

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Аманбаев Айтұмар Айбарұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирняны есептеу жобасы

5B071700 – «Жылу энергетикасы»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАКОНУ А ЖІБЕРІЛДІ
НАО «КазНТУ им. К.И. Сәтбаев» кафедрасы меңгерушісі
Институт энергетикасы, профессор
и машиностроения Е.А. Сарсенбаев
«19» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирняны есептеу жобасы»

5B071700 - «Жылу энергетикасы»


Орындаған

Аманбаев А.А.

Пікір беруші
PhD докторы, қауым., профессор

Ғылыми жетекші
PhD докторы, қауым., профессор

 Б. Онгар

 Д.Р. Умышев

(колы)
«18» 05 2022 ж.

(колы)
«18» 05 2022 ж.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
18.05.2022





Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5B071700 – Жылу энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы,

қауым., профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 24 » 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Аманбаев Айтұмар Айбарұлы

Тақырыбы: Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирняны есептеу жобасы

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ

бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі « » мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Алматы ЖЭО-2 туралы ақпарат жинау;

б) БГЖЭС үшін қосалқы қондырғыларды таңдау;

в) ЖЭО-ның жылу схемасын есептеу;

г) Градирня есептеу және жаңарту;

д) Жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу;






Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдта көрсетілген.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 9 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Алматы ЖЭО-2 туралы ақпарат жинау	01.03.22	тоқ
ЖЭО-ның жылу схемасын есептеу	15.03.22	тоқ
Градирня есептеу және жаңарту	29.03.22	тоқ
Экономикалық тиімділігін есептеу	25.04.22	тоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Алматы ЖЭО-2 туралы ақпарат жинау	Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор	01.03.22	
ЖЭО-ның жылу схемасын есептеу	Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор	15.03.22	
Градирня есептеу және жаңарту	Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор	29.03.22	
Экономикалық тиімділігін есептеу	Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор	25.04.22	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	19.05.2022	

Ғылыми жетекші _____  _____ Д.Р. Умышев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____  _____ А.А. Аманбаев
(қолы)

Күні _____ « 19 » маусым 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ және ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ Қ.И. СӘТБАЕВ
атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ШІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Аманбаев Айтұмар Айбарұлы

5B071700 - «Жылуэнергетика» мамандығы

Тақырыбы: Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирняны есептеу жобасы

Диплом қорғаушы студент Аманбаев Айтұмар қорғауға ұсынылып отырған жұмысты орындауға уақытында кірісті. Дипломдық жоба Алматы ЖЭО-2 техникалық сумен жабдықтау жүйесін жаңғыртуды көздейді, сондай-ақ ЖЭО жылу механикалық есебі жүргізілді және градирня қайта құруы қарастырылды.

Аманбаев Айтұмар ерекше тапқырлықпен және материалдармен жұмыс істей білуімен ерекшеленді. Студент университетте өткен тақырыптар бойынша өз білімдерін есептеулерде көрсете алды.

Дипломдық жұмыс оқу жұмыстарын ресімдеуге қойылатын ГОСТ талаптарына сәйкес жасалды.

Дипломдық жоба талаптарға сай, өзекті және практикалық маңызы бар, дипломдық жоба 75% "жақсы" бағасына орындалған, ал дипломант Аманбаев Айтұмар Айбарұлы "5B071700 – Жылуэнергетикасы" мамандығы бойынша "бакалавр" академиялық дәрежесін беруге лайық.

Ғылыми жетекші
PhD қауымдастырылған профессор



КОЛЫ

Д.Р. Умышев

«18» мамыр 2022 жыл



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ Қ.И. СӘТБАЕВ
атындағы ҚАЗАҚ ҮЛГІТІК ТЕНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

СЫН – ПІКІР

Дипломдық жұмыс

Аманбаев Айтұмар Айбарұлы

53071700 - «Жылуэнергетика» мамандығы

Тақырыбы: Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирняны есептеу жобасы

ЖОБАҒА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Аманбаева Айтұмар диплом жұмысында пайдалы ақпарат пен жақсы схемаларды дайындаған.

Дипломдық жұмысты орындау кезінде студент дұрыс және пайдалы әдебиеттерді қолданды, сонымен қатар ақпаратпен жұмыс істеу қабілеті мен шеберлігін көрсетті.

Дипломдық жобаны Аманбаев Айтұмар өз бетінше орындады. Атап айтқанда, АТЭЦ-2 жылу есебі жүргізілді, онда режимдер бойынша жылу жүктемесі есептелді. Желдеткіш градирняларының жылу және аэродинамикалық есебі жүргізілді. ЖЭО-2 ластанудың негізгі көздері-цехтардың зиянды шығарындыларын есептеу жүргізілді. Экономикалық бөлімде Алматы ЖЭО-2 градирняларын жаңғыртуға капитал салу айқындалды.

Жұмыста материалдардың қосымшада толық көрсетілмеген және есептердің графикалық негіздемесі жеткіліксіз.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University «Жылуэнергетикасы» мамандығы бойынша түлегі Аманбаев Айтұмар Айбарұлы «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, дипломдық жоба талаптарға сай, өзекті және практикалық маңызы бар.

Сын - пікір беруші:
Логистика және көлік академиясы,
PhD докторы, қауым., профессоры



Б. Онгар



мамыр 2022 жыл



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аманбаев Айтұмар Айбарұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирияны есептеу жобасы

Научный руководитель: Диас Умышев

Коэффициент Подобия 1: 3

Коэффициент Подобия 2: 0.7

Микропробелы: 5

Знаки из других алфавитов: 71

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Фондизм 1 значите

Дата

Заведующий кафедрой *Саралбайба*



Ср

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аманбаев Айтұмар Айбарұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Алматы ЖЭО-2 жаңарту және градирияны есептеу жобасы

Научный руководитель: Диас Умышев

Коэффициент Подобия 1: 3

Коэффициент Подобия 2: 0.7

Микропробелы: 5

Знаки из здругих алфавитов: 71

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: *дәтүрлі*

Дата *19.05.2022*



Умышев Д.Р.
проверяющий эксперт

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста Алматы ЖЭО-2 өнімділігін арттыру жолдары және техникалық сумен жабдықтау жүйесінің электр энергиясын өндіру тиімділігін арттыру мүмкіндігі қарастырылды. Градирняны жаңғырту тәсілі қарастырылды және ЖЭО-ның негізгі жылу схемасы есептелді. Экономикалық бөлімде градирня элементтерін жаңартуға ақша қа есептелді. Градирняларды жаңғыртудың өтелімділігіне талдау жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассмотрены пути повышения производительности Алматинской ТЭЦ-2 и возможности повышения эффективности производства электроэнергии системой технического водоснабжения. Также был рассмотрен способ модернизации градирни и рассчитана основная тепловая схема ТЭЦ. В экономической части рассчитывались затраты и доходы на обновление элементов градирни. Проведен анализ окупаемости модернизации градирен.

ANNOTATION

This graduation project considers the ways of increasing the productivity of the Almaty CHP-2 and the possibilities of increasing the efficiency of electricity production by the technical water supply system are considered. The method of modernization of the cooling tower was also considered and the main thermal scheme of the CHP was calculated. In the economic part, the costs and revenues for updating the elements of the cooling tower were calculated. The analysis of the payback of modernization of cooling towers is carried out.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Станция мен жабдықтардың сипаттамасы	8
1.1 ЖЭО туралы негізгі мәліметтер	8
1.2 Градирнялар	9
1.3 ЖЭО негізгі және қосымша жабдықтары	9
1.4 Принципті жылу схемасының сипаттамасы	12
1.4.1 Турбоқондырғы Т-110/120-130-5	12
1.4.2 ПТ-80/100-130/13 турбины	14
1.4.3 Р-50-130/13 турбоагрегаты	15
2 Жылу механикалық бөлік	16
2.1 ЖЭО-2 негізгі жылулық схемасын есептеу	16
2.1.1 Турбинаның жоғарғы және төменгі жылулық іріктеулерінде бу қысымын анықтау	20
2.1.2 Үздіксіз үрлеу сепараторын есептеу	22
2.1.3 Қосымша судың мөлшерін анықтау	24
2.1.4 Шикі су жылытқышын есептеу	24
2.1.5 Желілік су жылытқыштарын есептеу	25
2.1.6 Регенеративті қыздырғыштарға бу шығынын анықтау	26
3 Градирня есептеу жобасы	29
3.1 ЖЭО техникалық сумен жабдықтау жүйесі	29
3.1.1 Тікелей ағынды сумен жабдықтау жүйесі	29
3.1.2 Салқындату тоғандары бар айналмалы сумен жабдықтау жүйесі	30
3.1.3 Градирня айналмалы су жүйесі	30
3.1.4 Су тарату жүйесі	32
3.1.5 Суару құрылғылары	32
3.2 Есептеу	33
4 Экономика бөлімі	39
4.1 Бастапқы мәліметтердің анықтамасы	39
4.2 ЖЭО энергиясының жылдық қорын анықтау	39
4.3 Жылдық эксплуатациялық шығындарды анықтау	40
4.3.1 Амортизациялық аударымдарды есептеу	42
4.3.2 Жөндеу жұмыстарына арналған шығындарды есептеу	43
4.3.3 Шығарындылар үшін төлемді есептеу	43
4.3.4 Жалпы станциялық және цех шығыстары	44
4.4 Энергиямен жабдықтаудың өзіндік құнын есептеу	44
4.5 Қызметтік сумен жабдықтау жүйесін жетілдірудің техникалық-экономикалық негіздемесі	45
Қорытынды	47
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	48

КІРІСПЕ

Кез келген мемлекеттің басты міндеттерінің бірі – өзінің энергетикалық кешенін қолдау және дамыту. Жыл сайын штаттағы халық саны артып, жаңа үйлер мен кәсіпорындар салынуда. Технологияның қарқынды дамуы жылу мен электр энергиясын тұтынуды арттырады. Бұл мәселелер энергия ресурстарын үнемдеу және энергия өндірісінің тиімділігін арттыру мәселелерін тудырады. Сондай-ақ, энергетиканы дамытудың маңызды векторы өндірістік процестердің қоршаған ортаға әсерін азайту болып табылады.

Дамушы және бәсекеге қабілетті ел ретінде Қазақстан үшін энергия үнемдеу, өндірістің технологиялық процестерін жетілдіру саясатын жүргізу үлкен қызығушылық тудыратынын жоққа шығаруға болмайды. Статистика ресурстардың орасан зор шығынға ұшырайтынын көрсетеді.

Көптеген станциялардың энергетикалық жабдықтары бастапқыда өндіруші белгілеген ресурстан асып түсті. Осыған байланысты, ескірген жабдықтың отын шығынының үлестік мәндері заманауи қондырғылардың құнынан кемінде 20% асып түседі.

Сонымен қатар, елдің халық шаруашылығы мен мәдениетінің даму деңгейінің маңызды көрсеткішінің бірі бұл бір адам тұтынатын электр энергиясының жылдық өндірілуі болып табылады.

Қазақстанның барлық электр станцияларының электр энергиясының жалпы өнімділігі шамамен 19 ГВт-қа жетеді. Бірақ электр станцияларының басым көпшілігінің өнімділігі белгіленген көрсеткішке жетпейді. Қазақстандағы электр энергиясын өндіру көздері:

- ЖЭС (жылу электр станциялары);
- КЭС (конденсациялық электр станциясы);
- ЖЭО (жылу электр орталықтары);
- ГТЭС (газ турбиналық электр станциясы);
- СЭС (су электр станциялары).

Көмір жағу арқылы Қазақстан Республикасында электр энергиясын өндіру шамамен 70%, судың потенциалдық энергиясы - 17%, газды жағу - 9%, мұнайдан - 4% құрайды.

1 Станция мен жабдықтардың сипаттамасы

1.1 ЖЭО туралы негізгі мәліметтер

Алматы ЖЭО-2 Алматы қаласының орталықтандырылған жылу аймағындағы негізгі жылу көздерінің бірі болып табылады және бірыңғай энергетикалық жүйені электрмен қамтамасыз етеді. Жылу ЖЭО-дан ыстық су түрінде тікелей желілік су ЗТК Ду 800 мм және Ду 1000 мм деген екі жылумагистралі арқылы беріледі. Ыстық сумен жабдықтау жүйесі ашық. Жылыту режимінде жылу берудің нақты температуралық графигі 126/135°C, жазда - 70°C. ЖЭО-да негізгі отын ретінде Екібастұз және Қарағанды көмірлері жағылады. Бұл көмірмен жұмыс істейтін ЖЭО-2 АҚ электр қуатының Қазақстанның оңтүстік аймағында бәсекеге қабілетті болуына мүмкіндік береді. Жетіспейтін оңтүстік аймақтағы ЖЭО-2-ден қосымша электр энергиясын өндіру конденсат түзілуінің ұлғаюымен отынның үлестік шығынының шамалы өсуіне қарамастан, солтүстіктен тасымалдауға шығындар мен шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Түтін газдары биіктігі 129 метр екі мұржа арқылы шығарылады.

Алматы ЖЭО-2 жеті негізгі функционалдық жүйені қамтиды:

- Электр қазандықтары, бу турбиналары және жылу жабдықтары бар бас ғимарат;
- Жылыту жүйесін және қазандықты қоректендіру үшін суды химиялық өңдеу;
- Жанармай үнемдеу;
- Салқындату жүйесі;
- Күлді және қожды кетіру жүйесі;
- Сорғы станцияларының кешені;
- Технологиялық құбырлар кешені.

ЖЭО-2 Алматы қаласынан 25 шақырым жерде, Талғар өзенінің алабында, Іле Алатауының етегінде орналасқан Талғар жерасты су жинауынан суын тұтынушы болып табылады. Су қазандықтарды, жылу желілерін, техникалық сумен жабдықтау жүйелерін, өртті сөндіруге және жеке қажеттіліктерге қолданылады.

ЖЭО-2-де қолданылатын техникалық сумен жабдықтау жүйесі айналмалы жүйе болып табылады. Техникалық су әрқайсысы 648 м² суару алаңы бар алты желдеткіш градирнямен салқындатылады.

ЖЭО-2 күл-қож шығару жүйесі аралас-айналмалы, гидравликалық, күл мен қожды бірлесіп жою және күл-қож қалдықтарын гидравликалық қоймалаудың №1 күл үйіндісінде қоймалау; №2 күл үйіндісінде құрғақ қоймалау.

Электр қуатын шектеу себептерінің бірі турбиналық өндіруден жылуды жеткіліксіз тұтыну, сонымен қатар сапасы нашар жобаланбаған отынды жағу болып табылады – Екібастұз көмірі (жоба бойынша-Қарағанды).

ЖЭО-2 жылу қуаты 1411 Гкал/сағ, электр қуаты – 510 МВт.

