланысты жұмыс нүктесі 1.8 – суретте көрсетілгендей айтарлықтай және бақылаусыз өзгеруі мүмкін.

Рейнольдс теңдеулерін (RANS (Reynolds-averaged Navier–Stokes)-Навье-Стокс теңдеулерін (тұтқыр сұйықтықтың қозғалыс теңдеулері) Рейнольдс бойынша орташаланған) қолдана отырып сандық түрде модельденді. Құбылыстарды егжей-тегжейлі сандық зерттеу мен талдауды Пакот [10] жүргізді, ол үлкен құйындыларды модельдеу әдісін қолданды (LES (Large Eddy Simulation)). Классикалық орталықтан тепкіш сорғылар мен сорғы режиміндегі сорғы турбиналарының жұмысының негізгі айырмашылығы-сорғы турбиналарында

бағыттаушы қақпақтардың ашылуын реттеу және бейімдеу мүмкіндігі, ал ортадан тепкіш сорғыларда бағыттаушы аппарат бекітілген. Бағыттаушы пышақтардың ашылу бұрыштарының өзгеруі бағыттаушы пышақтардың алдыңғы жиегіндегі әртүрлі шабуыл бұрыштарына әкеледі. Сұйықтық ағынының айналмалы бұзылуының пайда болуын және сорғы-турбина жұмысының сорғы режиміндегі қысымның пульсациясының сипаттамаларын зерттеу стендік сынақтар мен сандық модельдеу арқылы жүргізілді [9].

Машинадағы процестерді сипаттайтын математикалық модельдегі көпіршіктерді ескере отырып, J. Yang және басқалары [11] стендік сынақтар арқылы ағынды қақпақтардағы сұйықтық ағынының бұзылуының айналмалы құрылымын байқады. HJ. Ran және басқалары [12] табиғи модельдеу сынағын өткізді және сорғы-турбина сұйықтығының пульсация құбылысын зерттеді. Сынақ кезінде қысым қисығының бірінші шығысы сорғы режимінде оңтайлы жағдайда сорғы турбинасы жұмыс істеген кезде жұмыс сұйықтығының шығыны 0,85 ~ 0,9 болатын аймақта пайда болады. Сонымен қатар, қақпақсыз кеңістіктегі сұйықтық қысымының пульсациясының амплитудасы тұрақты режимге қарағанда едәуір көп. Бұл ретте сандық модельдеуді пайдалана отырып, көптеген зерттеулер қалыпты жұмыс режимінде [13] және тұрақсыз жұмыс режимінде дөңес аймақта қақпақсыз сорғы-турбина кеңістігіндегі қысым пульсацияларымен сұйықтық ағынының схемаларын талдады. Осы зерттеулердің нәтижелері өркешті аймақтағы жұмыс қондырғыға және электр станциясына зиянды екенін көрсетеді, сондықтан иілу аймағында тұрақтылықтың жеткілікті қорын қамтамасыз ету қажет.

1.3.2 Сорғы энергиясын турбинаға түрлендіру сипаттамаларын зерттеу

Зерттеу нәтижесінде сорғы режимінде жұмыс істеген кезде гидравликалық машинаның тұрақтылық шектері қалыпты жұмыс ауқымынан алыс орналасуы керек екендігі анықталды. Турбина режимінде жұмыс істегенде, гидравликалық машинаның желімен жылдам синхрондалуына, сондай-ақ бағыттаушы қақпақтарды ашу арқылы қуаттың біркелкі өсуіне кепілдік беру маңызды. Қолданыстағы қайтымды гидравликалық машиналардың анықтамалық модельдері қондырғының ағындық бөлігінің негізгі өлшемдерін таңдау үшін негіз болады. Содан кейін дизайнның келесі кезеңінде жұмыс дөңгелегі

калақтарының бастапқы конструкцияларын модельдеу бағдарламалық. Сорғы режимінде жұмыс дөңгелегінің алдыңғы жиегінің пішіні кавитацияның пайда болуына әсер етеді. Шығару құбырындағы сұйықтық ағынының бұралу көзі болатырып, шығыстағы бұлбұралусұйықтық ағынының динамикалық пульсациясына әсер етеді және осылайша турбинаның оңтайлы жұмыс ауқымын шектейді. Сорғының жұмыс ауқымын ауыстыру арқылы сорғы турбинасының жалпы жұмыс ауқымы кеңейеді.

Оңтайлы тұрақты жұмыс нүктесін анықтау үшін сорғы турбинасында гидравликалық жүйенің өнімділігінің бір ғана нүктесі-қысым қисығымен қиылысу нүктесі анықталатын қысым өнімділігі қисығының графигі болуы керек (1.7-суретті қараңыз). Сорғы турбинасы әдетте реттелетін бағыттаушы қалақтарды орнату арқылы реттеледі. Әдетте, бағыттаушы пышақтың әр параметрі бір қысым қисығымен сипатталады. Белгілі бір айдау жылдамдығында гидравликалық машинаның тиімділігінің ең жақсы мәні бар бұрышқа бағыттаушы қалақшаны орнату жиі қолданылады. Штаттық жұмыс ауқымында қысым қисықтарының көпшілігі "конверт" қисығы деп аталатын біртұтас қисықты құрайды.

1.3.3 Турбина ретінде қолданылатын ортадан тепкіш сорғылардың сипаттамаларын бағалайтын болжамды модель

Болжамды модель ішінара жүктемені ескере отырып, сорғы турбинасының тұрақсыз жұмысы кезінде қарастырылады. Тұрақсыздық сұйықтықтың өткізу қабілеттілігі қисығының кенеттен төмендеуінде көрінеді. Зерттеулерде [15] көрсетілгендей, қысым қисықтарының шыңы негізінен диффузор қалақтарындағы сұйықтық ағынының айналмалы бұзылуының басталуымен сәйкес келеді. Бұл бағыттаушы қалақшаны орнату бұрышына байланысты (ағын) және әрқашан көтерілу сатысында қысым қисығының төмендеуімен бірге жүреді. Сұйықтық ағынының үзілу жасушалары жұмыс дөңгелегінен шығатын сұйықтық ағынының айналу жылдамдығының 15-20% жылдамдығымен шеңбер бойымен айналады. Сұйықтық ағындарының мұндай бөлінуін диффузор қалақтарында байқауға болады. Сұйықтық ағынының айналмалы бұзылуының құбылысына қарамастан, сұйықтық ағынының бөлінуі жұмыс дөңгелегінің жетек дискісінің жағында жүреді. Сұйықтық ағынының жылдамдығы одан әрі төмендегенде, бұл бөлужетек дискісінің бүйірінен жұмыс дөңгелегінің жетек дискісінің жағына ауысады. Сұйықтық ағынының одан әрі өзгеруімен жұмыс дөңгелегінің кіреберісінде алдын-ала айналу байқауға болады. Қысым өнімділігі қисығының шыңы негізінен сұйықтық ағынының айналмалы бұзылуының басталуымен сәйкес келсе, бұл қисықтардың депрессиясы оның айналуының басталуымен байланысты оңтайлы жұмыс аймағын бағалау, жұмыс дөңгелегінен шығу аймағын ұлғайту, жұмыс дөңгелегінің кіріс жиегін дөңгелектеу.

Тиімділіктің есептік және эксперименттік мәндерінің жақындығы кері гидравликалық машиналардың есептеу әдістемесінің барабарлығын көрсетеді.

Гидротурбина мен генератор арасындағы ұлғайтқыш берілісті қолдану көбінесе сериялық генераторды қолдану үшін қажетті шара болып қана қоймай, сонымен қатар МикроГЭС жабдығының сатып алу құнын төмендету әдісі ретінде де қолданыла алатындығы көрсетілген. Көрсетілген зерттеу нәтижесі шағын ГЭС салудың заманауи тәжірибесімен расталады.

Өз кезегінде, дәл гидродинамикалық берілісті қолдану Тапсырыс берушінің басымдықтарына байланысты бәсекеге қабілетті шешім бола алады (әсіресе 50-ден 250 кВт-қа дейінгі қуат диапазоны үшін).

Шешім нәтижелері момент түрлендіргіштерінің (ГДТ) жұмыс параметрлерін ескере отырып нақтылауға мүмкіндік береді қажетті шығыс сипаттамасына сәйкес айналым шеңберіндегі шығындарды азайту, сондай-ақ жұмыс органдарының әртүрлі өзара орналасуымен қалақ жүйелерінің оңтайлы геометриялық параметрлерін анықтау.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері мынадай интегралдық көрсеткіштермен сипатталады (1.1-кесте) [19].

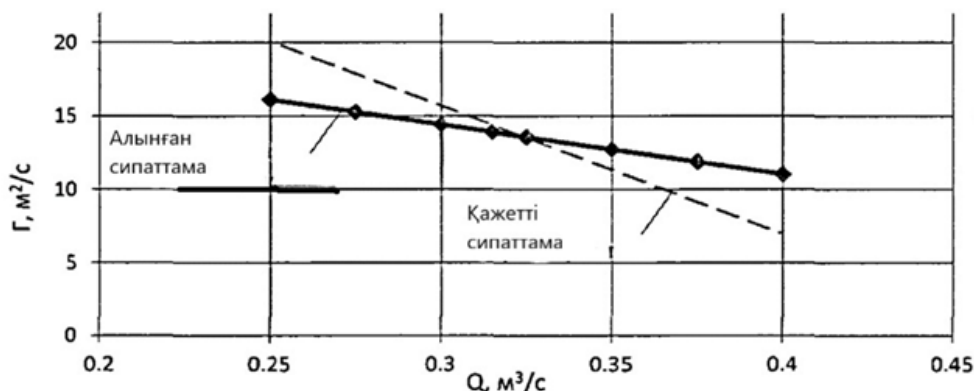
Осылайша, үш өлшемді гидродинамикалық модельдеу әдісін қолдану турбиналық доңғалақтың айналым шеңбері мен қалақ жүйесінің оңтайлы геометриясын таңдауға мүмкіндік берді, сонымен қатар жоғары беріліс тиімділігін қамтамасыз ететін сорап және реактор доңғалақтарының қалақ жүйелерін өзгерту жолдарын анықтады. Осы тәсіл жұмысты біршама ығайлы әрі жеңіл жасайды. Қазіргі таңда осы тәсіл кеңінен Еуропа, Азия елдерінде дамып қолданысқа ие. Озық технологиялардың жаңа буыны деп айтсақта болады.

1.1- кесте—Интегралдық көрсеткіштер зерттеу

Қалақша жүйесі	ТД	СД	РД
Айналым шеңберіндегі ағын, м ³ /с	0,315		
Толық кірісқысымы, кПа	234,5	101,3	242,4
Шығу кезіндегі толық қысым, кПа	99,1	242,4	231,7
Кірістегі абсолютті жылдамдықтың шығыс компоненті, м/с	6,5	6,4	4,2
Шығыстағы абсолютті жылдамдықтың шығыс компоненті, м/с	6,5	4,26	6,3
Кіріс айналымы, м ² /с	4,52	0,11	14,04
Шығу айналымы, м ² /с	0,12	14,09	4,78
Біліктегі қуат, кВт	40,81	47,54	
Момент, Н·м	-259,8	756,6	-500,8
ПЭК, %	84,7	92,7	97,1

Тежеу қасиетін жақсарту үшін әртүрлі нұсқалар қарастырылады. Тапсырманы шешудің қарапайым және тиімді әдістерінің бірі— момент түрлендіргішінің қалақша жүйелерінің де, жетек гидротурбинасының да қысым сипаттамаларының тіктігін арттыру. Айта кету керек, тежеу қасиетін

жақсарту үшін ГДТ сорғы доңғалағының сипаттамасының тіктігін арттырудың сөзсіз артықшылығы-дизайн мен параметрлерде минималды өзгерістер мүмкіндігі (1.8-сурет). Бұл жағдайда қажетті нәтиже дөңгелектің шығуындағы бұрышты азайту және оның шығу диаметрін ұлғайту арқылы қол жеткізіледі. [19]



1.8-сурет—Шығыс айналымының ағынға тәуелділігі

Сорғы дөңгелегінің тік өнімділігі бар күшейткіш айналдыру түрлендіргіштің есептеу нәтижелері төменде келтірілген.

