

Дипломдық жұмысқа

РЕЦЕНЗИЯ

Марисқызы Арайлым

5B080500 – Су ресурстары және суды пайдалану

Тақырыбы: **«Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді техникo-экономикалық негіздеу**

Орындалуы:

- а) графикалық бөлім - *тапсырмада қарастырылмаған*
- б) түсіндірме жазба - 45 бет

ОРЫНДАЛУЫ, ЕСКЕРТУЛЕР, БАҒАЛАУ

Дипломдық жұмыс берілген тапсырма бойынша «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді техникo- экономикалық тұрғыда негіздеуге арналған.

Осы мақсатта техникo- экономикалық негіздеуге байланысты бастапқы мәліметтер, «Қаратал» өзенінің максималды және минималды су ағындары, бірінші және екінші учаскелердегі су электр станцияларын зерттеу және бағалау, сонымен қатар қысым бассейнін сипаттау және есептеу нәтижелері қарастырылған. Екінші және үшінші бөлімдерде ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру, атқару және олардың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері баяндалған.

Атқарылған жұмыстар нәтижелері және қарастырылған техникалық шешімдер берілген тапсырмаға толық сәйкес келеді және тақырыпты меңгеруге мүмкіндік береді.

Ескерту: 1. Құрылыс жұмыстары бөлімінде негізгі тұрғызу операцияларының технологиясына да мән беру керек еді.

Жұмысты бағалау

Жалпы алғанда, А. Марисқызының «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді техникo- экономикалық негіздеу» тақырыбына орындаған дипломдық жұмысы, оларға қойылатын талаптарға толық түрде сай келеді (93%), ал орындаушы Марисқызы Арайлымды жоғарыда көрсетілген мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайықты деп есептеймін.

Рецензия беруші

ҚазҰАЗУ, «Су ресурстары және
мелиорация» кафедрасының профессоры


И. Сейтасанов
«16» _____ 2022 г.

Марисқызы Арайлымның

дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІ

ПІКІРІ

5B080500 - Су ресурсы және суды пайдалану

Жұмыс тақырыбы: «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді технико-экономикалық негіздеу»

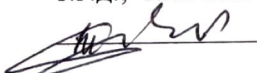
Дипломдық жұмыста «Қаратал» өзенінің максималды және минималды су ағындары, бірінші және екінші учаскелердегі су электр станцияларын зерттеу және бағалау, сонымен қатар қысым бассейнін сипаттау және есептеу нәтижелері қарастырылды. Екінші және үшінші бөлімдерде ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру, атқару және олардың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері анықталды.

Жұмыс атқару барысында ол тақырыпты әдістемелік тұрғыда игеруге қабілетті екендігін, бұрынғы орындалған ізденістер нәтижелерін талдай алатындығын, сораптар параметрін және суармалау мөлшерін есептеуді жақсы меңгергендігін көрсетті.

Жалпы алғанда, А. Марисқызының «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді технико-экономикалық негіздеу» тақырыбына орындаған дипломдық жұмысы, МАК алдында көрсетілген мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға байланысты ресми қорғауға лайықты деп есептеймін. Бағалануы - 93%.

Ғылыми жетекші

т.ғ.д., ИЖ жЖ кафедрасының профессоры

 Ж.Қ. Қасымбеков

«У» 05 2022 г.

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Марискызы А.

Тақырыбы: «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді технико-экономикалық негіздеу.docx

Жетекшісі: Жузбай Касымбеков

1-ұқсастық коэффициенті (30): 1.7

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.4

Әріптерді ауыстыру: 11

Аралықтар: 2

Шағын кеңістіктер: 1

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні

28.04.2022

Кафедра меңгерушісі

Алимов Р. Шму

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Қ.Басенов атындағы «Сәулет және құрылыс» институты

«Инженерлік жүйелер және желілер» кафедрасы

Марискызы Арайлым

«Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді технико-экономикалық
негіздеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B080500 - «Су ресурстары және суды пайдалану»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

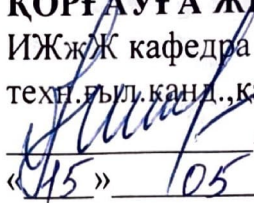
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Қ.Басенов атындағы «Сәулет және құрылыс» институты

«Инженерлік жүйелер және желілер» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

ИЖЖЖ кафедра меңгерушісі,
техн.ғыл.канд., қауым.проф.

 Алимова К.К.
«15» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

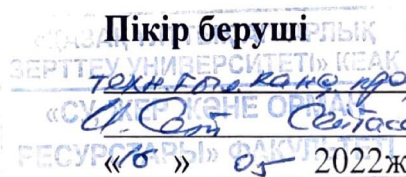
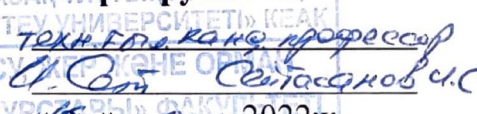
Тақырыбы: «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді технико-экономикалық негіздеу

Мамандығы 5B080500 - «Су ресурстары және суды пайдалану»

Орындаған

Марисқызы А.

Пікір беруші


техн.ғыл.канд., профессор
 Сәтасқенов С.
«16» 05 2022ж.

Ғылыми жетекші,

техн.ғыл.д-ры., профессор

 Қасымбеков Ж.Қ.
«29» 04 2022ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

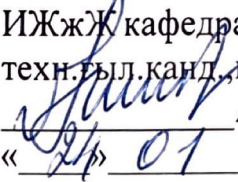
Т.Қ.Басенов атындағы Сәулет және құрылыс институты

«Инженерлік жүйелер және желілер» кафедрасы

5B080500 - «Су ресурстары және суды пайдалану»

БЕКІТЕМІН

ИЖЖЖ кафедра меңгерушісі,
техн. ғыл. канд., қауым. проф.

 Алимова К.К.
« 24 » 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Марисқызы Арайлым

Тақырыбы: «Қаратал» өзені бойында салынған шағын ГЭС-терді технико-экономикалық негіздеу

Университет басшысының «24» желтоқсан 2021 жылғы №489 - П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі

2022 жылғы «30» сәуір

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

ГЭС-тің болжамды су өтімі 24-32 м³/с, орнатылған қуат 47 - 51 МВт, қажетті жылдық өнімі 150 - 179 ГВтсағ.

Дипломдық жұмыста қарастырылған мәселелер тізімі

а) Негізгі бөлім

б) ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру

в) Жобалау алдындағы талдау (экономикалық көрсеткіштер)

Презентация материалдарының тізімі:

1 Техно-экономикалық негіздеуге байланысты бастапқы мәліметтерді талдау; 2 Қаратал өзенінің максималды және минималды су ағындарын қарастыру; 3 Каскад бойындағы ГЭС-тердің ерекшеліктерін, параметрлерін зерттеу және бағалау; 4 Каскадтық станцияларды салуды ұйымдастыру, экономикалық көрсеткіштері.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атаудан

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылған мәселелер тізімі	Жетекшіге мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	12.02.2022 - 30.03.2022	<i>орындауға</i>
ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру	1.04.2022 - 9.04.2022	<i>орындауға</i>
Жобалау алдындағы талдау(экономикалық көрсеткіштер)	10.04.2022 - 15.04.2022	<i>орындауға</i>

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының
аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты,тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күн	Қолы
ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру	Ж.Қ.Қасымбеков техн.ғыл.д-ры,профессор.	9.04.2022	<i>[Signature]</i>
Жобалау алдындағы талдау(экономикалық көрсеткіштер)	Ж.Қ.Қасымбеков техн.ғыл.д-ры,проф.	15.04.2022	<i>[Signature]</i>
Норма бақылау	А.Н. Хойшиев, техн.ғыл.канд.,қауым.проф.	06.05.2022	<i>[Signature]</i>

Ғылыми жетекші

[Signature]

Қасымбеков Ж.Қ.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

[Signature]

Марисқызы А.

Күні

«12» 02 2022 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың негізгі технологиялық бөлімінде техникo-экономикалық негіздеуге байланысты бастапқы мәліметтер, «Қаратал» өзенінің максималды және минималды су ағындары, бірінші және екінші учаскелердегі су электр станцияларын зерттеу және бағалау, сонымен қатар қысым бассейнін сипаттау және есептеу нәтижелері келтірілген.

Екінші және үшінші бөлімдерде ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру, атқару және олардың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері баяндалған.

АННОТАЦИЯ

В основной технологической части дипломной работы приведены первичные данные, касающиеся ТЭО, максимального и минимального расходов воды реки «Каратал», исследования и оценки гидроузлов на первом и втором участках, а также изложены описания и результаты расчета напорного бассейна.

Второй и третий разделы включают организацию, выполнение и экономическую эффективность строительства и реконструкции каскада ГЭС.

ABSTRACT

The main technological part of the thesis presents primary data related to the feasibility study, the maximum and minimum water discharges of the Karatal River, research and evaluation of hydroelectric facilities in the first and second sections, as well as descriptions and results of the calculation of the pressure basin.

The second and third sections include the organization, implementation and economic efficiency of the construction and reconstruction of the HPP cascade.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	7
1 Негізгі бөлім	8
1.1 Технико-экономикалық негіздеуге байланысты бастапқы мәліметтер	8
1.2 Өзеннің потенциалды гидроэнергетикалық ресурстары	11
1.3 Қаратал өзенінің максималды және минималды су ағындары	12
1.4 Каскад бойындағы ГЭС-тердің орналасу жағдайы	14
1.5 Каскадтың бірінші учаскесінің су электр станциясын зерттеу және бағалау	15
1.6 Каскадтың екінші учаскесінің су электр станциясын зерттеу және бағалау	18
1.7 Гидростанция қысым бассейнін сипаттау және есептеу	20
2 ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру	24
2.1 Каскадтық станцияларды салуды ұйымдастыру және тәртібі	24
2.2 Қаратал ГЭС-1 қайта құру көрсеткіштерін негіздеу	24
3 Жобалау алдындағы талдау(экономикалық көрсеткіштер)	27
3.1 Құрылыстың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері	27
3.2 Технико-экономикалық көрсеткіштер	29
ҚОРЫТЫНДЫ	31
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	32
ҚАБЫЛДАНҒАН ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ	33
ҚОСЫМША	35

КІРІСПЕ

«Қаратал» өзенінің бойында, жалпы саны 10 құрылымды құрайтын су электр станциялары каскадының құрылысын атқару қарастырылған. Алғашқы техникo-экономикалық негіздемені «Қазгидро» ЖШС жобалау ұйымы жүргізген.

Қазіргі уақытта үш ГЭС (ГЭС-2, ГЭС-3, ГЭС-4) салынды, ал ГЭС-1 бұрыннан бар болатын. Құрылысқа қажеттілік - аймақтағы генерациялау қуатының жетіспеушілігімен және электр қуатының тапшылығымен байланысты. Тапшылықтың себебі - бастапқы ресурстары айтарлықтай кен орындарының болмауы және мазут пен газбен жұмыс істейтін Жамбыл МАЭС-те электр энергиясын өндірудің жоғары құны болып табылады.

Жүктемелер кестесін жабу және реттеуші қуатпен қамтамасыз ету мәселесі өте өзекті болып саналады. Мұның бәрі экологиялық таза электр энергиясын өндіруге болатын айтарлықтай гидроэнергетикалық ресурстардың болуына қарамастан орын алуда.

Қаратал өзені – Балқаш-Алакөл ойпатындағы ең ірі өзен жүйесі. Ол Чиже, Қора және Текелі өзендерінің қосылуынан басталады. Учаскенің табиғи-климаттық жағдайын, жалпы алғанда, су электр станцияларының каскадын салуға тиімді деп сипаттауға болады.

Талдау көрсеткендей, құрылыс Қаратал өзені бассейнінде гидроэнергетикалық ресурстарды пайдалану және қолданыстағы су шаруашылығы іс-шаралары туралы заманауи көзқарастарды ескере отырып жүргізіледі. Әзірлеу 1:1000 және 1:500 масштабтағы топографиялық негізде атқарылады, оны «Геодезия сервис» ЖШС топографиялық бригадасы жүргізген.

Өзеннің гидрологиялық көрсеткіштері жұмыс істеп тұрған гидрометриялық постардан ұзақ мерзімді бақылаулар сериясын статистикалық өңдеу нәтижесінде алынды.

Бұл *дипломдық жұмыстың мақсаты* гидрологиялық жағдайларды бағалау және ГЭС-тің қабылданған схемаларын қарау, сондай-ақ гидравликалық есептеулерді орындау және таңдалған құрылымдардың негізгі элементтерін қабылдау арқылы Қаратал ГЭС каскадының салынған және салынатын бөліктерінің техникo-экономикалық негіздемесін жасау болып табылады.

1 Негізгі бөлім

1.1 Техничко-экономикалық негіздеуге байланысты бастапқы мәліметтер

«Қаратал» өзенінің бойында каскадты ГЭС-тер тұрғызуды технико-экономикалық негіздеудің (ТЭН) базалық жұмыстарын «КазГидро» ЖШС атқарған. Сондықтан біз керекті мәліметтерді солардан алдық.

ТЭН негізгі мақсаты - Қаратал өзенінің қолданыстағы Қаратал ГЭС-1-нен төмен, каскадтағы Қарабұлақ суармалы су алғышына дейінгі учаскесін төсеу және олардың энергетикалық параметрлерін бағалау, сондай-ақ қолданыстағы Қаратал ГЭС-ін қайта құрудың орындылығын бағалау болып саналады. Мұнан басқа зерттеу мен талдау міндетіне энергетикалық параметрлерді және үш ГЭС құрылысының құнын бағалау кіреді.

Негізгі жұмыстарды «КазГидро» ЖШС қосалқы мердігерлерді тартпай-ақ, гидроэнергетикалық ресурстарды пайдалану және Қаратал өзені бассейніндегі қолданыстағы су шаруашылығы іс-шаралары туралы заманауи көзқарастарды ескере отырып, өз күшімен атқарған.