1.2 Градирнялар

Алматы ЖЭО-2-де $D = 10,4$ м желдеткіштері бар желдеткіш салқындату мұнараларын орнатумен айналмалы сумен жабдықтау жүйесі қабылданды. Айналымдағы су конденсаторлардан кейін айналым сорғыларының сору құбырларына түседі, ол жерден $D_{\text{у}}=1600$ айналмалы су өткізгіштер арқылы градирняларға айдалады. Қыста айналым суы турбиналық конденсаторларға берілмейді немесе ең аз мөлшерде өндіріледі. Салқындату мұнарасы турбиналардың мұнай-газ салқындатқыштарында, ауа салқындатқыштарында және т.б. жылытылатын техникалық сумен қамтамасыз етіледі. Салқындату мұнарасының желдеткіштері өшірілген. Қысқы кезеңде конденсациялық кесте бойынша жұмыс істеген жағдайда циркуляциялық судың салқындауына жол бермеу, бұл суландырғыштарда мұздың қарқынды пайда болуына ықпал етеді (сыртқы ауа температурасы 10°C -тан төмен болған кезде). [7]

1.3 ЖЭО негізгі және қосымша жабдықтары

Станцияның негізгі жабдықтарына мыналар жатады:

Бу қазандықтар:

- БКЗ-420-140-7с,ст.№1 типті бу қазандығы;
- БКЗ-420-140-7с,ст.№2 типті бу қазандығы;
- БКЗ-420-140-7с,ст.№3 типті бу қазандығы;
- БКЗ-420-140-7с,ст.№4 типті бу қазандығы;
- БКЗ-420-140-7с,ст.№5 типті бу қазандығы;
- БКЗ-420-140-7с,ст.№6 типті бу қазандығы;
- БКЗ-420-140-7с,ст.№7 типті бу қазандығы;
- Е-420-13,8-560 КТ (ПК-100) бу қазандығы.

1.1-кесте - ЖЭО-2 қосымша жабдықтары

Жабдық түрі	Негізгі сипаттамалары	Саны
Деаэраторлар		

1.1-кестенің жалғасы

Жоғары қысымдағы	ДСП-500	$D = 500 \text{ т/сағ}; V_b = 120 \text{ м}^3$	3
	ДСП-500	$D = 500 \text{ т/сағ}; V_b = 65 \text{ м}^3$	5
Атмосфералық	ДСА-150	$D = 500 \text{ т/сағ}; V_b = 50 \text{ м}^3$	1
Вакуумды	ДВ-800	$D = 800 \text{ т/сағ}; V_b = 28 \text{ м}^3$	3
Сорғылар			
Қоректендіру сорғысы	ПЭ-500-180-3	$Q=500 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=180 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=4000 \text{ кВт}$	10
Бірінші көтерілістің желілік сорғылары	СЭ-1250-70	$Q=1250 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=70 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=315 \text{ кВт}$	5
	СЭ-2500-60	$Q=2500 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=60 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=500 \text{ кВт}$	4
Екінші көтерілістің желілік сорғылары	СЭ-1250-140	$Q=1250 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=140 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=630 \text{ кВт}$	4
	СЭ-2500-180	$Q=2500 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=180 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=1600 \text{ кВт}$	8
Конденсатты сорғы	КС-80-155	$Q=80 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=155 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=55 \text{ кВт}$	6
	КСВ-320-160	$Q=320 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=160 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=250 \text{ кВт}$	6
	КС-80-155	$Q=80 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=155 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=55 \text{ кВт}$	4
Дренаждық сорғылар	КС-80-155	$Q=80 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=155 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}}=55 \text{ кВт}$	6
Айналым сорғылары	Д6300-27	$Q=6300 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=27 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}} = 630 \text{ кВт}$	10
	Д630-90	$Q=690 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=90 \text{ м.в.ст.}; N_{\text{дв}} = 250 \text{ кВт}$	10
Тұзсыздандыру су сорғылары	К80/95	$Q=80 \text{ м}^3/\text{сағ}; H=95 \text{ м.в.ст.}$	2
Қазандық қондырғылар			

1.1-кестенің жалғасы

Желілік жылытқыштар	ПСГ1300-3-8-1	$F=1300 \text{ м}^2$; $\Gamma_{\text{НОМ}}=2000\text{т/сағ}$	6
	ПСГ-2300-2-8-1	$F=2300 \text{ м}^2$; $\Gamma_{\text{НОМ}}=2500 \text{ т/сағ}$	2
	ПСГ-2300-2-8-11	$F=2300 \text{ м}^2$; $\Gamma_{\text{НОМ}}=3500 \text{ т/сағ}$	2
	ПСВ-315-14-23	$F=500 \text{ м}^2$; $\Gamma_{\text{НОМ}}=1500\text{т/сағ}$	10
Ыстық суқазандықтар	400ТНГ-25М1-20-42	$F=35 \text{ м}^2$	2
Бактар			
Химиялық тұзсыздандырылған су қоры	$V = 1000 \text{ м}^3$		2
Лас конденсат	$V = 1000 \text{ м}^3$		1
Жылыту жүйесін коректендіру	$V= 3000 \text{ м}^3$		2
Қазандықтардан ағызу	$V = 40 \text{ м}^3$		1
Дренаждық	$V = 15 \text{ м}^3$, $V = 10 \text{ м}^3$, $V = 2,5 \text{ м}^3$		4; 2; 3
Таза су	$V = 16 \text{ м}^3$		8
Эксплуатациялық жуулар	$V = 8 \text{ м}^3$		1
Редукциялау және салқындату қондырғылары			
РОУ-1-ВАЗ	$P=14/2,7 \text{ МПа}$; $D=20\text{т/сағ}$		2
РОУ-IV-ВАЗ	$P=14/1,6 \text{ МПа}$; $D=150\text{т/сағ}$		2
РОУ-БКЗ	$P=1,4/0,2 \text{ МПа}$; $D=20\text{т/сағ}$		1
РОУ-VIII-ВАЗ	$P=14/1,5 \text{ МПа}$; $t=350/250^\circ\text{C}$		8
Регенеративті қондырғылары			

1.1-кестенің жалғасы

Жоғары қысымды	ПВ-450-230-25	$F = 450 \text{ м}^2$	6
	ПВ-450-230-35	$F = 450 \text{ м}^2$	6
	ПВ-450-230-50	$F = 450 \text{ м}^2$	6
Төмен қысымды	ПН-130-16-10	$F = 130 \text{ м}^2$	6
	ПН-200-16-7	$F = 200 \text{ м}^2$	6
	ПН-200-16-6	$F = 200 \text{ м}^2$	6
Конденсаторлар			
80КЦС-1		$F = 3000 \text{ м}^2; Q_{\text{ов}} = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$	3
КГ-2-6200-III		$F = 6200 \text{ м}^2; Q_{\text{ов}} = 16000 \text{ м}^3/\text{ч}$	2
50КЦС-5		$F = 3000 \text{ м}^2; Q_{\text{ов}} = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$	1

Әрбір қазандық агрегаты 13,8 МПа қысыммен және 560 °C температурамен 420 т/сағ су буын өндіреді.

2016 жылы ст.№8 Е-420-13,8-560 КТ (ПК-100) қазандық агрегатының құрылысымен Алматы ЖЭО-2 (3-ші кезек) қайта құру және кеңейту жұмыстары жүргізілді, бұл станцияның жылу қуатын 1411 Гкал/сағ дейін арттыруға мүмкіндік берді.

Турбоагрегаттар:

- ПТ-80/100-130/13 ст.№1 бу турбинасы;
- ПТ-80/100-130/13 ст.№2 бу турбинасы;
- ПТ-80/100-130/13 ст.№3 бу турбинасы;
- Р-50-130/13 №4 ст.№4 бу турбинасы;
- Т-110/120-130-5 ст.№5 бу турбинасы;
- Т-110/120-130-5 ст.№6 бу турбинасы.

1.4 Принципті жылу схемасының сипаттамасы

АлЖЭО-2 принциптік жылу схемасы (ПЖС) электр энергиясын өндіру процесін көрсетеді, сондай-ақ тұтынушыларды жылу тасығыштың (судың) көмегімен жылу энергиясымен қамтамасыз етеді.

1.4.1 Турбо қондырғы Т-110/120-130-5

Бастапқы бу қысымы 12,8 МПа болатын, номиналды қуаты 110 МВт "турбомотор зауыты" өндірістік бірлестігінің буды жылыту іріктеуімен жылыту бу турбиасы 50 Гц ротордың айналу жиілігімен ТВФ-120-2 айнымалы ток генераторын тікелей жетектеуге және жылу қажеттіліктері үшін жылу энергиясын жіберуге арналған [4].

Турбинада екі жылыту таңдауы бар – төменгі және жоғарғы, желілік суды біртіндеп жылыту үшін қолданылады.

Жылытудың жоғарғы және төменгі сатысының желілік жылытқыштарын қосудың номиналды режимі кезінде конденсаторларға түсетін будың ең аз есептік саны 18 т/сағ тең [12].

Жылыту іріктеулерінің номиналды жиынтық жылу жүктемесі жаңа будың номиналды параметрлері, конденсациялық жылу алмастырғыштарға кіре берістегі салқындатқыш судың номиналды температурасы, регенеративті жүйеге қосылған, жоғары қысымды жылытқыштарда жылытылатын қоректік судың мөлшері желілік суды сатылап жылыту схемасы бойынша турбинаның жұмыс режимі кезінде турбоагрегатқа бу шығынының 100% - на тең және жоғары қысымды жылытқыштарда қыздырылатын будың ең төменгі шығысы кезінде қамтамасыз етіледі. ол конденсатты жылу алмастырғышқа түседі [4].

Турбинаның қуаты желілік суды жылыту температурасына байланысты және: 51-ден 92 °C-қа дейін қыздырғанда 110 МВт; 54-тен 100 °C-қа дейін қыздырғанда 108 МВт құрайды.

Қоректік су температурасының жоғарылауы төмен және жоғары қысымды қалпына келтіретін қондырғыда 229°C температураға дейін, жаңа бу номиналды түрде жеткізіледі.

120 МВт турбинаның максималды өнімділігіне конденсациялық режимдегі режимдер диаграммасы бойынша анықталатын жылыту іріктеулерінің шамалары кезінде қол жеткізіледі [4].

Турбина жылу графикасы бойынша жұмыс істей алады, бұл будың конденсациясы бар конденсаторларға минималды бу жіберіледі, сонымен қатар конденсаторлардың кіріктірілген сәулелеріне берілетін шикі су.

Турбина толық ашық диафрагма кезінде конденсаторларды циркуляциялық сумен суыту шартымен жүктемені кем дегенде 15 мин түсіргеннен кейін бос жүрісте жұмыс істей алады.

Генераторды сынау үшін іске қосқаннан кейін турбинаның бос жүріс режимінде кемінде 20 сағат жұмыс істеуіне жол беріледі, турбина қондырғысының бір жыл ішінде бос жүріс режимінде жұмыс істеуінің Толық уақыты 50 сағаттан аспайды.

Турбоагрегаттың электр гидравликалық автоматты реттеу жүйесі бар:

- Бу қысымы-желілік су температурасы-жылыту таңдауларының бірінде немесе турбинаның жылу жүктемесінде;
- Конденсациялық қондырғылардың орнатылған бумаларынан шыққан кезде қоректендіру суының қыздыру дәрежесі;
- Турбогенератор білігінің айналу жиілігі, сондай-ақ электр жүктемесі;

Реттеу жүйесі гидравликалық берілу байланыстарымен статикалық автономды орындалады. Генератордан электр жүктемесін лезде түсірген кезде, реттеу жүйесі ротордың айналу санын белгілі бір реттелген мәнге дейін арттыруға мүмкіндік бермейді.

Турбоқондырғыда апаттық жағдайлардың туындауына жол бермейтін қорғаныс құралдары бар. Гидродинамикалық жылдамдықты реттегіш турбина білігінің айналу жиілігін номиналды 4,5% біркелкі емес ұстап тұру үшін қолданылады [4].

1.4.2 ПТ-80/100-130/13 турбинасы

"Ленинградский металл зауыты" турбостроения өндірістік бірлестігінің ПТ-80/100-130/13 номиналды өнімділігі 80 МВт, максималды өнеркәсіптік және жылуландыру бу турбинасы

Бастапқы бу қысымы 12,8 МПа болатын 100 МВт ТВФ-120-2 Электр генераторының 50 Гц айналу жиілігімен және өндіріс пен жылыту қажеттіліктері үшін жылу энергиясын босататын жетегі болып табылады[4].

Турбоқондырғыда реттелетін бу іріктеулері бар: абсолюттік қысымы 1,275 МПа өндірістік және екі жылыту іріктемелері. Желілік су төменгі және жоғарғы сатыдағы желілік су жылытқыштар арқылы дәйекті және бірдей беріліспен өтеді.

Іріктеу камерасындағы абсолютті қысым 1,275 МПа кезінде өндірістік іріктеудің максималды мәні 300 т/сағ құрайды, ал өндірістік іріктеудің осы мәні және жылу жүктемесі ажыратылған кезде турбоагрегаттың өнімділігі шамамен 70 МВт құрайды. Номиналды өнімділік және желілік суды жылыту болмаған кезде максималды өндірістік іріктеу 250 т/сағ тең [4].

Жылыту іріктеулерінің ең жоғары жылыту өнімділігі 420 Гкал/сағ-қа жетеді, осы жұмыс режимінде және өндірістік жүктеме болмаған кезде турбинаның қуаты 75 МВт-қа тең.

Конденсациялық жылу алмастырғыштағы кіріктірілген шоғыр арқылы желілік және қоректендіру суының өтуімен турбоагрегаттың жұмысы көзделеді.

Жаңа бу қысымы 13,72 МПа-ға дейін және температура 565 °C-қа дейін жоғарылаған кезде турбоқондырғының жарты сағаттан аспайтын жұмыс істеуіне жол беріледі, мұндай жұмыстың жалпы ұзақтығы жылына 200 сағаттан аспауы тиіс.

Жиіліктің жол берілмейтін ұлғаюынан қорғау үшін турбоагрегат қауіпсіздік реттегішімен жабдықталған, оның екі ортадан тепкіш бойкасы номиналдыдан 11-13% жоғары жиілікке жеткенде бірден іске қосылады, бұл кейіннен жаңа будың Автоматты ысырмасының, реттеуші клапандық жүйенің және айналмалы диафрагманың жабылуына әкеледі.

Маймен жабдықтау жүйесі мойынтіректерді және реттеу жүйесін майлаумен қамтамасыз етуге арналған.

Көлемі 14 м³ резервуарда сүзгілер мен деңгей көрсеткіштері бар.

Турбина айнымалы ток қозғалтқышы бар бір резервтік сорғымен және тұрақты ток қозғалтқышы бар бір апаттық сорғымен жабдықталған.

Майлау қысымы тиісті мәндерге дейін төмендеген кезде майлау қысымының релесінен автоматты түрде резервтік және авариялық сорғылар қосылады. Майлау қысымының релесі турбинаның жұмысы кезінде мезгіл-мезгіл сыналады.

Май беткі типтегі екі май салқындатқышта салқындатылады[4].

1.4.3 P-50-130/13 турбоагрегаты

«Ленинград металлургиялық комбинаты» турбиналық құрылыс өндірістік бірлестігінің P-50-130/13 қарсы қысымды бу турбинысы ТВФ-63-2 электр генераторын тікелей айналдыру үшін және өнеркәсіптік тұтынушыға бу беру үшін қолданылады.

Турбинада екі реттелмейтін бу шығару бар, олар арқылы қоректік су қызады.

