

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылуэнергетикалық қондырғылар  
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«    »    20    ж.  
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Атырау қаласы үшін қуаты 420 МВт болатын  
ЖЭС-ның жобасы

Орындаған Б.Вотықов Жылуэнергетика мамандығы бойынша  
Мыңжасаров Берік Ержанұлы ТЭСк-14-1  
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Жетекші т.ғ.к., доцент Бахтияр Б.Т.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«    »    06    2018 ж.  
(қолы)

Пікір жазушы: ТЦ Бастығанның орынбасары Талдыбаев С.Р.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«    »    20    ж.  
(қолы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :  
аға оқытушы Сатымова М.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«    »    06    2018 ж.  
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:  
аға оқытушы Бексүрметова И.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«    »    06    2018 ж.  
(қолы)

Мөлшер бақылаушы:  
PhD докторы, аға оқытушы Олжабаева Қ.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«    »    06    2018 ж.  
(қолы)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылуэнергетика және жылу техника институт  
58071700 - Жылуэнергетика мамандығы  
Жылуэнергетикалық қондырғылар кафедрасы

жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Мыңжасаров Берік Ержанұлы  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Атырау қаласы үшін қуаты 420 МВт Балатың  
ЖЭС-ның жобасы

ректордың «23» 10.2017 №155 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі: «19» 06 2018 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері)

Бұл дипломдық жобада Атырау қаласы үшін қуаты 420 МВт  
болан ЖЭО-ның жобасы қарастырылған.

Атырау қаласының аран саны 2018 жылдың басына 257874 адам.  
Салынатын ЖЭО қаладан 25-30 км қашықтықта.

Таңдалып алынған кезігі қондырғылар К-210-130 турбинасы ж/е  
ТТМЕ-206 (Ел-670-140-545 ГМН) бұл қазаны.

Қосымша қондырғы ретінде, ВАН-25 вентиляторы, ГД-500У түтін-  
тартқышы, АП-1000-4 генераторы, 3 ЖҚК және 6 ТҚК орналасарды.

Диплом жобадағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны:

Дипломдық жобасы ЖЭО-ның есептеулері жүргізілді.

1. 210 МВт-тық энергоблок үшін жылу схемасын есептеу.
2. Регенеративті жоғарғы қысымды қыздырғыштардың балансы.
3. Регенеративті төменгі қысымды қыздырғыштардың балансы.
4. Оттық камерасының жылулық есебі ж/е т.д. есептеулер болды.

Аран басқа, экономикалық бөлімде шығындар, еңбек ақы, ағар-  
тизациялық аударымдар, жалпы станцияның құны ж/е салынуға  
кеткен шығын есептелді.





Диплом жобасын дайындау  
КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Дипломдық жобата мәлімет жинау.	10.01 - 19.01.	
2.	К-210-130 турбинасымен танысу және оның есепін шығару	22.01 - 02.02	
3.	ТТМЕ-206 бу қазанымен танысу және есепін шығару.	05.02 - 16.02.	
4.	Қосымша қондырғы таңдау	19.02 - 02.03	
5.	ЖҚК және ТҚК жылдығы ба- лансын есептеу	05.03 - 30.03	
6.	Энерло блоқтың жылу схемасы бойынша қуаты есептеу	01.04 - 20.04	
7.	Жану өнімдерінің (отынның) кө- лемі мен жтальпиясын табу	23.04 - 11.05	
8.	Жобаның экономикалық ба- лігін есептеу	14.05 - 25.05.	
9.	Жобаның өміртіршілік қауіп- сіздігін есептеу	28.05 - 01.06	
10.	Жобаның сызбаларын сызу, қоратынды жазу	04.06 - 15.06	

Тапсырманың берілген уақыты « 4 » 01 2018 ж.

Кафедра меңгерушісі

(қолы)

Кидарин А.А., т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі

(қолы)

Бахтияр Б.Т., т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент

(қолы)

Мыңжасаров Б.Е.

(аты -жөні)

## Андатпа

Бұл жасалған дипломдық жобада Атырау қаласына ЖЭО-ның жобасы қарастырылған. Негізгі бөлімінде Атырау ЖЭО-ның негізгі және қосымша қордырғыларын қарастырдым. Атырау қаласын толықтай электр энергиясымен қамтамасыз етіледі.

Сонымен бірге экономикалық бөлімде жобаның жылу және электр жылдық жіберулер мен шығындарын және еңбекақы шығындарын есептедім.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде есептелген Атырау ЖЭО-ның турбиналық цехының шуын есептедім.

## Аннотация

В этом дипломном проекте мной намечен проект ТЭС в городе Атырау. В главной части я выбрал основное и вспомогательное оборудование для станции. Наметил полное обеспечение города электричеством.

В том числе, в экономической части своей дипломной работы, я сделал расчет на годовые потребности и расходы тепла и электроснабжения, заработная плата служащих в данном предприятии. В части безопасности жизнедеятельности пересмотрел и насчитал шум турбинного цеха ТЭС.

## Annotation

In this diploma project, I plan to build a CHP plant in the city Atyrau. In the main part, I chose the main and auxiliary equipment for the station. I have planned to provide the city with electricity.

Including, in the economic part of my thesis work, I made a calculation for the annual needs and costs of heat and electricity, the wages of employees in this enterprise. In terms of life safety, revised and counted the noise of the turbine workshop of the CHP.

					ДЖ.5В071700.КО.ТЖ.			
	Парақ	Құжат №	Қолы.	Күні				
Орында	Мынжасаров Б				<b>Мазмұны</b>	Әдеб	Бет	Беттер
Жетекш	Бахтияр Б. Т.							
Реценз	Талдыбаев С.							
Мөл. Бақ	Олжабаева Қ.							
Бекіт.	Кибарин А. А.							
						АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		

## Мазмұны

Кіріспе	8
1 Технологиялық бөлім	9
1.1 Жылутехникалық қондырғы таңдау	9
1.2 К-210-130-3 турбинасының сипаттамасы	10
1.2.1 К-210-130-3 турбинасының басқару жүйесі	14
1.3 ТГМЕ-206 (Еп-670-140-545 ГМН) бу қазаның сипаттамасы	18
1.3.1 Бу қазанының от жағу камерасы	19
1.3.2 Жанарғы астындағы құбырларды ажырату	20
1.4 Энергоблок көрсеткіштері	21
1.4.1 Турбинаны іске қосудағы сенімділік белгілері	21
1.4.2 Турбинаны қауіпсіз іске қосу мен жұмыс істеуі	23
1.4.3 ТА қорғау жүйесі	23
1.5 Қосымша қондырғылар	24
1.5.1 Қазандардың газжолдары мен түтін құбырлары	24
1.5.2 ВДН-25х2 үрлеу вентиляторы	25
1.5.3 Түтін газдарының қайта айналымының түтінтартқыштары ГД-500У	27
1.5.4 Деаэрациялық қондырғының қысқаша сипаттамасы	28
1.5.5 УВГ қондырғысының қысқаша сипаттамасы	31
1.5.6 ЭБ қоректік қондырғысының негізгі қондырғысы	31
1.5.7 ТҚҚ қысқаша сипаттамасы	35
1.5.8 ЖҚҚ қысқаша сипаттама	36
1.5.9 Конденсациялық қондырғыға қысқаша сипаттама	37
2 Есептеу бөлімі	42
2.1 Жану өнімдерінің көлемі мен энтальпиясын есептеу	42
2.2 Жану өнімдері мен ауаның энтальпиясын есептеу	44
2.3 Қазандық қондырғыдағы оттық шығыны мен ПӘК-ін анықтау	45
2.4 Оттық камерасының жылулық есебі	48
2.5 210 МВт конденсатын қуат блогының жылу схемасын есептеу	53
2.5.1 Регенеративті жоғарғы қысымды қыздырғыштардың жылулық балансы	53
2.5.2 Регенеративті төменгі қысымды қыздырғыштардың жылулық баланс	55

3 Өміртіршілік қауіпсіздігі	61
3.1 Өндірістегі еңбек шарттарын талдау	61
3.2 Шығыр қондырғыларынан шығатын шуды есептеу	61
3.3 Шудан қорғану шаралары	66
3.4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бойынша тапсырма	68
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі	73
4.1 Дипломдық жобаның өзектілігі	73
4.2 ЖЭС-тен электр және жылу энергиясын жіберудің өзіндік құнын анықтау	73
4.2.1 ЖЭС-тың бір жылдық энергия жіберілімін анықтау	73
4.2.2 Отын шығынын есептеу	73
4.2.3 Суға кететін шығынды есептеу	75
4.2.4 Еңбекақы шығындарын есептеу	75
4.2.5 Амортизациялық аударымдарды есептеу	75
4.2.6 Жөндеу жұмыстарын жүргізуге кеткен шығындарды есептеу	76
4.2.7 ЖЭС қалдықтарына шығынды есептеу	76
4.2.8 Жалпы станциялық шығындарды есептеу	76
4.2.9 Энергия жіберілімінің өзіндік құнын есептеу	76
4.2 ЖЭС жобасы бойынша капиталды салымдардың өтелу мерзімі	76
4.3. IRR пайдасының ішкі нормасын есептеу	77
4.4 PP инвестицияларының өтелу есебі	78
Қорытынды	79
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	80

## Кіріспе

Атырау (Атырау; 1991 жылдың 4 қазанына дейін Гурьев) – Қазақстан Республикасының Атырау облысында орналасқан қала. Тарихи себептерге байланысты өзен ұаланы «еуропалық» немесе «самаралық» және «азиялық» не «буқаралық» деп екіге бөлген. Қала алғашында Самаралық бөлікте тұрғызылды. Сол жерде, дәулетті қала тұрғындарының қалауымен тас шіркеуі салынды. 1991 жылы қала Атырау деп өзгертілді. 2018 жылдың басына қарай халық саны 257874 адам болды. Қала алғашында жағажайда салынса да, қазір одан 25-30 км қашықтықта. Осы жерде ең бірінші рет мұнай өңдеу мен мұнай зауыттары, сонымен қоса Республика көлеміндегі ең үлкен балық консервілеу зауыты салынды. Ембі мұнайсорғы ауданы Қазақстанның мұнай өндіру орталығы болып табылады. 1930-жылдары балық консервілеу комбинаты мен оның тұрғындық массивінің – Балықшының салынуымен үлкейе бастады. Артынша, осында өндірістік ғимараттар Ұлы Отан Соғысы кезінде көшіріліп, «Жилгородок» тұрғын-үй кешені бар ГНПЗ мұнай өңдеу зауыты салынды. Осы ғимараттардың барлығы қаланың қарама-қарсы бөлігінде – Бұқарада тұна бастады. Жылжымалы көпір өсе бастаған жүктемемен шыдамаған соң, 1960 жылдардың ортасында тіреуіштерге сүйенген темірбетонды көпір салынды. Көпірдің ортасында Еуропа мен Азияның шекарасын білдіретін белгі бар. Ту, Илы, Аны ұшақтарын қабылдайтын жаңа әуежай салынды. Қазір бұл қала 8 көпір орналасқан қала: теміржол, 6 автокөлік және біреуі жаяу жүргіншілерге арналған. Гурьев облысы шығысында Өзбекістан және Ақтөбе облысымен, солтүстігінде Орал облысымен, ал батысында Астрахань облысымен шекаралас болды.

Жұмыстың мақсаты: Атырау қаласы үшін жылу станциясын жобалау ЖЭС-те орналасқан 2 К-210-130 типті турбиналары мен 2 ТГМЕ-206 типті қазандарына қолданылады.

Өзектілігі: Атырау қаласын энергиямен қамдау үшін ТГМЕ-206 қазанымен жұмыс істейтін К-210-130 типті екі турбиналық агрегаттары таңдалды. Атырау қаласы өсіп келе жатқандықтан, жеке үйлердің де саны өсуде. Қалада көп жарықтандыру, жаңа ғимараттар, саябақтар жасалуда. Қала, басында, Самаралық жағында жасалды. Сол жерде, дәулетті қала тұрғындарының қалауымен ескі қалада ең бірінші деген биік ғимараттар салынды. Там же, по жылдың басында Атырау қаласының тұрғындар саны 257874 адам деп танылды. Қала алғашында жағажайда салынса да, қазір одан 25-30 км қашықтықта. Осы жерде ең бірінші рет мұнай өңдеу мен мұнай зауыттары, сонымен қоса Республика көлеміндегі ең үлкен балық консервілеу зауыты салынды. Қала 1930-жылдары балық консервілеу комбинаты мен оның тұрғындық массивінің – Балықшының салынуымен үлкейе бастады. Артынша, осында өндірістік ғимараттар Ұлы Отан Соғысы кезінде көшіріліп, «Жилгородок» тұрғын-үй кешені бар ГНПЗ мұнай өңдеу зауыты салынды.



## 1 Технологиялық бөлім

Ленинградтық металл зауытында (ЛМЗ) дайындалған К-210-130-3 типті конденсациялық бу турбинасы аралық бу қыздырылуы бар бірвалды үшцилиндрлі (Жоғарғы, ортанғы, төменгі қысымды) агрегат болып келеді:

Кесте 1 – К-210-130 сипаттамасы

Турбинаға дейінгі өткір будың қысымы	130 кгс/см <sup>2</sup>
Турбинаға дейінгі өткір будың температурасы	540 °С
Турбинадағы өткір бу шығыны	636 т/сағ
ЖҚЦ кейінгі бу қысымы	26,4 кгс/см <sup>2</sup>
ЖҚЦ кейінгі бу температурасы	336 °С
ЖҚЦ кейінгі бу қысымы	24,8 кгс/см <sup>2</sup>
ОҚЦ дейінгі бу температурасы	540 °С
Конденсатордағы абсолют қысым	0,037 кгс/см <sup>2</sup> , (0,04-ТА)

Турбогенератор валдарының айналуының шартты жылдамдығы 3000 айн/мин, ол 50 Гц жиілікке сәйкес келеді. К-210-130-3 турбинасы бір блокта ТГМЕ-206 барабанды қазанмен жұмыс істейді. Блокта ТГМЕ-206 бу қазаны, К-210-130-3 турбинасы және ТГВ-200-МУЗ (ЭБ-1), ТГВ-200-2МУЗ (ЭБ-2) турбо-генераторым (ТГ) жұмыс істейді. ТГ-1 активті қуаттылығы 200 МВт, ТГ-2 – 210 МВт. Генераторлар валды газ-майлы қабатталумен, ротордың сутекті салқындатылуымен және статордың дистиллят арқылы салқындатылуымен қамдалған. Қазанды қоректік сумен қамдау ПЭ-580-210 (ЭБ-1,2), (ҚЭС) электрсорғысымен іске асады.

### 1.1 Жылутехникалық қондырғыны таңдау

ЖЭС-те 2 дана К-210-130 турбиналары мен 2 дана ТГМЕ-206 (Еп-670-13,8-545ГМН) бу қазаны қолданылады.

ТА-1: типі К-210 -130-3, ТУ 108-932-80, шығарылымы 1982 ж.

ТА-2: типі К-210-130-3, ТУ 108-932-80, шығарылымы 1982 ж.

Газ өткізбейтін Таганрогтық қазан зауытында (ТҚЗ) шығарылған ТГМЕ-206 барабанды бу қазаны қысым көтермесі арқылы жұмыс істейді, аралық бу қыздырылымы бар.

Кесте 2 – ТГМЕ-206 сипаттамасы

Қазан өндірулігі	670 т/сағ
Барабандағы қысым	158 кгс/см <sup>2</sup>
Қащаннан шыққандығы қысым	140 кгс/см <sup>2</sup>
Өткір будың температурасы	545 °С
Аралық қыздырылған бу температурасы	545 °С
Аралық қыздырылған бу шығыны	590 т/сағ
Конденсатордағы абсолют қысым	0,037 кгс/см <sup>2</sup> , (0,04-ТА)

ТГМЕ-206 бу қазаны және К-210-130-3 турбинымен бір блокта ТГВ-200-МУЗ (ЭБ-1), ТГВ-200-2МУЗ (ЭБ-2) турбо-генераторлары жұмыс істейді. ТГ-1 активті қуаттылығы 200 МВт, ТГ-2 қуаттылығы 210 МВт. Генераторлар валды газ-майлы қабатталумен, ротордың сутекті салқындатылуымен және статордың дистиллят арқылы салқындатылуымен қамдалған.

Кесте 3 – ТГВ-200-МУЗ сипаттамасы

Сутегі қысымы	$3 \pm 0,2 \text{ кгс/см}^2$
Сутегі концентрациясы	98 %
Газ салқындатқыштардан (ГС) шыққандағы сутегі температурасы	$40^\circ\text{C}$
ГС-та теңіз суы шығыны	$400 \text{ м}^3/\text{ч}$
Қысымы сутегі қысымынан төмен теңіз суының қысымы	$0,3 \text{ кгс/см}^2$
Статордысалқындатуға кеткен дистиллят шығыны	$43,2 \text{ м}^3/\text{ч}$
Дистиллятының температурасы	$40 \pm 5^\circ\text{C}$
Сутегі қысымынан төмен кірістегі дистиллят қысымы	$0,5 \text{ кгс/см}^2$
Май-сутегінің қысым құламасы	$0,75 \pm 0,05 \text{ кгс/см}^2$

ҚА қоректік сумен қамдау ПЭ-580-210 (ЭБ-1,2), қоректік электрсорғысы (ҚЭС) арқылы іске асады №

Кесте 4 – ПЭ-580-210 сипаттамасы

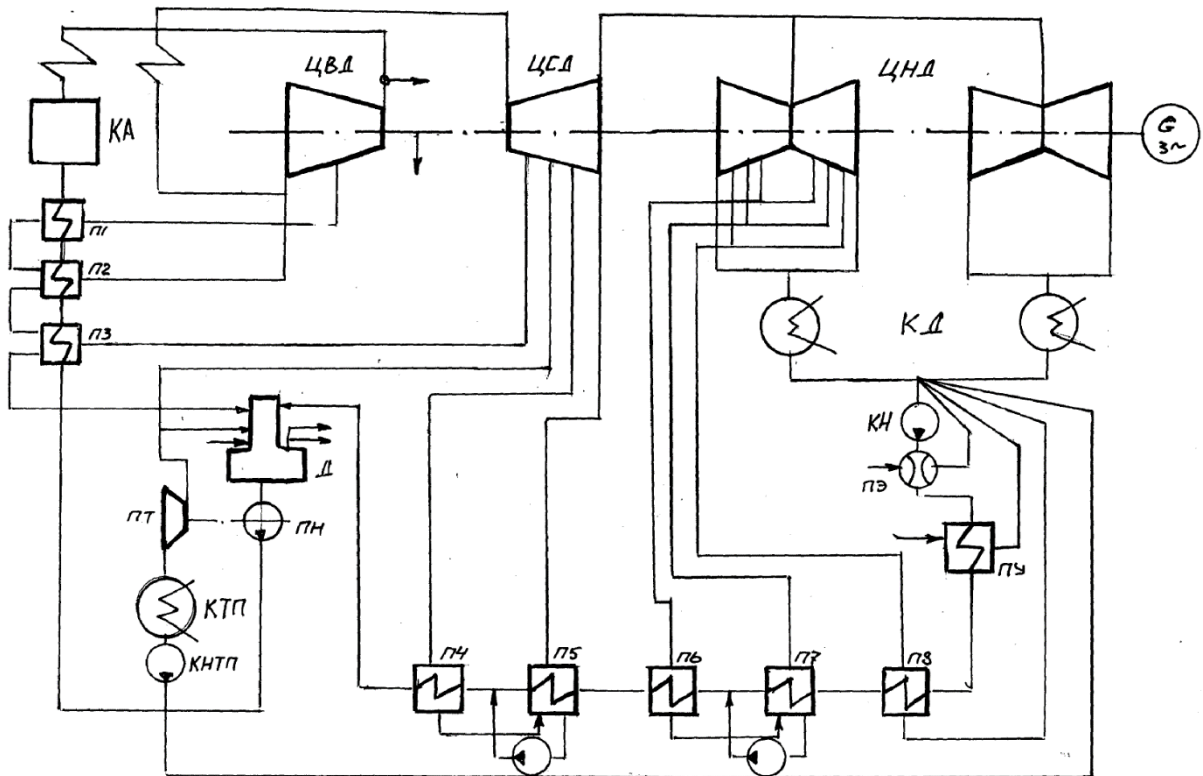
Өнімділігі	$580 \text{ м}^3/\text{сағ}$
Айдау қысымы	$200 \text{ кг/см}^2$
Сору қысымы	15 мм. су бағанасы
Қоректік су температурасы	$164^\circ\text{C}$
Қайта айналу сызығындағы шығыны	$130 \text{ м}^3/\text{сағ}$
Сорғының III дәрежелік қысымы	$55 \text{ кг/см}^2$
ҚЭС-дағы май шығыны	$3,2 \text{ м}^3/\text{сағ}$
Сорғыны тығыздауға кеткен негізгі конденсат шығыны	$17-20 \text{ м}^3/\text{час}$

### 1.2 К-210-130-3 Турбинының қысқаша сипаттамасы

Бу қазанынан шыққан жоғары дәрежелі өткір бу турбинасына түседі. Сол жерде кеңейе отырып, бу роторға жалғанған ұштарында электр тогы пайда болатын электр генераторына жалғанған роторды айналдырады (ТГ статорының қысымы 15,75 кВ). Трансформаторлар оның қысымын көтереді (ЭБ-1 үшін 110 кВ дейін, ЭБ-2 үшін 220 кВ) және ЖЭС-тің өзіндік қоректеріне өндірілген энергиясының жартысын жібереді, алқалғандары электр жүйесіне.

Қазандағы өткір бу жоғары қысымды автоматты бекітпеден (ЖҚАБ) екеу орналасқан жекеленген екі бу қорапшасына жіберіледі. Осы клапандардан төрт қайта шығарылым құбырлары арқылы бу қораптары жоғарғы қысымды цилиндрлерге (ЖҚЦ) пісірілген төрт реттеуші клапандарға (РК) түседі.

РК буды ЖҚЦ-дің сопловтық қораптарына жібереді. Бірінші болып буды жоғары сопловтық қораптарға жіберетін клапандар ашылады, ал содан кейін цилиндрдің төменгі бөлігінде орналасқан сопловтық қораптарға буды жіберетін клапандар ашылады.



Сурет 1– ЖЭС-ның қағидалық сұлбасы

Турбиналық саты деп қозғалмайтын (сопловтық) және айналатын (жұмыстық) торлардың қосындысын айтады. Сатыда турбинаның жұмыстық жалпы жылутүсірілімінің өзгерісі жүреді. Сопловтық тор горизонталь бойдағы ажырайтын сақина тәріздес диафрагмада орналасқан. Айналмалы вал мен қозғалмайтын диафрагманың арасында сопловты тор жанындағы будың аз күйдегі ағылуына жол беретін тығыздалу орналасқан. Жұмыстық торды құрастыратын жұмыстық қалақшалар дискке жабыстырылған. Жұмыстық қалақшалардың ұшында жұмыстық тордан будың ұшып кетуіне жол бермейтін бандаж-үстілік тығыздауы бар ленталық бандаж орналасқан. Айналушы және қозғалмайтын элементтер арасындағы ағылып өтуді азайту үшін лабиринттік тығыздалу орналастырады. Тығыздалу тарақшалар арасында орналасқан камералар арасындағы саңылаулар арқылы сақиналар

тарақшалар арқылы іске асады. Тарақша мен вал арқылы өте отырып, бу кеңейту камерасында өшетін кинетикалық энергияға ие болады.

ЖҚЦ-де бірінші сатысы реттегіш болып келетін 12 саты бар. ЖҚЦ-дегі бужіберу екінші мойынтірек жағында орналасқан, ал қалақты аппарат сол жақ айналыммен іске асады. Бу шығынын реттеу өзінің шеңберлігіне байланысты бірінші сатыға буды жіберетін төрт реттегіш клапандар көмегімен іске асады. Реттегіш клапандардың ашылуына байланысты буды айдау иіні жоғарылайды. ТА көпсатылы конструкциясы әр сатыда жалпы және механикалық беріктілікке байланысты әр сатыда жоғарғы П.Ә.К.-ті біруақытылы қамтамасыз ететін жалпы жылутүсірілімнің жіберілуіне көмектеседі. Көпсатылы конструкция ТА-ң регенеративті қыздырғыштарына будың кезекті түсуін ұйымдастыруға септігін тигізеді.

Жоғарғы қысымды ротор (ЖҚР) толық соғылған. Ол бір соғылмадан жасалған вал мен дисктерден тұрады. Дисктердің шетінде жұмыс қалақшалары орнату үшін ойықтар жасайды. ЖҚР жұмысы кезінде шығындарды реттеп отыру үшін диаметрі 100 мм болатын горизонтал бойында тесік орналасады. Ойықты тексеріп болған соң, оны міндетті түрде тазалап, бөгде заттардың кіріп кетпеуі және қалыпты жұмыс атқару үшін үшін тығынмен аузын бекітеді.

ОҚЦ 11 саты болады. ОҚЦ үшін жинақталған роторды қолданады: оның бу жіберетін бөлігі толық соғылған, ал соңғысында келтірілген диск. Бірінші кезектегі жеті саты валмен соғылған, ал қалған төртеуіне дисктерді орнатуға болады.

ОҚР қатерлері үшін никельдің бірнеше проценті қосылған қоспалы болатты қолданады. Никельдің жоғарылатылған мөлшері (3,5% дейін) жылулық өңдеудің сапасын жоғарылатады және құрылысы мен механикалық ерекшеліктерінің бірқалыптылығын қамтамасыз етеді. Көбінесе 34ХН3М болаты қолданылады.

Жоғары және орташа қысымды роторлар қатты жалғаумен байланыстырлығы және ортақ подшипнигі болады. ЖҚР мен ОҚР муфта арқылы жалғанған және ортақ подшипнигі болады. Жарты муфталардың ортасы бірінші жартыдағы муфтаның сақиналы дөңес бөлігінде болса, ойысы екінші жарты муфтада орналасқан. Роторлардың кез-келгенін кранмен көтерместен бұрын оларды қысым винттерінің көмегімен айырады. Жартымуфталар үлкендігі 0,01-0,025 мм болатын призонды бекітпелермен тартылады. Бекітпелерді олардың ұзындығына байланысты біртекті тартады. Қатты муфталардағы айналу моменті жартымуфталардың кесіктеріне байланысты іске асады.

Төрт сатыдан тұратын ТҚЦ жартысынан өте келе бу ағысының әрқайсысы конденсаторға ғана бағытталады. Конденсатордың екі бөлігі де цилиндрдің шығарылатын құбырларына пісіріле жалғанған.

ТҚЦ барлық сегіз дисктері де қондырылған. ТА қуатының жоғарылауы біржарымдық шығу немесе «Бауман дәрежесін» қолдануға байланысты.

