

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылы Энергетика қондырғылары кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі Кибарин А. А.

тех. ғылым кандидаты, доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«  »    20 ж.  
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Ғызылорда ЖЭО-ыи жаңарту

мамандығы бойынша

Орындаған Есболов Жангерді Ғалмырзаұлы ШНЭСк 10-1  
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші Шнотебаева Г. И. т.ғ.к ЖЭК кафе. доц-і.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Э.ғ.к, доцент Шнотебаева Б. И.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«09» 06 2014 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

ата оқитұшы Бекмуратова Н. С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«09» 06 2014 ж.  
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:

т.ғ.к ЖЭК кафе. доценті Шнотебаева Г. И.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«11» 06 2014 ж.  
(қолы)

Мәлшер бақылаушы:

ассистент Луканова Ю. П.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«11» 06 2014 ж.  
(қолы)

Ізкір жазушы:

А.О. А.А.ЭС ж.ж.б. бас маман Абдукаримов Г. К.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«  »    20 ж.  
(қолы)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылу энергетика факультеті  
5B071700 - Жылу энергетика мамандығы  
Жылу энергетика қондырғылары кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Есболов Жангелді Қалимырзаұлы  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Қызылорда ЖЭО-ин жаңарту.

ректордың «24» 09. 2013 №115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқтанан жұмысты тапсыру мерзімі: «  » 20 ж.

Жобана бастанқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастанқы деректері)

Қызылорда ЖЭО-ин жаңарту.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Жобалау кезінде келесі бөлімдер қарастырылған:

- Жылу техникалық бөлім

- Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

- Экономикалық бөлімі





## Аңдатпа

Дипломдық жобада Қызылорда ЖЭО қайта қалпына келтіру ұсынылады. Қайта қалпына келтіру жұмыстарына Т-42-90 ЛМЗ турбиналарын бөлектеу, SGT-800-50 типті екі ГТҚ, екі қазан – ЗиОМАР кәдеге жаратушысын және Т-50/60-8,8 ЖАҚ «УТЗ» бір бу турбинасын орнату кіреді.

## Аннотация

В данном дипломном проекте предлагается реконструкция Кызылординской ТЭЦ. Реконструкция включает в себя демонтаж турбины Т – 42 – 90 ЛМЗ ,с установкой двух ГТУ типа SGT – 800 – 50, двух котлов – утилизаторов с дожигом ЗиОМАР и одной паровой турбины Т-50/60-8,8 ЗАО «УТЗ».

## Annotation

In this thesis project proposed reconstruction of Kyzylorda CHP. Reconstruction includes dismantling Turbin T - 42 - 90 LMZ, the installation of two gas turbine-type SGT - 800 - 50, two boilers - heat recovery with afterburning ZIOMAR and one steam turbine T-50/60-8 8 Company "UTZ".

## Мазмұны

Кіріспе	7
1. Негізгі бөлім	9
1.1. Теориялық бөлім	9
1.1.1. Қолданыстағы ЖЭО-ның негізгі жабдықтары	9
1.1.2. ЖЭО-ның орнатылатын негізгі жабдығы	11
1.1.3. Газ турбинасы	12
1.1.4. Қазан-кәдеге жаратушы	16
1.1.5. Жылу көзіндегі бу мен судың теңгерімі	20
1.2. Есептік бөлім	24
1.2.1. Энергетикалық ГТҚ-ның жылу сызбасын есептеу	24
1.2.2. Біліктік ауа сығымдағыштағы жұмыс денесі параметрлерін анықтау	24
1.2.3. ГТҚ жану камерасының негізгі параметрлерінің жылулық есебі	29
1.2.4. Газ турбинасындағы жұмыс денесінің негізгі параметрлерін анықтау	30
1.2.5. ГТҚ көрсеткішінің энергетикалық есебі	34
2. Өміртіршілік қауіпсіздігі	36
2.1. Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бойынша заңдық және нормативтік актілер	36
2.2. Қазандық қондырғыларынан шығатын шуды есептеу	37
2.2.1. Шудың акустикалық есебі	37
2.2.2. Шудан қорғану шаралары	40
2.3. Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті	41
2.3.1. Қолданылу саласы	41
2.3.2. Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздік талаптары	42
2.3.3. Бу қазандықтарын жобалау кезіндегі қауіпсіздік талаптары	43
2.3.4. Пайдалану кезіндегі қауіпсіздік талаптары	45
2.3.5. Қолданыстан және пайдаланудан шығару кезіндегі қауіпсіздік талаптары	47
3. Экономикалық бөлім	48
3.1. Берілген мәліметтер	48
3.2. ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау	48
3.3. Отынға жұмсалатын шығынды анықтау	49
3.4. Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу	50

3.5. Суға жұмсалатын шығындарды есептеу	50
3.6. Еңбекақы шығындарын есептеу	51
3.7. Амортизациялық аударылымдарды есептеу	52
3.8. Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу	53
3.9. Шығарындыларға төлемдерді есептеу	53
3.10. Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу	53
3.11. Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу	54
3.12. ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау	55
Қорытынды	60
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	61

## Кіріспе

Қызылорда ЖЭО «Буммонтаж» Ленинград жобалау институтымен Целлюлоза комбинатының энергетикалық цех ретінде 1963 жылы жобаланып және 1964 жылы пайдалануға целлюлоза-қатырма комбинатының жылумен жабдықтау цехы ретінде берілді. Қаланың және Байқоңыр қаласының қажеттіліктерінің артуымен Үкімет жылу электр орталығын тұрғызу туралы шешім қабылдады.

Қазіргі ЖЭО бірнеше кезеңдермен соғылды:

- Бірінші кезекте, 1964 жылы Подольск зауытының өнімділігі 110 т/сағ болатын ПК-20-2 типті 2 қазан агрегаты және қуаттылығы 12 МВт болатын ПТ-12-90 типті 2 турбиналы генератор орнатылды және іске қосылды;

- Екінші кезекте, өнімділігі 110 т/сағ болатын ПК-20-2 типті 3 қазан агрегаты және қуаттылығы 25 МВт болатын ПТ-25-90 типті 2 турбиналы генератор 1965-1968 ж.ж. орнатылды және іске қосылды;

- Үшінші кезекте, әр қайсысының қуаттылығы 220 т/сағ болатын БКЗ-220-100 типті 3 қазан агрегаты және қуаттылығы 42 МВт болатын Т-42-90 болатын 2 турбиналы генератор 1978 ж. орнатылды және іске қосылды;

- Төртінші кезекте, қуаттылығы 220 т/сағ болатын БКЗ-220-100 типті 1 бу қазандығы 1989 ж. орнатылды және іске қосылды;

Орнатылған электр қуаттылығы кеңейтілгеннен кейін 146 МВт құрады. Сапалы және физикалық ескірулеріне байланысты №1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 қазан агрегаттары, сонымен қатар №1, 2, 4, 5 турбиналы генераторлар жалпы технологиялық айналыстан шығарылды және есептен шығарылды.

1998 жылға дейін қазандық агрегаттар үшін отын түрі ретінде Өзбекстаннан келетін Ангерен қоңыр көмірлері қолданылды. 1998 жылы №6, 9 қазан агрегаттарына қайта жөндеу жұмыстары жүргізілді, содан кейін отын ретінде мазут қолданылатын болды, ал 2008-2009 жж қайта жөндеу жұмыстарынан кейін отын ретінде газ-мазут қолданылды.

2005 жылдың соңында ГКП «КТЭЦ» аумағында қуаттылығы 46 МВт және жылулығы 90 Гкал болатын жаңа когенерациялы газ турбиналы электр станциясы (КОГТЭС) тұрғызылып, пайдалануға берілді.

КОГТЭС құрылысы «Жылу электр көздерін және тұрғын үй алаңдарын Қызылордаға аудару» жобасының негізінде орындалды:

- Қазақстан Республикасы Үкіметінің «Оңтүстік Торғай ойпаты Арысқұм иіліміндегі мұнай және газ кен орындарының ілеспе газын кешенді және тиімді қолдану шаралары туралы» 26.02.01 жылғы №281 Үкімі.

Жобаның мақсаты мен міндеті Оңтүстік Торғай ойпатының мұнай газ кен орындарындағы ілеспе газды кешенді жою болды. Бұл өз кезегінде ілеспе газды өңдеу есебінен мұнай өндіру кезінде отын-энергетика ресурстарын тиімді қолдануға мүмкіндік береді және оны Қызылорда қаласындағы жекелеген тұрғын үй кешендерінің жылу-энергетика көздерінде қолдануға болады.



Қазіргі уақытта орнатылған бекеттің электрлік қуаты 113 МВт құрайды. ГПП «КТЭЦ» бөлімінің құрылымына келесілер кіреді:

1. Негізгі цехтар – қазандық, турбиналық және КОГТЭС.

2. Қосымша цехтар – электр, химиялық, жылу автоматика және өлшеу цехы, транспорттық-механикалық цех және жылу желілерінің бөлімдері.

Соған қарамастан, құрылғының сенімділігін және жұмыстың үнемділігін көтеріге мүмкіндік берген жоғарыдағы аталған шаралар толықтай қайта жөндеумен және құрылығларды жаңарту сұрақтарын шешпеді, сонымен қоса қазіргі заманғы экологиялық талаптарды қанағаттандырмады.

Осыны ескере отырып, сонымен қоса Қызылорда аймағындағы шиеленіскен экологиялық жағдайларды назарға алып, ЖЭО-н қайта жөндеу бойынша маңызды бағыттар бөлінді, яғни экологиялық таза ресурс үнемдейтін технологияларды қолдану, олар экономикалық тиімділікті тез көтеруге мүмкіндік береді, зиянды қалдықтарды шығаруды төмендетеді және капитал салымдарын қысқартады.

Осы жұмыста келесі құрылғыларды орнату ұсынылып отыр:

- қуаттылығы 50 МВт SGT-800-50 типті екі ГТҚ;

- әрқайсысының қуаттылығы 125 т/сағ болатын «ЗИО машина тұрғызу зауытының – Подольск» ААҚ-ның екі қазан-кәдеге жаратушы;

- ГТҚ және қазан-кәдеге жаратушыны басқаратын шығыр қалқан;

- «УТЗ» ЖАҚ-ның бу Т-50/60-8,8 бір турбиасы.

Қуатты беру қолданыстағы сызба бойынша іске асырылады, яғни жүйелі апатқа қарсы автоматқа және бекет режиміне жаңа талап қоймайтын желі бойынша 110 кВ шекті ток қуаты бар.

# 1. Негізгі бөлім

## 1.1. Теориялық бөлім

### 1.1.1. Қолданыстағы ЖЭО-ның негізгі жабдықтары

- 1975 және 1986 ж.ж. іске қосылған, отын ретінде газ-мазут қолданылатын қуаттылығы 220 т/сағ №№6 және 9 Е-220-9.8-540 БТ) екі қазан агрегаты;

- 1967 және 1976 ж.ж. іске қосылған, электрлік қуаттылығы 25 және 42 Мвт екі бу турбиналы генератор (ПТ-25-90/10 және Т-42-90);

Электр энергиясын өндіру таза жылыту тәртібінде өндіріледі және жылу энергиясының босатуға байланысты.

Қазіргі кезде өндірістік өндеудегі буды  $8 \div 13 \text{ кгс/см}^2$  тұтынатын өнеркәсіптік тұтынушылар жоқ және реттеп өңделетін бу келесі жағдайларда қолданылады:

-  $8 \div 13 \text{ кгс/см}^2$  өндірістік өндеу буы жалпы бекеттік коллекторға түседі, сол жерде бекеттің жеке қажеттілігіне қарай жіберу басталады: мазут шаруашылығына, деаэторы  $6 \text{ кгс/см}^2$ , қазан калориферіне, жинақтаушы бакқа, эжекторларға және т.б.

-  $0,7 \div 2,5 \text{ кгс/см}^2$  жылулық өндеу буы жалпы бекеттік коллекторға түседі, сол жерден  $1,2 \text{ кгс/см}^2$  деаэраторларға, химиялық тазалау жылытқыштарына және желілік суға бағытталады.

Турбинада жұмыс істеген бу конденсаторға түседі, сол жерде ол суытылады және суға айналады.

### Когенерациялы газ турбиналы электр станциясы (КоГТЭС)

- ДЖ-59ЛЗ типті газ турбиналы қондырғы (ГТК) 3 бірлік, әр қайсысының электр қуаты 30 Гкал, 2005 жылы іске қосылды.

#### 1.1 – кесте

Жабдықтардың Атауы	Іске қосылған жылы	Ресурстың нормалық уақыты, часы.	01.01. 2014г. жағдайы бойынша атқарылған жұмыс сағаты, сағат	Жабдықтың тозу%
БКЗ-220-100Ф типті №6 қазан агрегаты	1975	300 000	264 920	88,3%
БКЗ-220-100Ф типті №9 қазан агрегаты	1986	300 000	266 450	88,8%

ПТ-25-90/10 типті №3 турбиналы генератор	1967	220 000	206 140	93,8%
Т-42-90 типті №6 турбиналы генератор	1976	220 000	198 660	90,3%
ДЖ-59ЛЗ типті №1 газ турбиналы қондырғы	2005	60 000	45 620	76%
ДЖ-59ЛЗ типті №2 газ турбиналы қондырғы	2005	60 000	44170	74%
ДЖ-59ЛЗ типті №3 газ турбиналы қондырғы	2005	60 000	47470	79%

### «КТЭЦ» МКК жылу желісінің бөлімшесі (ЖЖБ)

Орталықтанған жылумен жабдықтау жүйесі жеткілікті дамыған. Көп пәтерлі тұрғын үйлер орналасқан аудандардың барлығын қамтиды. Қаланың жылу желісінің торабы жүйесін 35 жыл бұрын соға бастаған және қалаға қажетті жылу күшінің артуына байланысты дами бастады.

«КТЭЦ» МКК жылу желісінің торабын салу әдісі жер үстінде төмен деңгейдегі темір бетон тіректерінде немесе жер астында орындалды – өте алмайтын арналарда. Жер астында салынған жылу желілері негізінен қаланың ортасында абаттандырылған жерлерде төселген.

Температура деформациясының өтемақысы тығыздама және II-бейнелі өтемдеуіш, сонымен қатар жол бұрылысының бұрыштарында табиғи қарымақы есебінен іске асырылады.

Жылуды босатуды реттеудің температуралық кестесі 110-70<sup>0</sup>С.

«КТЭЦ» МКК иесіндегі жылу желілерінің ұзақтығы қала жолы бойынша жылпы 110,082 км құрайды, т.сағ.

- магистральды жылу желілері – 17,7 км;
- тоқсан аралық жылу желілері – 92,4 км.

### Ғимараттар және құрылыстар

Төмендегілер кіреді:

Әкімшілік корпус, негізгі өндірістік корпус, ескі және жаңа химиялық су тазалау ғимараты, ОРУ-35/220 кВ, мазут шаруашылығының ғимараты, мехшеберханасы, ағаш шеберхана цехы, гараж, тепловоз депосы, оттегі бекеті, градирня, жағалаудағы сорғыш бекет.

### Негізгі бу желілері, БРОУ және РОУ

БРОУ және РОУ басты бу желілерінің негізгі мәліметтері кестеде көрсетілген.

Жабдықтың түрі	Жұмыс ортасының параметрі (қызған бу)		Ұзындығы, м	Материал (болат сұрыпты)
	қысым, кгс/см <sup>2</sup>	температура, °С		
Қазандардың негізгі бу желілері				
1-ші кезек	100	540	110	ст.12ХМФ
2-ші кезек	100	540	140	ст.12Х1МФ
БРОУ және РОУ				
БРОУ	100/13	540/260	14,5	ст.12ХМФ
РОУ	100/13	540/260	15,5	ст.12Х1МФ

### Жылулық және өндірістік өндеудің бу желілері

Жылулық және өндірістік өндеу бу желілерінің негізгі мәліметтері 1.3 – кестеде келтірілген.

1.3-Кесте

Жабдықтың түрі	Жұмыс ортасының параметрі (бу)		Ұзындығы, м	Материал (болат сұрыпты)
	қысым, кгс/см <sup>2</sup>	температура, °С		
Жылулық бу желісі	0,7÷2,5	-	149	Ст.20
Өндірістік бу желісі	8÷13	250÷280	-	Ст.20

### 1.1.2. ЖЭО-ның орнатылатын негізгі жабдығы

Тұжырымдаманы жасау үшін негізгі жабдықты және ұқсас нысандарды жеткізетін зауыттардың ұсыныстары қолданылған.

Қолданыстағы Қызылорда ЖЭО қайта жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін негізгі жабдықтың түрі, қуаты және параметрлері келесілерді ескере отырып анықталған:

- есептік жылу күштерінің төсемі тәртіп бойынша;
- жұмыс істеп тұрған кәсіпорындардың шартында ЖЭО қайта жөндеу жұмыстарын жасау кезінде тоқтаусыз жылумен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін орнатылатын жабдыққа 540<sup>0</sup>С, 9,8 МПа бу параметрін сақтау;
- жұмыс істеп тұрған басты корпусың және демонтаж жасайтын жабдық ұяшықтарының габариті;
- қазіргі заманғы тиімді технологияларды және жабдықтарды қолдану;
- газды қыс мезгілінде жеткізуді тек кепілмен және бір жыл ішінде қажет болатын көлемді қолдану үшін қол жетімді отын түрлерінің нұсқалары.