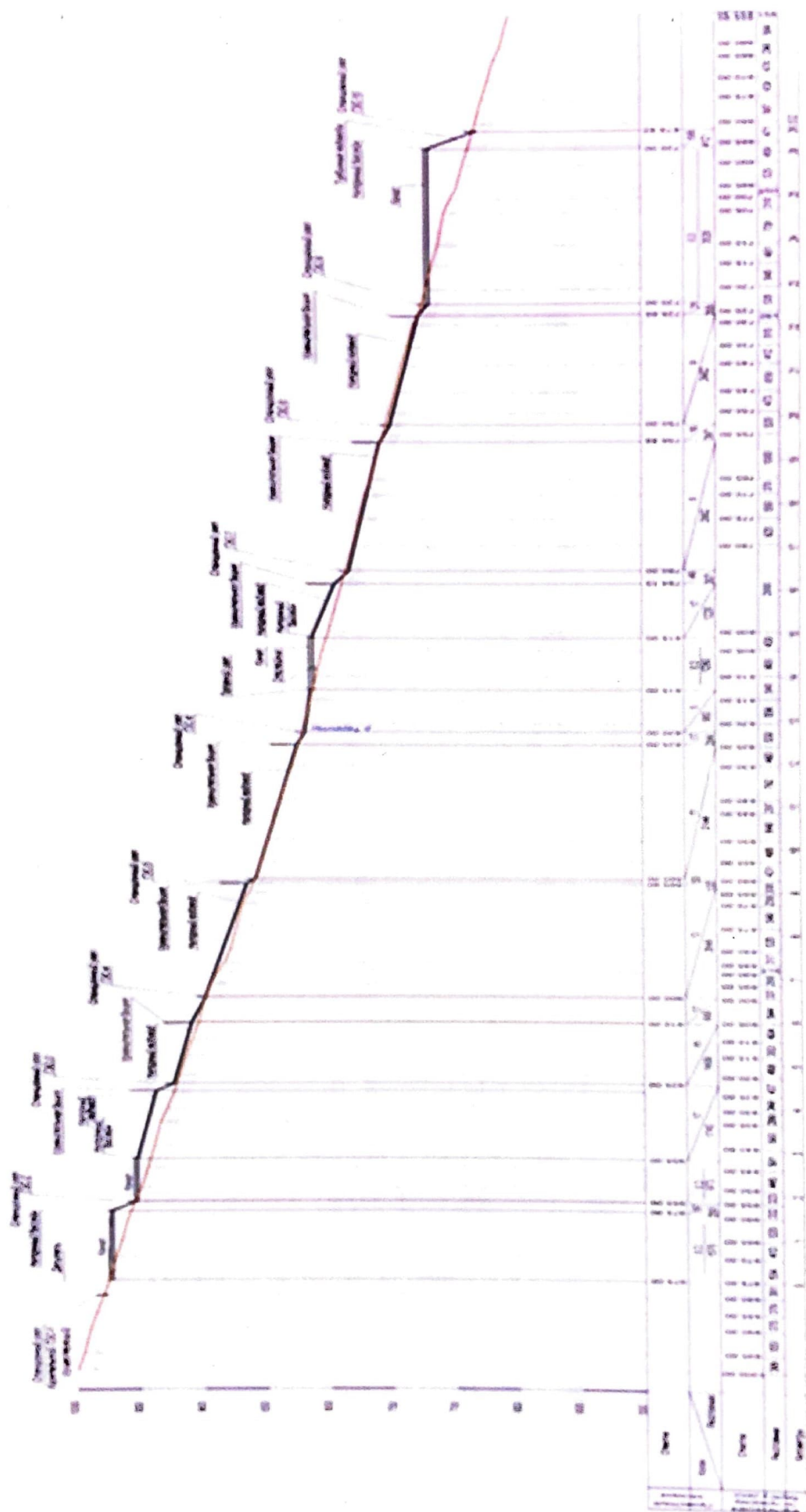
1950 – 1953 жж. жүргізілген жобалау-іздістіру жұмыстарының негізінде. Қаратал ГЭС-1 каскадының бас бөлігі салынды, ол қазіргі уақытта жұмыс істеп тұр. Қаратал өзенінің Қаратал ГЭС-1-нен төмен бөлігі жобалық зерттеулерде энергетикалық максатта қарастырылмаған, дегенмен бұл учаскеде үш шағын, ведомстволық ГЭС болған (олар қазір толығымен істен шыққан).

Суару мақсатында бұл аудандағы Қаратал өзені айтарлықтай қарқынды пайдаланылады, су Қаратал ГЭС-інің бас торабынан тікелей Тоста арығына, ал ГЭС-тің шығыс арнасынан оң жақ шаруа қожалықтарына алынады. Өткен ғасырдың 70-ші жылдары сифон бойымен сол жағалауға да су алу жүргізілді, бірақ қазіргі уақытта сифон толығымен бұзылған.

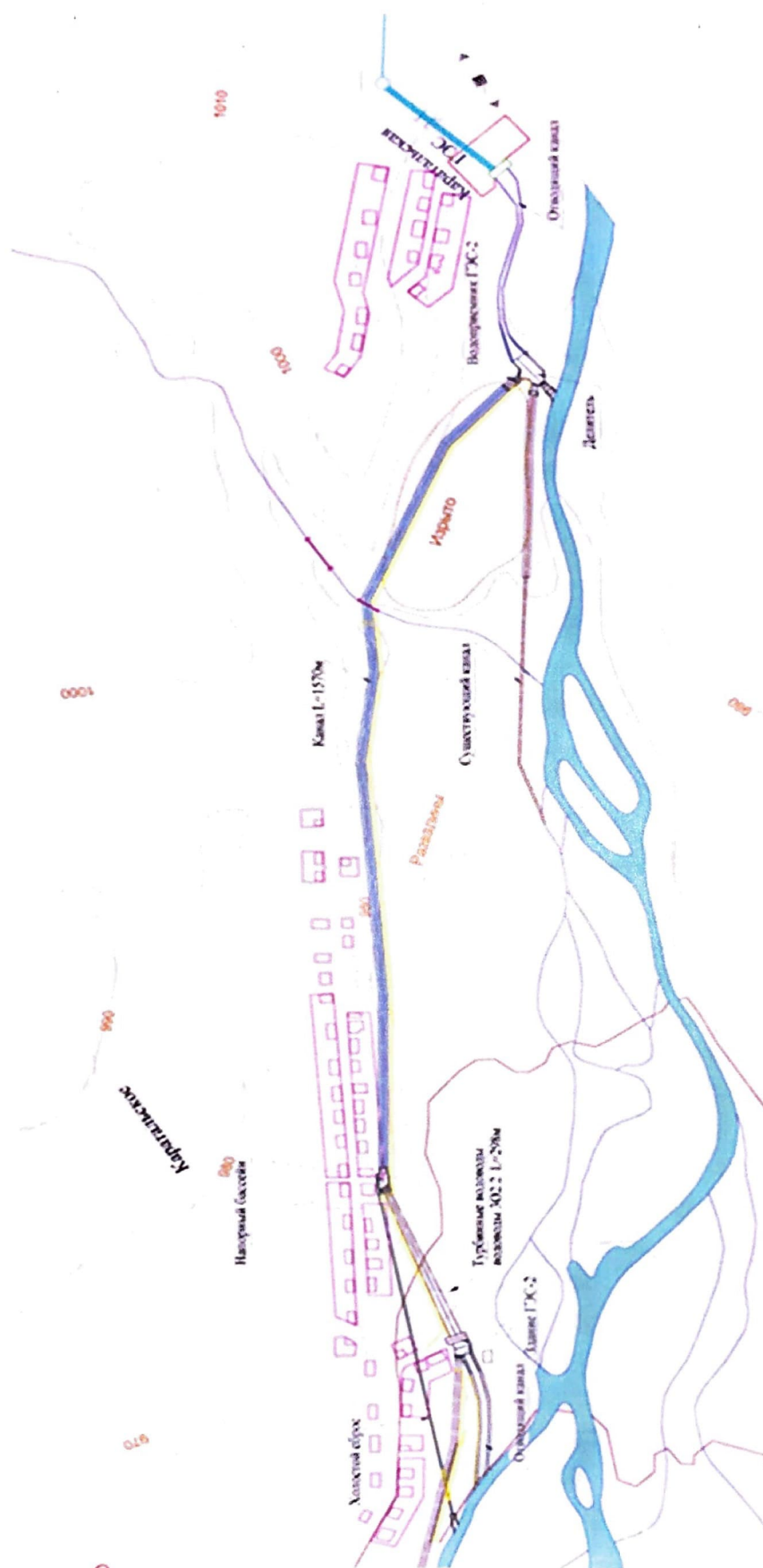
1974 жылы Казгипроводхоз жобасы бойынша сол жағалау массивін суару үшін ұйымдастырылған су алу үшін Қарабұлақ ГЭС-і салынды. Ол 19 м³/с дейін суды қабылдауға арналған.

Қаратал өзенінде шағын су электр станцияларының каскадын игеру 1963 жылы Геодезия және картография бас басқармасы жүргізген 1:25000 масштабтағы топографиялық негізде қолданыстағы нормативтік материалдарға сәйкес және барлау нәтижелерімен жүргізілді. Өзеннің гидрологиялық көрсеткіштері Қаратал өзенінің ұзақ мерзімді бақылауларының статистикалық өңдеуінің нәтижесінде алынды.

1-суретте келтірілген профилде өзен бойында орналасуға тиісті 10 ГЭС-тің сұлбасы көрсетілген. Бұл сұлбадағы ГЭС-1 бұрыннан салынып осы уақытқа дейін пайдаланып келсе, ал одан кейін орналасқан ГЭС-2, ГЭС-3 және ГЭС-4 соңғы бес – алты жылдар аралығында салынып, пайдалануға берілді. Қалғандары әлі тұрғызылған жоқ. ГЭС-2 құрылымындағы деривациялық каналдың ұзындығы 1570 м-ді құрайды (2-сурет).



1 Сурет – «Қаратағ» өзені бойында орналасқан ГЭС-тер каскадының ұзындық профілі [2]



2 Сурет – Каскад бойындағы ГЭС-2 нің орналасу желісі [2]

Су-энергетикалық есептеулер сипаттамалық жылдар бойынша жүргізілген, олар келесідей мөлшерлерді құрайды:

- судың мөлшері бойынша орташа ұзақ мерзімді жылға жақын, ықтималдығы 50 пайыз. Осындай жылдың деректері бойынша Қаратал ГЭС-інде электр энергиясын өндірудің ұлғаюы, каскад ГЭС-терінің болжамды тұтынуы, қуаттылығы мен электр энергиясын өндірудің орташа жылдық мөлшері анықталды;

- су аз жылы 75 пайыз және 95 пайыз жылдық ағынмен қамтамасыз ету. Осындай жылдың деректері бойынша қыстың максималды жүктеме сағаттарында ГЭС-тердің сумен қамтамасыз етілуі тексеріліп, кепілдендірілген қуаттылық анықталады.

Шағын ГЭС тер гидротурбиналары үшін әзірленген номограмма мен каталогтары бойынша ГЭС-тің таңдалған негізгі параметрлеріне сүйене отырып, каскадтың су электр станцияларына қатысты негізгі жұмыстардың көлемі белгіленді.

Каскадтың екі бас ГЭС құрылысының және Қаратал ГЭС-ін қайта құрудың сметалық құнының сметасы «ГЭС құрылысының өзіндік құнының жиынтық көрсеткіштерінің жинағы» мен аналогтарына сәйкес анықталды.

Жоспарланған ГЭС-тердің экономикалық тиімділігін анықтау, экологиялық және әлеуметтік салдарын бағалау, сондай-ақ өтемдік және табиғатты қорғау шараларының көлемі мен сипаты бөлек қарастырылды.

ГЭС-тің бастапқы таңдалған параметрлері, жұмыс көлемі және өзіндік құнының көрсеткіштері құрылыс барысында нақтыланған.

1.2 Өзеннің потенциалды гидроэнергетикалық ресурстары

Қаратал өзені – Балқаш-Алакөл ойпатындағы ең ірі өзен жүйесі. Ол Қора мен Чиже өзендерінің қосылуынан бастау алып, жоғары тармақталған салаларымен Жоңғар Алатауының батыс бөлігін түгелге дерлік алып жатыр.

Өзен бассейнінің энергетикалық ресурстарын пайдалануды «ҚазГидропроект» институты 1992 жылы Қазақстанның Оңтүстік-Шығыс аймағының аймақтық схемасын жасаған кезде қарастырған болатын. Өзен бассейнінің теориялық гидроэнергетикалық ресурстары су энергетикалық кадастры бойынша жылына 12951 ГВт/сағ құрайды.

Гидроэнергетикалық әлеуеттің көп бөлігі Көксу өзенінің сол жақ саласына келеді, ал Қаратал өзені тек жоғарғы ағысында қарастырылды. Оның тармақтарында Қора мен 9 ГЭС жоспарланған. Олардың энергетикалық параметрлері төменде 1-кестеде көрсетілген. Жоғарыда айтылғандай, Қора мен Чиже өзендерінің түйіскен жерінде Ленинград гидрожобасы бойынша 1950-1953 жылдары Қаратал су электр станциясы салынған. Бұл ГЭС бүгінгі күнге дейін сәтті жұмыс істеп тұр, параметрлері 1 және 2 кестелерде келтірілген.

1 Кесте – Қаратал өзеніндегі ГЭС каскадының негізгі қуат сипаттамалары

ГЭС атауы	Су ағынының атауы	Орнатылған қуат, МВт	Каскадтағы орташа жылдық өнім, ГВтсағ	
ГЭС- 1	Шыжа өзені	10.8	44.8	
ГЭС-2		4.8	17.1	
ГЭС-3		4.8	16.0	
ГЭС-4		4.8	16.0	
ГЭС-5		4.8	16.0	
ГЭС-6		3.0	10.2	
ГЭС-7		8.4	24.1	
ГЭС-8		1.5	6.2	
Чижа өзеніндегі ГЭС каскады бойынша барлығы (8 ГЭС)		43.7	150.4	
9	Қоралық	Қора өз.	7.6	28,9
ГЭС каскады бойынша барлығы		51.3	179.3	

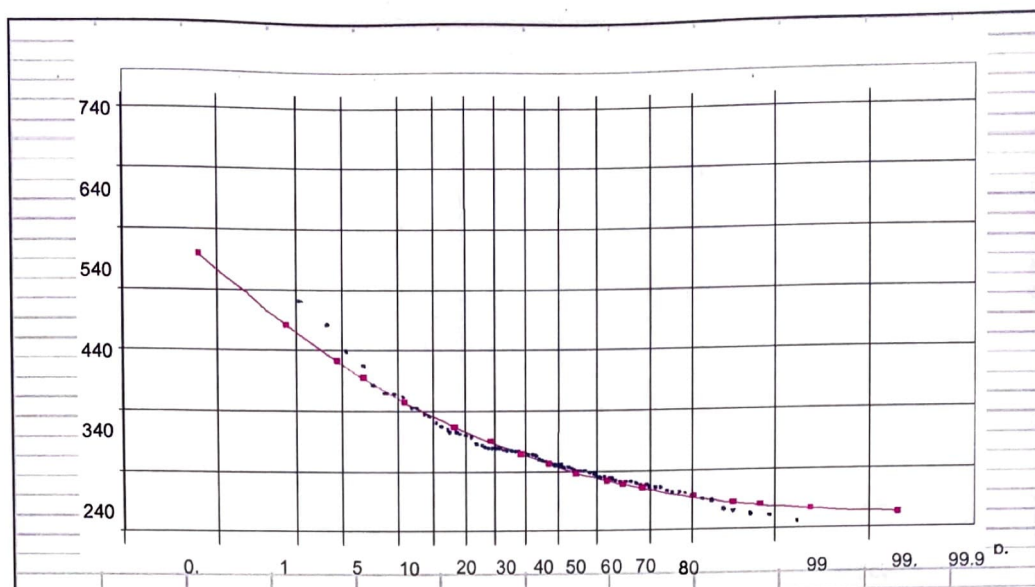
2 Кесте – ГЭС-1 станциясының негізгі технологиялық параметрлері

Параметрлер атауы	Өлшем бірлік	Көрсеткіш
Қолданылған геодезиялық белгі	м	45.7
ГЭС-тің болжамды су өтімі	м ³ /с	32.0
Орнатылған қуаты	МВт	10.8
Орташа жылдық өнім	ГВтсағ	36.0

1.3 Қаратал өзенінің максималды және минималды су ағындары

Қаратал өзенінің максималды су ағынының қалыптасуына бір жағынан қар мен мұздықтардың еруі кезінде пайда болған су, екінші жағынан жиі жаңбыр түрінде түсетін сұйық жауын-шашын қатысады. Жаңбыр суымен еріген судың ағынының қосындысы судың ерекше жоғары максималды ағынының қалыптасуына әкеледі (1988, 1989, 1993, 1994). Есептелген учаскелердегі (1020 м, 900 м белгі) Қаратал өзенінің әр түрлі дәрежедегі максималды су ағызуын анықтау Қаратал өзені-Текелі өзенінің ұзақ мерзімді бақылаулар сериясын статистикалық өңдеу нәтижелері бойынша жүзеге асырылды (3-сурет).