Конденсаторға шығу ауданы соңғы сатының ауданынан және соңғыдан бұрынғы бөліктің шетінен тұрады. Осы ТА қуатын жоғарылатуға көмектеседі.

Орташа және төменгі қысымды роторлар жартылай бұғылатын муфтамен қосылған. Жартымуфталарды валдардың ұшына қарапайым түрде кигізеді, ал олардың ортасына толқын сияқты компенсаторды орнатады. Жартымуфталар мен жалғастырушы элементтердің өзара қатуы конустық бекітпелермен іске асады, ал айналдырушы моменттің берілісі үйкеліс күшіне байланысты.

Генератор бойына қарай турбинаның беткі подшипнигі жағынан қараса, турбинаның барлық роторлары сағат бойымен қозғалады. ТА цилиндрлерінің корпустарының тығыздығы екі бойлық фланец пен корпустың төменгі бөлігіне бекітілген фланецтік жалғануымен қамсыздандырылады.

Сыртқы диаметрлері қалыпты түрдегі болттық жалғануларға қарағанда әлдеқайда үлкен болып келетін қалпақтық гайкаларды фланецтерді нығайту үшін қолданады. Бұл бекітілетін болттарды жақындату үшін, олардың санын үлкейтіп, толық қосылу үшін болттың жасайтын күш салуын азайтады.

Бекітілетін болттардың өстерін фланец енінің ортасында емес, булы аймаққа жақын жерге орналастырады. Сол себепті де фланец ені қабырға жуандығына қарағанда үлкен.

Тіреу подшипниктерді қабылдай отырып, вал өткізгіш салмағынан қарай статор бөліктеріне радиалды жүктеме жібереді. ТА жоғарғы үнемділігін сүйемелдеу үшін тіреуіш подшипниктер мен олардың жұмыс тәртібі өткінші бөліктегі кішігірім саңылауларды қамсыздандырады. Сонымен қоса, өткінші бөлімдегі радиалды соқтығысуларды есепке алмайды.

Турбинаның конденсациялық қондырғысы конденсаторлық топтан, ауа өшіретін қондырғыдан, конденсатты сорғыдан, қосушы эжекторлардан, конденсаторға салқын су түсіретін жүйеден тұрады.

Конденсациялық топ теңіздік орындалудағы екі 200КСЦ-7 беткейлік конденсаторлардан тұрады.

Конденсатордың техникалық сипаттамалары:

- ТҚЦ түтігінде жоғары температура аспау керек.

Кесте 5 – ТҚЦ сипаттамасы

Қосу барысында және 30% жүктеме кезінде	100 °С
30% жоғары жүктеме жұмысы	60 °С
Конденсаторларды салқындатудың жалпы ауданы	13130 м <sup>2</sup> ;
Конденсатордың әр бөлігі үшін салқындатушы судың шығыны -12,5тм <sup>3</sup> /сағ	12,5 тм <sup>3</sup> /сағ;
Конденсатордың әр бөлігінің гидравликалық кедергісі	2,2 м

ЭБ-1,2 турбоқондырғыларында конденсаттық сорғылардың екі сатысы (бөлімі) болады. 1-сатының (КЭС-1с) КСВ-500-85 типті екі конденсаттық сорғысы бар, өндірулігі 500 м<sup>3</sup>/сағ, қысымы 85 мм. су бағанасы, АОВ-104-6



МП айнымалы токпен жұмыс істейді, қуаты 200 кВт-та, кернеуі 380 В және 985 айн/мин.

Конденсатордың екі бөлігіненде шығатын негізгі конденсат (НК) сорылуға КЭС-1 секундта түседі, сосын блоктық тұссыдандырғыш қондырғыға, негізгі эжекторға, нығыздаушы салқындатқыштарына (ПС-50) келіп, 2 сатылы конденсаттық сорғыларға кетеді. Сызбада 2 сатылы (КЭС-2с.) КСВ-320-160 типті 3 конденсаттық сорғы орналасқан, олардың өндірулігі 320 м<sup>3</sup>/сағ, 160 м.вод.ст қысымда АВ-113-4 қозғалтқыштарымен 250 кВт, 6000 В кернеумен жұмыс істейді, 1500 айн/мин. КЭС-2 с негізгі конденсатты ТҚҚ-1, ТҚҚ-100, ТҚҚ-2,3,4 арқылы деаэраторға түседі.

Турбина үнемі майланып тұруы үшін:

- 1450 айн/мин арналған, өндірулігі 150 м<sup>3</sup>/сағ, қысымы 28 мм. су бағаны болатын Д-200-36 типті бір резервтегі РМНС резервті сорғысы, А-02-71-4 айнымалы тогы бар электроқозғалтқыш, қуаты 22кВт, кернеуі 380В және 1450 айн/мин;

- 1500 айн/мин арналған, өндірулігі 108 м<sup>3</sup>/сағ, қысымы 22 мм. су бағаны болатын біртекті токпен жұмыс істейтін П-62 қозғалтқышымен, қуаты 14 кВт, кернеуі 220 В жұмыс істейтін апаттық сорғы қойылған;

### **1.2.1 К-210-130-3 турбинының басқару жүйесі**

Қазанға қоректік суды және отынды беруді өзгерту арқылы қазандағы будың сипаттамаларын өзгерту оңай. Бұл әдіс айнымалы қысым арқылы қуатты реттеу деп аталады (себебі бұл әдісте температура тұрақты, ал қысым өзгермелі болады). Айнымалы қысым кезінде ТА арқылы будың шығыны қазаннан кейінгі өткір будың қысымына пропорционалды түрде өзгереді. Алайда, қазанның жылулық инерциясы жоғары, сол себепті де турбоагрегат энергожүйені тұтынушылардың талаптарына сәйкес өзінің жүктемесін тез өзгерте алмайды. ТА қуатын айнымалы қысыммен реттеудің бұл ақау реттеу клапандарына деген қажеттілікті арттырды. Олардың ашылу деңгейіне байланысты будың өту ауданы да өзгереді және, сәйкесінше, шығындары да өзгеріске ұшырайды. Клапанның ішінара ашылуына байланысты будың дроссельденуі жүзеге асады, ол турбинаның өтпелі бөлігінде жылу берілу азаяды. Сол себепті, клапандар арқылы жүктемені реттеу кезінде будың және турбинаның өтпелі бөлігіндегі жылу берілу де өзгереді.

Электр энергиясын, соның ішінде электр станциясының өзіндік қажеттіліктеріне кеткен механизмдерін тұтынушылардың көбісі жүйенің жиілігін тұрақты болуын талап етеді. ТЭЕ байланысты электр жүйесінің жиілігі  $\pm 0,1$  Гц жұмыс істеуі керек.

Белгілі бір деңгейде айналу жиілігін ұстап тұру автоматты реттеу жүйесінің негізгі функциясы болып табылады.

Бос жүрістегі (электр қуаты 0-тен) және номиналды жүктемеде айналуының нормативті жиілігіне байланысты жиіліктердің айырмашылығы реттеу жүйесінің біртексіздігі деп аталады.

ТЭЕ ережесі бойынша, жиіліктің реттелу біртектілігі ТА айналымының 4-5% құрау керек.

Жүктеме түсірілімінде автоматты реттеу жүйесі буды турбинаға жіберілуін күрт азайтады және оны бос жүрістіге айналдырады. Алайда, толық жүктемеден айналымыға өту біртектіліктің дәрежесіне байланысты әр түрлі уақытта өзгереді. Статикалық сипаттама мен оның біртектілік дәрежесі бірінші ретте электр энергиясы мен оны тұтыну балансының бұзылуының нәтижесінде жүйенің жиілігінің өзгеруіне турбина реакциясын анықтайды.

Басқаша айтқанда, реттеудің негізгі статикалық сипаттамасы сызықты емес, осы сызықтар арасындағы аймағы болып табылады. Осы аймақтың айналымдардың номиналды жиіліне процентті түрде берілген қатынасы реттеудің сезімсіздік дәрежесі деп аталады.

Сезімсіздік азайған сайын реттеудің сапасы да жоғарылайды. Сезімсіздік дәрежесі, негізінде, айналымның белгіленген жиілігінде турбина қуаты белгілі бір дәрежедегі мәнге өзгереді.

ТЭЕ бойынша, реттеу жүйесінің сезімсіздік дәрежесі кез-келген қуаттылықта 0,3 % аспау керек.

ЖҚЦ және ОҚЦ реттеу клапандарының орнын ауыстыру турбина валында орналасқан жылдамдық реттегішінің күшімен жүзеге асады. ТА айналымының жылдамдық (жиілік) реттеуші ТА реттеу клапандарына ішінде қозғалатын поршень бар сервомотор деп аталатын екіншілік күшейткіш механизм арқылы әсер етеді. Поршень үстіндегі орынға қысым арқылы берілген реттеу майын қолдану арқылы реттеу клапаны жабылады. Жұмыс сұйықтығын беру барысында реттеу клапаны ашылады.

Сервомоторға майды таратқыш жібереді. Сервомотордың қозғалысы таратқыштың орын ауыстырғанында жүзеге асады. Сол кезде сервомотордың бір бөлігіне қысым арқылы май түседі, ал басқа бөлігіне төмен қысым арқылы.

Таратқыш орын ауыстыру үшін үлкен күш керек емес, қайта оған өте үлкен қысымда түсетін майдың әрекеті арқылы сервомоторды орнынан қозғалту оңай.

Реттеу жүйесінің маңызды бөлшегі болып таратқыштың берік жұмысына көмектесетін кері байланыс таратқыш саналады. Қозғалыс барысында сервомотордағы поршень клапанды ғана қозғалтып қоймай, сервомоторға қысым арқылы оны бастапқы жұмысына қайта әкеледі.

ТА айналым жылдамдығының реттеуші турбина валында орналасқан және келесі таратқыштағы сұйықтықтың шығынын өзгертетін босатқыш пластинаның орын ауыстыруына алып келетін иілгіш бау сияқты жасалған. Егер айналым жиілігі өссе, онда реттегіштің босатқыш пластинасы орнынан қозғалады және соплоның құйылысы өсіп, камерадығы қысым төмендейді. Бұл ретте май сервомотордың жоғары бөлігіне түсе бастайды, ал реттеу клапаны жабылады. Ескере кететін жайт, сервомотормен бірге жылжитын кері байланыс таратқышы таратқыш астындағы импульсты сызықты ретке

келтіреді. Нәтижесінде, таратқыш қайтадан орташа қалыпқа келеді, ал реттегіш клапан жаңа қалыпта айналым жиілігін бірқалыпты ұстап тұрады.

Айналым жиілігі төмендегенде реттеу процесі кері бағытта жүреді.

Реттеу жүйесін тездету үшін оған турбина роторы жұмысын үдететін дифференциатор деп аталатын қондырғыны орнатады.

Сермер арқылы орын ауыстыратын таратқыш ТА реттеу механизмінің (ТРМ) рөлін атқарады. Турбина энергожүйеге қосұлы, әрі айналым жиілігі өзгеріссіз болса, онда ТРМ көмегімен тексеріліп отырған таратқыштың қысымын өзгертуге болады. Сол кезде сервомотордағы поршень көтеріліп, ТА қуаты өседі.

ТРМ келесілерде қолданылады:

- қауіпсіздендіргіш реттегішінің таратқыштарын қуаттандыру және автоматты түрдегі бекітпелерді ашу үшін;

- турбинаның айналым санын өзгерту үшін, ол кезде кез-келген апаттық жағдай болғанда генератордың синхрондалуы болады.

- генератордың параллель жұмысы кезінде жүктемені ауыстыру үшін;

Реттеу механизмі жұмысқа турбина қасында қолмен, немесе реттеу щитінің қасында автоматты түрде жүзеге асады.

Турбина жабдықтандырылуында апаттық жағдай орын алғанда турбинаны автоматты түрде тоқтатуға болатындай электр-гидравликалық түрлендіргіш қойылған.

Реттеу клапандары реттеу жүйесінің атқарушы органдары болып саналады. Оларға келесі талаптар қойылады:

- клапан жұмыстары сенімді болуы тиіс, себебі олар тек турбинаның қойылған жүктемесін ғана қамсыздандырып қоймай, қорғау контурының атқарушы органы болып саналады.

- клапандар жабылатын кезде нығыз жабылуы керек.

- клапандар толық ашылған кезде олардағы қысым жоғары болмауы қажет, себебі будың дросселденуі турбинаның жылутүсірілімінің төмендеуіне алып келеді.

Клапандардың берік жабық тұруы үшін оларды шартектес ұылып жасайды. Ондай жағдайдар жасалса да, уақыт өте келе эрозия сияқты желінулерден ашылып жатады.

ТА реттеу клапандары клапандардың корпустарында бөлек орналасқан, олардан бу соплолық қораптарға, сосын реттеу сатысына барады. Әр клапан шток немесе рычагтар арқылы жылжиды. Сервомотордың штогы рычагтар жүйесі, тақтай және оған бекітілген тісті доңғалақ арқылы жұдырықшалық білікті айналдырады. Осы білікте орналасқан жұдырықтық шайбалар білік айналғанда реттеу клапандарын ашады. Осы кезде сервомотордың реттеу клапандарын жаба алмаған кезінде көмектесетін пружина сығылады. Пружина жіберуші механизмнің барлық сатысының кедергілерінен өтіп, реттеу клапандарын жабады. Ол турбинаны екпінді жұмыс істеуден қорғайды. Онымен қоса пружина штоқтың жылулық ұлғаюын клапандардың вибрациясы болатын еш саңылаусыз жұмыс істеуін компенсациялайды.

Негізгі клапанның ішінде босату клапаны болады. Клапан ашылған кезде штоқтың жылжуы босату клапанын көтереді, ол кезде негізгі клапандағы қысым одан кейінгі қысымнан еш айырмасыз болады. Босату клапаны 8 мм көтерілген кезде, негізгі клапан көтеріле бастайды.

Шток пен букса арасында 0,2 – 0,4 мм жететін радиалды саңылау болады, штоқтың диаметрі ол кезде 40-60 мм. Бұл саңылаудың болу себебі, біріншіден, ұзындығы 1 м-ге жететін штоқты идеалды түзу ету мүмкін емес; екіншіден, саңылауда штоқтың айналасында будың шығуы болады. Будың босауы екі сатыда өтеді: штоқтың бойында будың екі ретті сорылуы болады. Бірінші ретті сорылған буды деаэраторға жібереді, ал екінші ретті атмосфералық қысымнан төмен параметрде жұмыс істейтін ПС-50-ге кетеді. Мұндай схема машиналық залға будың босауын болдырмайды.

Жүктемені лездік босатуда генератор жұмыс істемей тұрғанда, турбинаның реттеу жүйесі ТА айналым саны азаяды.

Турбинада ТЖР турбина жылдамдығын реттегіш клапандарының ашылуын реттейтін қуат тежегішпен қамсыздандырылған.

Қуатты реттегіш қолдың көмегімен басқарылады. Қуатты тежеген мезетте басқару щитіне “УБАВИТЬ НАГРУЗКУ” деген сигнал келеді, ол жүктеменің өсу бағытына әсер ететін механизмге дистанционды түрде әсер етеді.

Қуатты тежегіштің әсері біржақты, яғни ол айналымдардың саны өскенде немесе жүктеме азайғанда реттеу клапандарының жабылуына кедергі болмайды. Айналым саны қатты өсіп кетпес үшін, турбинада қауіпсіздік автоматы болады.

Ротордың айналым саны 3000 айн/мин асқанда, яғни 10-12% өскенде, екі соққыш та жұмысқа қосылады, олардың әрқайсысы жоғары және орта қысымдағы автоматты бекітпелерді жабады.

Айналым саны 3030 айн/мин жеткенде автоматты бекітпелер ашылуы мүмкін. Күрт жұмыстан қорғану үшін әр бекітпене жеке-жеке сынайды.

Қауіпсіздік автоматында бекітпелердің жұмыс істеу сілтемесі болады. Турбинаның сенімді жұмысы үшін айналым саны өскенде, жүйеден генераторды өшірген мезетте ЖҚЦ, ОҚЦ реттеу клапандарын жабуға сигнал жіберіледі.

Турбинада жұмысы қауіпсіздік автоматына ұқсас келетін электр-магнитті сөндіргіш болады.

Электр-магнитті сөндіргіш келесі қондырғылардың әсерімен жұмыс жасайды:

- осьтік бағыттағы үздіксіз бақылау қондырғысы (ИП-77).
- вакуумның 540 мм.рт.ст. жүктемеге деген құламасындағы вакуум-реле;
- трубадағы температураның өсуі және ЖҚЦ төмендеуі кезінде өткір бу температурасы 450°С түскендегі потенциометр;

Реттелмейтін бу алынулардың трубалардағы кері клапандар автоматты бекітпелердеің жабылғандағы будың кері айналымында турбинаның екпінінен сақтау үшін қажет.

Кез-келген кері клапан гидравликалық сервомотордың көмегімен жабылады.

Гидравликалық сервомотор ТА автоматты бекітпесінде және генератор сөндіргішінен импульс алатын соленоид арқылы басқарылатын негізгі конденсаттың клапанымен жұмыс істейді.

Турбогенераторда келесі қорғау қондырғылары бар:

- барлық ЖҚҚ-тың сөнуі мен сигнал берілуі үшін қондырғы (ЖҚҚ-800 мм – 1 шектегі бір құбырлық жүйенің тығыздығының бұзылуы немесе бұзылуында; ЖҚҚ-та 3300 мм 2-шектік сатының жоғарылауында ЭБ сөнеді);

- конденсатордың өтпелі құбырларында ауаның толуы кезінде сифонның жарылысын болдырмау үшін циркуляциялық жүйенің эжекторының автоматты қосылуы мен сөнуі;

- конденсаторда  $1,2 \text{ кгс/см}^2$  дейін қысым көтерілгенде ашылатын ТҚЦ газ шығаратын түтіктерінде орналасқан атмосфералық клапан-диафрагмалар;

Турбоагрегат келесі шарттарды қанағаттандыру үшін электронды реттегіштермен қамтамасыздандырылған:

- өзіндік мұқтаждықтары үшін коллекторлар (ЭБ-1,2 және КСН-А,Б үшін КСН-А) немесе Д-7-ден шығатын буды клапандарға жіберу үшін;

- номиналды дәрежеден  $\pm 200$  мм шамасындағы конденсаттың конденсатжинағыштағы шамасы;

- ТҚҚ-1 басқа барлық регенерация жүйесіндегі буды қыздырғыш конденсат дәрежесі;

- Д-7 ата дәрежесі.

### **1.3 ТГМЕ-206 (Еп-670-140-545 ГМН) бу қазанының сипаттамасы**

- Е - табиғи циркуляциямен;

- п - П-тектес компоновкалы, аралық бу қыздыру;

- 670 – т/сағ арқылы берілген қазанның өткір бу бойынша өндірулігі;;

- 140 -  $\text{кгс/см}^2$  берілген қазаннан шыққан өткір будың қысымы;

- 545 -  $^{\circ}\text{C}$  берілген қазаннан шыққан өткір будың температурасы;

- ГМН – газ-мазутты, газ өткізбейтін, қысымды көтеру арқылы жұмыс істейді;

ТГМЕ-206 қазандық агрегаты К-210-310-1 турбиналарымен бір блокта жұмыс істеу үшін қажет. Табиғи айналымдағы ТГМЕ-206 қазандық агрегаты газ бен мазутты жаққан кезде жоғары қысымдағы бу алу үшін керек.

Қазан қысымды көтеру арқылы жұмыс істейді (тоқтатылған түтінтартқымен) немесе теңдестірілген күшпен (жұмыстық түтінтартқы).

Қазандық агрегатты іске қосу ережелері «ТГМЕ-206 қазандық агрегаты, іске қосу тәртіптері» деген жеке анықтамада жазылған.

Қазандық агрегат П-тектес компоновкалы болып келеді және үстіңгі бөлігінде горизонталь газ жолымен қосылған от жағу камерасы мен ысырмалы конвективті шахтадан тұрады.



Газ өткізілмейді. От жағу камерасы, горизонталь газ жолы мен конвективті шахтаның қабырғалары газ өткізбейтін панельдерден жасалған.

От жағу камерасында буландырғыш экрандар мен радиациялық бу-қыздырғыш бар, ал от жағу камерасының жоғарғы бөлігінде ширмалық бу қыздырғыш орналасқан.

Өтпелі горизонталды газ жолында орналасқан:

- жоғары қысымды конвективті бу қыздырғыш – кірмелі (КПП-1 с) және шығармалы (КПП-2ч) сатылар;

- төмен қысымды конвективті бу қыздырғыш – шығармалы (Вт.КПП-2с.) және кірмелі (Вт.КПП-1с.) сатылар;

Өтпелі газ жолы мен от жағу камерасының төбесі, өтпелі газ жолының бүйір қабырғалары мен оттық асты, сонымен қатар конвективті шахтаның бүйір, фронталды және артқы қабырғалары жоғары қысымды бу қыздырғышының құбырларымен экрандалған.

РВП-68г регенеративті бу қыздырғыштары конвективті шахтаның артында орналасқан. ТГМЕ-206 қазанында 2 РВП-68 г аппараттары орналасқан, жалпы қыздыру беті 40872 м<sup>2</sup>, сонымен қатар эмальды -11618 м<sup>2</sup> (РБҚ іске қосу ережедері жеке анықтамада жазылған).

### **1.3.1 Бу қазанының от жағу камерасы**

От жағу камерасы 7680x18000 мм болатын қимадағы қарапайым призмалық формада болып келеді. От жағу камерасының көлемі - 2160 м<sup>3</sup> (ЭБ-1,2), 2444,3 м<sup>3</sup> (ЭБ-3).

От жағу камерасының қабырғалары Ø60x6 мм болатын (сталь 20) құбырларынан жасалған газ өткізбейтін панельмен экрандалған. Құбырлар арасында жолақтар пісірілген. Құбырлар арасы 80 мм.

Әр панель орын ауыстыруы бойынша монтаждау барысында тоғысатын екі блокпен іске асады.

От жағу камерасының оттық асты фронталды экранның құбырларымен құрылған және горизонталь бетте 15 градусқа иіледі. Аз иілген құбырларда ағын қабаттасуын болдырмас үшін оттық асты қалыңдығы 100 мм болатын карбодун қабатымен жабылған.

Фронталды экранның ені 17840 мм (ЭБ-1,2), 18000 мм (ЭБ-3) болады және 8 панельден тұрады. Әр панель Ø60x6мм (сталь 20) болатын 28 қанаттан және Ø219x40мм (сталь 20) болатын 2 (жоғарғы және төменгі) коллекторлардан тұрады. Коллекторлармен қосылып панельдер блок құрайды. Кірмелі (төменгі) және шығармалы (жоғарғы). Экран қабырғаларының арасы 80 мм.

Циркуляцияның сенімділігін арттыру үшін бүйір экрандардың төменгі коллекторлары қалқамен 2 бірдей бөлікке бөлінген. Әр бөлік дренажбен қамдалған.

Бүйір экранның фронталды панель қосымша 2 контурға бөлінген. Панельдегі төменгі және жоғарғы коллекторларда қалқалар бар. 12 құбырдан

тұратын контур буланудың екінші сатысына кіреді. Төменгі коллектор қазандықтың фронтал бөлігінің дренажымен қамдалған.

Экранның фронталды және бүйір экрандары панельдердің жоғарғы коллекторларына ілінген. Әр панельде екі ілмеден болады. Ілмелер коллекторларға пісірілген құлақшаларға жалғанады.

Артқы экранда 8 панель бар: 2-шеткі және 6-орташа. Ені 1260 мм болатын шеткі панельдер Ø60x6мм (сталь 20) болатын 16 қанатты құбырлардан тұрады, ені 2520 мм болатын орташа панельдер Ø60x6мм (сталь 20) 32 қанатты құбырдан тұрады. Әр панельде Ø219x40 мм (сталь 20) болатын жоғарғы және төменгі коллекторлардан тұрады.

### **1.3.2 Жанарғы астында құбырларды ажырату**

Орташа алғанда, әр панельде 6150 мм және 8750 мм болатын ажыратулары болады. Ажыраулар тегіс құбырлардан конус тәріздес етіп жасалған. Канондық бөлігінде құбырлардың амбразуралары шыбықшалар арқылы жалғанған. Конустың ішкі бөлігінде бұл құбырлар кертіктелген және карбодунды массамен қапталған. Осындай карбодунды қабат жанарғының амбразурасы болып табылады.

Жоғарғы бөліктегі артқы экран тереңдігі 2500 мм болатын аэродинамикалық дөңес жасайды. Бұл дөңес панельдің барлық құбырлары арқылы жасалған. Аэродинамикалық дөңестің қаттылығы мен жоғарғы коллекторларға өтпелі газ жолының оттық астын бекіту үшін артқы экранның жоғарғы коллекторларына 28 жанбайтын құбырлар Ø108x12 мм (сталь 20) енгізілген.

Аэродинамикалық дөңес алдындағы артқы экранның панельдері арнайы беттердің көмегімен салмақ түсіретін құбырларға пісірілген. Бұл құбырлар жанарғылар үшін тірек болып келеді. Артқы экранның төменгі бөлігіндегі Ø108x12 мм құбырлар жалғастырғыш тетік көмегімен Ø32x4 мм (сталь 20) құбырларға жалғанған, ал ол құбырлар экранның төменгі коллекторларына қаратылған.

Артқы экранның жоғарғы коллекторларынан горизонталь газ жолы арқылы Ø133x13 мм (сталь 20) болатын 28 құбыр өтеді, олар фестон жасайды (қадам 610 – 650 мм). Осы құбырларға қазанның каркасының төбелік жаппасына иілген артқы экранның тәждері бекітілген. Төбеден өте, фестонның құбырлары қазанның барабанына барады.

Фронталды, артқы және бүйір панельдерде 12650 және 15450 мм болатын аралықта екі құбыр бойынша қабырғалық радиациялық бу қыздырғыш панельдерінің беріктілігі үшін оттыққа дөңес қояды.

#### **Жанарғылық қондырғылар**

Оттық камера 12 құйынды газмазутты жанарғылармен (ГМУ-45) қамдалған, олар артқы қабырғада 2 қабат болып жасалған. Төменгі қабаттың жанарғылары 6150 мм биіктікте, ал жоғарғысы 8750 мм орналасқан.

Газ бойынша жанарғының өндірулігі – 4500 нм<sup>3</sup>/сағ.

Жанарғылар газ бен мазутты бөліп жағу үшін керек.

Мазутты форсунканың қасында оптималды жылдамдық болу үшін оттықтың жұмысы кезінде әуелі клапан ішкі және периферинді болып бөлінеді. Ішкі және периферинді каналдарда ауа оттықтың амбразурасына кірместен бұрын бұрау аппараттарынан өтеді.

Ішкі каналда ауа ағынын бұрау осьтік аппарат бойынша іске асады. Бұл аппаратта оттық өсінің бұрышындағы 18 қозғалмайтын қалақшалар қондырылған.