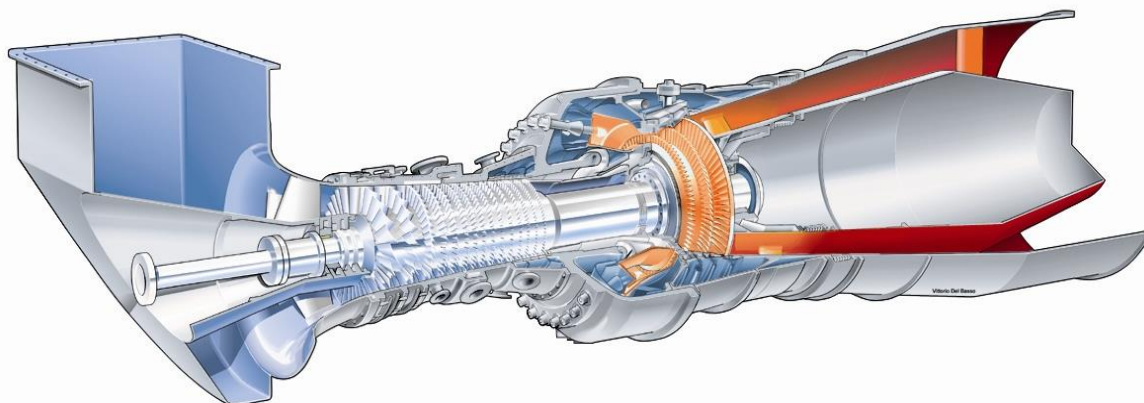
**ПГУ орнату** (негізгі отын – газ, қосалқы – мазут).

Жұмыс істеп тұрған негізгі корпуста:

- №6 Т-42-90 бу турбиначын Т-50/60-8,8 бу турбиначына ауыстыру және екі ГТҚ-50 МВт орнату, әр қайсычының қазандары – өнімділігі 125 т/сағ болатын ЗиОМАР кәдеге жаратушысы.

### 1.1.3. Газ турбиначы

SGT-800-дің жақтау құрылымы бар, ол аз санды бөлшектермен бір білікті сызбада орындалған. Өтемдеуіштің роторы және бұрандамамен бекітілген үш сатылы модульді турбиначы біркелкі білікті құрайды, ол өздігінен орнатылатын қалыппен екі гидродинамикалық мойынтірекке тіреледі. Генератор тартпасы газ турбиначының (суық) жағынан іске асырылады, ол қақпақша жолының үйлестіру тәсілін оңтайландырады және жайдақтайды. Модульді құрылым, бөлшектер санын азайту, құрауыштардың жұмыс істеу ұзақтығы және қызмет көрсетудің қарапайымдылығы техникалық қызмет көрсету үшін аз шығынды кепіл етеді.



SGT – 800. Қимасының түрі

Құрылымның ерекшеліктері

Компрессор (ауа сығымдағыш)

Транс дыбыстық компрессор түрінде қазіргі заманға лайық ең аэродинамикалық құрылым орналасқан. Компрессорда 15 саты бар және жоғары тиімділікке жету үшін басқарылатын аралас аэродинамикалық бет (Controlled Diffusion Airfoils - CDA) технологиясы қолданылады. Алғашқы үш сатыда өзгеріп тұратын геометрия бар. 4-15 сатылардағы күрекшенің шеткі аймақтарынан ағатын ағындарды азайту үшін үйкелетін ақырғы тығыздықтары қолданылады.

Жоғары қысым бөліміндегі бағыттағыш күрекшелердің, яғни күрекшелері қысқа болып табылатын 11-ден 15-ші сатылар ұстағышының

жылулық кеңейткіш коэффициенті төмен материалдан жасалған, ол саңылауларды кішірейтіп ұстауға мүмкіндік береді.

Ауа сығымдағыштың роторы дөңгелектен жасалған, олар электронды-сәулелік дәнекерлеу технологиясының көмегімен сенімді шығырға дәнекерленген. Ол көптеген жылдар бойы SGT-600 газ турбиналы ротор ауа сығымдағышы үшін қолданылды және минималды дірілдеткішті қамтамасыз ететін сенімді технология ретінде, әрі қолданудың өте сенімділігін көрсетті.

Турбинаның ыстық бөлімін суыту үшін ауа ауа сығымдағыштың 3, 5, 8, 10, және 15-сатыларынан алынады.

Төмен эмиссиялы үшінші буын жану камерасы құрғақ зиянды шығаруларды басу

Зиянды шығаруларды құрғақ басатын (DLE) төмен эмиссиялы үшінші буын жану камерасы

Жану камерасы – сақина түрінде, дәнекерленген металл табак құрылымынан тұрады. Жану камерасының ішкі бетінің және алдыңғы панелдің жылуды оқшаулайтын қабаты бар, ол жылуды беруді төмендетеді және жану камерасының қызмет ету мерзімін ұзартады. Мұндай құрылым көптеген жылдар бойы компания өндіретін газ турбиналарында қолданылады.

Қазіргі уақытта нарықтың көптеген сегменттері табиғатты қорғау шараларының қатаң сақталғанын талап етеді және бұл сұрақтарды ұғынудың маңыздылығы жаңа аудандарға таралуда. Компания қоршаған ортаны қорғаудың маңызды стратегиялық міндет екенін мойындайды және газ турбиналарынан бөлінетін зиянды шығарылымдарды басу жолында алдыңғы орындарды алуда. 1990 ж. компания зиянды шығаруларды құрғақ басатын төмен эмиссиялы жану DLE жүйесін нарыққа шығарды.

Жану камерасында Siemens жасаған 3-буынның 30 төмен эмиссиялы DLE жанарғысы орнатылған. SGT-800 үшін осы жанарғыларды қолданған кезде табиғи газды қолдану баспысында NOx шығарылымдары 15 ppm (15% O<sub>2</sub>) және су немесе бу бүркеуінсіз сұйық отынмен жұмыс істегенде 42 ppm (15% O<sub>2</sub>) құрайды.

### Турбиналар секциясы

Қызмет көрсетуді жеңілдету үшін үш саты бұрандамалармен тарта қысылып жалғанған, осылай біркелкі модуль құрайды. Содан кейін олар ауа сығымдағыштың білігіне бұрандамамен жалғанған.

Турбинада жетілдірілген ағын бөлігі бар. Онда ағын үш деңгейлі үлгіде есептелінген. Бірінші, екінші және үшінші сатыларда радиалды бүйіржақ саңылауының енін азайту үшін цилиндрлері бар.

Жұмысшы және бірінші мен екінші сатыларды бағыттайтын күрекшелер Siemens жасаған басқа ГТҚ-да қолданылатын технологиямен

суытылады. Бірінші сатының жұмысшы күрекшелері беріктікті және ресурсты арттыруға мүмкіндік беретін көп кристаллды материалдардан жасалынған. Турбина статорының ернемектері саңылаулар енін кішірейтетін және тиімділікті арттыру үшін қолданылатын ауа сығымдағыштың ауасымен суытылады.

Пайдалану сипаттамасын арттыру үшін орнатылған генератор тартпасы бар сызба суық жағынан біліктің диффузор бөлігін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Ерекше назар диффузорды қазандық-кәдеге жаратушыға жалғауды дайындауға бөлінген. Ол біріктірілген және жылыту топтамаларын пайдалану кезіндегі жоғалтуларды азайту үшін жасалған.

## Генератор

ГТҚ құрамына АВВ АМС 1250 типті 4-полюсті генератор кіреді. Ол газ турбинасының суық жағынан параллель біліктермен бірге төмендететін бәсеңдеткіш арқылы жүргізіледі. Қарапайым және сенімді құрылымдағы генератор айқын полюсті ротордан, көлемді кесік тақтадан және айналмалы қылшықсыз қозғаушыдан тұрады.

ГТҚ-ның сипаттамалары

### 1.4-Кесте

Турбина сатыларының саны	3 (1-ші саты, үлпек суытқышпен, 2-ші саты конективті суытқышпен, 3-ші саты суытылмайды)
Турбина кіреберісіндегі температура	1 230°C (газ қоспасының орташа термодинамикалық температурасы), 2 246°C (газ қоспасының орташа термодинамикалық температурасы)
Ротордың салмағы (күрекшелерді қосқанда)	7 200 кг, 15 800 фунтов
Ротор құрылымы	Ауа сығымдағыштың дискісін электронды-сәулелік дәнекерлеу. Турбинаның дискілері бұрандамалармен тартылған
Ротор айналымының номиналды жиілігі	6 600 айн/мин [бәсеңдеткіштен кейін (4-плюс) = 1 500 1 800 айн/мин], [бәсеңдеткіштен кейін (2-плюс) = 3 000/3 600 айн /мин
Тірек мойынтірегінің түрі	Өздігінен орнатылатын буынды (қысмен майлау)

Біліктің осьтік жүктемесі	200 000 Н, 44 962 фунт-күш
Жану камерасының түрі	Бір сақиналы жану камерасы, аз уыттандыратын, су шашусыз шығарылымдарды басу
Жанарғының саны	30
Жанарғының түрі	Бір оттық және екі оттық
Қозғалтқыш білік	Суық
Ауа сығымдағыштың түрі	Білікті
Енгізу клапанының саны	5 (3,5,8,10 және 15 сатылардан кейін)
Сығу деңгейі	21:1 (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында)
Номиналды қуаты (нетто)	50,5 МВт <sub>эл.</sub> ( ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында)
Электр энергиясын өндіру үшін кететін жылудың номиналды салыстырмалы шығыны (нетто)	9 400 кДЖ/кВтч (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында) 8 920 БТЕ/кВтч (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында)



Номиналды кпд (нетто)	38,3%
Газ шығаратын түтіктің номиналды шығыны	134 кг/с (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында) 296 фунт/с (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында)
Газ шығаратын түтіктің номиналды температурасы	553°C (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында) 1 027°C (ISO шартында және табиғи газбен жұмыс істеу шартында)
Турбинаның түрі	Білікті

#### 1.1.4. Қазан-кәдеге жаратушы

Қазан-кәдеге жаратушы (ҚК) көлденең пішінде, дабылды, буландырғыш сұлбада табиғи айналыммен бір қысымда ГТҚ-дан кейін ыстық газдың тотықтандырғыш ортасында табиғи газдың от жанатын жанарғыларында қосымша жанады. Қазанның жалпы түрі 1-қосымшада көрсетілген.

Қазан-кәдеге жаратушы өзінің қаңқасына аралық металл құрылымдар арқылы ілінеді. ҚК металл құрылымдарының қаңқасының бөлшектері құрастыру кезінде бір-бірімен жоғары сапалы бұрандамалармен жалғау арқылы қосылады.

ҚК жылытқышының беті сырты көлденең тұтас және қиық-қиық шиыршық-бау тәрізді кесілген құбырлардан жасалады. Жылытқыштың бетіндегі жылу алмасу құбырлары тік орналасқан.

ҚК пайдаланылған газдар атмосфераға жеке тұрған түтін шығатын мұржадан шығарылады.

Күштің өзгеруі отын шығынының және ГТҚ-ғы ауаның өзгеруінен пайда болады. Сонымен қоса ҚК кіреберісіндегі газдың температурасы және шығыны өзгереді.

Қажетті бу өндірушілікті қамтамасыз ету үшін ҚК жандыратын құрылғы жиынтығымен жабдықталған.

Біріктірілген жұмыс тәртібінде, ГТҚ-дан кейін ыстық газдың тотықтандырғыш ортасында табиғи газдың от жанатын жанарғыларында қосымша жанған кезде, қазан-кәдеге жатарушы бу өндірілушілікті 50-ден 100%-ға қамтамасыз етеді. Яғни қазанның бу температурасының номиналды параметрлері сақталған кезде номиналды бу өндірушілік жағдайында (жобалау кезінде анықталады).

Будың температурасын реттеу буды қыздырғыштан кейін соңғы сатының алдында орналасқан шашыратып бу суытқышпен қамтамасыз етіледі.

ҚК тоқтаусыз және айналмалы сұлбаны оқтын-оқтын желдеткіш жүйесімен жабдықталады.

Қазан-кәдеге жаратушының құрылымы қыздырғыштың бетін және құбыр желілерін құрғатуды қарастырады, сонымен қатар оларды қосу алдында химиялық және сумен тазалау, әрі тұмшалау жүргізу мүмкіндігі болады.

ҚК жиынтығында желі жолдарын, импульсті құбырларды салу үшін орындар қарастырылған, сонымен қатар қажетті өлшеу құралдарын, темір арқауларды, жалғастықтарды, бұршақтарды және КИП үшін қажетті таңдалған басқа құрылығдарды, автоматиканы, қызмет көрсету үшін ыңғайлы болатын орындарды, қорғаныс пен тосқауылды орнату мүмкіндігі қарастырылған.

Қазан-кәдеге жаратушыда судың үлгісін алу үшін қолдан жасалған құрылығдармен және буды автоматты түрде алу мүмкіндігі бар құрылығмен жабдықталған. Үлгілерді алу желісі тотықпайтын болаттан жасалады.

Қазан-кәдеге жаратушыдан бөлінетін дыбыстың деңгейін басу үшін ҚК-дан түтін шығатын мұржаға дейінгі газ жолдарында шуыл басқыштар орнатылған.

ҚК қаптамасында жылытқыштың бетіне, шуыл басқышқа жету үшін диффизордың ішкі жағына және ҚК-ның кіре берісіне тар жолдар жасалынады.

Қазан-кәдеге жаратушы құрылысына қызмет ету үшін баспалдақтар және мырышталған тор төсем алаңдары қарастырылған.

ҚК құрылымы және оның тораптарының қойылған кедергілері дайындау, тасымалдау, құрастыру, жөндеу және іске қосу технологиясын ескере отырып жасалынған.

Қысым астында жұмыс істейтін қыздырғыштың, атанақтың, кеңейткіштің, сорғыштың, темір арқаудың, жанарғылардың және қазан-кәдеге жаратушының басқа да құрылығдарының беттері зауыттан жеткізіледі. Олар осы өнім түріне арналған нормативті құжаттар бойынша зауытта сынақтан өтеді.

ҚК құрылымы ҚК-ні құрастыруды жеткізуші шығыр ретінде де және құрастыру шығыры ретінде де оларды құрастыру шарты бойынша құрылыс алаңында ары қарай қатайтуды қамтамасыз етеді.

ҚК құрылымы оның жекелеген тораптарына және бөлшектеріне механизацияланған жөндеу жұмыстарын қамтамасыз етеді.

Қазан-кәдеге жаратушының құрылымы келесілерді қамтамасыз етеді:

- суық жағдайда ҚК-ні материал және атанақ қабырғаларының қалыңдығын таңдау арқылы қосқан кезде аз уақыт қажет етеді;
- ҚК тоқтаған кезде қақпақшаларды жабу арқылы ҚК-ні ыстық жағдайда ұстап тұрады;

- көтеріп тұратын тіреуіштер үшін буландыру сұлбасында мүмкін болатын керек емес тотығу/мүжілу құбылыстарын болдырмас үшін, сонымен қатар екі кезеңдегі қоспалар қозғалысы бағытының өзгеруі мүмкін болатын аралықта 12X1МФ типті төмен қоспалы материал қолданылады.

ҚК жобалау кезінде келесі сыртқы факторлар ескеріледі:

- ҚК жабық ғимаратта орнатылады;
- климаттық орындау – УХЛ ГОСТ 15150 бойынша;
- орналастыру деңгейі – 4 (басты корпустың сыртына шығатын түтін мұржалары);
- бекет алаңының сейсмикалық деңгей – MSK 64 межесі бойынша 6 балдан аспады;

#### Қазан-кәдеге жаратушының газ жолы

Газдың максималды жұмыс қысымының керілісінде жұмыс істеу үшін ҚК газға тығыз болып жасалынады. ҚК кіреберісінде – 3 500 Па және газ жолындағы газдың «шапалағының» әсерінде – 3 000 Па.

Газ жолының жүйесіне газ турбинасының диффузорынан шыққан бөлшектері мен ҚК ернемектері кіреді. Жүйеге ішкі және сыртқы қатаң бөлшектер, өтемдеуіштер, тіректер, ажыратулар, ыңғайлы орындарда үлгілерді алу нүктелері кіреді. Жүйе газ турбинасынан шығатын және көрсетілген параметрлері бар газды қабылдау үшін, әрі осы газды ҚК кіреберісіндегі газ жолынан, қазаннан, шығаберістегі газ жолынан өткізу үшін және осы газды түтін шығатын мұржаға бағыттау үшін жобаланады және іске асырылады. ҚК жалпы түрі сызбада көрсетілген (1-қосымша).

Газдың жылжу жолы бойынша қазанның жылыту беті келесі ретпен орналасқан:

1. Буландырғыш бөлімі
2. Бұды қыздырғыш
3. Буландырғыш
4. Экономайзер
5. Желілік судың газдық жылытқышы

Салқындатылған түтінді газдар желілік судың газдық жылытқышынан кейін түтін шығатын мұржаға бағытталады.

Газ жолдарын құрайтын газ кернеуінің қаптауы қатты қабырғаларды ерітіп жабыстыру арқылы іске асырылады. Бұдан басқа, газ жолындағы газ кернеуінің қаптама бөлшектеріне үрлеуден және дыбыстан болатын күштер арнайы металл құрылымдар арқылы қазанның қаңқасына беріледі.

ҚК бу мен су аралас жолы экономайзерге кіреберісіндегі қысым бөлшектерінен, бу қыздырғыштың шығаберісіндегі бөлшектерінен, сәйкес тіреуіштерден, қаптамадан, ажыратулардан, темір арқаулардан және жабдықтардан тұрады. Жүйе келесідей бөліктерге бөлінеді:

- экономайзер;
- буландырғыш;
- бұды қыздырқыш;

- тораптық суды газ арқылы жылытқыш.