Нәтижелер [19] сорғы дөңгелегінің тік қысым өнімділігі ГДТ күшейтудің әртүрлі жұмыс режимдері үшін шығыс білігінің айналу жиілігінің аз өзгеруін қамтамасыз ететінін көрсетеді. Бұл жағдай тежеу қасиетінің жақсарғанын көрсетеді. Плюс - минус 15 пайыз диапазонында шығыс білігіндегі жүктеме өзгерген кезде айналу жиілігі 8 пайыздан аспайды. Осылайша, жүктеме өзгерген кезде ГДТ тежеу қасиеті қалақша жүйелерінің сипаттамаларында режимдік нүктелердің орын ауыстыруына байланысты. Сонымен, шығыс білігіндегі жүктеменің төмендеуі турбиналық дөңгелектің айналу жиілігінің жоғарылауына және айналым шеңберіндегі ағынды арттыру қажеттілігіне әкеледі. Сорғының сипаттамасындағы үлкен ағын аз қысыммен сәйкес келеді, бұл айналым шеңберіндегі энергия тепе-теңдігін орнатуға әкеледі. Алынған тәуелділіктердің түрі $M=f(i)$ бұрын алынған теориялық өрнектерге сәйкес келеді. ГДТ жоғарылатудың алынған сипаттамаларын талдау көрсеткендей, шығыс білігіндегі жүктеменің айтарлықтай өзгеруі диапазонында айналым шеңберіндегі ағын шамалы өзгереді, ал шығыс білігінің айналу жиілігінің қажетсіз өсуі айналым шеңберіндегі ағынның жоғарылауымен бірге жүреді. Осы мәліметтер негізінде айналып өту арқылы айналым шеңберіндегі ағынның қажетсіз өзгеруін өтеу мүмкіндігі қарастырылды. Алынған кіреберістегі қысым 1,5 - 20,0 м аралығында болған кезде, бұл ұсынылған микроГЭС жұмысының толық технологиялық мүмкіндігіне назар аударуға мүмкіндіктер береді. Бірақ, таңдалған су көздерінің нақты бастапқы параметрлерінде ($H=1,0-3,0$ м және $Q = 0,14-0,24$ м³ / с) сынақтарда тек көрсетілген шектерде жүргізілді, ал қалған модельдеу параметрлерінің тексерусіз қалды. Сондықтан, микроГЭС-тің

тиімділігін толықтай бағалау үшін кеңейтілген модельдеу және қосымша эксперименттік зерттеулер жүргізу қажет. Бұл зерттеулерде су ағынының жылдамдығы, гидравликалық кедергілер, турбинаның жұмыс режимдері және жүйенің жалпы энергетикалық тиімділігі сияқты факторлар ескерілуі тиіс. Сонымен қатар, әртүрлі климаттық және маусымдық жағдайлардағы жұмыс режимдерін сынау арқылы құрылғының сенімділігі мен тұрақтылығы туралы толыққанды қорытынды жасауға болады. Мұндай кешенді тәсіл микроГЭС технологиясының нақты жағдайда қолдануға жарамдылығын арттырып, оны одан әрі жетілдіруге мүмкіндік береді. Бұдан бөлек, су ресурстарын пайдаланудағы экологиялық факторлар да назардан тыс қалмауы тиіс. МикроГЭС-тің кішігірім өлшемі мен жергілікті су көздерін пайдалануы оның қоршаған ортаға әсерін төмендетуге мүмкіндік береді. Дегенмен, құрылғының ұзақ мерзімді жұмысы кезінде су ағынының табиғи режиміне ықпал ету, су фаунасы мен флорасына әсер ету мүмкіндігі бар. Осыған байланысты, жоба жүзеге асырылар алдында экологиялық сараптама жүргізу ұсынылады. Бұл сараптама жергілікті экожүйенің тұрақтылығын сақтау мен су биоресурстарын қорғауға бағытталған алдын алу шараларын анықтауға көмектеседі.

1.2-кесте—Гидроциклонды мысалдағы микроГЭС эксперименттік мысалындағы технологиялық параметрлері

Аудағы кіріс тесігі, F, m^2	Бастапқы кіреберісте рдегі және су төгетін құбырдағы су, $H_{вх}/H_{сл}, m$	Жылдамдық су қосулы кіру, $V_{вх}, m/c$	Шығындар су кіреберіс пен су төгетін құбыр арқылы, $Q_{вх}/Q_{сл}, m^3/c$	Жиілігі і айналу, $\omega, рад/сек$	Айналма сәт, M, H^*	Қуат гидроагрегат, $N_a, кВт$
0,03	1,5/1,34	5,42	0,17/0,14	210	54,1	1,19
0,03	2,0/1,78	6,26	0,19/0,17	243	75,8	1,93
0,03	3,0/2,66	7,67	0,24/0,20	293	110,5	3,39
0,03	4,0/3,55	8,86	0,27/0,23	338	147,0	5,20
0,03	5,0/4,44	9,90	0,3/0,26	378	186,0	7,36
0,03	10/8,81	14,00	0,44/0,37	535	371,0	20,7
0,03	20,0/17,48	19,80	0,62/0,52	756	476,0	37,6

Жоғарыда келтірілген кестеден көріп отырғанымыздай, кіріс - H_v су қысымдарының жоғарылауымен жеткізілетін су шығыны – Q_v артады. Сынақ негізінде максималды шығын $H_v=2,5-3,0m$ қысымымен қамтамасыздандырылады, бұл кездесірмасы толыққималарға ашық болады.

$N_a = 2,5 - 3,4$ кВт шегінде гидроагрегаттардың қол жеткізілетін қуаты таңдалған сынағында объектісінің жағдайы үшін жеткілікті параметр болып табылады, ол өзен арнасының аз өзгеруіне байланысты су ағынының төмен

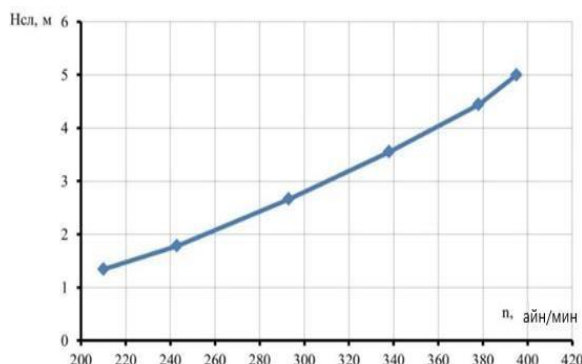
қысымымен ерекшеленеді. Бұл дегеніміз, қарастырылып отырған микроГЭС-тің қосымша мүмкіндіктері бар қуат өнімділігін арттыру оны едәуір көлбеу жерлерде пайдалану кезінде.

Қарастырылып отырған сынақ режимдерінің кезінде гидроэлектростанцияның пайдаланған әсер ету коэффициенті $K_g = 0,65$ - ке тең болады және бұл мәндер 1,5-5,0 м шегінде $H_{вх}$ өзгерген кезде сақталды.

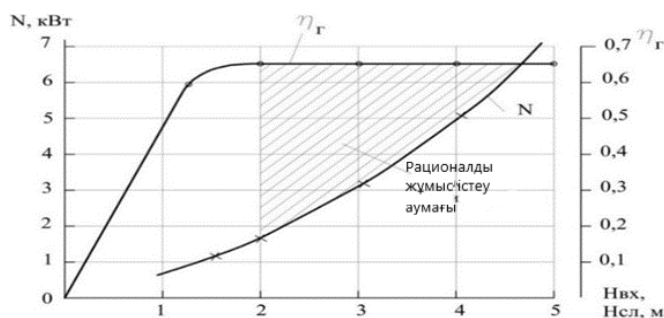
Тәжірибелер барысында белгіленген гидротурбина білігінің айналу жиілігінің ω , айн/мин $N_{сл}$ ағызу кезінде келте құбырларындағы қысымға тәуелділігі, қысымдардың жоғалуын ескере отырып, бойлықорынды дұрыстандауға мүмкіндіктер береді де тиісті қысым-шығыс сипаттамасы барсуағыны (1.9-сурет).

Шағын (микро) ГЭС прототипінің ұтымды жұмыс режимінің жұмыс аймағын орнату үшін тәуелділікті анықтау қажет болды N_a қуаты және кіреберістегі қысымнан пайдалы әсер ету коэффициенті $H, м$.

Осы графикалық тәуелділіктерде 0,63-0,65 және $N = 6,5$ кВт дейінгіде қуаттылықтары тиімділіктің белгіленген максималды мәні гидроциклонға кіретін жерінде $H=2-4,7$ м қысым пайда болған кездерде қамтамасыз етілетінін көрсетеді (1.10-сурет). Сондықтанда, микроГЭС құрылымдарының пайдалы жұмыс режимінде жұмыс параметрлері осы негізгі өзара байланысқанын ескере отырып қол жеткізуге болады деп есептейміз.



1.9-сурет–Гидротурбина білігінің айналу жиілігі (n , айн/мин) ағызу кезіндегі келте құбырындағы ($H_{сл}$) қысымға тәуелділігі графигі



1.10-сурет–микроГЭС жұмыстарының ұтымды режимінің аймағын белгілеулері бойынша тәуелділік графигі

1.4 МикроГЭС-тердің әлемде және Қазақстан Республикасындағы қолданылуы

Әлемдегі су энергетикасының экономикалық әлеуеті 6100 млрд кВт·сағ деп бағаланады, оның ішінде шағын және микроГЭС-тер жалпы ГЭС-тердің экономикалық әлеуетінің шамамен 10%-ын құрайды [4].

Шағын су энергетикасын дамытудың жалпыға танылған көшбасшысы – Қытай. Бұл елде шағын және микроГЭС-терді салу өте белсенді жүргізілуде. 2009 жылдың қаңтар айында «Синьхуа» ақпарат агенттігінің хабарлауынша, Қытайдағы ауылдық ГЭС-тердің жалпы қуаты 50 млн кВт-тан асып, олардың жылдық электр энергиясын өндіруі 150 млрд кВт·сағ-қа жеткен. Осылайша, ауылдық шағын және микроГЭС-тер елдің электрмен жабдықтау жүйесінің маңызды бөлігіне айналды [5].

Үндістанда да шағын және микроГЭС-тер белсенді түрде салынып жатыр. Бүгінгі күні іске қосылған шағын және микроГЭС-тердің орнатылған қуаты 200 МВт-қа жеткен, ал болашақта тағы 4000 осындай ГЭС салу жоспарланған [4].