Периферинді каналда ауа ағынын бұрау радиусқа 60 градус бойынша қондырылған 24 қозғалмайтын қалақшалары бар тангенциалды бұрауыш аппаратпен іске асады.

Оттықта орталықтандырылған газ беру қарастырылған. Газ орталықтандырылған құбыр Ø245x8 мм және Ø325x8 мм құбыр аралығына беріледі.

Оттық жақтан қарағанда, газдық коллектор қиылған конуспен аяқталады, және онда 3 тесік қатары болады (1 қатар - Ø15 мм 6 тесік, 2 қатар - Ø22 мм 6 тесік, 3 қатар Ø32 мм 6 тесік). Осы тесіктерден газ ауа ағыны өсіне қарай шығады.

- 1 – бұрайтын аппарат;
- 2 – корпус;
- 3 – қорап;
- 4 – газдық корпус;
- 5 – датчик қондыру құбыры;
- 6 – ЗЗУ құбыры;
- 7 – өстік аппарат;
- 8 – форсунка құбыры;
- 9 - пневмозатвор.

## 1.4 Энергоблок көрсеткіштері

### 1.4.1 Турбинаны іске қосудағы сенімділік белгілері:

Турбинаны іске қосудағы сенімділік белгілері болып табылады:  
- тоқтатқыш клапандардың металл қызуының, реттеу клапандарының, ЖҚЦ, ОҚЦ жылдамдығы:

Кесте 6 – Турбина көрсеткіштері

100 °С-ден 200 °С-ға дейін	4 °С/мин;
200 °С-ден 300 °С-ға дейін	3 °С/мин;
300 °С-ден 400 °С-ға дейін	2 °С/мин;
400 °С-ден 500 °С-ға дейін	1 °С/мин;
500 °С-ден жоғары	0,6 °С/мин;
ЖҚЦ, ОҚЦ асты мен үстіндегі температуралар айырымы (артық емес)	50°С;

*Кесте 6 Турбина көрсеткіштері жалғасы*

Құбырдағы будың температуралар айырымы	
450 <sup>0</sup> С-ге дейінгі температура	35 <sup>0</sup> С көп емес;
450 <sup>0</sup> С-ден кейінгі температура	20 <sup>0</sup> С жоғары емес;
АЗВ корпусының тереңдігі мен бетіндегі температуралар айырымы болуы тиіс:	
бу температурасы 400 <sup>0</sup> С-ге дейін	50 <sup>0</sup> С;
бу температурасы 400 <sup>0</sup> С – 500 <sup>0</sup> С	30 <sup>0</sup> С;
бу температурасы 500 <sup>0</sup> С-ден кейін	20 <sup>0</sup> С;
АЗВ-А және АЗВ-Б металлдарының айналым алғандағы температуралар айырымы	
фланецтің ішкі және сыртқы беттеріндегі температура айырымы	+50(-25) <sup>0</sup> С
фланец пен шпилька арасындағы температура	+20(-10) <sup>0</sup> С;
үстіңгі және төменгі, оң және сол жақтағы температура айырымы	10 <sup>0</sup> С;
реттеу сатысындағы ЖҚЦ корпусының ішкі және сыртқы беттеріндегі температура айырымы	35 <sup>0</sup> С;
ЖҚЦ қатысты ротордың кеңеюі (ҚРК)	+ 4,0 - 1,2 мм;
ҚРК ОҚЦ	+ 3,0 – 2,0 мм;
ҚРК ТҚЦ	+ 4,5 – 2,5 мм;
қайта қосылатын бу құбырындағы жылыну температурасы	15 <sup>0</sup> С/мин;
бу температурасы 400 <sup>0</sup> С-ге дейінгі құбырларының жылыну температурасы	бу 9 <sup>0</sup> С/мин;
бу температурасы 500 <sup>0</sup> С-ге дейінгі құбырларының жылыну температурасы	бу 6 <sup>0</sup> С/мин;
бу температурасы 400 <sup>0</sup> С-ден асқандағы құбырларының жылыну температурасы	бу 4 <sup>0</sup> С/мин;
30% жүктеме алғанға дейінгі жалғама құбырдың температурасы	90 <sup>0</sup> С;
30% жүктеме алғаннан кейінгі жалғама құбырдың температурас	60 <sup>0</sup> С;

ТА қауіпсіз жұмысы үшін келесі құрылғылар жұмысқа дайын болуы тиіс:

- қысым көтерілгенде ТҚЦ жарылудан қорғайтын атмосфералық клапандар;
- өткір бу, аралық қыздыру жолындағы тоқтату арматурасы;
- ТА арматурасына қондырылған электрлік тартпа;
- технологиялық процесстерді басқару жүйесі;

ЖҚЦ мен ОҚЦ реттеу клапандары біркелкі жұмыс істеуі қажет. Ескере кететін жайт, реттеу жүйесі тек электр жүктемесінің функциясын ғана орындамайды, онымен қоса турбинаның екпінді жұмысынан да сақтайды.

Реттеу бос жүрісте сенімді жұмыс істеу керек, айналым жиілігінде қателіктер болмауы керек. Олай болмаса, турбогенератордың жүйеде жұмысы төмендейді.

#### **1.4.2 Турбинаны қауіпсіз іске қосу мен жұмыс істеуі**

Турбинаны келесі шарттарда іске қосуға болмайды:

- турбинаның жылулық және механикалық көрсеткіштерінің шекті мәндерден ауытқыған жағдайында;
- турбинаны тоқтататын қондырғылардың біреуі сынса;
- турбинаны басқаруда және буды реттеп жіберуде қателіктер болса;
- реттеу, генераторды нығыздау немесе майлы сорғылардың жұмыстан шығуы;
- май сапасының іске қосу майының сапасынан ауытқуы;
- химиялық құрамы бойынша таза бу сапасының нормадан ауытқуы;

ТЭЕ талаптары бойынша бутурбиналы қондырғыларды жұмысқа қосқанда тиісті:

- негізгі және қосымша қондырғылардың жұмысының сенімділігі;
- электр немесе жылу жүктемелерін қабылдауға дайындық;
- негізгі және қосымша қондырғының нормативті көрсеткіштері;

#### **1.4.3 Турбинаның қорғау жүйесі**

Қорғаудың көптеген жүйелерінде екі тәуелсіз контур болады, егер де турбинаға бу жіберетін осы контурлардың біреуі дұрыс істемесе, онда турбина іске қосылмайды.

Турбина қауіпсіздік автоматы дұрыс, әрі қатесіз жұмыс істеуі керек. Турбинаның негізгі қорғанышы болып табылатын тежегіш клапандар жабылғанда бос кеңістік қалмау керек;

Қорғаныс датчиктерінен атқарушы органдарға дейінгі барлық тізбек тез жұмыс істейді. Көбінесе, бұл өстік қимылдың релесіне, вакуум-реле және электромагнитті сөндіргішке қатысты. Апатты жағдайда электромагнитті сөндіргішті қолданады.

Автоматты жылулық қорғаныс жылулық қондырғыны апаттық жағдайдан сақтайды, яғни:

- шекті мәннен технологиялық параметрлердің ауытқуы;
- реттеу жүйесін дұрыс емес атқарғанда;
- оперативті қызметтің қате жұмысында;



Турбинаның тоқтауына әсер ететін қорғаулар:

- турбинаның конденсаторында 2-шекке дейін вакуумды азайту (540 мм);
- жүйеде май қысымын 3-шекке дейін азайту;
- турбинаның валды өткізгішінің өстік орын ауыстыруы (генератор жаққа қарай 1,2 мм немесе ЖҚЦ жаққа 1,7 мм);
- турбина алдында өткір будың температурасын төмендету (450<sup>0</sup> С дейін);
- өткір будың температурасын жоғарылату (565<sup>0</sup>С дейін);
- аралық қыздырудағы бу температурасын жоғарылату (565<sup>0</sup>С дейін);
- генератор валын нығыздау (ГВН) жүйесінде демпферлі бакта май шамасын азайту;
- ГВН барлық үш май-сорғыларын өшіру;
- ЖҚЦ-да екінші шекке дейін шамасын өсіру (3300 мм);
- генератор статорын салқындататын дистиллят шығынының азаюы (21,6 т/сағ дейін);
- генератордың газсалқындатушыларында теңіз суы шығынын азайту;
- турбинаны қолмен өшіру;
- турбина валының айналым санының өсуі (3360 айн/мин дейін);
- турбинаны басқару жүйесінде май қысымын азайту (10 кгс/см<sup>2</sup> дейін).

## **1.5 Қосымша қондырғылар**

### **1.5.1 Қазандардың газжолдары мен түтін құбырлары**

ЖЭС-те бу қазандарының түтін газдарын атмосфераға тастауға арналған диаметрі 7,2 м, биіктігі 120 м темірбетонды түтін құбыры орналасқан. Құрылысы бойынша ТҚ келесідей болып келеді:

- ТҚ темірбетонды оқпаны үстінен 1,5<sup>0</sup>, ал астынан 5<sup>0</sup> дейін иілетін конус тәріздес болып келеді;
- Темірбетонды қабырғаның қалыңдығы үстінен 200 мм-ден астынан 420 мм-ге дейін жетеді;
- Оқпанның қаптамасы қышқылға төзімді кірпіштен жасалған;
- Оқпанның ішкі қабаты толығымен жылуоқшауланған, жылуоқшаулағыш пен оқпанның арасында 150 мм болатын саңылау бар;
- Темірбетонды оқпанда 116,25 м деген жерде 200x200 мм болатын 16 тесіктер шиберлер көмегімен жасалған, олар желдендіруі саңылауында ауа күшінің көлемін реттеп отыруға орналған;
- Құбырдың 5,0 м деген деңгейінде кетер газдардың динамикасын жақсарту үшін еңіс жөндеулік темірбетонды жабу мен айырғыш қабырға орналасқан. Еңіс жабулардың төменгі нүктелерінен бастап өндірістік канализацияға конденсат түсіреді;
- Құбыр басын атмосфералық кірбіңнен және агрессивті газдардан қорғау үшін легирленген шойыннан сақтаушы қалпақ орналасқан;

- 21,5 м және 86,5 м деген деңгейде бақылау-өлшеу аспаптарына блоктар орналасқан;
- Пайдалану кезінде дабылдық алауды тексеру үшін бағдаршамдық аумақтар мен қоршаулары бар жүргіш баспалдақ орналасқан;
- Құбырды найзағайдан қорғау жоғарғы сақинадан, токөткізгіш шиналардан және жерлендіру контурынан тұрады;
- Қаптаманың астыңғы бөлігінде 5,2 м деген деңгейде 340x340 мм болатын 12 тесік жасалған, олар ауаны желдендіру саңылауына береді;
- Қаптаманың бөліктерінің арасында 120x490 мм, қадамы қаптама периметрі бойынша 530 мм болатын желдендіру тесіктері бар;

Түтін газдары түтін каналын жасайтын қышқылға төзімді кірпіштен құралған ішкі

құбыр-қаптамадан өтеді. Қаптама мен негізгі жүктемені таситын темірбетонды оқпан арасында 150 мм болатын сақиналық саңылау бар, ол жылы ауа үздіксіз желдендіріледі.

Құбыр тұрақталған күш режимінде жұмыс істейді (түтінтартқыштар жұмысы кезінде) және табиғи тартқыш режимінде (түтінтартқыштар тоқтатылған), күш жүктемесі 50 пайыз не одан төмен болады.

Сақиналық саңылауда ауа қысымын реттеу үшін желдеткіштердің күшінде КВР 800x800мм реттеу клапандары орналасқан.

Калориферлерде ауаны қыздыру үшін қысымы 6 кгс/см<sup>2</sup> болатын бу қолданылады. Берілетін будың мөлшері мен оның қысымы РОУ-К көмегімен реттеледі, бу реттелуі бу коллекторының цехынан (КСН-А,Б) келеді, ал конденсат ДБ-1 дренажды бағына түседі.

### 1.5.2 ВДН-25x2 үрлеу вентиляторы

ВДН-25x2 вентиляторы (келесіде YB) екіжақты сорғыш функциясы бар ортадантепкіш машина болып келеді және КА оттығына ауа беруге арналған. Үрлеу аппараттары екіесе жылдамдықты және өндіруші өстік бағыттағыш аппараты (БА) бар.

Бу қазанында екі YB орналасқан, олар оң (YB-A) және сол (YB-B) жақты болып келеді. Оң жақ болып жұмыс сідөңгелегінің сағат тілі бойынша айналуын айтады, сол жақ – сағат тіліне қарсы айналса. Айналудың бағыты жұмыс дөңгелегінде бағыттағышпен көрсетіледі.

Кесте 7 - YB техникалық сипаттамалары

№ р/с	Атауы	Өлшем бірлігі	1 жылдамдық	2 жылдамдық
1	Өндірулігі	м <sup>3</sup> /сағ	380 000	500 000
2	С.А. температурасы	мм.су.бағ.	825	815
3	кезіндегі толық күш	кВт	685	1600
4	Валдағы қуат	айн/мин	745	994

№ р/с	Атауы	Өлшем бірлігі	1 жылдамдық	2 жылдамдық
5	Айналу жиілігі	айн/мин	1000	
6	Рұқсат айналу жиілігі	%	87,5	
7	ПӘК	°С	70	
8	ҮВ кірердегі рұқсат температура	°С	70	
9	Бекітпелердің максималды		ДА30-16-59-6/8	
10	температурасы	В	6000	
11	Электрқозғалтқыштың кернеуі	кВт	685/1600	
12	Қойылған кернеу Айналу жиілігі	айн/мин	745/994	

Үрлегіштің негізгі түйіндері:

- Жұмыс дөңгелегі;
- Құрыш;
- Жүріс бөлігі;
- Бағыттағыш аппараттар;
- Сорғыш қалта.

Үрлегіштің жұмыстық дөңгелегі күшпектен және оған бекітілген қанатшалардан тұрады.

Құю арқылы жасылған күшпек негізгі дискке болттар арқылы бекітіледі.

Үрлегіштің қанатшалары 20 бос, профилирленген және артқы иілген қанатшалардан тұрады, ол қанатшалар негізгі (түбір) және екі конустық (жапқыш) дисктерден құралған. Қанаттар ішінде беріктілік пен қаттылық болу үшін қанатшалар ішінде қырлар пісіріледі. Жұмыс дөңгелегінің диаметрі 2500 мм.

Үрлегіш құрышы – беттік және парақтық болаттан пісірілген, роторды орналастырып шешу үшін үрлегіш өсі бойынша тік жалғағышы болады.

Жұмыстық бөлік толық соғылған, өткірленген валдан, екі шешілетін шойындық корпустан, муфта үшін екі бекітпеден тұрады.

№3 электр қозғалтқышынан қарағандағы бекітпе үздіксіз-тіректік болып келеді, басқа жағынан №4 тек тіректік.

ЭҚ бекітпелерін майлау – еріксіз. Жаздық мерзімде ЭҚ бекітпелерін майлау үшін май айналымдық су арқылы салқындатылады, ал күз-қыс кездерінде жылу желісінің суы арқылы қызады.

Механизм бекітпелерін майлау (№3,4 бекітпелер) май ваннасында іске асады. Ваннада майды суыту айналымдық сумен салқындатылады, иректерге кіретін температурасы 25С көп болмауы тиіс.

**Ескертпе:** №3 бекітпегің картеры консистентті маймен толтырылған.

Күз-қыс мерзімінде ҰВ, ДРГ және РВП бекітпелерін сумен салқындату жүйесі тоқтатылып, ауа үрлеуі арқылы иректерден су өшеді. Әрбір бекітпенің картерінде Т-22 маркалы майдан 35 д болады.

Механизм бекітпелеріндегі рұқсат етілетін температура 70С аспау керек.

Бекітпелерді қыздыру температурасын реттеу ТСП-0,85 типті термометрлерімен іске асады.

ҰВ өндірулігін басқару өстік бағыттағыш аппараттың (БА) көмегімен жүзеге асады. ҰВ сорылуы екіжақты, әр бетінде БА бір секциясы орналасқан, олар дәнекерленген цилиндрлік корпуста тұрады олар дөңгелектің айналып тұруына жауап береді.

Бағыттағыш аппараттардың секциялары бір-бірімен аралық вал арқылы байланыстырылған, ол механизмнің синхронды айналымын қамтамасыздандырады.

БА қалақшалары «0»-ден (ҰВ сорылуы толығымен жабық) «90»-градусқа дейін (ҰВ сорылуы толығымен ашық) айнала алады.

Үрлегіштің сорғыш қалталары – парақтық және беттік болаттан дәнекерленген. Роторды суырып алу үшін тік жалғағыш орналасқан. Үрлегіш қалталар фланецтерге болттар арқылы бекітіледі.

### **1.5.3 Түтін газдарының қайта айналымының түтінтартқыштары ГД-500У**

Біржақтық соруы бар ортадан тепкіш түтінтартқысы ГД-20-500У (келесіде ДРГ) аралық қыздырудағы будың температурасын реттеп отыру үшін қажет.

Бу қазанында оң (ДРГ-А) және сол (ДРГ-Б) жақтық екі ДРГ орналасқан. Оң жақ болып ротордың сағат тілімен айналуын айтады, ал сол деп сағат тіліне қарсы қозғалуын айтады (ЭҚ жақтан қарайды).

Кесте 8 - Техникалық сипаттамалар

Өндірулігі	м <sup>3</sup> /сағ	200 000
Түтінтартқышқа дейінгі газдардың максималды рұқсат температурасы	°С	400
400С газ температурасы кезіндегі толық қысым	мм.су.бағ.	490
Жұмыс дөңгелегінің диаметрі	мм	2000
Жұмыс дөңгелегінің айналу жылдамдығы	айн/мин	985
400 °С кезіндегі қолданылатын қуат	кВт	390

ПӘК	%	68
ЭҚ болмағандағы салмақ	кг	3850
ЭҚ типі		ДАЭО-13-67-6М-У1
ЭҚ қуаты		630
ЭҚ айналу жиілігі	айн/мин	1000
ЭҚ кернеуі	В	6000

ДРГ негізгі түйіндері:

- Құрыш;
- Жұмыс дөңгелегі;
- Жүріс бөлігі;
- Бағытағыш аппарат;

Құрыш көміртектік болаттан жасалған. Жұмыстық дөңгелектің кейде алынып тұруы үшін босатушы сектор орналасқан. Пайдалану кезінде құрыштың қабырғалары сыртынан жылуоқшаулағыш материалмен қорғалуы керек.

Жұмыс дөңгелегі қанатшалар мен күпшектен тұрады. Қанатшалар күршекке тойтармалармен бекітіледі. Қанатша материалы – хромомолибденді болат 12ХМ. Қанатша артқа бағытталған 32 беттік қалақшалардан тұралды.

Түгінтарқыштың жүріс бөлігінде кіші қанатша бар, ол валды салқындатуға арналған.

Валдың салқындатылуы түгінтартқыштың жұмысы кезінде болады, сол себепті оның жұмысы тоқтаған кезде құрыштың температурасы да төмен болады.

Бекітпелерді майлау үшін май ваннасы қолданылады. Майдың салқындатылуы температурасы 25С көп болмайтын сумен іске асады.

Бекітпелердің қызу температурасын реттеу ТСП-0,85 типті кедергі термометрінің көмегімен болады.

Құрыштағы валдың тығыздалуы жүзу тығыздамасымен іске асады.

ДРГ өндірулігін реттеу бағыттағыш аппарат көмегімен іске асады, ол БА электрорындағыш механизмді келтіруге арналған.

#### **1.5.4 Деаэрациялық қондырғының қысқаша сипаттамасы**

**Деаэрациялық қондырғының мақсаты (келесіде Д-7 ата):**

- Негізгі конденсаттан еріген жағдайда тұрған коррозиялы-агрессивті газдарды жою.
- НК температурасын қанығу температурасына дейін көтеру, қанығу температурасы Д-7 ата-ның қысымына жауап береді.
- Бак-аккумуляторда қоректік суды резервте ұстау.



Термиялық деаэрация жылуалмасу (деаэрация суының қанығу температурасына дейін қыздыру) мен массаалмасу (коррозиялы-агрессивті және инертті газдарды деаэрацияланған судан жою) процесстерінің қосындысы болып келеді.

Деаэрация бөлігінде су температурасын қанығу температурасы дейін қыздырғанда, жойылатын газдың парциалды қысымы мен оның ерігіштігі нөлге дейін кемиді. Осылайша, деаэратордың рационалды құрылысынла 90-95 пайыз еріген газдар жойыла алады.

Қалдық оттегі мен көмірқышқылының жойылу процесін қарқындату мақсатында барботажды қондырғы қолданылады.

**Деаэратор келесі қызметтерді орындауы тиіс:**

- Толық деаэрация болу үшін және бикарбонаттардың тиімді тұнуы үшін деаэрацияның соңғы бөлігіндегі су температурасы қанығу температурасы тең болуы керек.
- Деаэрациялатын судың дегазация процесі үздіксіз жүәне тиімді өтуі үшін деаэратор будың керекті мөлшерімен салқындатылуы тиіс, және бу шығыны 1,5 кг/т болуы керек.
- Су қозғалысының барлық жолындағы деаэратор құрылысы судағы газдың қысымы мен судың парциалды қысымының максималды айырмашылығы болуы тиіс;
- Дегазацияның соңғы сатысындағы деаэрацияланған судың өңделу әдісі судың бумен көпсатылы өңделуін қамтамасыздандыруы қажет.

Блокта ДП-1000-4 типті бір деаэраторлы бағанасы қондырылады, бак аккумулятор көлемі 100 м<sup>3</sup>, жұмыстық қысым  $P_p = 6 \text{ кгс/см}^2$ .

ДП-1000-4 деаэраторлық бағанасы деаэрацияның екісатылы типімен іске асады.

Кесте 9 - ДП-1000-4 техникалық мәліметі

Номиналды өндірулігі, т/сағ	1000;
Максималды өндірулігі, т/сағ	1000;
Бағанадағы су қызуы °С	10-40;
Тиімді жүктемелердің диапазоны, %	10-100;
Жұмыстық қысым, кгс/см <sup>2</sup>	6,0;
Жұмыстық температура, °С	169;
Гидравликалық қысым, кгс/см <sup>2</sup>	9,0;
ГПК жұмысы кезіндегі рұқсат қысым, кгс/см <sup>2</sup>	7,5;
Геометриялық көлем, м <sup>3</sup>	17;

Деаэрациялау процесі келесідей болады: деаэрацияланатын су сақиналық суокшаулағышқа түседі, одан су перфорирлеенген тәрелкеге түседі. Тәрелкеден өтіп, су жіңішке ағынға тармақталады. Содан кейін су қайта қосылу бетіне түседі, су бумен өңделеді. Э

**Деаэрация бағанына жеткізулер болады:**

- Негізгі суоқшаулағыштың негізгі конденсаты (Ду250);
- ХТС (апаттық қыздыру);
- ЭБ-1,2 қыздыру буы – 2 және 3 іріктеу турбиналары (Ду150) және КСН-А (төменгі)
- Турбинаның 4 іріктемесінен және КСН-А,Б;
- Клапан штоктарынан сорылулар (Ду-100);
- РНП-дан бу шығыны (Ду150);

Бу шығынын іріктеу бағананың жоғарғы бөлігінен (Ду60) ПН-100 сызығына не атмосфераға болады.

Көлемі 100 м3 болатын бак-аккумулятор қоректік суды резервтеу үшін керек.

**Бак-аккумуляторда келесі жеткізіп салулар болады:**

- Қоректік сорғылардың қайта айналымы екі құбыр жолы бар (ПЭН-А,Б);
- ЖҚҚ қыздырғыш буының конденсаты ДУ-150 арқылы;

Бактан шығады:

- Турбинаны тығыздау үшін, негізгі эжектор меғн ПС-50 тығыздауға;
- ПЭН-дерге қоректік су;
- Д-7ата ағын суы Ду200 арқылы апаттық ағызуды кеңейткішімен жүзеге асады;

Деаэраторға қыздыру буын берердегі қысым қатты өсіп кетпеуі үшін екі импульсту сақтандыру клапандары (Ду250, Ру25) орналасқан;

Д-7ата нормаланған деңгейді ұстап тұры РУД-1 деңгей реттегішімен іске асады;

Деаэрациялық қондырғы қамдалған:

- Қысым реттегіші РДД, деаэраторға қыздыру буын беру сызығы;
- БЗК-ға ХТЗ беру сызығында орналасқан деңгей реттегіші;

Блоктау қарастырылған:

- ЭБ-1,2 өшірген кезде ПО-2Д(3Д) жапқыштары жабылады және СН-6 задвижкасы ашылады;
- ЭБ-3 өшкен кезде ЗПО-4Д жапқышы жабылады, ЗПО-4Д жапқышы толығымен жабылғаннан кейін ЗСН-6А жапқышы ашылады.

ЭБ жүктемесі өскен кезде По-2Д жапқышын ашу керек және СН-6 жапқышын жабу керек, ал ЭБ жүктемесі 150 МВт болған кезде ПО-3Д жапқышын ашып, ПО-2Д жабу керек. (ЭБ жүктеме төмендеген кезде барлық операциялар кері ретте өтеді).

ЭБ-3 қалыпты жұмысы кезінде ЗПО-4Д жапқышы толығымен ашық болуы керек.

### **1.5.5 УВГ қондырғысының қысқаша сипаттамасы**

Генератор валын тығыздаудағы маймен қамдау жүйесіне БАЖ қондырғысынан басқа, басқа да бөліктер кіреді:

- Тығыздайтын үш май сорғысы (МНУ-А,Б, АМНУ), олардың екеуі (МНУ-А,Б) айнымалы токтың электрқозғалтқышымен жұмыс істейді және біреуі (АНМУ) – тұрақты токтың қозғалтқышымен, оның өндірулігі 30 м<sup>3</sup>/сағ, күші – 80 м су бағаны, айнымалы токтың электрқозғалтқышының типі – А-52,2, қуаты -10кВт, номиналды ток - 17,2А;
- 4ФМ-10 типті екі сүзгі;
- ДРДМ-10 типті май қысымын дифференциалды реттегіш;
- көлемі 2 м<sup>3</sup> болатын демпферлі бак;
- №1,2 блоктарындағы ЗГ-30 типті екі гидротығыздағыш және №3 блогындағы сол типтегі гидротығыздағыш;
- ЦВ-2 типті екі эксгаустер;
- тұзақшалық гидротығыздағыш;
- ағындық және күштік майжолдары;
- арматура;
- бақылау-өлшеу қондырғылары;
- дабыл панелі

Барлық май сорғылары тоқтаған кезде ТГ тығыздағыш майымен қамдау үшін УВГ жүйесі демпферлі бакпен қамтамасыздандырылған. Барлық сорғылардың қайта қосылған кезде (МНУ-А,Б, АМНУ) ДФБ маймен тығыздалуды іске асырады. Май деңгейін демпферлі бакта реттеу үшін дабылдау мен май деңгейін төмендетуін қорғау қарастырылады.