Құнарлы су құнарландыратын сорғыштан келеді және құнарлы судың реттегіш қақпақшаларымен реттеледі, содан кейін экономайзер бөліміне түседі, құбыр бөлшектері арқылы газ ағынына қарама-қарсы бағытта жүреді. Экономайзерден кейін су атанаққа түседі.

Қаныққан су содан кейін атанақтан шығып буландырғышқа түседі. Бу мен су қоспасы содан кейін буландырғыштан шығып қайтадан көтергіш құбырлар арқылы атанаққа бағытталады. Көтергіш құбырлар атанақпен қосылатын жалғастық атанақтың барлық ұзындығы бойынша біркелкі бөлінген. Бу мен су қоспасы атанақта бөлінеді. Қайнаған су атанақтың қоймасында жиналады.

Айналмалы контурдың екі үрлеу жүйесі бар – атанақтан тоқтаусыз және тіреуіштің төменгі нүктесінен оқтын-оқтын.

Тоқтаусыз үрлеу қазандықтағы суда тұзды шоғырландыруды азайту үшін жүргізіледі және тоқтаусыз және оқтын-оқтын үрлеудің кеңейткішінде орындалады. Оқтын-оқтын үрлеу шламды кетіру үшін орындалады. Ол қазандық суының тұзымен және атанақтағы химиялық заттекпен қарым-қатынасқа түскен кезде пайда болады, содан кейін кеңейткішке жіберіледі. Оқтын-оқтын үрлеудің жиілігі және үрленетін судың көлемі құнарланатын судың сапасы мен қазанның күшіне байланысты болады.

Бөлінуден кейін құрғақ қаныққан бу атанақтың үстіңгі бөлігінде орналасқан құбыр желілері арқылы атанақтан шығады да, буды қыздырғышқа түседі. Бу құбыр бөлшектері арқылы газ ағынына қарама-қарсы бағытта жүреді.

Буды қыздырғыштан кейін шашыратқыш түріндегі буды суытқыш орналасқан. Ол будың температурасын реттеу мақсатында ПЭН кейін суды алады.

### Қыздырғыштың беті

ҚК қыздырғышы бетінің шығыры тасымалдауға жарайтын модуль ретінде жасалады. Ол коллектор жиынында қабырланған құбырлар бөлімінен, орнатылатын аралық бөлшектерінен, қаптамадан және төбе ажыратқыштарынан, аспалардан, әкелетін және әкететін құбыр желілерінің бөлімдерінен, қабырландырылған құбырдың қашықтандырылған бөлшектерінен және т.б. тұрады.

Дірілді және жылытқыш бетіндегі қабырландырылған құбырларға газ ағынының серпінді әсер етуінен пайда болған акустикалық жаңғырықты басу үшін модулдердің ішіне аралықтар орналастырылады. Ол жылытқыш бетіндегі газ жолын ені бойынша бірнеше бөлікке бөледі.

ҚК жылытқыш беті ҚК қаңқасына аспалар жүйесі арқылы ілінген.

Жылу алмасу құбырларының құрылымы және есептік температураны анықтау, ол барлық болжанатын және құбыр қабырғаларының температурасына әсер ететін қолайсыз жағдайларды ескереді. Жылу алмасу бетінің бөлігіндегі жекелеген құбырлар бөлімдері арасында қалыпты қол

жеткізушілікті қамтамасыз ету үшін жеткілікті ара қашықтық қарастырылған. Қол жеткізушілік үшін өту жолдарының минималды көлемі 750 мм құрайды.

Шиыршық-таспалы қабырғалар құбырға ТВЧ әдісі арқылы дәнекерленеді. Айналымдардың максималды саны – 1 метрге 300 айналым; жолақтың қалыңдығы 1 мм; қабырғаның биіктігі 16 мм дейін. Құбырғалар шахматтық ретте орналасқан, құбырлардың диаметрі – 38 мм.

Жылыту беттері шығырының салмағы және аумақтық өлшемі:

ұзындығы × ені × биіктігі, м –  $16 \times 3,8 \times 2,9$

салмағы -80 т-дан аспауы керек, шығырлар саны 3 дана.

#### 1.1.5. Жылу көзіндегі бу мен судың теңгерімі

Негізгі құрылғының жеке қуатын таңдау құрастырылған жылу көзіндегі бу мен судың теңгерімінің негізінде іске асырылады. Ол бу генераторларының тұтыну қуатын анықтауға, орнатуға қабылданған электр өндіруші агрегаттардың мақсаттылығын тексеруге, қажетті жылу қуатын анықтауға, сонымен қатар ерекше тәртіптерде таңдалған негізгі құрылғыны жүктеуге мүмкіндік береді.

ЖЭО жылу теңгерімінің есебі бес ерекше тәртіп үшін даладағы ауаның температурасына байланысты орындалған:

1 – ең жоғарғы деңгейдегі қыста, жылыту  $t_o$  үшін даладағы ауаның есептік температурасына сәйкес келеді. Бұл тәртіп буды және ыстық суды ең жоғарғы деңгейде өндіру тәртібін және сәйкесінше орнатылатын бу генераторларының және жылу көзінің қосынды қуатын анықтайды (ЖЭО-на, ереже бойынша, қосалқы қазандықтарды орнатпайды). Бұл тәртіп үшін жылыту-вентиляциялық және технологиялық күштер максималды сағаттық болып қабылданады, ыстық сумен жабдықтаудың күші – аптасына орташа сағаттық (ең суық бес күндіктің температурасы – минус  $24^{\circ}\text{C}$ );

2 – апаттық тәртіп (есептік-қадағалау) тұтынушыларға жылуды 86%-ға дейін мүмкін болатын деңгейде төмендетіп беруді (п.5.4 МСН 4.02-02-2004) осы мақсаттар үшін жылуды жылыту жүйесін жобалау кезіндегі даладағы ауа температурасын ескереді. Бұл тәртіп ЖЭО ең үлкен қазандығының бірі апаттық жағдайда тоқтау шартында есептеледі. Энергия жүйесімен байланысы бар электр станциялары үшін электр энергиясын өндіруді төмендетуге рұқсат беріледі;

3 – суығырақ айда, жылдың ең суық мезгілінде  $t_{нх}$  даладағы ауаның орташа температурасы кезінде. Бұл тәртіп те 1-тәртіп сияқты жылу көзінен бөлінетін зиянды қалдықтардың максималды бір рет шығарылуларын есептеген кезде қолданылады және максималды сағаттық технологиялық күшті, жылыту-вентиляциялық күшті қамтамасыз етуді қарастырады, ыстық сумен  $t_{нх}$  жабдықтау күшіне сәйкес келетін – аптасына орташа сағаттық (ең суық айдың орташа температурасы – минус  $9,2^{\circ}\text{C}$ ); 4 – жылыту  $t_{om}$  мезгіліндегі даладағы ауаның орташа температурасы кезінде. Бұл тәртіпте технологиялық күштер жылыту мезгілінде орташа сағаттық болып алынады, жылыту және вентиляция үшін кететін жылудың шығыны – ыстық сумен  $t_{om}$  жабдықтау

күшіне сәйкес келетін – аптасына орташа сағаттық (жылыту мезгіліндегі орташа температура – минус 3,6°C);

5 – жазғы тәртіп. Технологиялық күш жылыту мезгілі арасындағы орташа сағаттық болып қабылданады, ыстық сумен жабдықтау – аптасына орташа сағаттық.

Жылу көзінің бу мен су теңгерімін есептеу барлық тәртіптер үшін параллелді болып орындалады және төрт бөлімнен тұрады:

- сыртқы тұтынушыларға жылу энергиясы шығынын есептеу (бу, ыстық су);
- жылу көзінің өз қажеттіліктеріне кететін жылу энергиясы шығынын есептеу;
- жылу энергиясын өндірудің қажетті қосындысын есептеу (бу, ыстық су);
- жылу көзінің бу мен су теңгерімін жасау.

*Желілік судағы жылудың күші* 3.1-кестеде келтірілген формулалар бойынша қарастырылып отырған тәртіпке байланысты анықталады.

1.5-кесте – Желілік суда жылуды сағат бойынша жіберуді анықтайтын формулалар

Желілік судағы жылудың күші, Гкал/сағ	Тәртіп			
	1	2	3,4	5
Жылудың және вентиляцияның жылулық күші, $Q_{ov}$	$Q_{ov}$ (бастапқы мәліметтерде беріледі)	$0,86 Q_{ov}$	$Q_{ov}$	0
Ыстық сумен жабдықтаудың орташа сағаттық күші, $Q_{zv}$	$Q_{zv}$ (бастапқы мәліметтерде беріледі)	$Q_{zv}$	$Q_{zv}$	$Q_{zv} \frac{55 - t_x^n}{55 - t_x}$

1.5 – кестеде:

$t_0$  – жылуды жобалау үшін даладағы ауаның есептік температурасы, °C;

$t_i$  – қарастырылып отырған тәртіп үшін даладағы ауаның температурасы, °C;

$t_x, t_x^n$  – сәйкесінше жылыту мезгіліндегі суық судың (су құбырындағы) температурасы (мәліметтер жоқ болған кезде 5°C-ге тең деп алынады) және жылыту өшірілген мезгілде (беткі көздер үшін мәліметтер жоқ болған кезде 15°C-ге тең деп алынады, жер асты үшін – 5-7°C).

*РОУ үшін шығатын будың шығыны* төмендегі формула бойынша анықталады:

$$D_{POU} = D_{ред} ,$$

мұндағы  $h^I$  – сәйкесінше шығатын және қысқартылған будың энтальпиясы, ол шығатын және қысқартылған будың қысымы бойынша анықталады кДж/кг;

– буды шашырату жолымен суыту үшін қолданылатын қазандықтың құнарлы суының энтальпиясы;

– жылуды жоғалтуды ескеретін коэффициент, негізінен 0,98 тең деп алынады;

$D_{ред}$  – РОУ-дан кейін қажет болатын бу шығыны, т/сағ.

Жағу және сақтау үшін *мазутты жылытуға кететін бу шығыны* төмендегі формула бойынша анықталуы мүмкін

$$D_{мх} = D_{пк} d_{мх},$$

мұндағы  $d_{мх} = 0,025$  т/т – бу қазандықтары үшін мазутты жылытуға кететін жылудың салыстырмалы шығыны.

Мазутта жұмыс істейтін қазан калориферіндегі ауаны жылытуға кететін бу шығыны  $D_{кф}$ , т/ч, келесі формула бойынша анықталады

$$D_{кф} = d_{кф} D_{к},$$

мұндағы  $d_{кф}$  – қарастырылып отырған тәртіпке байланысты бу қазандық-тарының калориферіне кететін жылудың салыстырмалы шығыны 2-кестеде көрсетілген.

1.6 – кесте – Қарастырылып отырған тәртіпке байланысты қазандықтар-дың калориферіне кететін жылудың салыстырмалы шығыны

Тәртіптер	1, 2	3	4	5
$d_{кф}$ , т/т	0,047	0,036	0,032	0,022

Жылу күшінің деңгейін болжау жекелей «ЖЭО» МКК және «КЮТЦ» МКК (Қызылорда оңтүстік жылу орталығы) және ОЖ (орталықтанған жылумен жабдықтау) аймағы бойынша қосындысы, Қызылорда қаласының жылумен жабдықтау жүйесін дамыту Тұжырымдамасы бойынша техникалық кеңестің шешімін ескере отырып жасалынған (04.07.2012 ж. хаттама). Қабылданған хаттамалық шешімге сәйкес Тұжырымдаманы жасаған кезде қала аудандарын орталықтанған жылумен жабдықтау аймағына қосудың максималды мүмкіндігі қарастырылған.

Қызылорда қаласының 2020 жылға дейінгі жылумен жабдықтау жүйесін дамыту Тұжырымдамасын жасауға қабылданған ОЖ аймағындағы қосынды жылу күшінің максималды-сағаттық есебінің болжамдық деңгейі 3.3-кестеде көрсетілген.

1.7 – кесте.

№№	Аты	Есептік мерзімдегі ОЖ аймағының жылулық күші, Гкал/сағ
1	Жылыту және вентиляция	315
2	Ыстық сумен жабдықтау	45
3	Жылу желілерінде жылуды жоғалту	40
	Жалпы ОЖ аймағы бойынша	400

Қазақстан Республикасының оңтүстік бөлігінде, Сырдария өзенінің оң жақ жағалауында орналасқан Қызылорда қаласы тиімді экономикалық-географиялық жағдайымен ерекшеленеді. Қазіргі заманғы Қызылорда қаласы – әкімшілік, саяси және аттас облыстың мәдени орталығы болып саналады.

Аймақтың климаты құрлықтық, жаз мезгілі ыстық әрі ұзақ болады, қысы желді және қары аз болады. СНИП РК 2.01-01-82 сәйкес қаланың сырттағы ауасы келесі температуралармен сипатталады:

- ауаның орташа жылдық температурасы минус 9,1°С;
- қыста абсолютті төмен минус 38°С;
- жазда абсолютті жоғары плюс 46°С;
- бес күндік орташа ең суығы

(жылыту үшін есептік температура) минус 24°С;

- суық мезгілдегі орташасы

(вентиляциялау үшін есептік температура) минус 12°С;

- орташа ең суық ай үшін (қаңтар) минус 9,2°С;
- жылыту кезеңіндегі орташасы минус 3,6°С.

Жылыту кезеңінің ұзақтығы – 168 тәулік (4032 сағат).

Қала шөлді аймақта орналасқан. Ұзақ, ыстық, құрғақ жаз және қары аз, желді қыс мезгілі тән. 60% жауын-шашын желтоқсан мен сәуір айларында түседі. Маусым-қазан айларында айына 3-тен 9 мм.-ге дейін жауады, ал мамыр мен қараша айларында – 12-13 мм. Жазда жер бетіндегі булану жауатын жауын-шашын көлемінен 20 есе артық.

Қазіргі уақытта Қызылорда қаласындағы тұрғындар саны 254,2 мың адамды құрайды.

## 1.2. Есептік бөлім

### 1.2.1. Энергетикалық ГТҚ-ның жылу сызбасын есептеу

ГТҚ-ның жылу сызбасын есептеудің мақсаты болып жұмыс дененсін, отынның шығынын және қондырғылардың энергетикалық сипаттамаларын анықтау саналады.

Есептеу үшін бастапқы мәліметтер:

ГТҚ жұмысының негізгі көрсеткіштері есептік тәртіпте:



1. Даладағы ауаның параметрлері:  $T_{0НВ} = 288 \text{ К}$ ,  $p_{0НВ} = 0,1013 \text{ МПа}$ .
2. Негізгі отын – табиғи газ, оның келесідей сипаттамалары бар:
  - жылыту қасиеті  $Q_H^P = 49193 \text{ кДж/кг}$  [1];
  - тығыздығы  $\rho_T = 0,723 \text{ кг/м}^3$ ;
  - 1 кг отынды жағу үшін қажетті теоретикалық ауаның саны  $L_o = 16,62 \text{ кг/кг}$  [1];
  - құрамы (көлемі бойынша %):  $\text{CH}_4 = 98,9$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,13$ ;  $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,01$ ;  $\text{CO}_2 = 0,08$ ;  $\text{N}_2 = 0,87$ .
3. ГТҚ роторы айналымының физикалық жиілігі  $n_{0Ф} = 103,33 \text{ 1/с}$  [6];
4. Ауа сығымдағыштың кіре берісіндегі ауаның физикалық шығыны  $G_{OK} = 177 \text{ кг/с}$  [6];

ГТҚ-ның есептік емес тәртібі:

1. Даладағы ауаның параметрлері:  $T_{0НВ} = 268 \text{ К}$ ,  $p_{0НВ} = 0,1013 \text{ МПа}$ ;
2. Газ турбинасына кіре берістегі газдың бастапқы температурасы  $T_{HT} = 1373 \text{ К}$  [6].

1.2.2. Біліктік ауа сығымдағыштағы жұмыс денесі параметрлерін анықтау

1. ГТҚ роторы айналымының келтірілген салыстырмалы жиілігі:

$$\bar{n}_{ГР} = \sqrt{\frac{T_{0НВ}}{T_{НВ}}} = \sqrt{\frac{288}{268}} = 1,0366.$$

1. ГТҚ роторы айналымының келтірілген жиілігі, 1/с:

$$n_{ГР} = n_{0Ф} \cdot \bar{n}_{ГР} = 107,1$$

2. Ауа сығымдағыш арқылы ауаның келтірілген шығыны, кг/с:

$$G_{ГР} = \bar{G}_{ГР} \cdot G_{OK} = 1,017 \cdot 177 = 180$$

мұндағы  $\bar{G}_{ГР} = 1,017$  (құрылымдық сипаттамалардан).

3. Ауа сығымдағыштағы қысымның арту деңгейі:

$\pi_k = 15,7$  (құрылымдық сипаттамалардан).

4. Ауа сығымдағыштың изоэнтропиялық КПД:  $\eta_k = 0,853$ .

5. Ауа сығымдағыштың ағынды бөлігіне кіре берістегі ауа қысымы, МПа:

$$p_{HK} = p_{HB} - p_{KBX} = 0,1013 - 0,0011 = 0,1002.$$

Ауа сығымдағыштың кіре берісіндегі қысымды жоғалту мөлшерін  $p_{KBX}$  0,0008 – 0,0013 МПа аралығынан алуға болады.

6. Есептік емес тәртіпте ауа сығымдағыш арқылы ауаның физикалық шығыны, кг/с:

$$G_K = G_{OK} \cdot \bar{G}_{IP} \cdot n_{IP} \cdot (p_{HK}/p_{0HK}) = 177 \cdot 1,017 \cdot 1,0367 \cdot (0,1002/0,1003) = 186,6.$$

7. Мұнан былай ауаны қысудың салыстырмалы жұмысын ауа сығымдағышта және осы ауаның температурасын ауа сығымдағыштан кейін анықтаймыз. Осы өлшемдердің есебін жылу сиымдылығының орташа арифметикалық мөлшері бойынша ретті жуықтау әдісімен жүргізуге болады.