Жобалық учаскелердегі Қаратал өзенінің максималды бекітілген су ағызуларының есептеу нәтижелері 3-кестеде көрсетілген.



3 Сурет – Қаратал өзенінен Текелі қаласына судың максималды ағынын қамтамасыз ету қисығы

3 Кесте – Учаскелердегі қорғалған су ағындары

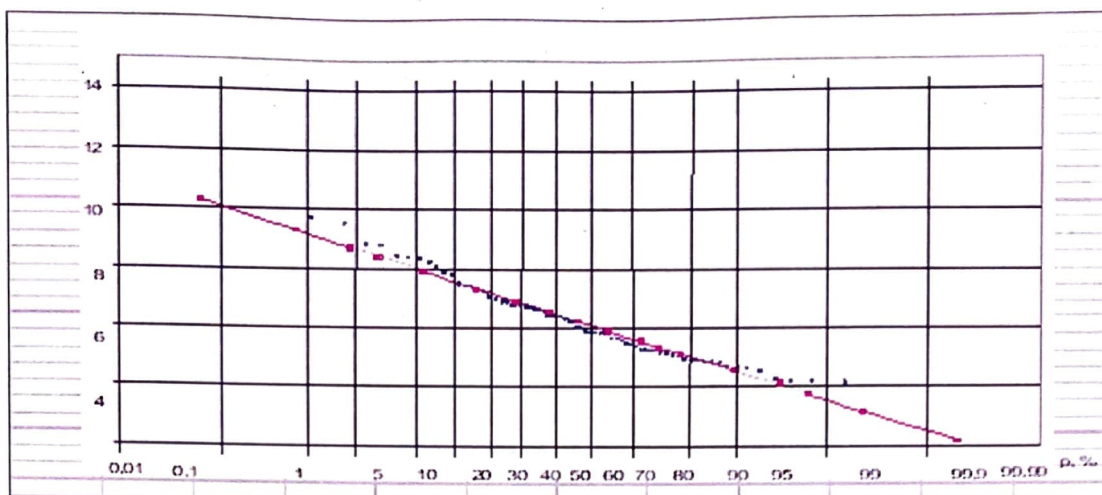
Өзеннің көлденең кесіндісі белгілері	Берілген су шығыны, м ³ /с		
	0,1%	0,5%	1%
1020 м	497	438	380
900 м	497	438	380
815 м	453	404	357
700 м	453	404	357

Ең аз ағынның негізгі сипаттамасы ретінде ең құрғақ қыс кезеңіне сәйкес келетін орташа айлық су ағыны алынады.

Жобалық учаскелерде (1020 м, 900 м белгілер) асу ықтималдығының ең аз қысқы орташа айлық су ағызулары Қаратал-Текелі өзені бойынша ұзақ мерзімді бақылаулар сериясын статистикалық өңдеу нәтижелері бойынша анықталады. Қаратал-Текелі өзенінің ең төменгі орташа айлық қысқы су ағынының болуы қисығы 4-суретте көрсетілген.

Қаратал өзенінің 815 м, 700 м биіктіктегі трассалардағы орташа айлық есептік ең төменгі су ағыны бүйірлік ағынды ескере отырып алынды. Есептеу нәтижелері 4-кестеде көрсетілген.

Қаратал өзенінің Қаратал ГЭС-1 төменгі ағысынан Қарабұлақ су алғышының бас торабына дейінгі учаскесі 300 м төмендейді. Бұл учаскеде өзен ГЭС каскадының техникалық мүмкін болатын сатыларына бөлінеді.



4 Сурет – 1927-2004 жж. Қаратал өзені – Текелі қаласы суының орташа айлық минимум және қысқы ағынының болуы қисығы

4 Кесте – Ең аз орташа айлық қысқы су ағындары

Кесінді белгілері	Орташа айлық ең төменгі қысқы су ағыны ($\text{м}^3/\text{с}$) бар болған жағдайда:	
	75%	95%
1020 м	5.34	4.08
900 м	5.34	4.08
815 м	5.70	4.48
700 м	5.70	4.48

1.4 Каскад бойындағы ГЭС-тердің орналасу жағдайы

Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде жалпы белгіленген қуаты 50,4 МВт болатын гидроэнергетикалық жабдықтардың бір түрі бар 9 станциядан тұратын шағын ГЭС каскады ұсынылады. Олардың орташа жылдық электр энергиясын өндіруі 249,8 ГВт/сағ.құрайды.

Ұсынылып отырған құрылыс алаңы Алматы облысының Талдықорған ауданында орналасқан, өнеркәсіптік дамыған және кең инфрақұрылымға ие. Өндірілген электр энергиясын тұтыну осы аймақта жүзеге асырылады және ұзақ электр желілерін салу қажет болмайды.

ГЭС-тің бүкіл каскады оң жағалауда орналасқан және табиғи топографиялық жағдайлардың өзіндік ерекшелігіне байланысты екі секцияға бөлінген. Бірінші учаске Қаратал өзенінің жоғары ағысында, Теректі өзенінің оң жағалауынан Қаратал ГЭС-1 шығаратын арнасына дейін орналасқан.

Екінші учаске Теректі өзенінің құярынан төмен орналасқан және Шымыр елді мекенінің артында аяқталады.

Каскадтың барлық ГЭС-тері деривациялық типтегі су электр станциялары болып табылады, яғни оларға барлық қысым деривациялық

құрылыстарды салу есебінен жасалады.

Каскадтың екі учаскесінің әрқайсысының жеке бас ГЭС-і бар және бір-бірінен тәуелсіз жұмыс істейді.

Бірінші бөлімге жаңадан салынған бес станция мен жұмыс істеп тұрған Қаратал ГЭС-і, екінші бөлімге жаңадан салынған төрт станция кіреді.

Үздіксіз нөмірлеу ГЭС-2-ден бастап каскадта салынып жатқан ГЭС-терді белгілеу үшін қолданылады, өйткені каскадтағы біріншісі – қолданыстағы Қаратал ГЭС. Төменде салынып жатқан каскадты станциялардың қысқаша сипаттамасы берілген.

1.5 Каскадтың бірінші учаскесінің су электр станциясын зерттеу және бағалау

Каскадтың бірінші учаскесінің бас ГЭС-і қолданыстағы Қаратал ГЭС-1 болып табылады, оның шығу арнасынан ГЭС-2 - салынып жатқан каскадтың бірінші кезеңіне су жібереді.

ГЭС-2 құрылымдарына мыналар жатады:

- су қабылдағыш;
- бұру арнасы;
- қысымды бассейн;
- турбиналық құбырлар;
- ГЭС ғимараты;
- су шығару арнасы.

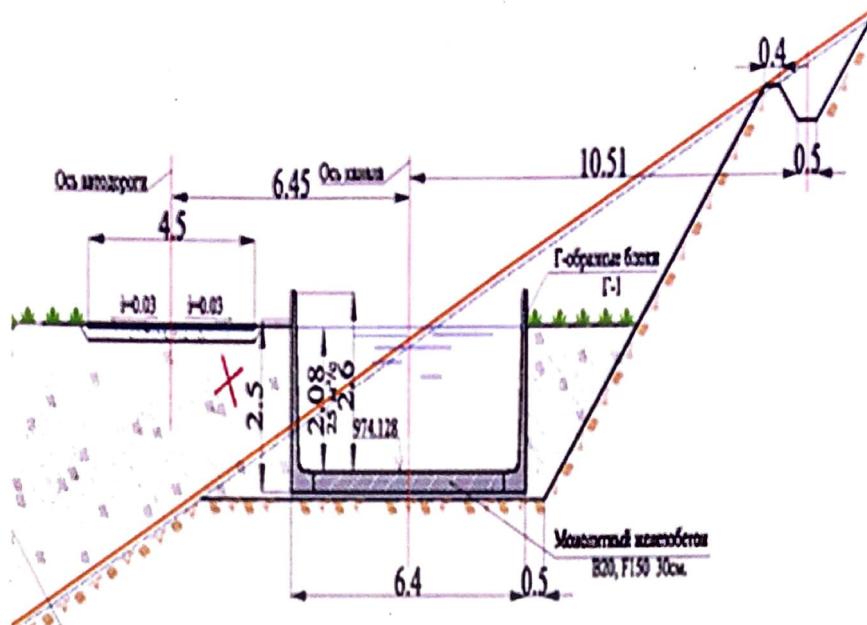
ГЭС-2 нің бұру арнасына Қаратал ГЭС-інің шығыс арнасынан қолданыстағы бөлгішке суды қабылдау үшін, өлшемі 4×2 м екі жалпақ доңғалақ қақпаларымен жабдықталған екі аралық су алғыш бекітілген. Ол жерде 5ЭВД электр көтергіштері .

Су қабылдағыштан су негізгі өлшемі 3 м және еңістері 1,5 болатын трапеция тәрізді қиманың бұру арнасына түседі.

Деривациялық каналдың бетон төсемі бар және 30 м³/с су өткізуге арналған, толтыру тереңдігі 2,5 м, ұзындығы 1570 м (5-сурет).

Бастапқы учаскеде канал қатты шұңқырлы шөлді жайылма арқылы өтеді, содан кейін екінші жайылма террассасын түседі, сонан соң қысымды бассейнге қосылады.

Қысымды бассейнде алдыңғы камера және ені 3,5 м үш су қабылдау камерасы бар, ол жабдықталған; 2,5 × 2,5 × 7 өлшемдері бар ГК-73 сериясының үш негізгі қақпасы, жөндеу - тығындық тосқауылдар, коқыс торлары, тереңдік қақпасы ГС 1,0 × 1,0 жуу галереясы, ЗК 2,6 × 1,2 клапан қақпасы бар шламды ағызу, ұзындығы 21 м автоматты су тасу қабырғасы, сондай-ақ механизмдерді басқару.



5 Сурет – Деривациялық канал қимасы

Қысым бассейнінен су үш құбыр арқылы гидротурбиналарға жіберіледі. Турбиналық өткізгіштердің диаметрі 2,2 м, олардың жалпы өнімділігі $28 \text{ м}^3/\text{с}$, орташа жылдамдығы 2,6 м/с. Турбиналық құбырлар жартылай толтырғыштың жартылай түбіне төселеді (бұл тапсырыс берушінің өтініші бойынша жасалады, өйткені бұл опцияда металл және бетон құбырларын да қолдануға болады). Әр құбырдың соңында 3Д220-65 клапаны орнатылған, ол ГЭС ғимаратының жерасты бөлігінде орналасқан.

Диск түріндегі жапқыштың артында спиральды камера бар, ол арқылы су бағыттаушы қалақшаға беріледі және гидравликалық қондырғының турбинасына, содан кейін шығу камерасына түседі.

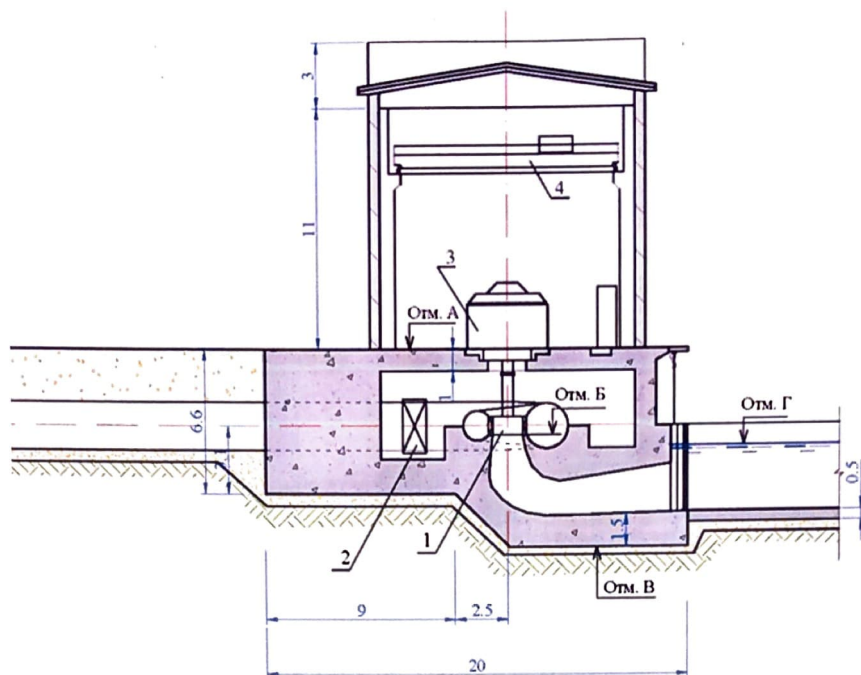
РО-230ВБ-140 турбиналары және СВ 260/26-20 УХЛ4 гидрогенераторлары бар үш гидроагрегат ГЭС ғимаратының машина залында орналасқан (6-сурет).

ГЭС ғимаратындағы машина залының жанында құрастыру алаңы орналасқан. Машина бөлмесіндегі жабдықты монтаждау және бөлшектеу жүк көтергіштігі 20/5т, аралығы 10,5 м болатын электр кранымен жүзеге асырылады. Жоспар бойынша ГЭС ғимаратының өлшемдері $32 \times 13 \text{ м}$, Қаратал өзенінің жайылмасында орналасқан.

ГЭС-2-тың ағызу камерасынан су не ГЭС-3 каскадының келесі станциясының су алғышына түседі, не ағызу арнасы арқылы өзенге құйылады.

Трапеция тәрізді секцияның шығу арнасы 1,5 еңіс төсеуімен, оның ұзындығы 236 м. Шығару арнасы ішінара бетонмен қапталған.

ГЭС-3 құрылымдарына мыналар жатады: су қабылдағыш, бұру арнасы, қысымды бассейн, тостағандар, кернеу мұнарасы, турбиналық құбырлар және станция торабы.