УВГ жүйесінің қалыпты жұмысының сипаты ретінде көміртегі жағына майдың ағуын алады,.

Демпферлі бактағы май көлемі ротордың жұмысын 15-17 минутта реттеу керек екенін ұмытпау керек.

### **1.5.6 ЭБ қоректік қондырғысының негізгі қондырғысы**

Энергоблоктың қоректік қондырғысы қоректік суды қазандық агрегаттың барабанына беруге арналған. Сорғылар арқылы қоректік судың қоршауы Д-7ата деаэраторынан орындалады.

Блоктың қоректік қондырғысына кіреді:

- екі қоректік сорғы, біреуі – жұмыстық, екіншісі – резервтік;
- сорғы тығыздағышына конденсат беру жүйесі;
- қоректік сорғының электр қозғалтқышы;
- май жүйесі (май станциясы);
- май салқындатқыштарында майды салқындату үшін беру жүйесі;
- реттеу, блоктау, АВР жүйелері;

ЖЭС-тің негізгі корпусында орналасқан қондырғыларға реттік нөмірін беру тұрақты келтектен айнымалы келтек жағына жіберумен орындалады.

## Қоректік сорғы

Қоректік сорғылар қазанға деаэратор багына қоректік суды беру үшін арналған. Потенциалды энергияның қоры артынша турбинадағы жұмысты аяқтау үшін керек.

Қоректік сорғы қазанмен, бу турбинасымен және конденсациялық қондырғымен бірге негізгі қондырғы бола алады. Жұмыстан барлық қоректік сорғылардың шығуы энергоблоктың жұмысының аяқталуына алып келеді.

Қоректік сорғылардың жұмыс істеу принципі өте қиын болып келеді. Сол себепті сорғының кавитациялық емес жұмысы үшін күш береді.

Сорғының құрылысы осы жағдайларда сенімді жұмысы үшін өте қиын.

Валдан шығу орындарында сақтандыру бекітпелері бар, оларда тарақшалар орналасқан.

Сорғы валы жылжу бекітпелерінде орналасқан, олардың майлануы турбина бекітпелерінің пмайлануын еш ерекшеленбейді.

ПЭН гидропятасы сорғы жұмысының барлық режимінде іске асатын автоматтандырылған гидравликалық теңдестіру қондырғысы болып келеді.

Гидропютаның негізгі бөлшектері:

- сорғының соңғы қадамында орналасқан босату дискісі;
- пята жастығы, сорғының қозғалмайтын элементтерінде бекітілген;

Босату дискісі мен жастық арасында екі саңылау болады: тұрақты саңылауы 0,2-0,4 мм болатын дроссельдеу саңылауы және ротордың өстік жылжымасы 0,06-0,1 мм болатын саңылау.

Жұмыстық дөңгелектегі қоректік судың аздаған мөлшері пята төлкелерінің арасындағы гидравликалық саңылауға түседі, және содан кейін сорғының сору құбырына бағытталады. Негізінде, цилиндр саңылауында сорғы күшінің 30÷50 % , ал торцтықта 70÷50 % дроссельденеді. Нәтижесінде, дискке әсер ететін күш пайда болады. Пята дисктерінің өлшемдерін пята мен диск арасындағы ара-қашықтық 0,5-0,2 мм болатындай етіп таңдалынады.

Дұрыс жобаланған және жөнделген гидропята автоматты түрде жұмыс істейді.

Гидравликалық пята ПЭН айдалу жағынан ақырғы тығыздалуды жоғарғы қысымнан босатады.

## Кесте 10 - Қоректік сорғының техникалық сипаттамасы

Диспетчерлік аталуы	ПЭН-А (Б)
Түрі	ПЭ-580-200/2
Өндірулігі	580 м <sup>3</sup> /сағ;
Номиналды беріс кезіндегі айдалу қысымы	200 кг/см <sup>2</sup> ;
Сорылу қысымы	15 м.су.шығ;
Қайта айналу ортасының температурасы	164°С;
Максималды жұмыстық қысым	232 кг/см <sup>3</sup> ;
рециркуляция сызығы арқылы шығын	130 м <sup>3</sup> /сағ;

сорғының 3-дәрежесінен болатын шығын	50 м <sup>3</sup> /сағ;
сорғының 3-дәрежесінен болатын шығын	55 кг/см <sup>2</sup> ;
қоректік қондырғысына май шығыны	3,2 м <sup>3</sup> /сағ;
сорғыны тығыздауға негізгі конденсаттың максималды шығыны	20 м <sup>3</sup> /сағ;
сорғыны тығыздауға негізгі конденсаттың минималды шығыны	17 м <sup>3</sup> /сағ;

10-деңгейлі қысымның горизонталды жұмысының ортадантепкіш типі. Сорғы корпусы ішкі және сыртқы болып келеді.

Сорғының негізгі бөлшектері болып сыртқы корпус пен айдалу қақпағы саналады, олар бір-бірімен орталықтанған.

Сорылу қақпағы мен алдыңғы сақиналық тығыздау – дәнекерленген бөлшектер, олардың ішінде конденсату сору-төгу камералары орналасқан.

Қақпақтың орталықтанған тексіктерінде 3x13мм болатын болатын тот баспайтын болаттан жасалған төлкелер бар.

Камералар арасындағы айырым тығыздықтары тығыздағыш сақиналармен іске асады.

Сорғының орталықтануын сақтау үшін қалақшалардың алдыңғы қосындысында қиыстырма кілтектер болады, төменгі бөлігінде екі жол кілтектер бар.

Корпус шойын плитасында орналасқан. Корпус қалақшасының астында қаптамалар бар.

Плитаға корпус түйреуіші бар төлкемен бекітіледі, олар корпусстың жылулық кеңеюіне мүмкіндік береді.

Ішкі корпус ішінде тоттанбайтын болат орналасқан вертикаль жалғағыштардан тұрады. Әрбір секция бір-бірімен болттар арқылы байланысқан. Секциялардың ортасы ұштағыштармен қосылады. Вертикаль түйістірулердің саңылаусыздығы беттескен қабаттар арқылы жүзеге асады. Қосымша тығыздағыш ретінде жылуға төзімді резиналардан жасалған сақиналар пайдаланылады. Жұмыс дөңгелектерінің тығыздалған жерінде тот баспайтын болаттан жасалған тығыздағыш сақиналар орналасқан. Айналып кетпес үшін бағыттағыш аппараттар секцияларда винттер арқылы бекітіледі.

Сорғының құрылысы ішкі корпусстың үшінші дәрежесінен қоректік суды реттеуге көмектеседі. Реттелу секция бойындағы алты өстік тесілулер арқылы болады, нәтижесінде оларда қалың ернеуше болады.

Тесіктер арқылы су сыртқы корпус пен ішкі корпусстың түйістіру қақпағының арасында орналасқан камераға түседі, ал ол жерден сыртқы корпусстағы тесік (бұрғылау) арқылы реттелудің құбыр жолына барады.

Түйістірілуде реттелу камерасы мен ішкі және сыртқы корпус қуысы арасында хромдалған болаттан жасалған қабатты қолданады. Осы қабаттарды алдын-ала сыққаннан кейін корпус түйреуіштер арқылы жазылады.

Қоректік суды беру мен реттеу арасындағы қуыстар үшінші деңгейден кейін жылуға төзімді резинамен тығыздалады.

Сорғының роторы вал мен жұмыстық дөңгелектерден, гидроптананың босату дискінен, тығыздау бөлшектерінен, қорғау мен бекіту бөлшектерінен тұрады.

ПЭН жұмыстық дөңгелектерінің штаттық саны – 10 дана. Экономикалық тиімді пайдалануды қамтамасыздандыру үшін ПЭН-де бір не екі дөңгелек шешілген, осылайша, жұмыстық дөңгелектердің саны (05.12 ж):

ПЭН-1А - 9 жұмыстық дөңгелек;

ПЭН-1Б - 8 жұмыстық дөңгелек;

ПЭН-2А - 9 жұмыстық дөңгелек;

ПЭН-2Б - 9 жұмыстық дөңгелек;

ПЭН-3А - 9 жұмыстық дөңгелек;

ПЭН-3Б - 9 жұмыстық дөңгелек;

Валда жұмыстық дөңгелектің орнына дистанциялық төлке орналасқан. ПЭН-де ЭБ-1,2 өстік дөңгелек қондырылған, ол ПЭН-де сорылу болғанда қысымды тұрақтандыруға керек.

Вал соғылған, легирленген болаттан жасалған. Валдың мойындары тозудан сақтау үшін беттік суарылған.

Жұмыстық дөңгелектер құйылған, тот баспайтын болаттан жасалған. Жұмыстық дөңгелектердің орнығуы сырғанағыш, дәлдік класы – екінші.

Ротордың сүйеніштері болып еріксіз майланған сырғанау мойынтіректері табылады. Мойынтіректердің корпустары мен қақпақтары шойындалған, құйылған, астарлары болаттан жасалған.

Сорғы роторының центрленуі статорда мойынтіректер корпустарының реттеу винттері арқылы алмасуымен іске асады, артынша мойынтіректердің корпустары конустық штифтармен реттеледі.

Астарлар штифтері мен мойынтіректер қақпақтарында астарлар камерасының атмосфераға байланысты таза майдың жартысы өтетін тесіктер орналасқан. В

Бүркулер болмас үшін май ағысы астарлар бойымен төмен ағады. Май мойынтіректерге екі жақпен беріледі және астарлар шетімен төгіледі. Мойынтіректер астарларының температурасын реттеу кедергілік термометрлермен жүзеге асады.

Сорғыдағы өстік қысым гидравликалық күшпен теңдестіріледі, ол күш босату дискісіне әсер етеді, нәтижесінде дисктің екі жағында қысымдар айырымы пайда болады. Жұмыстық дөңгелектердің диск жағынан қысыммен берілетін су соңғы деңгейде реттеледі. Дисктің екі жағындағы қысымдар айырымы валдағы дисктің аксиалды саңылауы мен корпус шайбасы арасында сұйықтық қозғалғандағы кедергімен орындалады.

Босату дискісі хромдалған тот баспайтын болаттан жасалған және өте жоғары беріктілігі бар.

Ротордың статормен қондырылуының дұрыстығы өстік бағытта босату дискісіндегі саңылаудың өзгеруіне байланысты болады.

Сорғыны жылыту үшін келесі қондырғы қарастырылған: екі вентилі бар Ду20 құбыр жолы, оның көмегімен жұмыс істеп тұрған 3 дәрежелі ПЭН-нен (А,Б) сорғының резервте тұрған ішкі және сыртқы корпустарының арасына су беріледі.

Сорғы қосымша қондырғылармен келесі істер үшін қамдалған:

- суық конденсаттың ақырғы тығыздауларға жіберу үшін;
- гидропята камерасынан ыстық суды әкету үшін;
- конденсаторға (гидробекітпе арқылы) конденсатты бұру үшін;
- ЭБ дренаж багына ағын суларды құю үшін;
- Су таратқышына ағын суларды құю үшін;
- ПЭН мойынтіректеріне майды бұру үшін;
- ПЭН май багына мойынтіректерден майды құю үшін;
- Сорғыны жылыту үшін;
- ПЭН-3А,Б графитті тығыздауға конденсатты беру мен алу үшін;

### **1.5.7 ТҚҚ қысқаша сипаттамасы**

Жалпы мәліметтер

Төменгі қысымды регенеративті қондырғы негізгі конденсатты бұмен қыздыруға арналған, ол 4 (ЭБ-3 үшін 3) төменгі қысымды қыздырғыштардан (ЭБ-1, ЭБ-2 үшін ТҚҚ-1,2,3,4 және ЭБ-3 үшін ТҚҚ-1,2,3).

Ұондырғы болып тағы да негізгі конденсатты бұдың негізгі эжекторларының жұмыстық бұын қолдану қызуын айтады, ол жылу ТА валдар тығыздағыштары мен ТА ақырғы тығыздағыштарынан түседі.

ТҚҚ беттік және араластырғыш (байланыстық тип) болып бөлінеді. Беттік типтегі аппараттарда (ТҚҚ-2 басқа барлық қыздырғыш) жылутасымалдағыштар қатты бетпен бөлінген, олар арқылы жылу бұдан негізгі конденсатқа беріледі. Араластырғыш типтегі аппараттарда (ЭБ-3 ТҚҚ-2) бұ мен НК байланыста болады.

Қызатын НК қозғалысы құбырлар ішінде жүреді, ал қыздырғыш бұдың қозғалысы – беттік типтегі қыздырғыштардың құбыраралық аймағында. ТҚҚ құбыр аймағында НК қатты қызуы не гидравликалық ұру болмас үшін жылытатын бұдың қысымы НК қысымынан төмен болуы тиіс.

ЭБ-3 ТҚҚ басқа барлық қыздырғыштардың қыздыру беті U-типті құбырлардан тұрады, олардың соңы құбыр тақтасында бекітілген. ТҚҚ су камерасының ішінде құбыр тақтасын бекіту үшін және корпус қақпағына құбыр жүйесінің салмағының жартысын беру үшін анкерлік болттар орналасқан. Сол жерде НК ағынын тарату үшін қалқа орналасқан (біздің жағдайда барлық ТҚҚ, оның ішіне 4 қадамы бар ПН-100 кіреді). Сол кезде құбыр тақтайшаларына қалқалар жанасуын тығыздау қажеттігі туындайтын.

ТҚҚ жылыту бұын бұ құбыры арқылы бұрылады, оған қарама қарсы босатқыш қалқан орналасқан. Корпус ішінде жылу беруді жақсарту үшін бұдың көпсатылы көлденең қимылын жүзеге асыратын қалқалар орналасқан.

ТҚҚ жылытқыш буды әкету корпусының төменгі бөлігінде болады. Саңылау қалдыратын құбырлар арқылы жылыту буының конденсаты деңгейі зонасынан конденсацияланбайтын газдар мен ауаның бұрылысы болады. Корпусының төменгі бөлігінде конденсат деңгейін бақылап реттеу үшін реттегіштің импульстік құбырлары мен су өлшегіш әйнектер орналасқан.

### 1.5.8 ЖҚҚ қысқаша сипаттама

Жалпы мәліметтер

Жоғары қысымдық регенеративті қондырғы энергоблоктағы бу турбинасының регенерациялау жүйесіне кіреді. Қоректік суды регенеративті қыздыруды пайдалану ЭБ экономикалық тиімділігін арттырады.

ЖҚҚ құбыр аралық аймағына баратын бу конденсаторда еш құламаларсыз жұмыс істейді. Осылайша турбогенератордың дәл сол электр қуаты үшін конденсаторға бу құламасы азаяды, ал ПӘК жоғарылайды.

Жоғарғы қысымды қыздырғыштардың құбыр жүйесіне қоректік су қысымы қазандағы қысымнан жоғары болатын қоректік сорғымен беріледі.  $h$

Әрбір ЭБ жоғары үш жоғары қысымды қыздырғыштан ЖҚҚ-5,6,7 тұратын топ орналасқан.

Қыздырғыштың зауыттық мағынасы, мысалы ПВ-775-265-13, келесідей: қыздыру беті 775 м<sup>2</sup>, құбыр жүйесіндегі максималды жұмыстық қысым 265 кгс/см<sup>2</sup>, корпустағы максималды жұмыстық қысым 13 кгс/см.

Қоректік сорғылардан болатын қоректік су ЖҚҚ тобы арқылы 700 т/сағ көлеміне дейін тартылады, ол жерде 165С (ЖҚҚ-5 кіру)-ден 249С (ЖҚҚ-7 шығу) дейін қызады. ЖҚҚ су аймағы жұмыс істеп тұрған қоректік сорғының қысымында тұрады. ЖҚҚ-ға бу 1,2 және 3—ші реттелмейтін турбина тармақтарынан түседі (А,Б,В қосымшалары).

ЖҚҚ корпусында вертикаль тіреуіштерден тұратын құбыр жүйесі орналасқан, тіреуіштер арасында 20 болаттан жасалған спираль иректер бар. Тіреуіштер ішінде дроссельдеу шайбалары мен қалқалар орналасқан, олар қоректік судың бағытын реттейді. Спираль иректер қалыңдығы 4мм, сыртқы диаметрі 32 мм, қадамы 36 мм, ярустар арасы 36 мм болатын құбыр болады.

Иректер оң және сол болып бөлінеді, олар орналасуы бойынша коллекторлық құбырларға байланысты, және де құбыр жүйесінде қоректік судың үздіксіз ағыны болады.

**Ескерту:** ЭБ-3-те ЖҚҚ-6 бусалқындатқышпен қамдалмаған, сол себепті қалған ЖҚҚ биіктігі бойынша аласа.

Корпусының цилиндрлік бөлігінде қыздырғышқа қоректік су беретін конденсаттық штуцер орналасқан.

Корпусының төменгі бөлігінде қоректік суды құбыр жолымен беру және алып кету құбырлары орналасқан.

Қыздырғыш бу қыздырғышқа астынан жоғарыға қарай беріледі және қызып жатқан қоректік суға беттейді (жоғарыдан төменге). Қыздырғыш бұмен



толған қыздырғыштың бу аймағы үш зонадан тұрады: жоғары зона (ыстық бу түседі), ортаңғы және төменгі – конденсат салқындатқышы.

Құбыр жүйесінің жоғарғы бөлігінде бу салқындатқышы орналасқан. Бу салқындатқышының қыздыру беті спираль иректерден тұрады.

Құбыр жүйесінің төменгі бөлігінде конденсат салқындатқышы орналасқан.

Бу салқындатқышында қоректік су қаныққан будан жылуды алады. Сол үшін бу аймағында көптеген горизонталь қалқалар мен қаныққан бу мен қоректік судың байланысын қамтамасыздандыратын тік қалқалар пайда болады.

ЭБ 1-3 ЖҚҚ-5-те құбыр жүйесінің жоғарғы бөлігінде қосымша бу салқындатқышы орналасқан, ол қыздырудың өзіндік деңгейі болып саналады. Бұды қосымша салқындатқышта автономды кіріс және шығыс құбыр жолдары бар. Салқындатқыштан өте бере, бу қыздырғышқа түседі, ол жерде қыздырушы будың конденсация мен қоректік судың конденсациясына жылу берілу болады.

Қыздырушы будан болатын конденсаттың қанығу температурасы болады, оның температурасы қоректік су температурасынан жоғары болады. Сол себепті жылуды толығымен пайдалану үшін конденсат салқындатқышқа барады. Салқындаған конденсат төменгі қысымды қыздырғышқа немесе деаэраторға барады.

Конденсацияланбайтын газдар конденсат салқындатқыш үстінде орналасқан арнайы қондырғымен бағытталады және орталықтанған қаптамада орналасқан сақиналық құбыр болып табылады.

### **1.5.9 Конденсациялық қондырғыға қысқаша сипаттама**

Турбинаның конденсациялық қондырғысы турбинадан бұды қабылдауға, конденсатты қабылдауға және оны ЭБ цикліне қайтаруға арналған.

Конденсациялық қондырғының негізгі элементтері: теңіз суымен салқындайтын конденсатор, ауажойғыш қондырғы мен сорғылар тобы (конденсат ағызатын сорғылар).

Бутурбиналық қондырғыларда беттік типтегі конденсаторлар қолданылады. Салқындатқыш су құбырлар түйіндерінен өтеді, ол түйіндер конденсатордың бу аймағында орналасқан.

Турбинаның өңделген буы құбырлардағы суық бетпен байланысқанда конденсацияланады.

Конденсация кезінде өңделген будың шартты көлемі (салмақ бірлігіне тең келеді) 3500 есе азаяды, ал ол конденсаторда вакуумның пайда болуына алып келеді.

Конденсаторлардағы вакуумды ұстап тұру үшін арнайы сорғыш қондырғылар бар – буағындық эжекторлар, олар конденсаторлардан ауаны және конденсацияланбайтын газдарды жояды.

Конденсатордағы сиретілу сыртқы ауа қысымы (барометрлік қысым) мен конденсатордағы абсолюттік қысым (вакуум) айырмашылығын өлшейтін вакуумметрмен өлшенеді.

мм.сынап бағанасымен өлшенетін абсолюттік қысым – барометр мен вакуум көрсеткіштерінің айырмашылығы:

$$P_k = B - H \text{ (мм.сынап бағанасы)}$$

Техникалық атмосфермен өлшенетін абсолюттік қысым келесі формуламен анықталады:

$$P_k = B - H / 735,6 \text{ (ата)}$$

Пайызбен өлшенетін конденсатордағы вакуум келесі формуламен анықталады:

$$V = 735,6 - (B - H) / 735,6 \times 100 \text{ (\%)}$$

мұндағы, B - мм сынап бағанасымен өлшенетін барометрлік (атмосфералық) қысым.

H - мм сынап бағанасымен өлшенетін конденсатордағы вакуум.

Кесте 11 - Конденсатордағы абсолют қысым мен қаныққан бу температурасының (турбина шығысындағы температура) байланысы

P ата	°C	P ата	°C	P ата	°C
0.020	17.2	0.065	37.3	0.12	49.1
0.025	20.8	0.070	38.7	0.13	50.1
0.030	23.8	0.075	40.0	0.14	52.2
0.040	28.6	0.085	42.3	0.16	54.9
0.045	30.7	0.090	43.4	0.17	56.2
0.050	32.6	0.095	44.5	0.18	57.4
0.055	34.3	0.100	45.5	0.19	58.6
0.060	35.8	0.110	47.3	0.20	59.7

Турбинадағы конденсаторлық топ 2 беттік екіжолды 200 КҚС-7 типті конденсаторлардан тұрады. Бұды салқындату үшін конденсаторларға ЖЭО-2 теңіз сорғы станциясынан теңіз суы түседі.

Конденсатор толығымен дәнекерленген, конденсатор құбырлары 2 құбыр тақтайларында ішке айналдырылған және аралық қалқаларда тіреуіштері бар. Су камералары фланецтік байланыс арқылы корпуспен бірігеді де қозғалмалы қақпақтармен жабылады. Конденсаторлар ТҚЦ құбырларына дәнекерленген және пружиналық тәреуіштерге байланысқан.

Конденсаторлық топтың екі корпусы да 9,5м<sup>2</sup> кесінді болатын теңдестіру құбырларымен байланысқан.

**Ескерту:** Конденсаторды қысыммен тексерген кезде, оны сумен толтырмастан бұрын 16 дана металл құбырларын пружиналық тіреуіштерге орналастыру керек.

Құбырларды қақтау үшін конденсатордағы корпустардың жұмысы кезінде линзалық компенсаторлар қарастырылған, олар айналу камерасы жағында орналасқан.

Кесте 12 - Конденсатордың техникалық сипаттамасы:

Типі	200-КЦС-7
Әрбір конденсатордың салқындату беті	4500 м <sup>2</sup>
Салқындатқыш судың шартты шығыны мен температурасы кезінде бу аймағындағы қысым	0,037 кгс /см <sup>2</sup>
Конденсатордың су аймағындағы максималды жұмыстық қысым	2 кгс/см <sup>2</sup>
Конденсатордың таза құбырлары мен 3750м <sup>3</sup> /сағ шығында құбыр жүйесінің гидравликалық кедергісі	3,73 мм сын. бағ
Конденсатордың бір жартысындағы салқындатқыш судың шартты шығыны	12500 м <sup>3</sup> /сағ
Құбырлар материалы	мельхиор
Құбырлар саны	5984 дана
Құбырлардың сыртқы диаметрі	30 мм
Ішкі диаметр	28 мм
Құбырлар ұзындығы	8055 мм

Конденсаторларға салқындатушы су екі Ду 1600 мм құбыр жолдарынан түседі. Конденсаторлардан салқындатқыш су Ду 1600 мм екі құбырымен бұрылады.

Әрбір конденсаторда салқындатқыш суды арнайы алып келу мен қайта жіберу жолдары бар, ол турбина төмен жүктемемен жұмыс істегенде біреуін өшіруге мүмкіндік береді.

Осы кезде жүктеменің төмендеуі температурасы 60С аспайтын турбинаның шығысындағы температурамен анықталады.

Әрбір конденсатордың мойнында ТҚҚ-1 секциялары орналасқан, олар турбинаның негізгі конденсатын 7-тармақтық бумен қыздырады.

Конденсацияланбайтын газдарды қайта сору салқындатқыш құбырлардан өтетін газдар түсетін корпустардың бүйір беттерінен болады.

Конденсатордың әрбір жартысында келесілерді қабылдау қарастырылған:

- 6 кгс/см<sup>2</sup> қысым кезінде және ақырғы бүрку температурасы 90С жоғары болмайтын 300 т/сағ көлемдегі қазандық өткір бу;
- Блоктарды жұмысқа қосқанда не жұмысын тоқтатқандағы, конденсат температурасы 90С жоғары болмайтын аралық қыздыру буы;

Сонымен қоса, температурасы 40С дейін, 4-5 кгс/см<sup>2</sup> қысымдағы 30 т/сағ көлемдегі тұзсыз суды қосу қондырғысы да қарастырылған.

Конденсатордағы деңгей электронды реттегіш арқылы бақыланып отырады, номиналды деңгей – конденсатордың жасаушы корпусынан 200 мм төмен.

Конденсатордың бу аймағына салқын суды сору көлемі конденсаторға бу шығынының 0,001% аспауы тиіс.

Конденсаторлардың құбыр жүйелерінің тығыздығын реттеу үшін графикке сәйкес конденсатордағы шыққандағы негізгі конденсаттың химиялық талдауы жүргізіледі.

Негізгі конденсаторды Са және Mg тұздарынан, темір қышқылдарынан және механикалық қоспалардан тазарту үшін 1 және 2 дәрежелі конденсаттық сорғылар арасында блоктық тұзсыздандыру қондырғысы орналасқан, бұл қондырғы өзі арқылы турбинаның негізгі конденсатын ережелерге сәйкес нормаларға дейін тазартып өткізеді.

Конденсатордың ауа шығаратын қондырғысы бу аймағынан ауа мен басқа да конденсацияланбайтын газдарды жою үшін арналған. Жүктемелер мен пайдалану кезінде турбиналық қондырғы дұрыс жұмыс істеу үшін ауажойғыш қондырғыда ЭП-3-700-1 типті екі эжекторы мен ЭП-1-1100-1 типті екі эжекторы болады, олардың біреуі вакуумды біріншілік жинауға көмектеседі, ал екіншісі су ағындарынан ауаны жоюға арналған.

Эжекторларға жұмыстық бу ЭБ (Д-7ата) деаэраторынан беріледі немесе өзіндік қажеттіліктер коллекторынан.