13,7 МПа таза бу қысымында және 565°С температурада турбоагрегаттың жұмысына бір сағаттан артық емес рұқсат етіледі, ал жылдық атқарым мұндай жағдайларда жұмыс уақыты 300 сағаттан аспауы керек [4].

Турбосет – бір тәжі басқару сатысы және 16 қысым сатысы бар бір цилиндрлі қондырғы.

Барлық ротор дискілері білікпен тұтас соғылған.

Турбинада роторды 3,4 айн/мин жиілікте айналдыратын тосқауыл құрылғысы бар. Сонымен қатар, құрылғы қарастырылған, оның міндеті турбинаны өшіру кезінде әрбір 10 минут сайын роторды автоматты түрде 180° айналдыру болып табылады.

Кез келген ұзақтықты өшіргеннен кейін турбинаны іске қосу және кейіннен жүктеу бар. Бүкіл қызмет ету мерзімі ішінде іске қосулардың жалпы саны 600 есеге бағаланады.

Генераторлық құрылғыдан жүкті лезде түсіру кезінде басқару жүйесі турбиналық клапандардың жылдам жабылуына байланысты кері қысым реттегішінің қосылып-өшірілуіне қарамастан ротордың айналу жылдамдығын арттыруды шектейді [4].

Май беру жүйесі басқару жүйесін де, сырғанау подшипникті майлау жүйесін де қамтамасыз етеді. Мұнай тура турбина білігінен айналу моментін алатын ортадан тепкіш май сорғысының көмегімен айдалады.

Май цистернасы - дәнекерленген конструкция, жұмыс көлемі 22 м³. Майды салқындату жұп май салқындатқыштары арқылы жүзеге асырылады.

Барлық жылытқыштар конденсатты кетіруге арналған басқару клапандарымен жабдықталған, соның арқасында жылу алмастырғыштағы конденсаттың белгіленген деңгейі сақталады.

Жылыту буының конденсаты деаэраторға каскадпен түседі [4].

2 Жылу механикалық бөлік

2.1 ЖЭО-2 негізгі жылулық схемасын есептеу

Қазандық қондырғыдан бу турбинаға беріледі, кеңейту кезінде пайдалы жұмыстарды орындайды және жылу алмастырғыш-конденсаторға түседі, онда ол өзінің жылуын салқындатқыш суға береді. Негізгі конденсат сорғысынан пайда болатын қысым арқылы төмен қысымды жылытқыштарының регенеративті тобынан өтіп, агрессивті газдардан тазарту үшін деаэраторға түседі [1].

Қоректендіргіш сорғы тудыратын қысымның арқасында деаэратордан кейінгі қоректік су жоғары қысымды қыздырғыштардың регенеративті тобынан өтіп, содан кейін қазандық қондырғысына түседі. Қазандықтан кейінгі үрлеу суы екі сатылы сепарация жүйесінен өтеді. Турбинаның реттелетін қыздыру және өндіру экстракциялары бар. Циклдегі шығындардың орнын толтыру вакуумды қайта толтыру арқылы жүзеге асырылады.

2.1-кесте - ПТ-80/100-130/13 турбоагрегатының іріктеу сипаттамалары

Іріктеу №	Қыздырғыш	Қысым, МПа	Температура, °С
I	ЖҚҚ7	4,41(45,0)	420
II	ЖҚҚ 6	2,55(26,0)	348
III	ЖҚҚ 5	1,27(13,0)	265
	Деаэратор	0,59(6,0)	265
IV	ТҚҚ4	0,39(4,0)	160
V	ТҚҚ3	0,19(2,1)	120
VI	ТҚҚ2	0,087 (0,9)	-
VII	ТҚҚ1	0,017(0,172)	-

Жылу схемасын есептеу бу мен судың берілген және нормативтік параметрлерін, сондай-ақ қосымшада ұсынылған параметрлерді ескере отырып жүргізіледі. Есеп 4 режим бойынша жүргізіледі: максималды қыстық, есептік-бағалау режимі, орташа жылыту режимі, жазғы режимі [1].

1-ші режимді есептесек, бастапқы деректер:

- Будың бастапқы қысымы $P_0 = 13$ МПа
- Будың бастапқы температурасы $t_0 = 555$ °С
- Соңғы бу қысымы $P_k = 2,84$ кПа
- Қоректік суды регенеративті қыздыру температурасы $t_{пв} = 249$ °С
- Регенеративті қыздыру сатыларының саны 6.

Жылулық сұлбаны есептеу алдында турбинадағы жұмыс сұйықтығы-буды кеңейту процесін hs -диаграммасы бойынша салу қажет (Сурет 2.1). Су және бу параметрлерінің кестесін құруда hs -диаграммасынан алынған параметрлер және су және бу кестелерінің деректері қолданылады (2.2-кесте).

hs -диаграммасында будың бастапқы параметрлері бойынша: бу қысымы мен температурасы R_o және t_o , $h_o = 3484,5$ кДж/кг энтальпиямен «0» нүктесін табамыз.

Реттеу клапандарындағы қысымның жоғалуын ескере отырып 5% энтальпиясы $h'_o = h_o = 3484,5$ кДж/кг және қысыммен $0'$ нүктесін табады.

$$P'_o = 0,95 * P_o = 0,95 * 13 = 12,35 \text{ Мпа}$$

1, 6, 7 және k нүктелеріндегі бу энтальпиясының шамасы тиісінше анықталады:

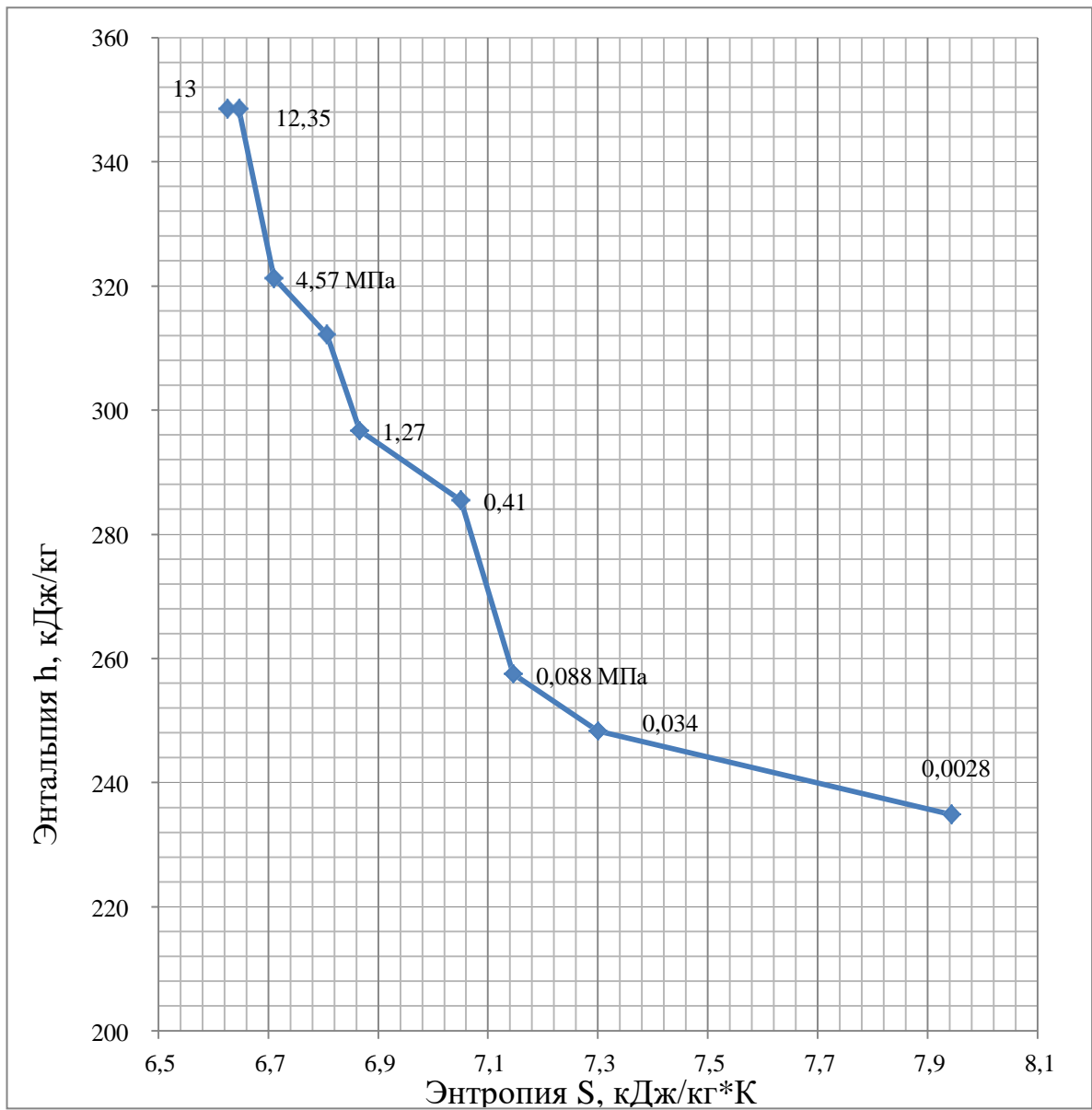
$$\begin{aligned} h_1 &= h_o - \eta_{oi,1} (h_o - h_1^{ад}) = 3484,5 - 0,803(3484,5 - 3145,5) = \\ &= 3212,3 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$\begin{aligned} h_6 &= h_1 - \eta_{oi,2} (h_1 - h_6^{ад}) = 3212,3 - 0,782(3212,3 - 2417,9) = \\ &= 2591,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \end{aligned} \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} h_7 &= h_6 - \eta_{oi,3} (h_6 - h_7^{ад}) = 2591,1 - 0,665(2591,1 - 2351,1) = \\ &= 2431,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} h_k &= h_7 - \eta_{oi,4} (h_7 - h_k^{ад}) = 2431,5 - 0,360(2431,5 - 2200,2) = \\ &= 2348,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Басқа нүктелердегі будың энтальпиясын іздеу 0-0'-1-6-7- k политропты сызығы мен таңдаулардағы қысымдарға сәйкес келетін изобарлар сызықтарының қиылысында жүргізіледі [3].



2.1-сурет – турбинадағы буды кеңейту процесінің hs диаграммасы

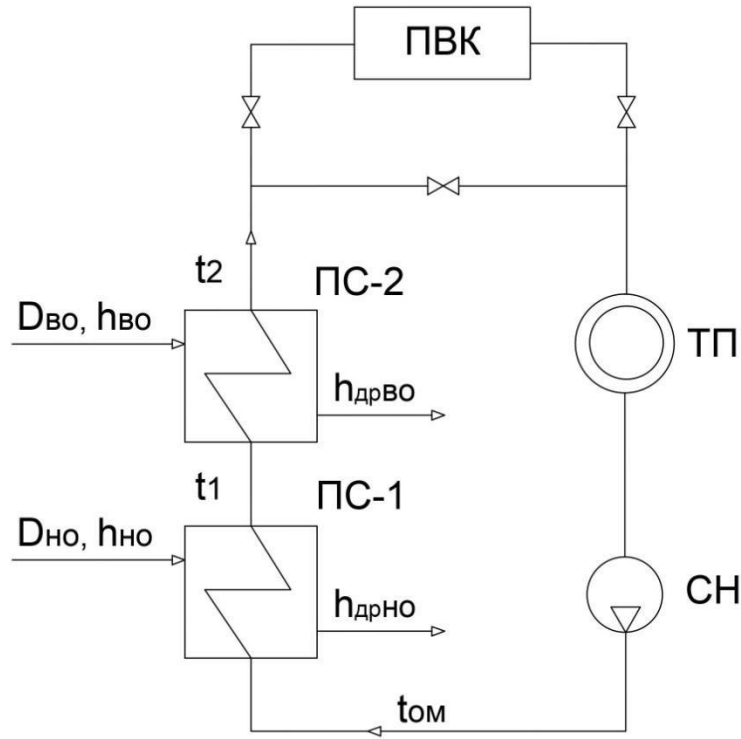
Су мен будың термодинамикалық күйінің кестелері бойынша регенеративті жылу алмастырғыштар – жылытқыштардан кейін дренаждар мен бу конденсатының жылу мөлшерін анықтаймыз, мәліметтер 2.2-кестеге жазылады [3].

2.2-кесте – Бу және су параметрлері

№ р/р	Опциялар	Белгіленуі	Сипаттамалық нүктелер									
			0	1	2	3	D	4	5	6	7	K
бір.	Бу қысымы таңдау, МПа	Pi	13.0000	4,5700	2.6600	1.2700	1.2700	0,4100	0,0880	0,0340	0,0030	0,0028
2.	Сол сияқты жылытқыш, МПа	Pni	11.9600	4.2044	2.4472	1.1684	1.1684	0,3772	0,0810	0,0313	0,0028	0,0028
3.	Бу энтальпиясы, кДж/кг	hi	3484.5	3212.3	3121.3	2967.1	2967.1	2854,0	2575,0	2483.0	2431.5	2348.2
4.	Температура қанықтығы, град	tni	-	253.3	222.8	186.8	-	141.5	93,81	70.6	22.7	23.17
5.	Дренаждық энтальпия, кДж/кг	hдрi	-	1102	956,6	793.3	-	595.6	393	295.5	95.22	99.05
6.	Су температурасы жылытқыштан кейін, бұршақ	tvi	-	248.3	217.8	181.8	158	136.5	88,81	65.6	-	-
7.	Қысым кейін су жылытқыш, МПа	Pvi	-	21.6544	19.8972	18.6184	1.1184	2.3272	2.0310	1,9813	1,9528	-
8.	Кейін су энтальпиясы жылытқыш, кДж/кг	hvi	-	1079	939.3	780.2	667.2	575.5	373.5	276.2	-	-
9.	Температура ОК үшін конденсат, бұршақ	tok	-	240.3	209.8	173.8	-	128.5	80,81	57.6	-	-
10.	ОК үшін конденсат энтальпиясы, кДж/кг	hok	-	1039	896,8	735,9	-	540	338.3	241.1	-	-
11.	Жыудың төмендеуі, кДж/кг	Hi	0	272.2	363.2	517.4	517.4	630.5	909.5	1001.5	1053,0	1136.3
12	Коэффициент жеткіліксіз өндіріс	yi	-	0,760	0,680	0,545	-	0,445	0,200	0,119	0,073	-

2.1.1 Турбинаның жоғарғы және төменгі жылулық іріктеулерінде бұ қысымын анықтау

ЖЭО жылу орталығының сызбасы құрастырылған. Негізінде бұл екі сатылы желілік жылытқыштар және шындық жылытқыштар (2.2-сурет).



2.2-сурет - ЖЭО жылыту қондырғысының схемасы

Жылу жүктемесін былай қабылдаймыз: $Q_{ЖЭО} = 90 \text{ МВт}$
 ЖЭО үшін желілік судың жалпы шығыны [1]:

$$D_{св}^{ЖЭО} = \frac{Q_{ЖЭО} * 10^3}{C * (t_{пм} - t_{ом})} = \frac{90 * 10^3}{4,19 * (150 - 70)} = 268,5 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.5)$$

мұндағы C - судың жылу сыйымдылығы, $t_{пм}/t_{ом}$, $^{\circ}\text{C}$ - тура және кері магистральдарындағы судың температурасы.