1-гидротурбина; 2-дискі түріндегі жапқыш; 3-генератор; 4- жүк көтергіш кран.

6 Сурет – ГЭС ғимаратының схемасы

ГЭС-3 су алғышы ГЭС-2-нің ағызу камерасына тікелей бекітіледі, оның жабдықтары мен конструкциясы ГЭС-2 су алғышындағыдай, бірақ айта кететін жайт, барлау кезінде топографиялық негіз ГЭС-3 құрылымдары нақтыланбаған және болжанған арнаның орнына бетон жабындарын төсеу тиімдірек болуы мүмкін. Бұл нұсқада су қабылдағыш ГЭС-2-нің қысымды бассейніне ұқсас жабдықтары бар үш камералы болады. Қандай опцияны қабылдауды соңғы таңдау есептеу сатысында жасалуы керек.

Деривациялық каналы бар нұсқада ГЭС-3 арнасы ГЭС-2 арнасына ұқсас және ұзындығы 970 м. Канал қысымды бассейнмен аяқталады және қысым құбырларына өтеді.

Қысымды құбырлар диаметрі 2,2 м болатын құбырлардың үш желісі түрінде жасалады.

Төсеу әдісі бойынша олар аумақтың табиғи еңісіне сәйкес келетін еңісі бар жартылай толтырғыштың жартылай тереңдеуі жасалады және ұзындығы 1550 м. Қысым құбырлары металдан да, темірбетоннан да жасалуы мүмкін. Олардың соңында су мұнарасы орнатылады

Мұнара темірбетоннан жасалған және ішкі диаметрі 16 м, биіктігі 20м. Кернеу резервуарынан су турбиналық өткізгіштерге, одан кейін ГЭС-3 гидротурбиналарына түседі.

ГЭС-3-тің турбиналық өткізгіштері мен станциялық агрегаты ГЭС-2-тің жабдыкталуы мен конструкциясы жағынан ұқсас.

ГЭС-3 тен сулар кезекпен ГЭС-4, ГЭС-5 және ГЭС-6-ға беріледі.

Каскадтың кейінгі ГЭС-терінің бір атаудағы барлық құрылымдары (түрі мен жабдықтары бойынша) ГЭС-2 және ГЭС-3 құрылымдарына ұқсас.

Айта кетерлік жайт, ГЭС-6 теміржол торабы мен өзен арнасының арасына жүргізілген, бірақ кейбір жерлерде өзен арнасы жолға тым жақын келеді, осы себепті су өткізгіштердің трассасы жолды екі рет кесіп өтеді.

Біз каскадтың ГЭС-терін үлкен кезеңдерге біріктіру нұсқасын қарастырдық, бірақ бұл бір типті жабдықты пайдалануға мүмкіндік бермейді және кернеу мұнарасының биіктігін айтарлықтай арттырады (мысалы, ГЭС-3 және ГЭС-4 біріктірілген, көтерілу мұнарасының биіктігі 60 м болады) және басқа шешімдерді қабылдау қажет аумақтың топографиялық ерекшеліктері мүмкіндік бермейді.

1.6 Каскадтың екінші учаскесінің су электр станциясын зерттеу және бағалау

Екінші учаскенің бас станциясы – ГЭС-7, ол Теректі өзенінің құйылысынан төмен орналасқан және мыналарды қамтиды: су қабылдағыш бөгет, су қабылдағыш, тұндырғыш, бұру каналы, штольня, қысым өткізгіштер, кернеу мұнарасы, турбиналық құбырлар, электр станциясының ғимараты және ағызу каналы.

Айналдыру бөгеті екі бөліктен тұрады, бетон су төгетін бөгет және топырақ бөгеті.

Топырақ бөгеті – сазды экраны бар жартасты бөгет. Оның арна бөлігіндегі биіктігі 6 м, ал беткейлердің төселуі 1:3. Оның төбе бойымен ұзындығы 30 м.

Су төгетін бөгет 5×10 өлшемді бес аралықтан тұрады және максималды 450 м³/с төгуге арналған. Ұзындығы 10 м аралықтар қалыңдығы 2 метрлік тіректермен бөлінген. Су төгетін бөгеттің үш шығанағы 4,3×10 сегментті қақпалармен жабдықталған.

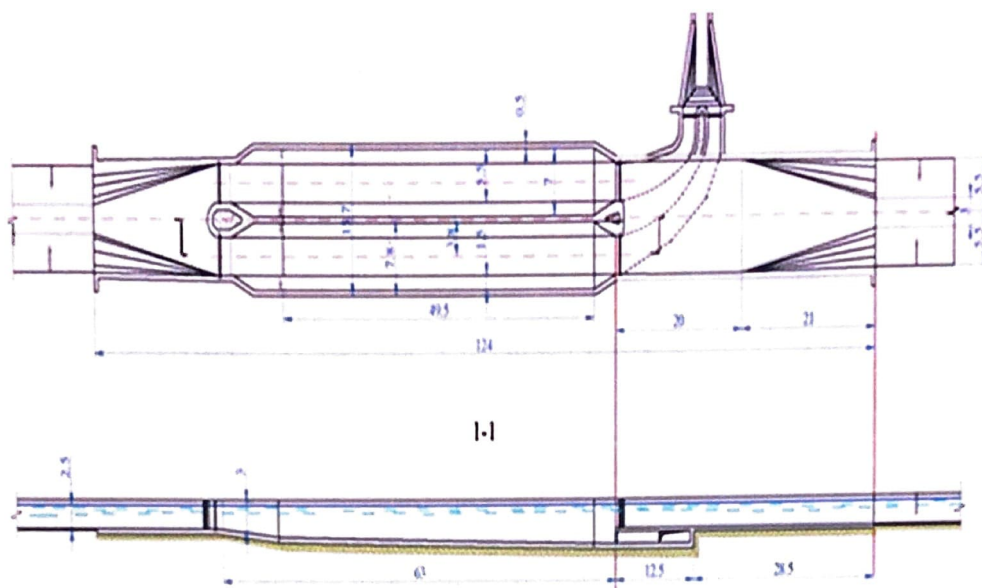
Қақпалар сыйымдылығы 20 т стационарлық лебедкалармен басқарылады. Лебедкалар биіктігі 6 м эстакадаға орнатылады. Өткелге монорельс бекітілген, оның бойымен жүк көтергіштігі 5 тонна болатын құртпен басқарылатын көтеру механизмі бар мысық кедергілерді жөндеу үшін қозғалады. Су төгетін бөгеттің екі аралығы ұзындығы 55 м (Қаратал өзеніндегі Қарабұлақ бөгетіне ұқсас) автоматты су төгетін құбырдың параболалық қабырғасымен біріктірілген.

Су қабылдағыш оң жағалауда негізгі ағынға 30 градус бұрышта орналасқан және 2,2 м биіктіктегі табалдырығы бар, ол ірі фракциялардың шөгінділерін қайтарады. Су алу қондырғысы мен конструкциясы жағынан ГЭС-2 су алғышына ұқсас.

Су тұндырғышы жолдың артындағы учаскеде орналасады. Бұл ұзын жұмыс камерасы 63 м болатын екі камералы, үзіліспен жұмыс істейтін тұндырғыш (7-сурет).

Тұндырғыш ПК-73 4×2 сериялы жалпақ доңғалақ қақпаларымен және ГК-73 2×1,5×5 сериялы екі тереңдік қақпаларымен (жуу галереяларын блоктау үшін) жабдықталған.

Тұндырғыштың жұмысы 0,25 мм және одан да көп құм топырақ фракцияларын ұстауға және тұндыруға арналған. Оның жұмысы екі айналымда жүреді, бірінші айналымда ілмелі шөгінділер шөгеді, ал екіншісінде тұнған шөгінділер шайғыш құрылғылар арқылы өзенге құйылады.



7 Сурет – Суды тазартуға арналған тұндырғыштың сұлбасы

Су жинағыш су қабылдағышқа қысқа (346 м) канал арқылы қосылған, оның үстіне жолдың қиылысында құрама бетон көпір салынған.

Тұндырғыштың арғы жағында жолдың оң жағындағы жайылма бойымен канал жалғасып жатыр. Құрылымы жағынан канал ГЭС-2 каналына ұқсайды және оның ұзындығы 710 м, өткізу қабілеті $28 \text{ м}^3/\text{с}$. Каналдың соңында қысымды бассейн салынуда.

ГЭС-7 қысым бассейнінің конструкциясы және оның жабдықтары ГЭС-2 қысым бассейніне ұқсас, жалғыз айырмашылығы - толып кету қабырғасы алдыңғы камераның артындағы сол жақта орналасқан.

Қысымды бассейнің артында диаметрі 2,2 м, ұзындығы 1218 м құбырлардың үш тізбегінен тұратын қысымды су өткізгіштер бар. Қысымды өткізгіштер ГЭС-3-тегідей жартылай толтырғыштың жартылай тереңдеткішінде төселеді және металдан да, темірбетоннан да жасалуы мүмкін.

Су өткізгіштер аумақтың еңісін қайталайды және аталған бөлікте орналасады.

Қысым өткізгіштердің соңында биіктігі 29 метр болатын реттегіш мұнарасы салынуда, бірақ бұл станциядағы нивелирлік мұнараны еңіске тіреп, қиғаш орналастыруға болады.

Бұл оның құрылымдық элементтерін айтарлықтай жеңілдетеді, алайда құрылымдарды оңтайландыру диплом жұмысының тапсырмасына кірмейді. Кернеу цистернасының артында қысымды құбырлар, ГЭС ғимараты және ағызу каналы бекітілген. Бұл құрылымдардың барлығы ГЭС-2 және ГЭС-3 құрылымдарына ұқсас, тек ГЭС-7 турбиналық құбырларының ұзындығы 295 м

екенін атап өткен жөн.

ГЭС-7-дегі ағынды сулар ГЭС-8, ГЭС-9 және ГЭС-10 қондырғыларына рет-ретімен ағады, бұл станциялардағы аттас құрылымдардың барлығы үстіңгі қабаттағыларға ұқсас.

Айта кету керек, ГЭС-8 және ГЭС-9 қысым өткізгіштері өзен жайылмасының бойымен өте қиын жағдайда өтеді, кей жерлерде жартасты беткейлер тікелей өзен жағасына жақындайды.

Сондай-ақ, ГЭС-8 қысым өткізгішінің бастапқы учаскесінде, ГЭС-7 станса торабының тікелей артында шарбақ барын, оның қоршауы бүкіл жайылымды жауып тұрғанын айта кеткен жөн.

Сондай-ақ, ГЭС-9-дан кейінгі ағынды сулар суару кезеңінде қолданыстағы Қарабұлақ су электр кешенінің акваториясына ішінара ағызылатынын атап өткен жөн, бұл су-энергетикалық есептеу кезінде ескерілген. Суару ағындарының мөлшері суару жүйелерінің басшылығымен келісілуі керек.

Жоспарланған каскадтың барлық ГЭС-інің ішінде ГЭС-2 құрылысы үлкен роль атқарады, өйткені ол су қабылдау қондырғысын салуды қажет етпейді.

ГЭС-7 құрылысына бас су алатын қондырғының құрылысы қажет болады, бірақ оның құрылысы оның шығындары каскадтың келесі сатыларына таратылса, өзін ақтайды.

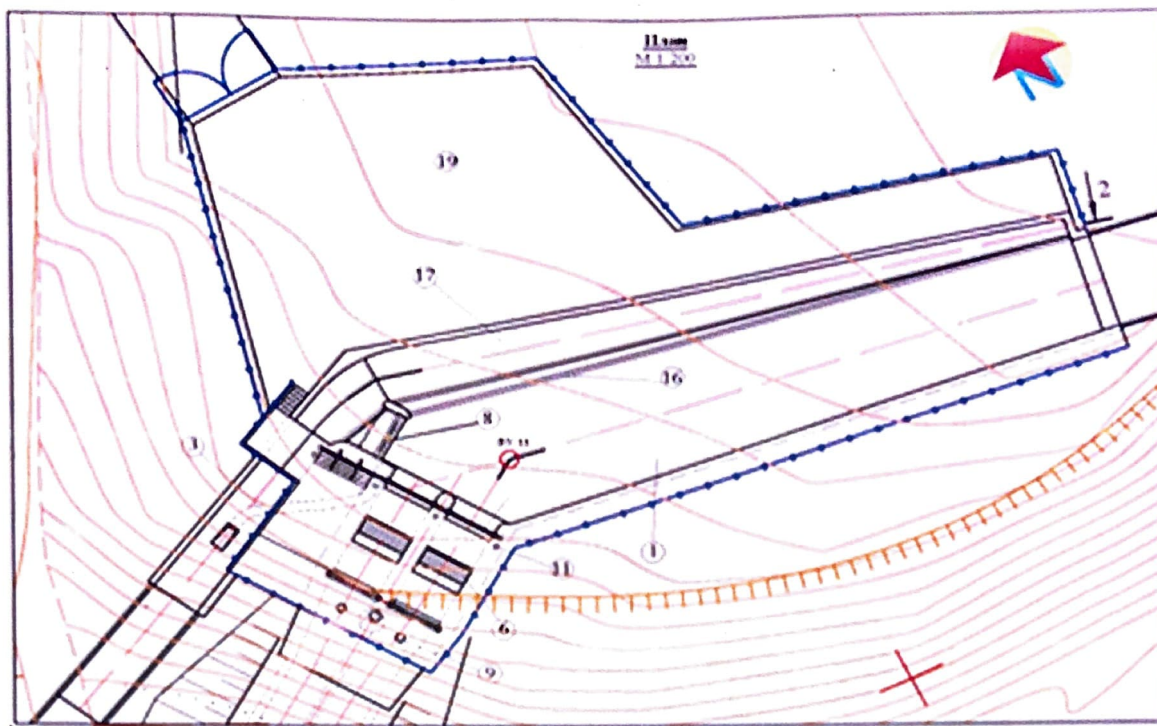
1.7 Гидростанция қысым бассейнін сипаттау және есептеу

Қысым бассейні деривациялық каналды (арна, түтік) ГЭС турбиналық өткізгіштерімен байланыстыруға арналған (8-сурет).

Кейбір жағдайларда суды өнеркәсіптік, коммуналдық немесе ауылшаруашылық сумен қамтамасыз ету үшін де пайдалануға болады. Каналда суспензия немесе тұнба болған кезде, алдыңғы камера қосымша тұндырғыш ретінде пайдаланылады. Алдыңғы қатардың орналасу варианты технико-экономикалық факторлармен анықталады.

ГЭС су өткізгіштеріне су беру шарттарынан жоспарлы орналасу шешімдері үш түрге бөлінеді – олар: тік бағытты, бүйірлік, қиғаш.

Фронталды сумен жабдықтау кезінде туынды осі алдыңғы камераның осімен сәйкес келеді. Гидравликалық тұрғыдан алғанда, бұл сумен жабдықтаудың ең қолайлы шарты, өйткені арнадағы және алдыңғы камерадағы судың орташа жылдамдығының векторы бір бағытқа ие. Қысымның жоғалуы азаяды.