Негізгі эжекторлар құрылымдық жағынан 3 деңгейден тұрады, әр деңгейде негізгі конденсат салқындатылатын салқындатқыш орналасқан. Салқындатқыштарда эжекторлардың жұмыстық буы конденсацияланады және ауа-бу қосындысының бу салқындатылады:

### Кесте 13 - Мәліметтер

Құрғақ ауа бойынша әрбір негізгі эжектордың өндірулігі	70 кг/сағ;
Соплолар алдындағы бу қысымы 700 кг/сағ болғандағы эжекторға баратын бу шығыны	4 кгс/см <sup>2</sup> ;
Жұмыстық будың осы қысымында эжектордан болатын вакуум	0,035 кгс/см <sup>2</sup>

Әрқашанда жұмыста бір негізгі эжектор болады. Екіншісі резервте. Екі негізгі эжектор да бу және конденсат бойынша параллель қосылған.

Эжектордың жұмыстық буының конденсатын ағызу деңгейлер бойынша каскадты орындалған – 3-нен 2-не сосын конденсаторға 1-деңгейге ұзындығы 13 м болатын гидробекітпе арқылы. 3 деңгейдегі НЭ-де эжектордың құбыр жүйесінің саңылаусыздығын қамтамасыздандыратын ағызу вентилі болады.

Шығу қалқанында әрбір эжекторда өлшегіш диафрагмасы бар диск, құламаөлшегіш штуцер және термометр қалтасы болады. Бұл қондырғы ауа өлшегіш деп аталады және бір сағат көлемінде эжектордан сорылатын ауа көлемін өлшейді.

ЭП-1-1100-1 типті эжекторлары – салқындатқышсыз және бірсатылы болып келеді.

Кесте 14 - ЭП-1-1100-1 типті эжекторлар сипаттамасы

Құрғақ ауа бойынша эжекторлардың өндірулігі	80 кг/сағ;
Жұмыстық бу шығыны	1100 кг/сағ;
Соплолар алдындағы қысым	6 кгс/см <sup>2</sup> ;

## 2 Есептеу бөлімі

### 2.1 Жану өнімдерінің көлемі мен энтальпиясын есептеу

Негізгі отын түрі ретінде тапсырма бойынша табиғи газ қабылданды.

Кесте 15 – Табиғи газ көлемінің %-тік құрамы

Метан CH <sub>4</sub>	Этан C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Пропан C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Бутан C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Пентан C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	Азот N <sub>2</sub>	Көміртек диоксиді CO <sub>2</sub>	Оттегі O <sub>2</sub>
97,785	0,979	0,278	0,091	0,011	0,81	0,037	0,009

Отын массасының төменгі жұмыстық жану жылуы  $Q_{н}^p = 33603,8$  кДж/м<sup>3</sup> (8020 ккал/м<sup>3</sup>); қалыпты шарт кезіндегі тығыздығы  $\rho_T = 0,73$  кг/м<sup>3</sup>.

Бу қазанының жылулық есептеулері барысында жану өнімдерінің нақты және теориялық ауа көлемін анықтаймыз.

Газда жаққан кезде отынды жағуға қажетті ауаның теориялық көлемін  $\alpha = 1$  болған жағдайда келесі формуламен анықтаймыз:

$$V^o = 0,0476 \cdot \left[ 0,5 \cdot CO + 0,5 \cdot H_2 + 1,5 \cdot H_2S + \sum \left( m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n - O_2 \right], \text{ м}^3 \quad (2.1)$$
$$V^o = 0,0476 \cdot \left[ 0,5 \cdot 0 + 0,5 \cdot 0 + 1,5 \cdot 0 + \left( 1 + \frac{4}{4} \right) \cdot 97,785 + \left( 2 + \frac{6}{4} \right) \cdot 0,979 + \left( 3 + \frac{8}{4} \right) \cdot 0,278 + \left( 4 + \frac{10}{4} \right) \cdot 0,091 + \left( 5 + \frac{12}{4} \right) \cdot 0,011 - 0,013 \right] = 9,571 \text{ м}^3$$

мұндағы,  $m$  – көміртек атомдарының саны

$n$  – сутек атомдарының саны

Су буының теориялық көлемі

$$V_{H_2O}^o = 0,01 \cdot \left[ H_2S + H_2 + \sum \frac{n}{2} C_m H_n + 0,124 \cdot d_{г.тл.} \right] + 0,0161 \cdot V^o, \text{ м}^3 \quad (2.2)$$

мұндағы,  $d_{г.тл.}$  – 1 м<sup>3</sup> құрғақ ауаға қатынасылған газ тәрізді отынның ылғалдылық құрамы;  $d_{г.тл.} = 10$  г/м<sup>3</sup>

$$V_{H_2O}^o = 0,01 \cdot \left[ 0 + 0 + \frac{4}{2} \cdot 97,785 + \frac{6}{2} \cdot 0,979 + \frac{8}{2} \cdot 0,278 + \frac{10}{2} \cdot 0,091 + \frac{12}{2} \cdot 0,011 + 0,124 \cdot 10 \right] + 0,0161 \cdot 9,571 = 2,168 \text{ м}^3$$

- азоттың теориялық көлемі:

$$V_{N_2} = 0.79 \cdot V^o + \frac{N_2}{100}, \text{ м}^3 \quad (2.3)$$

$$V_{N_2} = 0,79 \cdot 9,571 + \frac{0,81}{100} = 7,569 \text{ м}^3$$

- ұшатомды газдардың теориялық көлемі:

$$V_{RO_2} = 0.01 \cdot [CO_2 + CO + H_2S + \sum m \cdot C_m H_n], \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

$$V_{RO_2} = 0.01 \cdot [0,037 + 0 + 0 + 1 \cdot 97.785 + 2 \cdot 0.979 + 3 \cdot 0.278 + 4 \cdot 0.091 + 5 \cdot 0.011] = 1,01 \text{ м}^3$$

- жану өнімдерінің теориялық көлемі:

$$V_z^o = V_{RO_2} + V_{N_2}^o + V_{H_2O}^o, \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

$$V_z^o = 1,01 + 7,569 + 2,168 = 10,747 \text{ м}^3$$

Жану өнімдерінің нақты көлемі оттықтағы артық ауа еселеуіші мен қазандық қондырғының газ жолы бойынша соруларын ескере отырып, есептелінеді. Оттық шығысындағы артық ауа еселеуішін газды жаққан күйдегі камералық оттық үшін 1,05 деп қабылдаймыз, ал қазандық қондырғының газ жолында номиналды жүктеме кезінде:

- қазанның конвективті түйіні  $\Delta\alpha_k = 0,05$ ;
- оралмалы шойынды экономайзер  $\Delta\alpha_{эк} = 0,1$ ;
- болат газ жолы (әр 10 м ұзындыққа)  $\Delta\alpha_r = 0,01$ .

Табиғи газдың жану өнімдерінің нақты суммалық көлемін мына формуламен анықтаймыз: (газ жолындағы әр жылыту бетінің орташа артық ауа еселеуішін ескере отырып)

$$V_r = V_{RO_2} + V_{N_2}^o + (\alpha_{cp} - 1) \cdot V^o + V_{H_2O}^o + 0.0161(\alpha_{cp} - 1) \cdot V^o, \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

Кесте 16 – Табиғи газ жану өнімдерінің теориялық көлемдері

Шамасы	Есептеу формуласы	Теориялық көлемі		
		$V^o = 9.571; V_{N_2}^o = 7.569$		
		$V_{RO_2} = 1.01; V_{H_2O}^o = 2.168$		
Газ жолы				
		Оттық	Конвективті түйін	Экономайзер
Ұшатомды газ үшін көлемдік үлесі	$r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_r}$ $r_{RO_2} = \frac{1,01}{11,234}$	0,09	0,088	0,083

Кесте 16 – Табиғи газ жану өнімдерінің теориялық көлемдері жалғасы

Су буы үшін	$r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_r}$ $r_{H_2O} = \frac{2,168}{11,234}$	0,193	0,189	0,3178
Соммалық көлемі	$r_{\Pi} = r_{H_2O} + r_{RO_2}$ $r_i = 0,193 + 0,09$	0,283	0,277	0,261

## 2.2 Жану өнімдері мен ауаның энтальпиясын есептеу

Таңдалған температуралық диапазон үшін теориялық ауа көлемінің энтальпиясын келесі формула бойынша табамыз:

$$H_B^o = V^o(ct)_B, \text{кДж/кг} \quad (2.7)$$

мұндағы,  $(ct)_B - 1\text{м}^3$  ауа энтальпиясы

Таңдалған температуралық диапазон үшін бүкіл теориялық ауа көлемінің энтальпиясын келесі формуламен анықталады:

$$H_r^o = V_{RO_2}(ct)_{RO_2} + V_{N_2}^o(ct)_{N_2} + V_{H_2O}^o(ct)_{H_2O}, \text{кДж/м}^3 \quad (2.8)$$

мұндағы,  $(ct)_{RO_2}, (ct)_{N_2}, (ct)_{H_2O} - 1\text{м}^3$  ұшатомды газ, азот пен су буының теориялық көлемінің энтальпиясы, кДж/м<sup>3</sup>.

Таңдалған температуралық диапазон үшін бүкіл ауаның артық көлемінің энтальпиясы :

$$H_{изб}^o = (\alpha - 1) \cdot H_B^o, \text{кДж/м}^3 \quad (2.9)$$

Ауаның артықтық еселеуіші  $\alpha \geq 1$  болған кездегі, жану өнімдерінің энтальпиясы:

$$H = H_r^o + H_{изб}^B + H_{зл}, \text{кДж/м}^3 \quad (2.10)$$

мұндағы,  $H_{зл} -$  күлдің энтальпиясы: газ үшін  $H_{зл} = 0$ .

Қазандық қондырғының газ жолы бойынша жану өнімдері және ауаның энтальпиясын есептеу нәтижелерін 9-кестеге енгіземіз.



Кесте құрастыру үшін температура интервалын 100 °С деп қабылдаймыз.

Кесте 17 – Қазандық қондырғының газ жолы бойынша жану өнімдері және ауаның энтальпиясын есептеу нәтижелері.

O, °C	H <sub>B</sub> <sup>o</sup> , кДж/м <sup>3</sup>	H <sub>Г</sub> <sup>o</sup> , кДж/м <sup>3</sup>	H <sub>Г</sub> = H <sub>Г</sub> <sup>o</sup> + (α - 1)H <sub>B</sub> <sup>o</sup> , кДж/м <sup>3</sup>					
			Оттық 1,05		Конвективті түйін α <sub>к</sub> = 1,1		Экономайзер α <sub>эк</sub> = 1,2	
			H <sub>Г</sub>	ΔH <sub>Г</sub>	H <sub>Г</sub>	ΔH <sub>Г</sub>	H <sub>Г</sub>	ΔH <sub>Г</sub>
100	1270,07	1485,49	1548,99		1612,50		1739,50	
200	2556,41	2998,17	3125,99	1577,00	3253,81	1641,32	3509,46	1769,95
300	3866,68	4547,85	4741,18	1615,19	4934,52	1680,70	5321,19	1811,73
400	5201,84	6143,86	6403,95	1662,77	6664,04	1729,52	7184,23	1863,04
500	6568,58	7779,64	8108,07	1704,11	8436,49	1772,45	9093,35	1909,13
600	7966,90	9445,70	9844,04	1735,98	10242,39	1805,90	11039,08	1945,73
700	9406,38	11159,89	11630,21	1786,16	12100,53	1858,14	13041,16	2002,08
800	10853,51	12928,32	13470,99	1840,79	14013,67	1913,14	15099,02	2057,86
900	12300,65	14732,78	15347,81	1876,82	15962,85	1949,18	17192,91	2093,89
1000	13787,98	16568,80	17258,20	1910,39	17947,60	1984,75	19326,40	2133,49
1100	15315,51	18409,07	19174,84	1916,64	19940,62	1993,02	21472,17	2145,77
1200	16843,05	20262,68	21104,83	1929,99	21946,98	2006,36	23631,29	2159,12
1300	18370,58	22166,29	23084,82	1979,99	24003,35	2056,37	25840,41	2209,12
1400	19938,31	24105,93	25102,85	2018,03	26099,76	2096,42	28093,60	2253,19
1500	21506,04	26032,00	27107,30	2004,45	28182,60	2082,84	30333,21	2239,61
1600	23073,77	27989,85	29143,54	2036,24	30297,23	2114,63	32604,61	2271,40
1700	24641,50	29961,06	31193,13	2049,59	32425,21	2127,98	34889,36	2284,75
1800	26209,23	31941,37	33251,83	2058,69	34562,29	2137,08	37183,21	2293,85
1900	27817,15	33953,46	35344,32	2092,49	36735,18	2172,89	39516,89	2333,68
2000	29425,08	35956,23	37427,48	2083,16	38898,73	2163,55	41841,24	2324,35
2100	31033,01	37981,67	39533,32	2105,84	41084,97	2186,24	44188,27	2347,03
2200	32640,94	40797,14	42429,18	2895,86	44061,23	2976,26	47325,32	3137,05

### 2.3 Қазандық қондырғыдағы оттық шығыны мен ПӘК-ін анықтау

Бу генераторының жылулық балансы кірістегі жылу мен жылу шығыны арасындағы теңдікті сипаттайды. Қазандық қондырғының жылулық әсерлілігі, оның жұмысының көрсеткіштері осы ПӘК бойынша сипатталады.

Көп жағдайларда жылулық баланстың кірістегі бөлігі келесі формуламен анықталады:

$$Q_{\text{прих.}} = Q_p^p = Q_n^p + Q_{\text{ф.т.}} + Q_{\text{т.в.}} + Q_{\text{пар}}, \text{ кДж/м}^3(\text{ккал/м}^3) \quad (2.11)$$

мұндағы,  $Q_p^p$  – иелік жылулық;

$Q_n^p$  – отынның төменгі жану жылуы, газ үшін;

$Q_n^c$ —газдың құрғақ массасы үшін төменгі жану жылуы, кДж/м<sup>3</sup>; газдың бастапқы берілгенінен аламыз,  $Q_n^c = 33603,8$  кДж/м<sup>3</sup> (8020 ккал/м<sup>3</sup>);

$Q_{ф.т.}$ — отынның физикалық жылуы:  $Q_{ф.т.} = 0$  деп қабылдаймыз, себебі отын – газ ;

қазандықтан тыс қазан оттығына берілерін ауаның физикалық жылуы  $Q_{т.в.} = 0$ , себебі, қазандық қондырғыға берілмей тұрып, ауа қосымша қыздырылмайды;

$Q_{пар.}$ — сұйық отынды кеуекті аралашау барысындағы қазандық қондырғыға енгізілетін жылу  $Q_{пар.} = 0$ , себебі, отын – газ.

ТГМЕ-206 қазандық қондырғы үшін иелік жылу:

$$Q_{прих} = Q_p^p = 33603,8 \text{ кДж/м}^3 \text{ (8020 ккал/м}^3\text{)}. \quad (2.12)$$

Қазандық қондырғының жылулық балансының шығындық бөлігі келесілерді құрайды:

$$Q_{расх.} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (2.13)$$

Қазанның жылулық балансы тұрақталған жылулық режим бойынша қабылданады, ал жылу шығындары иелік жылу пайызы бойынша анықталады:

$$q_i = \frac{Q_i}{Q_p^p} \quad (2.14)$$

Теңдеулерінің  $Q_p^p$  –ға қатынасы арқылы келесі теңдеуге ие боламыз:

$$100 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + \sum q_6 \quad (2.15)$$

мұндағы,  $q_1$ – қазандық қондырғыдағы пайдалы қолданған жылу;

$q_2$ – шығар газдармен кететін жылу;

$q_3$ – химиялық кем жану әсерінен жылу шығыны;

$q_4$ – механикалық кем жану әсерінен шығындалатын жылу;

$q_5$ –сыртқы ауа салқындағанынан болатын жылу шығыны;

$\sum q_6 = q_{6шл.} + q_{6охл.}$  – қазанның циркуляциялық контурына қосылмаған салқындатуға берілген панель мен балкаларға кеткен шығын не қождағы физикалық жылу шығыны;

$q_{6шл.} = 0$ , себебі, отын – газ;

$q_{6охл.} = 0$ , себебі, ТГМЕ-206 қазандық қондырғысының элементтерінің салқындатылуы оның конструкциясы бойынша қарастырылмайды.

Қазандық қондырғының брутто ПӘК-і кері баланс теңдеуі бойынша анықталады:

$$\eta_{бр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6), \% \quad (2.16)$$

Шығар газдармен кететін жылу шығынын  $q_2$  мына формула бойынша табамыз:

$$q_2 = \frac{Q_2}{Q_p} \cdot 100 = \frac{(H_{yx} - \alpha_{yx} \cdot H_{xg}^o) \cdot (100 - q_4)}{Q_p}, \% \quad (2.17)$$

мұндағы,  $H_{yx}$  – қазандық қондырғыдағы шығар газдар энтальпиясы; шамалап шығар газдар температурасын  $T_{yx} = 150^\circ\text{C}$ ,  $\alpha_{yx} = 1,2$  деп қабылдаймыз.

$$H_{yx} = 2624,5 \text{ кДж/м}^3;$$

$H_{x.в.} - 30^\circ\text{C}$  температура кезіндегі салқын ауаның теориялық көлемінің энтальпиясы:

$$H_{x.в.}^o = 39,8 \cdot V_6^o, \text{ кДж/м}^3 \quad (2.18)$$

$$H_{x.в.}^o = 39,8 \cdot 9,571 = 380,93 \text{ кДж/м}^3$$

Химиялық кем жанудан  $q_3$  болатын жылу шығыны табиғи газ үшін 0,5%. Ал механикалық кем жанудан  $q_4$  болатын шығын табиғи газ үшін  $q_4 = 0$  деп қабылдаймыз.

$q_2$  анықтасак:

$$q_2 = \frac{(2624,5 - 1,2 \cdot 380,93) \cdot (100 - 0)}{33603,8} = 6,44\% \quad (2.19)$$

Сыртқы ауаға жылу шығыны  $q_5$  мына формуламен анықталады:

$$q_5 = q_{5ном} \cdot \frac{D_{ном}}{D}, \% \quad (2.20)$$

мұндағы,  $q_{5ном}$  – бу қазанының номиналды жүктемесі кезінде сыртқы салқынға кететін жылу шығыны, ТГМЕ-206 қазандығы үшін  $q_{5ном} = 1,25\%$ ;

$D_{ном}$  – бу қазанының номиналды жүктемесі, т/сағ;

$D$  – бу қазанының есептік жүктемесі, т/сағ  $q_5 = 1,25\%$ .

Қазандық қондырғының пайдалы әсер еселеуіші:

$$\eta_{кабр} = 100 - (6,44 + 0,5 + 0 + 1,25 + 0) = 91,81\%.$$

Қазандық қондырғыдағы жылудың соммалық шығыны:

$$\begin{aligned} \sum q &= q_2 + q_3 + q_5, \% \\ \sum q &= 6,44 + 0,5 + 1,25 = 8,19\% \end{aligned} \quad (2.21)$$

Келесі есептеулер үшін жылу шығынының еселеуішін анықтаймыз:

$$\varphi = 1 - \frac{q_5}{\eta_{ка} - q_5}, \quad (2.22)$$

$$\varphi = 1 - \frac{1,25}{91,81 - 1,25} = 0,986 \cdot$$

Қазандық қондырғыдағы пайдалы берілетін жылу шығынының мөлшері:

$$Q_{ка} = D(h_n - h_{не}) + D_{np}(h_{кв} - h_{не}), \text{ кВт} \quad (2.23)$$

мұндағы,  $D$  – қазандық қондырғының бу өндірулігі,

$h_n - P = 1,4 \text{ МПа}$  кезіндегі бу энтальпиясы;

$h_n = 2815 \text{ кДж/кг}$ ;

$h_{пв} - P = 1,4 \text{ МПа}$ ,  $t_{пв} = 104 \text{ }^\circ\text{C}$  болғандағы қоректік су энтальпиясы;

$h_{пв} = 437 \text{ кДж/кг}$ ;

$h_{кв} - P = 1,4 \text{ МПа}$ ,  $t_{кв} = 198,1 \text{ }^\circ\text{C}$  болғандағы қазандық су энтальпиясы;

$h_{кв} = 830 \text{ кДж/кг}$ ;

$D_{np}$  – үрленетін су мөлшері, мына формуламен табамыз

$$D_{np} = \frac{P_{np}}{100} \cdot D, \text{ т/сағ} \quad (2.24)$$

мұндағы,  $P_{np}$  – үздіксіз үрлеу шамасы процентпен:  $P_{np} = 3\%$

$$D_{np} = \frac{3}{100} \cdot 50 = 1,5 \text{ т/сағ}$$

$$Q_{ка} = 50000 \cdot (2815 - 437) + 1500 \cdot (830 - 437) = 118310500 \text{ ГДж/ч} = 32754,22 \text{ кВт}$$

Қазандық қондырғының оттығына берілетін отын шығынын келесі формуламен табамыз:

$$B = \frac{Q_{ка}}{Q_p^p \cdot \eta_{ка}}, \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (м}^3/\text{с)} \quad (2.25)$$

$$B = \frac{118310500}{33603,8 \cdot 0,9181} = 3834,82 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,065 \text{ м}^3/\text{с}$$

## 2.4 Оттық камерасының жылулық есебу

Оттық камерасының есептеулерінің негізінде қазандық қондырғыдағы оттық камерасының шығысындағы түтін газдарының нақты температурасын анықталуы жатыр. Оны келесідей есептейміз:

$$O_T'' = \frac{T_a}{M \left( \frac{5,67 \cdot \psi_{cp} \cdot F_{ct} \cdot \alpha_T \cdot T_a^3}{10^{11} \cdot \varphi \cdot V_p \cdot V_{c_{cp}}} \right)^{0,6} + 1} - 273, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.26)$$

мұндағы,  $T_a$  – жану өнімдерінің абсолюттік теориялық температурасы, К;

$M$  – оттық биіктігіне қатысты температуралар орнастыруларын есепке алатын параметр;

$\varphi$  - жылу сақталу коэффициенті;

$V_p$  – отынның есептік шығыны, м<sup>3</sup>/с;

$F_{ct}$  – оттық қабырғаларының бет ауданы, м<sup>2</sup>;

$\psi_{cp}$  - экрандардың жылулық әсерлілік коэффициентінің орташа мәні;

$\alpha_T$  - оттықтың қаралық дәрежесі;

$V_{c_{cp}} - O_a - O_T''$  температура интервалындағы 1 м<sup>3</sup> жану өнімінің көлеміне қатысты жылусыйымдылық шамасы, кДж/(кг К);

$5,67 \cdot 10^{-8}$  – абсолют қара дененің сәулелену коэффициенті, Вт/(м<sup>2</sup>К<sup>4</sup>).

$O_T''$  нақты температурасын анықтау үшін нұсқаулықтарға сай  $O_m'' = 1200^\circ\text{C}$  оның мәнін қабылдап аламыз. Оттық шығысындағы қабылданған газ температурасы және адиабаттық температура бойынша  $O_a$  жылулық шығындарды анықтаймыз, ал  $O_T''$  - газдың сәулеленгіш сипаттамасы. Содан соң, оттық камерасының белгілі геометриялық сипаттамаларына сай есептеулер жүргізу арқылы оттық шығысындағы нақты температураны анықтаймыз. Оттықтың сынама есептеулерін келесі кезектілікпен жүргіземіз. Алдын ала қабылданған  $O_m'' = 1200^\circ\text{C}$  температура үшін 2.2.1 кесте бойынша оттықтан шығардағы жану өнімдерінің энтальпиясын анықтаймыз  $H_m'' = 21104,83$  кДж/м<sup>3</sup>.