Бірінші жуықтауда  $T_{KK} = 655,6$  К деп қабылдаймыз.

8. Ауаның орташа интегралды жылу сиымдылығы келесі формула бойынша анықталады, кДж/(кг К):

$$c_{ph} = 0,9956 + 92,99 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273)$$

9. Жылу сиымдылығының орташа арифметикалық көлемі  $T_{HB} \div T_{KK}$  температура аралығында:

$$c_{pm} = (c_{ph\ vx} + c_{ph\ vych}) / 2$$

$$c_{pm} = 1,013 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

10. Ауа сығымдағышта ауаны қысудың салыстырмалы жұмысы, кДж/к:

$$H_K = T_{HB} \cdot c_p \cdot \left( \pi^{\left( \frac{R_B}{c_{pm}} \right)} - 1 \right) = 268 \cdot 1,003 \cdot \left[ 15,7^{\left( \frac{0,287}{1,013} \right)} - 1 \right] = 327,4$$

мұндағы:  $R_B$  – тұрақты ауа газы  $R_B = 0,287$  кДж/(кг·К).

11. Ауа сығымдағыштан кейінгі ауаның температурасы, К:

$$T_{KK} = T_{HB} \cdot \left[ 1 + \frac{\left( \frac{R_B}{C_{p.t.}} \right) \pi_K - 1}{\eta_K} \right] = 268 \cdot \left[ 1 + \frac{15,7 \left( \frac{0,287}{1,013} \right) - 1}{0,853} \right] = 650,7.$$

12. Ауа сығымдағыштан кейінгі ауаның қысымы, МПа:

$$P_{KK} = P_{HK} \cdot \pi_K = 0,1002 \cdot 15,7 = 1,573.$$

13. ГТҚ-ның жылу сызбасында газ турбинасының көптеген ыстық бөлшектерін ауамен суыту қарастырылған, ол ауа сығымдағыштың ағындық бөлігінен алынады. Газ турбиналарының ағынды бөлігінің шүмектік және жұмыс күрекшелері, ротор мен статор бөлшектері суытылады. Осы мақсат үшін суыту жүйесінің барлық бөлшектерінде жылулық гидравликалық есептеулері жүргізіледі. Осының нәтижесінде келесілерді анықтайды:

- суытылған ауаның қажетті мөлшерін;
- ауа сығымдағыштың ағынды бөлігінен суыту үшін алынған ауаның талап етілетін қысымы және газ турбинасының сәйкес бөлшектеріне бағытталатын.

GT8C жылулық сызбасының есебінде, зауыт мәліметтерінің негізінде қабылданады, яғни суыту үшін қажетті ауаны ауа сығымдағыштың бесінші, тоғызыншы және соңғы 12-ші сатысынан кейін алу іске асырылады.

Осы мәліметтерді пайдалана отырып, ауа параметрлерін ауа сығымдағыштың алу нүктелерінен алуды есептейміз.

А) ауа сығымдағыштың бесінші сатысынан кейін:

$$G_{OxL.5} = 2,35 \text{ кг/с};$$

$$\pi_5 = 7,6 - \text{зауыт мәліметтері.}$$

Ретті жуықтау әдісімен, яғни барлық ауа сығымдағышты есептеуге ұқсас ауа сығымдағыштың бесінші сатысынан кейінгі температураны және ауаны қысудың салыстырмалы жұмысын анықтаймыз:

Бірінші жуықтауда қабылдаймыз:

$$T_5 = 514,9 \text{ К},$$

$$c_{ph5} = 1,018 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$$

14. Жылу сиымдылығының орташа арифметикалық көлемі  $T_{HB} \div T_5$  температура аралығында, кДж/(кг·К):

$$c_{pm 5} = (c_{ph vx} + c_{ph 5}) / 2,$$

$$c_{ph 5} = 1,007$$

15. Ауаны қысудың салыстырмалы жұмысы, кДж/кг:

$$H_5 = T_{\text{НВ}} \cdot c_p \cdot \left( \pi_5 \left( \frac{R_B}{C_{\text{pm}5}} \right) - 1 \right) = 268 \cdot 1,003 \cdot \left( 7,6 \left( \frac{0,287}{1,007} \right) - 1 \right) = 210,2.$$

16. Ауа сығымдағыштың бесінші сатысынан кейінгі ауаның температурасы, К:

$$T_5 = T_{\text{НВ}} \cdot \left[ 1 + \frac{\pi_5 \left( \frac{R_B}{C_{\text{p.т.5}}} \right) - 1}{\eta_K} \right] = 268 \cdot \left[ 1 + \frac{7,6 \left( \frac{0,287}{1,007} \right) - 1}{0,853} \right] = 513,7.$$

Б) Ауа сығымдағыштың тоғызыншы сатысынан кейін:

$$G_{\text{ОХЛ.9}} = 5 \text{ кг/с};$$

$\pi_9 = 10,1$  – заводские данные.

17. Ретті жуықтау әдісімен, яғни барлық ауа сығымдағышты есептеуге ұқсас ауа сығымдағыштың тоғызыншы сатысынан кейінгі температураны және ауаны қысудың салыстырмалы жұмысын анықтаймыз:

Бірінші жуықтауда келесілерді қабылдаймыз:  $T_9 = 562,39 \text{ К}$ ,  $c_{\text{ph } 9} = 1,022 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ .

18. Жылу сыйымдылығының орташа арифметикалық мөлшері температура аралығында

$$T_{\text{НВ}} \div T_9, \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}:$$

$$c_{\text{pm } 9} = (c_{\text{ph вх}} + c_{\text{ph } 9}) / 2,$$

$$c_{\text{ph } 9} = 1,009.$$

19. Ауаны қысудың салыстырмалы жұмысы, кДж/кг:

$$H_9 = T_{\text{НВ}} \cdot c_p \cdot \left( \pi_9 \left( \frac{R_B}{C_{\text{pm}9}} \right) - 1 \right) = 268 \cdot 1,003 \cdot \left( 10,1 \left( \frac{0,287}{1,009} \right) - 1 \right) = 250,3.$$

20. Ауа сығымдағыштың тоғызыншы сатысынан кейінгі ауаның температурасы, К:

$$T_9 = T_{\text{НВ}} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\left( \frac{R_B}{C_{p.T.9}} \right) - 1}{\eta_K} \right) \right] = 268 \cdot \left[ 1 + \left( \frac{10,1 \left( \frac{0,287}{1,009} \right) - 1}{0,853} \right) \right] = 560,5.$$

В) ауа сығымдағыштан кейін:

$G_{\text{ОХЛ.12}} = 20,5$  кг/с – зауыт мәліметтері.

Ертеректе келесідей көрсеткіштер анықталған:  $\pi_{12} = 16,7$ ;  $H_K = 327,4$  кДж/кг;  $T_{\text{КК}} = 650,7$  К.

ГТҚ-нің ауа сығымдағышының білігіндегі жұмыс денесі параметрлерін анықтауды жалғастырамыз.

21. ГТҚ-ның жану камерасына түсетін ауа сығымдағыштан кейінгі ауаның шығыны, кг/с:

$$G_{\text{КС}} = G_K - (G_{\text{УТ}} + G_{\text{ОХЛ.5}} + G_{\text{ОХЛ.9}} + G_{\text{ОХЛ.12}}),$$

$$G_{\text{КС}} = 157,8.$$

22. Ротордағы ауаның жойылу мөлшерін және басқаларын  $0,3 \div 0,5$  % от  $G_K$  интервалынан аламыз, кг/с:

$$G_{\text{УТ}} = 0,005 \cdot G_K = 0,95.$$

24. Қосымша төмендегілерді анықтаймыз:

- ГТҚ жану камерасына түсетін ауаның үлесі:

$$g_{\text{КС}} = \frac{G_{\text{КС}}}{G_K} = \frac{157,8}{186,6} = 0,845$$

- суытылатын ауаның үлесін:

$$g_{\text{ОХЛ}} = \frac{G_{\text{ОХЛ.5}} + G_{\text{ОХЛ.9}} + G_{\text{ОХЛ.12}}}{G_K} = 0,149$$

25. ГТҚ ауа сығымдағышы қолданылатын қуат, кВт:

$$N_{\text{ік}} = \frac{G_{\text{КС}} \cdot H_K + G_{\text{ОХЛ.5}} \cdot H_5 + G_{\text{ОХЛ.9}} \cdot H_9 + G_{\text{ОХЛ.12}} \cdot H_{12}}{\eta_K},$$

$$N_{\text{ік}} = 70481.$$

26. Компрессордан кейінгі ауаның температурасы бойынша осы ауаның энтальпиясын анықтаймыз ( $T_{КК}=650,7\text{ К}$ ):

$$h_{КК}=389\text{ кДж/кг.}$$

### 1.2.3. ГТҚ жану камерасының негізгі параметрлерінің жылулық есебі

Жану камерасының жылулық есебі ауаның артылу мәнінің жылулық есебінің қажетті шығынын  $B_{ГТ}$  және газ турбинының кіре берісіндегі газ энтальпиясын анықтауды болжайды. Бұл өлшемдер жану камерасының жылулық теңгерілімімен байланысты. 1 кг жанатын отынға сәйкес төмендегіні жазуға болады:

$$\alpha_{КС} \cdot L_o \cdot h_{КК} + 1 \cdot (Q_H^P \cdot \eta_{КС} + h_{ТОПЛ}) = (1 + \alpha_{КС} \cdot L_o) \cdot h_{НТ}$$

мұндағы  $\eta_{КС}$  - КПД жану камерасы (отынның жану тығыздығының коэффициенті), әдетте ол мынаны құрайды  $0,96 \div 0,99$ ;  $\eta_{КС} = 0,99$  деп қабылданады.

Газ турбинына кіре берістегі газ энтальпиясын  $T_{НТ}=1373\text{ К}$  өлшемі бойынша анықтаймыз, кДж/кг :

$$h_{НТ}=1342.$$

Қарастырылып отырған тәртіпте КС-қа түсетін табиғи газдың температурасын (оны алдын ала қыздыруға болады)  $T_{ПР,Г}=5^\circ\text{С}$  ( $c_{ПР,Г}=2,18\text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ ) тең деп аламыз, сонда жағылатын табиғи газдың энтальпиясы, кДж/кг:

$$h_{ТОПЛ}=c_{ПР,Г} \cdot t_{ПР,Г}=10,898.$$

Жану камерасындағы ауаның арту коэффициентін жылу теңгерілмі теңсіздігінен анықтаймыз:  $\alpha_{КС}=2,3$ .

ГТҚ жану камерасындағы отынның шығынын КС жылу теңгерілімі формуласынан аламыз, кг/с:

$$B_{ГТ} = \frac{G_{КС} \cdot (h_{НТ} - h_{КК})}{Q_H^P \cdot \eta_{КС} + h_{ТОПЛ}} = \frac{157,8 \cdot (1342 - 389)}{43496 \cdot 0,99 + 10,898} = 3,399.$$

Отынның салыстырмалы шығыны :

$$g_{ГТ} = \frac{B_{ГТ}}{G_{КС}} = \frac{3,399}{157,8} = 0,021.$$

1.2.4. Газ турбинындағы жұмыс денесінің негізгі параметрлерін анықтау

Қазіргі заманғы газ турбинының ағындық бөлігі үш сатыдан тұрады. Олардың саны азайған кезде ыстық бөлшектерді суыту жүйесінің жұмысы жеңілдейді, бірақ әрбір сатыға түсетін күш артады.  $G_{НТ}$  кіре беріндегі газдың шығыны және олардың бастапқы қысымы  $p_{НТ}$  – өлшемдері айнымалы және ГТҚ жұмысының тәртібіне тәуелді. Күштің белгілі бір аралығында  $T_{НТ}$  газдың бастапқы температурасын тұрақты етіп отынды реттегіш қақпақшалардан келетін сәйкес отынның есебінен ұстап тұрады. Оны анықтау шартын және ол бекітілген орынды айту қажет. Мынау күрекшелердің бірінші сатысының жұмыс торларының алдындағы газ ағынының температурасы  $p_{НВ}=0,1013$  МПа,  $T_{НВ}=288$  К,  $d_{НВ}=60\%$ .

Жылу сызбасын есептеудің осы кезеңінде газ турбинының кірісі мен шағасындағы жұмыс денелерінің параметрлерін анықтаймыз.

1. Газ қысымын «ауа сығымдағыш – жану камерасы – газ турбинына кіре беріс» жолында жоғалту:

$$\Delta p_{К-ГТ} = \Delta p_{ОК-ГТ} \cdot \left[ \frac{G_{К}}{G_{О}} \right]^2 \cdot \frac{T_{КК}}{T_{ОКК}} = 0,025 \cdot \left[ \frac{186,6}{177} \right]^2 \cdot \frac{650,7}{709,7} = 0,0254 \text{ МПа.}$$

2. Газ турбинына кіре берістегі газдың қысымы:

$$p_{НТ} = p_{КК} - \Delta p_{К-ГТ} = 1,673 - 0,0254 = 1,6476 \text{ МПа.}$$

3. Газ турбинына кіре берістегі газдың шығыны:

$$G_{НТ} = G_{КС} + B_{ГТ} = 157,8 + 3,399 = 161,99 \text{ кг/с.}$$

4. ГТҚ автономдық режимде жұмыс істеген кезде пайдалынған газдың шығу кедергісінің коэффициенті  $\xi_{ВЫХ} = 0,03 \div 0,05$  құрайды.

GT8C-ге сәйкес:  $\xi_{ВЫХ} = 0,03$  (зауыт мәліметтері).

5. ГТҚ газдың қысымы, МПа:

$$p_{КТ} = p_{НВ} \cdot (1 + \xi_{ВЫХ}),$$

$$p_{КТ} = 0,1013 \cdot (1 + 0,03) = 0,1043.$$

6. ГТ-ның ағындық бөлігіндегі газдың кеңею деңгейі:

$$\pi_{ГТ} = \frac{p_{HT}}{p_{KT}},$$

$$\pi_{ГТ} = \frac{1,6476}{0,1043} = 16.$$

ГТ-ның ағындық бөлігі арқылы жұмыс денесінің ағынын шартты түрде екі құрамдасқа бөлуге болады. Олар соңында газ шығынының жалғыз қосындысына бірігеді. Құрамдастардың біріншісі – бұл газдар, олар ағындық бөлікте бастапқы температурадан  $T_{HT}$  соңғы шығу кезіндегі температураға  $T_{KT}$  дейін кеңейеді. Екіншісі – салқындататын ауа, ол ауа сығымдағыштың ағымдық бөлігінен турбинаға беріледі, содан кейін газ ағымдарына лақтырылады және шартты түрде  $T_{KB}$  температурасына дейін салқындатылады. Қорытындысында, осы құрамдастардың араласуы жұмыс денесінің қосынды шығынының құралуына әкеледі,  $T_{CM}$  температурасымен.

7. Тұрақты газ:

а) таза өнімдердің жануының (ТӨЖ) тұрақты газы:

$$R_{чпс} = r_{CO_2} \cdot R_{CO_2} + r_{H_2O} \cdot R_{H_2O} + r_{N_2} \cdot R_{N_2},$$

мұндағы  $R_{CO_2} = 0,1899$  кДж/(кг·К);

$r_{CO_2} = 0,0936$ ;

$R_{H_2O} = 0,4615$  кДж/(кг·К);

$r_{H_2O} = 0,2016$ ;

$R_{N_2} = 0,2968$  кДж/(кг·К);

$r_{N_2} = 0,7048$ .

$R_{чпс} = 0,32$  кДж/(кг·К).

б) ГТ-дағы газ ағымының ауа бөлігі ауа санының қатынасымен, яғни ГТҚ жану камерасына келетін барлық ауа санымен және 1 кг жану процесіне қатыспайтын жану қосындысымен анықталады:

$$g_B = \frac{L_0 \cdot (\alpha_{KC} - 1)}{1 + \alpha_{KC} \cdot L_0} = \frac{16,62 \cdot (2,3 - 1)}{1 + 2,7 \cdot 16,62} = 0,551;$$

в) ГТ-дағы жұмыс денесінің газ тұрақтысы, кДж/(кг·К):

$$R_{Г} = R_{чпс} \cdot (1 - g_B) + R_B \cdot g_B,$$



$$R_{\Gamma} = 0,32 \cdot (1 - 0,604) + 0,287 \cdot 0,604 = 0,302.$$

8. Жылу сыйымдылығының орташа арифметикалық мөлшерін анықтау:  
Бірінші жуықтауда:  $T_{\text{КТ}} = 810,95 \text{ К}$  қабылдаймыз.