1-аванкамера; 2,5,8,15 - жапқыштар; 3-галарей; 4,16 - қабырғалар;
6-торкөз; 7,9,10,12-құбырлар; 11,13-көтергіштер; 14-көпір; 17-траншея; 18-су тастағыш.
8 Сурет – Шағын ГЭС тің қысымды бассейнінің схемасы

Бассейнді пайдалану жағдайында жартылай толтырылған немесе оның толығымен жағалауда орналасуы тіреуіш құрылымдардың тұрақтылығын қамтамасыз ету және судың ағып кету мүмкіндігін азайту үшін арнайы шараларды қажет етеді. Әйтпесе, ГЭС желісін толтыру кезінде бассейн жойылуы мүмкін немесе қысым қабырғасының табанындағы топырақ деформацияланады. Мұндай құрылымдардағы апаттар қауіпті, себебі еңіспен ағып жатқан су ағыны су өткізгіштерді және электр станциясының ғимаратын бұзады.

Қысым бассейні ГЭС қуатын өзгерту кезінде және апатты жағдайларда артық суды ағызу мүмкіндігін, сондай-ақ шөгінділерді төгу мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек.

1) Алдыңғы су камерасының ені B_k , м:

$$B_k = (1,4 - 1,6) \cdot n_b \cdot D_b. \quad (1)$$

мұндағы n_b - турбиналық өткізгіштердің саны, 3-4 дана;

D_b - турбиналық өткізгіштердің диаметрі, 1,2-1,5 м.

$$B_k = 1,4 \cdot 3 \cdot 1,4 = 5,88 \text{ м.}$$

2) Су өткізгіштің қима ауданы w , m^2 :

$$w = \frac{Q_t}{v_{\text{доп}}}. \quad (2)$$

мұндағы Q_t – бір турбина арқылы өтетін су ағыны, м³/с;
 $v_{\text{доп}}$ - рұқсат етілген су жылдамдығы, 1,2-1,4 м/с.

$$Q_t = \frac{Q_{\text{гэс}}}{n_b}, \quad (3)$$

$$Q_t = \frac{Q_{\text{гэс}}}{n_b} = \frac{24}{3} = 8,0 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$w = \frac{Q_t}{v_{\text{доп}}} = \frac{8,0}{1,4} = 5,71 \text{ м}^2.$$

мұндағы $Q_{\text{гэс}}$ – ГЭС арқылы өтетін су ағыны, м³/с.
 3)Құбыр диаметрі D_b , м:

$$D_b = \sqrt{\frac{4w}{\pi}}. \quad (4)$$

$D_b = 2,39 \text{ м}$, 2,2 м стандартты мәнге дейін дөңгелектенеді.
 4)Қабылдау камерасының ұзындығы L_k , м:

$$L_k = (1,5 - 2,0) \cdot B_k, \quad (5)$$

$$L_k = (1,5 - 2,0) \cdot 5,88 = 1,7 \cdot 5,88 = 10 \text{ м}.$$

5)Камерадағы судың тереңдігі h_k , м:

$$h_k = \frac{Q_{\text{гэс}}}{B_k \cdot v_{\text{доп}}} + \Delta = \frac{24}{6,56} + 0,5 = 4,15 \text{ м}. \quad (6)$$

мұндағы Δ - су астындағы коқыс торын тереңдету, 0,5 м.
 6)Алдыңғы қабырғаның биіктігі d , м:

$$d = h_k + h_b + \delta, \quad (7)$$

$$d = 4,15 + 0,6 + 0,2 = 4,95 \text{ м}.$$

мұндағы h_b – көтерілу толқын биіктігі, 0,4-0,6м;
 δ - құрылыс қоры, 0,15-0,2.

Сумен жабдықтау желісіндегі қысымды шығаруды пайдаланған кезде, су қысымынан қорғау үшін кернеудің резервуарын қамтамасыз ету қажет.

Осының арқасында гидравликалық соққы толқындары шағылысады, турбиналық өткізгіштегі қысымның күрт көтерілуіне жол берілмейді, өтпелі жағдайлар кезінде турбина жұмысын реттеу жақсарады.

Дифференциалды типтегі резервуар орташа және төмен арындар үшін қолданылады, әсіресе оны темірбетон немесе металл конструкция түрінде жер бетінде салу қажет болған кезде. Кернеу цистерналарының барлық түрлері деңгейді өлшейтін құралдармен жабдықталуы керек.

Резервуардағы су деңгейінің орны автоматты түрде басқару панеліне беріледі.

Резервуарды есептеу кезінде анықталатын белгілер:

1) тербелістерді әлсіретуді қамтамасыз ететін резервуардың көлденең қимасының критикалық ауданы;

2) су электр станциясын түсіру кезінде су қоймасындағы судың ең жоғары деңгейі;

3) ГЭС жүктемесінің тез артуымен су қоймасындағы судың ең төменгі деңгейі.

Су өткізгіштерді таңдағанда, біз олардың ашық су өткізгіштері ретінде ерекшеленетініне және топырақпен жабылғанына мән беруіміз керек. Өйткені олар жиі температура мен атмосфералық әсерге ұшырайды. Жермен жабылған су өткізгіштердің (құбырлардың) артықшылығы - сыртқы ауа температурасының ауытқуы олардың статикалық жұмысына іс жүзінде әсер етпейді.

Турбиналарды сумен қамтамасыз ету үшін әртүрлі схемалар қолданылады.

Ең ыңғайлысы - жеке схеманы пайдалану болып есептеледі. Бұл схема орташа қысым мен жоғары су ағын жағдайында қолданылады. Турбиналық құбырдың диаметрі шағын болған кезде, жоғары қысымда және төмен ағындарда топтық электр схемаларын орнатқан жөн. Топтық қуат үшін қысымға қарамастан, құбырларға клапандар орнатылады. Құбырлар санының азаюымен, тіректердің, компенсаторлардың және т.б. санының кемуі, сайып келгенде, су желілерін салуға кететін шығындар азаяды. Бірақ бір су құбырының істен шығуы басқа турбиналардың тоқтап қалуына әкелуі мүмкін.

2 ГЭС каскады құрылысын салуды және қайта құруды ұйымдастыру

2.1 Каскадтық станцияларды салуды ұйымдастыру және тәртібі

Су электр станциясын салудың негізгі жұмыстары геодезия және картография бас басқармасы жасаған 1:25000 масштабтағы топографиялық карталар негізінде жүзеге асырылады.

Мемлекеттік өлшеу станцияларында өзен ағыны бойынша ұзақ мерзімді бақылаулар сериясы бар. Инженерлік-геологиялық жағдайларды зерттеу шағын масштабты геологиялық карталармен сипатталады.

Жалпы алғанда ГЭС құрылысының технико-экономикалық негіздемесі инженерлік зерттеулердің нәтижелері бойынша, соның ішінде:

- ауқымды топографиялық түсіру нәтижелері бойынша;
- инженерлік-геологиялық карталау бойынша;
- сейсмологиялық қауіптілікті бағалаумен сейсмологиялық каталогты және аймақтық картаны құрастыру; ұңғымаларды барлау бұрғылау және шұңқырларды қазу бойынша ;
- гидрологиялық жұмыстар нәтижесінде;
- қоршаған ортаны қорғау шаралары туралы ақпарат негізінде атқарылады.

Каскад станцияларын салудың ұсынылып отырған кезектілігі келесі ретті құрайды:

- ГЭС -2, ГЭС-3 және ГЭС-4;
- және төменгі каскадтың одан әрі негізгі ГЭС-і
- ГЭС-7;
- ГЭС-8;
- ГЭС-9;
- ГЭС-5;
- ГЭС-6;

және қосымша негіздеумен – ГЭС-10.

ГЭС салудың бұл тәртібімен гидроресурстарды пайдаланудың ең жоғары тиімділігіне қол жеткізіледі.

Каскадтың жалпы белгіленген қуаты толық іске қосылғанда 51,3 МВт-қа жетіп, 265,5 ГВт/сағ электр энергиясын өндіреді.

2.2 Қаратал ГЭС-1 қайта құру көрсеткіштерін негіздеу

50 жылға жуық пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, Қаратал ГЭС-1 өзінің белгіленген қуатын 10,08 МВт-ты қазіргі жағдайда қамтамасыз ете алмайды, сонымен бірге әрбір қондырғы жеке өзінің зауыттық қуатын – 3360 кВт-ты игере алады.

Алайда, үшінші машинаның іске қосылуы станцияның қолда бар қуатын

тек 1000-1100 кВт-қа арттыруға мүмкіндік береді, бұл ретте 7800-7850 кВт-қа жетеді.

Жазғы уақыттағы жұмыс кезеңінде (сәуір айының ортасынан қыркүйек айының ортасына дейін), яғни өзендегі су ағыны деривацияға түсер кезде, оның ГЭС-ке қажетті болжамды шығыны 31,95 м³/с құрайды, су аз жылдары 21,3 м³/с ге дейін төмен түседі. Осы себепті, елу жыл ішінде электр энергиясының жеткіліксіз өндірілуі, шамамен есептеулер бойынша, 400-ден 550 ГВт/сағ. тең болып отыр.

Қаратал ГЭС-нің қысымды бұру құбырындағы арындық сипаттамасын анықтау бойынша жүргізілген тексеру гидравликалық есептеулерінің нәтижелері келесі тұжырымдамалармен анықталады.

ГЭС-тің жұмыс істеуі үшін қажетті арынға Н_р тең 40,3 м сай жобалық су ағындары 10,65 және 21,3 м³/с тұрақты режим кезеңінде қамтамасыз етіледі. Бұл ретте ГЭС-тің арыны сәйкесінше 44,1 м және 40,3 м құрайды. Су қабылдау ағыны ГЭС Q_р тең 31,95 м³/с жеткенде, кіріс арыны ΔН тең 12,61 м мәнін көрсетеді, ал су құбырындағы қосымша шығынды есепке алғанда ΔН_р тең 13,8 м болады. Қысымның төмендеуі ГЭС өндіретін қуатты 7812 кВт-тан астам шамаға жеткізуге мүмкіндік бермейді.

Қысымның төмендеуінен болатын тікелей шығындардан басқа, мұндай қысым режимінде ГЭС қондырғыларының жұмысы тиімділік бойынша оңтайлы аймақтан ауытқып кетеді. Төмендетілген тұрақсыз режимдегі пайдалану артық амортизацияға және соның салдарынан артық жөндеуге және авариялық тоқтап қалуға әкелуі мүмкін.

Арын шығындарын азайту мақсатында қолданыстағы су бұру құбырына қосымша D тең 2,1 м диаметрі бар қосымша желіні тарту қажет. Бұл шешім Қаратал ГЭС-інің жұмыс қуатын қалпына келтіру мәселесін шешеді.

Осы мақсатта қолданыстағы қысым өткізгіштің сол жағына да, оң жағына да жаңа қысым құбырын төсеуге болады. Салынған жаңа қысымды құбырды пайдалану қайта құру шығындарының төмендеуіне әкеледі.

Сол жақтан қысым мұнарасына жаңа су құбырын қосу да ыңғайлы. Жаңа өткізгіш бүкіл каскадтағы сияқты, жартылай тереңдету, жартылай толтырумен төселеді.

5- кестеде Қаратал өзенінде жоспарланып отырған каскадты салу және Қаратал ГЭС-ін қайта құру бойынша жұмыстардың негізгі көлемі келтірілген.

Бірінші жуықтауда есептелген жұмыс көлемдеріне сүйене отырып, ГЭС-2, ГЭС-7 құрылыс жұмыстарының және Қаратал ГЭС-1 реконструкциясының құны бағаланады.

Гидростанция бөлімшелерінің жұмыс орнында қызмет көрсетушілерге арналған учаскелер бар. Құрылыс шаруашылықтарының құрамы 6-кестеде көрсетілген.

5 Кесте – Жоспарланған каскадтар мен қайта құру құрылымдары бойынша жұмыстардың негізгі көлемдері

Жұмыс атауы	Өлш.	ГЭС-1	ГЭС-2	ГЭС-3	ГЭС-4	ГЭС-5	ГЭС-6	ГЭС-7	ГЭС-8	ГЭС-9	ГЭС-10	Барлығы
Топырақты алу	мың м ³	23,1	77,6	115,4	93,5	116,5	137,4	121,2	134,6	111,8	127,2	1058,3
Топырақты үю және қайта жабу	мың м ³	7,7	24,7	48,2	42,2	56,4	69,4	44,1	67,6	55,5	35,8	446,9
Бетон, темірбетон	мың м ³	0,2	10,3	11,4	7,3	8,1	7,8	20,1	7	7,1	16,3	95,6
Соның ішінде: монолитті	мың м ³	0,1	8,7	10	6,4	6,7	6,7	18	5,9	6	15	83,5
құрастырылған	м ³	0,1	1,6	1,4	0,9	1,4	1,1	2,5	1,1	1,1	1,3	13,5
Құрылғылар	т	2,7	68,5	68,5	48	48	48	307,5	48	48	69,6	756,6
Соның ішінде: торкөздер	т	19	33,9	33,9	17,9	17,9	17,9	139	17,9	17,9	33,9	332,1
көтергіштер	т	0,5	25,3	25,3	22,3	22,3	22,3	40,3	22,3	23,8	25,9	229,8
металл құрылғысы	т	0,3	9,3	9,3	8,3	8,3	8,3	128,5	8,3	8,3	10,3	199,2
Құбыр	т	1401	753	3855	3855	5892	6623	2937	6479	6280	312	37742
Гидроагрегаттар	т	-	121,5	121,5	121,5	121,5	121,5	121,5	121,5	121,5	121,5	1093,5
Ғимараттың жағы	м ³	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45

6 Кесте – Құрылыс шаруашылықтарының құрамы

Атауы	Ауданы м ² /адам.	Жалпы қажеттілік м ²	Саны	Жоба шифры
Өндіруші кеңсесі	4	20	1	ПК-5
Жұмысшыларға арналған жылы бөлме	0.5	20	1	ВК
Дәретхана	0.1	2	2	САТ
Асхана	0.8	16	1	ВК
душ бөлмесі	0.2	10	1	ПД-4
Асхана таратпасы	0.6	15	1	КС-24
Құрылыс базасы:	0.05	5	1	ВМ
- өндірістік ғимарат		288	1	12×24м

3 Жобалау алдындағы талдау(экономикалық көрсеткіштер)

3.1 Құрылыстың экономикалық тиімділігінің көрсеткіштері

Жасалған есептеулер нәтижесінде Қаратал өзеніндегі ГЭС каскадын салуға жұмсалған инвестициялық шығындар көлемі (ҚҚС 12 пайызды қосқанда) 17240,25 млн.теңгені құрайды [2].

