

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жолу энергетикалық қондырғылар
кафедрасы
«БЕКІТЕМІН»
ЖЭЖТИ директоры
Бахтияр П.М. т.ғ.к. доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
« » 20 ж.
(колы)

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
Қидышев А.А. профессор, к.т.н.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)
« » 20 ж.
(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Алматы қаласының ЖЭО-1 тұрғыналық цехпен ұштайту
нағыздар

БВ 071700 - жолу энергетика мамандығы бойынша
Орындаған Төрекүл Бекмурза ПЭСк-15-1
(аты - жөні) (тобы)
Жетекші Бахтияр Б.Т. к.т.н., доцент
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

ата орындаушы Сатиева Н.С.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
Н.С. « 06 » 06 2019 ж.
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

доц. Б.А.К. Мусаев А.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
А.К. « 30 » 05 2019 ж.
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

ата орындаушы Бабенкова В.О.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
В.О. « 12 » 06 2019 ж.
(колы)

Пікір жазушы :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
« » 20 ж.
(колы)

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жолу энергетика және жолу техника институты
53071700 - жолу энергетика мамандығы
Жолу энергетикалық қондырғылар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Төрешүл Бекмурза
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Алматы қаласының М70-1 турбиналық
цехінің ұлғайту жолдары
ректордың « » № бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

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

Дипломда Алматы қаласының М70-1 турбиналық цехінің жобасына қарастырылған. Мұндағы басты мақсат М70-диге қондырғылар және әрі ТЭЖі жолына қондырғыларда ауыстыру жолдарын жобалау. Мұндағы бұл турбиналар ескіргендіктен оларды заманауи бұ-ғалда турбиналар ауыстыру қарастырылды. Ресейде жабдыр ретінде М701Г4 "Mitsubishi Heavy Industries" жетілдірілген газ турбиналық қондырғы таңдалды. Дипломға станцияның жалпы тиімділігінің арттыру жоспарланды.

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

- Жобалау кезінде келесі бөлімдер қарастырылды:
- М70-тің жалпы сипаттамасы;
 - Жобалаудан кейін қойылатын қондырғылар;
 - М701Г4 газ турбинасы;
 - Ұзақ уақыттық утилизатор;
 - құбырлардың техникалық есебі;
 - Әлеуметтік тиімділік қорытындысы бөлімі;
 - Экономикалық бөлім.

ДИПЛОМ ЖОБАСЫН ДАЙЫНДАУ

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Кіріспе бөлімі	11.01 - 14.01.19 ж	
2.	М 90-дан негізгі табылған тап- мен қондырғылар	21.01 - 07.02.19 ж	
3.	ПТ-60-9018 бұ турбинасының негізгі көрсеткіштері	8.02 - 20.02.19 ж	
4.	Газ турбинасының классификация- сы М701Г4 газ турбинасы	22.02 - 07.03.19 ж	
5.	Газ турбинасының жаңа есепі	11.03 - 15.03.19 ж	
6.	Қазан утилизатор және салма- далыштар тайпа таллау мәліметі	18.03 - 09.04.19 ж	
7.	Қуырлардың техникалық есебі	10.04 - 20.04.19 ж	
8.	Өндірістік жұмыс жағдайларын талдау	25.04 - 30.04.19 ж	
9.	Амортизациялық аударымдардың есептеуі	15.05 - 30.05.19 ж	
10.	Жұмысқа қорытындылау	07.06.19 ж	

Тапсырманың берілген уақыты « 11 » 01 2019 ж.

Кафедра меңгерушісі

Қыбаршиқ А.А. профессор

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі

Бақтыяр Б.Т. т.ғ.к. доцент

(қолы)

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент

Т.М.

Төрешұлы Бекмурза

(қолы)

(аты-жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста Алматы қаласының ЖЭО-1 турбиналық цехын ұлғайту жолдарын жобалау мәселесі қарастырылды.

Жұмыс кезінде негізгі және қосалқы жабдықтарды таңдау және есептеу жүргізілді: қазандық-утилизатор, бу-газ турбинасы және тағы басқа да қосалқы құрылғылар. Жобаның басты міндеті станцияның тиімділігін арттыру болып табылады. Ол үшін энергетикалық ресурсын қолданып болған ПТ-60-90/18 турбинасының орнына, жаңа әрі инновациялық газ турбиналық қондырғы «M704F4» қою есебі орындалды.

Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша жасанды жарықтандыру есебі жүзгізілді.

Экономикалық бөлімде техника – экономикалық көрсеткіштері және жобаның өтелу мерзімі анықталды.

Аннотация

В дипломной работе рассмотрены вопросы проектирования методов расширения турбинного цеха ТЭЦ-1 города Алматы.

В работе произведен выбор и расчет основного и вспомогательного оборудования станции до и после проектирования: котел-утилизатор, газовая турбина и другие вспомогательные устройства. Главной задачей проекта является увеличение общей КПД станции. Для этого выполнен расчет по замене старой, отработавшей свой энергетический ресурс турбины ПТ-60-90/18 на более новую и инновационную газовую турбину «M704F4».

По разделу безопасности жизнедеятельности произведен расчет искусственного освещения.

В экономической части определены технико-экономические показатели и сроки окупаемости проекта.

Annotation

The thesis deals with the design of methods for the expansion of the turbine department of CHP-1 in Almaty.

In the work, the main and auxiliary equipment of the station was selected and calculated before and after the design: a waste heat boiler, a gas turbine and other auxiliary devices. The main objective of the project is to increase the overall efficiency of the station. To this end, the calculation was made on replacing the old PT-60-90 / 18 turbine, which has developed its energy resource, with a newer and more innovative gas turbine “M704F4”.

According to the section of life safety the calculation of artificial lighting.

In the economic part of the technical and economic indicators and payback period of the project.

Мазмұны

Кіріспе	7
1 Кәсіпорын жайлы жалпы мәлімет	8
2 Қазіргі бу турбиналарының жіктелуі	8
2.1 Бу турбиналарын өнеркәсіпте пайдалану бойынша жіктеу	9
2.2 Сатылар саны бойынша БТ жіктеу	10
2.3 Бу ағынының бағыты бойынша БТ жіктеу	10
2.4 Корпус (цилиндрлер) саны бойынша БТ жіктеу	10
2.5 Бу бөлу принципі бойынша БТ жіктеу	11
2.6 Бу әрекетінің принципі бойынша БТ жіктеу	11
3 ЖЭО-1 турбоқондырғының қысқаша сипаттамасы және сипаттамалары	14
4 Жобалау негіздемесі	17
4.1 ГТҚ сипаттамасы және оның техникалық сипаттамасы	17
4.2 БГҚ бу бөлігінің сұлбасын және оның параметрлерін таңдау	21
5 Жылу сұлбасын есептеу. Сыртқы ауаның есептік температурасын таңдау	22
5.1 Жылу сұлбасын есептеу	23
5.2 Қыздырудың жекелеген беттерінің жылу қуатын және олардың арасындағы газ температурасын анықтау	30
6 Қазан-утилизатор есебі	37
6.1 Қазан утилизатордың құрылымдық есебі	37
7 БГҚ-ның жылу үнемділігінің көрсеткіштерін анықтау	43
8 Құбырларды техникалық есептеу	45
8.1 Құбырларды гидравликалық есептеу	45
8.2 Құбырларды механикалық (беріктік) есептеу	47
8.3 Құбырларды оқшаулауды есептеу	50
9 Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімі	54
9.1 Еңбек жағдайларын талдау	54
9.2 Жасанды жарықтандыруға есептеу	56
10 Экономикалық бөлім	65
Қорытынды	73
Әдебиеттер тізімі	74

					ДЖ.5В071700.КО.ТЖ			
Өзік	Бет	Құжат №	Қолтаңба	Күні				
Орындаған	Төреқұл Б.				Мазмұны	Әдебиет	Бет	Беттер
Жетекші	Бахтияр Б.						6	
Реценз.	Халелов А.					АУЭС, каф.ТЭУ		
М.бақыл	Байбекова В.							
Бекітуші	Кибарин А.							

Кіріспе

Қазақстанның электр станцияларында орнатылған жабдық өткен ғасырдың 60-70 жылдарындағы энергия машинақұрылысындағы білім деңгейіне сәйкес жобаланған, дайындалған және ұзақ уақыт жұмыс істеу мерзіміне ие.

Жылу энергетикалық жабдық жұмысының тиімділігін арттыру әрқашан энергетикалық ғылымды дамытудағы басым бағыт болып табылады.

Қазіргі заманғы ғылыми-техникалық әзірлемелердің, жаңа материалдар мен технологиялардың пайда болуы энергетикада өз көрінісін табуға тиіс. Сондай-ақ, үлкен көлемде және үлкен жылдамдықпен энергетикалық есептер үшін модельдеуге, жобалауға және әртүрлі есептеулерді жүргізуге мүмкіндік беретін қазіргі заманғы қуатты компьютерлердің мүмкіндіктерін ескеру қажет.

Біздің елімізде Энергетиканы дамытудағы сәтсіздік XX ғасырдың 90-шы жылдарынан бастап әлі күнге дейін өзі туралы білуге мүмкіндік береді, бұл көптеген өңірлерде энергияны тұтынудың төмендігінен көрінеді.

Ескі жабдықтың тозуына байланысты істен шығуы және жаңа энергетикалық қуаттарды іс жүзінде іске қосу - осының барлығы қолданыстағы станциялардың жұмысына барынша байыпты кірісуге мәжбүр етеді.

Соңғы жылдары белгіленген экономикалық өсу кезінде энергетикалық қуаттардың тапшылығы туындауы мүмкін. Жаңа станциялардың құрылысы үлкен күрделі салымдарды талап етеді, бұл ретте көптеген станцияларда жылу электр орталығының жұмысын оңтайландыру кезінде анықтау мүмкін болатын ішкі энергетикалық резервтер бар. Бұдан басқа, ЖЭО жұмысын оңтайландыру бойынша міндеттерді шешу станциялардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін арттыруға мүмкіндік береді, бұл энергетикалық саланы қайта құрылымдау жағдайында олардың энергетикалық нарықта бәсекеге қабілеттілігін арттыруға әкеледі.

Негізгі құралдардың жұмысын оңтайландыру және Алматы ЖЭО-1 қолда бар қуатын ұлғайту үшін ПТ-60-90\13 бу турбинысын ауыстыру бойынша іс-шаралар өткізу жоспарлануда.

Бұл дипломдық жұмыста станцияның жалпы қуатын арттыру үшін жаңа бу газды турбоқондырғы мен қазан утилизатор орнату мүмкіндігі қарастырылады. Сонымен қатар, турбоагрегаттардың жылулық есептері, сонымен қатар, кестедегі дипломдық жұмыстың қорытындыларында турбоагрегатың бірінің артықшылығын көруге болады.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

1 Кәсіпорын туралы жалпы мәліметтер.

Алматы ОЭС (қазір ЖЭО-1 АлЭС) жобалау және құрылысы 1931 жылы басталды. Бірінші агрегаттың 1935 жылдың 25 қазанында өнеркәсіптік жүктемеге қойылды.

1935 жылы 1,8 млн. кВт * сағ электр энергиясы өндірілді. Бүгінгі күн үшін – бұл станция жұмысының тәулік ішіндегі электр энергиясын өндіру, алайда Алматы үшін қыркыншы жылдардың ортасы үшін турбинаны іске қосу үлкен мерекеге айналды.

1940 жылға үш қазандық және үш турбина орнатылды. Жалпы қуаты 10,5 МВт. 1946 жылға дейін тағы екі турбина және бір қазандық іске қосылды. Бұл жерде электр станциясы құрылысының бірінші кезегі аяқталды.

Екінші кезекте 1953-55 жж. қуаты 6,3 МВт № 6 ст. екі қазандық пен турбина құрастырылып, іске қосылды.

Кеңейтудің үшінші және төртінші кезегі жылу тұтынуында электр энергиясын өндіру мәселесін шешеді. 1957 жылы орташа қысымдағы қазандық және АТ-12 жылуландыру турбиасы, қуаты 12 МВт. 1960-61 жылдары БКЗ-160-100 жоғары қысымды екі қазандық және өнеркәсіптік тұтынушыларға бу беретін турбина және Р-25-90/18 турбиасының су жылытқышына орнатылды және жұмысқа қосылды. 1960 жылы Алматы ОЭС Алматы ЖЭО болып өзгертілді. Алматы ЖЭО-дан алғаш рет жылу 1961 жылдың 4 тоқсанында жіберілді. Монтаждау 1966-67 жж. екі су жылытатын қазандықты Алматы ЖЭО кеңейтудің төртінші кезегін бітірді.

Станцияны кеңейтудің бесінші кезегі Алматы қаласын дамытудың бас жоспарын ескере отырып жобаланған.

ЖЭО-да 1969 жылдан 1972 жылға дейін. суды жылыту және оны өнеркәсіптік тұтынушыларға жіберу үшін буды іріктейтін екі турбина орнатылған. БКЗ-160-100 төрт қазандығы және ПТВМ-100 екі су жылытатын қазандығы 100 Гкал/сағ. 1976-79жж. тағы үш су жылытатын қазан іске қосылды.

2000 жылдың соңында ескірген тиімділігі аз жабдықтар жұмыстан шығарылды және бөлшектелді. Үш бу турбиасы - бір Р-25-90/18 және екі ПТ-60-90/13 қосынды қуаты 145 МВт, алты жоғары қысымды БКЗ-160-100 бу қазандықтары және 100 Гкал/сағ-тан 7 ПТВМ-100 су жылыту қазандықтары жұмыс істейді.

2 Қазіргі бу турбиналарының жіктелуі

Бу турбиасы күштік қозғалтқыш болып табылады, онда будың әлеуетті энергиясы кинетикалық, ал кинетикалық энергия өз кезегінде біліктің айналуының механикалық энергиясына айналады. Турбинаның білігі тікелей немесе тісті берілістің көмегімен жұмыс машинасымен жалғанады. Жұмыс машинасының мақсатына байланысты бу турбиасы өнеркәсіптің әртүрлі

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

салаларында: энергетикада, көлікте, теңіз және өзен кеме қатынасында және т. б. қолданылуы мүмкін.

Бу турбиначасы қазіргі заманғы жылу электр станциясындағы, оның ішінде атомдық электр станциясындағы қозғалтқыштың негізгі түрі болып табылады. Бу турбиначасы үлкен жылдамдыққа ие, салыстырмалы түрде аз мөлшермен және массамен ерекшеленеді және қандай да бір басқа машинаның қуаттылығынан асатын өте үлкен қуатқа (1000 МВт астам) салынуы мүмкін. Сонымен қатар бу турбиначасында тек қана жақсы техникалық-экономикалық көрсеткіштер: салыстырмалы түрде шағын меншікті құны, жоғары үнемділік, ондаған жылды құрайтын жұмыс сенімділігі мен ресурсы бар.

Қазіргі бу турбиначаларының барлық алуан түрлілігін 8 негізгі белгі бойынша жіктеуге болады:

- өнеркәсіпте пайдалану бойынша;
- сатылар саны бойынша;
- бу ағынының бағыты бойынша;
- корпустардың (цилиндрлер саны бойынша);
- бу бөлу принципі бойынша;
- жұп әрекетінің принципі бойынша;
- жылу процесінің сипаты бойынша;
- жаңа бу параметрлері бойынша.

2.1 Бу турбиначаларын өнеркәсіпте пайдалану бойынша жіктеу

Жылу процессінің құрылымдық ерекшеліктеріне, сипатына, жаңа және пайдаланылған будың параметрлеріне және өнеркәсіпте пайдалануға байланысты бу турбиначаларын жіктеудің әр түрлі белгілері бар.

Өнеркәсіпте пайдалану бойынша барлық турбиначалар:

- көлік турбиначалары - ауыспалы айналым саны бар стационарлы емес типті турбиначалар; осы типті турбиначалар ірі кемелердің есу бұрандаларының жетегі үшін (кеме турбиначалары) және темір жол көлігінде (турбобомотивтер) қолданылады.

- тұрақты бу турбиначалары - бұл пайдалану кезінде өз орнын өзгертпей сақтайтын турбиначалар. Стационарлық турбиначалар өз кезегінде:

- энергетикалық турбиначалар-тұрақты айналым саны бар, энергия жүйесіне қосылған электр генераторлардың жетегіне және ірі тұтынушыларға, мысалы (тұрғын аудандарға, қалаларға және т.б.) жылу беруге арналған стационарлық үлгідегі турбиначалар. Оларды ірі МАЭС, АЭС және ЖЭО-да орнатады. Энергетикалық турбиначалар ең алдымен үлкен қуатпен, ал олардың жұмыс режимі - іс жүзінде тұрақты айналу жиілігімен сипатталады. Энергетикалық турбиначалардың басым көпшілігі номиналды айналу жиілігіне 3000 1/мин орындайды. АЭС үшін кейбір турбиначалар тыныш жүрісті болып табылады -айналу жиілігі 1500 1/мин.

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					
					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

- өндірістік және қосалқы турбиналар - айналымдардың ауыспалы саны бар стационарлық үлгідегі турбиналар. Жылу және электр энергиясын өндіру үшін қызмет етеді, алайда олардың басты мақсаты өнеркәсіптік кәсіпорынға қызмет көрсету болып табылады, мысалы металлургиялық, тоқыма, химиялық және т. б. осындай турбиналар аз қуатты жеке электр желісіне жұмыс істейді, ал кейде ауыспалы айналу жиілігі бар агрегаттардың жетегі үшін пайдаланылады, мысалы домна пештерінің ауа үрлегіштері. Өнеркәсіптік турбиналардың қуаты энергетикалық турбиналарға қарағанда айтарлықтай аз.

Қосалқы турбиналар электр энергиясын өндірудің технологиялық процесін қамтамасыз ету үшін пайдаланылады - әдетте қоректік сорғыларды, желдеткіштерді, қазандық және т. б. ауа үрлеу үшін.

2.2 Сатылар саны бойынша БТ жіктеу

- бір сатылы турбиналар - бір немесе бірнеше жылдамдық сатылары бар; бұл турбиналар (әдетте шағын қуатты) негізінен ортадан тепкіш сорғылардың, желдеткіштердің және басқа да ұқсас механизмдердің жетегі үшін қолданылады;

- шағын, орташа және үлкен қуатты белсенді және реактивті типті көп сатылы турбиналар.

2.3 Бу ағынының бағыты бойынша БТ жіктеу

- бу ағыны турбина осінің бойымен қозғалатын осьтік турбиналар;

- бу ағыны турбинаның айналу осіне перпендикуляр жазықтықта қозғалатын радиалды турбиналар;

Кейде қуатты радиациялық конденсациялық турбиналардың бір немесе бірнеше соңғы сатылары осьтік орындалады. Радиалды турбиналар өз кезегінде қозғалмайтын бағыттаушы қалақтары бар және тек айналмалы жұмыс қалақтары бар болып бөлінеді.

2.4 Корпус (цилиндрлер) саны бойынша БТ жіктеу

- біркорпусты (бір цилиндрлі);

- екі корпусты (екі цилиндрлі);

- көпкорпусты (көпцилиндрлі).

Көптеген турбиналар көп цилиндрлі болып келеді. Бұл бір агрегатта жоғары қуатты алуға мүмкіндік береді және турбина мен электр станциясының өзіндік құнын арзандатады. Цилиндрлердің ең көп саны, оның ішінде қазіргі заманғы турбина - 5.

Жекелеген корпустардың біліктері бірі екіншісін жалғастыратын және бір генераторға жалғанатын көп цилиндрлі турбиналар бір генераторлы деп аталады; біліктері параллель орналасқан турбиналарды көпвалды деп атайды. Соңғы жағдайда әрбір біліктің өз генераторы бар.

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

2.5 Бу бөлу принципі бойынша БТ жіктеу

- жаңа бу бір немесе бірнеше, бір мезгілде (дамушы қуатқа байланысты) ашылатын клапандар келіп түсетін дроссельді бу бөлетін турбиналар қазіргі уақытта қолданылмайды;
- жаңа бу екі немесе бірнеше рет ашылатын реттеуші клапандар арқылы түсетін соплолы бу бөлетін турбиналар;
- айналмалы бу таратқышы бар турбиналар, олардың бірінші сатының соплоларына жаңа буды жеткізуден басқа, бір, екі немесе тіпті үш аралық сатыға (ескірген турбиналар) жаңа будың жеткізуі бар.

2.6 Бу әрекетінің принципі бойынша БТ жіктеу

Будың потенциалдық энергиясы қозғалмайтын қалақтар арасындағы каналдарда кинетикалық энергияға айналатын белсенді турбиналар, ал жұмыс қалақшаларында будың кинетикалық энергиясы механикалық жұмысқа айналатын болады; қазіргі заманғы белсенді турбиналарды қолданғанда бұл ұғым бірнеше шартты түрде, өйткені олар жұмыс қалақшаларында, будың жүру бағыты бойынша сатыдан сатыға дейін, әсіресе конденсациялық турбиналарда болатын реакцияның кейбір дәрежесімен жұмыс істейді. Белсенді түрдегі турбиналар тек осьтік түрде орындалады;

- әрбір сатының бағыттаушы және жұмыс арналарында будың кеңеюі шамамен бірдей дәрежеде болатын реактивті турбиналар. Бұл турбиналар осьтік және радиалды болуы мүмкін, ал соңғылары қозғалмайтын бағыттаушы қалақтармен де, айналмалы жұмыс қалақтарымен де орындалуы мүмкін.

Жылу процесінің сипатына байланысты бу турбиналары үш топқа бөлінеді: конденсациялық, жылуландыру және арнайы мақсаттағы турбиналар

Бу турбиналары бу жылуының барынша мүмкін бөлігін механикалық жұмысқа айналдыру үшін қызмет етеді. Олар пайдаланылған буды вакуум ұстап тұратын конденсаторға шығарумен (шығырлануымен) жұмыс істейді (осыдан атауы пайда болды). Конденсациялық турбиналар стационарлық және көліктік болады.

Стационарлық турбиналар ауыспалы ток генераторларымен бір білікке дайындалады. Мұндай агрегаттар турбогенераторлар деп аталады. Конденсациялық турбиналар орнатылған жылу электр станциялары конденсациялық электр станциялары (КЭС) деп аталады. Мұндай электр станцияларының негізгі түпкі өнімі-электр энергиясы. Жылу энергиясының шағын бөлігі ғана электр станциясының өз мұқтаждарына және кейде жақын маңдағы елді мекенді жылумен жабдықтау үшін пайдаланылады. Әдетте бұл Энергетиктер кенті. Турбогенератордың қуаты неғұрлым көп болса, соғұрлым үнемді, және белгіленген қуаттың 1 кВт құны соғұрлым төмен екені дәлелденді. Сондықтан конденсациялық электр станцияларында жоғары қуатты турбогенераторлар орнатылады.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

Тұрақты турбогенератор роторының айналу жиілігі 50 Герц электр тогының жиілігімен байланысты. Яғни, екі полюсті генераторларда минутына 3000 айналым, төрт полюсті тиісінше минутына 1500 айналым. Өндірілетін энергияның электр тогының жиілігі жіберілетін электр энергиясы сапасының басты көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Қазіргі заманғы технологиялар айналу жиілігін үш айналымға дейінгі дәлдікпен қолдауға мүмкіндік береді. Электр жиілігінің күрт төмендеуі желіден ажыратуға және осындай іркіліс байқалатын энергоблоктың авариялық тоқтауына әкеп соғады.