Желілік су мен буға арналған жылу балансының теңдеуінен:

$$\Sigma Q_{отб}^T = D_{св}^{ЖЭО} * C * (t_2 - t_{ом}) \quad (2.6)$$

Желілік жылытқыштардан кейін судың температурасын анықтаймыз:

$$t_2 = \frac{\Sigma Q_{отб}^T}{D_{св}^{ТЭЦ}} * C + t_{ом} = \frac{90 * 1000}{268,5 * 4,19} + 70 = 150 \text{ } ^{\circ}\text{C} \quad (2.7)$$

мұндағы $\Sigma Q_{отб}^T$ - жылыту іріктемелерінің номиналды жалпы жылу жүктемесі.

Жоғарғы және төменгі желілік жылытқыштардағы желілік суды жылыту шамамен тең болады, содан кейін төменгі желілік жылытқыштан кейінгі судың температурасы:

$$t_1 = t_{\text{ом}} + \frac{t_2 - t_{\text{ом}}}{2} = 70 + \frac{150 - 70}{2} = 110 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.8)$$

Желілік судың қыздыру буының конденсат температурасына дейін қызуының шамасы: $\delta t = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Жоғарғы және төменгі іріктеулердегі қанығу температурасы:

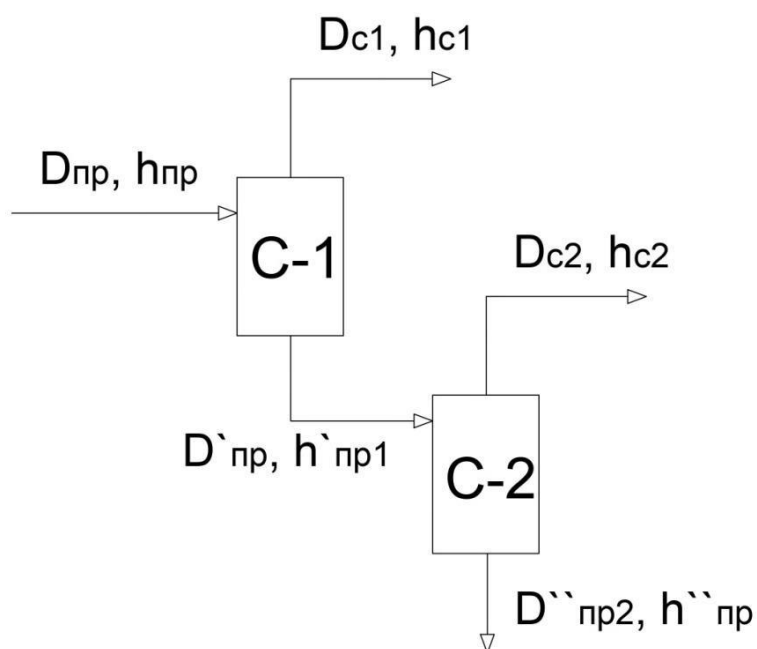
$$t_{\text{H}}^{\text{BO}} = t_2 - \delta t = 150 - 5 = 145 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.9)$$

$$t_{\text{H}}^{\text{HO}} = t_1 - \delta t = 110 - 5 = 105 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.10)$$

Су мен су буының кестелеріне сәйкес $P_{\text{во}} = 0,4156 \text{ МПа}$ және $P_{\text{но}} = 0,1209 \text{ МПа}$ жоғарғы және төменгі іріктеулердегі қысым анықталады, регенерация іріктеулеріндегі қысымның мәні техникалық мәліметтерге сай таңдалады.

2.1.2 Үздіксіз үрлеу сепараторын есептеу

Екі сатылы сепарация схемасын былай көрсетсек болады (2.3-сурет)



2.3-сурет - Екі сатылы сепарация схемасы

Сепаратордың 1-сатысын есептеу:

Жылу балансының теңдеуі [1]:

$$D_{\text{пр}} * h_{\text{пр}} * \eta_{c1} = D_{c1} * h_{c1} + D'_{\text{пр}} * h'_{\text{пр}1} \quad (2.11)$$

Материалдық баланстың теңдеуі:

$$D'_{\text{пр}} = D_{\text{пр}} - D_{c1} \quad (2.12)$$

мұндағы $D_{\text{пр}}$ - үрлеу суының мөлшері,

$$D_{\text{пр}} = p \cdot D_{\text{ка}} = 465 * 0,012 = 5,58 \text{ т/сағ}; \quad (2.13)$$

$D_{\text{ка}} = 465 \text{ т/ч}$ – қазандықтың бу өнімділігі;

$p = 0,012$ – үрлеу үлесі;

$h_{\text{пр}} = 1570,88 \text{ кДж/кг}$ – үрлеу суының энтальпиясы барабандағы қысым кезінде су мен су буының кестелері бойынша анықталады, $P_6 = 14 \text{ МПа}$;

$h_{c1} = 2753 \text{ кДж/кг}$ – 1-ші сатыдағы сепаратордан алынған құрғақ қаныққан будың энтальпиясы, ондағы қысым $P_{c1} = 0,56 \text{ МПа}$;

$h'_{\text{пр}1} = 682,9 \text{ кДж/кг}$ – үрлеу суының энтальпиясы.

Жылу және материалдық баланстардың теңдеулерін шешіп, табатынымыз:

$$D_{\text{пр}} h_{\text{пр}} \eta_{c1} = D_{c1} h_{c1} + D_{\text{пр}} h'_{\text{пр}} - D_{c1} h'_{\text{пр}} \quad (2.14)$$

$$\begin{aligned} D_{c1} &= D_{\text{пр}} \frac{h_{\text{пр}} \eta_{c1} - h'_{\text{пр}1}}{h_{c1} - h'_{\text{пр}1}} = 5,58 * 1000 * \frac{1570,88 * 0,98 - 682,9}{2753 - 682,9} = \\ &= 2308,8 \text{ кг/сағ} = 2,308 \text{ т/сағ} \end{aligned} \quad (2.15)$$

$$D'_{\text{пр}} = D_{\text{пр}} - D_{c1} = 5,58 - 2,308 = 3,271 \text{ т/сағ} \quad (2.16)$$

Сепаратордың 2-сатысын есептеу:

Екінші сатысы біріншіге ұқсас есептеледі. Сепаратордың екінші сатысынан бу ПНД-3-ке жіберіледі:

$$D'_{\text{пр}} * h'_{\text{пр}1} * \eta_{c1} = D_{c2} * h_{c2} + D''_{\text{пр}} * h'_{\text{пр}2}; \quad (2.17)$$

$$D''_{\text{пр}} = D'_{\text{пр}} - D_{c2}. \quad (2.18)$$

Жылу және материалдық баланстардың теңдеулерін шешіп табатымыз:

$$D'_{\text{пр}} * h'_{\text{пр}1} * \eta_{c1} = D_{c2} * h_{c2} + D'_{\text{пр}} * h'_{\text{пр}2} - D_{c2} * h'_{\text{пр}2} \quad (2.19)$$

$$\begin{aligned} D_{c2} &= D'_{\text{пр}} * h'_{\text{пр}1} * \eta_{c1} - h'_{\text{пр}2} * h_{c2} - h'_{\text{пр}2} = \\ &= 3,271 * 1000 * \frac{682,9 * 0,98 - 430,94}{2679,98 - 430,94} = 346,5 \text{ кг/сағ} = 0,347 \text{ т/сағ} \end{aligned} \quad (2.20)$$

$$D''_{\text{пр}} = D'_{\text{пр}} - D_{\text{с2}} = 3,271 - 0,347 = 2,925 \text{ т/сағ} \quad (2.21)$$

бұл жерде сепаратордың екінші сатысындағы су мен будың энтальпиясы қысым кезіндегі су мен су буының кестелерімен анықталады.

2.1.3 Қосымша судың мөлшерін анықтау

Химиялық су тазалауға арналған шикі судың шығыны [1]:

$$D_{\text{св}}^{\text{жэо}} = 1,25 * D_{\text{хов}}^{\text{жэо}} + 1,4 * D_{\text{пк}}^{\text{жэо}} \quad (2.22)$$

Мұнда жұмсарту схемасы үшін химиялық цехтың 25% қоры, өз қажеттіліктеріне химиялық цехтың 40% қоры бар.

$D_{\text{хов}}^{\text{жэо}}$ жылу желісін толықтыруға қосымша су шығынын анықтау жылу желілеріндегі су көлемінің 0,25% ретінде жобалау нормаларына сүйене отырып жүргізіледі. Жылу желілеріндегі су көлемі де нормалар бойынша 1 МВт-қа 65 м³ есебімен алынады [1]:

$$V_{\text{тс}} = 65 * \frac{Q^{\text{жэо}}}{c} = 65 * 90 = 5850 \text{ м}^3 \quad (2.23)$$

$$D_{\text{хов жэо}} = V_{\text{тс}} * \left(\frac{0,25}{100}\right) = 5850 * \frac{0,25}{100} = 14,625 \frac{\text{т}}{\text{сағ}} \quad (2.24)$$

Қазандықтарын қоректендіруге арналған қосымша су шығынын $D_{\text{пк}}^{\text{жэо}}$ анықтау:

$$D_{\text{пк}}^{\text{тэц}} = 0,016 * D_{\text{к}} * n + 0,3 * D_{\text{п}} + n * D''_{\text{пр}} \quad (2.25)$$

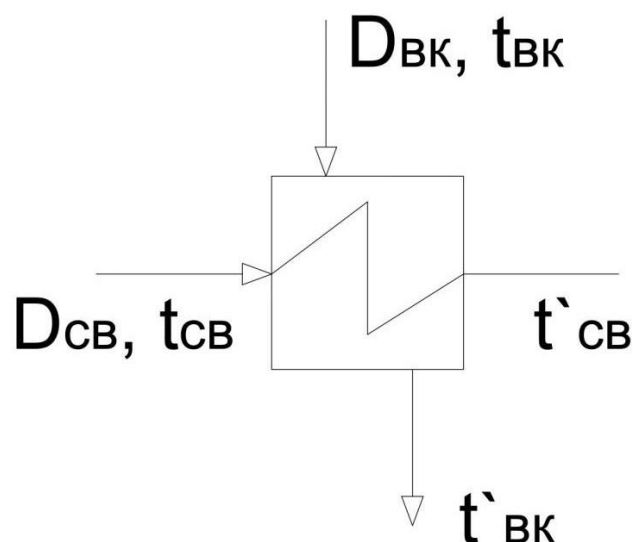
$$D_{\text{пк}}^{\text{тэц}} = 0,016D_0 + D''_{\text{пр}} = 0,016 * 465 + 2,925 = 10,36 \text{ т/сағ} \quad (2.26)$$

Химиялық су тазалауға арналған шикі су шығыны:

$$D_{\text{св}}^{\text{жэо}} = 1,25 * D_{\text{хов}}^{\text{жэо}} + 1,4 * D_{\text{пк}}^{\text{жэо}} = 1,25 * 14,625 + 1,4 * 10,36 = 32,79 \text{ т/сағ} \quad (2.27)$$

2.1.4 Шикі су жылытқышын есептеу (ШСЖ)

$D_{\text{св}}^{\text{жэо}}$, т/сағ мөлшеріндегі, температурасы 5⁰С шикі су ШСЖ-да қыздырылады. ШСЖ сызбасы сурет 1.3-те көрсетілген.



2.4-сурет - Шикі су жылытқыштың схемасы

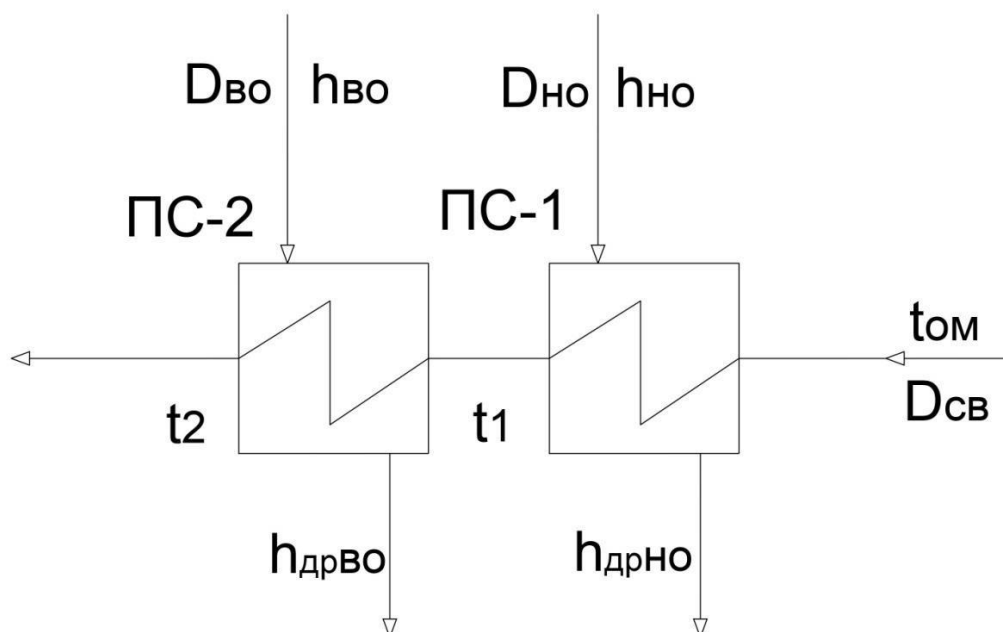
ШСЖ-тағы қыздыру агенті D_n^{BO3B} т/сағ және температурасы $t_{BK}=100^\circ\text{C}$ мөлшерінде өндірістен алынған конденсат болып табылады. Химиялық су тазартуға келетін шикі судың температурасы 30°C -қа тең болуы керек.

Осы жерде салқындатылған конденсаттың температурасын анықтау қажет:

$$t'_{BK} = t_{BK} - \frac{D_{CB}^{TЭЦ} * (t'_{CB} - t_{BK})}{D_{BK}} = 100 - 32,79 * \frac{30 - 5}{220 * 0,5} = 92,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.28)$$

2.1.5 Желілік су жылытқыштарын есептеу

Желілік су жылытқыштарының жылытылатын және қыздырылатын ортасының қозғалыс схемасы сурет 2.5-те көрсетілген.