Жобаны іске асыру кестесіне сәйкес құрылыс жылдары бойынша қаржыландыруды бөлу 7-кестеде көрсетілген:

7 Кесте – Құрылыс жылдары бойынша қаржыландыруды бөлу

Аты	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Барлығы
Қаржыландыруды бөлу, млн.теңге	1439	1540	1648	1763	1887	2019	2160	2311	2473	17240

Айналым қаражаты электр энергиясын өндірудің ерекшелігіне байланысты шикізат қоры, аяқталмаған өндіріс және дайын өнім қоры болмаған кезде елеусіз соманы құрайды. Есептеулер кезінде айналым қаражаты бір уақытта ағымдағы шығындардың 20 пайыз мөлшерінде алынады.

Құрылыс кезеңіндегі мақалаларға арналған инвестициялық шығындар дипломдық жұмыстың қосымшасында келтірілген.

3.2 Жылдық пайдалану шығындарының есебі

Пайдалану шығындарын есептеу үшін Алматы облысында – Қапшағай ГЭС-і мен Алматы ГЭС каскады аумағында жұмыс істеп тұрған су электр станцияларының есепті қаржылық көрсеткіштері талданды және ГЭС каскадының пайдалану шығындарын одан әрі есептеулерде аналог ретінде алынды [23-25].

Бұл ретте келесі көрсеткіштер түзетілді:

- ГЭС каскадының штат санына (60 адам) және орташа айлық жалақыға негізделген еңбекақы қоры қабылданды;

- әлеуметтік салық шегерімдері қолданыстағы заңнамаға сәйкес 2021 жылға қабылданған айлық есептік көрсеткіш бойынша жалақы қорынан 13 пайыз мөлшерінде есептеледі;

- негізгі қорлар құнының 1 пайыз мөлшерінде мүлік салығы қабылданды (есептеулерде пайдаланудың алғашқы бес жылындағы артықшылықтар ескеріледі);

- жер салығы Қазақстан Республикасының 2006 жылғы Салық кодексіне сәйкес өнеркәсіптік жерлерге орташа бонитет балы бойынша қабылданған – 1

ға үшін 3 мың теңге;

- суды пайдаланғаны үшін төлем өндірілген 1 кВт/сағ электр энергиясы үшін 16,2 теңге перспективалық тариф бойынша қабылданады;

- диспетчерлік қызметтер – 2021 жылға «KEGOC» АҚ белгілеген перспективалық тариф бойынша – 1 кВт/сағ үшін 78 теңге;

- амортизациялық аударымдар несиені өтеу кезеңінде табыс салығын төмендету мақсатында шегерім мөлшерлемесін нұсқалық талдаудан кейін 4 пайыз мөлшерлеменен алынды.

Толық игеру жылына ГЭС каскадын пайдалану шығындары 8-кестеде көрсетілген.

8 Кесте – ГЭС каскадын пайдалану шығындары

Атауы	млн.тг
Шикізат пен материалдарға кеткен шығындар	49,5
Электр энергиясы шығындары	47,3
Технологиялық жабдықтар мен көліктерді жөндеуге арналған қосалқы бөлшектер	9,0
Еңбекақы, оның ішінде әлеуметтік аударымдар. сақтандыру	108,1
	14,0
Ғимараттар, құрылыстар мен жабдықтардың тозуы (6%)	689,6
Күрделі жөндеуге амортизациялық аударымдар (К 0,09%)	16,6
Техникалық қызмет көрсету шығындары (К 0,05%)	9,2
Мүлік салығы (1%)	158,6
Жер салығы	0,7
Қызметтер және басқа да шығындар	29,7
Несие бойынша пайыздар	587
Өндіріс шығындары	1705

Қаражат ағымының жиынтық есебі есеп айырысу кезеңіндегі жобаның операциялық, инвестициялық және қаржылық қызметін көрсетеді. 9-кестеде құрылыс және пайдалану кезеңіндегі ГЭС каскадының қаражат қозғалысының жиынтық есебін көрсетілген. Кестеден 1-ГЭС-ты пайдаланудың басынан бастап және есеп айырысу кезеңінің келесі жылдарындағы нәтижесі он мәндерге ие екендігі келтірілген. Бұл кәсіпорынның қанағаттанарлық қаржылық-шаруашылық қызметін жүргізу мүмкіндігін білдіреді.

Есеп айырысу кезеңіндегі қорытынды көрсеткіштер 8-кестеде көрсетілген.

Кестеден шығатыны, есеп айырысу кезеңіндегі жалпы ақша ағыны он нәтижеге ие, бұл жобаның тиімділігін көрсетеді.

9 Кесте – Есеп айырысу кезеңіндегі қорытынды көрсеткіштер

Өнім атауы	Құны, млн.тенге
Ақша қаражатының түсімдері, оның ішінде:	113432
- сатудан түскен табыс	96191,8
- меншікті қаражат	8620,1
- несиелер	8620,1
Ақша қаражатының шығуы, оның ішінде:	69870
- құрылысқа инвестиция	17240,2
- айналым қаражаты	27,9
- жылдық қорлар	13050,3
- несие бойынша пайыздар	6427,0
- салықтар және ҚҚС	24504,5
- несиені өтеу	8620,1
ақша ағыны	43562

Жобаны іске асыру мерзімі қаржыландыруды жылдар бойынша бөлумен 2 жыл:

1-ші жылы – 893,00 млн теңге немесе 7,38 млн. АҚШ доллары;

2-ші жылы – 787,90 млн теңге, немесе 6,51 млн. АҚШ доллары.

3.3 Техничко-экономикалық көрсеткіштер

Шағын ГЭС ірі ГЭСтерге қарағанда құрылыс құнының құрылымымен ерекшеленеді. Шағын ГЭС-тер үшін технологиялық жабдықтардың құны құрылыс-монтаждау жұмыстарының құнымен салыстырмалы, кейде одан да асып түседі.

Жобаланатын су электр станциясын басқа электр станцияларымен экономикалық тұрғыда салыстыру кезінде көп жағдайда олар нақты көрсеткіштерді салыстыруға негізделеді, ал жылу электр станцияларымен салыстырғанда олар электр қуатын қосқанда су электр станцияларына нақты күрделі қаражаттар қарастырылады.

Шағын су электр станцияларының жылдық пайдалану шығындары жылу станцияларына қарағанда әлдеқайда төмен. Бұл жағдай жанармай шығындарының жоқтығымен, пайдалану, жөндеу және техникалық қызмет көрсету шығындарының төмендігімен, сонымен қатар шағын су электр станцияларының айтарлықтай ұзақ мерзімге пайдалануға болатындығымен түсіндіріледі.

Біздің жағдайдағы анықталған негізгі технико-экономикалық көрсеткіштер мен қаржылық есептердің нәтижелері 10-кестеде келтірілген.

10 Кесте – Каскад бойынша анықталған негізгі технико-экономикалық көрсеткіштер

Көрсеткіш тің атауы	Өл. бірл	Қаратал ГЭС-інің кеңейткен кейінгі өсуі	Қаратал ГЭС-2	Қаратал ГЭС-3	Қаратал ГЭС-4	Қаратал ГЭС-5	Қаратал ГЭС-6	Қаратал ГЭС-7	Қаратал ГЭС-8	Қаратал ГЭС-9	Қаратал ГЭС-10	Барлығы
Орнатылған қуаты	МВт	2	4.0	5.8	4.6	7.0	7.0	6.9	5.5	5.6	2.9	51.3
Кепілдендірілген қуат	МВт	-										1.0
Орташа жылдық электр энергиясын өндіру	МВт. сағ	5871	20710	30477	24400	37760	37115	34958	28070	28504	17680	265 545
ГЭС басшысы												
геодезиялық	м	45.7	20.0	30.0	25.0	40.0	40.0	35.0	30.0	30.0	35.0	
бағаланған	м	39.3	18.0	26.0	20.9	34.0	33.2	29.2	23.4	24.0	31.0	
ГЭС-тің болжалды шығыны	м ² с	30	28	28	26	26	26	28	28	28	11.0	
Құрылыстың болжамды құны	млн. АҚШ. долл	3.65	6.625	-	-	-	-	18.17	-	-	-	
арнайы капитал салымдары												
орнатылған қуатқа 1 кВт	дол./ кВт	1825	1731	-	-	-	-	2633	-	-	-	
- орташа жылдық электр энергиясын өндірудің 1 кВтсағ	дол./ кВт	0.62	0.33	-	-	-	-	0.52	-	-	-	

ҚОРЫТЫНДЫ

«Қаратал» өзені бойында салынған және салынатын каскадты шағын ГЭС-терді технико-экономикалық негіздеу келесі тұжырымдарды жасауға мүмкіндік береді:

- қазіргі уақытта салынып, пайдаланылып жатқан ГЭС-1, ГЭС-2, ГЭС-3, ГЭС-4-тері 80-94 ГВтсағ. көлеміндегі жылдық электр өнімін беріп, жұмыс істеп жатыр;

- каскадтың қалған ГЭС тері салынған жағдайда жылдық өнім 179 ГВтсағ.қа жететін болады;

- өзен бассейнінің теориялық гидроэнергетикалық ресурстары жоғары, су энергетикалық кадастры бойынша жылына 12951 ГВт/сағ бере алады;

- каскадтың екі учаскесінде де мини ГЭС тер құрылымы қарапайым және деривациялық типте қарастырылған, яғни су қоймасын салуды қажет етпейді. Сондықтан тұрғызуға кететін қаражат көлемдері аз, пайдалану шығындары жеке ГЭС термен салыстырғанда 20-25 пайызға төмен.

ҚАБЫЛДАНҒАН ҚЫСҚАРТУЛАР ТІЗІМІ

ГЭС – Гидроэлектростанция.
ЖШС – Жауапкершілігі шектеулі серіктестік.
МАЭС – Мемлекеттік аудандық электр станция.
ТЭН – Техничко-экономикалық негіздеу.
ҚҚС – Қосылған құн салығы.
СД – Су деңгейі.
ТБД – Төменгі бьеф деңгейі.
ПӘК – Пайдалы әсер коэффициенті.
ЖБ – Жоғарғы бьеф.
ТБ – Төменгі бьеф.
АТҚ – Ашық тарату құрылғысы.
ҚҚД – Қалыпты қолдау деңгейі.
ҚҚҚ – Құм-қиыршықтас қоспасы.
мБж – Балтық жүйесі бойынша метр.
БЖ – Беттік жылжымалы.
ҚК – Қауіпсіздік клапандары.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Қасымбеков Ж.Қ. Шағын гидроэлектростанцияларды жобалау және тұрғызу//Оқу құралы. – Алматы, ҚазҰТЗУ баспасы,2017. -183 бет.
- 2 Каратальские ГЭС-2,3,4 на реке Каратал // Общая пояснительная записка ТОО "Казгидро". -Алматы. - 102с.
- 3 Касымбеков Ж.К.,Искакова А.С. Использование малой ГЭС как источника альтернативного энергоснабжения //Вестник КазНТУ имени К.И.Сатпаева,№3. –Алматы,2013.с.25-28.
- 4 Гатилло С.П., Корбут О.Б. Гидроэлектростанции//Учебно-методическое пособие. — 2019. — 40 с.
- 5 Кажинский, Б.Б. Свободнопоточные гидроэлектростанции малой мощности / Б.Б. Кажинский. - М.: ЁЁ Медиа, 2013.
- 6 Васильев И.Е., Ключев Р.В., Гаврина О.А. Гидроэнергетика//Учебное пособие. – «Терек», 2016. – 106 с.
- 7 Гидротурбинное оборудование Малых ГЭС // www.magi.ru/component/
- 8 Патент РК№25130 (Казахстан). Малая деривационная гидроэлектростанция // Касымбеков Ж.К.,Касымбеков Г.Ж., Мырзахметов М.МБюлл.№12,2014. -3с.
- 9 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.
- 10 Губин, М. Ф. Отсасывающие трубы гидроэлектростанций / М.Ф. Губин. - М.: Энергия, 2014.
- 11 Касымбеков Ж.К., Касымбеков Г.Ж. Эффективный способ обеспечения малой ГЭС очищенной водой без отстойника// Журнал «Водное хозяйство Казахстана»,№10.-Астана,2013. С.35-39
- 12 Renewable energy technologies: cost analysis series, Hydropower, Volume 1: Power Sector Issue 3/5// International Renewable Energy Agency. - Abu-Dabi, June, 2012.
- 13 Создание опытной малонапорной гидротурбины и гидроциклонного узла для малой ГЭС (по программе «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан на2013-2017годы в рамках ЭКСПО-2017»)/ Касымбеков Ж.К.// Отчет о НИР (закл.) /КазНТУ, ГР 0114РК00007.-Алматы,2015.- 95с.
- 14 Типовая инструкция по эксплуатации гидротехнических сооружений гидроэлектростанций. П 79-2000. - М.: Энергия, Деметра, 2014.
- 15 Мырзахметов М.М., Касымбеков Г.Ж. Водоснабжение гидротурбин малых электростанций с использованием гидроциклона //Материалы Международной научно-технической конференции по водоснабжению и строительству. Киргизский архитектурно-строительный институт. – Бишкек,2013. – С. 35- 36.

16 Бучаева, С.А. Энергетическая безопасность и проблемы устойчивого развития малой гидроэнергетики в России: монография. / С.А. Бучаева. - Махачкала: ООО «Дагпресс Медиа», 2014. - 238с. – 14,5 п.л.

17 Касымбеков Ж.К., Алдияр С. Результаты испытание минигидро - электростанции антиабразивного исполнения в лабораторных условиях, «Евразийское Научное Объединение» Т. 2. № 3 (49). –2019.

18 Zhurinov M.Zh, Kasymbekov Zh.K., Kasymbekov G.Zh. Mastering and development hydropower in Kazakhstan // Of the academy of sciences of nhe republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences, №3(435), may-june 2019. –Almaty, NAS RK, 2019. –pp.219-224.

19 Касымбеков Ж.К., Атаманова О.В., Касымбеков Г.Ж. Гидроэлектростанция гидроциклонного типа малой мощности для локального энергообеспечения// Вестник НАН РК. – 2018. -№ 5. – С. 48-54. <https://doi.org/10.32014/2018.2518-1483>.

20 Касымбеков Ж.К., Особенности и параметры малой ГЭС с гидроциклоном, выставленная на ЭКСПО-2017//Журнал «Водное хозяйство Казахстана», Астана, 2017. - № 4 (77) - С.12-17.

А Қосымшасы

Каскад құрамындағы ГЭС-3 және ГЭС-4 гидростанцияларының энергетикалық параметрлері

ГЭС-3 және ГЭС-4 үшін есептік шығындар расталады, бұл ретте ГЭС-4 шығыны вегетациялық кезеңде ГЭС-4 арынды бассейнінен алынатын ирригациялық су жіберу шамасына азаяды.

Қаратал ГЭС каскадының су қабылдағышы тікелей бөлгіштің алдына МАЭС бұру арнасының оң жақ жағалау бөлігіне қосылады және қазіргі уақытта ГЭС-2 су қабылдағышы болып табылады. ГЭС-3 су тоғаны бөлгішке ГЭС-2 су бөлу арнасына, ал ГЭС-4 су тоғаны бөлгішке ГЭС-3 бөлу арнасына бекітіледі.