Ауаның және әр түрлі компонент өнімдерінің орташа интегралды жану сыйымдылығы:

$$c_{\text{ph}(\text{CO}_2)} = 0,8298 + 377,56 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273),$$

$$c_{\text{ph}(\text{H}_2\text{O})} = 1,8334 + 311,08 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273),$$

$$c_{\text{ph}(\text{N}_2)} = 1,0241 + 88,55 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273),$$

$$c_{\text{ph B}} = 0,9956 + 92,99 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273).$$

Жану өнімдерінің таза орташа интегралдық жану сыйымдылығы:

$$c_{\text{ph ЧПС}} = \Gamma_{\text{CO}_2} \cdot c_{\text{ph}(\text{CO}_2)} + \Gamma_{\text{H}_2\text{O}} \cdot c_{\text{ph}(\text{H}_2\text{O})} + \Gamma_{\text{N}_2} \cdot c_{\text{ph}(\text{N}_2)} = 1,24 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Орташа интегралды газдың жану сыйымдылығы (ауаның артықшылығымен):

$$c_{\text{ph } \Gamma} = c_{\text{ph ЧПС}} \cdot (1 - g_{\text{B}}) + c_{\text{ph(B)}} \cdot g_{\text{B}} = 1,117 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}),$$

$$c_{\text{ph } \Gamma \text{ ВХ}} = 1,167 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}),$$

$$c_{\text{ph } \Gamma \text{ Вых}} = 1,117 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

$T_{\text{HT}} \div T_{\text{КТ}}$  интеграл температурасындағы газ жылу сыйымдылығының орташа арифметикалық мөлшері:

$$c_{\text{pm } \Gamma} = (c_{\text{ph } \Gamma \text{ ВХ}} + c_{\text{ph } \Gamma \text{ Вых}}) / 2 = 1,142 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

9. ГТ-дағы газ температурасының салқындатқыш ауаға әсер етуін есепке алмаған жағдайдағы, К:

$$T_{\text{КТ}} = T_{\text{HT}} \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \pi^{\left( \frac{-R_{\Gamma}}{C_{\text{pm} \Gamma}} \right)_{\text{ГТ}}} \right) \cdot \eta_{\text{ГТ}} \right] = 1373 \cdot \left[ 1 - \left( 1 - 16^{\frac{-0,2857}{1,142}} \right) \cdot 0,9083 \right] = 810,95$$

Қазіргі заманғы ГТҚ үшін КПД мағынасы ГТ ағындық бөлігі  $\eta_{ГТ} = 0,9 \div 0,94$  аралықта анықталады. Қарастырылып отырған режимде ГТ бөлігінің беріктігін КПД режимінде, зауыттық шаманы қолданамыз:

$$\eta_{ГТ} = 0,9083.$$

10. ГТ пайдалынған газдың шығуын салқындатқыш ауада және газдың жылу сыйымдылық қоспасын анықтаймыз.

ГТ-ның соңғы ағындық бөлігіндегі салқындатқыш температурасын сипатталған мән бойынша:  $T_{КВ} = (0,80 \div 0,82) \cdot T_{КТ}$  аралықта анықтаймыз. Бұл жағдайда мына формуланы қабылдаймыз:

$$T_{КВ} = 0,82 \cdot T_{КТ} = 664,98 \text{ К},$$

осы температурадағы орташа интегралды жылу сыйымдылығының ауасы:

$$c_{phB} = 1,066 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

ГТ пайдалынған газдың салқындатқыш ауаны және газ қоспасының жылу сыйымдылығын газ ағынының араласу теңдігінен анықтаймыз, кДж/(кг·К):

$$c_{pCM} = \left( \frac{1 + g_{ГТ} - g_{ОХЛ}}{1 + g_{ГТ}} \right) \cdot c_{phГВЫХ} + \left( \frac{g_{ОХЛ}}{1 + g_{ГТ}} \right) \cdot c_{phB},$$

$$c_{pCM} = \left( \frac{1 + 0,021 - 0,149}{1 + 0,021} \right) \cdot 1,117 + \left( \frac{0,149}{1 + 0,021} \right) \cdot 1,066 = 1,11.$$

11. Газ температурасының қоспасын және ГТ пайдаланылған газдың шығу ауасындағы салқындатқышты анықтау. ГТ пайдаланылған газдың шығуындағы ауа салқындатқышын және газ қоспасының температурасын газ ағынының араласу теңдігінен анықтаймыз, К:

$$T_{CM} = \left( \frac{1 + g_{ГТ} - g_{ОХЛ}}{1 + g_{ГТ}} \right) \cdot \left( \frac{c_{phГВЫХ}}{c_{pCM}} \right) \cdot T_{КТ} + \left( \frac{g_{ОХЛ}}{1 + g_{ГТ}} \right) \cdot \left( \frac{c_{pB}}{c_{pCM}} \right) \cdot T_{КВ}$$

$$T_{CM} = \left( \frac{1 + 0,021 + 0,149}{1 + 0,021} \right) \cdot \left( \frac{1,117}{1,11} \right) \cdot 810,95 + \left( \frac{0,149}{1 + 0,021} \right) \cdot \left( \frac{1,066}{1,11} \right) \cdot 664,98 = 790,98.$$

12. Газ турбинан кейінгі газ қоспасындағы ауаның артықшылығы:

$$\alpha_{CM} = \frac{G_{KC} + (G_{OXL15} + G_{OXL19} + G_{OXL12})}{B_{GT} \cdot L_0} = \frac{157,8 + (2,35 + 5 + 20,5)}{3,399 \cdot 16,6} = 2,7$$

13. ГТ қоспасындыға тотықтандырғыштың мөдшері, %:

$$O_{2CM} = \frac{21 \cdot (\alpha_{CM} - 1)}{\alpha_{CM}} = \frac{21 \cdot (2,7 - 1)}{2,7} = 13,2.$$

14. ГТ ішкі күшін анықтау.

Тізбектелген газ динамикалық есептеу негізіндегі газ турбинының ішкі күші және оның сәйкес әдісін қолдану бөлігінің нақтылығы. ГТҚ өндіруші ұйымдары және фирмалары өздерінің жеке әдістерін қолданады. Мұнда конструктивті орнату ерекшелігі, курек материалы, оларды жасау технологиясы, салқындатқыш жүйесі және т.б. есепке алынған. Берілген есептеуде ГТ-ның ішкі күші өндіруші зауыт ұсынылған әдіс бойынша анықталған :

$$N_{iGT} = \frac{N_{oiGi} \cdot \left( \frac{P_{NB}}{P_{HK}} \right) \cdot \left[ 1 - \left( \frac{P_{HT}}{P_{KT}} \right)^{\frac{-R_{\Gamma}}{C_{pm\Gamma}}} \right]}{1 - \left( \frac{P_{OHN}}{P_{OKK}} \right)^{\frac{-R_{\Gamma O}}{C_{pm\Gamma O}}}} = \frac{122785 \cdot \left( \frac{0,1013}{0,1002} \right) \cdot \left[ 1 - \left( \frac{1,6476}{0,1043} \right)^{\frac{-0,2997}{1,142}} \right]}{1 - \left( \frac{1,648}{0,1043} \right)^{\frac{-0,292}{1,185}}} =$$

$$= 129767 \text{ кВт.}$$

1.2.5. ГТҚ көрсеткішінің энеггетикалық есебі

1. ГТҚ-ның электрлік күші:

$$N_{Э.ГТУ} = \left( N_{i.G.} \cdot \eta_{MGT} - \frac{N_{ik}}{\eta_{MK}} \right) \cdot \eta_{ЭГ} = \left( 129767 \cdot 0,995 - \frac{70481}{0,995} \right) \cdot 0,985 =$$

$$= 57400 \text{ кВт.}$$

мұндағы КПД және ОК механикасы:  $\eta_{MGT} = 0,995$ ,  $\eta_{MK} = 0,995$ ;

ГТУ-дағы КПД электр генераторы:  $\eta_{ЭГ} = 0,985$ .

2. КПД ГТҚ (брутто) электр энергия өндірушісі бойынша:

$$\eta_{\text{ЭГТУ}} = \frac{N_{\text{ЭГТУ}}}{B_{\text{ГТ}} \cdot (Q^{\text{P}}_{\text{H}} + h_{\text{ТОПЛ}})} = \frac{57400}{3,399 \cdot (49193 + 10,989)} = 0,3432.$$

3. КПД ГТҚ (нетто) электр энергия өндірушісі бойынша:

$$\eta^{\text{H}}_{\text{ЭГТУ}} = \eta_{\text{ЭГТУ}} \cdot (1 - \text{Э}^{\text{ПР}}_{\text{СН}}) = 0,3432 \cdot (1 - 0,052) = 0,3253.$$

- ГТҚ жеке қажеттілігіндегі электр энергиясының шығын мөлшері:

$$\text{Э}_{\text{СН}} = \frac{N_{\text{СН}}}{N_{\text{ЭГТУ}}} = \frac{N_{\text{ДК}} + N_{\text{ПР}}}{N_{\text{ЭГТУ}}} = \text{Э}^{\text{ДК}}_{\text{СН}} + \text{Э}^{\text{ПР}}_{\text{СН}};$$

$$\text{Э}_{\text{СН}} = 0,04 + 0,012 = 0,052.$$

## 2. Өміртіршілік қауіпсіздігі

Дипломдық жұмыста барабанды бу генераторында турбина алдындағы қысымды реттеуді автоматтандыру қарастырылады. Реттеу объектісі ретінде «КТЭЦ-6» – дағы БКЗ-220-100 типті бу қазаны алынды. Бу генераторындағы турбина алдындағы қысымды оттыққа берілетін отын көлемі арқылы реттейміз. Барабандағы бу қысымын бірқалыпты ұстап тұру үшін турбина алдындағы қысым және оттың шығыны аралығында материалдық балансты ұстау қажет.

Бу генераторы көмір, мазут, газ және т.б. жағылған органикалық отынның жылуын пайдаланып қысымы ауа қысымынан жоғары бу өндіреді. Қуатты қазандарда қатты отын тозаң түрінде, сұйық отын тамшы түрінде

қалқыған күйде алау түзіп қазан ошағында жағылады. Отынды жағу нәтижесінде пайда болған зиянды қалдықтар түтін құбыры арқылы атмосфераға тарайды.

Осы дипломдық жұмысымда өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде мен мыналарды қарастырдым:

- 1) Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бойынша заңдық және нормативтік актілер;
- 2) Қазандық қондырғыларынан шығатын шуды есептеу;
- 3) «Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті.

## 2.1 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бойынша заңдық және нормативтік актілер

Бүгінгі таңда елімізде 2007 жылдың 15 мамырында қолданысқа енген Қазақстан Республикасының еңбек кодексі қолданылады. Қазақстан Республикасының еңбек кодексінің 321 бабына сәйкес жұмыс орнының қауіпсіздігі келесі пунктерден тұрады:

- 1) Жұмыс орындары орналасқан ғимараттар (құрылыстар) өзінің құрылысы бойынша олардың функционалдық мақсатына және еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау талаптарына сай болуға тиіс;
- 2) Жұмыс жабдығы осы жабдық түрі үшін белгіленген қауіпсіздік нормаларына сәйкес келуге, онда тиісті сақтандыру белгілері болуға және қызметкерлердің жұмыс орындарындағы қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қоршаулармен немесе қорғау құрылғыларымен қамтамасыз етілуге тиіс;
- 3) Авариялық жолдар мен қызметкерлердің үй-жайлардан шығатын жолдар бос болуға және ашық ауаға не қауіпсіз аймаққа шығаруға тиіс;
- 4) Қауіпті аймақтар нақты белгіленуге тиіс. Егер жұмыс орындары жұмыстың сипатына қарай қызметкерге қауіп-қатер төндіретін немесе құлайтын заттар бар қауіпті аймақтарда болса, онда мұндай орындар мүмкіндігінше бұл аймақтарға бөгде адамдардың кіруін шектейтін құрылғыларымен жабдықталуға тиіс. Жаяу жүргіншілер мен технологиялық көлік құралдары ұйымның аумағында қауіпсіз жағдайларда жүріп-тұруға тиіс;
- 5) Қауіпті өндірістік объектілерде (учаскелерде), оның ішінде биіктікте, жерасты жағдайларында, ашық камераларда, теңіз қайраңдары мен ішкі су айдындарында жұмыстар жүргізу үшін қызметкерлердің жеке қорғану құралдары болуға тиіс;
- 6) Жұмыс орындары орналасқан үй-жайлардағы температура, табиғи және жасанды жарық, сондай-ақ желдеткіш жұмыс уақыты кезінде еңбектің қауіпсіздік талаптарына сай болуға тиіс;
- 7) Қызметкерлер еңбек жағдайлары зиянды (шаң-тозаң, газдану және басқа да факторлар) жұмысқа жұмыс беруші қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз еткеннен кейін жіберіледі.

Сондай-ақ қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 5 шілдедегі № 48 өрт қауіпсіздігі туралы заңы қолданылады.

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету адамдардың өмірі мен денсаулығын, меншікті, ұлттық байлық пен қоршаған ортаны қорғау жөніндегі мемлекеттік қызметтің ажырамас бөлігі болып табылады.

Осы Заң мемлекеттік органдардың, жеке және заңды тұлғалардың Қазақстан Республикасы аумағында өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету саласындағы құқықтық қатынастарын реттейді.

## 2.2 Қазандық қондырғыларынан шығатын шуды есептеу

«КТЭЦ-6» – да қазандық цех ғимаратында БКЗ-220-100 типті қазандық агрегаты орналасқан. Қазандық агрегаты дағыралы, табиғи айналмалы, П-тәрізді үйлестірілімді болып келеді.

Өте шулы ғимараттардың бірі болып қазандық цехы болып табылады. Цехтағы шудың негізгі көзі технологиялық процесстің әсерінен пайда болады, оның көзі болып қайтып оралатын қозғалыс механизмі, теңсіздік, қозғалыс массасы, бөлшектердің соққысы, электромагниттік шулар, цехтың желдеткіш қондырғысы болып табылады.

Шу еңбек шартын төмендетеді әрі адам ағзасына кері әсерін тигізеді. Шу адам ағзасына ұзақ уақыт әсер еткенде келесі келеңсіз құбылыстарға әкеледі: көздің жақсы көруіне, естуіне, қан қысымының көтерілуіне. Шу қатты әрі ұзақ уақыт әсер еткен кезінде жүрек соғуына және нерв жүйелерінің функционалды өзгерісінің себебі болуы мүмкін.

### 2.2.1. Шудың акустикалық есебі

Қазіргі кезде «КТЭЦ-6» – да қазандық цехында БКЗ-220-100 типті екі бу қазаны орналасқан. Шу көзінен есептеу нүктесі қазандық қондырғыларына дейінгі арақашықтық:  $r_1=11,25$  м;  $r_2=20,5$  м. Қазандық цехының өлшемдері баған осі бойынша ені 21,6 м, ұзындығы 30,0 м, биіктігі 38,0 м. Шу көздері еденде орналасқан. Шу көздерінің ең үлкен мәні 1,4 м-ге тең. Шу көздері еденнен 1,5 м биіктікте орналасқан.  $V/S_{\text{отр}}=1,0$ .

Жұмыс нүктесінен шу көзіне дейінгі ең аз арақашықтық  $r_1=11,25$  м. Есепке алынған барлық шу көздерінен  $r_i < 2r_{\text{min}} = 2 * 11,25 = 22,5$  м, олай болса жалпы есепке алынатын шу көздері саны  $m=2$ .

$r_1=11,25$  м;  $r_2=20,5$  м арақашықтықта орналасқан шу көздері есепке алынады.

Алынған нүктедегі дыбыс қысымының октавалық деңгейін келесі формуламен есептейміз:

$$L = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{\Delta i \cdot \chi_i \cdot \Phi_i}{S_i} + \frac{4\varphi}{B} \sum_{i=1}^n \Delta i \right), \text{ дБ} \quad (2.1)$$

$$\Delta i = 10^{0,1 \cdot L_{pi}}$$

)

Мұндағы  $L_{pi}$ -I шу көздері құрайтын дыбыс қуатының октавты деңгейі, дБ;

$m$  - жұмыс нүктесіне жақын орналасқан және шарт бойынша есепке алынатын шу көздерінің саны;

$n$  – шу көзінің толық саны;

$B$  – тұрақты ғимарат ауданы,  $m^2$ , келесі формуламен анықталады:

$$B = B_{1000} \mu;$$

$S$  – бөлме ауданы  $m^2$ ;

$\chi$  – акустика өрісіне жақын әсер ететін коэффициент,  $r_{i \min} / l_{\max}$  қатынасына байланысты аламыз;

$l_{\max}$  – шу көздерінің ең үлкен мәні  $l_{\max} = 1,4$  м;

$r_{i \min} / l_{\max} = 11,25 / 1,4 = 8,03 > 1,7$ , сондықтан  $\chi = 1$ ;

$\Phi$  – шу көздерінің бағыты, 1-ге тең деп аламыз.

Барлық көздер үшін келесі шарт орындалады:

$$2 \cdot l_{\max} < r, \quad 2 \cdot 1,4 \text{ м} = 2,8 < r$$

(2.2)

Шу көзінің еденде орналасуының ескере отырып келесі формуламен ауданды табамыз:

$$S_i = 2 \pi r_i^2 \quad (2.3)$$

$$S_1 = 2 \cdot \pi \cdot r_1^2 = 2 \cdot \pi \cdot 11,25^2 = 794,81 \text{ м}^2$$

$$S_2 = 2 \cdot \pi \cdot r_2^2 = 2 \cdot \pi \cdot 20,5^2 = 2639,17 \text{ м}^2$$

Мұндағы  $\psi$  – дыбыс өрісінің диффузиялық бұзылуын анықтайтын коэффициент, ал жоқ болған кезде сызбадан алынады (СНиП II-12-77).  $B / S_{\text{ор}} = 1,0$ , сызба бойынша  $\psi = 0,52$ ;

$B$  – аумақ тұрақтысы.

$B$  және  $\mu$  мәндерін анықтаймыз ол үшін алдымен кесте арқылы  $B_{1000}$  мәнін табамыз:

$$B_{1000} = \frac{V}{20} = \frac{24624}{20} = 1231,2$$

(2.4)

Ғимараттың жалпы көлемі:

$$F=L*B*N=30*21,6*38=24624 \text{ м}^3;$$

$$B_i = B_{1000} \cdot \mu$$

(2.5)

2.1-кестеден көлемі  $V = 24624 \text{ м}^3$  болатын аумақ үшін  $\mu$  мәндерін алып, 2 – кестеге енгіземіз.