Электр станцияларының бу турбиналары тағайындалуына байланысты тұрақты негізгі жүктеме алатын базалық болуы мүмкін; жүктеме шыңдарын жабу үшін ең жоғары, қысқа уақыт жұмыс істейтін; электр станциясының электр энергиясына қажеттілігін қамтамасыз ететін өз мұқтаждықтарының турбиналары болуы мүмкін. Базалық станциядан толық жүктемеге (шамамен 80%) жақын жүктемелерде жоғары үнемділік талап етіледі, ең жоғары — жылдам іске қосу және жұмысқа қосу мүмкіндігі, өз мұқтаждықтарының турбиналарынан — жұмыста ерекше сенімділік. Электр станцияларына арналған барлық бу турбиналары 100 мың сағ жұмысқа (күрделі жөндеуге дейін) есептеледі.

Бу турбинасының жұмыс істеу принципі бу турбинасының жұмыс қалақшасына түседі. Будың кинетикалық энергиясы электр генераторымен бір білікке орналасқан турбинаның ротор айналуының механикалық энергиясына айналады. Турбинадан пайдаланылған бу конденсаторға жіберіледі, онда су жай-күйіне дейін салқындатқыштың, градирнялардың немесе су қоймасының айналмалы суымен жылу алмасу жолымен салқындатқышқа құбыр арқылы сорғының көмегімен қазандық агрегатына кері жіберіледі. Алынған энергияның көп бөлігі электр тогын генерациялау үшін қолданылады.

Жылу беру бу турбиналары электр және жылу энергиясын бір уақытта алу үшін қызмет етеді. Бірақ мұндай турбиналардың негізгі соңғы өнімі-жылу. Жылуландыру бу турбиналары орнатылған жылу электр станциялары жылу электр орталықтары (ЖЭО) деп аталады. Жылу беру бу турбиналарына қарсы сорғыш, буды реттелетін іріктеу, сондай-ақ іріктеу және қарсы сорғыш турбиналар жатады.

Технологиялық мақсаттар үшін (пісіру, кептіру, жылыту) барлық пайдаланылған бу қолданылады. Осындай бу турбинасы бар турбоагрегатпен дамытатын электр қуаты өндіріс қажеттілігіне немесе жылыту жүйесіне байланысты және онымен бірге өзгереді. Сондықтан да газ турбинасы әдетте конденсациялық турбинамен немесе электр желісімен қатар жұмыс істейді, олар электр энергиясына пайда болатын тапшылықты жабады.

Будың бір бөлігі 1 немесе 2 аралық сатыдан бөлінеді, ал қалған бу конденсаторға жіберіледі. Таңдалған будың қысымы реттеу жүйесінің берілген шегінде ұсталады. Будың қажетті параметрлеріне байланысты таңдау орнын (турбинаның сатысын) таңдайды.

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

Будың бір бөлігі 1 немесе 2 аралық сатыдан бөлінеді, ал барлық пайдаланылған бу шығару келте құбырынан жылыту жүйесіне немесе желілік жылытқыштарға жіберіледі.

Бу турбинасының жұмыс істеу принципі бу турбинасының жоғары қысымды цилиндрінің (ЖҚЦ) жұмыс қалақшаларына жіберіледі. Будың кинетикалық энергиясы турбина роторының айналуының механикалық энергиясына айналады, ол электр генератордың білігімен жалғанады. Будың орташа қысымдағы цилиндрлерінен будың кеңеюі кезінде жылуландыру іріктеулері жүргізіледі, олардың ішінен бу желілік су жылытқыштарына жіберіледі. Қазандықта алынған жылудың көп бөлігі желілік суды жылыту үшін қолданылады.

Арнайы мақсаттағы бу турбиналары әдетте металлургиялық, машина жасау және Химиялық кәсіпорындардың технологиялық жылуларында жұмыс істейді. Оларға жалбыз (дросселденген) бу турбиналары, екі қысымдағы турбиналар және сөндірілген (форшалыт) жатады.

Жалбыз буының турбиналары атмосфералық қысымнан сәл жоғары қысымы бар поршеньді машиналардың, бу балғалары мен сығымдағыштардың пайдаланылған буындарын пайдаланады.

Екі қысымдағы турбиналар аралық сатылардың біріне жеткізілетін бу механизмдерінің жаңа және пайдаланылған буында да жұмыс істейді.

Турбиналардың іске қосылуы алдында жоғары бастапқы қысымдағы және жоғары қарсы қысымдағы агрегаттар болады; осы турбиналардың барлық пайдаланылған буын неғұрлым төмен бастапқы қысымдағы басқа буға жібереді. Электр станцияларында бұрын орнатылған турбоагрегаттар есептелмеген жоғары қысымды бу қазандықтарын орнатумен байланысты электр станцияларын жаңғырту кезінде іске қосу алдындағы турбиналардың қажеттілігі туындайды.

Сондай-ақ арнайы мақсаттағы турбиналарға жетектің жоғары қуатын талап ететін әртүрлі агрегаттардың жетекті турбиналары жатады. Мысалы, электр станцияларының қуатты энергия блоктарының қоректік сорғылары, газ компрессорлық станциялардың сығымдағыштары және т. б.

Бу турбиналарының будың реттелмейтін сұрыптары бар, олар қоректік суды регенеративті жылыту үшін қысым сатыларынан буды алады. Арнайы мақсаттағы бу турбиналары конденсациялық және жылуландыру сияқты сериямен құрылмайды, ал көп жағдайда жеке тапсырыстар бойынша дайындалады.

						Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

ДЖ-5B071700-КО-ТЖ

3 ЖЭО-1 турбокондырғының қысқаша сипаттамасы және сипаттамалары

Бу турбины ПТ-60/75-130/13 конденсациялық қондырғымен және екі реттелетін буды іріктеумен, екі цилиндрлік бір негізді агрегат болып табылады.

Турбинаның номиналды қуаты 60000 кВт.

Минутына айналым саны 3000.

Тоқтатқыш клапанның алдында жаңа бу қысымы 90 МПа (кгс/см²).

Тоқтату клапанының алдындағы жаңа будың температурасы 565°C.

Конденсатордағы қысым 0,0034 МПа.

Турбина арқылы будың максималды шығыны 107,5 (387) кг/с (т/с).

Конденсаторға будың максималды жіберілуі 44,4 (160) кг/с (т/с).

Реттелетін өнеркәсіптік іріктеудің Бу қысымы 0,686-1,666 (7-17) МПа (кгс/см²).

Ескерту: өнеркәсіптік іріктеудің 0,686-0,784 (7-8) МПа (кгс/см²) қысымымен жұмыс істегенде турбинаға жаңа бу шығысы 77,78-83,33 (280-300) кг/с (т/с) дейін төмендейді.

Реттелетін жылуландыру буының қысымы 0,0294-0,147 МПа.

Салқындатқыш судың шығыны 0,022 (8000) кг/с (м³/сағ).

Жылуландыру іріктеуінің максималды шамасы нөлге тең, 69,44 (250) кг/с (т/сағ) құрайды. Өндірістік іріктеудің шамасы нөлге тең болған кезде буды жылулық іріктеудің ең жоғарғы шамасы 44,44 (60) кг/с (т/сағ) құрайды.

Төменгі қысымның бөлігіне (27 саты), жабық бұрылыс диафрагмасы кезінде, 0,0196 (0,2) МПа (кгс/см²) іріктеу камерасындағы қысымы 2,78 (10) кг/с (т/с) құрайды.

Турбина ерекшеліктері

-біркелкі емес 4 турбинаның айналым санын қолдайтын жылдамдық реттегіші%;

-екі ортадан тепкіш ажыратқыштары бар қауіпсіздік реттегіші, олар айналымдардың саны 11-12% - ға номиналды (3000 айн./ мин);

-қысым реттегіші 0,686-1,666 (7-17) МПа (кгс / см²);

-қысым реттегіші 0,02943 - тен 0,147 МПа дейін;

-қуат шектегіші;

-жоғары қысымды ротордың және төмен қысымды ротордың аксиальді ауысуы кезінде турбинаны ажыратуға арналған реле;

-май қысымын төмендету кезінде турбина подшипниктерін майлау электр май сорғысын қосуға арналған автоматты құрылғы;

-конденсатордағы деңгей реттеуші, ол да конденсаттың рециркуляциясын жүзеге асырады.

Жоғары қысымды Цилиндр (ЖҚЦ) бір қабырғалы реттеуші саты және 16 қысым сатысы бар. Төмен қысымды Цилиндр (ТҚЦ) екі бөліктен тұрады: орташа қысымның бөлігі (ОҚБ) реттеуші саты және 8 қысым сатысы бар,

						Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	

төмен қысымның бөлігі (ТҚБ) реттеуші саты және үш қысым сатысы бар. Жоғары қысымды Ротор тұтас, ал төмен қысымды ротор тоғыз тұтас дискіден және төрт саптамадан тұрады.

Қазандықтан жаңа бу жеке тұрған бу қорабына беріледі, онда d_y 280 мм шартты диаметрімен Автоматты тоқтатқыш клапаны (АТК) орналасқан, қайта іске қосу құбырларымен ЖҚЦ реттеуші клапандарға келіп түседі. ЖҚЦ сопақ бу бөлуі бар. D_y 125 мм шартты диаметрі бар реттеуші клапандар (РК) цилиндр корпустарына дәнекерленген бу қораптарында орналасқан. Екі клапан цилиндрдің жоғарғы бөлігінде және цилиндрдің төменгі жағында екі клапан орнатылған.

Будың бір бөлігі реттелетін өндірістік іріктеуге түседі, қалған бөлігі ТҚЦ-ға жіберіледі. Өндірістік іріктеу камерасындағы қысым ТҚЦ реттеуші клапандармен ұсталады. Жоғары қысымдағы ротордың барлық дискілері білікпен бірге бұрылды. Будың қайта жіберу құбырлары бойынша ТҚЦ реттейтін клапандардың бу қораптарына түседі. ТҚЦ алдыңғы бөлігі құйылған көміртекті болаттан жасалған. ТҚЦ пайдаланылған бөлігі дәнекерленген. Жоғары қысымды Ротор (РЖҚ) және төмен қысымды ротор (РТҚ) икемді. РЖҚ тұтас, РТҚ-да алғашқы 9 дискілер білікпен бірге, 4 соңғы дискілер саптама. РЖҚ және РТҚ өзара иілгіш серіппелі муфтамен жалғанған. ТҚЦ және генератор роторы жартылай бүгілген муфтамен қосылған.

Турбинаның клапанды реттеуі бар. Жоғары қысымның бір бөлігін реттеу сопел сегменттеріне бу беретін ОЖҚ алдыңғы бөлігінің бу қораптарында орналасқан 4 реттеуші клапаннан және реттеуші доңғалақ камерасынан 4 саты артынан камераға бу шығаратын 5-ші қайта тиеу клапанынан тұрады. Өнеркәсіптік іріктеуді реттеу төмен қысымды цилиндрдің алдыңғы бөлігінде орналасқан 4 реттеуші клапандармен жүзеге асырылады. Жылуфикациялық іріктеуді реттеу бұрылмалы диафрагмамен жүзеге асырылады. Жаңа буды жіберетін реттеуші клапандарды ауыстыру, ТҚЦ клапандарын және буды қайта жіберетін бұрылмалы диафрагманы реттейтін клапандарды ауыстыру поршеньді сервомоторлармен жүргізіледі, олардың алтыншаларымен байланысты реттеу қағидаты бойынша енгізілген іріктеу жылдамдығы мен қысымының реттегіштерін басқаратын.

Жылдамдық реттегіші реттеу үшін қызмет ететін басқару тетігімен жабдықталған және жаңа будың Автоматты қақпағын ашу үшін, генераторды синхрондау кезінде бос жүрісте турбинаның айналымдарының санын өзгерту үшін, генератордың берілген жүктемесін немесе генератордың параллель жұмысы кезінде қалыпты жиілікті қолдау және генератордың жеке жұмысы кезінде жиілікті қолдау үшін пайдаланылады. Басқару механизмі қолмен немесе қашықтықтан келтірілуі мүмкін. Айналым санының өзгеру аймағы бос жүрісте айналымның номиналдық санының 10-12% кезінде іске қосуға бапталған қауіпсіздік реттегіштерін сынауға болады. Турбинаның Фикс-пункті ТҚЦ артқы іргетас рамасында орналасқан, турбинаның кеңеюі алдыңғы подшипниктің жағына қарай жүреді. ЖҚЦ және ТҚЦ лабиринттік типті шеттік және диафрагмалық тығыздағыштар.

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

Цилиндр корпусында жасалған шеткі тығыздаулардың жанында тұрған жиектері сору камерасын құрайды.

АСК ротордың айналу жиілігін 3,4 айн/мин астам арттыру кезінде автоматты түрде ажыратылады. Турбина осындай турбиналы (іріктеу параметрлері бойынша) екі реттелетін іріктеулер бойынша параллельді жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

ЖҚЦ және ОҚБ клапандарын және іріктеудің бұрылмалы диафграмасын реттейтін тоқтатушы клапанның бу тығыздығы;

-будың реттелмейтін іріктеу желілеріндегі кері клапандардың бу тығыздығы;

-бу бөлу органдарының және кері клапандардың тығыздығын тұрақты тексеру, сондай-ақ олардың сенімді жабылуы.

Реттелмейтін іріктемелердің қатар жұмыс істеуіне жол берілмейді. Жылыту уақытын қысқарту және іске қосу шарттарын жақсарту үшін фланецтер мен шпилькаларды бумен жылыту қарастырылған.

Турбинаны іске қосу және тоқтату кезінде дренаж жүйесін қашықтықтан басқару және жұмыстың дұрыс режимін қамтамасыз ету үшін дренаждарды конденсаторға кеңейту арқылы топтық дренаждау қарастырылған. Турбинаның корпустары, АТК корпусы және бу құбырлары жылу оқшаулағышпен жабылады. Оқшаулаудың сыртқы бетінің температурасы турбинаның номиналды параметрлерінде және салқындатқыш ауаның температурасында жұмыс істеген кезде 45 °С-тан аспауы тиіс.

ПТ-60-130 турбинасының жылу схемасы

Схеманың оқу мақсаттарында жасалғанына және электр станцияларының нақты схемаларымен салыстырғанда дәлсіздіктер бар екеніне назар аударғым келеді. Бұл сұлбаның басты міндеті электр станциясының жұмыс істеу принципі мен негізгі ағындарын көрсету болып табылады. (А-ҚОСЫМША)

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

4 Жобалау негіздемесі

Қазандық – утилизатор бар кәдеге жарату түріндегі бу – газ қондырғысы (БГҚ) - электр энергиясын өндірудің қарапайымдылығымен және жоғары тиімділігімен ерекшеленетін энергетикада неғұрлым перспективалы және кең таралған. Газ турбиналы қондырғының (ГТҚ) пайдаланылған газдары қарсы типті жылу алмастырғышқа – қазандық-утилизатор (ҚУ) келіп түседі, онда олардың жылу энергиясы есебінен бу турбинасына жіберілетін қыздырылған бу генерацияланады. Бұл ретте қосымша отын ӨҚ-да жағылмайды. Бұл БГҚ

- конденсациялық режимде жұмыс істеген кезде тұтынушыларға электр энергиясын КПД 55-60% - дан босататын әлемдегі жалғыз энергетикалық қондырғылар, сондай-ақ бутурбиналық блоктардың бірқатар артықшылықтарын негіздейтін:

- Күрделі үлестік шығындарды төмендету;
- Жабдықты монтаждау мерзімін және БГҚ қуатын енгізу мерзімін қысқарту;
- БГҚ жабдығын іске қосу ұзақтығын қысқарту;
- Қоршаған ортаға зиянды шығарындыларды азайту;
- Пайдалану персоналының санын қысқарту.

Дипломдық жоба аясында келесі міндеттер қойылды: өтімділік мерзімі қысқа болатын осындай бу-газды энергия блогын әзірлеу, жоғары ресурс пен пайдалы әсер коэффициенті бар.

Дипломдық жобаның мақсаты Жоғары температуралы газтурбиналық қондырғы негізінде конденсациялық бу-газды энергия блогының көрсеткіштерін анықтау болып табылады. Жобалау кезіндегі басты міндеттер:

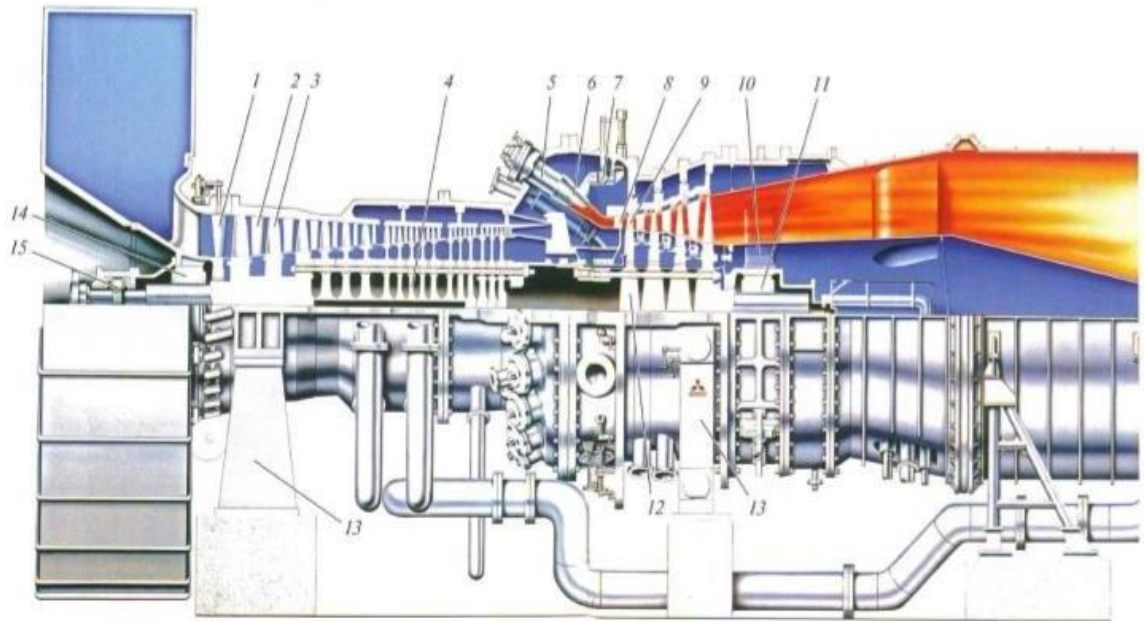
1. Негізгі және қосалқы жабдықтарды таңдау,
2. Жабдықтың конструктивтік ерекшеліктерін бағалау,
3. Энергия блогының жылу үнемділігін анықтау,
4. Энергия блогының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін анықтау. Үш контурлы бу-газ қондырғылары Жоғары температуралы ГТҚ пайдаланылған газдардың жылуын барынша кәдеге жаратуды қамтамасыз етеді және, әдетте, ҚУ аралық қызумен бірге қолданылады. Бұдың аралық қызуы, дәстүрлі бу күштік қондырғыларда сияқты, бірінші кезекте бу турбинасының соңында ылғалдылықты төмендету үшін қолданылады. Бұл жоғары қысымды контурдың таза бу қысымын және бу-газ қондырғысының үнемділігін арттыруға мүмкіндік береді.

4.1 ГТҚ сипаттамасы және оның техникалық сипаттамасы

Негізгі жабдық ретінде М701f4 "Mitsubishi Heavy Industries" (МНІ) жеткізу газтурбиналық қондырғысы (ГТҚ) таңдалды.

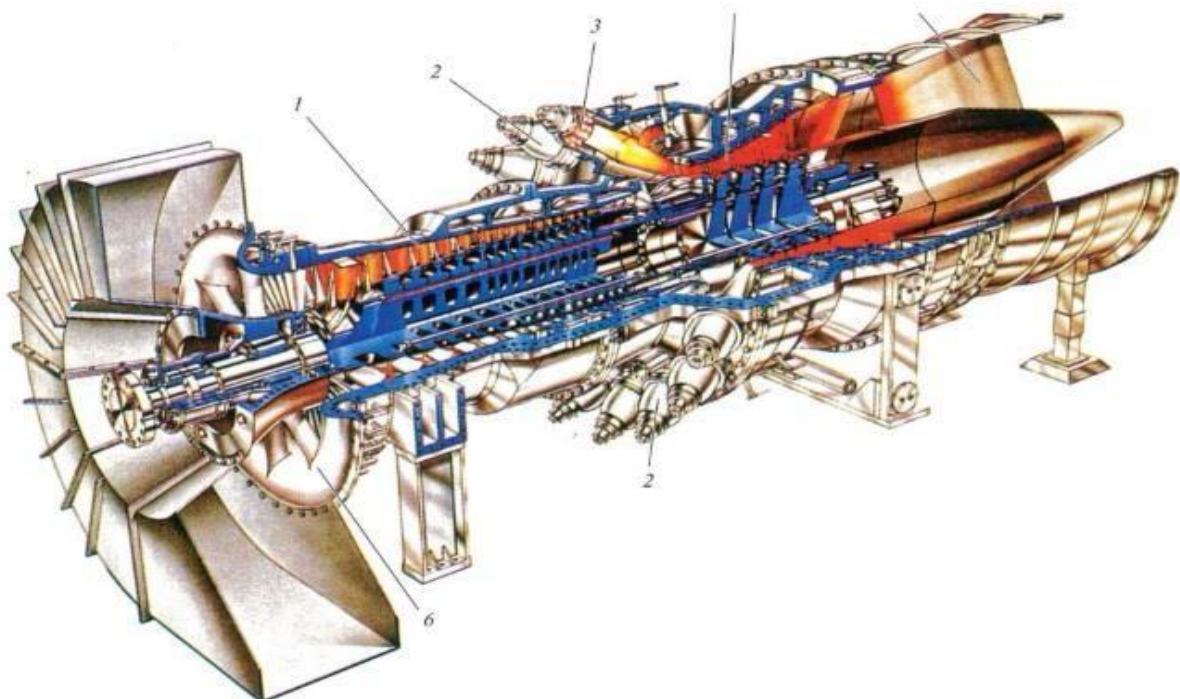
4.1.1-суретте бойлық тілік, ал 1.1.2-суретте ГТҚ-ның жалпы түрі көрсетілген.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		



1 – ВНА; 2, 3 – компрессордың бағыттаушы және жұмыс қалақтары; 4 – компрессор роторының дискі; 5 – жану камерасының жалынды құбыры; 6 – өтпелі келте құбыр; 7 – байпасты клапан; 8, 9 – турбинаның бірінші сатысының сопловая және жұмыс қалақтары; 10 – шығу келте құбырының тангенциалды тіректері; 11, 14 – тірек подшипниктері; 12 – турбина роторының дискі; 13 – ГТҚ тіректері; 15-тірек подшипниктері.