Польшада шағын өзендердің энергиясын пайдалану бойынша жақсы дәстүрлер қалыптасқан. Екінші дүниежүзілік соғыс басталғанға дейін елде 6800 шағын ГЭС жұмыс істеген. Австрияда, Финляндияда, Норвегияда және Швейцарияда да шағын және микроГЭС-тер кеңінен таралған [13].

Еуропалық Одақ елдерінде шағын су энергетикасын қайта құру және дамыту мәселелерін Еуропалық жаңартылатын энергия көздері жөніндегі комиссия мен Еуропалық шағын су энергетикасы қауымдастығы (ESHA) үйлестіреді. Олар «Жаңартылатын энергия көздері туралы директиваларды» әзірлеп, қабылдады [12].

2000 жылы Еуропа елдерінде 14488 шағын және микроГЭС жұмыс істеді, олардың көпшілігі Германияда (42,8%), Францияда (11,9%), Австрияда (11,7%), Швецияда (11,1%) және Италияда (10,4%) орналасқан. 2000 жылы Еуропадағы шағын және микроГЭС-тердің орташа қуаты шамамен 700 кВт болды, ал жалпы орнатылған қуаты шамамен 10 ГВт-ты құрады. Бұл жалпы су энергетикасы қуатының 9%-ын немесе электр генераторларының жалпы орнатылған қуатының шамамен 2%-ын құрады [5].

Еуропа қазіргі уақытта шағын су энергетикасы саласында көшбасшы және ең озық технологияларға ие. Азия елдері, әсіресе Қытай мен Үндістан, гидроэнергияны пайдалануда біртіндеп көшбасшы бола бастады. Шағын су энергетикасы саласында Австралия мен Жаңа Зеландия да жетістіктерге жетуде. Канаданың гидроэнергияны пайдалану дәстүрі мол, ал қазір бұл ел шалғай аймақтарда дизельдік генераторларды ауыстыру үшін шағын ГЭС-терді дамытып жатыр. Оңтүстік Америка мен Африка нарықтарының да әлеуеті зор.

Ресейде шағын су энергетикасының дамуы айтарлықтай нашар. Елдегі су энергетикасын дамыту тек ірі электр станцияларын салуға бағытталуы көптеген жұмыс істеп тұрған шағын ГЭС-тердің тоқтап, бұзылуына және оларға арналған Жалпы алғанда, Ресейде шағын және микроГЭС-тердің экономикалық әлеуеті 200 млрд кВт·сағ болса да, ол небәрі 1–2% ғана қолданылады [4].

2 Құрылыс жұмыстарын ұйымдастыру және пайдалану

2.1 МикроГЭС-ті шағын өзен бойында тұрғызу технологиясы

МикроГЭС салу жобасы көптеген параметрлерге байланысты-гидротехникалық, табиғи, қолданылатын жабдықтың түрі мен күрделілігіне, электр энергиясын тұтыну жағдайларына және басқа факторларға байланысты.

Әдетте, егер қуаты 10кВт-қа дейінгі микроГЭС орнату жоспарланса және табиғи жағдайлар күрделі гидрокұрылыстар салуды талап етпесе, онда жобалау үшін мамандарды тартудың қажеті жоқ. Мұндай микроэлементтерді шығаратын зауыт көбінесе гидроагрегаттың өзінен басқа жеткізілімге кіреді. Бұл жағдайда кішкене су жинау, оған қысым құбырын қосу немесе қосымша шағын туынды канал мен қысым бассейнін салу жеткілікті.

Егер үлкен қуаттылықтағы микроГЭС салу көзделсе, онда бұл жағдайда микроГЭС жобалау және салу үшін тиісті біліктілігі мен тәжірибесі бар мамандарды (немесе мамандандырылған мердігер ұйымды) шақырған жөн. Мердігердің дұрыстандау үшін оның біліктілік құжаттарымен, бұрын орындалған жұмыстармен (жобаланған немесе салынған микроГЭС) танысу пайдалы болады. Егер мұндай мүмкіндік болса, Сіз бұл нысандарды жеке көре аласыз, олардың иелерімен немесе пайдаланушыларымен сөйлесе аласыз, практикалық мәселелерді немесе құрылыс пен пайдаланудағы қиындықтарды біле аласыз.

Белгіленген қуаты бар, мысалы, 10кВт-танасатын микроГЭС салу кезінде жабдықтың құны мәселесінен басқа, өзінің техникалық және еңбек мүмкіндіктері мен ресурстарын, су жинау құрылысын, туынды каналды, қысым бассейнін, жабдыққа арналған тірек іргетасын салу үшін пайдаланылатын материалдарды нақты бағалау қажет. Бұл құрылымдар, материалдарға қойылатын талаптардан басқа, өлшемдерге, өндіріс пен құрылыс әдісіне өте қатаң талаптарға ие.

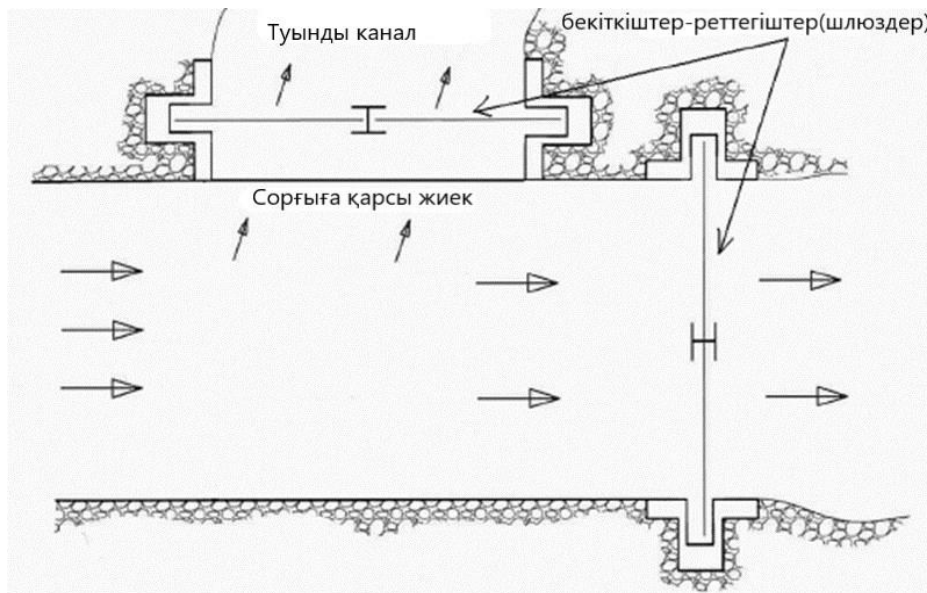
Сондай - ақ құрылыс алаңына-құрылыс материалдарын, техника мен жабдықтарды тасымалдау үшін кірме жолдар мәселесін қарастыру өте маңызды. Тіпті қарапайым техникалық жол салу немесе рельефті тастар мен ағаштардан тазарту, бетін тегістеу шығындарды едәуір арттырып, микроГЭС салуды қиындатады.

Су қабылдаудың мақсаты-өзеннен немесе су қоймасынан суды алып, оны қысым құбырына жеткізу. Негізгі талап-су жинау ағынның кез - келген деңгейінде, ең төменгі (төмен судан) су тасқыны деңгейіне дейін жұмыс істеуі керек, мезгіл-мезгіл қиыршық тасты, тастарды немесе ағын әкелетін басқа қоқыстарды-жапырақтар мен қоқыстардан бастап бүкіл ағаштарға дейін.

Су тартудың дұрыс жобасы бүкіл ГЭС-тің дұрыс жұмыс істеуі үшін шешуші фактор болып табылады және оны пайдалану мен жөндеуге кететін шығындарды азайтудың маңызды шарты болып табылады. Су қабылдағыш келесі параметрлерге сәйкес келуі керек: сутасқыны, сел немесе қоқыстың зақымдануын болдырмау және ұзақ

мерзімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін берік және сенімді болыңыз;

- микроГЭС-тіөзенненқоқыспеншөгінділерденқорғауүшінтүрлі жарақтандырылуы құрылғылармен және механизмдермен тиіс;
- қыстапайдалануүшін шугаменмұзданқорғалғанболуыкерек;
- туындыарнадағысуағынынтезжәнебақыланатынтүрдеөзгертеалады.



2.1 -сурет–Реттегіш-ысырмаларды(шлюздерді)қолданаотырып,су қабылдағыштың конструкциясы

Гидроагрегатқа қажетті су көлемінің берілуін қамтамасыз ету үшін суды тіреу қажет (өзен арнасын (су ағынын) толық немесе ішінара жабу есебінен су деңгейін көтеру). Бөгеттік микроГЭС жағдайында тірек бөгет (бөгеттер) есебінен құрылады, онда арна бөгетпен жабылып, қажетті деңгеймен су қорына қол жеткізіледі.

Туынды микроГЭС жағдайында мұндай тірек туынды каналға кірер алдында өзен арнасындатосқауылқоюарқылы жасалады. Мұндай тірек жасалуы мүмкін:

- реттелетін-реттегіш қақпаларды (шлюздерді) орнату есебінен;
- реттелмейтін-импровизацияланған материалдарды (тастар, бетон конструкциялары және т.б.) пайдалану есебінен.

Орнату талаптары. МикроГЭС жұмысы үшін міндетті шарт-судың басының (деңгейлер айырмашылығының) болуы (2.2-суретті қараңыз).

Қысымды су деңгейінің арасындағы айырмашылықтан алуға болады:

- екі өзен;
- көл және өзен;
- бір өзенде, иілуді түзету есебінен. Бөгет салу кезінде де қысым алуға болады.

2.1- суретте де бөгет-туынды схема бойынша микроГЭС орнату көрсетілген. Өзен бойында үлкен көлбеу және табалдырықтары бар

турбинаға қысым жасау үшін туынды құбыр салынады. Қысымды арттыру үшінш ағынтас- нобай бөгеті төгілді.



2.2 -сурет–Бөгет-туындысы бойынша микроГЭС энергия блогының орнатуы схемасы

Құбыр минималды қысым шығынымен энергия блогына су жеткізуді қамтамасыз етуі керек. Құбырдың ұзындығы жергілікті жағдайлармен анықталады.

Энергия блогының алдында құбырға микроГЭС-тііске қосуды және тоқтату үшін қажетті ысырма орнатылуы тиіс.

2.2 Су ағынының энергетикалық көрсеткіштері және нысанды электрмен қамтамасыз ету сипаттамасы

2.2.1 Нысанның орналасқан жері және қызметі

Аталған нысан Қазақстан Республикасы, Тараз облысы, Өтеген ауылында орналасқан. Теңіз деңгейінен 1200 метр биіктікте, таулы аймақта орналасқан. Орталықтандырылған электр желісінен 33 км қашықтықта орналасқан. Климаты — континенттік: жазы ыстық әрі құрғақ, ал қысы қалыпты салқын. Шілде айының орташа температурасы - 25°C. Күз құрғақ, кенеттен қысқа ауысады. Қар жамылғысы тұрақсыз. Жылына орта есеппен 71 күн қар жатады, қардың орташа биіктігі - 21 см.

Нысан - 30 сиыр және 100 қой ұстайтын қора. Сиырлар күніне екі рет сауылады. Орташа тәуліктік сүт өнімі - 250–300 литр. Сүт тәулігіне бір рет «Ақсүт» АҚ жергілікті зауытының операторына өткізіледі. Қораны жаз мезгілінде осы жерде тұратын төрт адамнан тұратын отбасы басқарады. Қорада тек жазда ғана жұмыс жүргізіледі, өйткені қыста қар қалың болып, жайылым

болмайды. Қыста малды ауылда ұстау тиімдірек. Жалпы нысанның ауданы - 842 м², оның ішінде қора - 800 м², үй - 42 м².