2.5-сурет - Турбоқондырғының желілік су жылытқыштарының схемасы

Төменгі іріктеудегі желілік жылытқышқа бу шығынын анықтау.
Жылу балансының теңдеулері:

$$D_{св}^T * C * (t_1 - t_{ом}) = D_{но}^T * (h_6 - h_{др6}) * \eta_{псв} \quad (2.29)$$

$$D_{но}^T = \frac{D_{св}^T * C * (t_1 - t_{ом})}{(h_6 - h_{др6}) * \eta_{псв}} = \frac{268,5 * 4,19 * (110 - 70)}{(2483 - 295,5) * 0,98} = 73,74 \frac{T}{сағ} \quad (2.30)$$

Жоғарғы іріктеудегі желілік жылытқышқа бу шығынын анықтау.
Жылу балансының теңдеулері [1]:

$$D_{св}^T * C * (t_2 - t_1) = D_{во}^T * (h_5 - h_{др5}) * \eta_{псв} \quad (2.31)$$

$$D_{во}^T = \frac{D_{св}^T * C * (t_2 - t_1)}{(h_5 - h_{др5}) * \eta_{псв}} = \frac{268,5 * 4,19 * (150 - 110)}{(2575 - 295,5) * 0,98} = 73,9 \frac{T}{сағ} \quad (2.32)$$

2.1.6 Регенеративті қыздырғыштарға бу шығынын анықтау

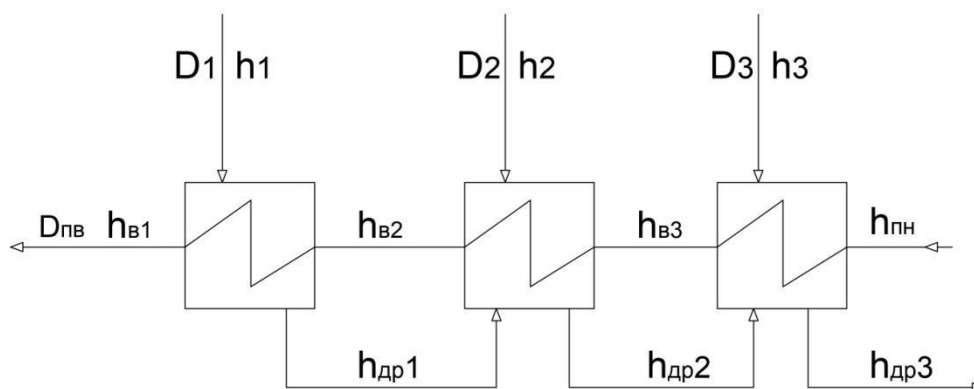
Будың ағып кету және үрлеу үлесін ескере отырып, $D_{пв}$ қоректік су шығыны анықталады:

$$D_{пв} = D_0 + \alpha_{ут} * D_{пв} + D_{пр} \quad (2.33)$$

мұнда бу қазандығын үрленуі $D_{пр} = p * D_0$; будың ағуы $D_{ут} = \alpha_{ут} * D_{пв}$.
 $D_{пв} = D_0 + \alpha_{ут} * D_{пв} + p * D_0$.

$$D_{\text{пв}} = \frac{D_0 + p * D_0}{1 - \alpha_{\text{ут}}} = \frac{465 + 0,012 * 465}{1 - 0,02} = 480,2 \text{ т/сағ}$$

Регенеративті схеманы есептеу қыздырғыштардың жылу балансының теңдеулерін шешу негізінде ПВД, қоректік су деаэраторы және ПНД үшін дәйекті түрде жүзеге асырылады. ПНД тобының схемасы сурет 7-де көрсетілген. ПВД-1 жылу балансының теңдеуі:



2.6-сурет – ПНД тобының сызбасы

ПВД-1 бу шығыны:

$$D_1 = D_{\text{пв}} * \frac{(h_{\text{в1}} - h_{\text{в2}})}{(h_1 - h_{\text{др1}}) * \eta_{\text{п}}} = 480,18 * 1079 - \frac{939,3}{(3212,3 - 1102) * 0,99} = 32,11 \frac{\text{т}}{\text{сағ}} \quad (2.35)$$

ПВД-2 жылу балансының теңдеуі:

$$D_2 * (h_2 - h_{\text{др2}}) * \eta_{\text{п}} + D_1 * (h_{\text{др1}} - h_{\text{др2}}) * \eta_{\text{п}} = D_{\text{пв}} * (h_{\text{в2}} - h_{\text{в3}}) \quad (2.36)$$

ПВД-2 бу шығыны:

$$D_2 = \frac{D_{\text{пв}} * (h_{\text{в2}} - h_{\text{в3}}) - D_1 * (h_{\text{др1}} - h_{\text{др2}}) * \eta_{\text{п}}}{(h_2 - h_{\text{др2}}) * \eta_{\text{п}}} = \frac{480,18 * (939,3 - 780,2) - 32,109 * (1102 - 956,6) * 0,99}{(3121,3 - 956,6) * 0,99} = 33,5 \frac{\text{т}}{\text{сағ}} \quad (2.37)$$

ПВД-3 жылу балансының теңдеуі:

$$D_3 * (h_3 - h_{\text{др3}}) * \eta_{\text{п}} + (D_1 + D_2) * (h_{\text{др2}} - h_{\text{др3}}) * \eta_{\text{п}} = D_{\text{пв}} * (h_{\text{в3}} - h_{\text{пн}})$$

(2.38)

ПВД және ПНД бу қысымы бу құбырларындағы шығындардың 8%-ын ескере отырып қабылданады [1]. Жылытқыштан кейінгі судың қысымы ПВД-да - 0,25 МПа, ал ПНД-да - 0,1 МПа гидравликалық шығындарын есепке алудан есептеледі. Қоректік сорғының қысымы (ПН) $P_{\text{пн}}=17,5$ МПа, конденсаттық - 2,0 МПа.

Қоректік сорғыдан кейін қоректік судың энтальпиясы қысу жұмысын ескере отырып анықталады:

$$h_{\text{пн}} = h_{\text{д}} + \frac{(P_{\text{пн}} - P_{\text{вс}}) * v_{\text{ср}}}{\eta_{\text{н}}} = 667,2 + \frac{(17,5 - 0,8) * 0,0010935}{0,82} = 689,5 \text{ кДж кг} \quad (2.39)$$

мұндағы $P_{\text{вс}}$ - сорғыш келте құбырдағы судың қысымы, 0,8 МПа деп қабылдауға болады, сорғыдағы судың орташа меншікті көлемі мынадай формула бойынша анықталады:

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_{\text{пн}} + v_{\text{вс}}}{2} = \frac{0,001088 + 0,001099}{2} = 0,0010935 \frac{\text{м}^3}{\text{кг}} \quad (2.40)$$

мұндағы $v_{\text{пн}}$, $v_{\text{вс}}$ - сәйкесінше сорғының артындағы және кіреберістегі судың меншікті көлемі 2-кестеге сәйкес қабылданады, $p_{\text{пн}}$ қоректік сорғысының қысымы кезінде, $\eta_{\text{н}}$ - сорғының тиімділігі 0,82-ге тең.

ПВД - 3 бу шығыны:

$$D_3 = \frac{D_{\text{пв}} * (h_{\text{вз}} - h_{\text{пн}}) - (D_1 + D_2) * (h_{\text{др2}} - h_{\text{др3}}) * \eta_{\text{п}}}{(h_3 - h_{\text{др3}}) * \eta_{\text{п}}} =$$

$$= \frac{480,18 * (780,2 - 689,5) - (32,109 + 33,492) * (956,6 - 793,3) * 0,99}{(2967,1 - 793,3) * 0,99} = 15,32 \text{ т/сағ} \quad (2.41)$$

ПВД-дан деаэраторға дренаждың саны:

$$D_{\text{пвд}} = D_1 + D_2 + D_3 = 32,11 + 33,5 + 15,32 = 80,92 \text{ т/сағ} \quad (2.42)$$

3 Градирня есептеу жобасы

3.1 ЖЭО техникалық сумен жабдықтау жүйесі

Жылу және атом электр станцияларының техникалық сумен жабдықтау жүйесі құрылымның ажырамас бөлігі болып табылады. Электр станцияларының өнеркәсіптік суының негізгі тұтынушыларына мыналар жатады: бу турбина қондырғылардың конденсаторлары, турбиналық маймен қамтамасыз ету қондырғыларының жылу алмастырғыштары, қосалқы жабдықтар және т.б. Жанып тұрған қатты отынның жылуын пайдаланатын электр станциялары гидравликалық жүйедегі өнеркәсіптік суды да суды кетіру үшін пайдаланады. қазандық қондырғыларында отын жағу нәтижесінде пайда болатын күл мен қож [5].

Сутекті, ауаны, электр генераторының статорын және басқа электр қозғалтқыштарын салқынлату үшін қолданылатын техникалық судың үлесі 2,5-тен 4%-ға дейін. Бу турбиналық қондырғының конденсаторы вакуум жасау үшін техникалық суды пайдаланады, бұл турбина цилиндрлерінде таусылған будың конденсациялануына және электр энергиясын өндірудің артуына ықпал етеді. Салқындатқыш судың қозғалысы негізінен осьтік типтегі айналым сорғылары арқылы жасалады. [5]

3.1.1 Тікелей ағынды сумен жабдықтау жүйесі

Өзендер техникалық судың ең көп тараған көзі болып табылады. Өзендегі уақыт бірлігіндегі су мөлшері және оның температуралық режимі жыл мезгіліне байланысты. Тегіс аймақта ағып жатқан өзендер үшін судың ең көп ағыны су тасқыны кезеңінде (наурыз, сәуір), сондай-ақ жаңбырлы кезеңдерде болады. Таулы аймақтардағы өзен жүйелері үшін ең көп су ағыны мұздықтар еріген жаз күндері болады. Электр станциясының суы, егер зауыт жағада болса, көлден немесе теңізден де келуі мүмкін.

Өзендегі су ағыны станцияның су тұтынуынан 3-4 есе немесе одан көп болған жағдайда тікелей ағынды су құбыры қолданылады. Өзен суы айналым сорғыларының арқасында турбиналық қондырғылардың конденсаторларына өтіп, жылуды алады, содан кейін өзенге ағызылады. Көл мен теңіздің үлкен көлемі де бір рет өтетін жүйені жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Дегенмен, нәтиже қоршаған ортаның термиялық ластануы болып табылады, бұл су ортасының өкілдерінің жойылуына ықпал етеді. Термалды судың бөлінуіне байланысты табиғи сумен жабдықтау көзінің температурасының рұқсат етілген жоғарылауы жазда 5 °С, қыста 3 °С аспауы керек. Теңіз суы жағдайында бір реттік технологиялық сумен жабдықтау жүйесін пайдалану кезінде құбырлар жүйесі мен жабдықтарға, атап айтқанда конденсаторлық қондырғыға коррозияға қарсы жоғары талаптар қойылады. Сондай-ақ технологиялық судағы абразивті бөлшектердің – құмның құрамын реттеу қажет. Көбінесе айналым сорғылары бөлек салынған құрлықтағы сорғы

станциясында орналасады. Сорғыларға кірер алдында су механикалық торлардан өтеді, үлкен заттардан босатады, содан кейін жуу ағыны құрылғысы бар айналмалы елеуіштер арқылы өтеді. Суық кезеңде су қабылдағыш құрылғылардың мұздануын болдырмау үшін ағызу арнасынан су қабылдағышқа жылы су беру жоспарлануда[6].

3.1.2 Салқындату тоғандары бар айналмалы сумен жабдықтау жүйесі

Мұндай жүйелердің артықшылықтарына мыналар жатады: мұздатудың болмауы, салқындатқыш судың төменгі және тұрақты температуралық жағдайларына қол жеткізу, айналым сорғыларын басқаруға арналған электр қуатының салыстырмалы түрде төмен құны және жүйедегі судың аз шығыны. Тоғандар немесе су қоймалары өзен болмаған кезде су басуы мүмкін немесе шағын өзендердегі бөгет арқылы салынуы мүмкін. Мұндай тоғандардың ең қолайлы түрі ұзартылған, ал конденсаторларда қыздырылған су су алатын жерден шамамен 8-10 км қашықтықта ағып кетеді. Акваторияны неғұрлым толық пайдалану үшін көп жағдайда ағынды бағыттайтын бөгеттер салынады. Қоршаған ортадағы ауа мен су температурасының арақатынасына, сондай-ақ ауа массаларының ылғалдылығына байланысты тоғандардағы судың салқындауы булану есебінен немесе конвективтік жылу алмасу арқылы жүреді.

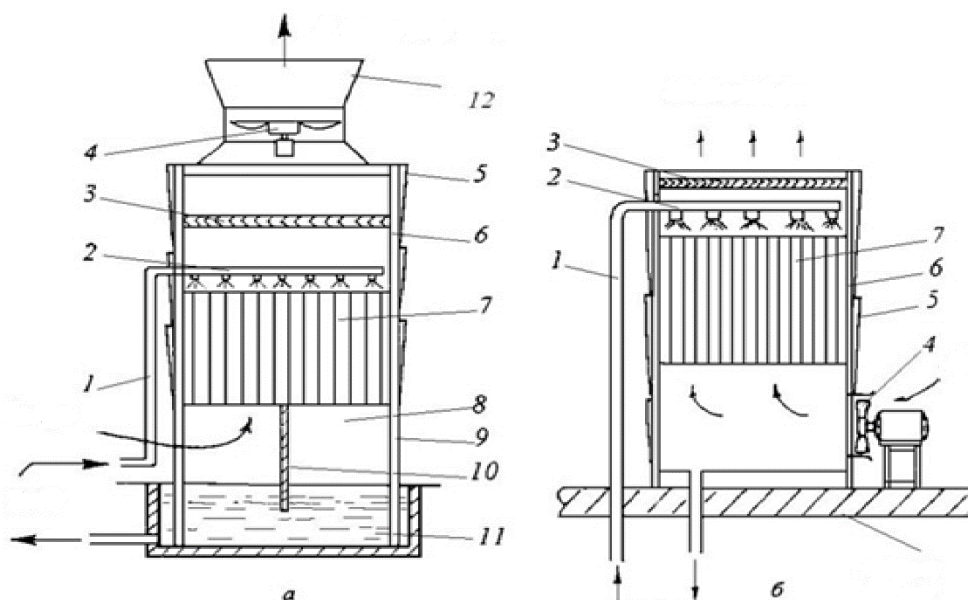
3.1.3 Градирня айналмалы су жүйесі

Салқындату мұнаралары жылу алмастырғыш құрылғылар - беттік және булану жылу алмастырғыштары бар құрылымдар. Мұнара типті салқындату мұнаралары ең көп таралған түрлері болып табылады, бірақ ашық типті салқындатқыш мұнаралар мен желдеткіштер жиі орнатылады.

Оңтүстік өңірлерде градирнялар осьтік желдеткіштерді пайдалана отырып, мәжбүрлі желдету арқылы салынған. Осыған байланысты салқындату мұнарасы құрылымының мұнара бөлігі азаяды, алайда өндірілген электр энергиясының бір бөлігі, шамамен 0,5-0,7% желдеткіш жетекке бөлінеді. Салқындату мұнарасын таңдау турбиналық қондырғылардың ең қолайсыз жазғы жұмыс режиміне сәйкес жүзеге асырылады.

Желдеткіш салқындату мұнаралары айдау қондырғыларының орналасуымен және су мен ауа массаларының жанасу аймағының қалыптасу тәсілімен ерекшеленеді.

Айдау қондырғыларының орналасуы бойынша градирнялар инъекциялық (Сурет 3.1а) және вакуум жасаумен (Сурет 3.1б) болып бөлінеді.