4.1.1 сурет – ГТҚ М701f4 газ турбиналы қозғалтқышы



1, 4 – компрессор мен турбинаның ағынды бөліктері; 2 - жану құрылғылары; 3 – жану камерасының жалынды құбыры; 5 – шығу келте құбыры; 6-кіру келте құбыры.

4.1.2-сурет ГТҚ – ның жалпы түрі М701F4

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5B071700-КО-ТЖ				

ГТҚ реттелетін кіру бағыттаушы аппараты бар 17-сатылы жоғары өнімді осьтік компрессордан (ВНА), газ турбинының айналасы бойынша орналасқан 20 ыстық құбыры бар жану құбыр-сақиналы камерасынан және 4-сатылы реактивті турбинадан тұрады. Үшінші және төртінші сатының жұмыс қалақтары бар бандаж. Газ турбины компрессор жағынан турбогенератормен тікелей жалғанады (суық жетек). Қозғалтқыш конструкциясының мынадай ерекшеліктері бар: екі мойынтірегі бар бір жақты конструкция, суық ұшынан турбогенератордың жетегі, ең аз шығындармен пайдаланылған газдардың осьтік ағысы, көлденең ажыратқышы бар корпус, корпусның ашылуын талап етпейтін агрегаттың ыстық бөлігіне ыңғайлы қол жеткізу. Бұдан басқа, конструкция роторды алмай газогенератордың ағынды бөлігінің барлық тораптарын ыңғайлы ауыстыруды, турбиналық және қосымша жабдықтарды орналастыруға арналған кең пәкидждарды және жүйелік басқарудың жоғары тиімді технологиясын пайдалана отырып микропроцессор базасында DIASYS NETMATION басқару жүйесін қарастырады.

Қозғалтқыштың пайдаланылған газдарының жоғары температурасы когенерациялық цикл (ГТҚ-ЖЭО), 49% - дан астам ПӘК-мен құрамдастырылған цикл (БГҚ-ЖЭО) және құрамдастырылған когенерациялық цикл (БГҚ-ЖЭО) электр станцияларында ГТҚ қолдануды орынды етеді. Модульдік, сенімділік компоненттердің жоғары ресурсы және техникалық қызмет көрсетудің қарапайымдылығы үлкен жөндеуаралық ресурс пен төмен пайдалану шығындарын қамтамасыз етеді.

4.1.1 кесте – ГТҚ техникалық сипаттамалары

Параметр атауы	Мәні
Іске қосу түрі	генераторлық
Майлау жүйесі	ГТҚ және турбогенератор үшін бірыңғай
Қолданылатын май түрі	ISO VG-32 майы немесе оның аналогы
Май бағының сыйымдылығы, м ³	26
бос жүріс режиміне шығу уақыты, мин	20
номиналды режимге шығу уақыты, мин	15 (синхрондалу моментінен бастап)
жеке қажеттіліктердің тұтынылатын қуаты, кВт	200
тағайындалған ресурс, сағ	200000
тексерулер арасындағы уақыт, сағ	12000
Утилизатор қазанынсыз массасы, т	480

						Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	

4.1.2-кесте – ЖКД-ның техникалық сипаттамалары

параметр атауы	мәні
Негізгі қозғалтқыш	M701F4
Қозғалқыш схемасы - біліктер саны - сатылар саны	Бірвалды 17КВД+4ТВД
генератор клеммаларындағы электр қуаты, МВт	312,1
Эффективті электрлік ПӘК-і (ISO), %	39,3
Шығар газдар температурасы, °С	592
t _{н.в.} +15 кезіндегі пайдаланылған газдардың шығыны, кг/с	700
компрессордағы қысымның жоғарылау дәрежесі	18
Турбинаның айналу жиілігі, айн/мин	3000
100% жүктеме кезіндегі газ шығыны, кг/сағ	55523
Отын газының қысымы, МПа	2,9-3,4
Масса, т	340
Өлшемдері, м	17,4x5,8x58

ТВВ-320-2ЕКУЗ типті ГТҚ турбогенераторы. Генератор статорының орамасын салқындату – тікелей дистилденген сумен, ротордың орамасын тікелей сутегімен салқындату. Статор өзекшесін салқындату және генератор корпусын сутегімен толтыру.

Турбогенератор ГТҚ компрессоры жағынан орналасқан (суық жетек). Мәжбүрлі мойынтіректерді майлау. Май сыртқы қысымды май құбырынан артық қысымда беріледі.

4.1.3 кесте - Турбогенератордың техникалық сипаттамалары

Параметр атауы	Мәні
Номиналды активті қуаты, МВт	320
Толық қуаты, МВт	376
Қуат коэффициенті	0,85
Ротордың айналу жиілігі, айн/мин	3000
Статор кернеуі, кВ	20
ПӘК, %	98,75
Масса, т	217,6

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

4.2 БГҚ бу бөлігінің сұлбасын және оның параметрлерін таңдау

Бу-газ циклі газтурбиналық қондырғының жоғары температуралық бөлігінің циклы мен бу-турбиналық қондырғының төмен температуралық бөлігінің циклінің бірігуімен іске асырылады.

1.2.1-суретте будың аралық қызуы бар үш контурлы БГҚ² есептік сұлбасы көрсетілген, қазіргі ГТҚ жоғары температуралы пайдаланылған газдарды тиімді пайдалану үшін алдағы есептеулерде көрсетілген.

Конденсат қазандыққа VII КЭС конденсатты электр сорғылары арқылы беріледі. $t_k^{ГПК}$ температураға дейін қыздырылған ыстық конденсатпен рециркуляция, ол БГҚ-ға және одан (х сызығы) деаэраторға түседі. Қыздырылған қаныққан бу барабаннан ОК (желі IX) күйіне дейін қанығып деаэраторда конденсатқа айналады.

Қазандықтың шығыс бөлігінде (жұмыс денесінің қозғалысы бойынша) екі бу қыздырғыш орнатылған: негізгі, БҚ-1 және БҚ-2 жылу алмастырғыш беттерінен тұратын және БАҚ-1 және БАҚ-2 жылу алмастырғыш беттерінен тұратын аралық. БАҚ-1 беті негізгі бу қыздырғыштың "кесіндісіне" орналастырылады, бірақ екі бу қыздырғыштың (БҚ-2 және БҚ-2) шығу беттері ГТҚ-дан түсетін газдың бірдей кіру температурасы аймағында болады, таза будың $t_{ЖК}$ және t . б. тең температурасымен қамтамасыз етіледі.

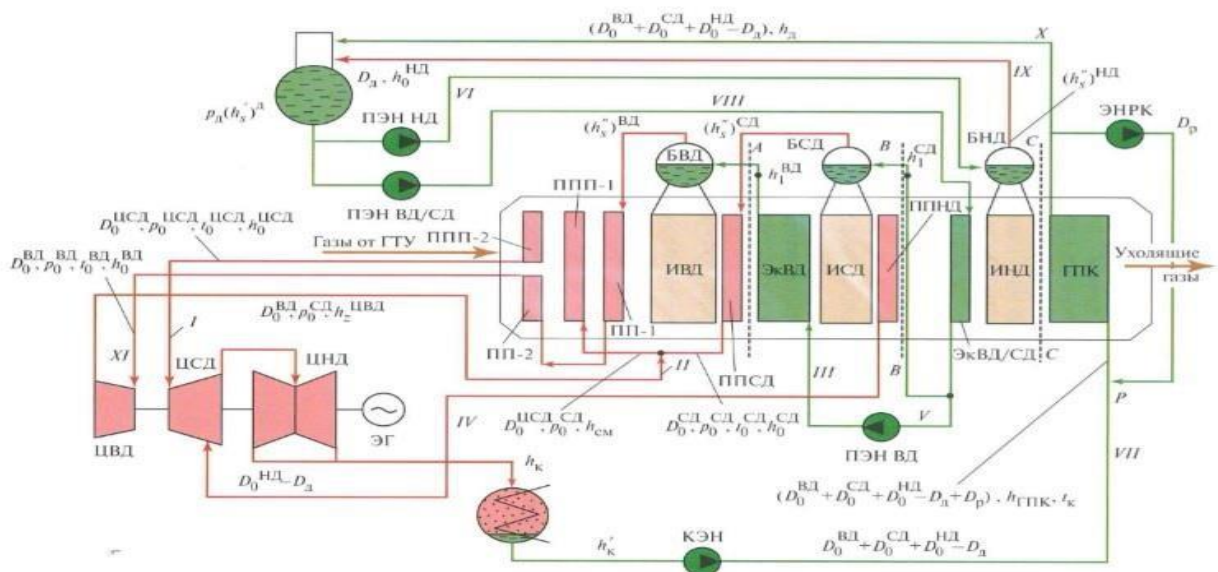
Қарастырылып отырған ГТҚ заманауи жоғарғы температуралы ГТҚ М701F4 негізінде жобаланады. Сондықтан бу турбинасына келіп түсетін бу параметрлері әдетте жаңа бу мен будың параметрлеріне жақын таңдап алынады:

$$t_0^{ЖК} \text{ мен } t_0^{ОҚЦ} = 530 \div 570^\circ\text{C},$$

$$p_0 = 10 \div 13 \text{ МПа}$$

$$p_0^D = 2,5 \div 3,5 \text{ МПа},$$

$$p_0^{ТК} = 0,4 \div 0,6 \text{ МПа}$$



4.2.1 сурет -Будың аралық қызуы бар үш контурлы БГҚ есептеу сұлбасы

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

5 Жылу сұлбасын есептеу. Сыртқы ауаның есептік температурасын таңдау

Дипломдық жобаның графикалық бөлімінің 1 парағында қазандық-утилизатор және бу турбины бар үш контурлы БГҚ энергоблогының кеңейтілген жылу схемасы (РТС) берілген. РТС өзіне қуаты 312,1 МВт ГТҚ, аралық қызуы бар үш қысымдағы қазандық – утилизатор, ПТ-60-90 бу турбины кіреді.

Қазандық-утилизатор – қыздырудың беттерін тігінен орналастыратын және өз қаңқасына салпыншағы бар көлденең; аралық қызуы бар үш контурлы, буландыру контурларындағы ортаның табиғи айналымы бар барабанды типті. ҚУ қыздырудың барлық беттері сыртқы спиральді таспалы жаңғақ бар құбырлардан жасалған. Аса қызған бу температурасын реттеу БҚ-1 – БҚ-2 және АБҚ-1 – АБҚ-2 қыздыру беттері арасында орналасқан бүрку бу салқындатқыштармен жүзеге асырылады. ТҚ буының температурасын реттеу жүзеге асырылмайды. ҚУ үшін ЖҚ, ОҚ және ТҚ контурларын бөлек қоректендіретін схема қабылданды. Конденсаттың газды жылытқышы эрозияға жатпайтын суда жұмыс істейді. Жылу сұлбасында қазандыққа кіре берістегі температураны 60°C деңгейінде ұстап тұру үшін қыздырылған конденсат бөлігінің рециркуляциясы қолданылды.

ПТ-60-90/13 бу турбины орта қысымды екі ағынды үш цилиндрлі конденсациялық режимі бар, айнымалы тоқтың электр генераторының жетегіне арналған. Жоғары қысымды Цилиндр екі корпусқа ие: ішкі және сыртқы. ЖҚЦ ағын бөлігі бір бөлікке ие. ЖҚЦ шығысындағы бу ОҚ буымен араласады және аралық қызуға жіберіледі. Аралық қызып болғаннан кейін бу ОҚЦ жіберіледі. ОҚЦ-ның ағынды бөлігі екі бөлікке бөлінген, онда бу бірінші бөлікте кеңейтіледі және араластыру камерасына түседі. ОҚ және ТҚ араластыру камерасынан кейін, ртқ бу қысымы сақталатын, екінші бөлікте кеңейтіледі және ТҚЦ-ға түседі. Төмен қысымды цилиндр – екі ағынды.

Қоректік суды деаэрирлеу 0,5 МПа қысым кезінде жұмыс істейтін деаэраторда жүргізіледі. Деаэратор БГҚ мен бу генерациясының контурлары арасындағы схемаға енгізілген. Газсыздандырғыштан қоректік электр сорғылардың көмегімен қоректік су қазандық-утилизаторға беріледі. Конденсатты деаэрациялау үшін ТҚ ҚУ контурынан бу қолданылған. Сонымен қатар, электрқозғалтқыштың екі тобы орнатылған: ҚЭС ТҚ және ҚЭС ЖҚ/ОҚ. Жоғары қысымды қоректік электр сорғылар ЖҚ/ОҚ және ЖҚ экономайзерлері арасында орналасқан.

ISO 14661:2000, ISO 14661:2000/AMD энергетикалық қондырғылар турбиналарының техникалық сипаттамаларына қойылатын талаптарға сәйкес (өнеркәсіптік мақсаттағы жылу турбиналары – бу турбиналары, қысым сатылары бар газ турбиналары – №1 өзгерісімен жалпы талаптар: өнеркәсіптік қолданылатын бу турбиналарының техникалық сипаттамаларының тізбесі); бу-газ қондырғыларының көрсеткіштерін салыстыру және техникалық

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

деңгейін анықтауға арналған қалыпты жағдайлар. Атмосфералық ауа параметрлері:

- 1) қысым-101,325 кПа;
- 2) Температура-15 °С;
- 3) салыстырмалы ылғалдылық – 60 %

Сондай-ақ, жоғарыда айтылған параметрлер Қазақстан Республикасының орталық және оңтүстік бөлігіндегі басқа да қалаларға сәйкес келеді.

5.1 Жылу сұлбасын есептеу

Жылу схемасын есептеу алдында алдын ала бағалау бойынша берілген немесе қабылданатын бастапқы шамалар:

5.1.1 кесте - Бастапқы деректер

Параметр атауы	Мәні
ЖҚ контурындағы қысым, МПа	12,9
$t_0^{ЖҚ}$ мен $t_0^{ОҚ}$ бу температурасы, °С	570
ОҚ контурындағы қысым, МПа	3
ТҚ контурындағы қысым, МПа	0,5
Шықтағыштағы қысым, кПа	5
Сыртқы ауа температурасы, °С	15
Генератордың ПӘК	0,98
Генератордың механикалық ПӘК	0,99
Газдың жылусыйымдылығы, кДЖ/(кг·К)	1,1

Есептеулерді жеңілдету үшін, бұл ҚУ арқылы жүретін газдардың бар жылу сыйымдылығы $c=1,1$ кДЖ/(кг·К), температурасынан тәуелсіз. Сонымен қатар, бу турбинасының цилиндрлерінің алдындағы бу қысымынан айырмашылығы жоқ деп есептейміз. Біз сондай-ақ, судың энтальпиясының қысымға тәуелділігін елемейміз.

Қалған шамалардың мәндерін есептеу процесінде беретін боламыз:

ГКҚ-дағы шық температурасы $t_K^{ГПК}=60^\circ\text{C}$

ЖҚБ судың қызбауы $\Delta t_0^{ЖҚ}=5^\circ\text{C}$

ОҚБ судың қызбауы $\Delta t_0^{ОҚ}=5^\circ\text{C}$

ТҚБ судың қызбауы $\Delta t_0^{ТҚ}=10^\circ\text{C}$

Бу генерациясының контурындағы белгілі қысым бойынша барабандағы қанығу температурасын анықтаймыз:

$t_s^{ЖҚ}=330,3^\circ\text{C}$ $t_s^{ОҚ}=233,9^\circ\text{C}$ $t_s^{ТҚ}=151,8^\circ\text{C}$

Жоғары, орта және төмен қысымды барабандар кірісіндегі қоректік су температурасы:

$$t_1^{ЖҚ}=t_s^{ЖҚ} - \Delta t_0^{ЖҚ} \quad (5.1.1)$$

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

$$t_1^{OK} = t_s^{OK} - \Delta t_0^{OK} \quad (5.1.2)$$

$$t_1^{TK} = t_s^{TK} - \Delta t_0^{TK} \quad (5.1.3)$$

$$t_1^{ЖК} = 325,3^\circ\text{C} \quad t_1^{OK} = 228,9^\circ\text{C} \quad t_1^{TK} = 141,8^\circ\text{C}$$

ЖҚ, ОҚ және ТҚ барабандарына кіре берістегі қоректік судың энтальпиялары, кДЖ/кг:

$$h_1^{ЖК} = 4,19 \cdot 325,3 = 1363$$

$$h_1^{OK} = 4,19 \cdot 228,9 = 959$$

$$h_1^{TK} = 4,19 \cdot 141,8 = 594$$

Барабандағы қаныққан будың энтальпиясы (p_0 бойынша):

$$h_1''^{ЖК} = 2665 \text{ кДЖ/кг}; \quad h_1''^{OK} = 2803 \text{ кДЖ/кг}; \quad h_1''^{TK} = 2748 \text{ кДЖ/кг}.$$

Қоректік су ТҚ барабанына ТҚ ҚЭС арқылы Д-дан беріледі, демек болжамдарға сәйкес қоректік судың ҚЭС-дағы қызбауынан деаэратордағы қаныққан судың энтальпиясы $h_1^{TK} = h_1'^{TK} = 594$ кДЖ/кг. Осы энтальпияға қанығу параметрлері сәйкес келеді $t^D = h^{TK}/c = 141,8^\circ\text{C}$ және $p_D = 0,28$ МПа.

Деаэраторға түсетін конденсаттың температурасы, $^\circ\text{C}$:

$$t_K^D = t_1^D - \Delta t_D \quad (5.1.4)$$

мұнда $\Delta t_D = 10,8^\circ\text{C}$, БГҚ шығысындағы шықтың деаэратордағы қанығу температурасына дейін қыздырылмауы.

$$t_K^D = 141,8 - 10,8 = 131.$$

Деаэраторға түсетін шықтың энтальпиясы, кДЖ/кг:

$$h_K^D = c_v \cdot t_K^D \quad (5.1.5)$$

$$h_K^D = 4,19 \cdot 131 = 549.$$

Шықтағыштағы шық энтальпиясын p_K қысымы арқылы анықтаймыз:

$$h_K' = 138 \text{ кДЖ/кг}$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Шықтың БГҚ-ның кірісіндегі $t_k^{\text{ГПК}}$ температурасы бойынша анықтаймыз:

$$h_k^{\text{ГПК}}=251 \text{ кДж/кг}$$

ЖҚ бу қыздырғышының шығысындағы температуралық ағын шамасын (БҚ-2) $\delta t^{\text{ЖК}} = 22^\circ\text{C}$ деп қабылдаймыз, онда ЖҚ бу параметрлері келесідей болады:

$$t_0^{\text{ЖК}}=570^\circ\text{C}, p_0^{\text{ЖК}}=12,9\text{МПа}, h_0^{\text{ЖК}}=3524 \text{ кДж/кг}.$$

Қазан-утилизаторға кірердегі газдар энтальпиясы, кДж/кг:

$$I_d=c_{\text{pc}} \cdot \theta_d \quad (5.1.6)$$

мұнда c_{pc} – газдардың жылусыйымдылығы,

$$I_d=1,1 \cdot 592=651.$$

Газдардың ЖҚ контурдың пинч нүктесіндегі температурасы:

$$\theta_s^{\text{ЖК}}=t_s^{\text{ЖК}}+\delta t_s^{\text{ЖК}} \quad (5.1.7)$$

мұнда $t_s^{\text{ЖК}}=9,7^\circ\text{C}$.

$$\theta_s^{\text{ЖК}}=330,3+9,7=340^\circ\text{C}.$$

Газдардың пинч нүктесіндегі ЖҚ контурдағы энтальпиясы, кДж/кг :

$$I_d^{\text{ЖК}}=c_{\text{pc}} \cdot \theta_d^{\text{ЖК}} \quad (5.1.8)$$

$$I_d^{\text{ЖК}}=1,1 \cdot 340=374$$

Орта қысымды аса қыздырғыштан шығардағы бу температурасын $t_0^{\text{ОК}} = 310^\circ\text{C}$ деп қабылдаймыз, ол $\theta_s^{\text{ЖК}}=340^\circ\text{C}$ ЖҚ контурдың пинч нүктесіндегі температурасынан төмен болады.

Орта қысымды аса қыздырғыштан шығардағы бу энтальпиясын $p_0^{\text{ОК}}$ мен $t_0^{\text{ОК}}$ арқылы анықтаймыз:

$$h_0^{\text{ОК}}=3615 \text{ кДж/кг}$$

Шарт бойынша ОКЦ түсетін бутың температурасы 570°C , онда ОК будың параметрлері келесідей болады:

$$t_0^{\text{ОК}}=570^\circ\text{C} \quad p_0^{\text{ОК}}=3\text{МПа} \quad h_0^{\text{ОК}}=3615 \text{ кДж/кг}$$

ЖҚЦ үшін бу энтальпиясын анықтау үшін ондағы будың ұлғаю процессін кірісі мен шығысындағы қысым параметрлерін біле отырып,

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

есептеп алуымыз керек. Алғашқы жақындатуда ЖҚЦ арқылы бу шығысын $D_0^{\text{ЖҚ}}=66$ кг/с.

ЖҚЦ бөлігінің салыстырмалы ПӘК-і:

$$\eta_{oi}^{\text{ЖҚЦ}} = \left(0,92 - \frac{0,2}{D_0^{\text{ЖҚ}} \cdot \vartheta_{cp}}\right) \cdot \left(1 + \frac{\Delta H_0^{\text{ЖҚЦ}} - 700}{20000}\right) \cdot \kappa_{вл} \quad (5.1.9)$$

мұнда $\kappa_{вл}$ – белгілі бір бөліктің мүмкін болатын жұмысын ескеретін коэффициент. $\kappa_{вл} = 1$;

$\Delta H_0^{\text{ЖҚЦ}}$ – ЖҚЦ бөлігіндегі қолда бар жылу құламасы;

ϑ_{cp} – будың орташа шекті көлемі;

$$\vartheta_{cp} = (\vartheta_0 \cdot \vartheta_z)^{0,5} \quad (5.1.10)$$

мұнда ϑ_0 – ЖҚЦ бөлігіне кірердегі будың шекті көлемі;

ϑ_z – ЖҚЦ бөлігінен шығардағы будың шекті көлемі.