2.2.2 Жүктеме графиктері

Нысандағы электр жүктемесін анықтау үшін орнатылған қуаты бар электр қабылдағыштарының тізімі жасалды. 2.1-кесте.

2.1-кесте – Орнатылған қуаты бар электр қабылдағыштар

Қабылдағыштардың аты	Саны, дана	Қуаты, кВт
Электр шайнегі	1	2,4
Электр пеші	1	2
Телевизор	1	0,8
DVD плеер	1	0,2
Тоңазтқыш	1	0,6
Жарықтандыру шамы	3	0,3
	18	0,15
Сиыр сауатын аппарат	6	0,55
Су жылытқыш	1	2
Кір жуатын машина	1	1,1
Розеткалар	25	0,1

2.2-кестеде тұрмыстық электр жабдықтарының орнатылған қуаты бойынша бастапқы деректер келтірілген. Бұл деректер есепке алу және пайдалануды ескере K_c және K_n отырып көрсетілген. Электр жүктемелерін есептеу микроГЭС (шағын су электр станциясы) қуатын таңдауда қажет. Электр жүктемелерін есептеу микроГЭС (шағын су электр станциясы) қуатын дұрыс таңдауда маңызды рөл атқарады. Себебі, станцияның қуаты тұтынушылардың нақты энергия сұранысын өтеуге жеткілікті болуы тиіс. Сонымен қатар, жүктеме сипаттамаларын талдау арқылы энергиямен жабдықтау жүйесінің тұрақтылығы мен тиімділігі бағаланады. Бұл тәсіл жабдықтарды шамадан тыс жүктемеден немесе жеткіліксіз қуатпен жұмыс істеуден сақтайды. Сондай-ақ, әртүрлі уақыт аралықтарындағы (күндізгі, кешкі, маусымдық) жүктемелердің өзгеруін ескеру арқылы жүйенің икемділігі мен сенімділігі арттырылады. Мұндай кешенді талдау микроГЭС қуатының нақты қажеттіліктерге сәйкес болуын қамтамасыз етіп, артық шығындардың алдын алуға септігін тигізеді.

2.3 - кесте –Есептемелік қуат

Электр энергеиясын тұтынатын топ немесе әрбір электр қондырғы	Орнатылған қуат, кВт	Есептеме коэффициенті			Есептемелік қуат	
		Кс сұраныс	Қолдану Кқ	Қуат және $\cos\varphi$	P, кВт	S,кВА
Электр шайнегі	2,4	0,8	1	1	1,92	1,92

Электр пеші	2	0,8	1	1	1,6	1,6
Телевизор	0,8	0,5	1	0,8	0,4	0,5
DVD плеер	0,02	0,5	1	0,8	0,01	0,0125
Тоңазтқыш	0,6	1	0,5	0,95	0,3	0,315789
Жарықтандыру шамы	0,9	0,8	0,6	1	0,432	0,432
	2,7	0,8	0,6	1	1,296	1,296
Сиыр сауатын аппарат	3,3	0,75	0,7	0,8	1,7325	2,165
Су жылытқыш	2	0,6	0,8	1	0,96	0,96
Кір жуатын машина	1,1	1	0,8	0,8	0,88	1,1
Розеткалар	2.5		0,7	0,9	1.75	1.944
Барлығы	18.5				11.37	12.35

Электр қабылдағыштардың әрбір тобының есептік белсенді қуаты (кВт) формула бойынша анықталады

$$P_p = \sum P_y K_c K_n$$

мұндағы: K_c – сұраныс коэффициенті[15]; K_n –қолдану коэффициенті [15]
 P_y – орнатылған қуат.

Электр қабылдағыштардың толық қуаты,кВА:

$$S = \frac{P_p}{\cos \varphi} \quad (2.2)$$

мұндағы: $\cos\varphi$ – қуат коэффициенті[15] P_p – белсенді есептемелік қуат.

Әрі қарай, біз объектіміз үшін белсенді және толық жүктемелердің күнделікті графиктерін құрамыз (кесте 2.3; 2.4; 2.5). Өндірістік ауыл шаруашылығы тұтынушылары үшін пайыздық қатынаста белсенді және толық жүктемелердің тәуліктік кестелері. Ол үшін көзден алынған өндірістік ауылшаруашылық тұтынушылары үшін әдеттегі күнделікті кесте қолданылды [8].

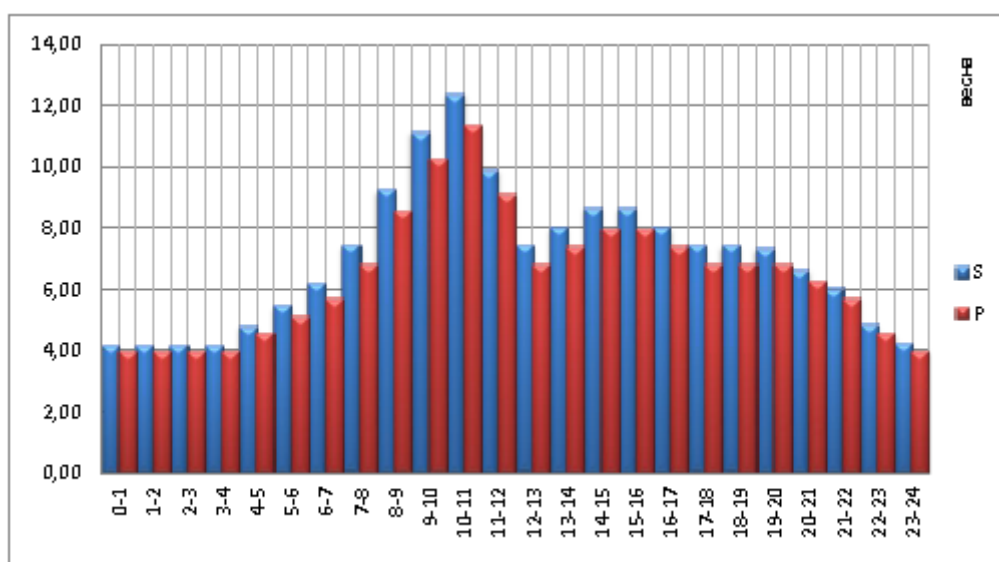
$$tg\varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos\varphi^2}}{\cos\varphi^2} \quad (2.4)$$

$$Q_{pac} = P_{pac} \cdot tg\varphi \text{ ВАр} \quad (2.3)$$

$$S_{pac} = \sqrt{P_{pac}^2 + Q_{pac}^2} \text{ ВА} \quad (2.5)$$

2.3-кесте – Көктемгі айының жүктемесінің салыстырмалы пайызы

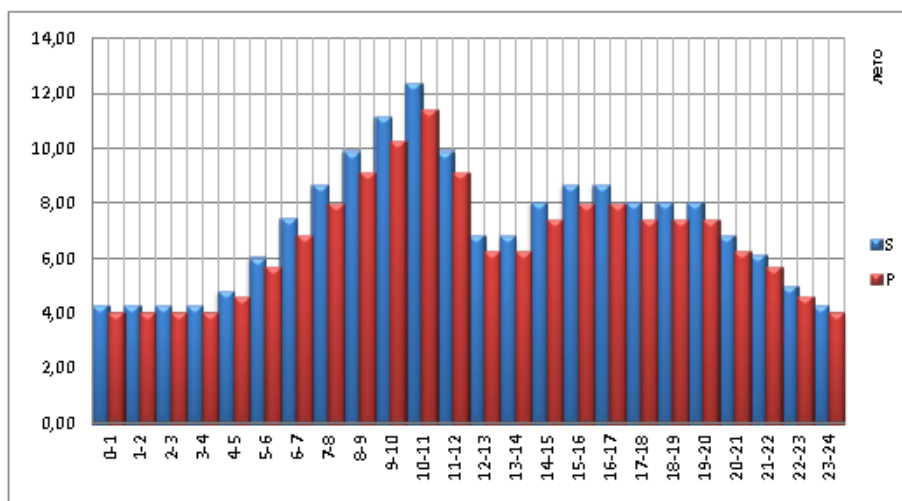
Көктем	P%	Q%	S _{pac}	Q _{pac}	P _{pac}
0-1	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
1-2	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
2-3	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
3-4	35,00	25,00	4,16	5,31	3,98
4-5	40,00	30,00	4,77	6,18	4,55
5-6	45,00	40,00	5,47	7,44	5,12
6-7	50,00	50,00	6,18	8,73	5,69
7-8	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
8-9	75,00	75,00	9,27	13,10	8,53
9-10	90,00	90,00	11,12	15,72	10,23
10-11	100,00	100,00	12,36	17,47	11,37
11-12	80,00	80,00	9,89	13,97	9,10
12-13	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
13-14	65,00	65,00	8,03	11,35	7,39
14-15	70,00	70,00	8,65	12,23	7,96
15-16	70,00	70,00	8,65	12,23	7,96
16-17	65,00	65,00	8,03	11,35	7,39
17-18	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
18-19	60,00	60,00	7,41	10,48	6,82
19-20	60,00	55,00	7,32	10,05	6,82
20-21	55,00	45,00	6,62	8,78	6,25
21-22	50,00	40,00	6,01	7,91	5,69
22-23	40,00	35,00	4,85	6,56	4,55
23-24	35,00	30,00	4,24	8,33	3,98



2.3- сурет Көктемдегі жүктеменің күндік графигі

2.4 – кесте - Жаз айының жүктемесінің салыстырмалы пайызы

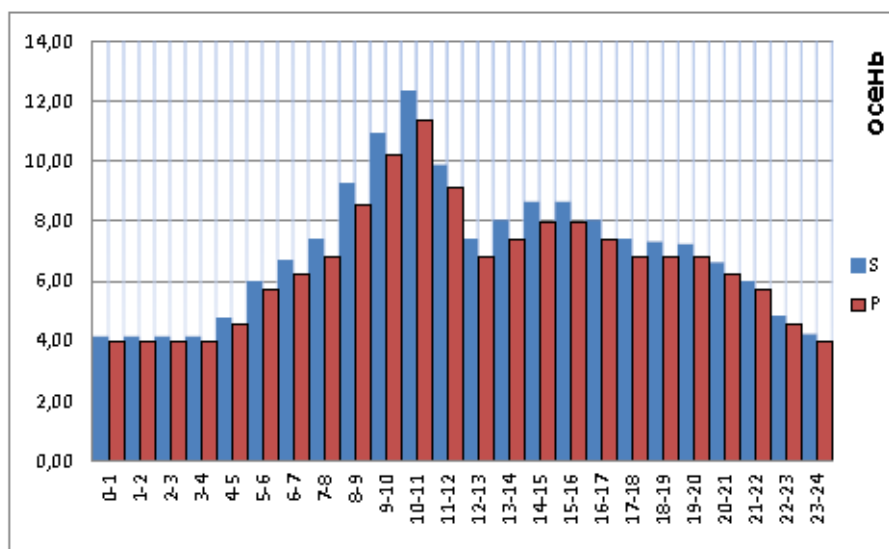
Жаз	P%	Q%	Spac	Qpac	Ppac
0-1	35	30,00	4,24	1,45	3,98
1-2	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98
2-3	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98
3-4	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98
4-5	40,00	30,00	4,77	1,45	4,55
5-6	50,00	40,00	6,01	1,94	5,69
6-7	60,00	60,00	7,41	2,9	6,82
7-8	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
8-9	80,00	80,00	9,89	3,87	9,10
9-10	90,00	90,00	11,12	4,36	10,23
10-11	100,00	100,00	12,36	4,84	11,37
11-12	80,00	80,00	9,89	3,87	9,10
12-13	55,00	55,00	6,8	2,66	6,25
13-14	55,00	55,00	6,8	2,66	6,25
14-15	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
15-16	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
16-17	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
17-18	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
18-19	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
19-20	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
20-21	55,00	55,00	6,8	2,66	6,25
21-22	50,00	45,00	6,09	2,18	5,69
22-23	40,00	40,00	4,94	1,94	4,55
23-24	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98