а - вакуум жасайтын желдеткіші бар салқындату мұнарасы; б - желдеткіші бар салқындату мұнарасы. 1 - жеткізу құбыры; 2 - су тарату жүйесі; 3 - тамшы ұстағыш; 4 - желдеткіш; 5 - қаптау; 6 – салқындату мұнарасының корпусы; 7 - спринклер; 8 - ауа тарату кеңістігі; 9 - ауа кірістері; 10 - желді бөлу; 11 - бассейн; 12 – диффузор

3.1-сурет – Желдеткіш градирня сұлбасы

Байланыс аймағын қалыптастыру әдісі бойынша пленкалы, тамшылатып және аралас желдеткіш салқындату мұнаралары ажыратылады.

Айналымдағы судың температурасының төмендеуі оның ішінара булануы және ауа массаларымен конвективтік жылу алмасуы есебінен болады. Саптамалар жүйесінің көмегімен салқындату мұнарасының суару құрылғысындағы су шашыранды, ағаш немесе асбест-цемент плиталарының үстіне пленкалы қабаттар түрінде бассейнге ағып кетеді. Су пленкасының ауамен жылу алмасу беті үлкен болғандықтан, пленкалық салқындату мұнараларының салқындату сыйымдылығы бірдей меншікті ауданы кішірек болады.

Салқындату мұнарасының жылу жүктемесі [6]:

$$Q = G_c h_2 - (G_c - G_6) h_1 \quad (3.1)$$

мұнда G_c және G_6 - сәйкесінше салқындату және буланған су шығындары.

h_2 және h_1 - сәйкесінше градирняға дейінгі және одан кейінгі су энтальпиясы.

Градирняның гидравликалық сипаттамасы суару тығыздығы болып табылады.

$$g_{ж} = \frac{G_c}{F} \quad (3.2)$$

мұндағы F – суару құрылғысының ауданы.

Салқындатқыштың меншікті жылу жүктемесі:

$$g_m = \frac{Q}{F} \quad (3.3)$$

1600, 2100, 2600, 3200, 4000 м² суару алаңдарымен асбест-цемент тақталарымен, ағаш панельдермен немесе гофрленген алюминиймен қапталған металл қаңқасы бар типтік пленкалы градирнялар және гиперболалық темірбетонды градирнялар шығарылады.

Су ресурстары аз аймақтарда құрғақ градирнялар қолданылады, оларда айналымдағы суды сору мұнарасының түбінде орналасқан арнайы радиаторларда ауамен салқындатады.

ЖЭО алаңында әрқайсысының суару алаңы 648 м², жалпы суару алаңы 6 x 648 = 3888 м² болатын алты екі секциялы желдеткіш салқындату мұнарасы орнатылған. Желдеткіштер +15,25 м орнатылған, желдеткіштің диаметрі 10,4 метр.

Салқындату мұнарасының қаптамасы асбестцемент парақтарынан жасалған. Биіктігі 2,5 м суару құрылғысы асбестцементті қаңылтырдан жасалған және +4,6 м жақтауға тіреледі.+10,0 м ағаш торлардан жасалған су жинағыш құрылғы орнатылған.

Желдеткіш салқындату мұнарасын қайта құру конденсация режимінде электр энергиясын өндіруді шектеумен байланысты. Сонымен қатар, ақаулар да бар, олардың негізгілері:

- жұмыс істеп тұрған желдеткіштері бар градирняларда желдеткіш қалақтары тот басқан, беріліс жетектері тозған және жиі жөндеуді қажет етеді;
- диффузорлық құрылымдар коррозияға ұшыраған, жерлерде бұзылған;
- салқындату мұнарасында асбест-цемент қаңылтырларынан жасалған спринклерлер тозған, қаттылық тұздарының шөгінділерінің қалыңдығы суды салқындату тиімділігіне теріс әсер етеді;
- жартылай ағаштан, жартылай тордан жасалған, тозығы жеткен, тиімсіз;
- су тарату жүйесі тұнбаланған, құбырлар айтарлықтай коррозиялық тозған, саптамалар ішінара бұзылған және қаттылық тұздары басып кеткен;

3.1.4 Су тарату жүйесі

Су тарату жүйесі градирняның технологиялық элементі болып табылады, ол көбінесе оның жұмысының тиімділігін анықтайды. Салқындату мұнарасының су тарату жүйесі төмен қысымды саптамалармен жабдықталған 800 мм арқылы төселген диаметрі 150 мм болат құбырлардан тұрады. Бүрку құрылғылары ретінде шыныаяқ шағылыстырғышы бар пластикалық саптамаларды немесе қоңырау саптамаларын пайдалануға болады.

3.1.5 Суару құрылғылары

Суару құрылғысы айналмалы су салқындатылатын және оның тиімділігіне негізінен турбиналар жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері байланысты болатын градирняның негізгі қондырғысы болып табылады.

Соңғы 20-25 жылда әлемдік тәжірибеде желдеткіш пен мұнара салқындату мұнараларының жобаларында суару құрылғылары ретінде әртүрлі конструкциялы полимерлік жаңбырлатқыштар қолданылды.

3.2 Есептеу

Есептеу нәтижесінде бір турбиналық қондырғыдағы салқындату мұнараларының санын, сондай-ақ келесі есептік деректермен ауаның қажетті шығынын анықтау қажет: $G_{ж} = 8000 \cdot 10^3$ кг/сағ; $t_1 = 28^\circ\text{C}$; $t_2 = 20^\circ\text{C}$; $v_1 = 26,5^\circ\text{C}$; $\varphi_1 = 0,34$; $P_6 = 99,98$ кПа – 10-кестеге сәйкес [5]

Желдеткіш градирня: $F = 648$ м²; $h = 3,68$ м.

Тамшылы суландырғыш (17-сызба [5]).

11-кесте бойынша: $A = 0,430$; $m = 0,462$; $k_{op} = 0,086 \cdot 10^{-3}$; $\xi_{co} = 2,21$.

№4 су ұстағыш (19-сызба[5]) – 5-кестеге сәйкес[5] $\zeta_{в.у.} = 3,8$.

Желдеткіш 200 кВт: 13-кестеге сәйкес[5] $L = -760,98 \cdot 10^{-12}$; $M = 94,73 \cdot 10^{-6}$; $d_b = 12,162$; 29-сызбаға сәйкес[5] $\frac{f_{ок}}{f_{op}} = 0,42$ кезінде $\zeta_{гр} = 20$.

$\frac{f_{ок}}{f_{op}}$ шамасы 200 кВт желдеткіш үшін қабылданады. Бұл градирняның l мәні 3,68 м-ге тең.

Шешуі:

$v_1 = 26,5$ °C кезінде 9-кесте бойынша [5] $p''_{п} = 3,410$ кПа (347,7 кгс/м²); $\gamma''_{п} = 24,9 \cdot 10^{-3}$ кгс/м³.

28-сызба бойынша [5]: $\gamma_1 = 1,17$ кгс/м³.

9-кестеге сәйкес [5]:

$t_1 = 32$ °C, $p''_{п} = 4,317$ кПа (440 кгс/м²) кезінде; $\gamma''_{п} = 34,2 \cdot 10^{-3}$ кгс/м³;

$t_2 = 24$ °C, $p''_{п} = 3,235$ кПа (329 кгс/м²) кезінде; $\gamma''_{п} = 20,2 \cdot 10^{-3}$ кгс/м³;

$t_{cp} = 28$ °C, $p''_{п} = 3,776$ кПа (385 кгс/м²) кезінде; $\gamma''_{п} = 27,2 \cdot 10^{-3}$ кгс/м³;

Номограмма 21-сызба бойынша [5]:

$i_1'' = 117,3$ кДж/кг (26,3 ккал/кг);

$i_2'' = 80,4$ кДж/кг (19,22 ккал/кг);

$$i_m'' = 95,85 \text{ кДж/кг (22,9 ккал/кг);}$$

Номограмма 21-сызба бойынша [5] $i_1 = 46 \text{ кДж/кг (26,3 ккал/кг)}$.

Ауа массасының жылу шығынының мәнін есептейміз:

$$\delta t'' = \frac{i_1'' + i_2'' - 2i_m''}{4} = \frac{117,3 + 80,4 - 2 \cdot 95,85}{4} = 1,5 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (3.4)$$

λ мәнін анықтау үшін Y , U және R көмекші шамаларын есептеу қажет:

$$Y = \frac{i_1'' - i_1 - \delta t''}{i_2'' - i_1 - \delta t''} = \frac{117,3 - 46 - 1,5}{80,4 - 46 - 1,5} = 2,12 \quad (3.5)$$

$$k = 1 - \frac{t_2 c_{ж}}{r} = 1 - \frac{4,19 \cdot 24}{2493} = 0,959 \quad (3.6)$$

$$U = \frac{(t_1 - t_2) c_{ж}}{(i_2'' - i_1 - \delta t'') k} = \frac{(32 - 24) \cdot 4,19}{(80,4 - 46 - 1,5) \cdot 0,959} = 1,06 \quad (3.7)$$

$$R = \frac{U^{1-m}}{A \cdot h_{ор}} = \frac{1,06^{1-0,462}}{0,43 \cdot 3,68} = 0,652 \quad (3.8)$$

23-сызба графигі бойынша [5] x көмекші шамасы Y және R көмекші шамаларының мәндері бойынша белгіленеді: $x = 3,49$.

λ мәнін табамыз:

$$\lambda = \frac{U}{x} = \frac{2,12}{3,49} = 0,61 \quad (3.9)$$

Есептің екінші кезеңі

Аэродинамикалық кедергі коэффициенттерін табамыз:

$$\zeta_1 = k_{ор} h_{ор} + 0,000025l + 0,0002 = 0,153 \cdot 10^{-3} \cdot 3,68 + 0,00025 \cdot 3,68 + 0,0002 = 0,677 \cdot 10^{-3} \quad (3.10)$$

$$\zeta_2 = \zeta_{гр} + \zeta_{с.о.} h_{ор} + 0,1l + \zeta_{в.у.} = 22 + 2,21 \cdot 3,68 + 2,8 = 30,72 \quad (3.11)$$

Суару тығыздығы мына теңдеумен анықталады:

$$a_B q_{ж}^3 + b_B q_{ж}^2 - c_B q_{ж} - \frac{d_B}{1,2} = 0 \quad (3.12)$$

Суару тығыздығы теңдеуінің көмекші коэффициенттерін есептейміз:

$$a_B = \frac{\lambda^2 \zeta_1}{3600^2 * 2g\gamma^2} = \frac{0,78^2 * 0,677 * 10^{-3}}{3600^2 * 2 * 9,81 * 1,17^2} = 1,18 * 10^{-12} \quad (3.13)$$

$$b_B = \frac{\lambda^2 f_{op}^2}{v_1^2} \left(\frac{\zeta_2}{f_{op}^2 * 3600^2 * 2g} - \frac{L}{1,2} \right) =$$

$$= \frac{0,78^2 * 648^2}{1,17^2} \left(\frac{30,72}{648^2 * 3600^2 * 2 * 9,81} + \frac{760,98 * 10^{-12}}{1,2} \right) = 973,1 * 10^{-9} \quad (3.4)$$

$$c_B = \frac{M}{1,2} * \frac{\lambda f_{op}}{\gamma_1} = \frac{94,73 * 10^{-6}}{1,2} * \frac{0,78 * 648}{1,17} = 59244,6 * 10^{-6} \quad (3.5)$$

Коэффициенттердің сандық мәндері бар (3.12) теңдеу:

$$1,18 * 10^{-12} q_{ж}^3 + 973,1 * 10^{-9} q_{ж}^2 - 59244,6 * 10^{-6} q_{ж} - \frac{d_B}{1,2} = 0 \quad (3.6)$$

p_1 және p_2 мәндерін есептеу кезінде a_B , b_B , c_B көмекші коэффициенттері (3.12) теңдеуде осы коэффициенттердің алдында тұрған таңбаларымен ауыстырылатынын білу қажет.

$$p_1 = \frac{b_B^3}{27a_B^3} - \frac{b_B c_B}{6a_B^2} + \frac{d_B}{1,2 * 2a_B} = \frac{(973,1 * 10^{-9})^3}{27 * (1,18 * 10^{-12})^3} -$$

$$- \frac{973,1 * 10^{-9} * 9874,6 * 10^{-6}}{6 * (1,18 * 10^{-12})^2} + \frac{12,162}{1,2 * 2 * 1,18 * 10^{-12}} = 2,867 * 10^{14} \quad (3.7)$$

$$p_2 = 3a_B - c_B - \frac{b_B^2}{9a_B^2} =$$

$$= \frac{3 * 4,25 * 10^{-12} - 11367,6 * 10^{-6} - (973,1 * 10^{-9})^2}{9 * (4,25 * 10^{-12})^2} = -6,993 * 10^{19} \quad (3.8)$$

$$D = p_1^2 + p_2^3 = (2,867 * 10^{14})^2 + (-6,993 * 10^{19})^3 = -3,42 * 10^{59} < 0 \quad (3.9)$$

$$r_p = \pm \sqrt{|p_2|} = \pm \sqrt{|-6,993 * 10^{19}|} = 8,3624 * 10^9 \quad (3.10)$$

$$\cos \varphi = \frac{p_1}{r^3} = \frac{2,867 * 10^{14}}{(8,3624 * 10^9)^3} = 4,903 * 10^{-16} \quad (3.11)$$

$$\varphi = 90^\circ; \frac{\varphi}{3} = 30^\circ$$

$$Z = 2rcos(60 - \frac{\varphi}{3}) = 2 * 161,25 * 10^3 cos30 = 279,29 * 10^3 \quad (3.12)$$

Суару тығыздығының мәні:

$$q_{ж} = Z - \frac{b_B}{3a_B} = 279,29 * 10^3 - \frac{973,1 * 10^{-9}}{3 * 1,18 * 10^{-12}} = 4,4 * 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{с}^2} \quad (3.13)$$

(3.22) теңдеуімен анықталған $q_{ж}$ мәніне сәйкес градириялардың қажетті саны есептеледі.

$$N = \frac{G_{ж}}{q_{ж}f_{op}} = \frac{8000 \cdot 10^3}{4,4 \cdot 1000 \cdot 648} = 2,8 \quad (3.14)$$

Салқындату үшін қажетті көлемді ауа ағыны:

$$G_B'' = \frac{\lambda q_{ж} f_{op}}{\gamma_1} = \frac{0,78 \cdot 8,14 \cdot 1000 \cdot 120}{1,17} = 586,1 \cdot 10^6 \frac{M^3}{сғ} \quad (3.15)$$

Суландырғышты, су ұстағышты және желдеткішті ауыстырамыз.

$$R = \frac{U^{1-m}}{Ah_{op}} = \frac{2,22^{1-0,733}}{0,324 \cdot 3,68} = 1,038 \quad (3.16)$$

26-сызба бойынша [5] Y және R көмекші шамаларының мәндері бойынша x көмекші шамасы:

$$x = 1,42$$

λ көмекші шамасы:

$$\lambda = \frac{U}{x} = \frac{2,22}{1,42} = 1,56 \quad (3.17)$$

Аэродинамикалық кедергі коэффициенттері [7]:

$$\begin{aligned} \zeta_1 &= k_{op} h_{op} + 0,000025l + 0,0002 = \\ &= 0,086 \cdot 10^{-3} \cdot 3,68 + 0,00025 \cdot 3,68 + 0,0002 = 0,608 \cdot 10^{-3} \end{aligned} \quad (3.18)$$

$$\zeta_2 = \zeta_{гр} + \zeta_{с.о.} h_{op} + 0,1l + \zeta_{в.у.} = 22 + 4,64 \cdot 3,68 + 3,8 = 42,88 \quad (3.19)$$