ЖҚЦ бөлігіндегі будың изоэнтропты кеңею процессін есептеп, процесс соңындағы бу параметрлерін анықтаймыз:

$\vartheta_0 = 0,028$ м³/кг, $\vartheta_z = 0,088$ м³/кг, $S^{\text{ЖҚЦ}} = 6,68$ кДж/(кг·К);

ЖҚЦ бөлігіндегі қолда бар жылу құламасы:

$$\Delta H_0^{\text{ЖҚЦ}} = h_0^{\text{ЖҚ}} - h_{kt}^{\text{ЖҚЦ}} \quad (5.1.11)$$

$$\Delta H_0^{\text{ЖҚЦ}} = 3524 - 3074 = 451 \text{ кДж/кг}$$

Будың орташа шекті көлемі:

$$\vartheta_{cp} = (0,028 \cdot 0,088)^{0,5} = 0,049 \text{ м}^3/\text{кг};$$

ЖҚЦ бөлігінің салыстырмалы ПӘК-і:

$$\eta_{oi}^{\text{ЖҚЦ}} = \left(0,92 - \frac{0,2}{66 \cdot 0,049}\right) \cdot \left(1 + \frac{451 - 700}{20000}\right) \cdot 1 = 0,848;$$

ЖҚЦ бөлігіндегі қолданылған жылу құламасы:

$$\Delta H_i^{\text{ЖҚЦ}} = \Delta H_0^{\text{ЖҚЦ}} \cdot \eta_{oi} \quad (5.1.12)$$

$$\Delta H_i^{\text{ЖҚЦ}} = 451 \cdot 0,85 = 382 \text{ кДж/кг}$$

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

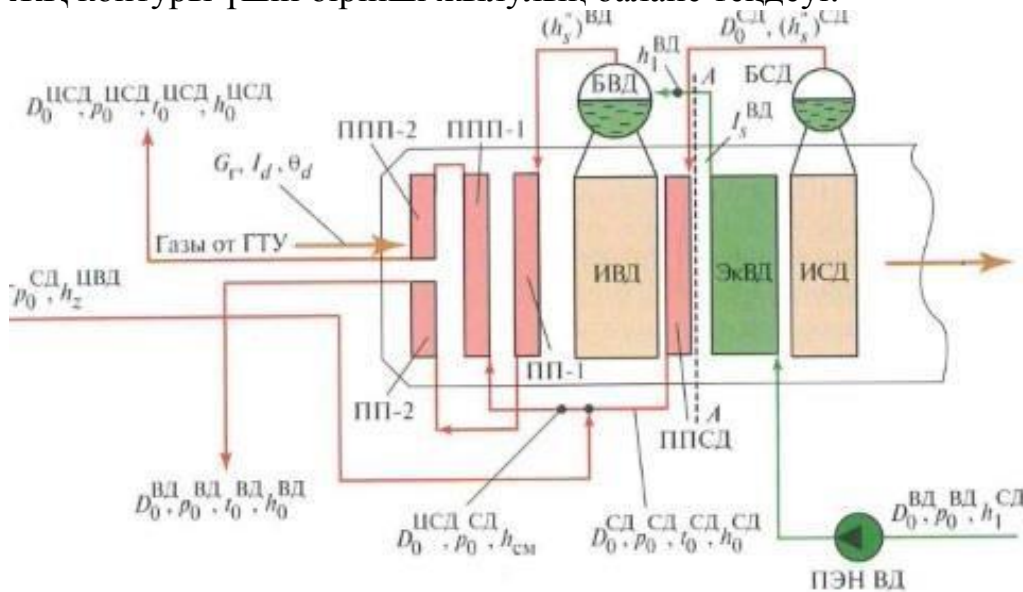
ЖҚЦ үшін бу энтальпиясы:

$$h_k^{ЖҚЦ} = h_0^{ЖҚ} - \Delta H_1^{ЖҚЦ} \quad (5.1.13)$$

$$h_k^{ЖҚЦ} = 3524 - 382 = 3142 \text{ кДж/кг}$$

Бу шығыстарын анықтау үшін әр контур үшін жылулық баланс теңдеуін құрамыз.

ЖҚ контуры үшін бірінші жылулық баланс теңдеуі:



5.1.1 сурет – Үш контурлы БГК ЖҚ контуры

$$G_g \cdot (I_d - I_s^{ЖҚ}) = D_0^{ЖҚ} \cdot (h_0^{ЖҚ} - h_1^{ЖҚ}) + D_0^{ЖҚ} \cdot (h_0^{ОКЦ} - h_k^{ЖҚЦ}) + D_0^{ОК} \cdot (h_0^{ОКЦ} - h_s^{ОК}) \quad (5.1.14)$$

$$74 = D_0^{ЖҚ} + 0,3 \cdot D_0^{ОК}$$

ОК контурындағы газдың пинч нүктелеріндегі температурасы:

$$\theta_s^{ОК} = 233,9 + 10,1 = 244^\circ\text{C}$$

ОК контурындағы газдың пинч нүктелеріндегі энтальпиясы:

$$I_s^{ОК} = c_{pr} \cdot \theta_s^{ОК} \quad (5.1.15)$$

$$I_s^{ОК} = 1,1 \cdot 244 = 268,4 \text{ кДж/кг}$$

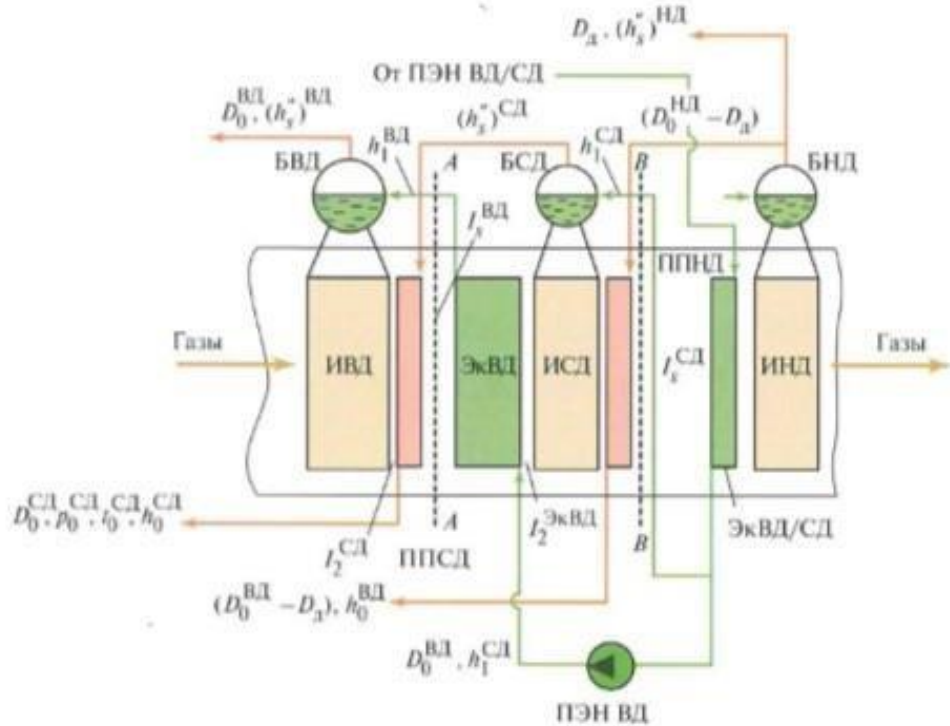
Төмен қысымды бу қыздырғыштың шығысындағы бу температурасын $t_0^{ТК} = 220^\circ\text{C}$ деп қабылдаймыз.

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
------	-----	---------	------	------	-------------------	-----

Төмен қысымды аса қыздырғыштан шығардағы бу энтальпиясын $p_0^{\text{ТК}}$ мен $t_0^{\text{ТК}}$ арқылы анықтаймыз:

$$h_0^{\text{ТК}} = 2898 \text{ кДж/кг}$$

ОҚ бөлігінің контуры бойынша екінші жылулық баланс теңдеуі:



5.1.2 сурет – Үш контурлы БГҚ ОҚ контуры

$$G_r \cdot (I_s^{\text{ЖК}} - I_s^{\text{ОК}}) = D_0^{\text{ОК}} \cdot (h_0^{\text{ЖК}} - h_1^{\text{ОК}}) + D_0^{\text{ЖК}} \cdot (h_1^{\text{ЖК}} - h_1^{\text{ОК}}) + (D_0^{\text{ОК}} - D_d) \cdot (h_0^{\text{ТК}} - h_s^{\text{ТК}}) \quad (5.1.16)$$

$$D_0^{\text{ЖК}} + 4,5D_0^{\text{ОК}} + 0,4D_0^{\text{ТК}} - 0,4D_d = 183,8$$

ТҚ контурындағы газдың пинч нүктелеріндегі температурасы:

$$\theta_s^{\text{ТК}} = 151,8 + 10,2 = 162^\circ\text{C}$$

ОҚ контурындағы газдың пинч нүктелеріндегі энтальпиясы:

$$I_s^{\text{ТК}} = c_{\text{пр}} \cdot \theta_s^{\text{ТК}} \quad (5.1.17)$$

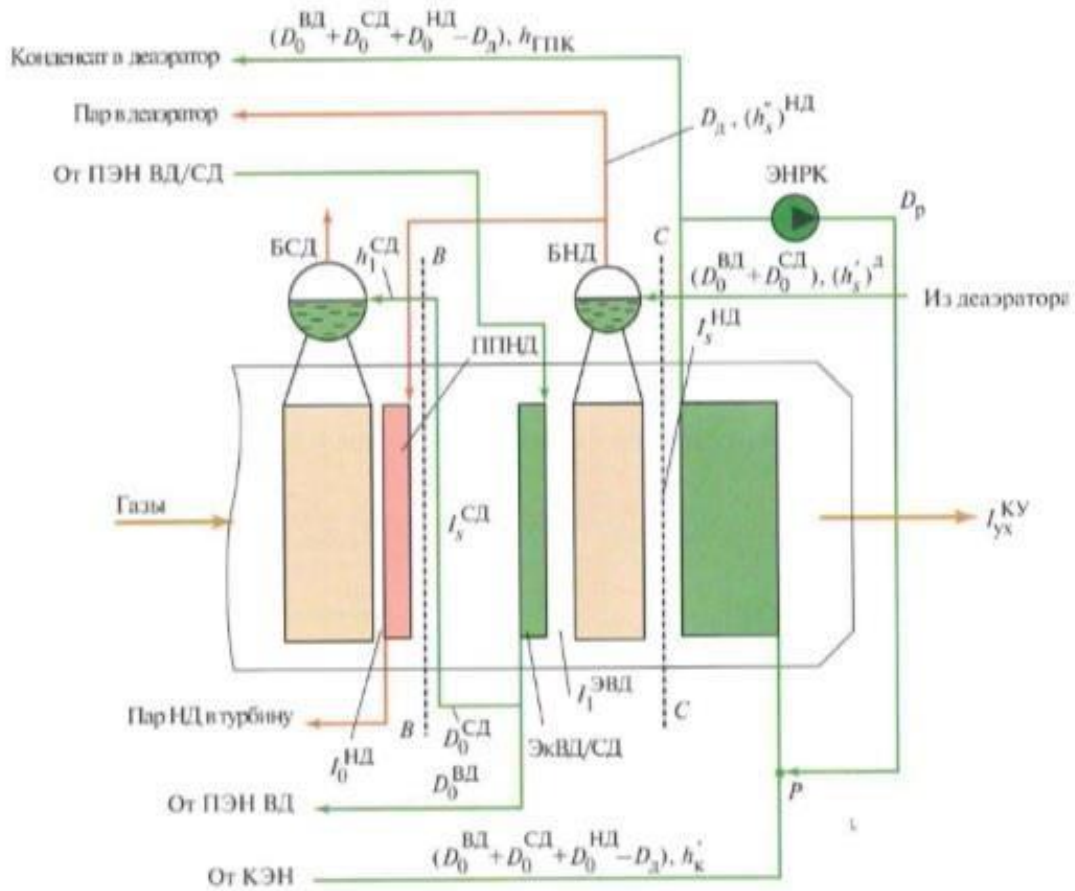
$$I_s^{\text{ТК}} = 1,1 \cdot 162 = 178,2 \text{ кДж/кг.}$$

ТҚ бөлігінің контуры бойынша үшінші жылулық баланс теңдеуі:

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

$$G_T \cdot (I_s^{OK} - I_s^{TK}) = (D_0^{ЖК} + D_0^{OK}) \cdot (h_1^{OK} - h_s^{л'}) + D_0^{TK} \cdot (h_s^{TK} - h_1^{TK}) \quad (5.1.18)$$

$$D_0^{ЖК} + D_0^{OK} + 5,9D_0^{TK} = 173,7$$



5.1.3 сурет – Үш контурлы БГҚ ТҚ контуры

Деаэратор үшін төртінші жылулық баланс теңдеуі:



5.1.4 сурет – Деаэраторға жылулық баланс құру үшін

$$D_d \cdot (h_s^{TK} - h_k^d) = (D_0^{ЖК} + D_0^{OK} + D_0^{TK}) \cdot (h_s^d - h_k^d) \quad (5.1.19)$$

$$D_d = 0,02 \cdot (D_0^{ЖК} + D_0^{OK} + D_0^{TK})$$

Жылу балансының теңдеулері төрт белгісізі бар төрт теңдеулер жүйесін құрайды. Оны шешіп келесі параметрлерді аламыз:

$$D_0^{ЖК} = 66,4 \text{ кг/с}, \quad D_0^{OK} = 24,8 \text{ кг/с}, \quad D_0^{TK} = 14 \text{ кг/с}, \quad D_d = 2,2 \text{ кг/с}.$$

Шықтағышқа кететін бу шығыны:

$$D_k = D_0^{ЖК} + D_0^{OK} + D_0^{TK} - D_d \quad (5.1.20)$$

$$D_k = 66,4 + 24,8 + 14 - 2,2 = 102,9 \text{ кг/с}.$$

5.2 Қыздырудың жекелеген беттерінің жылу қуатын және олардың арасындағы газ температурасын анықтау

Жылу беттерінің жылу қуаттарын анықтау кезінде жылу энергиясы ыстық газдардан суға және буға берілетінін ескеру қажет, сондықтан ҚУ кез келген нүктесінде газ температурасы су немесе бу температурасына қарағанда әрқашан жоғары. Сонымен қатар, әрбір нүктедегі температуралық қысым аз болған сайын, ГТҚ пайдаланылған газдарының көп бөлігі бу күштік контурға беріледі.

ЖҚ буландырғыштың жылулық қуаты:

$$Q_{иЖК} = D_0^{вд} \cdot (h_s^{ЖК} - h_1^d) \quad (5.2.1)$$

$$Q_{ивд} = 66,4 \cdot (2665 - 1363) = 86,4 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

ЖҚ буландырғыш алдындағы газдар энтальпиясы:

$$I_h = I_s^{ЖК} + \frac{Q_{ивд}}{G_r} \quad (5.2.2)$$

$$I_h = 374 + \frac{86,4}{703} = 496,9 \text{ кДж/кг};$$

ЖҚ буландырғыш алдындағы газдар температурасы:

$$\theta_h = \frac{I_h}{c_{пр}} \quad (5.2.3)$$

$$\theta_h = \frac{496,7}{1,1} = 451,7 \text{ кДж/кг}.$$

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

ЖҚЦ-ден шығатын және ОҚ контурда пайда болатын буды араластыру нәтижесінде БАҚ-1 кірісінде пайда болған бу энтальпиясы:

$$h_{см} = (D_0^{ОК} \cdot h_0^{ОК} + D_0^{ЖК} \cdot h_k^{ЖҚЦ}) / D_0^{ОҚЦ} \quad (5.2.4)$$

мұнда $D_0^{ОҚЦ}$ – ОҚЦ арқылы кететін бу шығысы,

$$D_0^{ОҚЦ} = D_0^{ЖК} + D_0^{ОК} \quad (5.2.5)$$

$$h_{см} = (224,8 \cdot 3019 + 66,4 \cdot 3142) / (66,4 + 24,8) = 3109 \text{ кДж/кг.}$$

БАҚ-1 кірісіндегі араласу нүктесінің температурасын $p_0^{ОК}$ мен $h_{см}$ арқылы анықтаймыз, ол $t_{см} = 346,9^\circ\text{C}$

Буды асақыздырғыштар үшін жұмыстық буды қыздыруды келесідей етіп бөлеміз: негізгі ЖҚ буды асақыздырғыштар үшін – БҚ-1 мен БҚ-2, ал өтпелі буды асақыздыру үшін – БАҚ-1 мен БАҚ-2. Жылулық қуаттың 75% бу қыздырғыштардың суық секцияларына әкелінеді десек, онда:

БҚ-1 мен БҚ-2 секциялары арасындағы бу энтальпиясы:

$$h_g = h_s^{ЖК} + 0,75 \cdot (h_0^{ЖК} - h_s^{ЖК}) \quad (5.2.6)$$

$$h_g = 2665 + 0,75 \cdot (3524 - 2665) = 3309 \text{ кДж/кг;}$$

БАҚ-1 мен БАҚ-2 секциялары арасындағы бу энтальпиясы:

$$h_f = h_{см} + 0,75 \cdot (h_0^{ОҚЦ} - h_{см}) \quad (5.2.7)$$

$$h_f = 3109 + 0,75 \cdot (3615 - 3109) = 3488 \text{ кДж/кг;}$$

Ал секциялар арасындағы будың температуралары сәйкесінше ($p_0^{ЖК}$ мен h_g және $p_0^{ОК}$ мен h_f арқылы):

$$t_g = 489^\circ\text{C}; \quad t_f = 514^\circ\text{C.}$$

ЖҚ және ОҚ буды асақыздырғыштар секциясының жылулық қуаты келесідей анықталады:

$$Q_{БҚ-1} = D_0^{ЖК} \cdot (h_g - h_s^{ЖК}) \quad (5.2.8)$$

$$Q_{БҚ-2} = D_0^{ЖК} \cdot (h_0^{ЖК} - h_g) \quad (5.2.9)$$

$$Q_{БАҚ-1} = D_0^{ОҚЦ} \cdot (h_f - h_{см}) \quad (5.2.10)$$

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

$$Q_{\text{БАҚ-2}} = D_0^{\text{ОКЦ}} \cdot (h_0^{\text{ОКЦ}} - h_f) \quad (5.2.11)$$

$$Q_{\text{БК-1}} = 66,4 \cdot (3309 - 2665) = 42,8 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{БК-2}} = 66,4 \cdot (3524 - 3309) = 14,3 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{БАҚ-1}} = 91,1 \cdot (3488 - 3109) = 34,6 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{БАҚ-2}} = 91,1 \cdot (3615 - 3488) = 11,5 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

БАҚ-1 газдар энтальпиясы:

$$I_g = I_h + \frac{Q_{\text{БК-1}}}{G_r} \quad (5.2.12)$$

$$I_g = 496,9 + 42800 / 703 = 557,7 \text{ кДж/кг};$$

БАҚ-1 алдындағы газдар энтальпиясы:

$$I_f = I_g + \frac{Q_{\text{БК-2}} + Q_{\text{БАҚ-2}}}{G_r} \quad (5.2.13)$$

$$I_f = 651,1 - (14300 + 11500) / 703 = 614,5 \text{ кДж/кг};$$

БАҚ-1 үшін газдар температурасы:

$$\theta_g = \frac{I_g}{c_{pr}} \quad (5.2.14)$$

$$\theta_g = 557,7 / 1,1 = 507^\circ\text{C}$$

БАҚ-1 алдындағы газдар температурасы:

$$\theta_f = \frac{I_f}{c_{pr}} \quad (5.2.15)$$

$$\theta_f = 614,5 / 1,1 = 558,7^\circ\text{C}$$

Сәйкесінше осы нүктелердегі температуралық ағын:

$$\delta t_g = \theta_g - t_g \quad (5.2.16)$$

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

$$\delta t_f = \theta_f - t_f \quad (5.2.17)$$

$$\delta t_g = 507 - 489 = 18^\circ\text{C}$$

$$\delta t_f = 558,7 - 514 = 44,7^\circ\text{C}$$

Алынған температуралық қысым оң және қалыпты, сондықтан бу жылытқыштардың секцияларға бөлінген бөлінуі түпкілікті деп санауға болады.