2.4 - сурет Жаздағы жүктеменің күндік графигі

2.5 – кесте - Күз айының жүктемесінің салыстырмалы пайызы

Күз	P%	Q%	Spac	Qpac	Ppac
0-1	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
1-2	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
2-3	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
3-4	35,00	25,00	4,16	1,21	3,98
4-5	40,00	30,00	4,77	1,45	4,55
5-6	50,00	40,00	6,01	1,94	5,69
6-7	55,00	50,00	6,71	2,42	6,25
7-8	60,00	60,00	7,41	2,90	6,82
8-9	75,00	75,00	9,27	3,63	8,53
9-10	90,00	80,00	10,94	3,87	10,23
10-11	100,00	100,00	12,36	4,84	11,37
11-12	80,00	80,00	9,89	3,87	9,10
12-13	60,00	60,00	7,41	2,9	6,82
13-14	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
14-15	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
15-16	70,00	70,00	8,65	3,39	7,96
16-17	65,00	65,00	8,03	3,15	7,39
17-18	60,00	60,00	7,41	2,9	6,82
18-19	60,00	55,00	7,32	2,66	6,82
19-20	60,00	50,00	7,24	2,42	6,82
20-21	55,00	45,00	6,62	2,18	6,25
21-22	50,00	40,00	6,01	1,94	5,69
22-23	40,00	35,00	4,85	1,69	4,55
23-24	35,00	30,00	4,24	1,45	3,98



2.5 - сурет Күздегі жүктеменің күндік графигі

W жыл ішінде электр энергиясының жалпы қажетті мөлшері:

$$W_{\text{год}} = \sum P_{\text{рас}} \cdot D \text{ кВт/ч} \quad (2.6)$$

мұндағы: D – күндер саны

$$W_{\text{год}} = 471.86 \cdot 275 = 129760,13 \text{ кВт/ч}$$

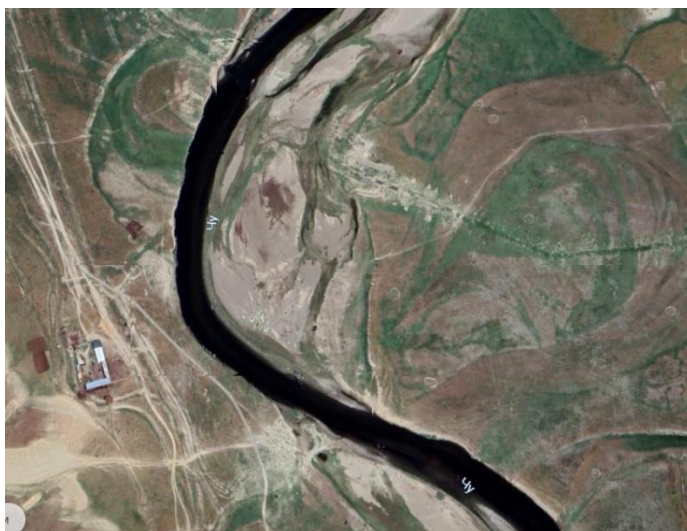
Тәулік бойынша максималды белсенді қуат
 $P_{\text{max}} = 11,37 \text{ кВт}$, минималды $P_{\text{min}} = 3,98 \text{ кВт}$

2.2.3 Су ағынының гидротехникалық әлеуеті және микроГЭС салу схемасы

Зерттеу объектісінің жанында "Шу" деп аталатын өзен ағып жатыр. Өзен өз бастауын Қырғыз жотасының солтүстік беткейінен алады, негізінен мұздықарлы және жаңбырлы, бұлақ қоректенуі маусым-тамыз айларында болады. Су ағыны орташа есеппен 1700 л/с құрайды. ағыс жылдамдығы 2,5 м/с. су тасқыны кезінде көлем 2000 л/с дейін, ал су аз болған кезде көлем 1500 л/с дейін қысқарады. өзеннің жалпы ұзындығы 70 км.

Өзен ағынының едәуір бөлігі ауылшаруашылық жерлерін суару үшін қолданылады.

Бұл аймақтың биіктігінің айырмашылығы Google Earth бағдарламасының көмегімен анықталады 2.5-сурет.



2.5-сурет - Су ағынының өтетін жеріндегі жер бедері

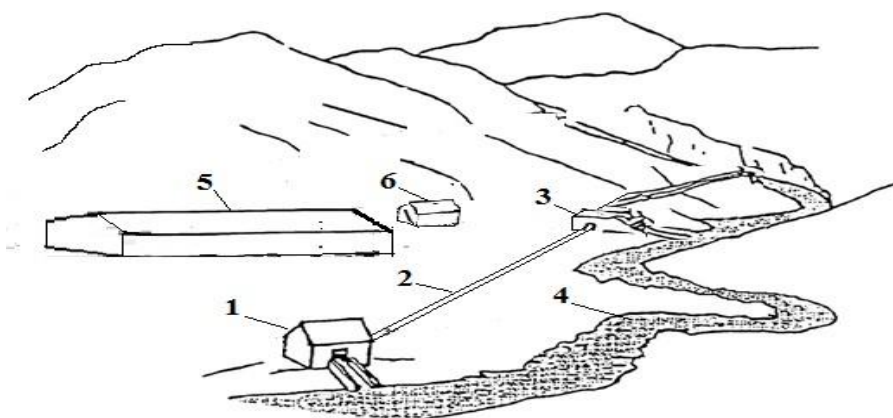
Google Earth қосымшалары 120 м қашықтықта 8 м айырмашылықты, ал 108 м қашықтықта 7 м айырмашылықты алуға болатындығын көрсетті.

L учаскесінің ұзындығындағы h деңгейлері мен Q өзеніндегі су ағынының айырмашылығы кезінде су ағынының қуаты келесі формуламен анықталады[6]:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,7 \cdot 8 = 133,4 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

мұндағы: $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; h = деңгейлер айырымы, м; Q = су шығыны, $\text{м}^3/\text{с}$. Су ағынының қуаты 133,4 кВт құрайды.

Қарастырылған жер жағдайлары, биіктіктің өзгеруі микрогэс-тің туынды 2.6-суретте электрлендіру объектісі және туынды схеманың орналасуы көрсетілген.



1-ГЭС ғимараты; 2-құбыр; 3-қысым бассейні; 4-өзен; 5-кошара; 6-үй

2.6-сурет-туынды схеманың орналасуы

3 МикроГЭС және электрмен жабдықтау жүйелерінің есептеулері

3.1 Жабдықты таңдау

Жабдықты таңдаудың маңызды факторлары сенімділік, пайдалану шарттары, сондай-ақ құны мен қол жетімділігі болды (яғни жеткізудің ең аз құны). Осы факторлардың барлығына компанияның жабдықтары сәйкес келеді ИНСЕТ[3].

Қуаты 15 кВт микрогидроэлектрстанциясы (МикроГЭС15Пр) жалпы мәліметтер.

Пайдалану шарттары:

Жабдықтың су шығыны өзеннің ең төменгі ағынынан аспайды. Максималды электр жүктемесі жабдықтың номиналды қуатынан аспайды ауа температурасы, °C энергия блогы орналасқан жерде -10-дан +40-қа дейін; электр шкафтары орналасқан жерде 0-ден +40-қа дейін; электр шкафтары орналасқан жердегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы $t = + 250$ C кезінде 98% аспайды.

МикроГЭС-ті пайдаланудың кепілдік мерзімі ол басталған күннен бастап 1 жыл, бірақ фирма мамандарының қатысуымен шеф-монтаждау және іске қосу-реттеу жұмыстарын жүргізу және тасымалдау,.

3.1-кесте-жеткізілім жиынтығы[3]

Атауы	Массасы, кг
Энергоблогы	180
ББН15 балласты жүктеменің болғы	70
УАР15М/400 автоматты реттегіш құрылғы	70
Су жинайтын құрылғы	35

МикроГЭС техникалық деректері 3.2-кестеде келтірілген

3.2-кесте -МикроГЭС техникалық деректері [3]

Параметрлері	МикроГЭС 15 Пр	
Напор (нетто), м	1,75-3,5	3,5-7
Су шығыны, м ³ /с	0,1-0,2	0,15-0,3
Шығатын қуат, кВт	до 5,0	до 15
Айналу жиілігі, об/мин	1000	1500
Кернеу, В	400(+25-50)	
Ток жиілігі, Гц	50±2	

Тұтынушының желісіне және жүктемесіне қойылатын талаптар (жүктеме микроГЭС-те нақты алынатын пайызбен берілген):

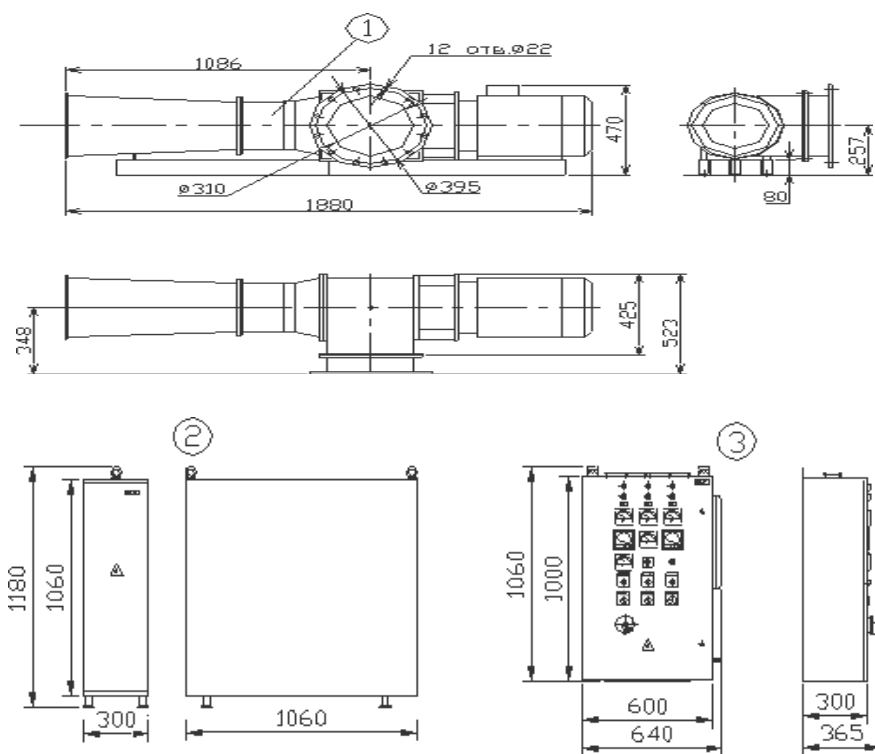
- тұтынушы желісінің сипаттамасы Жергілікті, төрт сымды, 3 фазалы;
- қозғалыс жүктемесі шектеулі;
- әр қозғалтқыштың қуаты, 10% - нан аспайды;
- қосымша компенсаторлық конденсаторларды орнату кезіндегі қозғалтқыштардың жиынтық қуаты, 30%-дан аспайды.