ГЭС-3 су қабылдағышынан су ені 6.0 м тік бұрышты қималы ашық деривациялық арна бойынша арынды бассейнге берілетін болады және толтыру 2.1 м ұзындығы-1 210 м көлбеуі 0.0006; қысым бассейніндегі судың белгісі тең 954.64 мБж. ГЭС-4 – те ені 6.6 м, ұзындығы 920 м, еңісі 0.0004 тік бұрышты қималы өздігінен реттелетін деривациялық арна; қысымды бассейндегі су белгісі (ҚҚД белгісі) тең 933.97мБж.

Қаратал ГЭС-3 бастапқы параметрлері төменде А.1 кестесінде келтірілген. ал ГЭС-4 параметрлері-А.2 кестесінде.

А.1 Кесте – Қаратал ГЭС-3 су энергетикалық есебі

Шығын (м ³ /с)	Қысым бассейніндегі СД белгісі	Тарату арнасындағы ТБД белгісі	Жоғалту h (м)	Қысымы ГЭС Н (м)
12.5	954.64	934.4	0.82	19.42
		933.73	0.5	20.41
		933.10	0.2	21.34

А.2 Кесте – Қаратал ГЭС-4 су энергетикалық есебі

Шығын (м ³ /с)	Қысым бассейніндегі СД белгісі	Тарату арнасындағы ТБД белгісі	Жоғалту h (м)	Қысымы ГЭС Н (м)
12.5	933.8	917.5	0.82	15.48
		917.1	0.5	16.2
		916.6	0.2	17

Электр энергиясының максималды айлық өндірісі бірдей және 5812 және 5813 мың квт/сағ құрайды, ал судың тиісті шығындары әртүрлі болды: 25.24 және 24.84 м³/с). Нәтижесінде, соңғы 10 жылда максималды шығын 25 м³/с аспағаны анықталды.

А Қосымшасының жалғасы

А.3 Кесте – ГЭС-3 тің су энергетикалық есебі

Аталуы	Бір.өл.	Айлар												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Тұрмыстық тұтыну (900мБж)	м³/с	7.12	6.07	6.32	21.0	46.5	65.3	64.2	42.5	16.0	12.0	9.84	7.10	24.9
Санитарлық су жіберу	м³/с	1.4	1.2	1.3	4.2	9.3	13.1	12.8	8.5	3.2	2.4	2.0	1.4	
Бос төгінді шығыны						11.8	24.9	23.0	6.1	0	0	-	-	
Ирригацияға жұмсалатын шығын	м³/с	0	0	0	0	0.45	2.32	3.35	2.87	1.38	0.8	0	0	
Шығын ГЭС	м³/с	5.7	4.9	5.1	16.8	25.0	25.0	25.0	25.0	11.42	8.8	7.87	5.68	
Белгі ЖБ	м	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	954.6	
Белгі ТБ	м	933.0	933.0	933.0	933.6	934.4	934.4	934.4	934.4	933.5	933.3	933.2	933.1	
Статикалық қысым	м	21.6	21.7	21.6	21.04	20.24	20.24	20.24	20.24	21.18	21.34	21.43	21.54	
Қысымды жоғалту	м	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	
Қысымы ГЭС	м	21.20	21.30	21.20	20.44	19.42	19.42	19.44	19.44	20.58	20.72	20.88	21.06	
A=9.81·ПӨК		8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	
Қуат ГЭС	МВт	1.0	0.9	0.9	2.9	4.1	4.1	4.1	4.1	2.0	1.5	1.4	1.0	
Сағат саны	сағ	744.0	672.0	744.0	720	744	720	744	744	720	744	720	744	
Әзірлеу ГЭС	МВтсағ	754.62	583.3	668.3	2073.8	3029.7	2931.9	3032.8	3032.8	1419.3	1137.8	992.6		20403.4

А Қосымшасының жалғасы

А.4 Кесте – ГЭС-4 тің су энергетикалық есебі

Аталуы	Бір.өл.	Айлар												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Тұрмыстық тұтыну (900мБж)	м³/с	7.12	6.07	6.32	21.0	46.5	65.3	64.2	42.5	16.0	12.0	9.84	7.10	24.9
Санитарлық су жіберу	м³/с	1.4	1.2	1.3	4.2	9.3	13.1	12.8	8.5	3.2	2.4	2.0	1.4	
Бос төгінді шығыны						11.8	24.9	23.0	6.1	0	0	-	-	
Ирригацияға жұмсалатын шығын	м³/с	0	0	0	0	0.45	2.32	3.35	2.87	1.38	0.8	0	0	
Ирригацияға жұмсалатын шығын						0.3	0.8	1.0	1.0	0.4	0.2			
Шығын ГЭС	м³/с	5.7	4.9	5.1	16.8	24.7	24.2	24.0	24.0	11.42	8.8	7.87	5.68	
Белгі ЖБ	м	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	933.9	
Белгі ТБ	м	916.7	916.6	916.7	917.2	917.5	917.5	917.5	917.5	917.1	916.8	916.7	916.6	
Статикалық қысым	м	17.2	17.3	17.2	16.7	16.4	16.4	16.4	16.4	16.8	17.1	17.2	17.3	
қысымды жоғалту	м	0.4	0.4	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.5	
қысымы ГЭС	м	16.8	16.9	16.8	16.1	15.58	15.65	15.65	15.65	16.2	16.48	16.65	16.82	
A=9.81·ПӘК		8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	
Қуат ГЭС	МВт	0.8	0.7	0.7	2.2	3.2	3.1	3.1	3.1	1.5	1.2	1.1	0.8	
Сағат саны	сағ	744.0	672.0	744.0	720	744	720	744	744	720	744	720	744	
Әзірлеу ГЭС	МВтсағ	591.6	458.0	523.2	1615.3	2374.8	2261.8	2317.8	2317.8	1104.8	894.9	782.7	589.6	15832

Ә Қосымшасы

ГЭС тің негізгі құрылғыларының түрлері мен орналасуы

ГЭС-3 және ГЭС-4 құрылыстары 14.7 га алаңға орналастырылады, учаскенің шығыстан батысқа қарай ұзындығы 3.2 км, аланның ең үлкен ені 88 м (станциялық торап) және ең азы 30 м (деривациялық арна).

Әр ГЭС бас жоспарының құрамында үш функционалды элемент бөлінеді: су алу торабы, деривациялық канал, станциялық торап.

Су жинау торабының аумағында алдыңғы ГЭС-тің бұру каналының бөлу бөлгішінің жоспарында қисық сызықты құйылмалы қабырғасы, пайдалану алаңы (торап құрылыстары бойында) және өткел көпірі бар шлюз-реттегіш болып табылатын су қабылдағыш орналастырылады. Қақпақтары мен механикалық жабдықтары бар шлюз-реттеуіштің кіру бөлігі қоршалады және F тең 100м² пайдалану алаңы орнатылады.

Деривациялық каналдың аумағында: каналдың өзі, ГЭС-2, ГЭС-3 және ГЭС-4 су жинау және станциялық тораптарын қосатын шаруашылықішілік пайдалану жолы орналасады.

Станциялық торап аумағында су таратқыштар, арналар және тарату құрылыстары жүйесі бар ГЭС ғимараты (қысымды бассейн, бұрғыш арна, су бөлгіш), сондай-ақ ГЭС – 3-те АТҚ-35кВ А-4-те АТҚ-110 кВ-да алаңы орналасқан.

Станциялық тораптың бедері Қаратал өзені алқабының террасасы және еңісі 1:3 дейін болып келеді. Жер бетіндегі биіктік айырмашылығы 1500 метр қашықтықта 21.1 метрді құрайды.

ГЭС алаңының бас жоспарын құру кезінде (черт. нөмері 11-2008-КЧ-1), басты міндет технологиялық жабдықты, яғни ірі габаритті ауыр салмақты көліктік тасымалдауды ұйымдастыру, сондай-ақ өрт қауіпсіздігін және барлық құрылыстарды пайдаланудың қалыпты жағдайларын қамтамасыз ету және қолданыстағы коммуникацияларды сақтау болды.

Станциялық тораптың аумағы транзиттік автожол және кенттік бөлік жағынан қоршалған. Ішкі өту жолдары мен бұрылу алаңшаларында цемент-бетон жабыны болады. Тік орналасу станция торабы мен АТҚ аумағының ауыспалы белгілерімен жобаланған.

Жобалауға арналған бастапқы деректер

Құрылыстың климаттық ауданы – III В

Ең суық бес күндік температура – 30°

III аудан үшін жел қысымы – 0.38КПа (38кгс/м²)

Қар жамылғысының салмағы – 1КПа (100кгс/м²)

Ауданның сейсмикалығы – 9 балл

Негізгі құрылыстардың капиталдық класы – III

Негіз топырақтарының беріктік көрсеткіштері – (малтатастар):

Қаратал ГЭС-3 және ГЭС-4 қысымсыз деривациясы бар деривациялық типтегі ГЭС-ке жатады.

ТЭП пысықтаулары бойынша Қаратал ГЭС-і Қаратал ГЭС каскадының

жоғарғы сатысы болып табылады.

ГЭС құрастыруының құрамында үш ірілендірілген элемент ерекшеленеді:

- су жинау торабы;
- деривациялық арна;
- станциялық торап.

ГЭС-3 және ГЭС-4 үшін барлық аттас тораптар ұқсас болып табылады.

Су жинау торабында Қаратал ГЭС шығыстарын қабылдау және Қаратал ГЭС-2 деривациялық каналына беру жүзеге асырылады және дәйекті түрде ГЭС-3 және ГЭС-4 есептік шығысы $25\text{ м}^3/\text{с}$.

Деривациялық арна каскад ГЭС-інің әрбір станциялық торабының қысымды бассейніне суды тасымалдауды жүзеге асырады. ГЭС-4 қысымды бассейнінде ирригациялық каналға су жиналады. Вегетативтік кезеңде суару үшін су көлемі $1\text{ м}^3/\text{с}$ жетеді.

Станциялық торапта турбиналық су таратқыштарға су алу, оны гидротурбиналарға беру, электр энергиясын өндіру және оны электрмен жабдықтау жүйесіне беру жүргізіледі.

Су жинау торабы (шлюз - реттегіш) жоғарғы орналасқан каскад ГЭС бұру арнасына оң жағынан жанасады және ең көп Шығысты өткізуге есептелген- $28\text{ м}^3/\text{сек}$. Су алу торабының негізгі бөлігі шлюз-реттеуші болып табылады.

Шлюз-реттегіш 3 аралықтан тұрады, 5 ЭВ электркөтергіштері бар БЖ $2.5\times 3\text{ м}$ үш бекітпемен жабдықталған.

Ысырмалардың алдында жөндеу бөгетінің ойықтары орнатылады. Жөндеу кезінде ойықтарға шандорлар орнатылады. Шлюз-реттегіш бұқалары бойынша автомобиль көпірінің аралығы ұйымдастырылады.

Реттегіштің өтпелі бөлігінің артында ұзындығы 11 м , қимасы $6\times 9.5\times 3\text{ м}$ арнаның бетон тікбұрышты аванкамерасы орналасқан.

Барлық реттегіш көтергіштер электрлендірілген және жергілікті және қашықтан басқарылады.

Пайдалану мақсатында реттегіш арқылы өтетін көпір қарастырылған. Қақпалары және механикалық жабдықтары бар шлюздің кіру басы қоршалған.

Ұзындығы 1210 м ГЭС-3 деривациялық каналы суды су қабылдағыштан қысымды бассейнге дейін тасымалдайды. Арна ені 6 м .

Арнаның бастапқы бөлімі (220 м) жазық аймақтағы өзеннен өтеді, содан кейін арна аңғардың баурайы бойымен арнайы кесілген сөреде өтеді.

Арна бір құрылымға біріктірілген L-тәрізді блоктардан жасалған. Типтік бөлімнің өлшемдері $16\times 6\times 2.7\text{ (3)}$.

Арна 2 бөлікке бөлінген: ұзындығы ПК-0 8 тең 1100 м болатын бірінші бөлімде $16\times 6\times 2.9$ өлшемді бөлімдерде жасартылған I-типті Г блоктар қолданылды. Ұзындығы 110 м деривацияның екінші учаскесі көлемі $16\times 6\times 3.4$ секцияда омонолданатын тип - 2 Г-тәрізді блоктарды қолдана отырып

орындалады. Мұндай бөлу ГЭС-3 қысымды трактісіндегі авариялық жағдайлар кезінде тірек учаскесінде арнаның толып кетуінің алдын алу қажеттілігінен туындаған.

Арнаның көлбеуі-0.0006 топографиялық жағдайларға байланысты қабылданды.

Арна трассасы бойынша нөсерлі сулар жиналатын жерлерде (жыраларда) нөсерлі су арналары қарастырылған, ал таулы бөліктен тау жырасы орнатылады.

Деривациялық каналдың бойында қатты жабындысы бар пайдалану жолы жобаланған, жүру бөлігінің ені – 4.5 м.

Ұзындығы 920 м ГЭС-4 деривациялық арнасы құрылысы мен төсеу тәсілі бойынша ГЭС-3 арнасына ұқсас.

Әрбір каскад ГЭС станциялық торабының құрылыстарының құрамына: қысымды бассейн, қысымды турбиналы су таратқыштар; ГЭС ғимараты, бұру арнасы және ашық тарату құрылғысы (АТҚ) кіреді. Барлық құрылыстарға пайдалану кіреберістері қарастырылған.

Қабылданған орналасу Қаратал өзеніне су құя отырып, ГЭС жұмысын және келесі ГЭС сатысын, ал ГЭС-4 тегеурінді бассейнінен ирригациялық каналға да су беруді қамтамасыз етеді.

Қысым бассейнінің мақсаты-қысымсыз деривацияны қысымды турбиналық су өткізгіштермен ұштастыру.

ГЭС-3 арынды бассейнінің құрамына: аванкамера, арынды құбырлардың су қабылдау камералары, ГЭС су қабылдағышы, шугосброс, аванкамераға кіре берісте - бүйірлі суағар, жуу галереясы, босағаның су қабылдағышы, босағаның, механикалық және жүк көтергіш жабдық кіреді.

Қысым бассейнінің орналасуы жергілікті топографиялық жағдайлармен анықталды. Сайттың шектеулі болуы және ағынның бағытын өзгерту қажеттілігі аванкамераның су қабылдағыштардың алдыңғы жағымен 159 градус бұрышпен жұптасуын анықтады.

Аванкамераның деривациялық каналмен түйісуі жоспарда шамалы кеңейтумен орындалды (6м-ден 8.6 м-ге дейін).