ОҚ буды аса қыздырғыштың жылулық қуаты:

$$Q_{\text{пнОК}} = D_0^{\text{ОК}} \cdot (h_0^{\text{ОК}} - h_s^{\text{ОК}}) \quad (5.2.18)$$

$$Q_{\text{пнсд}} = 24,8 \cdot (3615 - 2803) = 5,4 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

ОҚ буды аса қыздырғыштың алдындағы газдардың энтальпиясы:

$$I_0^{\text{ОК}} = I_s^{\text{ЖК}} + \frac{Q_{\text{пнОК}}}{G_r} \quad (5.2.19)$$

$$I_0^{\text{ОК}} = 374 + 5400/703 = 381,6 \text{ кДж/кг};$$

ОҚ буды аса қыздырғыштың алдындағы газдардың температурасы:

$$\theta_0^{\text{ОК}} = \frac{I_0^{\text{ОК}}}{c_{\text{пр}}} \quad (5.2.20)$$

$$\theta_0^{\text{ОК}} = 381,6/1,1 = 346,9^\circ\text{C}$$

ЖҚ экономайзердің жылулық қуаты:

$$Q_{\text{ЭкЖК}} = D_0^{\text{ЖК}} \cdot (h_1^{\text{ЖК}} - h_1^{\text{ОК}}) \quad (5.2.21)$$

$$Q_{\text{ЭкЖК}} = 66,4 \cdot (1363 - 959) = 26,8 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

ОҚ буландырғыштың жылулық қуаты:

$$Q_{\text{исд}} = D_0^{\text{ОК}} \cdot (h_s^{\text{ОК}} - h_1^{\text{ОК}}) \quad (5.2.22)$$

$$Q_{\text{исд}} = 24,8 \cdot (2803 - 959) = 45,7 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

ЖҚ экономайзер мен ОҚ буландырғыш арасындағы газдар энтальпиясы:

$$I_2^{\text{ЭкЖК}} = I_s^{\text{ЖК}} + \frac{Q_{\text{ЭкЖК}}}{G_r} \quad (5.2.23)$$

$$I_2^{\text{ЭкЖК}} = 374 - 26800/703 = 335,9 \text{ кДж/кг};$$

ЖҚ экономайзер мен ОҚ буландырғыш арасындағы газдар температурасы:

$$\theta_2^{\text{ЭкЖК}} = \frac{I_2^{\text{ЭкЖК}}}{c_{pr}} \quad (5.2.24)$$

$$\theta_2^{\text{ЭкЖК}} = 335,9/1,1 = 305,3^\circ\text{C}$$

ТҚ буды аса қыздырғыштың жылулық қуаты:

$$Q_{\text{ппнд}}^{\text{ТК}} = (D_0^{\text{ТК}} - D_d) \cdot (h_0^{\text{ТК}} - h_s^{\text{ТК}}) \quad (5.2.25)$$

$$Q_{\text{ппнд}}^{\text{ТК}} = (14 - 2,2) \cdot (3615 - 2803) = 1,8 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

ТҚ буды аса қыздырғыштың алдындағы газдардың энтальпиясы:

$$I_0^{\text{ТК}} = I_s^{\text{ТК}} + \frac{Q_{\text{ппнд}}^{\text{ТК}}}{G_r} \quad (5.2.26)$$

$$I_0^{\text{ТК}} = 268,4 + 1800/703 = 271 \text{ кДж/кг};$$

ТҚ буды аса қыздырғыштың алдындағы газдардың температурасы:

$$\theta_0^{\text{ТК}} = \frac{I_0^{\text{ТК}}}{c_{pr}} \quad (5.2.27)$$

$$\theta_0^{\text{ТК}} = 271/1,1 = 246,3^\circ\text{C}$$

ЖҚ/ОҚ экономайзердің жылулық қуаты:

$$Q_{\text{ЭкЖК/ОК}} = (D_0^{\text{ЖК}} + D_0^{\text{ОК}}) \cdot (h_1^{\text{ОК}} - h_s^{\text{д}}) \quad (5.2.28)$$

$$Q_{\text{ЭкЖК/ОК}} = (66,4 + 24,8) \cdot (959 - 594) = 33,3 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

ТҚ буландырғыштың жылулық қуаты:

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

$$Q_{\text{инд}} = D_0^{\text{ТК}} \cdot (h_s^{\text{ТК}} - h_1^{\text{ТК}}) \quad (5.2.29)$$

$$Q_{\text{исд}} = 14 \cdot (2748 - 594) = 30,1 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

ЭкЖК/ОК мен ТК буландырғыш беттерінің арасындағы газдарың температурасы:

$$\theta_1^{\text{ЭЖК}} = \frac{I_0^{\text{ЭЖК}}}{c_{\text{рг}}} \quad (5.2.30)$$

$$\theta_1^{\text{ЭЖК}} = 221,1/1,1 = 201^\circ\text{C}$$

Рециркуляциядағы шық шығыны:

$$D_p = \frac{D_k \cdot (h_k^{\text{ГПК}} - h_k')}{(h_k^{\text{д}} - h_k^{\text{ГПК}})} \quad (5.2.31)$$

$$D_p = 102,9 \cdot (251 - 138) / (549 - 251) = 39,2 \text{ кг/с};$$

ШГҚ жылулық қуаты:

$$Q_{\text{ГПК}} = (D_k + D_p) \cdot (h_k^{\text{д}} - h_k^{\text{ГПК}}) \quad (5.2.32)$$

$$Q_{\text{ГПК}} = (39,2 + 102,9) \cdot (549 - 251) = 42,3 \cdot 10^3 \text{ кВт};$$

Қазан утилизатордың шығар-газдар энтальпиясы:

$$I_{\text{yx}}^{\text{КУ}} = I_s^{\text{ТК}} - \frac{Q_{\text{ГПК}}}{G_r} \quad (5.2.33)$$

$$I_0^{\text{OK}} = 178,2 - 42300/703 = 117,9 \text{ кДж/кг};$$

Қазан утилизатордың шығар-газдар температурасы:

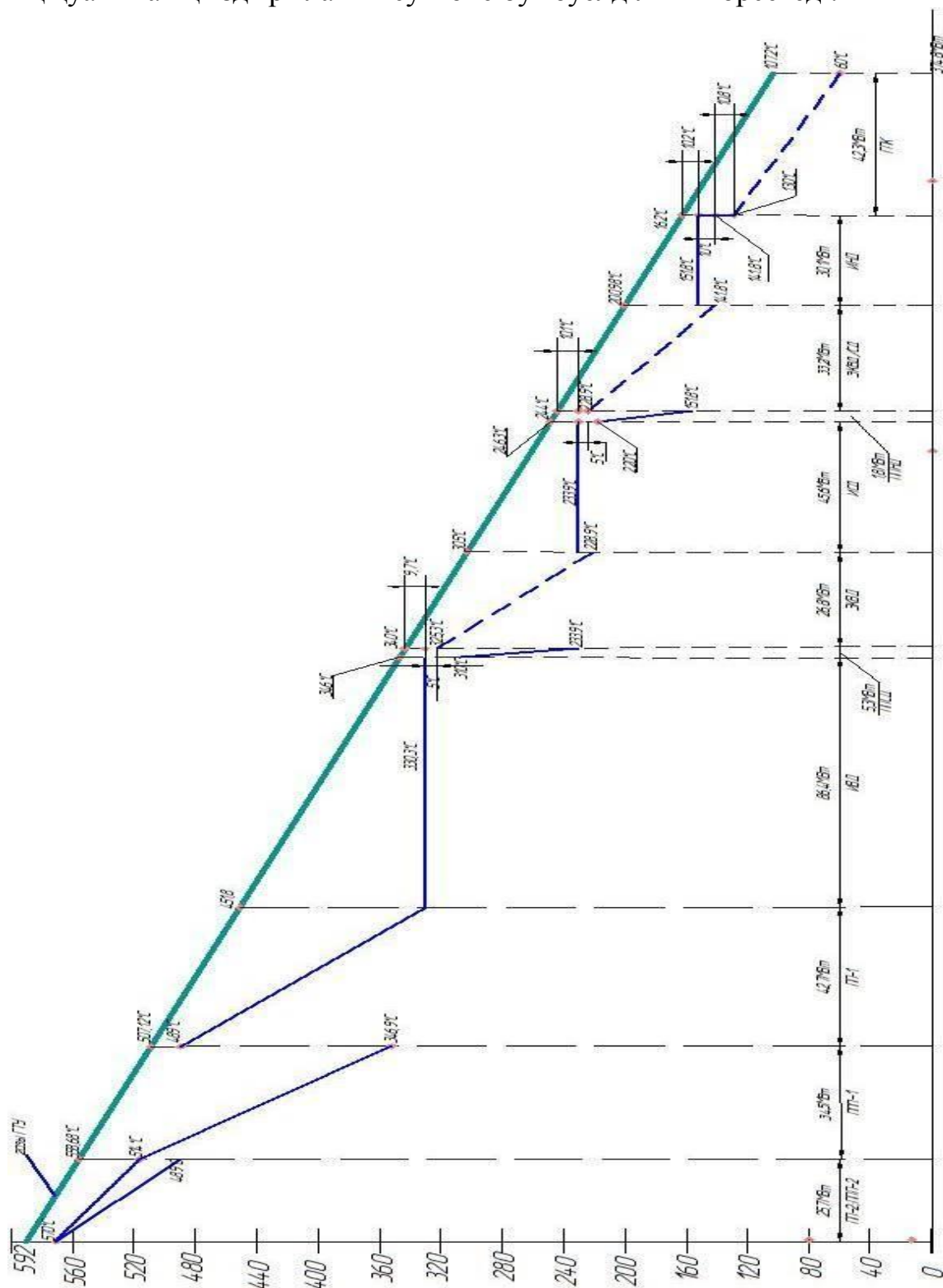
$$\theta_{\text{yx}}^{\text{КУ}} = \frac{I_{\text{yx}}^{\text{КУ}}}{c_{\text{рг}}} \quad (5.2.34)$$

$$\theta_{\text{yx}}^{\text{КУ}} = 117,9/1,1 = 107,3^\circ\text{C}$$

Жоғарыда жүргізілген есептеулер нәтижесінде қазан утилизатордың үшконтурлы аралық қыздыруы бар жылулық график тұрғызамыз (5.1.5 -сурет).

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Өз кезегінде ол ГТҚ-ны қыздырушы газдар температурасы мен ГТҚ-ның жылулық қуатынан қыздырылатын су және бу тәуелділігін көрсетеді.



5.1.5 сурет – Қазан утилизатордың жылулық диаграммасы

Жұмыс денесінің және ГТҚ газдарының негізгі параметрлерінің нәтижелерін 5.1.2 кестеге енгіземіз.

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
------	-----	---------	------	------	-------------------	-----

5.1.2 кесте - бастапқы деректер

Параметр атауы	Өлшем бірлігі	мәні
ЖҚ буы		
Бу шығысы	кг/с	66,4
Бу қысымы	МПа	12,9
ҚУ-дың шығысындағы бу температурасы	°С	570
ОҚ аралық қыздыру буы		
Бу қысымы	МПа	3
Кірісіндегі бу температурасы	°С	346,9
Бу шығысы	кг/с	91,1
Шығысындағы бу температурасы	°С	570
ТҚ буы		
Бу қысымы	МПа	0,5
Бу шығысы	кг/с	14
ҚУ-дан шығардағы бу температурасы	°С	220
Газ параметрлері		
ҚУ-ға кірердегі температура	°С	592
Мұржаға кірердегі температура	°С	107,3
Сыртқы ауа температурасы	°С	+15
Қоректік су		
ҚУ-ға кірердегі шық температурасы	°С	60
Шықтың шығысы	кг/с	102,9
Рециркуляция шығысы	кг/с	39,2
ҚС-дың ҚУ-ға кірердегі температурасы	°С	141,8

Әрине, егер есептеу кезінде бу қыздырғыштардың, бу құбырларының және оларға орнатылған арматураның гидравликалық кедергілері есепке алынса, бұл мәндер аз болар еді.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

6 Қазан-утилизатор есебі

6.1 Қазан-утилизатордың құрылымдық есебі

Көлденең құрастыратын қазан-утилизатор пакеттерге біріктірілетін жеке секциялардан тұрады. Газдардың жүрісі бойынша бір қатарда коллекторлар мен маңдайшалардың көмегімен жұмыс денесінің ағыны бойынша бір-бірімен қосылған үштен алты секцияға дейін орнатылады. Бұл қосылыстар ҚУ төменгі және жоғарғы бөліктерінде газ ағынынан тыс арнайы бөлімшелерде орналасқан. Газдардың жүрісі бойынша секциялар пакеттерінің санын қазандықтың конструктивті есебі нәтижесінде қыздырудың есептелген бетіне байланысты анықтаймыз.

Қыздыру беттеріне арналған утилизаторлар мен қатпарланған құбырлардың ең ірі өндірушісі "Подольский машина жасау зауыты" ААҚ болып табылады. Зауыт көлденең ҚУ үшін типтік секцияларды шығарады. Типтік секцияда бірыңғай сортамент құбырларының шахматтық орналасуы бар (болат 20, ЖҚ бу қыздырғышынан басқа, 12Х1МФ болат пайдаланылған). Қазандықтың барлық бетінде қолданылатын типтік секция диаметрі 168мм, қалыңдығы 15мм коллекторлармен біріктірілген, шахматты орналасқан қатпарланған құбырлардың екі қатарынан тұрады. Секция 66 құбырмен құрылған, олар радиусы 130 мм, 15° бұрышқа июді пайдалана отырып, коллекторларға радиусы 130 мм болатын типтік секцияның ені 2340мм (құбырлардың осьтері бойынша), ал биіктігі 11800мм (коллекторлардың осьтері бойынша) радиальді енгізілген.

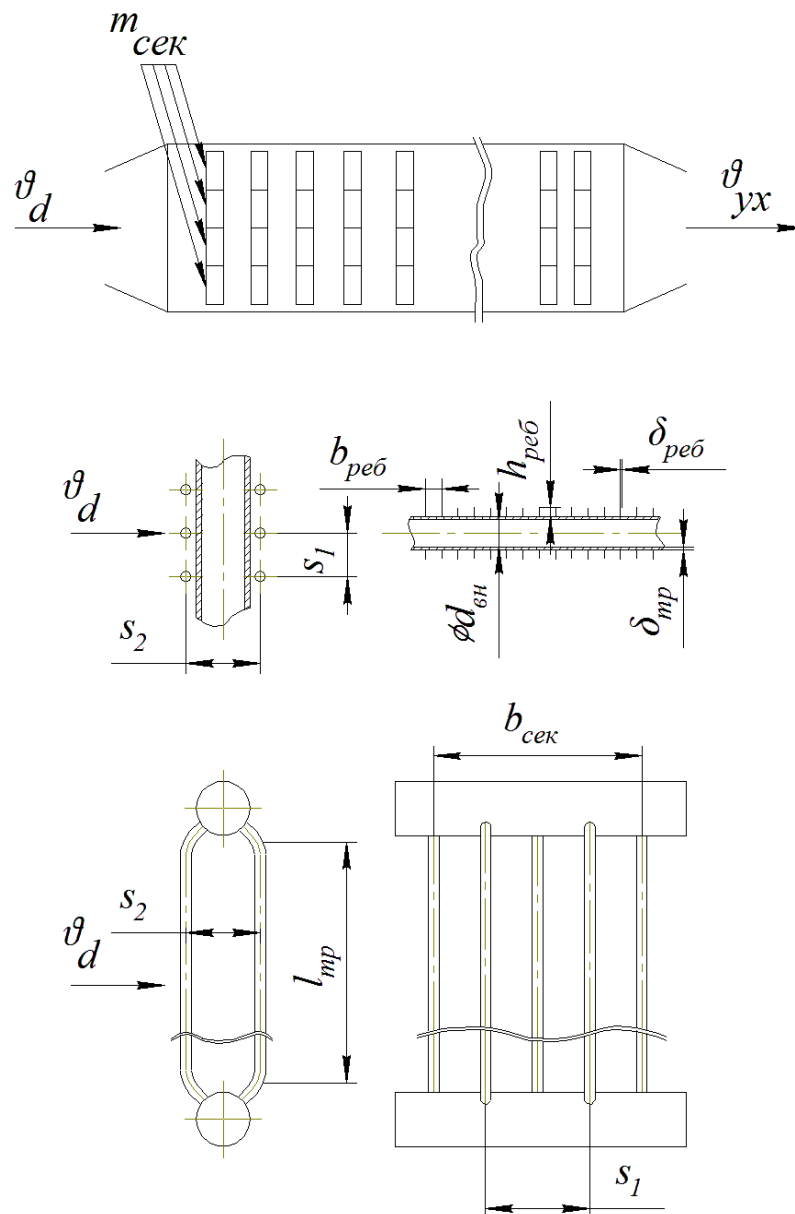
Құбырлардың қатпарлану параметрлері:

- құбырлар диаметрі $d=32 \times 4$ мм;
- қатпар адымы $b_{реб}=5$ мм;
- қатпар биіктігі $h_{реб}=13$ мм;
- қатпар қалыңдығы $\delta_{реб}=1$ мм;
- құбырлардың көлденең адымы $S_1=72$ мм;
- құбырлардың бойлық адымы $S_2=85$ мм;
- құбырдың қатпарланған бөлігінің ұзындығы $l_{тр}=11,5$ м.

Газ жүрісі бойынша бір қатарда төрт секция бар деп қабылдаймыз $m=4$.

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ



6.1.1 сурет – Көлденең орналасқан ҚУ секциясының конструктивтік параметрлері

Тегіс құбыр бетінің ауданы:

$$F_{г\text{л.тр.}} = \pi \cdot d_{н} \cdot l_{\text{тр}} \quad (6.1.1)$$

мұнда $\pi = 3,14$

$d_{н}$ – құбырдың сыртқы диаметрі, м:

$$d_{н} = d_{вн} + 2 \cdot \delta_{ст} \quad (6.1.2)$$

$$d_{н} = 0,032 + 2 \cdot 0,004 = 0,04 \text{ м}$$

$$F_{г\text{л.тр.}} = 3,14 \cdot 0,04 \cdot 11,5 = 1,4 \text{ м}^2$$

Қатпар бетінің қырлық ауданы:

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

$$F_{\text{реб}} = \frac{\pi}{2} \cdot [(d_{\text{н}} + 2 \cdot h_{\text{р}})^2 - d_{\text{н}}^2] \quad (6.1.3)$$

$$F_{\text{реб}} = \frac{3,14}{2} \cdot [(0,04 + 2 \cdot 0,013)^2 - 0,04^2] = 0,0043 \text{ м}^2$$

Қатпардың ішкі шеткі бетінің ауданы:

$$F_{\text{вн.реб}} = \pi \cdot d_{\text{н}} \cdot \delta_{\text{реб}} \quad (6.1.4)$$

$$F_{\text{вн.реб}} = 3,14 \cdot 0,04 \cdot 0,001 = 0,00013 \text{ м}^2$$

Қатпардың сыртқы шеткі бетінің ауданы:

$$F_{\text{н.реб}} = \pi \cdot (d_{\text{н}} + 2 \cdot h_{\text{реб}}) \cdot \delta_{\text{реб}} \quad (6.1.5)$$

$$F_{\text{н.реб}} = 3,14 \cdot (0,04 + 2 \cdot 0,013) \cdot 0,001 = 0,00021 \text{ м}^2$$

Қатпарланған құбырдың жылу алмасу бетінің ауданы:

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{гл.тр.}} + (F_{\text{реб}} + F_{\text{н.реб}} - F_{\text{вн.реб}}) \cdot \frac{l_{\text{тр}}}{b_{\text{реб}}} \quad (6.1.6)$$

$$F_{\text{тр}} = 1,4 + (0,0043 + 0,00021 - 0,00013) \cdot \frac{11,5}{0,005} = 11,6 \text{ м}^2$$

Бір секцияның жылуалмасу бетінің ауданы:

$$F_{\text{сек}} = F_{\text{тр}} \cdot n_{\text{тр}} \quad (6.1.7)$$

$$F_{\text{сек}} = 11,6 \cdot 66 = 764,6 \text{ м}^2$$

i -інші қызу бетіне қарсы ағын кезіндегі орташа логарифмдік температуралық ағын:

$$\Delta t_{\text{ср,і}}^{\text{лог}} = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln\left(\frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}\right)} \quad (6.1.8)$$

мұнда t_1' пен t_1'' – i -інші қыздыру бетінің кірісі мен шығысындағы ыстық жылутасымалдағыш (газ) температурасы;

t_2' пен t_2'' – i -інші қыздыру бетінің кірісі мен шығысындағы суық жылутасымалдағыш (бу) температурасы.

i -інші қыздыру бетінің ауданы:

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

$$F_i = \frac{Q_i}{k_i \cdot \Delta t_{\text{ср},i}^{\text{лог}}} \quad (6.1.9)$$

мұнда Q_i – i -інші қыздыру бетінің жылулық қуаты;

k_i – i -інші қыздыру бетінің орташа жылуберу коэффициенті.

ҚУ-дың газ жүрісі бойынша i -інші қыздыру бетіндегі секцияның қатарлар саны:

$$z_i = \frac{F_i}{m_{\text{сек}} \cdot F_{\text{сек}}} \quad (6.1.10)$$

Жоғарыдағы әдіс бойынша ҚУ-дың конструкциялық есептері жүргізіліп, мәндері 6.1.1 кестеге жазылды.

6.1.1 кесте – ҚУ-дың конструкциялық есеп қорытындылары

Параметр атауы	Өлшем бірлігі	мәні
БҚ-2		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	14,3
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	16
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	4
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	1056
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	10325
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	41,3
БАҚ-2		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	11,5
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	16
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	4
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	1056
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	10790
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	32
БАҚ-1		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	34,5
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	16
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	4
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	1056
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	11450
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	90
БҚ-1		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	42,7
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	32

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

6.1.1 кестенің - жалғасы

Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	8
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	2112
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	23572
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	54,3
ЖҚБ		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	86,4
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	48
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	12
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	3168
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	35281
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	57
ОҚБҚ		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	5,3
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	4
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	1
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	264
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	2471
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	64,9
ЖҚЭж		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	26,8
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	24
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	6
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	1584
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	18689
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	37,3
ОҚБ		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	45,6
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	52
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	13
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	3432
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	38605
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	38,1
ОҚБҚ		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	1,8
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	4
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	1
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	264

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

6.1.1 кестенің - жалғасы

Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	1850
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	52,5
ЖҚЭк/ОК		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	33,2
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	36
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	9
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	2376
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	26831
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	32,3
ТҚБ		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	30,1
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	40
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	10
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	2640
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	29872
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	32,6
ШГҚ		
Қыздыру бетінің жылулық қуаты	МВт	42,3
Стандартты секциялардың жалпы саны	шт.	40
Газ жолы бойымен секциялар саны	шт.	10
Параллель қосылған құбыр саны	шт.	2640
Жылуалмасу бетінің ауданы	м ²	31563
Орташа логарифмдік температуралық ағын	°С	38,5

Горизонталды қазандық-утилизатордың конструкторлық есебі нәтижесінде "Подольский машиностроительный завод" ААҚ стандартты секцияларынан қыздыру беттерін құрастыру анықталды. Газ құбырының барлық ені бойынша бір қатарда төрт секция орнатылған. Газ жүрісі бойынша секциялар қатарының жалпы саны сексен екі қатарды құрайды. Қосылу схемасы төменгі және жоғарғы коллектормен орындалған.