Суару тығыздығы теңдеуі үшін көмекші коэффициенттер:

$$a_B = \frac{\lambda^2 \zeta_1}{3600^2 \cdot 2g\gamma^2} = \frac{1,56^2 \cdot 0,608 \cdot 10^{-3}}{3600^2 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,17^2} = 4,25 \cdot 10^{-12} \quad (3.20)$$

$$\begin{aligned} b_B &= \frac{\lambda^2 f_{op}^2}{v_1^2} \left(\frac{\zeta_2}{f_{op}^2 \cdot 3600^2 \cdot 2g} - \frac{l}{1,2} \right) = \\ &= \frac{1,56^2 \cdot 648^2}{1,17^2} \left(\frac{42,88}{108^2 \cdot 3600^2 \cdot 2 \cdot 9,81} + \frac{760,98 \cdot 10^{-12}}{1,2} \right) = 925,6 \cdot 10^{-9} \end{aligned} \quad (3.21)$$

$$c_B = \frac{M}{1,2} * \frac{\lambda f_{op}}{\gamma_1} = \frac{94,73 * 10^{-6}}{1,2} * \frac{1,56 * 648}{1,17} = 11367,6 * 10^{-6} \quad (3.22)$$

Сандық коэффициенттердің мәндерін ескере отырып, суару тығыздығының теңдеуі:

$$4,25 * 10^{-12} q_{ж}^3 + 925,6 * 10^{-9} q_{ж}^2 - 11367,6 * 10^{-6} q_{ж} - \frac{d_B}{1,2} = 0 \quad (3.23)$$

$$p_1 = \frac{b_B^3}{27a_B^3} - \frac{b_B c_B}{6a_B^2} + \frac{d_B}{1,2 * 2a_B} = \frac{(925,6 * 10^{-9})^3}{27 * (4,25 * 10^{-12})^3} - \frac{925,6 * 10^{-9} * 11367,6 * 10^{-6}}{6 * (4,25 * 10^{-12})^2} + \frac{12,162}{1,2 * 2 * 4,25 * 10^{-12}} = 2,867 * 10^{14} \quad (3.24)$$

$$p_2 = 3a_B - c_B - \frac{b_B^2}{9a_B^2} = \frac{3 * 4,25 * 10^{-12} - 11367,6 * 10^{-6} - (925,6 * 10^{-9})^2}{9 * (4,25 * 10^{-12})^2} = -6,993 * 10^{19} \quad (3.25)$$

$$D = p_1^2 + p_2^3 = (2,867 * 10^{14})^2 + (-6,993 * 10^{19})^3 = -3,42 * 10^{59} < 0 \quad (3.26)$$

$$r_p = \pm \sqrt{|p_2|} = \pm \sqrt{|-6,993 * 10^{19}|} = 8,3624 * 10^9 \quad (3.27)$$

$$\cos \varphi = \frac{p_1}{r^3} = \frac{2,867 * 10^{14}}{(8,3624 * 10^9)^3} = 4,903 * 10^{-16} \quad (3.28)$$

$$\varphi = 90^\circ; \frac{\varphi}{3} = 30^\circ$$

$$Z = 2rcos(60 - \frac{\varphi}{3}) = 2 * 8,3624 * 10^9 * cos30 = 14,4 * 10^9 \quad (3.29)$$

$$q_{ж} = Z - \frac{b_B}{3a_B} = 14,4 * 10^9 - \frac{925,6 * 10^{-9}}{3 * 4,25 * 10^{-12}} = 11,2 * 10^3 \frac{кг}{м^2 сағ} \quad (3.30)$$

Градирнялардың қажетті саны:

$$N = \frac{G_{ж}}{q_{ж} f_{op}} = \frac{8000 * 10^3}{1,1 * 1000 * 648} = 1,1 \quad (3.31)$$

Біз бір градирняны орнатамыз.

Салқындату үшін қажетті көлемді ауа ағыны:

$$G_B'' = \frac{\lambda q_{ж} f_{op}}{\gamma_1} = \frac{1,56 * 6,5 * 1000 * 648}{1,17} = 390 * 10^6 \frac{м^3}{сағ} \quad (3.32)$$

Есептеу градирняның ағымдағы күйінде салқындатқыш судың төмен температуралық айырмашылығы осы күйде желдеткішпен жасалмайтын көбірек ауа беруді қажет ететінін көрсетті.

Суландырғышты ауыстыру нәтижесінде қажетті ауа ағынының төмендеуін байқаймыз:

$$\Delta G''_B = (586,1 - 390) * 10^6 = 196,1 * 10^6 \frac{\text{м}^3}{\text{сағ}}$$

Градирнялардың жоспарлы қайта құруы, ең алдымен, энергия үнемдеу шарасы болып табылады, ол станцияның қолданыстағы жұмыс режимін сақтай отырып, жазда турбоагрегаттарды конденсациялау режимінде қайта жүктеу арқылы өндірілетін қуат пен электр энергиясын арттыру мүмкіндік береді.

Градирня жабдықтарын жаңартуды ескере отырып, жылу схемасын есептеу электр энергиясы өндірілуінің артқанын көрсетті. Градирнялардың қанағатсыз жағдайына байланысты шектеулерді алып тастау есебінен электр қуатының артуы жазғы режимде 13,5 МВт, қысқы режимде 6 МВт құрайды.

4 Экономика бөлімі

4.1 Бастапқы мәліметтердің анықтамасы

Бұл бөлімде техникалық сумен жабдықтау жүйесінің жабдығын – ПТ-80/110-130/13 турбиналық қондырғысының желдеткіш салқындату мұнарасын жаңғыртудың техникалық-экономикалық негіздемесі қарастырылады. Жобаны экономикалық негіздеу қажеттілігі, ең алдымен, әлемдегі күрделі экономикалық жағдайда жанар-жағармай мен жабдықтарға баға белгілеудің тұрақсыздығына байланысты. Есептеу нәтижесінде жаңғыртуға дейінгі және одан кейінгі электр және жылу энергиясының жыл сайынғы жеткізілімі, сондай-ақ жобаны іске асыруға кететін шығындар мен өтелу мерзімі анықталады. Жобаны жүзеге асыру барысында ЖЭО-2-нің өндірістік шығындарының өзгеруі жанар-жағармай құнының өзгеруіне, жаңадан енгізілген қорлардан амортизациялық аударымдарға, жөндеу шығындарына және т.б. [14]

Есептеу үшін бастапқы деректер:

- турбиналық қондырғының орнатылған электр қуаты - $N_{уст} = 80$ МВт;
- өндірілген электр энергиясының жылдық көлемі – $\mathcal{E}_в = 732,7$ млн. кВт*сағ;
- жылдық көлемі құрылған термиялық энергия – $Q_в = 1539$ мың Гкал;
- 1 кВт/сағ электр энергиясын өндіруге арналған отынның үлестік шығыны – $b_э = 360,7$ г шо/кВт*сағ;
- 1 Гкал жылу энергиясын өндіру үшін меншікті отын шығыны - $b_т = 210,4$ кг шо/Гкал;
- пайдаланылатын отын – Екібастұз көмірі.

4.2 ЖЭО энергиясының жылдық қорын анықтау

Жылдық электр және жылу энергиясының берілуі мына өрнектермен анықталады [13]:

$$\mathcal{E}_{от} = \mathcal{E}_в * (1 - \mathcal{E}_{сн}) = 732,7 * (1 - 0,08) = 674 \text{ млн. кВт * сағ}, \quad (4.1)$$

$$Q_{от} = Q_в * (1 - Q_{сн}) = 1539 * (1 - 0,02) = 1508 \text{ мың. Гкал}, \quad (4.2)$$

мұндағы $\mathcal{E}_в$ және $Q_в$ – сәйкесінше жылына өндірілетін электр және жылу энергиясының мөлшері

$\mathcal{E}_{сн}$ және $Q_{сн}$ – өз қажеттіліктеріне электр және жылу энергиясын тұтыну.

Есептерде жеке қажеттіліктерге электр энергиясын тұтынуды 8% ($\mathcal{E}_{сн}$), ал жылу энергиясын 2% ($Q_{сн}$) аламыз.

4.3 Жылдық эксплуатациялық шығындарды анықтау

Жылдық эксплуатациялық шығындары келесі шығындармен анықталады:

- отын;
- амортизация;
- техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстары;
- су;
- станция қызметкерлерінің жалақысы;
- отынның жануынан болатын зиянды заттардың шығарындылары;
- басқа станциялық шығындар [14]

Жанармай шығындарын анықтау. Электр және жылу энергиясын өндіруге арналған қатты отынның жылдық шығыны мына формулалар бойынша есептеледі [14]:

$$B_{\text{э}} = \text{Э}_B * b_{\text{э}} = 732,7 * 360,7 = 264285 \text{ мың. шот}, \quad (4.3)$$

$$B_{\text{т}} = Q_B * b_{\text{т}} = 1539 * 210,4 = 316680 \text{ мың. шот}. \quad (4.4)$$

Зауыттың жалпы жылдық отын шығыны:

$$B_{\text{у}} = B_{\text{э}} + B_{\text{т}} = 264285 + 316680 = 580965 \text{ тыс. шот}. \quad (4.5)$$

Бұл отын шығынының көрсеткіштерін табиғи отын шығындарына айналдыру қажет. Қолданылатын қатты отын – Екібастұз көмірі. Отынның массалық бірлігінің төменгі жылулық мәні $Q_{\text{р}}^{\text{н}} = 4050$ ккал/кг [14].

Жылдық табиғи отын шығыны:

$$B_{\text{н}} = \frac{B_{\text{у}}}{\frac{Q_{\text{нр}}}{7000}} = \frac{580965}{\frac{4050}{7000}} = 1004,1 \text{ мың. тот} \quad (4.6)$$

Тасымалдау шығындарын ескере отырып, жанармай шығындары:

$$I_{\text{т}} = B_{\text{н}} * (\text{Ц}_{\text{т}} + \text{Ц}_{\text{тр}}), \quad (4.7)$$

$$I_{\text{т}} = 1004,1 * (3300 + 1500) = 4819,7 \text{ млн. тг}, \quad (4.8)$$

мұндағы $K_{\text{т}} = 3300$ тг/тот – жанармай бағасы,

$\text{Ц}_{\text{т}} = 1500$ тг/тот – жанармай тасымалдау бағасы.

Отынның пайдалану ПӘК-ін есептеу. 1 квт/сағ электр энергиясын алу үшін 123 г шартты отын, ал 1 Гкал жылу энергиясын алу үшін 143 кг шартты отын қажет. Отынның пайдалану әсер коэффициенті электр энергиясының

және жылудың өз қажеттіліктеріне жұмсалуды ескере отырып анықталады [14].

$$\text{КПД}_9 = \frac{123}{b_9} * 100\% = \frac{123}{360,7} * 100\% = 34,1\% \quad (4.9)$$

$$\text{КПД}_T = \frac{123}{b_T} * 100\% = \frac{123}{210,4} * 100\% = 68\% \quad (4.10)$$

Станцияның отынды пайдалану коэффициенті:

$$\text{КПД} = \frac{(0,86 * \mathcal{E}_{от} + Q_{отп})}{7 * B_y} * 100\%, \quad (4.11)$$

$$\text{КПД} = \frac{(0,86 * 2320,5 + 1984,95)}{7 * 1341,637} * 100\% \quad (4.12)$$

мұндағы 0,86 - электр энергиясын жылуға айналдыру коэффициенті, 7 - шартты отынның жылу шығару қабілеті, 7000 ккал/кг.

Суға кететін шығындарды есептеу. Жылу электр станцияларында су ресурстарының маңызды тұтынушылары бу турбиналық қондырғылардың конденсаторлары болып табылады. ПТ-80/100-130/13 турбоқондырғының конденсаторы сағатына 8000 м³ техникалық суды тұтынады. Сонымен қатар, су электр генераторларын, сорғыларды, мұнай беру жүйелерін және т.б. салқындату үшін де қолданылады. Тағы бір судың маңызды тұтынушысы ол кож бен күлді кетіруге арналған гидравликалық жүйе болып табылады. Судың құны 1,4-1,6 тг/кВт*сағ аралығында.

$$I_B = \mathcal{E}_B * (1,4 \div 1,6) = 732,7 * 1,5 = 1099,1 \text{ млн. тг} \quad (4.13)$$

Еңбекақы төлеу бойынша шығындарды есептеу. Еңбек шығындары, сөзсіз, жеткізілетін электр және жылу энергиясының негізгі өзіндік құнының бір бөлігі болып табылады, оған станцияның негізгі өндірістік персоналының еңбек ақысы, оның ішінде өндірістік нәтижелер үшін жұмысшылар мен қызметкерлерге сыйлықақылар, ынталандыру және өтемақы төлемдері, оның ішінде төленуі тиіс жалақыны өтеу кіреді. заңда көзделген шектерде бағаның өсуімен және кірісті индекстеумен[14].

Еңбекақы төлеуге кететін шығындар кәсіпорынның техникалық қызмет көрсетуші өндірістік персоналының санына тікелей байланысты. Персонал санын жабдықтың орнатылған электр қуатының 1 МВт-ына қызмет көрсетуге қанша адам тарту керектігін көрсететін мән негізінде анықтауға болады.

Әдебиеттерге және Қазақстанның кейбір станцияларындағы қызметкерлердің саны туралы нақты деректерге сәйкес штаттық коэффициенттің (Кш) келесі орташа мәндерін қабылдауды ұсынуға болады: белгіленген қуаты 500 МВт-тан астам ЖЭО үшін: 1,3 - 1,5 адам / МВт.

Станция персоналының саны:

$$\text{ЧП} = K_{\text{ш}} * N_y = 1,5 * 80 = 120 \text{ адам} \quad (4.14)$$

Жалақы бойынша жалпы шығындар мыналарды қамтиды:

- энергия өндірудің технологиялық процесінде жұмыс істейтін қызметкерлердің жалақысы кіретін және жұмыс істеген уақытына байланысты төлемдерді қамтитын негізгі жалақы ($I_{\text{зпо}}$) (тарифтік мөлшерлемелер мен лауазымдық айлықақылар, жалақы қорынан жұмысшыларға сыйлықақылар, мереке күндері мен түнгі уақыттағы жұмысы үшін қосымша ақы және т. б.);

- қосымша жалақы ($I_{\text{зпд}}$) жұмыс уақытына байланысты емес төлемдерді қамтиды (мемлекеттік міндеттерді орындау уақытында кезекті, қосымша және оқу демалыстарын төлеу және т.б.);

- еңбекақы бойынша есептеулер ($I_{\text{зпн}}$) әлеуметтік салық бойынша шегерімдерді және зейнетақы қорына есептеулерді қамтиды [13].