2.1 к е с т е -  $\mu$  жиілік көбейткішінің мәні

Октавалық жолдардың орташагеометриялық жиілігі, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$\mu$	0.5	0.5	0.55	0.7	1.0	1.6	3	6

Шу көзі еденде орналасқандықтан  $\Phi=1$ . Табылған мәндерді ескере отырып, есептеу жүргіземіз.

Қажетті шуды төмендетуді анықтаймыз:

$$\Delta L_{\text{қ.ш.т.}} = L_{\text{ш}} - L_{\text{шек}}, \quad \text{дБ}$$

(2.6)

2.2 к е с т е - Қазандық жұмысының нәтижесінде болатын дыбыс қысымының деңгейі.

Октава жиілігінің орташагеометриялық жиілігі, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_p, \text{дБ}$	71	61	54	49	45	42	40	38

Алынған мәндерді рұқсат етілетін мәндерімен салыстырамыз

2.3 к е с т е - Алынған мәліметтерді рұқсат етілген мәндерімен салыстыру

$L_{\text{ш}}, \text{дБ}$	50,24	40,24	32,91	27,1	22,003	17,738	14,41	11,42
$L_{\text{шек}}, \text{дБ}$	99	92	86	83	80	78	76	74



Байқап отырғанымыздай алынған мәліметтердің кейбірі шектік мәндерінен асып кетті, сондықтан олардың айырмасы қажетті бәсеңдетілетін дыбыс қысымына сәйкес келеді:

$$\Delta L_{\text{қ.ш.т.}} = L_{\text{ш}} - L_{\text{шек.}}$$

(2.7)

$$\Delta L_{\text{ш.т.}} = 50,24 - 99 = -48,75 \text{ дБ} \quad \Delta L_{\text{ш.т.}} = 22,003 - 80 = -57,99 \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{\text{ш.т.}} = 40,24 - 92 = -51,75 \text{ дБ} \quad \Delta L_{\text{ш.т.}} = 17,738 - 78 = -60,26 \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{\text{ш.т.}} = 32,91 - 86 = -53,08 \text{ дБ} \quad \Delta L_{\text{ш.т.}} = 14,41 - 76 = -61,58 \text{ дБ}$$

$$\Delta L_{\text{ш.т.}} = 27,1 - 83 = -55,89 \text{ дБ} \quad \Delta L_{\text{ш.т.}} = 11,42 - 74 = -62,57 \text{ дБ}$$

## 2.2.2 Шудан қорғану шаралары

Қазандық цехындағы қондырғылар негізгі шу көзі болып табылады. Жоғарыда жүргізілген есептеулер бойынша рұқсат етілген мәннен аспайды. Шудың адам денсаулығына зиянды әсері әртүрлі.

Интенсивті шудың (80 дБ-дан жоғары) ұзақ әсері адамның есту қабілетінің толық немесе жартылай нашарлауына әкеледі. Адам организміне шудың ықпалы есту органына әсерімен ғана шектелмейді. Шу есту жүйкесінің талшықтары арқылы тітіркеніп орталықтық және вегетивтік жүйке жүйесіне беріледі, адамның мазасыздануына, психикалық жағдайына әсер етеді. Адам интенсивті шудың әсер етуінен орташа алғанда физикалық және жүйке – психологиялық күштерінің 10 – 20 %-ын жоғалтады, сондықтан шу мөлшері 70 дБ-дан жоғары болмау керек. Өндірістік аурулардың ішінде 10 – 15 %-ы осы шудың әсерінен болған. Шу ұзақ әсер ету жағдайында жұмыс жасайтын адамдарда бас ауру, бас айналу, есте сақтау қабілетінің төмендеуі, құлақ ауруына, тәбетінің төмендеуіне және шаршағандық белгісінің жоғарылауына әкеледі.

Шумен күресу мәселелерінің социалды мәні бірінші кезекте дем алу мен еңбек шарттарын жақсарту, жұмысшы күшінің тұрақсыздығының төмендету, жұмысшылардың активті қызметін көрсетуінде тұр.

Қондырғыларда, жабдықтарда, яғни, шу көздеріндегі шуды төмендету. Бұл үшін тәсілдемелік, құрылымдық және тағы да басқа шешімдер қолданылады. Құрылымдық өзгерістер шу пайда болатын шу көздеріндегі шуды төмендетуге бағытталған, кейбір жеңіл алынатын элементтеріне өзгерістер енгізу арқылы төмендетеді. Сонымен қатар дыбысты оқшаулайтын және дыбысты сіңіретін материалдар қолдану керек.

Ғимараттардың ішкі қабырғалары дыбысты сіңіретін материалдардан жасалады немесе арнайы дыбысты сіңіретін құрылысты болып салынады. Барлық кеңінен таралған дыбысты сіңіретін материалдар құрылысы бойынша кеуекті болып келеді. Танымал материалдар: шыныдан және минералды

талшықтардан ашық кеуекті болып жасалады. Егер шу көзі немесе адамдар жұмыс жасайтын бөлме дыбыс оқшаулайтын құрылымдармен қоршалған болса, онда шу едәуір дәрежеде төмендейді.

Егер жұмыс орнында шу деңгейін рұқсат етілген мәнге дейін төмендете алмайтындай болса немесе техника – экономикалық тұрғысынан тиімсіз болса, онда шудан дербес қорғану құралдарын қолдану қолайлы. Шудан дербес қорғану құралдарын қолдану тек есту органдарын қорғап қана қоймай, сонымен қатар жүйке жүйелерінде шудың зиянды әсерінен қорғайды. ГОСТ 12.1.029 – 80 (ст СЭБ 1928 - 79) сәйкесінше «ССБТ. Средства и методы защиты от шума Классификация» шудан дербес қорғану құралдары құрылымдық қолдануына байланысты шуға қарсы наушниктер, шуға қарсы каскалар және шлемдер, шуға қарсы костюмдер деп бөлінеді. Наушниктер құлақтың сыртынан кигізіледі. Шлемдер мен каскалар бас бөлігін және құлақты жауып шудың рұқсат етілген мәнге дейін естілмеуін қамтамасыз етеді. Шуға қарсы костюмдер адам денесін және бас бөлігін жауып тұрады.

Қорытындылай келгенде, шудан қорғанатын шлемдер, каскалар, шуға қарсы костюмдер, наушниктер т.б. заттар адамға өте қолайлы және оның денсаулығына еш зияны жоқ.

2.3. Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті

### 2.3.1 Қолданылу саласы

1. Осы «Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» (бұдан әрі - Техникалық регламент) техникалық регламенті жылыту температурасы 115оС жоғары су жылыту және 0,07 МПа артық қысымда жұмыс жасайтын су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздігіне және олардың тіршілік циклінің үдерісіне қойылатын талаптарды белгілейді.

2. Су жылытатын және бу қазандықтарының құрамдас бөлшектері сәйкестендіру қосымшада келтірілген Қазақстан Республикасы Сыртқы экономикалық қызметінің тауар номенклатурасы (бұдан әрі - ҚР СЭҚ ТН кодтарын пайдалану жолымен, таңбалау және ілеспе құжаттар бойынша жиынтығында тану үшін жеткілікті болатын белгілері, параметрлері көрсеткіштері мен талаптары бойынша жүргізіледі.

3. Стационарлық қазандар әрекет ету принципі бойынша:

- табиғи айналымды;
- мәжбүрлі айналымды;
- аралас айналымды;
- тіке ағынды - қайта айналымы бар тіке ағынды;
- табиғи тарту күшті;
- үрлеулі;
- жоғары қысымды болып жіктеледі.

4. Мыналарды болдырмаған жөн, бұлар негізгі қауіпті факторлар (қатерлер) болып танылады:

- қорғалмаған жылжымалы элементтер;
- шу мен дірілдің жоғары деңгейі;
- электр тізбектегі кернеудің қауіпті деңгейі және оның қызметкерге әсер ету мүмкіндігі;
- өрт қауіпті және жарылыс қауіпті элементтер;
- жобалау кезіндегі мүмкін қателіктер.

5. Осы Техникалық регламенттің әрекеті мыналарға қолданылмайды:  
- теңіз және өзен кемелеріне және басқа да қалқымалы құралдарда және су астында қолданылатын объектілерге орнатылатын қазандықтар, автономды бу қыздырғыштар және экономайзерлер;  
- электр тогымен қыздырылатын қазандар;  
- жұмыс қысымы МПа (кгс/см) м көлемде есептегенде 0,02 (200) аспайтын, су және бу кеңістігі 0,01 м<sup>3</sup> (10 л) және одан төмен болатын қазандықтар;  
- атом электр станцияларын дайындауға арналған жылу энергетикалық жабдықтар.

#### 2.3.2. Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздік талаптары

1. Су жылытатын және бу қазандықтарының құрылымы мынадай мүмкіндіктерді шектеуі тиіс:

- іске қосу, тоқтату және жүктемені түсіру кезінде оның бөлек элементтерінің қабырғаларының қызуы;
- бу қаптарының және тығындардың түзілуі;
- жарылу қаупі бар газдардың шоғырлануы.

2. Қазандардың құрылымы, жұмыс жасап жатқан қосымша жабдықтың құрамын өзгертпей, реттелген диапазонда жұмыс жасау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

3. Қазан құрылымы ішкі ластануларды тазарту үшін қосу және пайдалану алдында шаю жұмыстарын жүргізеді, судан және шламнан толығымен босатуды қамтамасыз етеді, сонымен қатар толтыру және іске қосу кезінде ауа тығындары пайда болуы мүмкін барлық элементтердегі ауаны жояды.

4. Жиынтықтаушы қазандар элементтерінің бөліктеріне тек қана қызмет көрсету персоналы қатынас жасай алады. Қажет болған жағдайларда қазанның ішіне кіру үшін қарау терезелері, лазалар қарастырылады.

#### 2.3.3. Бу қазандықтарын жобалау кезіндегі қауіпсіздік талаптары

1. Су жылытатын және бу қазандықтарының қызмет көрсетуге арналған барлық мерзімінде қауіпсіз болуын қамтамасыз ету үшін бар тәуекелдерді назарға ұстай отырып тиісті түрде жоспарлануы керек.

2. Су жылытатын және бу қазандықтары пайдалану, тасымалдау, монтаждау және олардан жобаланған ауытқулар кезінде туындайтын

жүктемелерді есепке алу арқылы есептелінеді. Бұл жағдайда мынадай факторлар есепке алынады:

-ішкі/сыртқы қысым;

-қоршаған ортаның температурасы және жұмыс ортасының температурасы;

-жұмыс шарттарындағы және жабдықтың құрамындағы салмақты сынау шарттарындағы статистикалық қысым;

-қозғалыс, жел және сейсмикалық әсерлері кезіндегі инерциялық жүктемелер;

-кұбырлардан, бекітулерден, тіреуіштерден және тағы басқалардан берілетін реактивті күштер (қарсылық);

-ауыспалы жүктеме, тоттану, эрозия және тағы басқалар кезіндегі шаршау;

-қайта өңдеу және технологиялық үдерістер тұрақсыздығының салдарынан пайда болатын химиялық реакциялар;

-пайдалану үдерісі кезінде материалдардың механикалық қасиетінің өзгеруі.

Беріктілікке есептеу кезінде бір уақытта туындауы мүмкін орындары бар барлық жүктемелер және факторлар есепке алынады.

3. Есептеу әдістері су жылытатын және бу қазандықтарының төзімділік қоры мен қазандықтарға жүктеменің басқа да аспектілерін және қысымның тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталуы тиіс.

Жобалау кезінде, сонымен қатар су жылытатын және бу қазандықтарының тағайындамасына және оларды пайдалану режиміне сәйкес бұзылудың (әр түрлі бұзылулар, тоттану жарықшақтар, жылжулар және тағы сол сияқтылар) мүмкін болатын механизмдері есепке алынады.

Сыртқы қысыммен жұмыс жасайтын немесе басқа жүктемелердің сығу кернеуін сынайтын қазандық элементтері пішімдік тұрақтылыққа тексеріледі.

4. Су жылытатын және бу қазандықтарының немесе оның элементтерінің төзімділігі, ұсынылатын жабдық немесе оның элементі үлгісінде толығымен немесе бөлшектеліп эксперименттік сынақтан өтеді.

Сынау үдерісінде деформация мен кернеуді дұрыс тіркеу мүмкіндігі бар бақылау-өлшеу құралдарының көмегімен су жылытатын және бу қазандықтарының ауыспалы аймақтарды бақылау мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.

Эксперименттік сынау бағдарламасына төмендегілер жатады:

1) жұмыс ортасында, мүмкін болатын мәннен ауытқуға себепкер болатын алудың немесе деформация қалдықтарының жоқтығын растау үшін қысымның төзімділігіне және герметикалығына сынау жүргізу;

2) қысыммен жұмыс жасайтын материалдардың шаршауына және жылжығыштығына, жабдықты пайдалану шартын есепке ала отырып жүргізілетін сынақтар (берілген температураға шыдау, жүктелудің берілген деңгейіндегі циклдер саны және тағы сол сияқтылар);

3) басқа да факторлардың (тоттану, жұмыс ортасының агрессиялық әсері және тағы сол сияқтылар) әрекетін есепке ала отырып, қажет кезінде жүргізілетін қосымша сынақтар.

5. Су жылытатын және бу қазандықтарының жобалау (құрастыру) кезеңінде нақты жобаланатын кез келген қатерлердің туындау мүмкіндігі болмайтындай етілген, пайдалану шарты орнатылады.

Мыналарға аса назар аударылады:

- іске қосуға және тоқтатуға;
- қысымды түсіру кезіндегі қауіптілікке;
- су жылытатын және бу қазандықтарының ішінде артық қысым немесе вакуум туындаған кезде жеке қатынауды болдырмайтын (шектейтін) құрылғыларға;
- ішкі беттердің температурасына;
- тұрақсыз жұмыс ортасының ыдырауына.

6. Су жылытатын және бу қазандықтарын дайындау үшін қолданылатын материалдар мынадай әдістермен:

1) су жылытатын және бу қазандықтарын пайдалану шарттарында қолдануға мүмкіндік беретін қасиеттерге ие болуы. Материалды таңдау кезінде оның сынғыштығын (жарылуға тұрақтылығын) есепке алуы. Сынғыш материалдарды қолданған жағдайда сынғыштық бұзылуларды (төзімділік қоры коэффициентінің жоғарылауы) болдырмас үшін түрлі шаралар қолданылады;

2) жұмыс ортасында су жылытатын және бу қазандықтарына арналған химиялық қасиеттерге ие болуы. Материалдардың химиялық және физикалық қасиеттері қазандардың қолданылу мерзімінде өзгермеуі;

3) тозудың әсеріне ұшырамауы;

4) қарастырылған өңдеу түрлеріне жарамды болуы;

5) қысыммен жұмыс жасайтын түрлі материалдарды бір-бірімен байланыстыру кезінде жабдықтың беріктілігі қамтамасыз етілетіндей етіп таңдалады.

7. Су жылытатын және бу қазандықтары қауіпсіздік талаптарын орындау үшін қажетті тексерулер жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз ететін әдістермен жобаланады.

8. Су жылытатын және бу қазандықтары құю және желдету құрылғыларымен жабдықталады және мыналарды қамтамасыз етуі тиіс:

-гидравликалық соққы, вакуумдық бұзылу, тоттану немесе қадағаланбайтын химиялық реакциялардың туындауын болдырмауды. Бұл жағдайда пайдалану және сынау шарттары есепке алынады;

-қауіпсіз тазалауды, бақылау және техникалық қызмет көрсетуді қамтамасыз етуді.

9. Су жылытатын және бу қазандықтарының жоба құжаттамасында тоттанудан немесе басқа да химиялық әсерлерден сақтандыру және олардан қорғану шаралары қарастырылады.

10. Су жылытатын және бу қазандықтарының құрылымы оларды толтыру немесе құю үдерісінде қауіпсіздікті қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда мынадай қауіптердің туындау мүмкіндігі есепке алынады:

1) толған кезде:

- толып кету немесе қысымның жоғарылауы;

- су жылытатын және бу қазандықтары жұмысының қажеттілігі;
- 2) құю кезінде - қысымның астында тұрған жұмыс ортасының бақыланбайтын құйылуы;
- 3) толтыру немесе құю кезінде - жалғауға және ажыратуға қатысты қауіптілік.

11. Су жылытатын және бу қазандықтары жұмысты басқару, қауіпсіз шарттарды және пайдаланудың есепті режимін қамтамасыз ету үшін:

- қысымның жоғарылауынан сақтандыратын құрылғылармен (сақтандырғыш құрылғыларымен);
- су деңгейін көрсеткіштермен;
- манометрлермен;
- орта температурасын өлшеуге арналған аспаптармен;
- тиектеу және реттеу арматурасымен;
- қауіпсіздік аспаптарымен;
- қоректендіру құрылғыларымен жабдықталады.

Су жылытатын және бу қазандықтарының жобалық құжаттамасында режимдерді реттеуді, параметрлерді бақылауды, қазандықтарды сөндіруді, сенімді пайдалануды, қауіпсіз қызмет көрсетуді және жөндеуді қамтамасыз ететін арматура, өлшеу, автоматтау және қорғау құралдарының қажетті саны қарастырылады.

#### 2.3.4 Пайдалану кезіндегі қауіпсіздік талаптары

1. Пайдаланушы су жылытатын және бу қазандықтарының ақаусыз жағдайда болуын және оның жұмысының қауіпсіздік шартын қамтамасыз етеді.