7 БГҚ-ның жылу үнемділігінің көрсеткіштерін анықтау

БГҚ -дің жалпы электр брутто қуаты:

$$N_{\text{Э}}^{\text{БГҚ}} = N_{\text{Э}}^{\text{ГТК}} + N_{\text{Э}}^{\text{БТҚ}} \quad (7.1)$$

$$N_{\text{Э}}^{\text{БГҚ}} = 304,6 + 139,7 = 444,3 \text{ МВт}$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

ГТҚ-нің жану камерасына отын қосылғаннан кейінгі жиынтық жылу қуаты:

$$Q_{\text{КС}} = N_{\text{Э}}^{\text{БГК}} / h^{\text{БГК}} \quad (7.2)$$

$$Q_{\text{КС}} = 304,6 / 0,393 = 775 \text{ МВт} ;$$

БТҚ-нің абсолюттік электрлік брутто ПӘК-і:

$$\eta^{\text{БТК}} = N^{\text{БТК}} / Q \quad (7.3)$$

$$\eta_{\text{Э}}^{\text{БГК}} = \frac{444,3}{775} = 0,573;$$

Қазан-утилизатордың ПӘК:

$$\eta = \frac{\theta_{\text{д}} \cdot \theta_{\text{уХ}}}{\theta - t_{\text{н.В}}} \quad (7.4)$$

$$\eta = \frac{592 - 107,3}{592 - 15} = 0,841$$

Қазан-утилизатордың жылу қуаты:

$$Q_{\text{КУ}} = Q_{\text{КС}} - N_{\text{Э}}^{\text{ГТУ}} \quad (7.5)$$

$$Q_{\text{КУ}} = 775 - 304,6 = 470,4 \text{ МВт} ;$$

Бу күштік қондырғының электрлік ПӘК:

$$\eta_{\text{Э}}^{\text{БГК}} = N_{\text{Э}}^{\text{БГК}} / Q_{\text{КУ}} \quad (7.6)$$

$$\eta_{\text{Э}}^{\text{БГК}} = 139,7 / 470,4 = 0,297$$

БГҚ-ның жылу қуаты:

$$Q_{\text{БГК}} = \eta_{\text{КУ}} \cdot Q_{\text{КУ}} \quad (7.7)$$

$$Q_{\text{БГК}} = 0,841 \cdot 470,4 = 395,6 \text{ МВт}$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Бутурбиналық қондырғының абсолюттік электрлік ПӘК:

$$\eta_{\text{Э}}^{\text{БГК}} = N_{\text{Э}}^{\text{БГК}} / Q_{\text{БГК}} \quad (7.8)$$

$$\eta_{\text{Э}}^{\text{БГК}} = 139,7 / 395,6 = 0,353$$

Есептеу нәтижесінде 57,3% пайдалы әсер коэффициенті кезінде 444,3 МВт қарастырылып отырған конденсациялық бу-газ энергоблогының қуаты анықталды, бұл қазіргі заманғы талаптарға және жобалауға қойылған тапсырмаға сәйкес келеді.

8 Құбырларды техникалық есептеу

Жылу электр станциясының негізгі және қосалқы жабдықтарын белгілі технологиялық жүйелілікпен қосу құбыржолдардың көмегімен жүзеге асырылады. Құбырлар жылу тасымалдағышты, жұмыс денесін, отынды, майды, ауаны және т. б. тасымалдау үшін қызмет етеді. ЖЭС-тің жұмысының берілген пайдалану режимі арматураның көмегімен іске асырылады. ЖЭС құбыржолдары жүйесінде басты және қосалқы құбыржолдар ажыратылады.

Негізгі құбырларға ЖЭС-тің негізгі технологиялық сұлбасының құрамдас бөлігі болып табылатындар: қазандар мен ПГ-дан турбиналарға бағытталған бу құбырлары, аралық қыздыру буының құбырлары, конденсаттың негізгі ағыны мен қоректік судың құбырлары жатады.

Қосалқы құбырлар электр станциясының барлық жабдықтарының тұрақты және өтпелі режимдерде сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Қосалқы құбырларға ағызу, қоректендіру су құбырлары, дренаждық, еріту және т. б. жатады.

Электр станциясы жұмысының сенімділігі мен үнемділігі едәуір дәрежеде құбырлар жүйесінің сенімді жұмысына байланысты. Құбырлардың жиынтық массасы КЭС үшін жылу механикалық жабдықтың жалпы массасының ~ 8% және ЖЭО үшін ~ 12% құрайды. Құбырлардың құны электр станциясының жабдықтары құнының ~ 15% құрайды және сонша еңбек шығыны (ал АЭС және ЖЭО үшін және одан да көп) мен оларды монтаждау үшін қажет.

Қазіргі заманғы ЖЭС құбырларын кез келген параметрлерге дайындау және монтаждау стандартталған элементтер негізінде жүргізіледі. Олардың типтік өлшемдері тиісті МЕМСТ, ведомствоаралық және зауыттық нормалармен анықталады.

8.1 Құбырларды гидравликалық есептеу

Құбыржолдарды гидравликалық есептеудің мақсаты ішкі d_v және сыртқы d_n диаметрлерді, s қабырғасының қалыңдығын анықтау, сондай-ақ болаттың маркасы мен класын таңдау болып табылады.

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

Құбырдың ішкі диаметрі бастапқыда құбырдың қимасының бойымен өтетін бу немесе су ағысының үздіксіздігінің теңдеуі бойынша анықталады:

$$f = \frac{\pi d_p^2}{4} = \frac{V}{c} = \frac{Dv}{c} \quad (8.1.1)$$

мұнда d_p - құбырдың есептік шартты өтуі, м;

v -ортаның үлес көлемі, m^3/c ;

D - орта шығыны, кг / с;

v -ортаның үлес көлемі, $m^3/кг$;

c -ортаның жылдамдығы, м / с;

Жоғарыда формуладан келесіні аламыз:

$$d_p^2 = 0,0188 \sqrt{\frac{Dv}{c}} \quad (8.1.2)$$

Құбырдың диаметрінің есептік шартты өту нәтижелері бойынша, өтетін ортаның параметрлерін ескере отырып, құбырдың түржиыны ($d_c \times S$) мен болат маркасы бойынша үлкен жағына қарай дөңгелектеп таңдаймыз. Алынған мәндердің нәтижелерін 8.1.1-кестеге енгіземіз:

8.1.1 Кесте –БГҚ-ның бу құбырлары мен су құбырлары

Құбыр	c , м/с	d_p , мм	$d_c \times S$, мм	d_i , мм	Болаттың маркасы	ТУ
Бу, ҚУ-ЖҚЦ	70	184	273*32	209	12Х1МФ	14-3-460-75
Бу, ҚУ-ОҚЦ	60	479	550*25	500	15Х1М1Ф	3-923-74
Бу, ЖҚЦ-ҚУ	50	384	426*18	390	12Х1МФ	14-3-460-75
Бу, ТҚ	70	409	465*16	433	20	14-3-460-75
Бу, ҚУ-Д	70	174	219*6	207	20	14-3-460-75
Бу, ОҚЦ-ТҚЦ	70	1603	1650*10	1630	20	14-3-460-75
ПВ ТҚ, Д-ҚУ	5	62	76*6,5	69	20	14-3-460-75
ПВ ЖҚ/ОҚ, Д-ЭЖЖ/ОҚ	5	167	219*9	201	20	14-3-460-75
ПВ, ЭЖЖ/ОҚ-ЭЖЖ	5	161	219*19	181	15ГС	14-3-460-75

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

8.1.1 кестенің - жалғасы

Конденсат, К-Д	3	207	273*10	253	20	14-3-460-75
ГКП-ң рециркуляциясы	3	127	159*7	145	20	14-3-460-75

Құбырлардың таңдалған мәндерінің негізінде олардың әрқайсысының өткізу қабілетін анықтайық:

$$D=2.82cd^2/v \quad (8.1.3)$$

d_i -құбырдың таңдалған ішкі диаметрі.

Алынған есептеулердің нәтижелерін 8.1.2-кестеге енгіземіз.

8.1.2 кесте - құбырлардың өткізу қабілеті

Құбыр желісі	c, м/с	P, МПа	t, °C	v, м ³ /кг	D, т/сағ	Шығын, т/сағ
Бу, ҚУ-ЖҚЦ	60	12,9	570	0,028	264	239
Бу, ҚУ-ОҚЦ	60	3	570	0,128	331	328
Бу, ЖҚЦ-ҚУ	50	3	347	0,087	245	239
Бу, ТҚ	70	0,5	220	0,776	47	42,7
Бу, ҚУ-Д	70	0,5	220	0,776	10,9	7,8
Бу, ОҚЦ-ТҚЦ	70	0,15	162	1,37	383	371
ПВ ТҚ, Д-ҚУ	5	0,5	142	0,0011	62	50
ПВ ЖҚ/ОҚ, Д-ЭКЖҚ/СД	4	3	142	0,0012	376	327
ПВ, ЭКЖҚ/ОҚ-ЭКЖҚ	4	12,9	229	0,0015	241	239
Конденсат, К-Д	2,5	-	34	0,00098	461	371
ГПК-ның рециркуляциясы	2,5	-	60	0,00098	151	141

Таңдалған құбырлардың өткізу қабілеті әрбір учаске үшін жобалық (есептік) шығыннан артық, демек, таңдалған құбырлардың ішкі диаметрлерін дұрыс деп есептеуге болады.

8.2 Құбырларды механикалық (беріктік) есептеу

Құбырлар желісінің беріктігін есептеу, негізінен, қысымға және ортаның температурасына байланысты олардың қабырғаларының қалыңдығын анықтауға жатады.

Ортаның ішкі қысымындағы құбыр желісінің құбырының қабырғасының номиналды қалыңдығы келесіден кем болмауы тиіс:

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

$$S_H = \frac{pd_H}{2\varphi\sigma_{p,e}+p} + c \quad (8.2.1)$$

Мұндағы, р-құбыр желісінің ішіндегі қысым, МПа;
 $\sigma_{p,e}$ -номиналды рұқсат етілген кернеу, МПа;
 φ - құбырдың бойлық дәнекерлеу жігінің беріктілік коэффициенті;
 d_H - құбырдың сыртқы диаметрі, мм;
 c - қабырғаның есептік қалыңдығына қосу, мм;
 (8.2.2) формула шарттарды сақтаған кезде дұрыс:

$$\frac{S_H - c}{d_H} - \frac{p}{2\varphi\sigma_{p,e}+p} \leq 0,25 \quad (8.2.2)$$

Бойлық дәнекерленген жігі бар, жіксіз, сондай-ақ марганецті, төмен қоспаланған хромомолибден, көміртекті және аустенитті болаттан жасалған құбырлар үшін көлденең дәнекерленген жігі бар құбырлар үшін беріктік коэффициенті $\varphi = 1$.

Номиналды рұқсат етілетін кернеу $\sigma_{p,e}$ қабырға температурасына және құбыр болат маркасына байланысты қабылданады.

Қабырғаның есептік қалыңдығына қосу:

$$c = \frac{\alpha}{1+\alpha} s_0 \quad (8.2.3)$$

мұндағы, α -қабырға қалыңдығына теріс рұқсат, %;

s_0 - құбыр қабырғасының ең аз есептік қалыңдығы, мм.

ТУ 14-3-460-75 сәйкес қабырға қалыңдығына теріс рұқсат $\alpha = -5\%$, ал ТУ 3-923-74 теріс рұқсат $\alpha = -1,3\%$.

Құбыр қабырғасының ең аз есептік қалыңдығы:

$$S_H = \frac{pd_H}{2\varphi\sigma_{p,e}+p} \quad (8.2.4)$$

Алынған есептеулердің нәтижелерін 8.2.1 кестеге енгіземіз.

8.2.1 Кесте-Құбырлардың беріктік сипаттамалары

Құбыр желі	s_0 , мм	c , мм	S_H , мм	$\frac{S - c}{d_H} > \vartheta$, < 5	S , мм
Бу, ҚУ-ЖҚЦ	30,1	1,4	315	0,11	32
Бу, ҚУ-ОҚЦ	14,4	0,1	14,5	0,02	25
Бу, ЖҚЦ-ҚУ	4,2	0,2	4,4	0,01	18

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

8.2.1 кестенің – жалғасы

Бу,ТҚ	0,86	0,04	0,9	0,001	15
Бу, ҚУ-Д	0,4	0,02	0,42	0,001	6
Бу, ОҚЦ-ТҚЦ	0,89	0,04	0,93	0,001	10
ПВ ТҚ, Д-ҚУ	0,14	0,006	0,14	0,001	3,5
ПВ ЖҚ/ОҚ, Д-ЭКЖҚ/СД	2,3	0,11	2,4	0,01	9
ПВ, ЭКЖҚ/ОҚ-ЭКЖҚ	8,3	0,4	8,7	0,03	19
Конденсат,К-Д	0	0	0	0	10
ГПК-ның рециркуляциясы	0	0	0	0	7

Ортаның ішкі қысымындағы құбыр желісінің құбырының қабырғасының номиналдық қалыңдығының нәтижелері таңдалған құбыр желісінің қабырғалары қалыңдығының мәнінен аз шыққандықтан және формуланың дәлдік шарты сақталды десек, онда механикалық сипаттамалардың есебі мен таңдалған құбыржолдардың өлшемдері дұрыс деп санауға болады.

Әрбір бөлік үшін алынған құбырлар желісінің параметрлерін 8.2.2-кестеге енгіземіз.

8.2.2 Кесте-Құбырлар желісінің сипаттамалары

Құбыр желі	Сыртқы диаметр,мм	Қабырға қалыңдығы,мм	Ішкі диаметр,мм	Болаттың маркасы	ТУ
Бу,ҚУ-ЖҚЦ	273	32	209	12Х1МФ	14-3-460-75
Бу, ҚУ-ОҚЦ	550	25	500	15Х1М1Ф	3-923-74
Бу,ЖҚЦ-ҚУ	426	18	390	12Х1МФ	14-3-460-75
Бу,ТҚ	465	16	433	20	14-3-460-75
Бу, ҚУ-Д	219	6	207	20	14-3-460-75

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Бет

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні
------	-----	---------	------	------

8.2.2 кестенің - жалғасы

Бу, ОҚЦ-ТҚЦ	1650	10	1630	20	14-3-460-75
ПВ ТҚ, Д-ҚУ	76	3,5	69	20	14-3-460-75
ПВ ЖҚ/ОҚ, Д-ЭКЖҚ/СД	219	9	201	20	14-3-460-75
ПВ, ЭКЖҚ/ОҚ-ЭКЖҚ	219	19	181	15ГС	14-3-460-75
Конденсат, К-Д	273	10	253	20	14-3-460-75
ГПК-ның рециркуляциясы	159	7	145	20	14-3-460-75

8.3 Құбырларды оқшаулауды есептеу

Оқшаулауды есептеудің мақсаты оқшаулағыш материалдың түрін таңдау, жылу шығынын және оқшауланған құбырдың диаметрін анықтау болып табылады.

Ыстық бетпен жанасу кезінде персоналды күйіктен қорғау үшін оқшаулау бетіндегі температура $t = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ аспауы тиіс.

Будың температурасы ЖҚ ҚУ-дан бу турбинасына $t_{\text{П}} = 570\text{ }^{\circ}\text{C}$ тең, демек, осы температура бойынша оқшаулағыш 54 материалын таңдаймыз. Оқшаулағыш материал ретінде № 20 – 0,5 металл тормен қапталған 100 маркалы минераловатты тігілген маттар таңдаймыз, өйткені пайдаланудың ең жоғары температурасы $6000\text{ }^{\circ}\text{C}$ құрайды. Оқшаулағыш конструкцияның жабынды қабаты ретінде АД1Н маркалы, $\delta_{\text{П.С}}=0,8\text{ мм}$ қалыңдықты алюминий қорытпаларынан жасалған табақ алынады. Қоршаған орта температурасын қабылдаймыз:

$$t_{\text{о.с}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}.$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Оқшаулаудың орташа температурасы:

$$t_{cp} = \frac{t_n + t_{из}}{2} \quad (8.3.1)$$

$$t_{cp} = \frac{570 + 45}{2} = 307,5^\circ\text{C}$$

Мат үшін жылу өткізгіштік коэффициенті:

$$\lambda_{из} = 0,045 + 0,0002 \cdot t \quad (8.3.2)$$

$$\lambda_{из} = 0,045 + 0,0002 \cdot 307,5 = 0,1065 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{C}}$$

Оқшаулау бетінен қоршаған ортаға жылу беру коэффициенті:

$$\alpha_{нв} = \alpha_k + \alpha_{сш}$$

Мұндағы, α_k - конвекция есебінен жылу беру коэффициенті;

$\alpha_{сш}$ - сәуле шығару есебінен жылу беру коэффициенті;

Конвекция есебінен жылу беру коэффициенті (үй-жайда орналасқан объектілер үшін):

$$\alpha_{ак} = 189 \sqrt[3]{\Delta t} \quad (8.3.3)$$

Мұндағы, Δt - оқшаулау бетінің температурасы мен қоршаған орта температурасы арасындағы айырмашылық:

$$\Delta t = \Delta t_{из} - \Delta t_{oc} \quad (8.3.4)$$

$$\Delta t = 45 - 25 = 20^\circ\text{C}$$

$$\alpha_k = 182 \sqrt[3]{20} = 9,53 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (8.3.5)$$

Сәуле шығару есебінен жылу беру коэффициенті:

$$\alpha_{сш} = C_1 \frac{\left(\frac{T_{ок}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{ка}}{100}\right)^4}{t_k - t_{ко}} \quad (8.3.6)$$

Мұндағы, C_1 - жабынды қабаттың материалына байланысты сәулелену коэффициенті.

Алюминий қорытпалары үшін $C_1 = 1 \dots 1,5$; біз $C_1 = 1$ қолданамыз.

$T_{ок}$ – жылу оқшаулағыш бетінің температурасы, К;

$T_{ка}$ – қоршаған ауаның температурасы, К;

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

$$\alpha_{\text{сш}} = 1 \frac{\left(\frac{45+273}{100}\right)^4 - \left(\frac{25+273}{100}\right)^4}{45-25} = 1,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}} \quad (8.3.7)$$

Бір қабатты оқшаулаудың бетінде берілген температураны қамтамасыз ететін, диаметрі қалыңдығы 2 м-ден кем емес цилиндрлік объектілер үшін жылу оқшаулағыш қабат келесідей анықталады:

$$\frac{d_{\text{со}}}{d_{\text{о об.}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{со}}}{d_{\text{о об.}}} = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{ок}} \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{из}})}{\alpha_{\text{нв}} d_{\text{о об.}} (t_{\text{из}} - t_{\text{ос}})} \quad (8.3.8)$$

Мұндағы, $d_{\text{со}}$ - оқшаулаудың сыртқы бетінің диаметрі, м;

$d_{\text{о об.}}$ - оқшауланатын объектінің диаметрі, $d_{\text{о об.}} = 0,273$ м;

Цилиндрлік объектілердің практикалық есептеулерін орындау кезінде оқшаулаудың тиісті қабатының қалыңдығы орнатылуы тиіс. Берілген және табылған мән арасындағы елеулі айырма жағдайында есептеу $d_{\text{со}}$ нақтыланған мәнін қолдана отырып қайталанатын.

Кез келген қабаттың бетіндегі температура, материалды қолданудың ең жоғары температурасынан аспауы тиіс.

$d_{\text{со}} = 0,6275$ м қабылдаймыз.

$$\frac{0,6275}{0,273} \cdot \ln \frac{0,6275}{0,273} = \frac{2 \cdot 0,1065 \cdot (570 - 45)}{10,7 \cdot 0,273 \cdot (45 - 25)} \quad (8.3.9)$$

1,913 = 1,913;

Оқшаулау қабатының қалыңдығы:

$$\delta_{\text{ок}} = \frac{d_{\text{со}} - d_{\text{о об.}}}{2} \quad (8.3.10)$$

$$\delta_{\text{ок}} = \frac{0,6275 - 0,273}{2} = 0,177 \text{ м}$$

Шартты өту диаметрі 300 мм-ге дейінгі құбырлар үшін оқшаулау қабатының шекті қалыңдығы 190 мм аспауы тиіс, бұл 177 мм алынған мәннен көп болып табылады және барлық температуралық жағдайлар сақталады, демек, оқшаулау қабаты дұрыс таңдалған.

Қалған құбырлар желісінің есептеу нәтижелері 8.3.1-кестеге енгізіледі.

8.3.1 Кесте-Құбырлар желісін оқшаулау

Құбыр желісі	Материал	Жапқыш қабат	$\delta_{\text{ок}}$, мм	$\delta_{\text{ок}}^{\text{max}}$, мм
Бу, ҚУ-ЖҚЦ	Тігісті минералмақта мат 57аарки 100(металл торда)	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	0,177	190

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

8.3.1 кестенің – жалғасы

Бу, ҚУ-ОҚЦ	Тігісті минералмақта мат 57аарки 100(металл торда)	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	201	210
Бу,ЖҚЦ-ҚУ	Тігісті минералмақта мат 57аарки 100(металл торда)	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	98	210
Бу,ТҚ	Тігісті минералмақта мат 57аарки 100(металл торда)	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	53	210
Бу, ҚУ-Д	Синтетикалық байланыстырушы жұмсақ минералмақта тақталар	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	49	180
Бу, ОҚЦ-ТҚЦ	Синтетикалық байланыстырушы жұмсақ минералмақта тақталар	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	35	210
ПВ ТҚ, Д-ҚУ	Синтетикалық байланыстырушы жұмсақ минералмақта тақталар	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	23	150
ПВ ЖҚ/ОҚ, Д- ЭКЖҚ/СД	Синтетикалық байланыстырушы жұмсақ минералмақта тақталар	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	26	180
ПВ, ЭКЖҚ/ОҚ- ЭКЖҚ	Синтетикалық байланыстырушы жұмсақ минералмақта тақталар	АД1-Н маркалы алюминий қорытпалардың табақшалар	162	180
ГПК-ның рециркуляциясы	Синтетикалық байланыстырушы жұмсақ тақталар	АД1-Н маркалы алюминий	26	180

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

9 Өмір қауіпсіздігі

9.1 Еңбек жағдайларын талдау

Менің дипломдық жұмысымның негізгі мақсаты Алматы қаласының ЖЭО-1 турбиналық цехын ұлғайту болғандықтан, мен жасанды жарықтандыруды қайта қарастыру мен оның жобасын ұсынамын. Осылайша, қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету үшін келесі параметрлер қажет: электр қауіпсіздігі; жұмыс орнында жеткілікті жарықтандыру; өрт қауіпсіздігінің барабар құралдары; жабдықтың толық техникалық жарамдылығы, тиімді климат, өнімді жұмыс істеуге және эргономиканың жұмыс орындарында талаптарды сақтауға ықпал етеді. Инженерлер кезігетін қауіпті және зиянды факторлар: электр қауіпсіздігінің дұрыс ұйымдастырылмауынан тоққа түсу қауіпі, микроклиматтың дұрыс ұйымдаспауы, қараңғы жерде жұмыс жасау.

Жоғарыда айтылып кеткен турбиналық цехтың жасанды жарықтандыру есебін ұсынуды есептеймін. Ескере кеткен жөн, бұл ғимарат бірнеше жұмыс бөлмелерінен, соның ішінде мен 378 м^2 өлшемдегі бір үлкен цех бөлігіне есеп беремін.