Энергия блогы электр энергиясын өндіруге арналған және гидравликалық турбинадан және генератор ретінде қолданылатын асинхронды қозғалтқыштан тұрады.

Балласты жүктеме блогы МикроГЭС-тің артық белсенді қуатын сіңіруге арналған. ББН-бұл термоэлектрлік жылытқыштар орналасқан шкаф.

Автоматты реттеу құрылғысы энергия блогын басқаруға және қорғауға арналған. Ол асинхронды генератордың қозуын және ол шығаратын кернеу мен жиілікті автоматты түрде реттеуді қамтамасыз етеді. УАР шамадан тыс жүктемеден, кернеуден және қысқа тұйықталудан қорғауды қамтамасыз етеді.

Су жинау құрылғысы торлы қорап түрінде жасалған, оның ішінде бекіту органы бар су алу құбыры орналасқан. Су жинау құрылғысы энергия блогына қалқымалы қоқыстардың түсуіне жол бермеуге арналған. Габариттік, орнату және қосу өлшемдері 3.1-суретте көрсетілген.



Микро ГЭС 15Пр.

1-энергия блогы, 2-ББН балласт жүктемесі блогы, 3-УАР автоматты реттеу құрылғысы

3.1-сурет габариттік, орнату және қосу өлшемдері[3]

Құбыр минималды қысым шығынымен энергия блогына су жеткізуді қамтамасыз етуі керек. Жергілікті жағдайлар көрсеткендей, максималды қуат алу үшін 7 м айырмашылыққа жету үшін бізге ұзындығы 108 м құбыр жүргізу қажет болады.

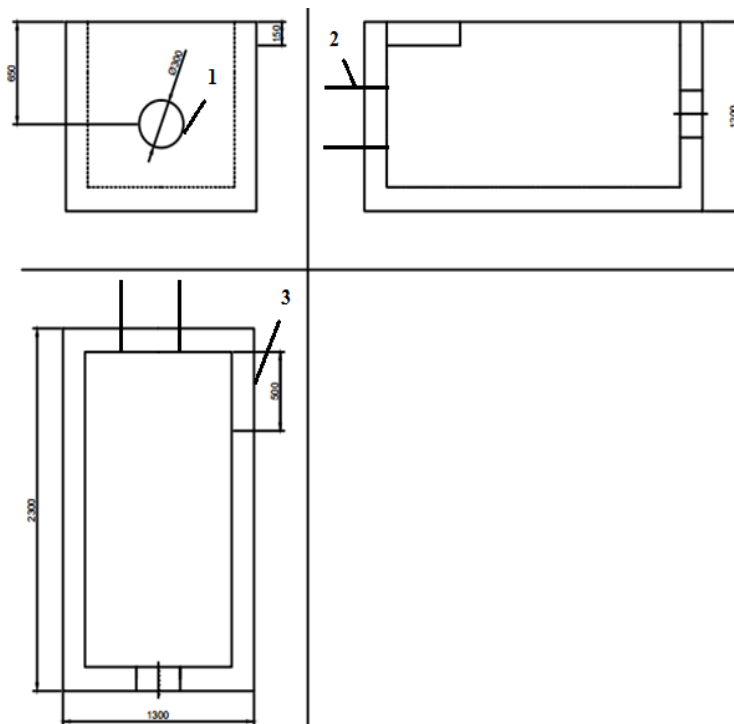
МикроГЭС орнату үшін қосымша құрылыстары таңдалған.:

3.3-кесте - микроГЭС орнатуға арналған қосымша құрылыстар

Атуы	Қолдануы	Саны	Басқасы
Кабель	Электр энергияны тұтынушыға беру үшін	170м	ВВГнг 4х16
Құбыр	Суды беру үшін	108м	болаттан d=325/5
Қақпа	Суды тоқтату және жіберу үшін	2шт.	металлды
Адаптер		1шт	300×325
Бетон	Су алу үшін (құдық) және дайындық алаңы үшін	5м ³	M100
Арматуралық сетка		12м ²	d=20мм
Пішін		6м	
Бұрыштық	Қорғау үшін тұнба, жел және шаң	12м	
Металлды профиль		22м ²	
Қоршау	жабдықты бөгде адамдар мен жануарлардан қорғау үшін	20м	Тізбекті тор
Үшін тіректер қоршаулар		8шт	металлды

3.2 МикроГЭС орнату бойынша құрылыс-монтаждау жұмыстары

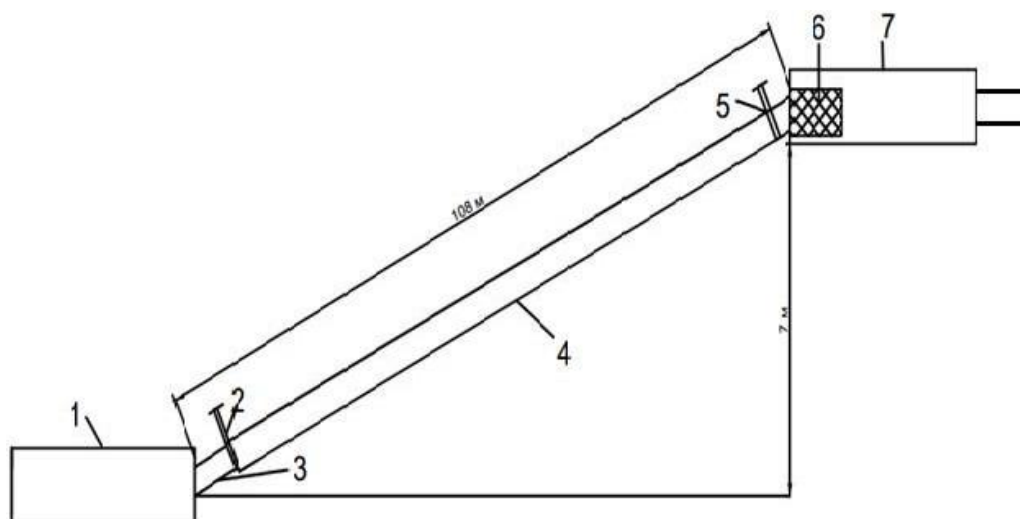
Судың тұрақты ағынын қамтамасыз ету үшін біз бетоннан жоғарғы деңгейде шағын қысым бассейнін саламыз (3.2-сурет). Біз M100 маркалы су өткізбейтін бетонды таңдаймыз. Қоспаның тығыздығы 1900 кг/м³ құрайды. Қалыптың көмегімен біз ұзындығы 2м, ені 1м, биіктігі 1,2 м және қабырғалардың қалыңдығы 0,15 м болатын су қабылдағышты саламыз. 9,6 м² арматуралық торды және 1,4 м³ бетонды тұтыну =2660кг.



1-құбырдың басталуы; 2-су беру; 3-суды бұруға арналған арна

3.2-сурет-қысым бассейнінің жоспары

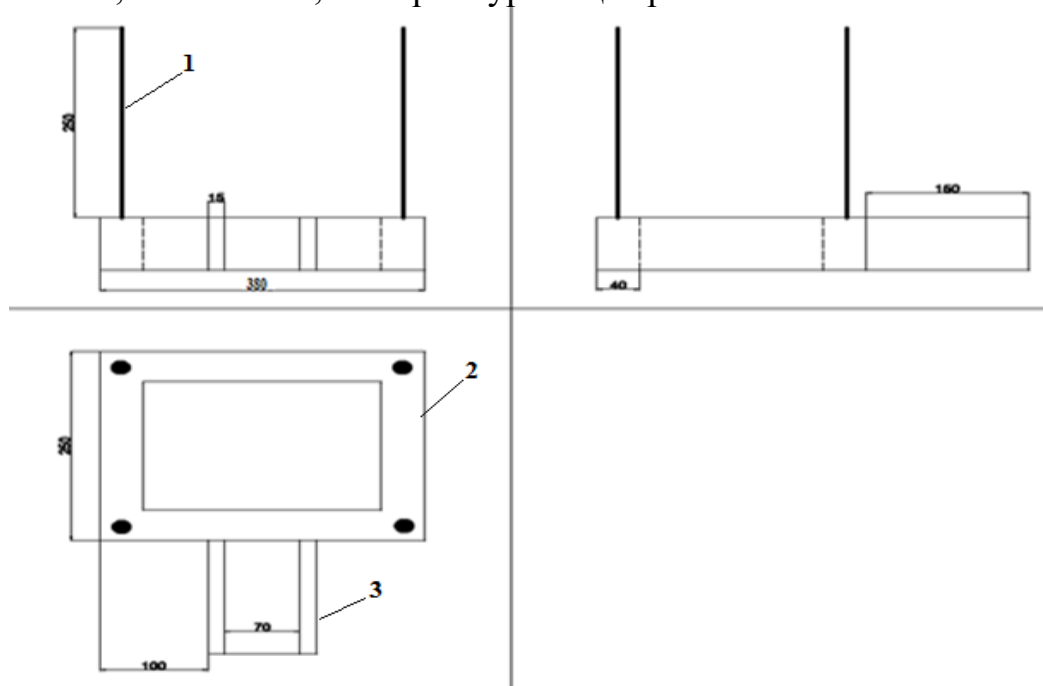
Құбыр қысым бассейнінен энергия блогына дейін жүргізіледі (3.3-сурет). Олардың арасындағы қашықтық 108 м. құбырдың қажетті диаметрі 300 мм. біз 325 мм болаттан жасалған номиналды құбырды аламыз және құбырдың соңында 325×300 адаптерді орнатамыз. Бір құбырдың ұзындығы 6 м. 108 м қашықтыққа созу үшін 18 дана қажет болады. құбырларды қосу газбен дәнекерлеу әдісімен жүзеге асырылады, біз құбырды жер астына траншея жолымен саламыз. Құбырдың басында және соңында суды тоқтату және іске қосу үшін вентильдер орнатылады.



1-энергия блогы; 2,5-клапан; 3-адаптер; 4-құбыр; 6-қорғаныс торы; 7 - қысым бассейні

3.3-сурет-құбыр жоспары

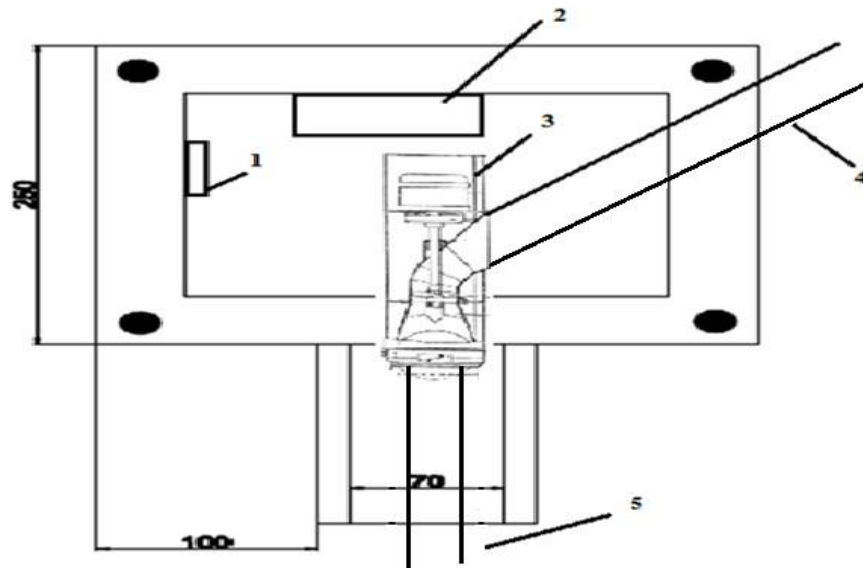
Энергия блогын орнату үшін 3.4-суретте көрсетілген алаң салынууда. (Ол үшін бетон, арматуралық торлар сияқты материалдар қолданылады. Бетон маркалы М100 көлемі $3,5\text{ м}^3$ және $10,5\text{ м}^2$ арматуралық тор.