Оттықтағы пайдалы жылу бөліну формуласы:

$$Q_T = Q_p^p \cdot \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q_{в} + rH_{г.отб} - Q_{в.вн}, \text{ кДж/м}^3 \quad (2.27)$$

мұндағы,  $Q_{в}$  – оттыққа ауамен енгізілетін жылу: ауа қыздырғышы жоқ қазандықтар үшін келесі формуламен анықталады:

$$Q_6 = \alpha_m \cdot H_{xв}^o, \text{ кДж/м}^3 \quad (2.28)$$

$$Q_6 = 1,05 \cdot 380,93 = 399,97 \text{ кДж/м}^3$$

мұндағы,  $Q_{в.вн}$  – қазандықтан тыс түсетін жылуды қазандық қондырғыға енгізген жылуы :  $Q_{в.вн} = 0$ ;

$rH_{г.отб}$  – жану өнімдерінің рециркуляциялық жылуы:  $rH_{г.отб} = 0$ , деп қабылдаймыз, себебі, ТГМЕ-206 конструкциясына сай;

$$Q_m = 33603,8 \cdot \frac{100 - 0,5 - 0 - 0}{100 - 0} + 399,97 + 0 - 0 = 33835,75 \text{ кДж/м}^3$$

Жанудың теориялық (адиабаттық)  $O_a$  температурасын оттықтағы пайдалы жылу бөліну шамасы бойынша анықтаймыз  $Q_T = H_a$ .

$$H_a = 33835,75 \text{ кДж/м}^3 \text{ кезінде } O_a = 1827,91 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$T_a = \theta_a + 273 = 1827,91 + 273 = 2100,91 \text{ }^\circ\text{K}.$$

$M$  параметрін алаудың максималды температурасының газды жаққан кездегі оттық биіктігіне байланысты анықтаймыз:

$$M = 0,54 - 0,2 \cdot x_T, \quad (2.29)$$

$$\text{мұндағы, } x_T = \frac{H_\Gamma}{H_T} \quad (2.30)$$

мұндағы,  $H_\Gamma$  – оттықтың түбінен жаңарғы осіне дейінгі арақашықтық, м;  
 $H_T$  – оттықтың түбінен оттықтың шығар терезесінің ортасына дейінгі арақашықтық, м;

ТГМЕ-206 қазандығы үшін  $x_T = 1$ .

$$M = 0,54 - 0,2 \cdot 1 = 0,34.$$

Экрандардың жылулық әсерлілік еселеуішін келесі формуламен анықтаймыз:

$$\varphi = x \cdot \xi, \quad (2.31)$$

мұндағы,  $\xi$  - Ластану не оқшауланған бет жабылуы нәтижесінен болатын экрандардың жылу қабылдау қасиетінің төмендеуін есепке алатын коэффициент,  $\xi = 0,65$ ;

$x$  –экрандаудың шартты коэффициенті, номограмма бойынша анықтаймыз  $S = 67$  мм кезінде  $d = 60$  мм: себебі,  $S/d = 67/60 = 1,12$  болса, онда  $x = 0,98$ ;

$$\varphi = 0,98 \cdot 0,65 = 0,64$$

Оттықтағы сәулелену қабатының тиімді қалыңдығын анықтасақ:

$$S = 3,6 \cdot \frac{V_T}{F_{CT}}, \text{ м} \quad (2.32)$$

мұндағы,  $V_T$ ,  $F_{CT}$  – оттық камерасының қабырға бетінің көлемі мен ауданы,  $\text{м}^3$  и  $\text{м}^2$ . ТГМЕ-206 қазандығының конструкциясынан табамыз:

$$V_T = 133 \text{ м}^3, \quad F_{CT} = 158 \text{ м}^2;$$

$$S = 3,6 \cdot \frac{133}{158} = 3,03 \text{ м}.$$

Сәулелердің жанып тұрған алау үшін бәсеңдеу коэффициенті ұшатомды газдар сәулелерінің коэффициенті, күйе құрауыштарынан тұрады, және газды жаққан кезде мына формуламен анықталады:

$$k = k_r \cdot r_n + k_c, (м \cdot МПа)^{-1} \quad (2.33)$$

мұндағы,  $r_n$  – ұшатомды газдардың суммалы көлемдік үлесі:

$$r_n = r_{RO_2} + r_{H_2O} = 0,283$$

Сәулелерді ұшатомды газдармен бәсеңдету коэффициенті  $k_r$  келесі формуламен табылады:

$$k_r = \left( \frac{7,8 + 16r_{H_2O}}{3,16 \sqrt{p_n \cdot S}} - 1 \right) \left( 1 - 0,37 \cdot \frac{T_T''}{1000} \right), (м \cdot МПа)^{-1} \quad (2.34)$$

мұндағы,  $p_n$  – ұшатомды газдардың парциалды қысымы:

$$p_n = r_p \cdot p, МПа \quad (2.35)$$

мұндағы,  $p$  – қазандық қондырғының оттық камерасындағы қысым:  $p = 0,1$  МПа ;

$T_T''$  - оттық камера шығысындағы газдардың абсолют температурсы, К

$$T_m'' = O_m'' + 273 = 1200 + 273 = 1473 \text{ К}$$

$$k_c = \left( \frac{7,8 + 16 \cdot 0,193}{3,16 \cdot \sqrt{0,0283 \cdot 3,03}} - 1 \right) \left( 1 - 0,37 \frac{1473}{1000} \right) = 4,9 \frac{1}{м \cdot МПа}$$

Сәулелерді күйе бөлшектерімен бәсеңдету коэффициенті:

$$k_c = 0,3(2 - \alpha_T) \left( 1,6 \frac{T_T''}{1000} - 0,5 \right) \frac{C^p}{H^p}, (м \cdot МПа)^{-1} \quad (2.36)$$

мұндағы,  $\frac{C^p}{H^p}$  – отынның жұмыстық массасында көміртегі мен сутегі құрамының қатынасы, газ тәрізді отын үшін:

$$\frac{C^p}{H^p} = 0,12 \sum \frac{m}{n} C_m H_n \quad (2.37)$$

$$\frac{C_p}{H_p} = 0,12 \cdot \left( \frac{1}{4} \cdot 97,785 + \frac{2}{6} \cdot 0,979 + \frac{3}{8} \cdot 0,278 + \frac{4}{10} \cdot 0,091 + \frac{5}{12} \cdot 0,011 \right) = 2,99$$

$$k_c = 0,3(2 - 1,05) \left( 1,6 \cdot \frac{1473}{1000} - 0,5 \right) \cdot 2,99 = 1,58 (м \cdot МПа)^{-1}$$

$$k = 4,9 \cdot 0,283 + 1,58 = 2,97 (м \cdot МПа)^{-1}$$

Алаудың қаралық дәрежесі ( $a_\phi$ ) газ тәрізді отын үшін мына формула бойынша анықталады:

$$a_\phi = m \cdot a_{cb} + (1 - m) \cdot a_r \quad (2.38)$$

мұндағы,  $a_{cb}$ – алаудың жанатын бөлігінің қаралық дәрежесі:

$$a_{cb} = 1 - e^{-(k_r \cdot r_n + k_c) p s} \quad (2.39)$$

$a_r$ – ұшатомды газдармен жанбайтын қаралық дәрежесі:

$$a_r = 1 - e^{-k_r \cdot r_n \cdot p s}; \quad (2.40)$$

$m$ – оттық көлемінің алаудың жанатын бөлігімен толтырылғанын көрсететін коэффициенті.

Оттық көлемінің салыстырмалы жүктемесін анықтаймыз:

$$q_v = \frac{B_p \cdot Q_u^p}{V_m}, \text{ кВт/м}^3 \quad (2.41)$$

$$q_v = \frac{1,065 \cdot 33603,8}{133} = 269,1 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}$$

онда,  $m = 0,195$

$$a_{cb} = 1 - e^{-(4,9 \cdot 0,283 + 1,58) \cdot 0,13,03} = 0,593$$

$$a_r = 1 - e^{-4,9 \cdot 0,283 \cdot 0,13,03} = 0,34$$

$$a_\phi = 0,195 \cdot 0,593 + (1 - 0,195) \cdot 0,34 = 0,389$$

Газды жаққан кездегі оттықтың қаралық дәрежесі:

$$a_m = \frac{a_\phi}{a_\phi + (1 - a_\phi) \cdot \psi_{cp}} \quad (2.41)$$

$$a_m = \frac{0,389}{0,389 + (1 - 0,389) \cdot 0,64} = 0,49$$

$1\text{м}^3$  газ тәрізді отын үшін жану өнімдерінің орташа соммалы жылусыйымдылығы:

$$V_{c_{cp}} = \frac{Q_r - H_r''}{T_a - T_r''}, \text{ кДж}/(\text{м}^3\text{К}) \quad (2.42)$$

$$V_{c_{cp}} = \frac{33835,75 - 21104,83}{2100,91 - 1473} = 20,28 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$$



Оттық шығысындағы нақты температураны анықтаймыз, °C:

$$O_m'' = \frac{2100,91}{0,34 \cdot \left( \frac{5,67 \cdot 0,64 \cdot 158 \cdot 0,49 \cdot 2100,91^3}{10^{11} \cdot 0,986 \cdot 1,065 \cdot 20,28} \right)^{0,6} + 1} - 273 = 1260 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Нәтиже бойынша шыққан температурамен  $O_m'' = 1260 \text{ } ^\circ\text{C}$  оттық шығысында алдын ала қабылданған температура арасы  $\pm 100 \text{ } ^\circ\text{C}$  аспайтын болғандықтан, есептеулер аяқталған болып есептелінеді, және қабылданған температураны әрі қарай оттық шығысындағы температура деп есептеулер үшін қолданамыз.

$$H_m'' = 22292,83 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$$

$$q_{cm} = \frac{B_p \cdot Q_m}{F_{cm}} = \frac{1,056 \cdot 33835,75}{158} = 226,14 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}.$$

## 2.5 210 МВт конденсатын қуат блогының жылу схемасын есептеу

Бу және су теңгерімдері

$W_{\text{э}} = 210 \text{ мВт}$

ЖҚЦ  $\alpha_0 = 1,0$ , ағып кету шығындары  $\alpha_{\text{ут}} = 0,01$ .

Бу генераторының булы жүктемесі және қоректік судың шығыны құрайды:

$\alpha_{\text{пт}} = \alpha_0 + \alpha_{\text{ут}} = 1,01$ .

$\alpha_{\text{пв}} = \alpha_{\text{пт}} + \alpha_{\text{пр}} = 1,035$ ,

мұндағы  $\alpha_{\text{пр}} = 0,025$  – үрлеу су шығыны

Судың ағып кетуінің үлесі

Будың тығыздағыштан ағып кетуі бірдей деп есептеледі:

ЖҚЦ құлыптау клапаны:  $\alpha_{\text{с.к.}} = 0,0020$ ;

ЖҚЦ реттеуші клапандары:  $\alpha_{\text{р.к.}} = 0,0028$ ;

ОҚЦ құлыптау және реттеуші клапандар:  $\alpha_{\text{ппс.р.}} = 0,0003$ ;

ЖҚЦ алдыңғы және артқы тығыздағыштарының бірінші камерасы:  $\alpha_{\text{y1}} = 0,0043$ ;

Будың алдыңғы және артқы ЖҚЦ тығыздағыштарының екінші корпусынан және соңғы тығыздағыштардан тығыздағышты салқындатқышқа шығару:  $\alpha_{\text{oy}} = 0,003$ ;

Алдыңғы және артқы ОҚЦ тығыздағыштарының бірінші камерасындағы жұп:  $\alpha_{\text{y2}} = 0,0003$  ;

Қоректік су деаераторына жіберілген бу тығыздағыштарының саны:  $\alpha_{\text{д.у.}} = \alpha_{\text{р.к.}} + \alpha_{\text{y1}} + \alpha_{\text{ппс.р.}} = 0,0028 + 0,0043 + 0,0003 = 0,0074$  ;

Турбинаның шеткі тығыздағыштарына берілетін бу мөлшері:  
 $\alpha_{y.к.} = 0,001$ ;

Эжектордағы сору тығыздағыштардағы бу шығыны:  $\alpha_{э.у.} = 0,0008$  ;

Деаэратордан соңғы тығыздағыштарға дейін алып кететін бу мөлшері:

$$\alpha_{y.д.} = \alpha_{y.к.} \cdot 2 \cdot \alpha_{y2} = 0,001 \cdot 2 \cdot 0,0003 = 0,0004$$

## 2.6 Регениративті жоғарғы қысымды қыздырғыштардың жылулық балансы

ЖҚҚ-1 жылулық балансы. ЖҚҚ-ның жылулық балансының теңдеуі:

$$\alpha_1(h_{п1} - h_{др1}) \cdot \eta_{то} = \alpha_{пв} \cdot (h_{пв1} - h_{пв2}) \quad (2.43)$$

мұндағы,  $\alpha_1$ - ЖҚҚ-1 үшін турбинаның алымындағы будың бөлігі;

$h_{п1} = 3217,9$  кДж/кг – ЖҚҚ-1 алдындағы будын энтальпиясы;

$h_{др1}$  – ЖҚҚ-1 шығысындағы будың конденсатының энтальпиясы;

$$h_{др1} = h_{пв2} + Q_{о.д.} = 921 + 40 = 961 \text{ кДж/кг} \quad (2.44)$$

$\eta_{то} = 0,99$  – қыздырғыштардағы жылудың шашырауын есептейтін коэффициент;

$\alpha_{п.в.} = 1,035$  – ЖҚҚ-1 қоректік су шығысы;

$h_{пв1} = 1029$  кДж/кг – ЖҚҚ-1 кейінгі қоректік су энтальпиясы;

$h_{пв2} = 921$  кДж/кг – ЖҚҚ-2 кейінгі қоректік су энтальпиясы;

ЖҚҚ үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_1 = \alpha_{пв} \cdot \frac{h_{пв1} - h_{пв2}}{\eta_{то} \cdot (h_{п1} - h_{др1})} = 1,035 \cdot \frac{(1029 - 921)}{0,99 \cdot (3217,9 - 961)} = 0,049 \quad (2.45)$$
$$\alpha_1 = 0,049$$

ЖҚҚ-2 жылулық балансы. ЖҚҚ-ның жылулық балансының теңдеуі:

$$\alpha_2(h_{п2} - h_{др2}) + \alpha_{др1} \cdot (h_{др1} - h_{др2}) = \alpha_{пв} \cdot (h_{пв2} - h_{пв3}) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.46)$$

мұндағы,  $\alpha_2$ - ЖҚҚ-2 үшін турбинаның алымындағы будың бөлігі;

$h_{п2} = 3121,1$  кДж/кг – ЖҚҚ-2 алдындағы будын энтальпиясы;

$h_{др2}$  – ЖҚҚ-2 шығысындағы будың конденсатының энтальпиясы;

$$h_{др2} = h_{пв3} + Q_{о.д.} = 771,2 + 40 = 811,2 \text{ кДж/кг} \quad (2.47)$$

$\eta_{то} = 0,99$  – қыздырғыштардағы жылудың шашырауын есептейтін коэффициент;

$\alpha_{п.в.} = 1,035$  – ЖҚҚ-1 қоректік су шығысы;

$h_{пв2} = 1029$  кДж/кг – ЖҚҚ-2 кейінгі қоректік су энтальпиясы;

$h_{пв3} = 771,2$  кДж/кг – ЖҚҚ-3 кейінгі қоректік су энтальпиясы;

ЖҚҚ үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_2 = \frac{\frac{\alpha_{пв} \cdot (h_{пв2} - h_{пв3})}{\eta_{то}} - \alpha_{др1} \cdot (h_{др1} - h_{др2})}{h_{п2} - h_{др2}} = \frac{\frac{1,035 \cdot (921 - 771,2)}{0,99} - 0,049 \cdot (961 - 811,2)}{3121,1 - 811,2}$$

$$\alpha_2 = 0,065.$$

ЖҚҚ-3 жылулық балансы. ЖҚҚ-ның жылулық балансының теңдеуі:

$$\alpha_3(h_{п3} - h_{др3}) + \alpha_{др2} \cdot (h_{др2} - h_{др3}) = \alpha_{пв} \cdot (h_{пв3} - h_{пв.пн}) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.49)$$

мұндағы,  $\alpha_3$ - ЖҚҚ-3 үшін турбинаның алымындағы будың бөлігі;

$h_{п3} = 3413,9$  кДж/кг – ЖҚҚ-3 алдындағы будын энтальпиясы;

$h_{пв.пн}$  – ЖҚҚ-3 алдындағы энтальпиясы, қоректік сорғыдағы  $\tau_{п.н}$  қыздыруды есепке алғанда

$$h_{пв.пн} = h_{дпв} + \tau_{п.н} \quad (2.50)$$

$h_{дпв} = 666$  кДж/кг – деаэратордан кейінгі қоректік судың энтальпиясы;

Қоректік сорғыдағы қыздырудың формуласы:

$$\tau_{п.н} = v_{ср} \cdot (p_a - p_c) / h_{п\text{ЭК}} \quad (2.51)$$

мұндағы,  $v_{ср} = 0,0011$  – сорғыдағы судың салыстырмалы орташа көлемні;

$p_a = 18,1$  МПа – айдау сорғысындағы судың қысымы;

$p_c = 0,59$  МПа – сору сорғысындағы су қысымы;

$h_{п\text{ЭК}} = 0,85$  – сорғының ішкі ПЭК-і;

$$\tau_{п.н} \approx \frac{v_{ср} \cdot (p_a - p_c) 10^3}{\eta_{нi}} = \frac{0,0011 \cdot (18,1 - 0,59) 10^3}{0,85} = 19,14 \quad \text{кДж/кг}; \quad (2.52)$$

ЖҚҚ-3 алдындағы судын энтальпиясы келесі формуламен анықталады:

$$h_{пв\_пн} = h_{дпв} + \tau_{п.н} = 666 + 19,14 = 685,14 \quad \text{кДж/кг} \quad (2.53)$$

$h_{др3}$  – ЖҚҚ-3 дренажының салқындатқышының алдындағы будың конденсатының энтальпиясы келесі формуламен табылады:

$$h_{др3} = h_{пв.пн} + Q_{о.д.} = 685,14 + 40 = 725,14 \quad \text{кДж/кг} \quad (2.54)$$

ЖҚҚ үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_{п3} = \frac{\frac{1,035 \cdot (771,2 - 685,14)}{0,99} - 0,114 \cdot (811,2 - 725,14)}{3413,9 - 725,14}$$

$$\alpha_{п3} = 0,03 \quad (2.55)$$

## 2.7 Регениративті төменгі қысымды қыздырғыштардың жылулық балансы

ТҚҚ-4 жылулық балансы. ТҚҚ-ның жылулық балансының теңдеуі:

$$A_4(h_{п4}-h_{др4}) = \alpha_{кд4} \cdot (h_{пв4}-h_{пв5}) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.56)$$

мұндағы,  $\alpha_4$ - ТҚҚ-4 үшін турбинаның алымындағы будың бөлігі;  
 $h_{п4}=3232,4$  кДж/кг – ТҚҚ-4 үшін төртінші алымындағы будың энтальпиясы;

$h_{др4}=653,1$  кДж/кг - ТҚҚ-4 шығысындағы будың конденсатының энтальпиясы;

$\eta_{то} = 0,99$  – қыздырғыштардағы жылудың шашырауын есептейтін коэффициент;

$\alpha_{кд4}=0,8696$  – ТҚҚ-4 конденсаттың шығысы;

$h_{пв4} = 636,4$  кДж/кг – ТҚҚ-4 кейінгі қоректік су энтальпиясы;

$h_{пв5} = 511$  кДж/кг – ТҚҚ-5 кейінгі қоректік су энтальпиясы;

ТҚҚ үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_4 = \frac{\alpha_{к.д.4} \cdot (h_{в4} - h_{в5})}{(h_{п4} - h_{др4}) \cdot \eta_{то}} = \frac{0,8696 \cdot (636,4 - 511)}{(3232,4 - 653,1) \cdot 0,99} = 0,044 \quad (2.57).$$

$\alpha_4 = 0,044.$

ТҚҚ-5 жылулық балансы. ТҚҚ-ның жылулық балансының теңдеуі:

$$\alpha_5(h_{п5}-h_{др5}) = \alpha_{кд4} \cdot (h_{пв5}-h_{пв6}) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.58)$$

ТҚҚ-5 үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_5 = \frac{\alpha_{к.д.5} \cdot (h_{в5}-h_{в6})}{(h_{п4}-h_{до4}) \cdot \eta_{то}} \quad (2.59)$$

$\alpha_5 = 0,02249$

ТҚҚ-6 жылулық балансы. ТҚҚ-6 жылулық балансының теңдеуі:

$$\alpha_6(h_{п6}-h_{др6}) = \alpha_{кд6} \cdot (h_{пв6}-h_{пв7}) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.60)$$

ТҚҚ-6 үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_6 = \frac{\alpha_{к.д.5} \cdot (h_{в5}-h_{в6})}{(h_{п4}-h_{до4}) \cdot \eta_{то}} \quad (2.61)$$

$\alpha_6 = 0,052$

ТҚҚ-7 жылулық балансы. ТҚҚ-7 жылулық балансының теңдеуі:

$$\alpha_7(h_{п7}-h_{др7}) = \alpha_{кд7} \cdot (h_{пв7}-h_8) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.62)$$

ТҚҚ-7 үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_7 = \frac{\alpha_{к.д.5} \cdot (h_{в5}-h_{в6})}{(h_{п4}-h_{до4}) \cdot \eta_{то}} \quad (2.63)$$
$$\alpha_7 = 0,039$$

ТҚҚ-8 жылулық балансы. ТҚҚ-7 жылулық балансының теңдеуі:

$$A_8(h_{п8}-h_{др8}) = \alpha_{кд8} \cdot (h_{пв8}-h_9) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.62)$$

ТҚҚ-7 үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_8 = \frac{\alpha_{к.д.5} \cdot (h_{в5}-h_{в6})}{(h_{п4}-h_{до4}) \cdot \eta_{то}} = \frac{0,8786 \cdot (647,5-544)}{(3314,5-620,1) \cdot 0,99} = 0,043 \quad (2.63)$$
$$\alpha_8 = 0,043$$

ТҚҚ-9 жылулық балансы. ТҚҚ-7 жылулық балансының теңдеуі:

$$A_9(h_{п9}-h_{др9}) = \alpha_{кд9} \cdot (h_{пв9}-h_k) \cdot (1/\eta_{то}) \quad (2.62)$$

ТҚҚ-9 үшін алынатын будын шамасы келесі формаламен анықталады:

$$\alpha_9 = \frac{\alpha_{к.д.5} \cdot (h_{в5}-h_{в6})}{(h_{п4}-h_{до4}) \cdot \eta_{то}} = \frac{0,8541 \cdot (632,7-496,8)}{(3225,7-614,5) \cdot 0,99} = 0,0512 \quad (2.63)$$
$$\alpha_9 = 0,0512$$

Бу және су шығыны. Турбинаға енгізілген жылуды формуламен анықтаймыз:

$$h_i = h_0 - h_{пп1} + h_{пп2} - h_k$$

мұндағы  $h_0=3512,96$  кдж/кг- ыстық будың энтальпиясы;

$h_{пп1}=3121,1$  кдж/кг- аралық қызып кетуден бұрын будың энтальпиясы;

$h_{пп2}=3609,2$  кдж/кг- Аралық қызып кетуден кейін будың энтальпиясы;

$h_k=2561$  кдж/кг- конденсация алдында будың энтальпиясы.

$h_i=3512,96 - 3121,1 + 3609,2 - 2561=1450$  кдж/кг.

Нашар даму коэффициенттерін анықтаймыз:

А) бірінші таңдау үшін:

$$y_1 = \frac{h_1 - h_{пп1} + h_{пп2} - h_k}{H_i}$$

мұндағы,  $h_1=3217,9$  кДж/кг- бірінші таңдауда будың энтальпиты;

$$y_1 = \frac{3217,9 - 3121,1 + 3609,2 - 2561}{1450} = 0,7746$$

Б) екінші таңдау үшін:

$$y_{12} = \frac{h_{пп2} - h_k}{H_i} = \frac{3609,2 - 2561}{1450} = 0,7461$$

В) басқа таңдау үшін:

$$y_j = \frac{h_j - h_k}{H_i}$$

мұндағы,  $y_j$ -  $j$ -ші іріктеу үшін жеткіліксіз даму коэффициенті;  
 $h_j$ - 'нтальпия бу іріктеу.

Жеткіліксіз даму коэффициенті есептеудің нәтижелері 1.3-кестеде келтірілген:

Кесте - Жеткіліксіз даму коэффициентін есептеу нәтижелері

Іріктеу номері	Энтальпия бу іріктеу $h_j$ , кДж/кг	Жеткіліксіз даму коэффициенті, $y_j$	Турбинадан буды іріктеу үлесі, $\alpha_j$	$\alpha_j \cdot Y_j$
1	3217,9	0,7746	0,049	0,03796
2	3121,1	0,7461	0,065	0,0485
3	3413,9	0,5902	0,04	0,02361
4	3232,4	0,4855	0,044	0,02136
5	3025,7	0,3494	0,02249	0,00786
6	2868,4	0,2491	0,052	0,01295
7	2666,1	0,0784	0,039	0,00306
8	2587,2	0,0645	0,0512	0,00945
9	2496,1	0,0547	0,043	0,00832
$\sum y_j \cdot \alpha_j$	-	-	-	0,17307

Турбина басына бу шығыны:

$$D_0 = \frac{W_{\text{э}}}{\left(1 - \sum_{j=1}^7 y_j \cdot \alpha_j\right) \cdot h_i \cdot \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{ген}}}$$

мұндағы,  $W_{\text{э}} = 210$  МВт - номиналды электр қуаты;  
 $Y_j$ - j-ші іріктеу үшін жеткіліксіз даму коэффициенті;  
 $\alpha_j$ - турбина бу іріктеу үлесі;  
 $h_i = 1450$  кДж/кг- турбинадағы жылудың төмендеуі;  
 $\eta_{\text{мех}} = 0,98$ - механикалық пәк;  
 $\eta_{\text{ген}} = 0,99$  – генератордың ПӘК-і.

$$D_0 = \frac{210 \cdot 10^3}{(1 - 0,1553) \cdot 1450 \cdot 0,98 \cdot 0,99} = 167,1 \text{ кг/с}$$

Турбина іріктеуіндегі бу шығыны:

$$D_1 = \alpha_1 \cdot D_0 = 0,049 \cdot 167,1 = 8,19 \text{ кг/с};$$

$$D_2 = \alpha_2 \cdot D_0 = 0,065 \cdot 167,1 = 10,86 \text{ кг/с};$$

$$D_3 = \alpha_3 \cdot D_0 = 0,04 \cdot 167,1 = 6,684 \text{ кг/с};$$

$$D_4 = \alpha_4 \cdot D_0 = 0,044 \cdot 167,1 = 7,35 \text{ кг/с};$$

$$D_5 = \alpha_5 \cdot D_0 = 0,02249 \cdot 167,1 = 3,758 \text{ кг/с};$$

$$D_6 = \alpha_6 \cdot D_0 = 0,052 \cdot 167,1 = 8,69 \text{ кг/с};$$

$$D_7 = \alpha_7 \cdot D_0 = 0,039 \cdot 167,1 = 6,52 \text{ кг/с}.$$

Бу генераторының бу жүктемесі:

$$D_{\text{пр}} = \alpha_{\text{пр}} \cdot D_0 = 1,01 \cdot 167,1 = 168,771 \text{ кг/с}.$$

Турбина қондырғысының энергетикалық теңгерімі

Турбиналық бөліктердің қуатын және оның толық қуатын анықтаймыз:

$$W_{\text{отс.і}} = D_{\text{отс.і}} \cdot H_{\text{отс.і}}$$

мұндағы,  $W_{\text{отс.і}}$  - турбиналық қуат күші;  
 $D_{\text{отс.і}}$  – бөлік арқылы бу ағып кетуі;  
 $H_{\text{отс.і}}$  - бөліктің ішкі жылуы.

Турбоагрегаттың электр қуаты:

$$W_{\text{э}} = \sum W_{\text{отс.і}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{Г}} = \sum W_{\text{отс.і}} \cdot \eta_{\text{эм}}$$

мұндағы,  $\sum W_{\text{отс.і}}$  - генератордағы механикалық ысыраптарды және ысыраптарды есепке алмастан бөлімдердегі турбоагрегаттың жалпы қуаты;  
 $\eta_{\text{м}}$ - механикалық ПӘК;  
 $\eta_{\text{Г}}$  - электр генераторы ПӘК.

$h_{эм}=0,985$  - ПӘК генератордағы механикалық ысыраптарды және жоғалтуды ескере отырып.

Кесте - Бөлімдердегі қуаттылықты есептеу нәтижелері.

Бөлім	Қысым аралығы, МПа	Бөлім арқылы буды, кг/с	Нотс ішкі жылу тамшылары, кдж/кг	Қуат бөлімі $W_{отс}$ , МВт
0-1	12-3,8	165	263,8	43,53
1-2	3,8-2,56	158,91	96,8	15,38
2-3	2,35-1,2	148,05	195,3	28,9
3-4	1,2-0,63	141,366	181,5	25,66
4-5	0,63-0,27	134,016	206,7	27,7
5-6	0,27-0,125	130,258	157,3	20,5
6-7	0,125-0,026	121,568	202,3	24,59
7-8	0,026-0,0034	115,048	105,1	12,1
8-9	0,0034-0,0021	110,9	101,8	11,8
9-К	0,0021-0,0015	106,7	100,9	10,9

Егер 7 дана қыздырғыш орнатылған болса, турбоагрегаттың қуаты  $\sum W_{отс.i} = 213,19$  МВт болады, менін жанартуым 9 дана қыздырғыш орнату, яғни  $\sum W_{отс.i} = 235,89$  МВт қуатқа ие болу.

$W_{э} = 235,89 \cdot 0,985 = 224,57$  МВт болғандықтан, бізде әр энергоблок 14,57 МВт қуатқа артық ие болады.



### **3 Өміртіршілік қауіпсіздігі**

#### **3.1 Өндірістегі еңбек шарттарын талдау**

Менің дипломдық жобамның тақырыбы Атырау қаласы үшін қуаты 420 МВт болатын ЖЭС-ның жобасы. Жоба бойынша ЖЭС-та конденсаттық бу турбиналары орналасқан.