9.1.1 Цехтың сипаттамасы

Бұл цех МемСТ 12.1.038-82 талаптарына сәйкес жоғары қауіптілігі жоқ ғимаратқа жатқызуға болады, өйткені бұл бөлме шандылығы тым жоғары емес, құрғақ, қалыпты температурамен және оқшаулағыш паркет еденімен, жерге тұйықталған металл конструкциялары жоқ. Дербес компьютерлерді МемСТ 12.2.007.0-76 электр тогының зақымдануынан қорғау тәсілі бойынша электр техникалық бұйымдардың бірінші класына жатқызуға болады, себебі олардың корпустары ток өткізбейтін пластмассадан жасалған және әрбір құрылғыда жерге тұйықтау желісі мен жерге тұйықтау байланысы бар шанышқы болады. Қоректену блоктары да жерге тұйықталады. Үй-жайдағы әрбір қуатты розетка қосымша жерге тұйықтау түйіспесімен жабдықталған, демек жұмыс үй-жайларында жерге тұйықтау және нөлдеу есебін жүргізу қажет емес. ҚНЖЕ II-68-78 сәйкес үстелдік жұмыс орындарында әрбір агрегат нысанына кемінде 3 м^2 шартты қанағаттандырады. 1-суретте бір агрегатпен жұмыс жасау орнының ауданы 4.8 м^2 тең, демек, бұл бөлме талаптарды қанағаттандырады. Сонымен қатар, ауа алмасу жиілігі ҚНЖЕ II-68-78 регламенттеледі, ол бір орынға $30 \text{ м}^3/\text{сағат}$ ты құрайды, себебі ауаның табиғи айналымы мүмкін емес және қажетті ауа температурасын ұстап тұру үшін қосымша желдету немесе ауаны кондиционерлеу құралдарын орнатады.. Бұл бөлме жасанды жарықтандырумен жабдықталған, сондықтан жасанды жарықтандырумен орындалатын жұмыс түрі үшін есептелмейді. Осы талаптарды орындау торап үй-жайында ауаның ылғалдылығы мен құрамының оңтайлы мәнін сақтауды қамтамасыз етеді.

Жұмыс бөлмесінің, яғни цехтың өлшемдері: цехтың биіктігі - 5 м, ені - 18 м, ұзындығы-21 м. Цехтың жалпы ауданы 378 м^2 құрайды.

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

9.1.1 кесте – Берілген мәліметтер

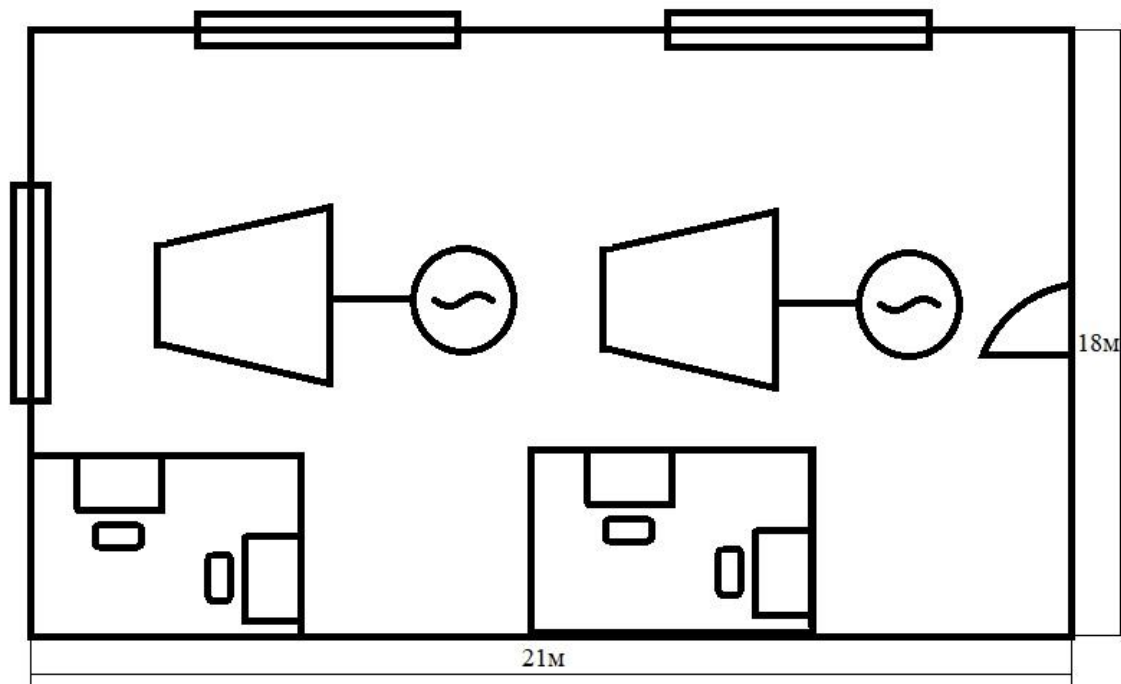
Ғимарат түрі	Ғимарат өлшемдері			ноқ, м	һн.ок, м	Жарық көздерінің түрлері	Көрі жұмыстарының разряды
	,м	,м	,м				
Турбиналық цех	21	18	5	3	1	ПВЛМ 2*40	IV,в

9.1.2 кесте – Тұрғылықты мекен параметрлері

Жарық белдеуі	H _{зд} , м	Ең жақын ғимаратқа дейінгі қашықтық P, м	шағылысу коэффициенттері		
			$\rho_{\text{пот}}, \%$	$\rho_{\text{пол}}, \%$	$\rho_{\text{ст}}, \%$
Алматы обл., IV	12	10	70	30	50

9.1.3 кесте –ПВЛМ-1x40 шамының жарық бөлуі

Шам түрі	Жарық күші I _a , кд α бұрышының бағытында											
	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	90	
ПВЛМ 1x40	139	135	132	115	104	84	63	44	22	6	0	



9.1.1 сурет – Турбиналық цех сұлбасы

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет

Жүйеге қызмет көрсетумен айналысатын өндірістік персонал төрт адамнан тұрады: екі инженер-техник және екі инженер-программист. Базалық жабдық кондиционердің көмегімен жабдықты жасанды салқындату үшін 20 С⁰ тұрақты температура ұстап тұратын жеке дыбыс оқшаулағыш бөлмеде орналасқан.

9.2 Жасанды жарықтандыруға есептеу

Адамдар тұрақты болатын ғимаратта табиғи және жасанды болатын жеткілікті жарықтандыру болуы тиіс. Табиғи жарықтандыру табиғи күн көзі арқылы жүзеге асырылады. Орналасуы бойынша ол төбелік және бүйірлік болады. Өндірістік ғимараттарда әдетте терезе арқылы табиғи жарықтандыру қамтамасыз етіледі. Бұл дипломдық жұмыста табиғи жарықтандыру қанағаттанарлық деп сипатталады, сондықтан ТҚ бөлімінде жасанды жарықтандыру есебі қарастырылады.

Қараңғыда жұмыс істейтін инженерлер үшін жасанды жарықтандырудың маңызы өте үлкен рөл атқарады. Бұны жасанды жарық көздерін (қыздыру шамдары, газ разрядты шамдар) қамтамасыз етеді. Ол табиғи жарық жоқ болғандықтан пайдаланылады.

Жұмыс орнын жобалау кезінде жарықтандыру фонның жарықтығы мен контрастығы сияқты ерекшеліктерді назарға алады. Жарықтылық дәрежесі оператордың жеке ерекшеліктері мен қажеттіліктеріне байланысты. 300-1000 лк диапазонында дұрыс жарық деңгейі болып есептеледі.

Жұмыс орнын жарықтандыру кезінде қызметкердің тікелей іс-әрекеті мен аралас беттердің арасындағы контраст маңызды рөл атқарады. Тым төмен контраст мәтінді қабылдауды нашарлатады және тым үлкен болса көзге жағымсыз жылтырлық пайда болады. Анық жарықтандырылған және жапсарлас беттегі оператордың көру өрісін 3/1-ге қатынасындай ету қажет.

Цех ұзындығы $A = 21$ м, ені $B = 18$ м, биіктігі $H = 5$ м.

Төбесі ашық сұр, қабырғалары ақ бояумен боялған. Ажырату объектісінің ең аз мөлшері 0,5 мм, объектінің контрасты орташа, фон орташа.

$U = 220$ В қоректендіру желісінің кернеуін таңдаймыз, БКМТ215-225-100-2 қарапайым қыздыру шамдары қолданылатын, ал біз ПВЛМ-1x40 типті шамды таңдаймыз.

Шам түрлеріне тоқтала кететін болсақ, осыған дейін қолданылған БКМТ215-225-100-2 қарапайым қыздыру шамдары. Мұндағы БК - биспиралды криптонды қыздыру шамы, МТ - күңгірт колбада, 215-225 - кернеуі 215-225 В, қуаты 100 Вт, екінші пысықтау; Қыздыру шамы-әдетте алмұрт пішінді шыны ыдыс, оның негізінде металл цоколь бар. Осы цокол көмегімен шам қолданылатын жарық беру құралының патронымен қосылу жүргізіледі. Бірақтан кемшіліктерін де айта кеткен жөн: біріншіден жұмыс істеу мерзімінің қысқа болуы, екіншіден энергияны тым көп пайдалануы, үшіншіден энергия ауытқуларына жоғары сезімталдығы.

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

Менің ұсынып отырған шам түрі ПВЛМ-1х40 типті аспалы люминисцентті аспалы шамшырақ. Желілі Люминесцентті шам ПВЛМ II орта жағдайы ауыр ғимараттарда, өндірісте және өзге де жарықтандыру мақсатына өте қолайлы: жоғары температура, ылғалдылық, тозаңдану, механикалық әсерге төзу мүмкіндігі. Шам сенімді тексерілген ЭМПРА немесе тұрақты жайлы жұмысты қамтамасыз ететін заманауи ЭПРАМЕН жарақталады. Функционалдық міндеттер мен шарттарға байланысты төбенің және қабырғалардың монтаждық бетіне қапсырманың көмегімен, сондай-ақ әмбебап аспалардың көмегімен орнатылуы мүмкін (9.2.1-сурет).



9.2.1-сурет. ПВЛМ-1х40 типті аспалы люминисцентті шамшырақ

Есептеу коэффициент әдісі бойынша жүргізіледі. Ғимаратта қажетті нормаланған жалпы жарықты жасау үшін шамдардың қажетті саны мынадай формула бойынша анықталады:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot Z \cdot K_3}{\Phi \cdot \eta} \quad (9.2.1)$$

мұнда $K_3 = 1,3$ шаң көп бөлінетін цехтар үшін (кесте бойынша алынған мәлімет);

$E_{\min} = 200$ лк, IV, көру жұмыстарының разряды в;

$Z = 1,15$;

$\Phi_{\text{л}} = 4070$ лм ЛХБ40 типті шам үшін;

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

9.1.1 кесте – Қор коэффициентінің мәні

Үй-жайлар мен аумақтар	Үй-жайлар мысалдары	Қор коэффициенті Кз				
		ЕО және жарық өткізу орналасуы кезінде. материал			Жасанды жарықтандыру кезінде	
		Тігінен	Көлбеу	Көлденен	Газразрядты шамдар	Қыздыру шамдары
1	2	3	4	5	6	7
1. Жұмыс аймағында бар ауа ортасы бар өндірістік үй-жайлар: а) в. 5 мг / м3 шаң, түтін, копоти	Агломерациялық фабрикалар, цемент зауыттары және құю цехтарының шабу бөлімшелері. Ұсталық, құю, дәнекерлеу, Құрастырмалы темір бетон цехтары.	1,5	1,7	2	2	1,7
б) 1-ден 5 мг/ м3 дейін шаң, түтін, тұяқтар;	Құрал-саймандық, құрастыру, Механикалық, механикалық жинау, тігу цехтары.	1,4	1,5	1,8	1,8	1,5
в) 1 мг/м3 кем шаң, түтін, тұяқтар;	Қышқылдар, сілтілер, күйдіргіш химиялық реактивтер, улы химикаттар, тыңайтқыштар өндіру жөніндегі химия зауыттарының цехтары.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3
г) ылғалмен жанасу кезінде қышқылдардың әлсіз ерітінділерін түзуге қабілетті булардың, қышқылдардың, сілтілердің, газдардың едәуір шоғырлануы.	Гальваникалық жабындар және гальванопластика цехтары	1,5	1,7	2	1,8	1,5
2. Ауа тазалығы бойынша ерекше режимдегі Үй-жайлар: а) техникалық қабаттан б) үй-жайлардан төменнен		-	-	-	1,3	1,16
		-	-	-	1,4	1,2

9.1.1 кестенің – жалғасы

3. Қоғамдық және тұрғын үй ғимараттарының үй-жайлары.	Кабинеттер, оқу үй-жайлары, зертханалар, сауда залдары және т. б.	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3
---	---	-----	-----	-----	-----	-----

Пайдалану коэффициентінің мәні i бөлменің индексіне және қабырғалардың $\rho_{ст}$, төбенің $\rho_{пот}$ және бөлме еденінің $\rho_{пол}$ шағылысу коэффициенттеріне, сондай-ақ шамдардың іліну биіктігіне h_p байланысты. Қабырғалардың, төбенің және еденнің шағылысу коэффициенттері 70: 30: 50.

Шамдарды ілу биіктігі жұмыс бетінің деңгейі мен шамның арасындағы қашықтық ретінде анықталады:

$$h_p = H - (h_{раб.} + h_{св.}), \quad (9.2.2)$$

мұнда H – ғимараттың биіктігі, $H=5$ м;

$h_{раб}$ – жұмыстық аймақтың деңгейі(биіктігі), $h_{раб}= 1,5$ м;

$h_{св.}$ – шам мен төбенің ара қашықтығы, $h_{св.} = 1,2$ м.

$$h_p = 5 - 1,5 - 1,2 = 2,3 \text{ м}$$

Ғимараттың индексі i келесі формуламен анықталады:

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (A+B)} = \frac{21 \cdot 18}{2,3 \cdot (21+18)} = 4,2 \quad (9.2.3)$$

ПВЛМ-1x40 типті шам үшін $\eta = 0,81$.

Осылайша, шамдардың саны келесідей болады:

$$N = \frac{200 \cdot 378 \cdot 1,15 \cdot 1,3}{2,3 \cdot 4070 \cdot 0,81} \approx 15 \text{ дана} \quad (9.2.4)$$

Нүктелік әдіспен жасанды жарықтандыруды есептеу

Шамдарды үй-жайда орналастыру келесі параметрлермен анықталады, м (9.2.2-сурет):

H – ғимараттың биіктігі;

h_c – шам мен төбенің ара қашықтығы;

$h_{раб}$ – жұмыстық беттің еденнен биіктігі;

$h_p = H - h_c - h_{раб}$ – есептік биіктік, шамның жұмыстық беттен биіктігі.

Жұмыс орнында қолайлы көру жағдайларын жасау үшін, жарық көздерінің соқырлық әсерімен күресу үшін еден үстінде шамдардың ең аз биіктігін шектеу талаптары енгізілді.

L – көршілес шамдардың немесе қатарлардың арасындағы қашықтық (егер ғимараттың ұзындығы (A) мен ені (B) бойынша қашықтық әртүрлі болса, онда олар L_A және L_B белгіленеді);

l – шеткі шамдардан немесе қатардан қабырғаға дейінгі қашықтық.

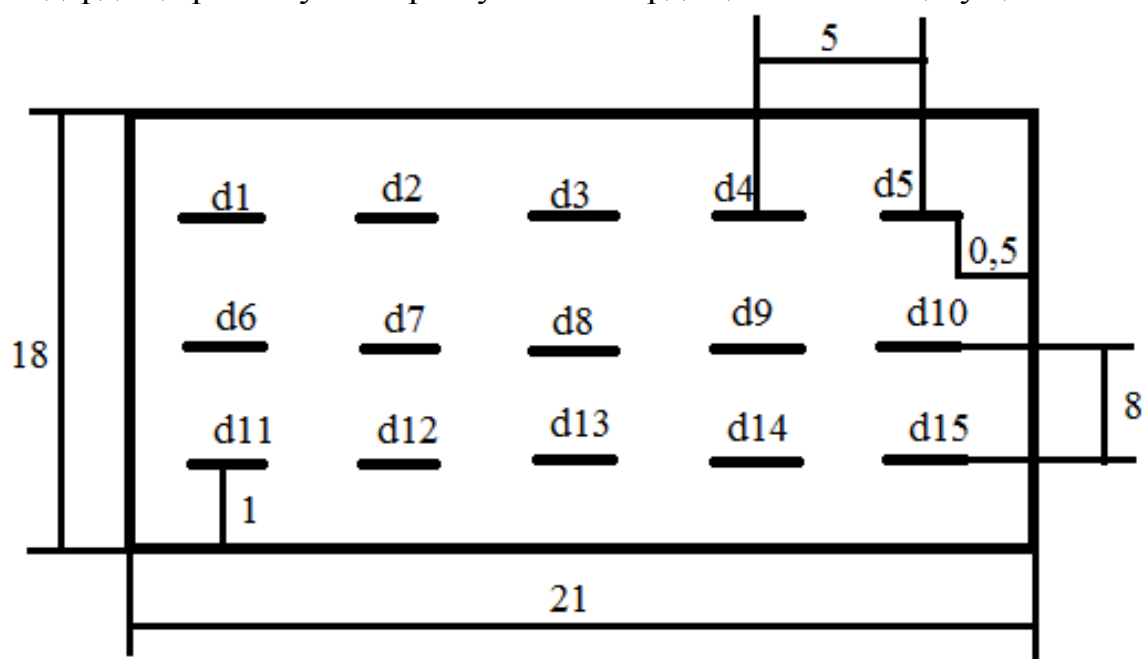
					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Шамдардың шеткі қатарынан қабырғаға дейінгі l оңтайлы қашықтықты $(0,3-0,5) L$ деп есептеу ұсынылады.

Шамдардың тиімді орналасуының интегралды өлшемі $\lambda = L / h$ болып табылады, оның азаюы құрылғы мен жарықтандыруға қызмет көрсетуді қымбаттатады, ал шамадан тыс ұлғаюы жарықтандырудың біркелкі еместігіне әкеледі.

Шамдардың арасындағы қашықтық L , $L = \lambda \cdot h_p$ ретінде анықталады.

Бастапқы деректерге сәйкес масштабта бөлменің жоспарын бейнелеу, онда шамдардың орналасуын көрсету және олардың санын анықтау қажет.



9.2.2-сурет. Шамдардың орналасу схемасы

Бір шамнан A нүктесіндегі көлденең жарықтандыру келесі формуламен анықталады:

$$e_i = \frac{I_a \cdot \cos^3(\alpha)}{h^2}; \quad (9.2.5)$$

мұнда

$$\alpha = \arctg\left(\frac{d_i}{h}\right); \quad (9.2.6)$$

1) Орталық нүктеден d_1 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_1 = \sqrt{8^2 + 10^2} = 12,8 \text{ м}; \quad (9.2.7)$$

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{12,8}{2,3}\right) = 79,8^\circ$$

						Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a1}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r1} = \frac{22 \cdot \cos(79,8)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,15 \text{ лк.}$$

2) Орталық нүктеден d_2 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_1 = \sqrt{8^2 + 5^2} = 9,43 \text{ м;}$$

$$\alpha_2 = \arctg\left(\frac{9,43}{2,3}\right) = 76,3^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a2}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r2} = \frac{22 \cdot \cos(76,3)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,51 \text{ лк.}$$

3) Орталық нүктеден d_3 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:
 $d_3=8$ м;

$$\alpha_3 = \arctg\left(\frac{8}{2,3}\right) = 73,97^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a3}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r3} = \frac{22 \cdot \cos(73,97)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,76 \text{ лк.}$$

4) Орталық нүктеден d_4 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:
 $d_4=9.43$ м;

$$\alpha_3 = \arctg\left(\frac{9,43}{2,3}\right) = 76,3^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a4}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r4} = \frac{22 \cdot \cos(76,3)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,51 \text{ лк.}$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

5) Орталық нүктеден d_5 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_5 = \sqrt{8^2 + 10^2} = 12,8 \text{ м};$$

$$\alpha_5 = \arctg\left(\frac{12,8}{2,3}\right) = 79,8^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a5} = 22$ кД

Осыдан,

$$e_{r5} = \frac{22 \cdot \cos(79,8)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,15 \text{ лк.}$$

6) Орталық нүктеден d_6 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_6 = 10 \text{ м};$$

$$\alpha_6 = \arctg\left(\frac{10}{2,3}\right) = 77^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a6} = 22$ кД

Осыдан,

$$e_{r6} = \frac{22 \cdot \cos(77)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,43 \text{ лк.}$$

7) Орталық нүктеден d_7 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_7 = 9 \text{ м};$$

$$\alpha_7 = \arctg\left(\frac{9}{2,3}\right) = 65^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a7} = 44$ кД

Осыдан,

$$e_{r7} = \frac{44 \cdot \cos(65)}{2,3 \cdot 1,5} = 5,39 \text{ лк.}$$

8) Орталық нүктеден d_8 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

									Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ				

$$d_8=0 \text{ м;}$$

$$\alpha_8=\arctg\left(\frac{0}{2,3}\right)=0^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a8}=139$ кД

Осыдан,

$$e_{r8}=\frac{139\cdot\cos(0)}{2,3\cdot 1,5}=40,29 \text{ лк.}$$

9) Орталық нүктеден d_9 шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:
 $d_9=5$ м;

$$\alpha_9=\arctg\left(\frac{5}{2,3}\right)=65^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a9}=44$ кД

Осыдан,

$$e_{r9}=\frac{44\cdot\cos(65)}{2,3\cdot 1,5}=5,39 \text{ лк.}$$

10) Орталық нүктеден d_{10} шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_{10}=10 \text{ м;}$$

$$\alpha_{10}=\arctg\left(\frac{10}{2,3}\right)=77^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a10}=22$ кД

Осыдан,

$$e_{r10}=\frac{22\cdot\cos(77)}{2,3\cdot 1,5}=1,43 \text{ лк.}$$

11) Орталық нүктеден d_{11} шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_{11}=\sqrt{8^2+10^2}=12,8 \text{ м;}$$

$$\alpha_{11}=\arctg\left(\frac{12,8}{2,3}\right)=79,8^\circ$$

										Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1х40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a11}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r11} = \frac{22 \cdot \cos(79,8)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,13 \text{ лк.}$$

12) Орталық нүктеден d_{12} шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_{12} = 9,43 \text{ м;}$$

$$\alpha_{12} = \arctg\left(\frac{9,43}{2,3}\right) = 76,3^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1х40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a12}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r12} = \frac{22 \cdot \cos(76,3)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,51 \text{ лк.}$$

13) Орталық нүктеден d_{13} шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_{13} = 8 \text{ м;}$$

$$\alpha_{13} = \arctg\left(\frac{8}{2,3}\right) = 73,97^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1х40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a13}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r13} = \frac{22 \cdot \cos(73,97)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,76 \text{ лк.}$$

14) Орталық нүктеден d_{14} шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_{14} = 9,43 \text{ м;}$$

$$\alpha_{14} = \arctg\left(\frac{9,43}{2,3}\right) = 76,3^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1х40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a14}=22$ кд

Осыдан,

$$e_{r14} = \frac{22 \cdot \cos(76,3)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,51 \text{ лк.}$$

15) Орталық нүктеден d_{15} шамына дейінгі қашықтықты келесідей табамыз:

$$d_{15} = \sqrt{8^2 + 10^2} = 12,8 \text{ м;}$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

$$\alpha_{15} = \operatorname{arctg} \left(\frac{12,8}{2,3} \right) = 77^\circ$$

Осы мәлімет бойынша ПВЛМ 1x40 үшін I_a мәнін методикалық кестеден аламыз $I_{a15} = 22$ кд

Осыдан,

$$e_{r15} = \frac{22 \cdot \cos(79,8)}{2,3 \cdot 1,5} = 1,13 \text{ лк.}$$

Жиынтық шартты жарықтандыру тең:

$$\sum E = 1,15 + 4 \cdot 1,51 + 2 \cdot 1,76 + 3 \cdot 1,13 + 2 \cdot 1,43 + 5,39 \cdot 2 + 40,29 = 68,03 \text{ лк} \quad (9.2.8)$$

Барлық деректерді формулаға қойсақ:

$$E_r = \frac{4070 \cdot 1,1 \cdot 68,03}{1000 \cdot 1,3} = 234,28 \text{ лк}$$

Ұсынылған жарықтандыру жүйесі қалыпты жарықтандыруды $E_r > E_n$ қамтамасыз етеді.