1-шатырға арналған тіректер; 2-Іргетас; 3-суды бұруға арналған арна

3.4-сурет-дайындық алаңының жоспары

3.5-суретте шатырдың ішіндегі орналасу жоспары көрсетілген.



1-УАР; 2-ББН; 3-энергия блогы; 4-суды бұруға арналған арна; 5-құбыр

3.5-сурет-орналасу жоспары

Жабдықты бөгде адамдар мен жануарлардан қорғау үшін қоршау созайық. Ол үшін 8 дана қажет болады. биіктігі 2 м металл тіректер және ұзындығы 20 м тізбекті тор.жауын-шашыннан, желден және шаңнан қорғау үшін біз металл плиткалар мен металл бұрыштардан шатыр саламыз.

Электр блогынан объектіге дейін электр энергиясын беру үшін кабельді таңдаңыз.

Кабельдің көзден объектіге дейінгі қимасын таңдау

$$F_{ЭК} = \frac{I_p}{J_{ЭК}} \text{ мм}^2$$

$$F_{ЭК} = \frac{18,8}{1,6} = 11,75 \text{ мм}^2$$

мұндағы: $J_{ЭК}$ -алюминий сымдары үшін шекті экономикалық тығыздық 1,6 А/мм² қабылдаймыз, өйткені максималды жүктемені пайдалану ұзақтығы жылына 3000 сағаттан аспайды [9].

Есептемелік токты анықтаймыз:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} + U_n \cos \varphi} = \frac{11,37}{1,73 + 0,38 + 0,92} = 18,8 \text{ A}$$

мұндағы: P_p —объектінің есептік белсенді қуаты,кВт; U_n —кернеу,В; $\cos \varphi$ — қуат коэффициенті;

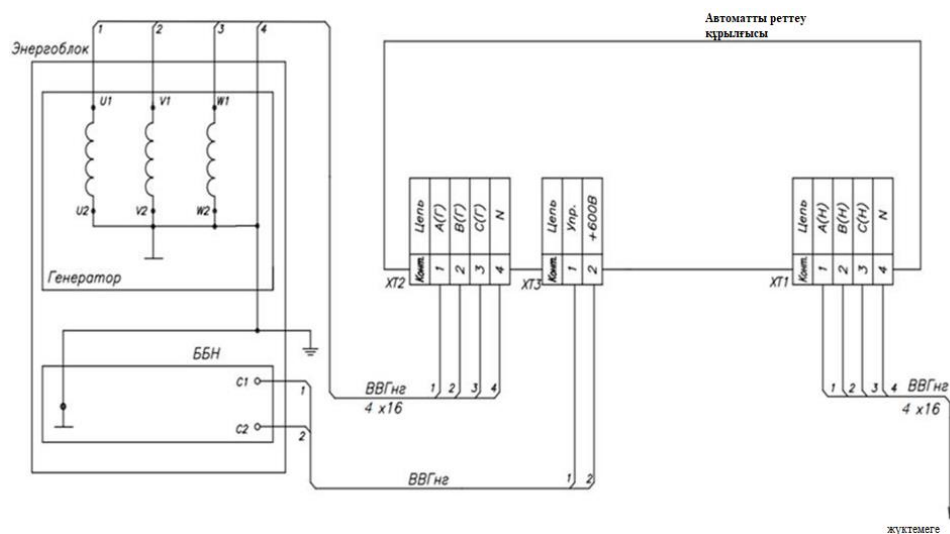
$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S} = \frac{11,37}{12,35} = 0,92$$

мұндағы: P_p —объектінің есептік белсенді қуаты кВт;

S —толық қуат кВт·А;

Кабель маркасын таңдаймыз ВВГнг4х16 ұзындығы 170м. [10]

3.7-суретте микроГЭС жиынтығының электр схемасы көрсетілген.



3.7 – сурет-микроГЭС электр схемасы [3]

Нысан екі ғимараттан тұрады: кошара және үй. Қошары ауданы 800 м², ал үйдің ауданы 42 м². Кошарда екі бөлім бар, біз 1 тарату қалқанын қоямыз. Әр бөлімде 8 аралықтан және әр аралықта жарықтандыру үшін бір шам қажет. Кошарда барлығы 16 Розетка орнатылған. Сыртта сыртқы жарықтандыруға арналған үш шам бар. Жақын үйде екі бөлме бар. Үйге бір тарату қалқаны орнатылған. Ішінде 9 Розетка, 2 жарықтандыру шамы және сыртында 1 шам бар.

Жақын орналасқан тұрғын үй екі бөлмеден тұрады және оның ішінде бір тарату қалқаны орнатылған. Үйде 9 розетка қарастырылған, бұл тұрмыстық техника мен басқа да электр құрылғыларын қосуға жеткілікті. Ішкі жарықтандыру үшін екі шам, ал сыртқы кіреберісті жарықтандыру үшін бір сыртқы шам орнатылады. Электр желілері мен жарықтандыру жүйелері қауіпсіздік нормаларына сай жүргізіліп, әрбір тұтынушы тобы үшін жеке автоматты ажыратқыштармен қорғалады.

Сымдар мен ажыратқыштарды таңдау үшін біз орнатылған қуаттар мен есептелген токтарды есептейміз кошарлар сонымен қатар үй үшін, 3.4 кесте.

3.4-кесте -. Қосараға кіре берістегі қуаттар

Электр тұтынушылар топтарының немесе жекелеген электр қабылдағыштардың атауы	Белгіленген (номиналды) қуат, кВт	Есептемелік коэффициенті			Еспетемелік қуат	
		сұраныс K_c	қолдану $K_{и}$	Қуат $\cos\phi$	P, кВт	S, кВА
Жарықтандыру, қыздыру шамы	3*0,3=0,9	0,8	0,6	1	0,432	0,432
	15*0,15=2,25	0,8	0,6	1	1,08	1,08
Сауу аппараты	6*0,55=3,3	0,75	0,7	0,8	1,7325	2,165
Розеткалар	16*0,1=1,6		0,7	0,9	1.12	1.24
Барлығы	8,5				4,364	4,921

3.5-кесте-үйге кірудегі қуат

Электр тұтынушылар топтарының немесе жекелеген электр қабылдағыштардың атауы	Белгіленген (номиналды) қуат, кВт	Есептемелік коэффициенті			Еспетемелік қуат	
		сұраныс K_c	қолдану $K_{и}$	сұраныс K_c	қолдану $K_{и}$	сұраныс K_c
Электр шайнигі	2,4	0,8	1	1	1,92	1,92
Электр пеші	2	0,8	1	1	1,6	1,6
Телевизор	0,8	0,5	1	0,8	0,4	0,5
DVDплеер	0,02	0,5	1	0,8	0,1	0,125
Тоңазтқыш	0,6	1	0,5	0,95	0,3	0,315789
Жарықтандыру, қыздыру шамы	2,7	0,8	0,6	1	0,216	0,216
Су жылытқыш	2	0,6	0,8	1	0,96	0,96
Кір жуатын машина	1,1	1	0,8	0,8	0,88	1,1
Розеткалар	2.5		0,7	0,9	0,63	0,7
Барлығы	18.5				7,006	7,44

Объект үшін автоматты ажыратқышты және ішкі электрмен жабдықтау сымдарын таңдау есептеулері:

Объектіге енгізудегі қуат коэффициенті:

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_p}{\sum S} = \frac{11,37}{12,35} = 0,92$$

мұндағы: P_p —объектіге енгізудегі есептік белсенді қуат 11,37кВт.
Объектіге енгізудегі токтарды есептеу

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} + U_n \cos \varphi} = \frac{11,37}{1,73 + 0,38 + 0,92} = 18,8\text{A}$$

$$I_{\text{авар}} = 1,5 * I_p = 1,5 * 18,8 = 28,2\text{A}$$

Номиналды тогы 20 А болатын ВА5735-Х4 типті Ажыратқышты таңдаймыз.

Қошараға енгізудегі қуат коэффициенті:

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_p}{\sum S} = \frac{4,364}{4,921} = 0,88$$

Кошардың кірісіндегі токты еспетейміз:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} + U_n \cos \varphi} = \frac{4,364}{1,73 + 0,38 + 0,88} = 7,5\text{A}$$

$$I_{\text{авар}} = 1,5 * I_p = 1,5 * 7,5 = 11,25\text{A}$$

ВА5735-Х4 типті ажыратқышты номиналды токпен 16А [16] таңдаймыз.
Үйдің кірісіндегі қуат коэффициенті:

$$\cos \varphi = \frac{\sum P_p}{\sum S} = \frac{7,006}{7,44} = 0,94$$

Үйдің кірісіндегі токтың мәні:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} + U_n \cos \varphi} = \frac{7,006}{1,73 + 0,38 + 0,94} = 11,3\text{A}$$

$$I_{\text{авар}}=1,5 \cdot I_p=1,5 \cdot 11,3=16,95 \text{ А}$$

ВА5735-Х4 типті Ажыратқышты номиналды токпен 16А [16] таңдаймыз. Біз белсенді және реактивті энергияны өлшеу үшін объектіге НЕВА 301S0 маркалы электр есептегішін орнатамыз[13]. В қосымшасындағы есептегіштің сипаттамалары

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_p}{J_{\text{ЭК}}} \text{ мм}^2 (2.8)$$

Сымдардың көлденең қимасын таңдау токтың экономикалық тығыздығына сәйкес жүзеге асырылады. Экономикалық тұрғыдан орынды қиманы өрнектен анықтаймыз:

мұндағы: I_p — есептелген ток; $J_{\text{ЭК}}$ -алюминий сымдары үшін шекті экономикалық тығыздық біз 1,6 А/мм² қабылдаймыз, өйткені максималды жүктемені пайдалану ұзақтығы жылына 3000 сағаттан аспайды [9].