Жылуқуштік қондырғыларда орындалатын жылу қайраттық өндірістік құбылыстар мен жеке орындалатын жұмыстар үшін келесі өндірістік факторлар сипатталады: жұмыс аймақ ауасының жоғарғы күлділігі мен газдалынуы; қондырғылық және жұмыстық аймақ ауасының жоғарғы ыстықтығы, жұмыс орнындағы шу мен дірілдеткіш деңгейінің жоғарлауы, жоғары ылғалдылық және ауа қозғалысы, жұмыс орнындағы жеткіліксіз жарықтандыру, жоғарғы өртқауіпсіздігі;

Әр жұмысшының өз цехына байланысты жұмыс орны болады. Жұмыс орны дегеніміз – белгілі жұмысшы мен жұмыс тобының еңбек аймағы. Жұмыс орнын ұйымның тиімді және қауәпті еңбек құбылысының және де жұмысшылардың тез шаршауын төмендететін біршама шараларын орындауды қамтамасыз ету керек. Қызметшілерді жылу әсерінен сақтандыру үшін артық жылу сәулесі азайтылуы тиіс, ал артық жылу жойылуы керек.

ЖЭС-да бірнеше дірілдеткіш көздері мен қарқынды шум көздері бар. Шу және дірілдеткіш адамды шаршатады, жұмыс қабілеттілігін төмендетеді және еңбек өнімділігін төмендетеді, ал ұзақ уақыттылығы адам организмінің ауруына әкеп соғады, сондықтан шум мен дірілдеткішті төмендету жұмыс орындарда ең бір басты мәселе болып табылады.

#### **3.2 Шығыр қондырғыларынан шығатын шуды есептеу**

Адамға жағымсыз, жұмысқа кедергі келтіретін әр бір дыбыс шуыл болып табылады. Негізгі көзі болып, түрлі қозғалтқыштар және механизмдер табылады.

Жылуэнергетикалық өндірістік құбылыстар мен жеке жылуқуштік қондырғыда орындалатын жұмыстар үшін келесі зиянды өндірістік факторлар болады: жұмыс аймағы ауасының жоғары деңгейде шаңдануы мен газданылуы; қондырғы бетінің және жұмыс аймағы ауасының жоғары ыстықтығы; жұмыс орнындағы шу мен дірілдің жоғары деңгейі; жоғары ылғалдылық және ауа қозғалысы; жұмыс орнының жеткіліксіз жарықтандырылуы; жоғары өртқауіптілігі.

Қызмет көрсетуші персоналды жылу әсерінен қорғау үшін артық жылу сәулесі азайтылуы тиіс, ал артық жылу жойылуы керек. ЖЭС үшін сәулелік және жылу энергиясынан қорғайтын келесідей әдістер қолданылады:

1. Ыстық және сәулелену беттерін жылуоқшаулағышпен қаптау, яғни жылуөткізгіштігі аз материалдармен қаптау. Санитарлық нормаларға сәйкес құбырлардың жылуоқшаулағышының ыстықтығы 37 °С-дан аспауы керек.

Сәуле көздерін жылуды жұтатын және кері қайтаратын материалдармен қалқандау, бұл материалдар сәуле энергиясын сәуле көзіне қарай кері қайтаратын қағидамен жұмыс істейді.

2. Ауалық булықтандыру және желдету. Келесі желдеткіш жүйелері қолданылады:

а) артық жылуды жою үшін табиғи жалпы алмасу;

б) ыстық цехтардағы жұмыс орындарына суытылған ауаны беретін жергілікті ағынды;

в) жоғары қауіпті қоспаны ұстайтын және жұмыс аймағына таза ауаны беретін ағындымен қосылған жергілікті тартатын.

3. Демалу бөлмелерін пайдалану, және қолайсыз ыстықтық жағдайында жұмыс істеу уақытын шектеу.

4. Сақтандырғыш киімдерді, аяқ киімдерді, және бас киімдерді қолдану.

Шаң, зиянды аэрозольдер, газдар, булары жоқ ауа адамның қалыпты тіршілігі үшін маңызды болып табылады.

Ауаның ластануымен күресудің ең тиімді әдісі болып зиянды заттардың пайда болатын көзінде зиянды заттардың шығуын азайту болып табылады:

1. Ошақты, газ жолдарын, тасымалдағыштарды, шнектерді сенімді герметизациялау;

2. Сиретулікпен жұмыс істейтін қондырғы, газ дайындау және беру жолында кірістірілген жергілікті шаңсоруды қолданылады;

3. Токсикалық заттар токсикалық емес заттарға ауыстырылады;

4. Технологиялық құбылыстар механизациялау және автоматизациялау;

5. Бөлмелерді желдету;

6. Сонымен қоса демалу органдарын қорғау үшін жеке қорғағыш заттар қолданылады: респираторлар, фильтрлейтін противогаздар.

ЖЭС-та көптеген діріл қарқынды шу бар. Шу және діріл адамды шаршатады, жұмысқабілеттілігін және еңбек өнімділігін төмендетеді, ал ұзақ уақыт әсер еткенде организмнің ауруына әкеп соғады, сондықтан жұмыс

орындарында шу мен дірілді төмендету ең маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Шуды төмендету үшін келесі шаралар қолданылады:

1. шу көзінің шуын төмендету, бұл ең тиімді жол шара болып табылады: машиналар мен агрегаттардағы шестернялардың ілінісуіндегі қателіктерді жою, айналатын элементтерге балансировка жасау, қажалатын беттерді майлау;

2. дыбысоқшаулағыш кедергілер және шу өшіргішгіштер көмегімен шуды төмендету;

3. санитарлы-қорғау аймағын жасылдандыру және рационалды жоба жүргізу;

4. жұмыс орындарын дыбысжұтқыш материалдар (минералды мақта) көмегімен акустикалық өңдеу;

5. шулы цехтарда персоналдың құлақкиерлерді қолдануы.

Дірілдің әсері адамның нервтік жүйелеріне, бұлшықеттеріне, сүйектеріне, көздеріне, естуіне кері әсер тигізеді. Дірілдің ұзақ уақыт әсер етуі емделуге қиын діріл ауруына әкеліп соғуы мүмкін, ол кезде адам организмінің физиологиялық функциялары бұзылады. Әсіресе адам денесінің және органдарының жиілігіне (6-9 Гц), қолдарының жиілігіне (30-80 Гц) жақын дірілдер өте зиянды болып келеді. Дірілдеткіш талапты нормалары 120-102 дБ орнатылған. Бұл нормалар дірілдің 4-8 сағат әсер ету уақытына қойылған, егер 4 сағаттан кем әсер етсе, онда нормаларды 1,4 есе көбейтуге болады. Діріл әсерлерінен қорғау болып дірілді толығымен жою немесе егер дірілді жою техникалық себептерге байланысты мүмкін болмаса, онда дірілді шекті мүмкін деңгейге дейін төмендету болып табылады. Дірілмен күресудің келесідей әдістері қолданылады: айналатын бөлшектердің статикалық және динамикалық балансировкаларының бірқалыпсыздығын жою азайту, жүйенің белгілі нүктелеріне қосымша бөлшектерді енгізу; сенімді тіректер мен байланыс аралықтарын қолдану; машинадағы барлық байланыстық және өткізгіштік түйіндерін майлау; дірілдің тербелмелі энергиясын инерциялық және қатаң кедергілеу арқылы азайтатын дірілжүту қондырғысын пайдалану. Бұл үшін жеке фундаменттер салмағын көбейтеді, қатаңдық қырлары көмегімен жүйе қатаңдығын арттырады. Діріл көзінен фундаментке, еденге, жұмыс орнына берілетін дірілді азайтуға дірілоқшаулағыш пайдаланылады. Бұл үшін діріл таралатын жолға дірілоқшаулағышты орнатады – резина, болат пружинасынан жасалынған қондырғы.

Мемлекеттік бақылау ережелері мен санитарлық нормаларға сәйкес бөлмелер жеткілікті күндізгі жарықпен қамтамасыздандырылған, ал түнгі уақытта және күндізгі жарық көзі түспейтін жерлерде электрлік жарықтандырумен қамтамасыздандырылған. Дұрыс жобаланған, санитарлық нормалардың талаптарына сәйкес келетін жарықтандыру адамдарға оң психологиялық әсерін тигізеді, көру органдарының жұмысына тиімді жағдай жасайды, соның нәтижесінде еңбек қауіпсіздігін жоғарлатады. ЖЭС-ның бөлмелерінде жарықтандыру келесідей болады:

300 лк – басқару пульті, қазандардағы, қосымша қондырғылардағы, жылу қалқандарындағы өлшеу құралдары;

100 лк – қазандардың, электр бөлмелерінің алдыңғы шебі;

50 лк – қазандардан кейінгі өтулер, қызмет көрсету алаңдары;

5 лк – қазандардың, қондырғылардың және т.б. баспалдақтары.

Нормаларда көрсетілген жарықтандыру сапасының талаптарына сәйкес келесілер қарастырылған:

1. жұмыстық беттерде және көру аймағында жарықтың біркелкі таралуы және өткір көлеңкелердің болмауы;

2. көру аймағында тік және шағылған жылтырдың болмауы;

3. жарықтандырудың уақыт бойынша бірқалыпты болуы;

4. жарық ағынының тиімді бағытталуының қамтамасыз етілуі;

5. жарықберуді талап ететін көру жұмыстарында табиғи спектрге жақын жарық спектрі бар жарықтандыру болу керек.

ЖЭС-ның су тазалау цехының техникалық канализацияға жіберілген суын тазарту қондырғы орнатылған. Негізі химиялық әлде жанармаймен ластанған сулар бәрі тазаланады тек содан соң айналадағы ортадағы су қоймаларына жіберіледі.

Айналадағы ортаның суын жылылықпен тағы басқа заттармен кірлетпеу үшін ЖЭС-да арнаулы су қойма орналасқан – «водохранилище охладитель» деген.

Сондықтан салынатын ЖЭС айналадағы ортаға келетін зияны өте аз болады, ал пайдасы өте көп. ЖЭС отын көзінің қасында болғасын электр энергиясы арзанға түседі.

Шығыр цехындағы шу турбогенератордан пайда болады. Шудың деңгейі 79-117 дБ·А-ге дейін жетеді, бұл жұмыс орнында рұқсат етелген деңгейден өте жоғары. Шумен күрес – бүгінгі күні өзекті мәселелердің бірі. Шу адамның орталық жүйке жүйесіне әсер етіп, жұмысшының тез шаршауына, ұйқысыздығына және назарсыздығына әкеліп соғады, ал бұл өз алдына еңбек өнімділігінің төмендеуіне және сәтсіз оқиғаларға себеп бола алады. Шудың адамның назарын тұрақты аудыратын әсерінен жүйке жүйесінің және қан тамырлары жүйесінің аурулары, язвалық ауру, керендік пайда болуы мүмкін.

Шу адамның есту қабілетіне түрлі жолдармен әсер етуі мүмкін: толық керендік немесе есту ағзасының зақымдалуы (акустикалық зақымдалу); ұзақ әсердің салдарынан есту қабілетінің күрт дыбыстардың белгілі жиілігіне сезімталдығының төмендеуі немесе сезімталдығының шектелген уақытқа төмендеуі – минут, сағат, апталар, айлар, уақыт өткеннен кейін есту қабілеті толық қалпына келеді. Ең зияндысы ол көп уақыт үздіксіз жоғары жиілікті шудың әсері. Егер адам бірнеше минут жоғары немесе орташа жиілікті деңгейі орта шамамен 90 Дб болатын шуға төзсе онда адамның есту деңгейінің ығысуы басталады. Неғұрлым ұзақ әсер болса, соғұрлым адамның қалпына келу ұзақ болады.

Шудың пайда болу себептері механикалық, аэродинамикалық және электромагниттік құбылыстар болуы мүмкін. Механикалық шулар саққылардан, машиналардың жабдықтарының үйкелісінен және т.б. пайда болады. Аэрадинамикалық шулар сұйықтар мен газдардың үйкелісінен, ал электромагниттік – электрлік машиналар мен қондырғылардың жұмысынан пайда болады.

Әртүрлі адамдарға шу бірдей әсер етпейді. Шудың бірдей мөлшері бір адамдарда есту қабілетінің зақымдалуына себеп болса, босқаларына ондай әсер тигізбейді.

Шу – ол ноидты сигналдарды қабылдауға кедергі жасайтын әртүрлі дыбыстар, олар тыныштықты бұзып, жоғарыда айтылғандай адамның денсаулығына өте зиянды.

Дыбыс өз алдына ортаның (қатты, сұйық немесе газ тәрізді) тербелуі арқала таралады. Ауада таралатын дыбыс ауада тарайтар дыбыс, ал материалда (конструкцияларда) тарайтын дыбыс – құрылымдық деп аталады.

Шу деп деңгейі және жиілігі жағынан қалыпсыз үйлестірілген жинақ. Еңбек қауіпсіздігіне байланысты айтатын болсақ, онда шу ден кез-келген жағымсыз және артық дыбыстарды атаймыз. Дыбыс – ол серіппелі ортаның тербелісі (ауаның немесе судың), ол толқынды таралыпқатты дененің периодикалық тербелісінен пайда болады. Дыбыстың дәрежесі оның бір минутта жасайтын тербелістер санымен анықталады, яғни, жиілікпен, өлшем бірлігі герц (Гц),

Бір герц бір секундта болатын бір тербелісті сипаттайды. Жиілігі 20-20000 Гц болатын тербелістерді адам дыбыс деп қабылдайды.

Жиілігі 20 Гц төмен немесе 20000 Гц жоғары толқындар естілмейді, бірақ адамның ағзасына зиянды биологиялық әсерін тигізеді.

Дыбыстың жиілігі – ол  $1 \text{ м}^2$  дыбыс толқыны арқылы беттен өткізілеті энергия және дыбыстың таралуының перпендикулярлы бағытталған бір секундта өтетін толқындар. Дыбыстың жиілігі дыбыс қысымының амплитудасына байланысты. Дыбыстың жиілігінің өлшем бірлігі – ваттың шаршыметрге қатынасы ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ).

Дыбыс тербелістері дыбыс таралатын ортада жоғары немесе төмен қысымды аймақтардың пайда болуына ықпал етеді. Бұл өзгерістер адамның құлағына дыбыстық қысым тигізеді. Дыбыс таралатын дыбыссыз ортадағы қысымдар айырмасы дыбыс қысымы деп аталады. Дыбыс қысымының өлшем бірлігі – паскаль (Па). Адамның есту ағзаларымен нашар айырылатын минималды дыбыстық қысым мен минималды дыбыс жиілігі шекаралық деп аталады. Дыбыстың жиілігі 2000-5000 Гц болған кезде адамның есту ағзасына әсері ең жоғары болады.

Дыбыстың эталонды жиілігі 1000 Гц болып қабылданды. Бұл жиілікте есту жиілігінің шекарасы  $10^{-12} \text{ Вт}/\text{м}$ , ал сәйкесті дыбыс қысымы  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$ .

Дыбысты адамның қабылдауының жиілігінің жоғарғы шекарасы адамның дыбысты аурулық сезінуімен анықталады, ол  $0,1 - 1 \text{ Вт}/\text{м}^2$  – ге тең, бұл өз алдына төменгі шекаралық көрсеткіштен  $10^{13} - 10^{12}$  есе артық. Адам

дыбыстырды әртүрлі дыбыстық жиіліктерде қабылдайтындықтан ( $10^{-12} - 1$  Вт/м<sup>2</sup>), дыбыс жиілігінің немесе дыбыс қысымының абсолютті мәндері арқылы бағалау ыңғайсыз. Дыбыстың жиілігі мен дыбыс қысымын абсолютті мендер арқылы емес, ал шекаралық мәндерге салыстырмалы өлшеу қабылданған, логарифмдік түрде өрнектеліп белмен (Б) өлшенеді.

Дыбыстың жиілігінің деңгейі, Б немесе дБ, келесідей анықталады

$$L = 10 \lg(I/I_0); \quad L = 10 \cdot 10 \lg(I/I_0),$$

мұндағы,  $I_0$  – есту шекарасындағы дыбыстың жиілігі.

Дыбыстың жиілігі, Вт/м<sup>2</sup>, дыбыстық қысыммен байланысты, Па:

$$I = p \cdot v = p^2 / \rho \cdot C,$$

мұндағы,  $v$  – дыбыстық толқындағы бөшектердің тербелу жылдамдығы, м/с;  $\rho$  – ортаның тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>;  $C$  – дыбыстың таралу жылдамдығы, м/с.

Дыбыс жиілігі дыбыс қысымының квадратына пропорционалды болғандықтан, дыбыс қысымын келесі кейіптемелердет табамыз

$$L = 20 \cdot 10 \lg(p/p_0) \quad \text{және} \quad L = 20 \cdot 10 \lg(p/p_0),$$

мұндағы,  $p$  – ортаквадраттық дыбыс қысымы, Па;

$p_0$  – шекаралық ортаквадраттық дыбыс қысымы ( $2 \cdot 10^{-5}$ ), Па.

ЖЭС-тың шығыр цехында 2 дана К-210-130 типті шығырлар орнатылған. Сынаулардың мәліметтері бойынша ПТ-80 турбогенераторы октавты деңгейі  $L_{pa} = 104$  дБ болатын шуға себеп болады; ортагеометриялық жиілігі  $f = 250$  Гц. Шығырлық цехтың өлшемдері 45000 x 60000 x 12000.

Шығырлық цехтың көлемі

$$V = 45 \cdot 60 \cdot 12 = 48600 \text{ м}^3$$

Бағытталу факторы  $\Phi = 1$ . Жұмыс орнына дейінгі қашықтық  $r = 4,0$  м.

СНиП II-12-77 мәліметтерін ескерсек, жұмыс орнындағы дыбыс қысымының октавты деңгейін анықтауға болады.

Жобалық есептеуде СНиП II-12-77 арқылы, жұмыс орнындағы дыбыс қысымының октавты деңгейі:

$$L_A = L_{pa} + 10 \cdot \lg[1/\Omega \cdot r^2 + (4/m_n \cdot V^{2/3}) \cdot 10^{0,1 \cdot (\Delta_n + \Delta_0)}] = \\ = 104 + 10 \cdot \lg[1/3,14 \cdot 4,0^2 + (4/1 \cdot 48600^{2/3}) \cdot 10^{0,1 \cdot (1+1,5)}] = 88 \text{ дБ}$$

мұндағы, кеңістіктік бұрыш  $\Omega = \pi = 3,14$  рад;

жұмыс орнының түрін ескеретін еселеуіш, машзала үшін  $m_n = 1$ ;

машзаладың ғимаратының көлемі  $V = 48600 \text{ м}^3$ ;

Түзетулер:

- орынның көлеміне  $V > 1000 \text{ м}^3$ ,  $\Delta_0 = + 1,5$  дБ ;

- орынның тұрақтысына,  $\Delta_n = + 1,0$  дБ ;

Шығыр цехының өндірістік орнында рұқсат етілген дыбыс деңгейі

$f = 250$  Гц ,  $L_{доп} = 86$  дБ, яғни есептелген деңгей рұқсат етілгеннен жоғары.

Төмендетуге тиісті дыбыс қысымы  $\Delta L = 88 - 86 = 2$  дБ.

Шу деңгейі 88 дБ болатын орындарды қауіпсіздік делгілерімен көрсету керек. Шудың деңгейін төмендету үшін жұмыс орнында машинист-аралағыштарға дыбысоқшаулық кабиналарды орнату керек.

### 3.3 Шудан қорғану шаралары

Турбина цехындағы қондырғылар негізгі шу көзі болып табылады. Жоғарыда жүргізілген есептеулер бойынша рұқсат етілген мәннен асады. 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.

ЖЭС-та көптеген діріл қарқынды шу бар. Шу және діріл адамды шаршатады, жұмысқабілеттілігін және еңбек өнімділігін төмендетеді, ал ұзақ уақыт әсер еткенде организмнің ауруына әкеп соғады, сондықтан жұмыс орындарында шу мен дірілді төмендету ең маңызды мәселелердің бірі болып табылады.

Кесте 17 - Шығыр бөлімінде шудың шектік болымды деңгейі

Жабдықтар	Шуыл деңгейі, д Б.А
Өндіргіш, шығыр	79 – 117
Құрғату жинағышы	100 – 103
ҚТҚ	94 – 103
Түрлі сорғылар	85 – 99
Бу құбырлары, газ құбырлары	87 – 98

Адамға шуылдың зиянды әсерін ескерту үшін қайтар көзде шуылдың төмендеуі болып табылады.

Біріншіден айналатын бөліктердің орнықсыздығын, екіншіден технологиялық мүмкіндіктерді ескеріп су және газ ағындарының жылдамдығын, оған қоса дененің ауа қозғалымын төмендету қажет (қалақ шығыр, қалақша кескіні).

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.

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.

ЖЭС-ның қосымша және негізгі қондырғылары - шығырлар, қазандық қондырғылар, сорғылар, ұнтақтау құрылғысы және т.б. негізгі шу көздері болып табылады. Бұлар өндіріс орнының ішінде орналасқан. Шуға көбінесе қатыстылары: шығыр бөлмесі, қазандық цех, газтарататын пункт, сығымдағыштар, сорғылар, көмір ұнтақтағыштар және т.б. Өте шулы ғимараттардың бірі болып шығыр цехы болып табылады.

Дипломдық жобада акустикалық есептеуге сәйкес шуды төмендету шаралары қарастырылды.

### 3.4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бойынша тапсырма

Ғимаратта дыбыс қуаттарының деңгейлері бірдей бірнеше шу көздері жұмыс істейді. Шу көздері еденде орналасқан ( $\Phi=1$ ). Шу көздері еденнен 1,5 м биіктікте орналасқан есептеулік нүктесінен  $r$  арақашықтықта орнатылған.



Шағылған дыбыс аймағында орналасқан есептік нүктедегі персоналға әсер ететін дыбыстық қуаттың октавтық деңгейін анықтау керек.

Шу көздерінің (ШК) және есептеу нүктелерінің (ЕН) орналасу сызбасын келтіру. Берілген есептеуді дыбыстық қуаттың нормаланатын деңгейімен салыстыру. Деңгейі өсіп кеткен жағдайда дыбыстық қуаттың қажетті төмендеуін анықтау керек және персоналдың шу әсеріне қарсы қорғану шараларын ұсыну қажет.

**Берілгені:**

Жабдықтың түрі – шығыр;

Шу көздерінің саны – 5;

ШК-нен ЕН-ге дейінгі арақашықтық:  $r_1=3.5$  м;  
 $r_2=11,25$  м;  
 $r_3=20,25$  м;  
 $r_4=29,25$  м;  
 $r_5=38,25$  м;

Шығыр цехы: ұзындығы  $l=42$  м;  
 ені  $b=12$  м;  
 биіктігі  $h=9$  м;

Ғимараттың жалпы ауданы:  $V=l \cdot b \cdot h=42 \cdot 12 \cdot 9=4536$  м<sup>3</sup>;

Машина залында 5 бірдей типтегі қондырғысы орналасқан. Шу көздерінің дыбыстық қуат деңгейін кестеден аламыз.

Кесте 18 - Жылуэнергетикалық қондырғылардың дыбыс қысымдарының деңгейі

ЖЭС-тағы шу көзі	Октавты жолақтардың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Шығырлар	103	105	94	95	93	90	88	85

Жұмыс нүктесінен шу көзіне дейінгі ең аз арақашықтық  $r_1=3.5$  м , 5  $r_1=5 \cdot 3.5 =17,5$  м. Есепке алынған барлық шу көздерінен  $r_i < 5r_{\min} =17.5$  м, олай болса жалпы есепке алынатын шу көздері саны  $m=2$ .

$r_1=3.5$  м;  $r_2=11,25$  м; арақашықтықта орналасқан шу көздері ғана есепке алынады.