2. Технологиялық үдерістің шартына байланысты, сақтандырғыш құрылғылардың дұрыс әрекет етуін тексеру реті мен мерзімі технологиялық регламентте көрсетіледі. Сақтандырғыш құрылғылардың дұрыс әрекет етуін тексеру нәтижесі және оның күйге келтірілуі жөніндегі мағлұматтар қазандық жұмысының ауысым журналына енгізіледі.

3. Манометрлердің, су деңгейі көрсеткіштерінің және қоректендіру сорғыларының ақаусыздығын тексеру мынадай мерзімде жүргізіледі:

-1,4 МПа (14 кгс/см<sup>2</sup>) дейінгі қазандықтар үшін - ауысымына бір реттен артық емес;

-қысымы 1,4 МПа (14 кгс/см<sup>2</sup>) жоғары 4 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>) дейінгі қазандықтар үшін – тәулігіне бір реттен артық емес;

-4 МПа (40 кгс/см<sup>2</sup>) жоғары қазандықтар үшін - тұтынушы бекіткен кестеге сәйкес.

Тексеріс нәтижесі туралы ауысым журналында жазылады.

4. Манометрдің ақаусыздығын тексеру мынадай жолдармен жүргізіледі:

-манометр нұсқарын нөлге орнату мүмкіндігін үш жүрісті кран немесе бекіту вентилі көмегімен тексеру;

-тексерісті өлшеу бірліктерінің біркелкілігін қамтамасыз ету саласындағы Қазақстан Республикасы заңнамаларымен бекітілген тәртіпте жүргізу.

5. Деңгейді көрсеткіштер өлшеу құралы болып табылған жағдайда тексеріс қажеттілігі туралы талаппен толықтырылады.

6. Сақтандырғыш қақпақтардың ақаусыздығы оны мәжбүрлі қысқа уақытқа ашу жолымен тексеріледі.

7. Резервті қорек сорғыларының ақаусыздығын тексеру оларды қысқа уақытқа қосу жолымен жүргізіледі.

8. Қазандық қорғау әрекетімен немесе персонал арқылы мынадай жағдайларда жедел тоқтатылады және ажыратылады:

-сақтандырғыш құрылғыларда қысымның жоғарылауынан болатын ақаулар табылғанда;

-егер қазандықтағы қысым рұқсат етілген қысымнан жоғарыласа және персонал қабылдаған шаралармен төмендемесе;

-жабдықтағы сұйықтықтың рұқсат берілмейтін деңгейде жоғарылауында немесе төмендеуінде;

-тікелей әрекет ететін сұйықтық деңгейі көрсеткішінің әрекет етуі тоқтағанда;

-қазанда және оның элементтерінде сызаттар, дөңестер, дәнекерлеу тігістерінде жіберулер, аралық қабаттардың жарылуы анықталғанда;

-манометрдің жарамсыздығы анықталғанда және қысымды басқа аспаптардың көмегімен анықтау мүмкіндігі жоқ болғанда;

-қауіпсіздік автоматы, апаттық дабылдау, сақтандырғыш бұғаттау құрылғыларында ақаулықтар анықталғанда;

-қызмет керсету персоналына немесе қазандыққа қауіп бар өрт туындағанда;

-қашықтықтан және автоматты басқару құрылғыларында, сонымен қатар барлық бақылау-өлшеу аспаптарында кернеу жоғалғанда;

-қазандықта бөгде шуыл, соққы, діріл пайда болғанда;

-тіке ағынды қазандықтың күрежолында қысым шектен тыс жоғарылағанда немесе төмендегенде;

-отынды камералық жағу кезінде оттықтағы шырақ сөнгенде;

-су жылыту қазандығы арқылы су шығыны мүмкін болатын мәннен азайғанда, сонымен қатар су шығынын бақылап отыратын аспаптар қолданудан шыққанда;

-қазандықтың барлық қорек немесе айналма сорғыларының жұмысы тоқтағанда;

-су жылыту қазандығының күрежолындағы су қысымының мүмкін болатын мәннен төмендеуінде;

-су температурасының су жылыту қазандығынан қазандықтың шығыс коллекторындағы судың жұмыс қысымына сәйкес келетін, қанығу температурасынан 20 °С төмен мәніне дейін шығуында артқанында.

2.3.5. Қолданыстан және пайдаланудан шығару кезіндегі қауіпсіздік талаптары

1. Қазандықты қолданыстан шығарған кезде ол толығымен тоқтатылады, жұмыс жасап тұрған жабдықтардан және құбырлардан ажыратылады, оны толтырып тұрған ортадан босатылады.

2. Қазандықты пайдалану жобалық құжаттамаға сәйкес жүргізіледі.

3. Тұтынушы қолданыстан шығарылған қазандықты алдағы уақытта пайдалануды (қолдануды) болдырмайтын шараларды қабылдайды.

### 3. Экономикалық бөлім

#### 3.1. Берілген мәліметтер



ҚЖЭО - да БГҚ құрылысының мақсаты Қызылорда қаласын электр және жылу энергиясымен қамтамасыз ету. ЖЭО-ның бастапқы мәліметтеріне сүйене отырып, экономикалық есептеуді жүргіземіз. NPV ЖЭО-на қажет уақытты қанағаттандырып және оның құны өсетіндей тиімді жоба қабылдау қажет. Сонымен қатар осы инвестицияның өтелу мерзімін табуымыз керек.

Есептеу үшін бастапқы берілгендер ретінде электр және жылу энергияларының жылдық өндіру көлемдері және 1 кВт·сағ электр энергиясы мен 1 Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығысы, отын түрі, оның жылу шығару қабілеті (ккал/кг көмір үшін және ккал/м<sup>3</sup> газ үшін), отынның бағасы (теңге/т.о.т. көмір үшін және теңге/м<sup>3</sup> газ үшін), қатты отынның шығарылу көзінен стансаға дейінгі тасымалданатын ара қашықтығы беріледі.

3.1 кесте - Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Э <sub>өнд</sub> , млн.кВт·сағ	Q <sub>өнд</sub> , мың Гкал	Отын	Q <sub>б2</sub> , ккал /м <sup>3</sup>	Б <sub>отын</sub> , теңге /м <sup>3</sup>	T <sub>м</sub> , сағ
650	585	газ	8000	15	6500

Бір кВт·сағ өндіруге жұмсалатын отынның меншікті шығысын 230-250 ш.о.г/кВт·сағ көлемінде деп қабылдайды; ал бір Гкал жылу энергиясына жұмсалған отынның меншікті шығысы - 200-210 ш.о.кг/Гкал.

Газбен жұмыс істейтін ЖЭО үшін штаттық еселеуішті қатты отында жұмыс істейтін ЖЭО-мен салыстырғанда 15-20% -ға төмендету қажет.

Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 1,4-1,6 теңге/т-км. Есептеулерде газдың тығыздығын 0,83 кг/м<sup>3</sup> деп қабылдайды.

Пәндік жұмысты орындағанда:

- ЖЭО салуға және жылустансасын пайдаланғандағы жұмсалатын қосындышығындарды есептеу;
- электр және жылу энергиясын өндірудің өзіндік құнын есептеу;
- NPV, IRR, PP көрсеткіштерін есептеу және ЖЭО-ын пайдалануға лайық екендігі жөнінде қорытынды жасау керек.

### 3.2. ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

Электр стансасының жұмысы кезінде өндірілетін энергияның бір бөлігі стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалады. Электр энергиясының бұл шығысы қондырғының типіне және оның бірлік қуатына, қолданатын отын түріне, негізгі және көмекші қондырғылардың техникалық жетілу дәрежелеріне және стансада техника мен қаржы саясатын дұрыс жүргізуге байланысты болады. Стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалатын электр энергиясының шығысы -6 дан 16%-ға дейін.

Есептерде өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр энергиясының шығынын - 7- 9% ( $\Delta_{\text{ө.м.}}$ ), ал жылу энергиясына - 0,5- 1% ( $Q_{\text{ө.м}}$ ) деп қабылдау керек.

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады

$$\Delta_{\text{жіб}} = \Delta_{\text{өнд}} \cdot (1 - \Delta_{\text{ө.м.}}) = 650 \cdot (1 - 0,08) = 598 \text{ млн. кВтсағ,}$$

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} \cdot (1 - Q_{\text{ө.м.}}) = 585 \cdot (1 - 0,007) = 580,905 \text{ мың Гкал,}$$

мұндағы  $\Delta_{\text{өнд}}$  және  $Q_{\text{өнд}}$  – электр және жылу энергиясының жылдық өндірілуі (3.1-кестені қараңыз).

Мұнда жіберілетін энергиядан өндірілетін электр және жылу энергиясына жұмсалатын меншікті отын шығындары

$$b_{\text{э}} = 230 \text{ ш.о.г/кВтсағ,}$$

$$b_{\text{ж}} = 200 \text{ ш.о.кг/Гкал.}$$

### 3.3. Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны

$$B_{\text{э}} = \Delta_{\text{э}} * b_{\text{э}} = 650 \cdot 230 = 149500 \text{ ш.о.т,}$$

$$B_{\text{ж}} = Q_{\text{ж}} * b_{\text{ж}} = 585 \cdot 200 = 117000 \text{ ш.о.т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$B_{\text{ш}} = B_{\text{э}} + B_{\text{ж}} = 149500 + 117000 = 266500 \text{ ш.о.т.}$$

Отынға және оның тасымалына жұмсалатын шығындар табиғи отын бойынша анықталса, онда отынның шығысы бойынша анықталған шамаларды табиғи отынға айналдыру керек.

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады

$$B_{\text{т}} = B_{\text{ш}} / K_{\text{а}} = 266500 / 1,35 = 197407,41 \text{ т.о.т.}$$

$K_{\text{а}}$  – шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 1-кестеде көрсетілген). ЖЭО – ның негізгі отыны газ болғандықтан газ шығысын анықтаймыз.

$$V_{\text{т}} = B_{\text{т}} / \rho = 197407,41 / 0,83 = 237840249,9 \text{ м}^3.$$

Магистралды газ құбыры бойынша табиғи газды әкелу және оны стансаға дейін жеткізуге жұмсалатын шығындар газды сатып алу бағасына кіреді.

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$$\text{Ш}_{\text{отын}} = V_{\text{г}} \cdot B_{\text{отын}} = 237840249,9 \cdot 25 = 3567,603 \text{ млн. теңге.}$$

### 3.4. Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

ПӘЕ-і бірге тең құрылғыда 1 кВт·сағ электр энергиясын алуға 123 ш.о.г, ал 1 Гкал жылу энергиясына - 143 ш.о.кг қажет екені белгілі. Өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр және жылу энергиясының шығындарын ескергендегі отынды пайдалы пайдалану еселеуіші

$$\text{ПӘЕ}_э = 123 / b_{э} \cdot 100\% = 123 / 230 \cdot 100\% = 53,48\%,$$

$$\text{ПӘЕ}_ж = 143 / b_{ж} \cdot 100\% = 143 / 200 \cdot 100\% = 71,5\%.$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$\text{ПӘЕ} = \frac{0,86 \cdot \mathcal{E}_{жіб} + Q_{жіб}}{7 \cdot B} \cdot 100\% = \frac{0,86 \cdot 598000000 + 580905}{7 \cdot 266500000} \cdot 100 = 27,6\%$$

### 3.5. Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

ЖЭО-да су шығыр шықтандырғыштарында буды салқындатуға, жылуменқамдау жүйелерін толықтыруға, генераторлар мен трансформаторлардың салқындатылуына, күлді тазалауға және т.б. шығындалады. Стансалардың сумен қамдау жүйесіне (тікелей, айналмалы) сәйкесті су шығындарының шамалары да әртүрлі болады. Мысал ретінде Қазақстандағы стансалардың біріндегі суға кететін шығынның көлемі 1,4-1,6 теңге/ кВт·сағ аралығында екен. Күрделі есептер үшін сумен қамдаудағы шығындар келесідегідей табылады

$$\text{Ш}_с = \mathcal{E}_с (1,4 - 1,6) = 650 \cdot 1,4 = 910 \text{ млн. теңге.}$$

### 3.6. Еңбекақы шығындарын есептеу

Өндірісте және қызмет көрсететін ЖЭО-ының өнеркәсіптік-өндірістік персоналға (ӨӨП) жұмсалатын еңбекақыларды анықтау үшін оның санын білу қажет. ӨӨП-лар - пайдалану, жөндеу және әкімшілік-басқару деп жіктеледі. Олардың саны негізінен негізгі энергетикалық қондырғының қуаты

мен санына, қолданатын отын түріне, жөндеу жүргізу тәсілдеріне тәуелді болады.

ӨӨП санын электр стансасында 1 МВт орнатылған электр қуатына қанша адам саны кететінін көрсететін штаттық еселеуіш арқылы анықтауға болады. Стансаның орнатылған электр қуатын осы қуатты пайдаланудың максималды сағат саны және электр энергиясын жылдық өндіру шамасы арқылы анықтауға болады, яғни

$$N_{орн} = \frac{\mathcal{E}_{оюд}}{T_{м}} = \frac{650000}{6500} = 100 \text{ МВт}$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны  $T_{м}$ -ді есепте 6300 сағат деп аламыз. ЖЭО жылу энергиясын - жалпы тұрғын үй және қоғамдық құрылыс аймағын жылуландыру және ыстық сумен қамтамасыз етуге жібереді.

Қазақстанның кейбір стансаларындағы жұмысшылардың саны туралы әдеби және іс-жүзіндегі мәліметтер бойынша штаттық еселеуіштің орташа мәндерін алуға болады ( $K_{ш}$ ): орнатылған қуаты 500 МВт-тан жоғары ЖЭО үшін - 1,3 - 1,5 адам/МВт, қуаты 500 МВт-тан аз болса – 1,6 - 1,8 адам / МВт. Тапсырмада көрсетілгендей ЖЭО табиғи газбен жұмыс істегенде  $K_{ш}$  шамасы 15 - 20 % - ға төмендейді.

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады

$$ҚС = K_{ш} * N_{орн} = 1,6 * (1 - 0,15) * 100 = 136 \text{ адам.}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

– негізгі еңбекақы ( $Ш_{неа}$ ), оған энергияны өндірудің технологиялық үрдісте айналысатын жұмысшылардың еңбекақысы кіреді, сонымен қатар жұмыс істелген уақытпен байланысты (тарифтік мөлшерлемелер және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қорынан алынатын жұмысшылардың сыйақылары, мерекелік күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша төлемдер және т.б.) ақылар да кіреді.

– қосымша еңбекақыға ( $Ш_{кеа}$ ) жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстарға және мемлекеттік міндеттерді орындауға байланысты төлемдер және т.б.) төлемдер кіреді.

– еңбекақыдан алынатын төлемдерге ( $Ш_{еаа}$ ) әлеуметтік салықтар және зейнеткерлік қорға түсетін аударылымдар кіреді.

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең

$$Ш_{са} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{еаа} = 108800000 + 16320000 + 26900800 = 152,021 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы  $Ш_{еаа}$  бір қызметкерге 800-1000 мың теңге деп қабылданады.  $Ш_{кеа}$  шамасы  $Ш_{неа}$  шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады. Еңбекақыдан алынатын аударылымдар

$\text{Ш}_{\text{саа}}$  (әлеуметтік салық және зейнеткерлік қорға аударымдар)  $\text{Ш}_{\text{неа}}$  және  $\text{Ш}_{\text{кеа}}$  қосындысының 21.5% мөлшеріне тең деп қабылданады.

### 3.7. Амортизациялық аударылымдарды есептеу

Амортизациялық аударылымдар жабдықтардың табиғи және моральдық тозуын қаржылай орнын толтыру екені белгілі және күрделі жөндеу жүргізу мен тозған жабдықтардың орнына жаңа жабдықтар алуға (реновация) жұмсалады. Амортизациялық аударылымдар стансаның қосынды капиталдық салымдар шамасынан (әдетте әдебиеттерде аталатын: негізгі өндірістік қорлар, мекемелердің негізгі активтері, негізгі капитал) пайызбен алынады. Әрбір жабдыққа жұмыс уақытына және өндірістік үрдістегі өндірістік қорлардың тағайындалуына байланысты амортизациялаудың өз нормалары белгіленген. Амортизацияның шектік нормалары ҚР Президентінің №2235 24.04.95 ж., заң күшіне ие Қаулысына байланысты белгіленеді, амортизация нормаларын одан жоғары қолдануға болмайды.