Жалақы бойынша жалпы шығындар мына формула бойынша есептеледі:

$$I_{\text{зп}} = I_{\text{зпо}} + I_{\text{зпд}} + I_{\text{зпн}} \quad (4.15)$$

$I_{\text{зпо}}$ орташа жылдық негізгі жалақысының мәні бір қызметкерге 2400 мың теңге мөлшерінде қабылданады:

$$I_{\text{зпо}} = \text{ЧП} * 2400000 = 120 * 2400000 = 288 \text{ млн. тг} \quad (4.16)$$

$I_{\text{зпд}}$ мәні $I_{\text{зпо}}$ мәнінің 10-15% мөлшерінде қабылданады:

$$I_{\text{зпд}} = 0,15 * I_{\text{зпо}} = 0,15 * 288 = 43,2 \text{ млн. тг} \quad (4.17)$$

$I_{\text{зпн}}$ жалақысы бойынша есептеулер (әлеуметтік салық және зейнетақы қорына аударымдар) $I_{\text{зпо}}$ және $I_{\text{зпд}}$ қосындысынан 20% мөлшерінде қабылданады:

$$I_{\text{зпн}} = 0,2 * (I_{\text{зпо}} + I_{\text{зпд}}) = 0,2 * (288 + 43,2) = 66,24 \text{ млн. тг} \quad (4.18)$$

Барлығы:

$$I_{\text{зп}} = 288 + 43,2 + 66,24 = 397,44 \text{ млн. тг} \quad (4.19)$$

4.3.1 Амортизациялық аударымдарды есептеу

Өндіріс процесінде бірқатар ресурстар (айналым капиталы – еңбек, шикізат, электр энергиясы және т.б.) әрбір өндірістік циклде толық түрленеді немесе жойылады. Олардың құны түпкілікті өнімнің өзіндік құнына толығымен қосылады (аударылады). Ресурстардың тағы бір бөлігі (негізгі қорлар – құрал-жабдықтар, құрылыстар, жер және т.б.) көптеген өндірістік циклдерге қатысады, көбінесе ұзақ уақыт бойы өзінің табиғи түрін сақтайды.

Бірақ біраз уақыттан кейін негізгі құралдарды жөндеуге, жаңғыртуға немесе ауыстыруға, соның ішінде ескіруіне байланысты қажет болады. Негізгі қорлардың құны, оларды жөндеу немесе ауыстыру олардың өндірісіне қатысатын барлық өнімнің өзіндік құнына біркелкі аударылуы керек. Бұл соманы дәл анықтау өте қиын немесе мүмкін емес болғандықтан, олар әдетте стандартты қызмет ету мерзімінен басталады. Мысалы, жөндеусіз жабдық 10 жыл жұмыс істеуі керек болса, онда жыл сайын жабдық құнының 1/10 бөлігі (немесе айына 1/120) өнімге аударылуы керек. Белгілі бір мерзімге бөлінген негізгі қорлар құнының бұл үлесі амортизация деп аталады [14].

Амортизациялық аударымдардан арнайы қор құрылады, ол пайдаланылады негізгі құралдарды ауыстыруға, жаңартуға немесе жөндеуге.

Амортизациялық аударымдар зауытқа салынған күрделі салымдардың жалпы сомасынан пайызбен (%) алынады.

Жабдықтың әрбір түрі қызмет ету мерзіміне және басқа факторларға байланысты өзінің амортизациялық нормасына ие.

Біздің орнатылған қуаттылығы 510 МВт ЖЭО үшін жабдықтың тозуын (30%) ескере отырып, $K_{уд}$ құны \$1500/кВт деп қабылданады. Бір АҚШ долларының құнын 440 теңге деп алайық.

Қаржылық шығындар мынандай болады [13]:

$$K = K_{уд} * N_y = 1500 * 440 * 80 = 52800 \text{ млн. тг} \quad (4.20)$$

Орташа алғанда, агрегаттардың және жалпы станцияның қуаттылығына, тұтынылатын отын түріне байланысты амортизация нормасы 5-7% аралығында. Есептеулер кезінде амортизация нормасы K құнының 7% құрайды:

$$I_{ао} = 0,07 * K = 0,07 * 52800 = 3670 \text{ млн. тг} \quad (4.19)$$

4.3.2 Жөндеу жұмыстарына арналған шығындарды есептеу

Шығындардың бұл құрамдас бөлігі өндірістік құрал-жабдықты ағымдағы жөндеуге жұмсалған шығындардан басқа, жабдықты техникалық тексеруге және жұмыс жағдайындағы ұстауға (тазалау және жағармай материалдары) шығындарды да қамтиды және мына көлемде айқындалады:

$$I_{тр} = 0,15 * I_{ао} = 0,15 * 3670 = 550,5 \text{ млн. тг} \quad (4.20)$$

4.3.3 Шығарындылар үшін төлемді есептеу

Станциялар үшін қолайсыз шығындардың бірі - қоршаған ортаға зиянды заттардың шығарындылары үшін төлем. Бұл электр станцияларының отын ретінде сапасы төмен көмірді пайдалануына байланысты, оның сапасы жоғары сорттармен салыстырғанда салыстырмалы түрде арзандығына байланысты.

Зиянды заттардың шығарындылары үшін төлем мөлшері шығарындылар көлеміне байланысты, ол өз кезегінде жағылған отын түріне (көмір, газ, мазут),

оның мөлшеріне және зиянды заттарды ұстау әдісіне (электр сүзгілері, эмульгаторлар) [14]. Екібастұз көмірін жағу кезінде шығарындылар үшін төлем мөлшері тоннасына 130-180 теңгені құрайтыны анықталды, сондықтан:

$$I_{\text{выб}} = (130 \div 180) * V_{\text{н}} = 170 * 1004,1 = 170,7 \text{ млн. тг} \quad (4.21)$$

4.2.4 Жалпы станциялық және цех шығыстары

Шығыстардың бұл құрамдас бөлігі әкімшілік-басқарушылық (жалақы, кеңсе, іссапар), жалпы өндірістік (ұстау, амортизация, жалпы станциялық құралдарды ағымдағы жөндеу, зерттеу сынақтары, рационализация, еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы), мақсатты шығындарға аударымдар (техникалық насихат, жоғары ұйымдарды ұстау), шеберханаларға қызмет көрсету және оларды басқару (жалақы бойынша шығындар, амортизация және ғимараттарды ұстау және ағымдағы жөндеу бойынша шығындар, еңбекті қорғау бойынша шығыстар).

Жалпы станциялық және цехтық шығыстарға арналған шығындар мынадай формула бойынша айқындалады:

$$I_{\text{общ}} = (0,2 \div 0,25) * (I_{\text{ао}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{тр}}) \quad (4.22)$$

$$I_{\text{общ}} = 0,23 * (3670 + 397,44 + 550,5) = 1062,1 \text{ млн. тг} \quad (4.23)$$

4.4 Энергиямен жабдықтаудың өзіндік құнын есептеу

Жылу электр станциясы - өнеркәсіптік қажеттіліктерге арналған электр энергиясын, жылу энергиясын және бу өндіретін кәсіпорын. Маңызды экономикалық көрсеткіш – өнімнің өзіндік құны, ол өндіріс шығындарына байланысты. Көп жағдайда тәжірибеде өзіндік құнын анықтаудың физикалық әдісі қолданылады. Әдістің мәні, бұл шығындарды бөлу баланс негізінде сатылған өнімнің әрбір түрін өндіруге жұмсалатын отын көлеміне пропорционалды түрде жүруі [14].

Осы жұмыста есептеу физикалық әдіс бойынша жүргізіледі.

ЖЭО электр және жылу энергиясын өндіретіндіктен, осы құрамдас бөліктерге шығындарды бөлу қажет. Бұл операция шығындарды бөлу коэффициенті арқылы орындалады:

$$K = \frac{B_{\text{э}}}{B_{\text{у}}} = \frac{264285}{580965} = 0,46, \quad (4.25)$$

бұл электр энергиясын жеткізуге жұмсалған жанармай мөлшерін көрсетеді (бірлікпен немесе %-пен), ал $(1 - K_p)$ айырмасы – жылу энергиясын жеткізуге жұмсалған отынның үлесін көрсетеді.

Шығындарды сатылған өнім түріне бөлу коэффициентіне сәйкес құрамдас бөліктерге бөлеміз және нәтижелерді 4.1 кестеге енгіземіз.

4.1-кесте – Жылу және электр энергиясын өндірудің өзіндік құнының құрамдас бөліктері

Шығындар	И, жалпы млн.тг	И _э , электр энергиясын өндіру үшін млн.тг	И _т , жылу энергиясын өндіру үшін млн.тг
Отын, И _т	4819,7	2217,1	2602,6
Су, И _в	1099,1	505,6	593,5
Жалақы, И _{зп}	397,4	182,8	214,6
Амортизация шегерімдері, И _{ао}	3670	1688,2	1981,8
Қызмет көрсету – жөндеу жұмыстары, И _{тр}	550,5	253,2	297,3
Станция бойынша, И _{об}	1062,1	488,6	573,5
Шығарындылар үшін, И _{выб}	170,7	78,5	92,2
Барлығы	11769,5	5414	6355,5

Электр энергиясымен жабдықтаудың өзіндік құнының мәні:

$$S_{\text{э}} = \frac{И_{\text{т}} + И_{\text{в}} + И_{\text{зп}} + И_{\text{ао}} + И_{\text{тр}} + И_{\text{об}} + И_{\text{выб}}}{\text{Э}_{\text{от}}} = 6,8 \frac{\text{тг}}{\text{кВт*сағ}} \quad (4.26)$$

Жылу энергиясымен жабдықтаудың өзіндік құнының мәні:

$$S_{\text{т}} = \frac{И_{\text{т}} + И_{\text{в}} + И_{\text{зп}} + И_{\text{ао}} + И_{\text{тр}} + И_{\text{об}} + И_{\text{выб}}}{Q_{\text{от}}} = 3809 \frac{\text{тг}}{\text{Гкал}} \quad (4.27)$$

4.5 Қызметтік сумен жабдықтау жүйесін жетілдірудің техникалық-экономикалық негіздемесі

Электр энергиясымен жабдықтаудың болжамды жылдық өсімі [9]:

$$W = 75,653 \text{ млн. кВт * сағ}; \quad (4.28)$$

Технологиялық сумен жабдықтау жүйесіндегі градирня қайта құрудың өтелуі:

Жылдағы қосымша өндірілген электр энергиясының құны [9]:

$$\Delta C_w = C_w * \Delta W = 6,8 * 75653760 = 514,446 \text{ млн. тг,} \quad (4.29)$$

мұндағы ΔW – есептік кезеңінде (жыл) электр энергиясын қосымша жеткізу, кВт*сағ; C_w – қарастырылып отырған объектідегі электр энергиясына тариф, тг/(кВт*сағ);

Жобаны жүзеге асыруға арналған қаржылық шығындар жабдықтың құнынан тұрады, атап айтқанда, су тарату жүйесі, диффузор, электр қозғалтқышы бар желдеткіш қондырғы, су ұстайтын құрылғылар, суару құрылғылары, монтаждау және іске қосу жұмыстары және т.б. [14]

Жабдықтардың құны 4.2-кестеде көрсетілген.

4.2-кесте – Жабдықтың құны

Жабдық	Болжамдық құны, тг
Жетегі бар желдеткіш жинағы	25000000
Суару құрылғысы	18792000
Диффузор	7500000
Су ұстағыштар	11275000
Су тарату жүйесі	9000000
Барлығы, S	71567000

Құрылыс-монтаждау және іске қосу жұмыстарының құнын F шамамен белгілейміз, жабдық құнының 35%-на тең деп қабылданады. Осылайша, жабдықтың қосымша қаржылық шығындары болады.

$$K = S + F = 71567000 * 1.35 = 96615450 \text{ тг} \quad (4.30)$$

Орнатылған жабдық үшін амортизациялық аударымдар:

$$A = A_{\%} * \Delta K = 0,12 * 310567200 = 37268000 \text{ тг,} \quad (4.31)$$

мұндағы $A = \frac{A_{\%}}{100}$ - қаржылық шығындардан амортизациялық аударымдар, $A_{\%} = 12\%$ - амортизация аударымдардың нормасы.

Отынға қосымша шығындары:

$$\Delta B = 4800 * 49800 = 239 \text{ млн. тг} \quad (4.32)$$

Су ресурстарына қосымша қаржылық шығындар:

$$\Delta И_в = 1,6 * 83136000 = 133017600 \text{ тг} \quad (4.33)$$

Техникалық сумен жабдықтау жүйесін қайта құрудың болжамды өтелу мерзімі:

$$\tau_{ок} = \frac{L}{\Delta C_w - A} = \frac{101387100}{576603000 - 37268000} = 1,97 \text{ жыл} \quad (4.34)$$

L – жобаны жүзеге асыруға арналған қаржылық салымдар

Экономикалық есептеу ПТ-80/100-130/13 турбоагрегатының ескірген жабдықтарын ауыстыру арқылы қызметтік сумен жабдықтау жүйесін қайта құру экономикалық тұрғыдан тиімді және 1,97 жылда өзін ақтайтынын көрсетті.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада «АлЭС» АҚ ЖЭО-2 техникалық сумен жабдықтау жүйесін қайта құру арқылы энергия тиімділігін арттыру жолдары талданды. ПТ-80/100-130/13 турбоагрегатының негізгі жылулық диаграммасының төрт режимін есептеу жүргізілді.

Электр энергиясын өндірудің шектеу себептеріне талдау жасалып, градирняның желдеткіш, суару құрылғысы, су ұстағыш құрылғы, диффузор және су тарату жүйесі сияқты негізгі компоненттерін ауыстыру болып табылатын қайта құру жүргізілді. Схеманы қайта есептеу бұл шараның қуат шектеуін алып тастауға және конденсация режимінде электр энергиясын өндіруді арттыруға қабілетті екенін көрсетті. Энергия өндірілуінің артуы жазғы режим үшін 13,5 МВт, ал қысқы режим үшін 6 МВт құрайды.

Экономика бөлімінде электр станциясының бір жылдағы шығындарының, жылу және электр энергиясын жеткізу құнының есебі жасалды. Сондай-ақ градирняны қайта құрудың техникалық-экономикалық негіздемесі жасалып, жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі есептелді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Рыжкин В.Я. Тепловые электро станции, - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 330 с.
- 2 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: «Издательство МЭИ», 2001, 475 с.
- 3 Ривкин. С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара. М., Энергоатомиздат, 1984-82 с.
- 4 Грачев П.А., Бойко Е.А., Баженов, К.В. Тепловые электрические станции. Справочное пособие. ИПЦ КГТУ, 2012. - 149 с.
- 5 Ф.А. Шершнева., Сухов Е.А., Гладков В.А. Пособие по проектированию градирен. ВНИИ ВОДГЕО, 2014. – 192 с.
- 6 Моисеев Б.В., Полетыкина Т.П. Тепловой и аэродинамический расчет градирни для ТЭЦ. Методические указания для студентов. Тюмень: ТюмГАСА, 2011, 29 с.
- 7 Ведьгаева И.А., Лаптев А.Г. Устройство и расчет промышленных градирен: Монография. Казань: КГЭУ, 2004. – 183 с.
- 8 Коц А.Я. Освещение электрических станций и подстанций, Москва.: Энергоиздат, 2007. – 169 с.
- 9 Третьяков Ю.М., Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. - Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009. – 589 с.