Кәсіпорында дұрыс жобаланған және орындалған жарықтандыру өндіріс орнындағы қызметкерлердің өнімділігіне, сондай-ақ тиімділігіне үлкен ықпалын тигізеді.

Жарықтандыруға едәуір дәрежеде келесілер байланысты: қызметкердің көруінің сақталуы, оның орталық жүйке жүйесінің жағдайы, өндірістегі қауіпсіздік, еңбек өнімділігі және шығарылатын өнімнің сапасы. Сол себептен ескі қыздыру шамдардан жаңа ұсынылып отырған люминисцентті шамшырақ түріне көшкенді жөн деп санаймыз.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

10 Экономика бөлімі

Жылу және электр энергиясы қазіргі уақытта ең көп сұранысқа ие өнімдердің бірі болып табылады. Оларсыз қазіргі адамзаттың күнделікті өмірін елестету мүмкін емес. Бұл өнімге фабрикалар, зауыттар, көлік, медициналық мекемелер және т.б. сияқты барлық қызмет салалары тәуелді. Бірақ жылу және электр энергиясы басқа тауарға жатпайтын өзіндік ерекшеліктерге ие.

Электр энергетикасының басты айырықша ерекшеліктері:

* электр энергиясын (Елеулі ауқымда және жылу) жинақтау мүмкін болмауы, осыған байланысты өндіріс пен тұтынудың тұрақты бірлігі орын алады;

* энергия өндіру көлемінің тек тұтынушылардан тәуелділігі және энергетиктердің қалауы мен бастамасы бойынша өндіріс көлемін ұлғайтудың мүмкін еместігі;

* өнеркәсіп пен ұлттық шаруашылықтың басқа салалары үшін жасалатын жыл есебінде ғана емес, сонымен қатар энергетикалық жүктемелердің сағаттық шамалары да энергия өндіру мен тұтыну көлемін бағалау қажеттілігі;

* барлық ұлттық шаруашылық жұмысының өмірлік маңызды шарты болып табылатын тұтынушыларды энергиямен үздіксіз қамтамасыз ету қажеттілігі;

* жыл бойы әр тәулік және әр сағат сайын энергия тұтынуды жоспарлау, яғни маусым, климаттық жағдайлар, апта күндері және басқа да факторларды ескере отырып, әр айдың әр күніне жүктеме кестесін әзірлеу қажеттілігі •

Бұл ерекшеліктер Электр энергетикасы саласын жылу және электр энергиясын өндіру бойынша Жаңа объектілерді есептеу және жобалау үшін арнайы әдістемелерді әзірлеуді талап ететін бірегей етеді, мысалы, жылу электр орталығы (ЖЭО).

Тұтынушыларды энергиямен қамтудың экономика тұрғысынан тиімді нұсқасын таңдауға мүмкіндік беретін отын энергетикалық ресурстарын ұтымды пайдаланудың маңызды мәселелерінің бірі олардың өзара алмасуы болып табылады. Зауыт, фабрика, үй, ықшамдаудан немесе басқа да нысандарды энергиямен қамтамасыз етудің ұтымды үлгісі туралы шешім қабылдауда алдымен өнімнің нақты түрін өндірудің технологиялық үрдісін білу қажет.

Мемлекеттік саясаттың мақсаттарына: тұрақты экономикалық өрлеу, бағаның тұрақтылығы (инфляция жүйесін бақылау), жұмыспен қамтамасыз етудің жоғары деңгейде болуы (жұмыссыздықтың төмендігі), сыртқы экономикалық тепе-теңдік (төлем теңгерімінің актив сальдосы, валюта бағасының тұрақтылығы). Мақсаттар тұжырымдалғаннан кейін экономиканы мемлекеттік реттеудің қол жеткізуі үшін қажет тетіктер мен құралдар айқындалады.

					Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Экономиканы мемлекеттік реттеу экономикалық құралдардың көмегімен іске асырылады. Оларға: ақша-несие саясаты, салық-бюджет, экономиканың мемлекеттік секторы, мемлекеттік бағдарламалау мен жоспарлауды пайдалану. Экономиканы мемлекеттік реттеудің үзіліссіз бөлігі - әкімшілік құралдар (тыйым салу, рұқсат беру, мәжбүрлеу), сондай-ақ ерікті келісімдер (мыс., үкімет, кәсіподақтар, кәсіпкерлер одақтары арасындағы келісімдер).

Алматы қаласының “ЖЭО-1” турбиналық цехын кеңейте отырып жылумен және электр энергиясымен қала тұрғындарын қамту. Жылумен қамту кезінде органикалық яғни газ, мазут түрлері қолданылады. Негізгі отын ретінде газ қолданылады. Бұл кәсіпорынның басты міндеті тұрғын үйлер мен өндірістік кәсіпорындарды жылумен қамтамасыз ету. Менің дипломдық жұмысымның тақырыбы: Алматы қаласының «ЖЭО-1» турбиналық цехын кеңейту жолдары. Цехты жобалау кезінде заман талаптарына сай әрі ПӘК-і жоғары жаңа газ турбиналық қондырғы енгіздім: М701f4 "Mitsubishi Heavy Industries" (МНІ) жеткізу газтурбиналық қондырғысы. Жұмыстың басты мақсаты электр энергиясын өндірудің ПӘК-ін арттыру және оны тиімді пайдалану.

Жылу жүйесі мен желдеткіш үшін - су құбырына беретін судың температурасы - 150⁰С, ал қайтатын судың температурасы - 70⁰С; тұрмыстық-шаруашылықты ыстық сумен жабдықтау үшін - ішетін судың сапасы МемСТ-тың 2874-82 сәйкес температурасы 60⁰С;

Қазан табиғи газ бен мазут жағуға арналған автоматтандырылған оттықпен жабдықталған. Қазанда негізгі отын ретінде табиғи газ Q_{HP}=8000 ккал/кг, ал қосалқы отын ретінде - мазутты Q_{HP}=10000 ккал/кг пайдаланылады.

Алматы ЖЭО-1 қала тұрғындары мен өндіріс орындарының жылу жүктемелерін жабу үшін қарастырылған. Электр энергиясының шамамен алғандағы шығыны 1000 кВт/сағ.

10.1 кесте – Ауыстыруды қажет ететін турбина саны, бағасы.

Жабдық	Саны	Бағасы млн. теңге
ПТ-60-90\18	1	2000
		2000

$$K = \sum K / \Delta_j, \$ / \text{МВт} \quad (10.1)$$

Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
------	-----	---------	------	------	-------------------	-----

Егер жылумен қамдау көзіне жұмсалатын жалпы қаржылық салымдарды (10.1) деп қабылдағанда қалған қаржылық салымдарының ішіндегі (кұрылысқа, ғимаратқа, қондырғыға, еңбекақыға тағы да басқа) турбинаның дұрыс жұмыс істеуіне, 300% мөлшерде турбинаның бағасынан алынады. Қаржылық салымдарға тағыда турбина құрылысына кеткен $6000+2000=8000$ млн.теңгені құрайды.

Турбинадан жылу мен электр энергиясын төмендегідей анықтаймыз:

$$S_{\text{Э}} = \frac{I_a + I_{\text{к.ж}} + I_{\text{в.а}} + I_{\text{от}} + I_{\text{су}}}{\text{Э}_{\text{ж}}}, \quad (10.2)$$

I_a - жабдықтың және құрылмалардың амортизациясына кеткен шығындар, сонымен қатар құрал-жабдықты (негізгі қорларды) тозуына қарай жаңарту және толық жөндеуден өткізуге кеткен шығындар;

$I_{\text{кез.жөн}}$ - жабдықтың кезектегі жөндеулерге кететін шығындары;

$I_{\text{сн.ак}}$ - қызметкерлердің еңбекақысына кеткен шығындар;

$I_{\text{отын}}$ - қазанда жеткізілетін отынға кеткен шығындар;

$I_{\text{су}}$ - қондырғыда жұмсалған суға кеткен шығындар;

$$\text{Э}_{\text{жыл}} = 25 \cdot 4000 = 100000 \text{ МВт/жыл.}$$

10.1.1 Амортизациялық шығындарды есептеу

Турбиналық қондырғылар жылына 6000 сағат не одан аз жұмыс істейді, бірақ бұл станция тек жылыту периодында ғана жұмыс істегендіктен 4000 сағат істейді. Бу турбинасының амортизациясы $M_{\text{амор}} = 7,0\%$ құрайды.

Электр энергиясымен қамдау көзінің амортизациясының жалпы шығындары, млн.тенг/жыл:

$$I_a = \text{Э}_{\text{өнд}} \cdot M_{\text{амор}}; \quad (10.3)$$

$$I_a = 8000 \cdot 0,07 = 560 \text{ млн.тг/жыл.}$$

10.1.2 Жабдықтың кезекті жөндеу шығынын есептеу

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

Жабдықтың кезектегі жөндеулерге және ғимартына кететін шығындарын амортизациясының жалпы шығындарының 15% деп қабылдасак, млн.тенг/жыл, яғни

$$I_{\text{кез.жөн}} = 0,15 \cdot I_a, \text{ млн.тг/жыл;} \quad (10.4)$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

$$I_{\text{кез.жөн}} = 0,15 \cdot 27,2 = 84 \text{ млн.тг/жыл.}$$

10.1.3 Еңбекақы шығындарын есептеу

Бу турбинасының жұмыс істеу тәртібі - тәулік бойы, жыл бойы. Алматы ЖЭО-1 турбиналық цехында қызмет көрсетушілер құрамы бойынша еңбекақысына кеткен шығындарды $K_{\text{шт}}$ штат қызметкерлерінің коэффициенті арқылы анықталады.

Еңбекақысына кеткен шығындарына демалыс, қосымша жұмыстар төлемдерін, премиялар, фонд аударымдары, әлеуметтік сақтандыруды қоса есептеу керек. Цехтағы қызмет көрсетушілер және инженерлік персоналды қосып қарастырғандықтан жұмыскерлердің жалпы санын анықтап аламыз. Біздің жағдайымызда $K_{\text{шт}}$ шамасын 15% деп қабылдаймыз.

Станциясының қызметкерлер саны төмендегідей анықталады:

$$QC = K_{\text{шт}} \cdot \Delta_{\text{өнд}}, \text{ адам;} \quad (10.5)$$

$$QC = 0,15 \cdot 25 = 4 \text{ адам.}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

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

Еңбекақысына кеткен шығындарды есептегенде станциясындағы қызметкерлер санын, бір қызметкерге жылына 1500000 тенге деп қабылдаймыз. Салыққа кететін пайыз саны - 1,21

Еңбекақысына кеткен шығындары, млн.тенг/жыл:

$$I_{\text{ен.ак}} = QC \cdot 1500000 \cdot 1,1, \text{ млн.тг/жыл;} \quad (10.6)$$

$$I_{\text{ен.ак}} = 4 \cdot 1500000 \cdot 1,1 = 6,6 \text{ млн.тг/жыл.}$$

10.1.4 Отынға жұмсалатын шығынды есептеу

Отынға кеткен шығындар - $I_{\text{от}}$. Оған отын мөлшері - $V_{\text{жыл}}$, отын бағасы, транспорттық шығындар және ЖЭО-да орнатылған агрегаттың жұмыс істеу сағаты жатады. Бұл қазандықта газ жағылатындықтан, магистральды газ құбыры бойынша табиғи газды әкелу және оны станцияға дейін жеткізуге жұмсалатын шығындар газды сатып алу бағасына кіреді.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Қазандар үшін шартты отынның жылдық шығыны, ш.о.т/жыл:

$$V = Q_{\text{жыл}} \cdot b_{\text{ш.о}}, \text{ мың т.ш.о.}; \quad (10.7)$$

$$Q_{\text{жыл}} = Q_{\text{өнд}} \cdot T_{\text{м}}, \text{ Гкал/жыл.} \quad (10.8)$$

$T_{\text{м}}$ -қазанның жылына жұмыс істеу уақыты, 4000 сағат.
 $b_{\text{ш.о}} = 0,178 \text{ ш.о.кг/Гкал.}$

$$Q_{\text{жыл}} = 45 \cdot 4000 = 180\,000 \text{ Гкал/жыл};$$

$$V = 180\,000 \cdot 0,178 = 32,04 \text{ мың т.ш.о.}$$

Отынға жұмсалатын шығын - $I_{\text{от}}$

$$I_{\text{от}} = V \cdot b_{\text{отш}} \cdot B_{\text{т}}, \text{ млн тг/жыл}; \quad (10.9)$$

$$I_{\text{от}} = 32,04 \cdot 870 \cdot 20 = 557,5 \text{ млн тг/жыл.}$$

$b_{\text{отш}} = 870 \text{ м}^3 \text{-тг.ш.о.}$

$B_{\text{т}} = \text{отын бағасы, } 20 \text{ тг/м}^3$

10.1.5 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

Су қыздырғыш қазан қондырғысында жылумен қамдау жүйелерін толықтыруға, шықтағыштарға, қалдықтардан тазалауға және т.б. шығындалады. Станциялардың сумен қамдау жүйесіне (тікелей, айналмалы) сәйкесті су шығындарының шамалары да әртүрлі болады.

Жұмсалынған жылдық су шығыны, мың.тенг/жыл:

$$I_{\text{су}} = G_{\text{жыл}} \cdot 17 \cdot T_{\text{м}}, \text{ млн.тг/жыл}; \quad (10.10)$$

$$I_{\text{су}} = 123,5 \cdot 17 \cdot 4000 = 8,4 \text{ млн.тг/жыл.}$$

мұнда $G_{\text{жыл}}$ - су шығыны, 123,5т/сағ;

1 м^3 үшін су бағасы, 17тенге;

$T_{\text{м}}$ - қазанның жылына жұмыс істеу уақыты, 6300 сағат.

Өнімнің өзіндік құны тікелей кәсіпорынның ағымдағы шығындарына тәуелді болады және өнім бірлігіне кететін шығындардың шамасын сипаттайды. Шығындарды құрауға әсер ететін барлық факторлар өнімнің өзіндік құнына әсер етеді.

Кәсіпорынның ағымдағы шығындары сипатына қарай: амортизациялық аударылымдар, жабдықтың кезекті жөндеуіне кететін

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

шығындар, еңбекақы шығындары, отынға және суға кететін шығындарды құрайды.

Турбинадан электр энергиясын жіберудің өзіндік құнын анықтаймыз:

$$S_{\text{э}} = \frac{I_a + I_{\text{к.ж}} + I_{\text{в.а}} + I_{\text{от}} + I_{\text{су}}}{\text{Э}_{\text{ж}}} \quad (10.11)$$

$$S_{\text{э}} = (560 + 84 + 6,6 + 557,5 + 8,4) / 100,000 = 12,165 \text{ тг/кВт} \cdot \text{сағ}$$

10.2 Жаңа қондырғыларды енгізу арқылы салымдардың бағасын өтеу

10.2.1 кесте – Жаңа қондырғылардың саны мен бағасы

Жабдық	Саны	Бағасы млрд. теңге
M701f4	1	10
		10

10.2.1 Амортизациялық шығындарды есептеу

Жалпылама есептеулер жүргізу үшін амортизациялық аударылымдар нормаларын 7% мөлшерінде қабылдау керек.

Электр энергиясымен қамдау көзінің амортизациясының жалпы шығындары, млн.тенг/жыл:

$$I_a = \text{Э}_{\text{өнд}} \cdot M_{\text{амор}} \quad (10.2.1)$$

$$I_a = 1000 \cdot 0,07 = 700 \text{ млн.тг/жыл}$$

10.2.2 Жабдықтың кезекті жөндеу шығынын есептеу

Жабдықтың кезектегі жөндеулерге және ғимаратына кететін шығындарын амортизациясының жалпы шығындарының 15% деп қабылдасақ, млн.тенг/жыл, яғни

$$I_{\text{кез.жөн}} = 0,15 \cdot I_a, \text{ млн.тг/жыл} \quad (10.2.2)$$

$$I_{\text{кез.жөн}} = 0,15 \cdot 700 = 105 \text{ млн.тг/жыл}$$

10.2.3 Жобалаудан кейінгі электр энергиясының шамасы

Жобалау барысында қондырғыларды іске қосқан кездегі есептеулер:

											Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні							

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

Іске қосылған газ турбиналық қондырғы 60000 кВт/сағ электр энергиясын өндіреді. Осыны есепке ала отырып оның айына өндіретін электр энергиясын есептейміз:

$$U=60000 \cdot 720=43,2 \text{ млн кВт.}$$

Өндірілген электр энергиясының құны:

$$U=43,2 \cdot 14,76=7,632 \text{ млн. тг.}$$

Бұл құнды бір жылға шаққанда шамамен 7651,6 млн. теңгені құрайды. Электр энергиясына кететін барлық шығындар мен қондырғылардың бағасын есептеп бұл жобалаудың өтімділік мерзімін есептейміз:

$$T = \frac{10000}{7651,6} = 1,3 \text{ жыл.} \quad (10.2.1)$$

Менің дипломдық жұмысымның басты мақсаты өндірілетін электр энергиясының мөлшерін арттыру арқылы қаланың көбірек бөлігін электр энергиясымен қамту және станцияның ПӘК-ін арттыру. Алғашында тек өзіндік шығындарды өтеу, ал болашақта сол ЖЭО-на қарасты аудандарды электр энергиясымен қамту жоспары қарастырылады. Осыған байланысты мен ПТ-60-90/18 бу турбинасын, қуаты көп М701f4 газ турбинасына ауыстырдым. Бұл модернизациялау бойынша жоба өзін шамамен 1 жыл 4 айда ақтап шығады деген қорытындыға келдім.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Қорытынды

Қорытындылай келе, дипломдық жұмыста Алматы қаласында орналасқан ЖЭО-1 турбиналық цехын кеңейту жолдары қарастырылған. Цехты жобалау кезінде қазіргі заманғы жабдықтар, технологиялар, басқару жүйелері қолданылады. Жылулық, негізгі бөлімде жаңадан қойылатын басты және көмекші қондырғылар таңдалған және олардың жылулық есептері есептелген. Негізгі жабдық ретінде М701f4 "Mitsubishi Heavy Industries" (МНІ) жеткізу газтурбиналық қондырғысы (ГТҚ) таңдалды. Таңдалған қондырғының механикалық, гидравликалық және жылуоқшаулану есебі жүргізілді.

Энергияның орасан зор мөлшерін тұтынуға байланысты осы электр энергиясын өндірудің жаңа тәсілдерін табу, оларды тиімді пайдалану мәселелері осы дипломдық жұмыстың басты өзектілігі болып саналады. Қазіргі кездегі ЖЭО-тары қолданатын бу турбоагрегаттарының орнына әлдеқайда тиімді газ немесе бу-газды турбоқондырғылар пайдалану қажет. Сондықтан да осы дипломдық жоба барысында мен экономикалық жағынан тиімді инновациялық, әрі ПӘК жоғары агрегат таңдадым.

Мұндай бу-газды қондырғы жоғары сенімділігімен, сондай ақ өлшемдерінің кіші болуымен де біраз артықшылықтарға ие.

Сонымен қатар, өміртіршілік қауіпсіздігі мен экономикалық бөлімдері талдаудан өткен болатын. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде турбиналық цехының жасанды жарықтандыруын есептедім. Есептей келе жұмысшылардың қолайлы жағдайда жұмыс істеуіне әсер ететін барлық факторларды қарастырдым. Экономикалық бөлімде осы жобаға қажетті техника-экономикалық есептеулер жүргіздім. Бұл есептеудің мақсаты жобаны іске асыру барысында қанша мөлшерде ақшалай қаражат қажет екендігі, сонымен қатар ол қаражаттың қанша уақытта өтелетіндігі есептелінді. Осы жұмыстағы мақсатым Алматы ЖЭО-1 турбиналық цехының тиімділігін арттыра отырып станцияның ПӘК-ін жоғарылату.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Әдебиеттер тізімі

- 1 Л.В.Зысин. Парогазовые и газотурбинные установки. Санкт-Петербург, 2010.
- 2 С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – Москва, Изд-во МЭИ, 2002.
- 3 И.К.Вишницкий, Ю.И. Кириллов, Б.Ф. Лейпунский, Ф.В. Сапожников. Строительство тепловых электростанций. Том 1. – Москва, 2010.
- 4 <http://www.esist.ru/shema-mini-tec/>.
- 5 В.А. Григорьев, В.М. Зорин. Тепловые и атомные электрические станции. – Москва, 1982.
- 6 В.В. Титов, Г.М. Хуторецкий, Г.А. Загородная. Турбогенераторы, расчет и конструкция. – Ленинград, 1967.
- 7 Газотурбинные технологии. Специализированный журнал. 2006 г.
- 8 Дипломдық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы, 2017.
- 9 КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014 Оқу әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын талаптар. – Алматы, АУЭС, 2014.
- 10 А.М. Леонкова, А.Д. Качан. Тепловые и атомные электрические станции. Дипломное проектирование. – Минск, «Высшая школа», 1991.
- 11 Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. – Алматы, АУЭС, 2014.
- 12 СНиП РК 4.02.42-2006 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Строительные нормы и правила».
- 13 Шварц В.А.М. Конструкция газотурбинных установок. Машиностроение, 1970г.
- 14 Нормы экономического проектирования тепловых электрических станций – ВГПИ и НИИ. «Энергосетьпроект», 1997.
- 15 Рыжкин В.Я. «Тепловые электрические станции». М., «Энергия», 1976 г.
- 16 Попова Т.М. «Пособие для расчета экономической части дипломного проекта». Алматы АИЭиС, 2000 г.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		