Негізгі өндірістік қорлар (капиталдық салымдар) бағасын анықтау үшін алдын ала есептеулер жүргізгенде ТМД елдері мен шет елдерде меншікті капитал салымдары көрсеткіші  $K_{\text{менші}}$  кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Есептеулерде  $K_{\text{менші}}$  шамасы белгіленген қуаты 800 МВт, ЖЭО үшін - 1700 \$/кВт, 200 МВт - ЖЭО үшін - 2000 \$/кВт деп қабылданады. Осы қуаттары диапозонына жататын стансалар үшін  $K_{\text{менші}}$  сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 181 теңге деп қабылдау керек

$$K = K_{\text{менші}} * N_{\text{орн}} = 850 * 182 * 100 * 1000 = 15470 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа есеппен блоктардың және стансаның жалпы қуатына, пайдаланылатын отын түріне байланысты амортизациялау нормасы 5 - 7 % аралығында болады. Жалпылама есептеулер жүргізу үшін амортизациялық аударылымдар нормаларын  $K$  шамасының 6% мөлшерінде қабылдау керек

$$\text{Ш}_a = 0,06 * K = 0,06 * 15470 = 928,23 \text{ млн. теңге.}$$

### 3.8. Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

Бұл шығын құраушысына өндірістік жабдықтарға ағымдағы жөндеу жүргізуге кететін шығындардан басқа техникалық қарап шығуға және жұмыс кезіндегі жабдықтарды жұмысқа қабілетті күйінде ұстап тұруға (сүрту және майлау материалдары) кететін шығындар жатады және мына шамада анықталады

$$Ш_{ж} = 0,15 * Ш_{а} = 0,15 * 928,23 = 139,23 \text{ млн. теңге.}$$

### 3.9. Шығарындыларға төлемдерді есептеу

Зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшері шығарындылар көлеміне байланысты. Олар өз кезегінде жағылатын отын түріне (көмір, газ, мазут), оның мөлшеріне және зиянды заттарды ұстау тәсіліне (электрлік фильтрлер, эмульгаторлар) байланысты болады. Біздің жағдайда бұл құраушыны жұмыс істеп тұрған стансалармен салыстыра отырып, ұқсастық әдіспен анықтаған жөн. Екібастұз көмірін жаққан кездегі шығарындыларға төлем мөлшері бір табиғи отын тоннасы үшін 150-180 теңге шегінде болатыны анықталған, ал ЖЭО – ғы газбен жұмыс істейтін болса, онда зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшерін  $1000 \text{ м}^3$  газ үшін 40-60 теңге болады.

$$Ш_{шығ} = (40-60) * V_{г} = 50 * 237840,25 = 11,89 \text{ млн. теңге.}$$

### 3.10. Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу

Бұл құраушы әкімшілік-басқармалық шығындарды (еңбекақы, кеңселік шығындар, іс сапарлық шығындар), жалпы өндірістік (ұстап тұру, амортизация, жалпы стансалық құралдарды ағымдағы жөндеу, сынақтар, зерттеулер, ұтымды пайдалану және еңбекті қорғау), мақсатты шығындарға аударылымдар (техникалық насихаттау, өзінен жоғарғы тұрған мекемелерді ұстап тұру), цехтарға қызмет көрсету және оларды басқару (цехты басқару еңбекақысы, амортизация және ғимараттарды ұстап тұру мен ағымдағы жөндеу шығындары, еңбекті қорғауға кететін шығындар).

Ауқымды есептеулер үшін мына кейіптемені пайдалануға болады

$$Ш_{жалпы} = 0,2 * (Ш_{а} + Ш_{са} + Ш_{отын}) = 0,2 * (928,2 + 152,021 + 3567,604) = 929,565 \text{ млн. теңге.}$$

### 3.11. Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу

ЖЭО-ның электр және жылу энергияны өндіруіне байланысты шығындарды осы құраушылар бойынша бөлу қажет. Бұл шығындарды бөліп тарату еселеуіштері бойынша жүргізіледі

$$K_{\sigma} = \frac{B_{\sigma}}{B_{\text{и}}} = \frac{149500}{266500} = 0,56$$

Ол электр энергиясын жіберуге отынның қанша мөлшері (бірлік үлеспен немесе %-бен) шығындалғанын көрсетеді, ал айырмасы (1- $K_{\sigma}$ ) - жылу энергиясына кеткен отын шығынының үлесін көрсетеді. Есептеуді табиғи немесе шартты отында жүргізу керек.

Одан кейін жіберілетін энергия түріне байланысты алынған еселеуіштерге ұқсас әрбір құраушыға кеткен шығынды бөліп, нәтижелерді 3.2-кестеге енгізу қажет.

3.2 Кесте - Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.тенге	Шэ, эл. энергия	Шт,жылу,млн.тг
Отын, Ш <sub>отын</sub>	3567,60	2001,34	1566,27
Су, Ш <sub>су</sub>	910	510,49	399,51
Еңбек ақы қоры Ш <sub>са</sub>	152,02	85,28	66,74
Амортизациялық аударымдар Ш <sub>а</sub>	928,2	520,70	407,50
Жөндеу, Ш <sub>ж</sub>	139,23	78,10	61,13
Жалпы стансалық, Ш <sub>жа</sub>	929,56	521,46	408,10
Шығарындыларға төлемдер Ш <sub>шығ</sub>	11,89	6,67	5,22
Барлық шығындар	6638,51	3724,04	2914,47

Электр энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады (2 кестенің үшінші бағанының алымы)

$$S_{\sigma} = \frac{Ш_{отын} + Ш_{с} + Ш_{са} + Ш_{а} + Ш_{ж} + Ш_{жс} + Ш_{шығ}}{\mathcal{E}_{\text{эіб}}} = 6,23\text{тг/кВт} \cdot \text{саг}$$

Жылу энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады (2 кестенің төртінші бағанының алымы)

$$S_{\text{ж}} = \frac{Ш_{отын} + Ш_{с} + Ш_{са} + Ш_{а} + Ш_{ж} + Ш_{жс} + Ш_{шығ}}{Q_{\text{жіб}}} = 5017,12\text{тг/Гкал}$$

### 3.12. ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау

ЖЭО салуды және оны пайдалануды экономикалық бағалау шешім қабылдаудың бастапқы сатыларында әдетте бизнес-жоспар құрудың негізінде

жүргізіледі, егер ол жақсы қорытындыларды көрсетсе, инвестициялық жоба жасалынады. Бұл ақша бағасының уақыт бойынша өзгерісін және жобаны іске асырудағы барлық кешенді шығындарды есепке алатын техника-экономикалық шешімдер қабылдауды бағалаудың қазіргі әдісі: ол бағалар мен келешектегі болатын тарифтік саясат, өнімді өткізу көлемі, жобаны іске асырудан болатын кіріс пен пайданы, несиені қайтаруға кететін пайда бөлігін, кәсіпорын несие алатын банктің пайыздық мөлшерлемесі, несие қайтару мерзімі.

Ірі энергетикалық нысандарды салу мен оны пайдалануды қаржылық-экономикалық бағалаудың қиындығы инвестициялардың бірнеше кезеңдермен түсуіне және жобаны іске асыруда нәтижелердің пайда болу ұзақтығына байланысты. Мұндай операциялардың ұзақтығы инвестицияларды бағалаудың белгісіздігіне және қателесу қаупіне әкеледі. Сондықтан практикада инвестициялық жобаларды бағалаудың жобаның қателік деңгейі минимумға жеткізілген әдістері қолданылады. Бұл әдістер таза келтірілген құнын (NPV), жобаның өтелу мерзімін (PP) анықтау, пайданың ішкі нормаларының есептеу (IRR), инвестицияның рентабелділігін есептеу (PI), инвестицияның бухгалтерлік рентабелділігін есептеу (ROI) болып табылады. Әрине практикада әрқашан инвестициялық жобаларды бағалаудың барлық 5 әдісі бірдей қолданыла бермейді. Сондықтан берілген жұмыста бастапқы 3 әдісі ғана қолданылады.

Кіріспеде айтылғандай электр стансасы сияқты ірі нысандарды салу дамыған елдерде әдетте мемлекеттің үлкен қаржылық және құқықтық қолдауымен, оған стратегиялық нысандарды басқаруға мүмкіндік бере отырып жүргізіледі. Ал қаражаттың қалған бөлігі жеңілдетілген несиелерді пайдаланылатын, көбінесе, акционерлік қоғамдардың құрылуымен жүзеге асады.

Есептеулерде ЖЭО салу капиталының үлестік таратылуы (K) мынандай: 75% мемлекет салады және 25% "KAZENERGY" АҚ қамтамасыз етеді. Бұл қаражат тек стансаның салынуына ғана кетеді, бірақ стансаның жұмыс істеуінің бірінші жылында пайдалану шығындарына да қаражат қажет (2- кесте).

Сонымен "KAZENERGY" АҚ банктен (10%) жеңілдетілген несие алатын инвестиция көлемі ( $I_0$ ) ЖЭО салуға толық капиталсалымдарының 25%-ын құрайды.

Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланатыны белгілі:

$I_0$  – бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

r - банктің несие бойынша пайыздық мөлшерлемесі (10%);

n - несиенің күнтізбелік жылы.

$$I_0 = 0,25 \cdot K = 0,25 \cdot 15470 = 3867,5 \text{ млн. тенге.}$$



Инвестициялық жобаларды жасағанда және талдағанда ең қиыны пайданы есептеу және несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағынын CF есептеу болып табылады.

Біздің ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын жіберу тарифінің рентабелділігі 20% делік, демек

$$T_э = S_э * 1,2 = 6,23 * 1,2 = 7,47 \text{ теңге/кВтсағ},$$

$$T_ж = S_ж * 1,2 = 5017,12 * 1,2 = 6020,54 \text{ теңге/Гкал}.$$

ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын өткізуден түсетін кірісі мынаған тең:

$$K_{іріс} = T_э * Э_{жіб} + T_ж * Q_{жіб} = 7,47 * 598000000 + 6020,54 * 580905 = \\ = 7966,214 \text{ млн. теңге},$$

ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$Ш = S_э * Э_{жіб} + S_ж * Q_{жіб} = 6,23 * 598000000 + 5017,12 * 580905 = \\ = 6638,51 \text{ млн. теңге}.$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$П = K_{іріс} - Ш = 7966,21 - 6638,51 = 1327,702 \text{ млн. теңге}.$$

Мөлшері 20 % тең табыс салығын төлегеннен кейін таза пайда шығады,

$$ТП = П * (1 - 0,2) = 1327,702 * 0,8 = 1062,16 \text{ млн. теңге}.$$

Бұл толығымен банкке несие қайтаруға кетеді, демек қаржылық ағынды CF-ті құрайды.

Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі

Бұл инвестициялық жобаны жүзеге асыру нәтижесінде фирманың құны қаншаға көтеріле (немесе сол инвестициядан берілген мерзімде түсетін таза пайданы көрсетеді) алатындығын көрсететін инвестицияны анықтаудың әдісі және ол төмендегідей анықталады

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0$$

$I_0$  – бастапқы қаржылық салымдар.

### 3.3 кесте -NPV есептеу

Жыл	CF	R10	PV10
0	-3867,50	1,00	-3867,50
1	1062,16	0,91	965,60
2	1062,16	0,83	877,82
3	1062,16	0,75	798,02
4	1062,16	0,68	725,47
5	1062,16	0,62	659,52
6	1062,16	0,56	599,56
7	1062,16	0,51	545,06
8	1062,16	0,47	495,51
9	1062,16	0,42	450,46
10	1062,16	0,39	409,51
11	1062,16	0,35	372,28
12	1062,16	0,32	338,44
13	1062,16	0,29	307,67
14	1062,16	0,26	279,70
15	1062,16	0,24	254,27
16	1062,16	0,22	231,16
17	1062,16	0,20	210,14
18	1062,16	0,18	191,04
19	1062,16	0,16	173,67
20	1062,16	0,15	157,88
NPV			5175,28

$$R = \frac{1}{(1+r)^n}$$

NPV есептеу PV-дің бірінші оң мәніне дейін жүргізіледі. Егер есептеу берілген мерзімде жылдар бойынша тиімсіз болса, онда жобаның стратегиясын қайта қарау керек - CF-ті көбейту немесе r-і төмен банк табу керек.

Егер NPV фирмаға қажет уақытты қанағаттандырса, онда жобаның нәтижесінде фирманың құны өседі, яғни жоба тиімді, оны қабылдау қажет.

Бұл әдістің кеңінен қолданылуы бастапқы шарттардың әртүрлі комбинацияларға барлық жағдайларда экономикалық ұтымды шешімдерді табуға мүмкіндік бере алатын тұрақтылығымен түсіндіріледі.

## Пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісі

Пайданың ішкі нормасы инвестициялау мақсатына бағытталған қаржының өтелу деңгейін көрсетеді. Бұл  $r$ -дің қандай мәнінде  $NPV=0$  болатын көрсетеді

$$\sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = 0.$$

$NPV=0$  болған кездегі IRR – бұл жоба фирманың құнының өсуін қамтамасыз етпейді және оның төмендеуіне әкелмейді.

Бұл дисконттық еселеуіш ( $R=1: (1+r)^n$ ) инвестицияларды жарамды және пайдасыз деп бөледі. IRR-ді инвестициялауға капиталды қандай бағаға алғанын және оны пайдаланғанда қандай таза пайда деңгейін алғысы келетіні (барьерлік еселеуіш) ескере отырып фирма өзіне таңдайтын салымдардың өтелу деңгейімен салыстырады.

3.4 кесте – IRR есептеу

Жыл	CF	R10	PV10	R15	PV15
0	-3867,50	1,00	-3867,50	1	-3867,50
1	1062,16	0,91	965,60	0,87	923,62
2	1062,16	0,83	877,82	0,76	803,15
3	1062,16	0,75	798,02	0,66	698,39
4	1062,16	0,68	725,47	0,57	607,29
5	1062,16	0,62	659,52	0,50	528,08
6	1062,16	0,56	599,56	0,43	459,20
7	1062,16	0,51	545,06	0,38	399,31
8	1062,16	0,47	495,51	0,33	347,22
9	1062,16	0,42	450,46	0,28	301,93
10	1062,16	0,39	409,51	0,25	262,55
11	1062,16	0,35	372,28	0,21	228,30
12	1062,16	0,32	338,44	0,19	198,53
13	1062,16	0,29	307,67	0,16	172,63
14	1062,16	0,26	279,70	0,14	150,11
15	1062,16	0,24	254,27	0,12	130,53
16	1062,16	0,22	231,16	0,11	113,51
17	1062,16	0,20	210,14	0,09	98,70
18	1062,16	0,18	191,04	0,08	85,83
19	1062,16	0,16	173,67	0,07	74,63
20	1062,16	0,15	157,88	0,06	64,90

NPV			5175,28		2780,92
-----	--	--	---------	--	---------

IRR шамасы төмендегі кейіптемемен анықталады

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \cdot (r_2 - r_1) = 10 + \frac{5175,28}{5175,28 + 2780,92} \cdot (15 - 10) = 20,8\%$$

IRR жоба бойынша тәуекел деңгейінің индикаторы болады - IRR қаншалықты фирмамен қабылданған барьерлік еселеуіштен көп болса, соншалықты жобаның беріктік қоры көп болады және соншалықты болашақтағы қаржылық түсімдерді бағалау кезіндегі қателіктер қорқынышты болмайды.

Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

Бұл әдіс бастапқы инвестициялардың сомасын өтеуге қажет уақытты анықтауға негізделген. CF жылдар бойынша тең болғанда :

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{3867,5}{1062,16} = 2,3 \text{ жыл}$$

Өтелу мерзімі 2,3 жыл, яғни 2жыл 3 ай.

## Қорытынды

Жобаны қорытындылай келе, Қызылорда қаласындағы ЖЭО-дағы қайта құру бойынша қондырғылар орнату жұмысы тиімді деп айтуға болады. Бу шығыры мен қазандарын орнату барысында Қызылорда қаласы мен облысындағы энергияның тапшылығы жойылады. Қайта құру кезінде қондырғыларға жұмсалған қаражат толықтай өз бағасын ақтайды.

Кәсіпорындардың мен қала тұрғындарының санының жыл сайын өсуіне байланысты бұл жаңарту жұмыстары өз уақытында атқарылып отыру қажет. Және де мерзімінде жөндеу жұмыстары жүргізілуі тиіс.

Мен өміртіршілік қауіпсіздігін қарастыру кезінде қауіпсіздік және еңбекті қорғау бойынша заңдық және нормативтік актілерді қарастырдым. Қазандық қондырғыларынан шығатын шуды есептедім. Шудың акустикалық есебін жүргізе келе есептелген мәндерім шектік мәндерінен асқан жоқ. Және де «Су жылытатын және бу қазандықтарының қауіпсіздігіне қойылатын талаптарды» қарастырдым.

Экономикалық бөлімде сол жобаға қажетті техника-экономикалық есептеулер жүргіздім. Бұл есептеудің мақсаты жобаны іске асыру барысында қанша мөлшерде ақшалай қаражат қажет екендігі және ол қаражатты қайдан, сонымен қатар ол қаражаттың қанша уақытта ақталатындығы, яғни алған қарыз несие қаражаттың төлену уақытын есептедім. Бастапқы қаржылық салым  $I_0=3867,5$  млн. тг, таза келтірілген құн  $NPV=5175,28$  млн. тг, пайданың ішкі нормасы  $IRR=20,8\%$ , инвестицияның өтелу мерзімі  $PP=2,3$  жыл екендігі анықталды.

Жалпы жобаны қорытындылай келе, орындалған шаралар барлық жағынан да тиімді екені анықталды.

## Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций., М. 1981.
2. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М., Энергоатомиздат, 1987.
3. Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. М. Энергоатомиздат, 1984.
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод), под ред. Кузнецова Н.В. и др., М. Энергия, 1973.
5. Липов Ю.М. и др. Компонировка и тепловой расчет парового котла. М. Энергоатомиздат. 1988.
6. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Справочник. М. Энергоатомиздат. 1984г.
7. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М. Энергоатомиздат. 1989.
8. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: МЭИ, 7-е изд., 2001.
9. Тепловые сети, СНиП 41-02-2003, Госстрой России, М. 2004.
10. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. 14-е изд.-М.: Энергия, 1990.
11. Пырков В.В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. Киев.2007.
12. Бақытжанов И.Б. Жылуэнергетика мен жылутехнологияларда энергия үнемдеу. Оқу құралы – Алматы: АЭЖБИ, 2009.
13. Тиатор И. Отопительные системы. М: Техносфера, 2006.
14. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. -М.: Энергоатомиздат, 1985.
15. Рихтер Л.А. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. М. Энергоиздат. 1981.
16. Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. М.1991.
17. Справочная книга по технике безопасности в энергетике. Т.1, 2. М.1978.
18. Сергеев И.В. Экономика предприятия. М.2000.
19. Чернухин А.А., Флаксерман Ю.Н. Экономика энергетике. М.1985.
20. И.Б.Бақытжанов. Дипломдық жобалау. Әдістемелік нұсқау – Алматы: АЭЖБИ, 2007.