Жұмыстық нүктедегі дыбыс қысымының октавты деңгейі мына формуламен есептеледі:

$$L = 10 \lg \left( \sum \frac{\Delta_i \kappa_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\varphi}{B} \sum \Delta_i \right) \quad (3.1)$$

мұндағы:  $\Delta_i = 10^{0.1L_{pi}}$

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

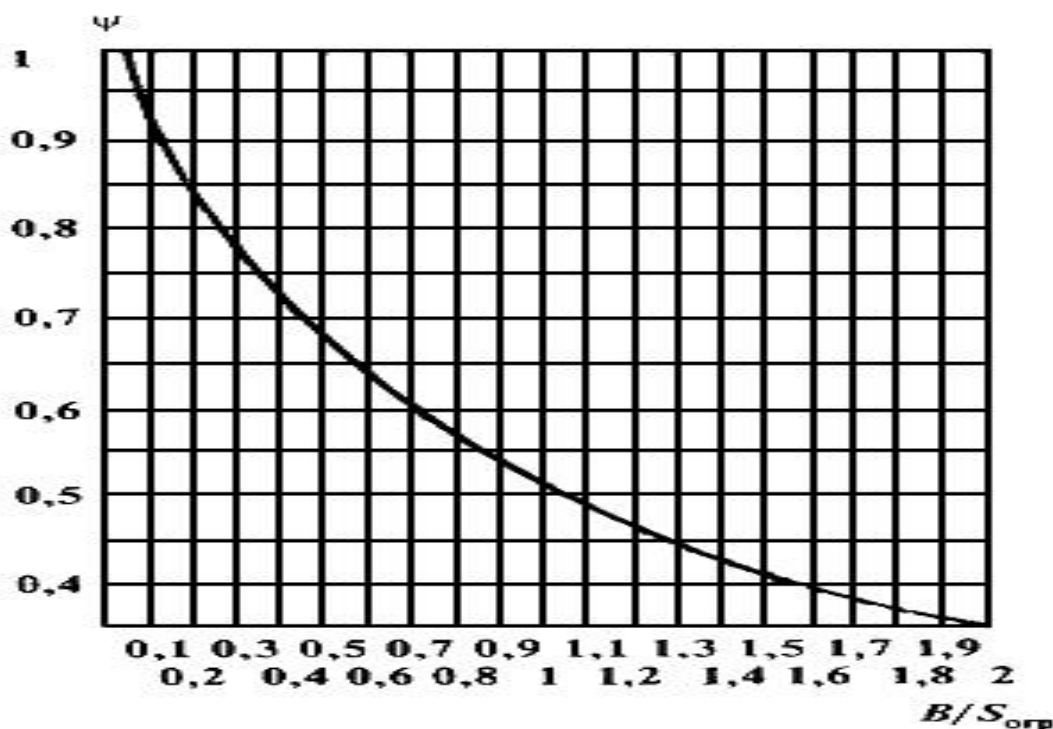
$m$  - жұмыс нүктесіне жақын орналасқан және шарт бойынша есепке алынатын шу көздерінің саны;

$B$  – тұрақты ғимарат ауданы, м<sup>2</sup>, келесі формуламен анықталады:

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

S – бөлме ауданы м<sup>2</sup>;

$\kappa_i$  - жақын орналасқан акустикалық өріске әсерін ескеретін коэффициент, 1-ге тең.



$$B/S_1 = \frac{113,4}{76,9} = 1,47 \rightarrow \psi = 0,42 \quad (3.2)$$

1) 63 Гц октавты жолақтардың жиілігінде 1-кесте бойынша дыбыс қысым деңгейі 103 дБ болып табылады.

$$2) \Delta = 10^{0,1L_p} = 10^{0,1 \cdot 103} = 1,9 \cdot 10^{10} \text{ дБ}$$

$$3) S_1 = 2\pi r_1^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,5^2 = 76,9 \text{ м}^2$$

$$4) S_2 = 2\pi r_2^2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 11,25^2 = 794 \text{ м}^2$$

$$5) \Delta_i \kappa \Phi = 1,9 \cdot 10^{10} \cdot 1 \cdot 1 = 1,9 \cdot 10^{10}$$

$$6) \frac{\Delta_i \kappa \Phi}{S_1} = \frac{1,9}{76,9} \cdot 10^{10} = 2,5 \cdot 10^8$$

$$7) \frac{\Delta_i \kappa \Phi}{S_2} = \frac{1,9}{794} \cdot 10^{10} = 2,4 \cdot 10^7$$

$$8) \frac{\Delta_i \kappa \Phi}{S_1} + \frac{\Delta_i \kappa \Phi}{S_2} = 2,5 \cdot 10^8 + 2,4 \cdot 10^7 = 2,7 \cdot 10^8$$

$$9) B_{1000} = 226,8 \text{ м}^2$$

$$10) \mu = 0,5$$

$$11) B = B_{1000}\mu = 226,8 \cdot 0,5 = 113,4 \text{ м}^2$$

- 12)  $\frac{4\varphi}{B} = \frac{4 \cdot 1}{113,4} = 0,035$
- 13)  $\sum 10^{0,1L_p} = 5 \cdot 10^{0,1L_p} = 5 \cdot 10^{0,1 \cdot 103} = 9,5 \cdot 10^{10}$  дБ
- 14)  $\sum 10^{0,1L_p} \cdot \frac{4\varphi}{B} = 0,035 \cdot 9,5 \cdot 10^{10} = 3,4 \cdot 10^9$
- 15)  $2,7 \cdot 10^8 + 3,4 \cdot 10^9 = 3,6 \cdot 10^9$
- 16)  $L_{\text{ж}} = 10 \lg \left( \sum \frac{\Delta_i \kappa_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\varphi}{B} \sum \Delta_i \right) = 10 \lg(3,6 \cdot 10^9) = 95$  дБ
- 17)  $L_{\text{кoc}} = 99$  дБ, 63 Гц октавты жолақтардың жиілігінде тұрақты
- 18)  $\Delta L_{\text{тр.ж}} = L_{\text{ж}} - L_{\text{кoc}} = 95 - 99 = -4$  дБ
- 19)  $R_{\text{тр}} = L_{\text{ж}} - 10 \cdot \lg B + 10 \cdot \lg S_i - L_{\text{кoc}} + 10 \cdot \lg N$   
 $N=2$ , шу өтетін жалпы құрылыс саны  
 $R_{\text{тр}} = 95 - 10 \cdot \lg 113,4 + 10 \cdot \lg 76,9 - 99 + 10 \cdot \lg 2 = -2,68$  дБ  
 $R_{\text{тр}} = 95 - 10 \cdot \lg 113,4 + 10 \cdot \lg 794 - 99 + 10 \cdot \lg 2 = 7,46$  дБ

Кесте 19 - Есептеулер нәтижесі

№	Шамалар	ӨБ	Октавты жолақтардың орташа геометриялық жиілігі, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	$L_p$	дБ	103	105	94	95	93	90	88	85
2	$\Delta = 10^{0,1L_p}$	дБ	$1,9 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^9$	$1,9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$6,3 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^8$
3	$S_1 = 2\pi r_1^2$	м <sup>2</sup>	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9
4	$S_2 = 2\pi r_2^2$	м <sup>2</sup>	794	794	794	794	794	794	794	794
5	$\Delta_i \kappa \Phi$	-	$1,9 \cdot 10^{10}$	$3,2 \cdot 10^{10}$	$2,5 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^9$	$1,9 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$6,3 \cdot 10^9$	$3,2 \cdot 10^7$
6	$\frac{\Delta_i \kappa \Phi}{S_1}$	-	$2,5 \cdot 10^8$	$4,2 \cdot 10^8$	$3,2 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^7$	$1,3 \cdot 10^7$	$8,2 \cdot 10^7$	$4,2 \cdot 10^5$
7	$\frac{\Delta_i \kappa \Phi}{S_2}$	-	$2,4 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^6$	$7,9 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^4$
8	6+7 пункттер қосындысы	-	$2,7 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^8$	$3,5 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^7$	$8,9 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^5$
9	$B_{1000}$ ( $V = 4536$ )	-					226,8			
10	$\mu$	-	0,5	0,5	0,55	0,7	1,0	1,6	30	6
11	$B = B_{1000} \mu$	-	113,4	113,4	124,74	158,76	226,8	362,9	680,4	1360,8
12	$\frac{4\varphi}{B}$	-	0,035	0,035	0,032	0,0252	0,0176	0,0119	0,0059	0,0029
13	$\sum 10^{0,1L_p} = 5 \cdot 10^{0,1L_p}$	-	$9,5 \cdot 10^{10}$	$16 \cdot 10^{10}$	$12,5 \cdot 10^9$	$16 \cdot 10^9$	$9,5 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^9$	$31,5 \cdot 10^9$	$16 \cdot 10^7$

14	12·13пункте көбейтіндісі	-	$3,4 \cdot 10^9$	$5,6 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^9$	$4,03 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^8$	$5,5 \cdot 10^7$	$1,9 \cdot 10^8$	$4,6 \cdot 10^5$
15	8+14 пункттер қосындысы	-	$3,6 \cdot 10^9$	$6,0 \cdot 10^9$	$7,5 \cdot 10^8$	$4,4 \cdot 10^8$	$1,9 \cdot 10^8$	$6,9 \cdot 10^7$	$2,7 \cdot 10^8$	$9,2 \cdot 10^5$
16	$L_{ж} = 10lg$ (15пункт)	дБ	95	97,8	88,7	86,5	82,9	78,3	84,4	59,6
17	$L_{кос}$	дБ	99	92	86	83	80	78	76	74
18	$\Delta L_{тр..ж}$	дБ	-4	5,8	2,7	3,5	2,9	0,3	8,4	-14,4

Қорытындылай келгенде «Электростанция және жылу торабындағы жылу механикалық жабдықтарды қолдану көзіндегі қауіпсіздік тәсілі ережелерінде» барлық қызметкерлер арнаулы киіммен, арнаулы аяқ киімімен, құралдармен және орындалатын жұмыс сипаттамасымен сәйкес келетін қорғандың жеке құралдарымен жабдықталуы тиіс және жұмыс уақытында оларды қолдануы тиіс. Әрекет етуші энергетикалық жабдықпен бөлмеде бір болғанда қызметші қорғау каскаларын кімейуі тиіс. Электрстанциясының негізгі цехтарының жабдықтарына қызмет көрсететін және арнайы жұмысты орындауға жіберілген адамдардың білімін тексеру куәлігінде сол туралы жазылған болуы тиіс.

Жабдықтарды қауіпсіздің қолданудың ұйым қағидалары еңбекті қорғаудың нормативтік-техникалық документациясы талаптарына орналастырылады. Осының негізінде қызмет көрсетушінің арасындағы оперативті байланыс сұлбесін, негізгі өндірістің технологиялық сұлбесін, негізгі өндірістің технологиялық жүйесімен байланысты оның қағидалы сұлбесін, жабдықтың қысқа суреттемесін құрайтын пайдалану нұсқауын құрастырады. Жабдықтың қызметіне және жөндеуіне жасы 18-ге жеткен шамадағы адамдар жіберіледі.

Жабдықтың барлық ыстық бөліктері құбырлар, күбілер және басқа жұғысып кеткенде күйік тудыратын бөлшектер беткейінде жылулық оқшауламалары болуы тиіс. Оқшауламаның бетіндегі температура, қоршаған ауа температурасы  $25^{\circ}\text{C}$  болғанда,  $45^{\circ}\text{C}$ -ден аспауы керек.

## 4 Экономикалық бөлім

### 4.1 Дипломдық жобаның өзектілігі

Дипломдық жобаның өзектілігі Қазақстанның 2020 жылғы энергетикалық стратегиясының мақсаттары мен шешу жолдарына сүйенген. Электр энергиясының дамуы халық шаруашылығындағы енді өсіп келе жатқан экономикалық өсімді барлық энергетикалық ресурстармен қамдау керек.

Бугазды ЖЭС-ты салу тиімділігін дәлелдеудегі техникалық-экономикалық есептерді шығарғанда, ЖЭС шығындары, амортизация, электр және жылу энергиясының өзіндік құны және станцияның өтелу мерзімі анықталады.

### 4.2 ЖЭС-тен электр және жылу энергиясын жіберудің өзіндік құнын анықтау

#### 4.2.1 ЖЭС-тың бір жылдық энергия жіберілімін анықтау

Дипломдық жобада 420 МВт жобаланатын станциядағы электр энергиясының өзіндік құны есептелді. Негізгі қондырғы ретінде К-210-130 типті конденсаттық құбыры қабылданады.

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберілімі келесі формулалармен анықталады:

$$\mathcal{E}_ж = \mathcal{E}_в \cdot (1-0,036) = 4865 \cdot 0,964 = 4689,86 \text{ млн кВт}\cdot\text{сағ} \quad (1)$$

$$Q_ж = Q_в \cdot (1-0,01) = 3645 \cdot 0,99 = 3430,35 \text{ мың Гкал} \quad (2)$$

мұндағы,  $\mathcal{E}_{от}$  - электр энергиясының бір жылдық жіберілімі,

$$\mathcal{E}_в = 4865 \text{ млн. кВт}\cdot\text{сағ};$$

$Q_ж$  – жылу энергиясының бір жылдық жіберілімі, 3465 мың Гкал.

0,036 – электр энергиясының өзіндік мұқтаждықтар шығыны

0,01 – жылу энергиясының өзіндік мұқтаждықтар шығыны

#### 4.2.2 Отын шығынын есептеу

Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін отынның жылдық шығыны:

$$B_э = \mathcal{E}_ж \cdot b_э = 4689,86 \cdot 154 = 722,24 \text{ мың. т.у.т} \quad (4.1)$$

$$B_O = Q_{Ж} \cdot b_T = 3430,35 \cdot 170 = 583,16 \text{ мың. т.у.т.} \quad (4.2)$$

мұндағы,  $b_{\text{Э}}$  - бір кВт·сағ өндіруге кететін отынның шартты шығыны, жоба мәліметтері бойынша

$$b_{\text{Э}} = 154 \text{ г.ш.о./кВт·сағ};$$

$b_T$  - бір Гкал жылу энергиясын өндіруге кететін отынның шартты шығыны, жоба мәліметтері бойынша оның мәні 170 кг.ш.у.о/Гкал тең.

ЖЭС шартты отынының шығыны:

$$B_{\text{Ш}} = B_{\text{Э}} + B_O = 722,24 + 583,16 = 1305,4 \text{ мың. т.о.т.} \quad (4.3)$$

Табиғи отын шығыны:

$$B_{\text{ТАБ}} = B_{\text{Ш}} \cdot K = 1305,4 \cdot 870 = 1135698 \text{ мың м}^3$$

мұндағы,  $K$  - шартты отынды табиғи отынға аудару коэффициенті,  $K=870$ .

Отынға кететін қосынды шығын:

$$B_O = B_{\text{ТАБ}} \cdot T_{\text{таб.газ}} = 1135698 \cdot 17 = 19306,86 \text{ млн. теңге} \quad (4.4)$$

мұндағы,  $T_{\text{таб.газ}}$  - табиғи газдың бағасы,  $T_{\text{таб.газ}} = 17 \text{ теңге/м}^3$

### 3.2.1. Отынды қолдану ПӘК есептеу

1 кВт·сағ электр энергиясын өндіру үшін 123 г.ш.о керек, ал 1 Гкал жылу энергиясына 143 кг ш.о керек, ол қондырғылар ПӘК-і 1 ге тең кезінде алынады. Өзіндік қажеттіліктерге электр және жылу энергиясының шығынын ескергендегі пайдалы әсер коэффициенті:

$$ПӘК_{\text{Э}} = (123/b_{\text{Э}}) \cdot 100\% = (123/154) \cdot 100\% = 79,8\% \quad (4.5)$$

$$ПӘК_T = (143/b_T) \cdot 100\% = (143/170) \cdot 100\% = 84,1\% \quad (4.6)$$

Станцияның отынды пайдалану коэффициенті:

$$\begin{aligned} ПӘК &= (0,86 \cdot Э_{\text{ОТ}} + Q_{\text{ОТ}}) / (7 \cdot B_{\text{У}}) = \\ &= (0,86 \cdot 4689,86 + 3430,35) / (7 \cdot 1305,4) = 81,7\% \end{aligned} \quad (4.7)$$

мұндағы, 0,86 – электр энергиясын жылуға ауыстыру коэффициенті;  
7 – шартты отынның жылуөткізгіштік қабілеттігі, 7000 ккал/кг;

#### 4.2.3 Суға кететін шығынды есептеу

Кеңейтілген есептер үшін сумен қамдауға кететін шығындарды келесідей есептеуге болады:

$$I_C = \mathcal{E}_C \cdot 1,5 = 4865 \cdot 1,5 = 7297,5 \text{ млн. теңге} \quad (4.8)$$

мұндағы, 1,5 – сумен қамдауға кететін шығын, теңге/кВт/сағ;

#### 4.2.4 Еңбекақы шығындарын есептеу

Станция қызметкерлерінің саны келесі формуламен анықталады:

$$K_C = K_{III} \cdot N_K = K_{III} \cdot (\mathcal{E}_C / T_K) = 1,2 \cdot (4865 / 5445) = 1071 \text{ адам} \quad (4.9)$$

мұндағы,  $K_{III}$  – штаттық коэффициент, адам/МВт,  $K_{III} = 1,2$  ;

$N_U$  – станцияның келтірілген электр қуаты;

$T_M$  – келтірілген электр қуатын тұтыну уақыты, 5445 сағат

Станция бойынша еңбекақының келтірілген есептері үшін келесі формуланы қолданады:

$$I_{EA} = (I_{HJT} + I_{KJT} + I_{EYU}) \cdot K_C = (1000 + 150 + 247,25) \cdot 1071 = 1496,45 \text{ млн. теңге} \quad (4.10)$$

мұндағы,  $I_{HJT}$  – негізгі жалақы төлемі, 100000 тг шамасында алынады.

$I_{KJT}$  – қосымша жалақы төлемі, оның құрамына жұмыс уақытына қатысты емес төлемдердің 15% кіреді.

$I_{EYU}$  – еңбекақының үстеме шығыны, құрамына әлеуметтік салық пен зейнетақы қорына шығындар кіреді, жалпы соманың 21,5 % құрайды.

#### 4.2.5 Амортизациялық аударымдарды есептеу

ЖЭС капиталдық қаржылар келесі формуламен анықталады:

$$K_{KK} = K_C \cdot N_K = 2300 \cdot 892,5 \cdot 185 = 379758,75 \text{ млн. теңге} \quad (4.11)$$

мұндағы,  $K_{уд}$  - 2300 \$/кВт мөлшерінде қабылданатын салыстырмалы капиталдық салымдар;

Амортизациялық аударымдардың көлемі, млн теңге:

$$I_{AA} = K_{КК} \cdot 0,06 = 379758,75 \cdot 0,06 = 22785,53 \text{ млн. теңге} \quad (4.12)$$

мұндағы, 0,06 – амортизациялық аударымдардың орташа нормасы.

#### 4.2.6 Жөндеу жұмыстарын жүргізуге кеткен шығындарды есептеу

Бұл шығындар құрамына, өндірістік қондырғының жөндеу жұмыстарын жүргізуден басқа техникалық тексеріс пен жұмыстық қалыптағы қондырғыны тексері кіреді, және де амортизациялық аударымдардың 15% құрайды.

$$I_{ЖӨН} = 0,15 \cdot I_{АО} = 0,15 \cdot 22785,53 = 3417,83 \text{ млн. теңге} \quad (4.13)$$

#### 4.2.7 ЖЭС қалдықтарына шығынды есептеу

Зиянды заттардың шығындарын есептеу жанатын отын (көмір, газ, мазут) мен оның құрамына, және зиянды заттарды ұстау (электросүзгі, эмульгатор) әдісіне қатысты шығындар көлеміне тәуелді. Біздің жағдайда, 1000 м<sup>3</sup> үшін 60 теңге көлемінде алған дұрыс:

$$I_{ҚАЛДЫҚ} = 60 \cdot V_{Н} = 60 \cdot 1135698 = 68,14 \text{ млн. теңге} \quad (4.14)$$

#### 4.2.8 Жалпы станциялық шығындарды есептеу

Бұл бөлімде административті-басқару (еңбекақы, канцелярия, іссапар), жалпыөндірістік (құрама, амортизация, жалпыстанциялық заттардың жөндеу жұмыстары, тәжірибелер, зерттеулер, оңтайландыру және еңбекті қорғау), нысаналық шығындарға аударымдар (техникалық пропаганда, кәсіпорындарды қамтамасыздандыру), цехтерге қызмет етіп басқару (цехті басқару еңбекақысы, амортизация, жөндеу жұмыстарының шығындары) қарастырылады. Есепті келесі формуламен жүргізеді:

$$I_{ЖАЛПЫ} = (I_{AA} + I_{AA}) + I_{ЖӨН} \cdot 0,25 = (22785,53 + 1496,45 + 3417,83) \cdot 0,25 = 6924,95 \text{ млн. теңге} \quad (4.15)$$

#### 4.2.9 Энергия жіберілімінің өзіндік құнын есептеу



Егер де ГЭС пен КЭС-те энергияның тек бір түрі – электрлік, өндірілетін болса, және барлық шығындар соған қатысты болса, онда ЖЭО-да электр және жылу энергиялары өндіріледі. Бұл жағдайда станцияның жалпы шығындарын жылу және электр энергиясының жалпы шығындарына тіркеу керек, себебі бұдан жылу және электр энергиясының өндірілуі тәуелді, сәйкесінше ЖЭС-тың экономикалық тиімділігі де тәуелді болады.

ЖЭС-те жылу және электр энергияларының шығынын тіркеудің бірнеше әдістері бар. Осы дипломдық жобаны орныдау барысында электр және жылу энергиясын шығындарды тіркеу коэффициентінің көмегімен физикалық әдіс негізінде анықтаймыз:

$$K_T = B_{\text{Э}} / B_K = 722,24 / 1305,4 = 0,55 \quad (4.16)$$

яғни шығындардың 55 % электр энергиясын өндіруге кетеді, 45 % жылу энергиясына.

Жіберілетін энергияның түріне байланысты шығындар 1 кестеде жазылған.

Кесте 21 - Өтелу мерзімі

Жыл	Қаржы ағыны, CF	R10	PV10	NPV
0	-56365,05	1	-56365,05	-56365,05
1	9816,12	0,91	8923,75	-47441,3
2	9816,12	0,83	8112,5	-39328,81
3	9816,12	0,75	7375	-31953,81
4	9816,12	0,68	6704,54	-25249,27
5	9816,12	0,62	6095,04	-19154,23
6	9816,12	0,56	5540,94	-13613,29
7	9816,12	0,51	5037,22	-8576,07
8	9816,12	0,47	4579,29	-3996,77
9	9816,12	0,42	4162,99	166,22

ПГУ-450 бугазды қондырғылары бар 900 МВт ЖЭС жобасына қаржылық салымдар пайдаланудың 9 жылы өтеледі, тек электр энергиясының тарифы 8,63 теңге/кВт/сағ, ал отын бағасы 17 теңге/м<sup>3</sup> көлемінде болу керек.

#### 4.3 IRR пайдасының ішкі нормасын есептеу

Пайданың ішкі нормасы инвестициялау мақсатындағы өнімдердің өтелу деңгейін көрсетеді. Ол NPV=0 кезіндегі  $r$  шамасы. Бұл теңдеудің формуласы:

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

$NPV = 0$  болған кездегі IRR фирма құнын өсірмейді, және түсірмейді де. Бұл дисконт коэффициенті инвестицияны жарамды және жарамсыз деп бөледі.

Кесте 22 – Пайданың ішкі нормасын есептеу

Жыл	Қаржы ағыны, CF	R10	PV10	R15	PV15	NPV10	NPV15
0	-56365,05	1	-56365,05	1	-56365,05	-56365,05	-56365,05
1	9816,12	0,91	8923,75	0,87	8535,76	-47441,3	-47829,29
2	9816,12	0,83	8112,5	0,76	7422,4	-39328,81	-40406,9
3	9816,12	0,75	7375	0,66	6454,26	-31953,81	-33952,64
4	9816,12	0,68	6704,54	0,57	5612,4	-25249,27	-28340,24
5	9816,12	0,62	6095,04	0,50	4880,35	-19154,23	-23459,89
6	9816,12	0,56	5540,94	0,43	4243,78	-13613,29	-19216,11
7	9816,12	0,51	5037,22	0,38	3690,24	-8576,07	-15525,87
8	9816,12	0,47	4579,29	0,33	3208,91	-3996,77	-12316,96
9	9816,12	0,42	4162,99	0,28	2790,35	166,22	-9526,61

IRR көлемі келесі формуламен анықталады:

$$IRR = r + (NPV_{r1} / r2 - r1) = 10 + (166,22 / (166,22 - (-9526,61)) \cdot (15 - 10) = 10,09\%$$

IRR жоба бойынша тәуекел деңгейінің индикаторы болып табылады - IRR фирма арқылы қабылданған коэффициенттен асатын болса, онда жобаның беріктілік қоры да үлкен және болашақ қаржы түсімдерінің қателіктері аз.

#### 4.4 PP инвестицияларының өтелу есебі

Бұл әдісте біріншілік қаржылардың бағасының өтелу мерзімін анықтайды:

$$PP = I_0 / CF = 56365,05 / 9816,12 = 5,75 \text{ жыл немесе } 5 \text{ жыл және } 9 \text{ ай}$$

Қорытындай келгенде осы жобаны орындау барысында жылу энергиясының (8041,09 теңге/Гкал) және электр (7,19 теңге/кВт/сағ) жіберудің өзіндік құнының есебі жүргізілді, жобаның өтелу мерзімі: NPV әдісі бойынша – 9 жыл, PP әдісі бойынша инвестициялардың өтелуі 5 жыл 9 айдан кейін болады.

IRR жобаның беріктілік қоры 10,09 % құрайды, бұл төменгі көрсеткіш болып табылады және болашақ ақша түсімдерін есептегенде өте аз қателік

кетеді деген мағынаны береді. Сонымен қоса, жобаның орындалу мақсаты ешқандай күмән келтірмейді.

### Қорытынды

Дипломдық жобада Атырау қаласын энергиямен қамдау үшін жылу станциясын жобалау қарастырылды. ТГМЕ-206 бу қазаны (ҚА) Таганрог қазан зауытында жасалған, тығызгазды, қысым көтерумен және буды аралық қыздырумен жұмыс істейді. ТГМЕ-206 қазанымен бірге блокта ТГВ-200-МУЗ (ЭБ-1) және ТГВ-200-2МУЗ (ЭБ-2) генераторлары жұмыс істейді. ТГ-1 активті қуаты 200 МВт, ТГ-2 – 210 МВт. ҚА қоректік сумен қамдау ПЭ-580-210 (ЭБ-1,2) қоректік электр сорғысымен орындалады. Турбинаның конденсациялық қондырғысы конденсаторлық топтан, ауажойғыш қондырғыдан, қосушы эжекторлардан, конденсаторға салқын су беруші жүйелерден тұрады. ЭБ-1,2 турбиналық қондырғыда КСВ-500-85 типті 1 деңгейлі, өндірулігі 500 м<sup>3</sup>/сағ, күші 85 м.су.бағ, АОВ-104-6мп айнымалы токпен жұмыс істейтін, 200 кВт, 380 В кернеуде және айналу жиілігі 985 айн/мин болатын екі конденсаттық сорғысынан тұрады. Жану өнімдерінің көлемдері мен энтальпия есептері жүргізілді, ТГМЕ-206 қазандық агрегатының жылулық есебі, пайдалы әрекет коэффициенті мен қазан агрегатының отын шығыны анықталды. Экономикалық есептеулер құрамына технологиялық және экономикалық көрсеткіштер кіретін талдаулар нәтижесінде жасалды. Дипломдық жұмыста анықталған негізгі экономикалық көрсеткіш болып жіберілген жылудың өзіндік құны саналады. Оны анықтау барысында құрылыс бағасы, қазандықтар штаты, жылдық пайдалану шығындары анықталды. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қазан агрегаттарында пайдаланылатын отынның жану өнімдерінің атмосфераны ластау мәселелері қарастырылды.

### Пайдаланылган әдебиеттер тізімі

- 1 Охрана окружающей среды на ТЭС и ЭС., В.В.Жабо, М., Энергоатомиздат, 1992г.
- 2 Экономика организация и планирование энергопроизводства. М., Энергия 1982г.
- 3 Организация планирование управление энергетическим предприятием. Прузнер С.Л., Златопольский А.Н., Журавлев В.Г., М., Высшая школа Ю 1981г.
- 4 Компоновка и тепловой расчет парового котла., Ю.М.Липов и др. М., Энергоатомиздат 1988г.
- 5 Термодинамические свойства воды и водяного пара. Ривкин, Александров А.А., Энергия 1975г.
- 6 Тепловые электрические станции. Дипломное проектирование. А.М.Леонов, Б.В.Яковлев, В.Ш. 1978г.
- 7 Тепловые электрические станции. В.Я.Рыжкин, М., Энергоатомиздат 1987г.
- 8 Нормы технологического проектирования электрических станций и тепловых сетей.
- 9 Тепловые электрические станции. В.Я.Гиршфельд, М., Энергоатомиздат 1989г.
- 10 Тепловые и атомные электрические станции, Справочник, Под ред. Григорьева, Зорина, М., Энергоатомиздат 1981г.
- 11 Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. М., 1991г.
- 12 Промышленные тепломассообменные процессы и установки, Под ред. А.М.Бакластова, М., Энергоатомиздат, 1986г.
- 13 Котлы-утилизаторы и энергетические агрегаты, Под ред., Л.Н. Сдельковского, М., Энергоатомиздат 1992г.
- 14 Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок электрических станций, Г.П.Плетнев, М., Энергия 1981г.
- 15 Экономика предприятий энергокомплекса., Беклешов В.К., 1991г.