Оң жағынан аванкамераға бос ағызудың бас бөлігі және жұқа қабырғасы / тең 40 м Автоматты суағар жапсарласады, 0.50 м құю қабаты 28 м³/сек ағынның өтуін қамтамасыз етеді. Аванкамераның шығыс бөлігінде 2×3 м тесік бар, ол шұңқыр мен мұзды бос төгуге жіберуге арналған қос жалпақ жапқышпен жабылған. Шуганың тесігіне жеткізу үшін шугу кезеңінде алмалы-салмалы науа орнатылады.

Соңында аванкамера су қабылдағышпен (159 градус бұрышта) жұптасады.

Су қабылдағыштың өлшемі 3×5 м болатын екі камера және қысым құбырларына тегіс қосылатын 3×2.5 м екі су қабылдайтын тесік бар.

Су қабылдағыштың камералары екі қатарлы ойықтары бар бұқамен

бөлінген.

Ойықтардың бірінші қатары жөндеу қақпаларын орнатуға арналған, екіншісі – көкжиекке 77 градус бұрышпен орнатылған қоқыс ұстайтын торларға арналған.

Әрі қарай, Жеке электр жетектерімен жабдықталған ҚК 3×2.5×4 типті ГЭС су қабылдағышының жұмыс қақпалары орнатылады.

Қоқыс ұстайтын торлар мен шандорларға қызмет көрсетуге арналған көтергіш-көлік жабдығы ретінде арнайы конструкцияға орнатылған электр сөрелері қабылданды.

Су қабылдағыш камерасының табалдырығының алдында бос төгіндіге кездейсоқ төгінділерді бұру үшін түптік галерея қарастырылған.

Қысым бассейнінің осі бойынша ұзындығы 43.5 м, су қабылдау камераларының ұзындығы 8 м, қысым бассейнінің тереңдігі-5.0 м. Су қабылдағыштардың шеті бойынша ені-8.5 м.

Қысым бассейні тік қабырғалары бар бүйірлік темірбетон құрылымы түрінде жасалады.

Қысым бассейнін тік байланыстыру гидравликалық есептеулердің нәтижелері бойынша жүзеге асырылады.

ҚКД бассейнінің есептік белгісі тең 954.64 мБж, ал максимум-955.14 мБж, бұл 28м³/сек Автоматты ағызудың максималды толып кетуіне сәйкес келеді. Суағар барлық агрегаттарды тоқтатқан кезде ГЭС-тің есептік шығынын өткізуге есептелген. Дренаждағы қысым-0.50 м. Бұл мән туынды арнада ұзындығы 400 м рұқсат етілген тіректі тудырады.

Су қабылдау саңылаулары деривациялық арнадағы ең төменгі тереңдікке сәйкес келетін су қабылдағыштың жанындағы су белгісі кезінде құбырға ауаның сорылуына жол бермеу жағдайына сүйене отырып, 1.7 м шамаға тереңдетілген.

ГЭС-4 арынды бассейнінің құрамына: аванкамера, арынды құбырлардың су қабылдау камералары, ГЭС су қабылдағышы, ирригациялық каналдың су қабылдағышы, механикалық және жүк көтергіш жабдықтар кіреді.

ГЭС-4 арынды бассейнінің конструкциясы мен жабдығы ГЭС-3 арынды бассейніне ұқсас.

ГЭС-3 және ГЭС-4 арынды су таратқыштары ұқсас және темірбетонды болып қабылданған.

Құрылыс шарттары: сейсмикалығы 9 балл және беткейдің еңісі-10°.

Турбиналық су құбыры 2.4×2.2 м тікбұрышты қимасы бар екі нүктелі бетон құбыры түрінде қабылданады, құбыр қабырғасының қалыңдығы 0.5 м және қалыңдығы 0.7 м плитаның негізі.

Диаметрі 2.2 м болатын екі болат құбырдың нұсқасымен салыстыру жүргізілді. Осы нұсқаларды техноэкономикалық салыстыру нәтижелері бойынша олардың тиімділігі шамамен бірдей болды.

Тапсырыс берушінің қалауы бойынша бірінші нұсқа қабылданды.

Құбырлар 21.6 м арқылы температуралық-шөгінді тігістері бар жартылай ойыққа-жартылай құйма төселді. ГЭС-3 құбырының ұзындығы 91.5 м, ал ГЭС-4 – 91.5 м қабылданды.

Құбыр астындағы жер беті жоспарланған және түбінде қалыңдығы 15 см болатын ҚҚҚ қабаты бар.

Үйінді беткейлері шөп егумен нығайтылған.

ГЭС-3 босағасы көлемі 2×2.2 м монолитті блоктардан жабық түрде орындалған.

Ағызу басы қысым бассейнінің су қабылдағышымен бір блокта жасалады. $28 \text{ м}^3/\text{сек}$ есептік Шығысты өткізу кезінде 0.50 м құю шегінің үстіндегі есептік қысым. Бұру орының еңісі i тең 0.0018, меншікті шығыны q тең $10 \text{ м}^3/\text{сек}$. Төменгі бьефте бос лақтыру ГЭС-3 бұру арнасының аванкамерасымен түйіседі.

Энергияны сөндіру аванкамерадағы су құдығында жүзеге асырылады.

ГЭС-4-те бос төгінді қарастырылмаған.

ГЭС-3 су бөлгіші ГЭС-3 төменгі бьефінің шығыстарын ауыстыруға және ГЭС-4-ке су беруге немесе Қаратал өзеніне ағызуға арналған.

Су бөлгішке су не ГЭС-3 бұру арнасынан, не бос су бұру арқылы беріледі.

Су бөлгіш тұрақты емес пішінді резервуар түрінде монолитті темірбетоннан жасалған, оның екі жағында 2.5×3 м өлшемді 3 аралық тесіктер бар, олар PS 2.5×3 қақпақтарымен жабылған. Жапқыштар бөлгіштің ішкі жағынан қысымды қабылдайды.

Қаратал өзенімен су бөлгіш ұзындығы 91 м трапецеидалды каналмен түйіседі, еңістері 1:1.5. Арна жұптастыру құрылғысымен аяқталады.

ГЭС-3 және 4 - ГЭС ғимараттары ГЭС-2 ғимаратына ұқсас және жер үсті типінде қабылданған. Ғимаратта машина залы, монтаждау алаңы және қосалқы жабдық үй-жайлары бұғатталған.

ГЭС ғимаратының жоғарғы құрылысы мен жер асты бөлігі бар. Отқа төзімділігі бойынша жоғарғы құрылым III-A дәрежесіне, өрт қауіптілігі санатына жатады-Д. жер асты бөлігі отқа төзімділіктің II дәрежесіне –д.

Негізгі құрылыс шешімдері материалдарды, бұйымдарды, конструкцияларды қолдануға арналған техникалық шарттарға сәйкес қабылданды.

ГЭС ғимаратының жер асты бөлігі көмекші жабдықтарды және гидротурбиналардың ағынды бөлігін орналастыруға арналған үй-жайлары бар бірыңғай монолитті ұяшықты конструкция түрінде орындалған.

Турбиналардың сору құбырлары шығуында жөндеу ысырмаларының ойықтары орнатылған бұқалармен бөлінген.

Сору құбырының артында шығару каналымен қажетті жұптасуды қамтамасыз ететін аванкамера бар.

Б Қосымшасы

Технологиялық құрылғылар

Негізгі гидрокүшейткіш жабдықтар. ГЭС-3 және ГЭС-4 ғимараттарында ПР20-140 типті турбиналары бар екі тік гидроагрегаттан орнатуға қабылданған. 2.1 МВт гидроагрегаттың белгіленген қуаты 19.8 есептік қысымда (нетто) және 12.5 м³/сек есептік шығында қамтамасыз етіледі.

Гидроагрегатқа су бетон спиральды камерамен қосылатын 2.4×2.2 қимасы бар қысымды темірбетон су өткізгішпен жеткізіледі. Спиральды камера статорға қосылған. Спираль мен статор бағыттаушы құрылғы мен доңғалақтың кіреберісіндегі ағынның осьтік симметриясын қамтамасыз етеді.

Бағыттаушы аппарат реттеуші және бекіту органының функцияларын орындайды.

Иілген гидротурбинаның сору құбыры.

Қаратал ГЭС-3 және ГЭС-4 арналған гидроагрегаттар "Sunny Hydro-Power Equipment Corporation" Қытай фирмасымен жасақталып, жеткізілуде.

Турбина-Каплан тік турбинасы, диаметрі ҚР – 1.4 м.

Бағыттаушы аппаратқа мыналар кіреді:

- жұмыс дөңгелегінің Болат, механикалық дәнекерленген қаптамасы;
- болат, механикалық дәнекерленген алынбалы қаппак, бұл доңғалақты және тірек мойынтіректерді орнатуға мүмкіндік береді;
- бағыттаушы жауырындар.

Бағыттаушы күректер орындалған құйылған тот баспайтын болаттан жасалған.

Цапф осі жабу кезінде қалған моментті сақтау үшін бағыттаушы пышақтарда орналасқан. Бағыт пен тығыздық қола сақиналарында орналасқан сақина тәрізді тығыздағыштармен қамтамасыз етіледі.

Реттеу сақинасы тартқыштар мен тұтқалардың көмегімен бүкіл бағыттаушы аппараттың синхронды жұмысын қамтамасыз етеді. Эксцентрлік осьтер мен тартқыштардағы шар тіректері орталықтандыру мен ұзындықтың ақауларын толтырады.

Сыртқы заттың әсерінен пайда болған пышақтар жабылмаған жағдайда айтарлықтай зақым келтірмеу үшін есептелген ығысу осі тұтқалармен байланысты қамтамасыз етеді.

Жылжымалы мойынтіректермен басқарылатын реттеу сақинасы гидравликалық цилиндрмен басқарылады.

Доңғалақ тұрады:

- болат құйылған күпшек;
- қозғалмайтын болат қалақтар, тот баспайтын болаттан жасалған;
- концентраторлы төсеу.

Доңғалақ моделі келесі функциялар негізінде есептеледі және таңдалады:

- гидравликалық сипаттамалары;
- айналу жылдамдығы;
- қысым;

Б Қосымшасының жалғасы

- су шығыны;
- су сапасы;
- кавитация қаупі.

Пышақтардың осьтері мен доңғалақ торлары алдын-ала өңделген, пышақтар құмдалған және хабқа бекітілген, содан кейін доңғалақ диаметрі бойынша калибрленген және теңдестірілген.

Жетекші білік арнайы болаттан жасалған және өңделген.

Хаб, білік және редуктор бұрандалы қосылыммен байланысты.

Доңғалақтың үстінде орналасқан Болат подшипникте антифрикциялық металл бар және майлы тығыздағышпен қорғалған. Майлау май сорғымен жүреді.

Сору құбыры толығымен бетоннан турбинаны өндірушінің сызбасына сәйкес жасалады. Ол барынша пиллинг шектеу және кавитация шектеу үшін, дөңгелектің розеткаға су кинетикалық энергиясы бір бөлігін қалпына келтіру үшін әзірленген.

Техникалық деректер:

Түрі – Каплан;

Доңғалақ осі – Тік;

Саны – 2 қосу2;

Қысымы – 19.8м;

Су шығыны – 12.5м³/сек;

Номиналды жылдамдығы – 375 об/мин;

Турбина білігінің қуаты – ~ 2143 кВт.

Б.1 Кесте – Пайдалы әсер коэффициенті

Шығын %	100	90	80	70	60	50	40	30	20
ПӘК	88.3%	88.6%	88.9%	88.6%	88.3%	87.7%	86.8%	84.0%	77.5%

Негізгі өлшемдері. Бағыттаушы аппарат:

Бағыттаушы қалақтардың саны – 19;

Бағыттаушы қалақтардың материалы – 280-480 м;

Бағыттаушы қалақтардың биіктігі – 680 мм;

Жұмыс дөңгелегі:

Пышақтар саны – 5;

Дөңгелектің диаметрі – 1400 мм;

Материалдар – 280-480 м;

Жетекші білік:

Білік диаметрі – 250 мм;

Материалдар – ХС38 / 42CD4;

Мойынтірек:

Түрі – Антифрикциялық металмен;

Диаметрі – 260 мм;

Салқындату түрі – Ауа немесе су;

Турбина реттегіші:

Реттегіш түрі YТ-3000.

Гидравликалық бөлік. Реттегіш бір басқару тізбегінен тұрады.

Бағыттаушы аппараттың басқару тізбегі:

- май сорғыш;
- қауіпсіздік клапаны;
- электр жетекті клапандар;
- май сүзгісі секіргішпен;
- қысым датчиктері;
- кесу клапаны;
- гидроцилиндр;
- қауіпсіздік құрылғысы (батарея).

Электр бөлігі. Жабдық болат корпусында орналасқан ($H \times L \times P$ тең $1200 \times 1000 \times 200$) RAL 7032 түсі.

Келесі элементтерді қамтиды:

- автоматты бағдарламалау;
- параметрлерді енгізуге және деректерді көруге мүмкіндік беретін диалогтық экран;
- командалық батырмалар (мотор, электрклапандар);
- АС и СС;
- гальваникалық оқшаулағыштар 4-20мА;
- кіріс / шығыс мониторлары;
- жергілікті бақылауға арналған қосқыштар.

Деректерді өлшеу:

- 2÷4 механикалық бөліктердің орналасуын өлшеу;
- 1 белсенді қуатты өлшеу;
- 2 индуктор өлшемдері;
- Су деңгейін 2 өлшеу (дейін және кейін);
- 2 кіру V_{ac} .

Сипаттамалары:

Реттегіш түрі – YТ-3000;

Саны – 2 қосу 2;

Басқару тізбегі – Қалақтар бағыттаушы аппарат;

Номиналды жұмыс қысымы – 30 бар, 150 бар;

Сервомотор жүрісі – TBD;

Серво-қозғалтқышының поршөныінің диаметрі – TBD;

Резервуардың көлемі – 80 л;

Батарея көлемі – TBD;

Гидронасостың өнімділігі – TBD;

Гидронасосстың номиналды қысымы – 200 бар;

Ашу/Жабу уақыты(T_8 қосу T_0) – Реттелетін.

Гидравликалық бөлік.Бағыттаушы аппараттың басқару тізбегі. Май сорғысы батареядағы қысымның минималды деңгейін сақтайды.Электр клапандарынан қоректенетін гидравликалық цилиндрлер реттелетін сақинаның көмегімен бағыттаушы пышақтарды ашады және жабады.

Жүздерді басқару тізбегі. Электр клапанынан қуат алған гидравликалық цилиндр басқару бағанының көмегімен пышақтарды ашады және жабады.

*Жұптастыру.*Бағыттаушы аппараттың басқару тізбегінің және жұмыс доңғалағының қалақтарын басқару тізбегінің әрекеттері басқарудың электронды жетегімен (немесе механикалық байланыс камерасымен) байланысты.

*Қауіпсіздік.*Токты ажырату кезінде бағыттаушы аппарат турбина-генераторлық агрегаттың үдеуін болдырмау үшін аккумулятордың қысымымен жабылады.

Гидравликалық соққыны жеңу үшін алдын-ала реттелген бөлім бағыттаушы машинаның баяу жабылуын бақылайды.