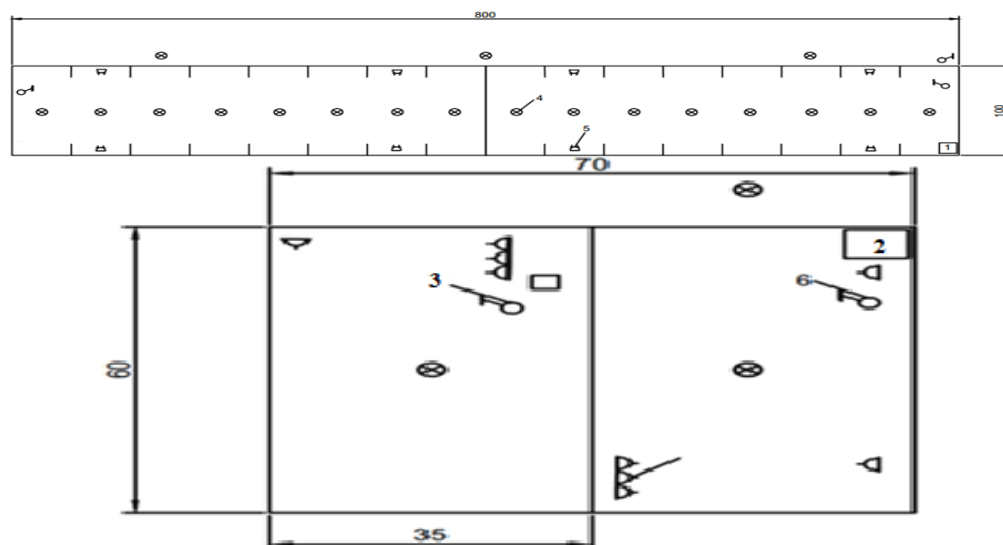
Ішкі электрмен жабдықтау үшін сымдардың көлденең қимасын таңдау:

Біз ұзындығы 80 м үйге арналған ПВВ 3х6 маркалы сымды таңдаймыз, ұзындығы 320 м 3х6 ПВВ кошары үшін. [10]. 3.6-кестеде ішкі электрмен жабдықтауға қажетті тандалған құрылғылар келтірілген.

3.6-кесте-Ішкі электрмен жабдықтауға арналған құрылғылар.

Атауы	Типі, маркасы	Саны, ұзындығ	Басқасы
Автоматты ажыратқыштар	ВА57-35-Х4	1шт.	$I_{\text{НОМ}}=20\text{А}$
	ВА57-35-Х4	3шт.	$I_{\text{НОМ}}=16\text{А}$
Есептегіш	НЕВА301S0	1шт.	5–100А
Сымдар	ППВ3х6	400м	
Розеткалар		25шт.	
Қыздыру шамдары		19шт.	150Вт.
		3шт.	300Вт.
Выключатели освещения		2шт.	Екі клавишасы
		4шт.	Бір клавишасы

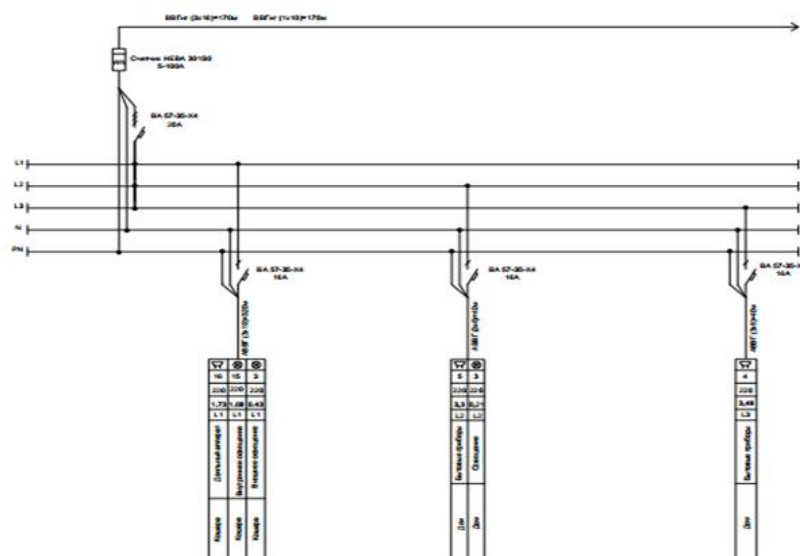
3.8-суретте кошара мен үй құрылғыларын тарату жоспары көрсетілген.



1-тарату қалқаны(ішінде екі қосқыш және электр есептегіш); 2 - кіріс қалқаны (ішінде екі қосқыш); 4-қыздыру шамы; 5-Розетка; 6,3-бір және екі кілтті қосқыш

3.8 – сурет-кошара және үй құрылғыларын тарату жоспары

Электр тізбегін әзірлеу кезінде оның сенімділігі бірінші кезектегі мәселе болды. 3.9-суретте ішкі электрмен жабдықтаудың электр схемасы көрсетілген.



3.9-сурет-Ішкі электрмен жабдықтаудың электр схемасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Бірінші бөлімде микроГЭС-тердің қолданылуы, сипаттамалары, түрлері және әлем бойынша таралуы қарастырылды.

Екінші бөлімде электрлендіру объектісі қарастырылды, электр жүктемелерінің графиктері салынды. Қажетті максималды қуат-11,37 кВт. Объектінің тұтынылатын қуатын жабу мүмкіндігі учаскенің гидроэнергетикалық әлеуетін есептеу арқылы анықталады, бұл осы жерде қуаттылығы 100 кВт және одан жоғары микроГЭС салуға болатындығын көрсетті. Жер бедерін зерттеу бұл учаскенің микрогэс туынды түрін салу үшін қолайлы екенін көрсетті.

Үшінші бөлімде ИНСЭТ компаниясының жиынтығы таңдалды, өйткені басқа компаниялардың жиынтықтарын жеткізу қымбатқа түседі. Объектінің жанында филиалдардың болмауына байланысты. Сондай-ақ, туынды схема бойынша микроГЭС салу үшін қосымша құрылыстар таңдалды. Әрі қарай микроГЭС орнату бойынша құрылыс-монтаж жұмыстары анықталды. Осыдан кейін электрмен жабдықтау жүйесінің электр схемасы салынды. Электр схемасы бойынша сымдар мен коммутациялық жабдықтардың қималары таңдалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Поснов Д. Д., Айметова А. М. Исследование характеристик преобразования энергии насоса в турбину // Science in modern society: regularities and development trends. – 2022. – С. 35-37.
- 2 Дедков В. Н. Применение серийных насосов в качестве гидротурбин для малой энергетики // Проблемы машиностроения. – 2011. – Т. 14. – №. 4. – С. 24-30.
- 3 Глебов И. А. Системы возбуждения синхронных генераторов с управляемыми преобразователями. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 332 с.
- 4 Baumgarten S. Pumpen als Turbinen / S. Baumgarten, W. Guder // KSB Pump company, Technik kompakt, July 2005. – № 11. – P. 2–9
- 5 Nourbakhsh A. Mini and Micro Hydropower Stations for Production Inexpensive Energy / A. Nourbakhsh, S. Derakhshan // HIDROENERGIA 2008-05-04, Intern. Conf. and Exhibition, SMALL HYDROPOWER, Bled-Slovenia, 11-13 June 2008.
- 6 Singh P. Performance Evaluation of the Pump as Turbine based Micro Hydro Project in Kinko Village, Tanzania / P. Singh, V. Ramasubramanian, A. Rao // Himalayan Small Hydropower Summit, Dehradun, India, October 12–13, 2006. – P. 159–166.
- 7 Maher P. Assessment of pico hydro as an option for off-grid electrification in Kenya / P. Maher, N. A. Smith, A. A. Williams // J. Renewable Energy. – 2003, Vol. 28. – P. 1357–1369
- 8 Singh P. Experimental and Computational Studies of the Effect of «Casing Eye Rib» on the Swirl Flow at the Exit of a Pump as Turbine / P. Singh, J. T. Kshirsagar, S. Caglar // Proc. ASME Heat Transfer. – Fluids Eng. – July 2004, Charlotte, North Carolina, USA, ASME HT-FED2004
- 9 Braun O., Part load flow in radial centrifugal pumps. PhD Thesis, EPFL, Lausanne, 2009.
- 10 Pacot O. Large scale computation of the rotating stall in a pump-turbine using an overset finite element large eddy simulation numerical code. PhD Thesis, EPFL, Lausanne, 2014.
- 11 Yang J., Pavesi G., Yuan S., Cavazzini G. and Ardizzon G. Experimental Characterization of a Pump–Turbine in Pump Mode at Hump Instability Region // Journal of Fluids Engineering. 2015. 137 pp. 051109 1-11.
- 12 Ran H. J., Luo X. W., Zhu L. and Xu H. Y. Experimental study of the pressure fluctuations in a pump turbine at large partial flow conditions // Chin. J. Mech. Eng. 2012. pp. 251–255.
- 13 Backman A. G. CFD validation of pressure fluctuations in a pump turbine. Master thesis, Lulea University of Technology, Sweden. 2008.
- 14 Боровин Г. К., Ткачук В. В. О работах моделирования и проектирования системы насос-турбина в гидроаккумулирующих электростанциях (обзор) // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. 2022. № 9. 22 с.

- 15 Giese M., Jung A. and Hassler P. PSP Limberg II – Optimized design for a wide head range application / HYDRO, Ljubljana, Slovenia. 2008.
- 16 Liang Q., Keller M. and Sick M. Rotor-stator interaction during no load operation of pump-turbines / HYDRO, Lyon, France. 2009.
- 17 Staubli Th., Senn Fl., Sallaberger M. Instability of pump-turbines during start-up in the turbine mode / HYDRO, Ljubljana, Slovenia. 2008.
- 18 Stein P., Sick M., Doerfler P., White P. and Braune A. Numerical simulation of the cavitating draft tube vortex in a Francis turbine / 15th IAHR Symp. on Hydr. Machinery and Systems, Yokohama, Japan. 2006.
- 19 Лямасов А.К., Орахелашвили Б.М. Исследование работы обращенных центробежных насосов в качестве турбин малых ГЭС // Труды второй Всероссийской научно-практической конференции Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем «Энерго-2012». М., 2012. Издательский дом МЭИ. С. 377-380.
- 20 Zhurinov M., Kassymbekov Zh. K., Dyussembekova N., Siemens E., Kassymbekov G. Zh. [Testing of the prototype of mini-hydro power plants of hydrocyclone type in production conditions](#). News Of The National Academy Of Sciences Of The Republic Of Kazakhstan. Series Of Geology And Technical Sciences. ISSN 2224-5278 Volume 1, Number 439, 2020, p. 48 – 55
- 21 Смыкал Е.И., Шепелев М.В. Применение различных типов насосов на ТЭС. – 2021.
- 22 Giese M., Jung A. and Hassler P. PSP Limberg II – Optimized design for a wide head range application / HYDRO, Ljubljana, Slovenia. 2008.
- 23 Liang Q., Keller M. and Sick M. Rotor-stator interaction during no load operation of pump-turbines / HYDRO, Lyon, France. 2009.
- 24 Staubli Th., Senn Fl., Sallaberger M. Instability of pump-turbines during start-up in the turbine mode / HYDRO, Ljubljana, Slovenia. 2008.
- 25 Stein P., Sick M., Doerfler P., White P. and Braune A. Numerical simulation of the cavitating draft tube vortex in a Francis turbine / 15th IAHR Symp. on Hydr. Machinery and Systems, Yokohama, Japan. 2006.
- 26 Лямасов А.К., Орахелашвили Б.М. Исследование работы обращенных центробежных насосов в качестве турбин малых ГЭС // Труды второй Всероссийской научно-практической конференции Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем «Энерго-2012». М., 2012. Издательский дом МЭИ. С. 377-380.
- 27 СТ КазННТУ – 09 – 2023. Учебная работа. Общие требования к структуре, оформлению, изложению и содержанию текстовых и графических материалов.
- 28 Смыкал Е.И., Шепелев М.В. Применение различных типов насосов на ТЭС. – 2021.

