

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
«Ғ. Дәукеев атындағы АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ»

Жылуэнергетика және басқару жүйелері институты
Жылу энергетикалық қондырғылар кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі т.ғ.к., А.А. Кибарин.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Алматы қаласындағы қазандықтардың қыздырғыштарындағы тұтынушыға жіберілетін ыстық суларын реттеудегі температураларын есептеу

Мамандығы: 5B071700 – Жылуэнергетика

Орындаған: Шаймардан Әсет Ерланұлы Тобы: ТЭ(ТЭС)к-17-1
(Т.А.Ж.)

Ғылыми жетекшісі АЭЖБУ доценті Бахтияр Балжан Төрепашқызы
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

Кеңесшілер:

экономикалық бөлім бойынша: э.ғ.к., «ИМК» кафедрасының доценті
Абильдина Айнур Шахизадина

(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімі

бойынша: аға оқытушы, Абдрешов Шамиль Аскарлович

(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

Нормобақылаушы: аға оқытушы, доктор PhD Олжабаева Карлыгаш
Сериковна

(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

Пікір беруші: “АлЭС” АҚ ЖЭО-2 Бас инженері Б.Б.Калиев

(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
«Ғ. Дәукеев атындағы АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ»

Жылуэнергетика және басқару жүйелері институты
Жылу энергетикалық қондырғылар кафедрасы

Мамандығы: 5B071700 – Жылуэнергетикасы

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Шаймардан Әсет Ерланұлы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы Алматы қаласындағы қазандықтардың қыздырғыштарындағы тұтынушыға жіберілетін ыстық суларын реттеудегі температураларын есептеу

2020 ж. «27» қазан айындағы №217 университет бұйрығымен бекітілді.
Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «30» маусым 2021 ж.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

Шағын ЖЭО пайдаланудың өзектілігі

Шағын ЖЭО таңдау алгоритмі

Шағын ЖЭО есептеу және жобалау

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

Аңдатпа

Кіріспе

Шағын ЖЭО пайдаланудың өзектілігі

Шағын ЖЭО таңдау алгоритмі

Шағын ЖЭО есептеу және жобалау

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

Экономикалық бөлім

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету)тізімі:

1 «Guascor» sfgm-560 газ поршеньді қондырғысы базасындағы шағын ЖЭО қазидатты сызбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1 Соколов Е. я. жылу және жылу желілері. М.: МЭИ баспасы, 1999 ж.

2 www.combienergy.ru

3 www.mini-tec.ru

4 www.exrounion.ru

5 Андрющенко А.И. аудандық қазандықтар базасында ЖЭО-дан жылу берудің энергетикалық тиімділігі. // Энергетика. Известия ВУЗов. 1991, -№6. -С. 3-7.

6 Соколов Е.Я., Мартынов В.А.Газ турбиналық жылу қондырғыларының энергетикалық сипаттамалары. // Жылу энергетикасы. 1994, -№12. -С. 11-16

7 Ноздренко Г.В., Зыков В.В.

Экологически перспективные энергоблоки электростанций.

8 Перспектива применения газовых турбин в энергетике. // Теплоэнергетика. 1993. -С.2-9.

9 Столярова С.Ф., Кузнецов А.Л., Тихомиров Б.А. Целесообразные направления повышения экономичности ГТУ. // Теплоэнергетика. 1989, -№7. -С.68-70.

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономикалық бөлім	Абильдина Айнура Шахизадина	21.05.2021	
Өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімі	Абдрешов Шамиль Аскарлович	15.05.2021	
Негізгі бөлім	Бахтияр Балжан Төрепашқызы	01.05.2021	

Диплом жобасын дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Тақырып жөнінде материалдар іздеу, әдебиеттермен танысу	20-30 қаңтар	
Шағын ЖЭО пайдаланудың өзектілігі тақырыбында іздену	3-15 ақпан	
Классификациясы бойынша зерттеу жүргізу	18-22 ақпан	
Есептеу және жобалау, тақырып бойынша кесте құрастыру	25 ақпан – 21 наурыз	
Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімін жазу	25 наурыз – 12 сәуір	
Экономикалық бөлімді жазу, қорытындылау	12-20 сәуір	
Дипломды қорғауға әзірлік, рецензия алу және слайд жасау	1 мамыр – 6 маусым	

Тапсырманың берілген уақыты «15» қаңтар 2021ж.

Кафедра меңгерушісі _____
(қолы)

(Кибарин А.А.)
(Т.А.Ж.)

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____
(қолы)

(Бахтияр Б.Т.)
(Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____
(қолы)

(Шаймардан Ә.Е.)
(Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Бұл жұмыста шағын-ЖЭО технологиялық схемалары, олардың өзектілігі және іске асыру мүмкіндіктері қарастырылды. Шағын-ЖЭО салуының негізгі тағайындалуы мен артықшылықтары көрсетілген. Сонымен қоса жұмыс шағын-ЖЭО жобалаудың арнайы спецификасы мен жобалау алгоритміне арналған шыңы су жылытқыш қазандығының есептеулері жүргізілді. Пайдаланылмалы қазандықтың қосымшасы ретінде ГТҚ-ның схемалық шешімдері көрсетілген.

Аннотация

Данная работа посвящена вопросам технологических схем мини-ТЭЦ, их актуальности и возможности реализации. Рассмотрены: основное назначение и преимущества осуществления и строительства мини-ТЭЦ. Так же работа посвящена специфике подхода к проектированию, алгоритму проектирования мини-ТЭЦ. В данной работе представлены расчёты пиковой водогрейной котельной. Продемонстрированы схемные решения установки ГТУ, как надстройки существующих котельных.

Annotation

This work is devoted to the issues of technological schemes CHP, their relevance and feasibility. Considered: the main purpose and benefits of the implementation and construction of CHP. Also this work is devoted to the specifics of the approach to the design, algorithm design CHP. This paper presents calculations of peak water heating boiler room. Demonstrated schematics GTU as add-existing boiler.

Мазмұны

Кіріспе.....	7
1 Шағын ЖЭО пайдаланудың өзектілігі	8
1.1 Шағын ЖЭО құрылысының электр желілеріндегі шығындарды азайтуға әсері	10
1.2 Жылу қазандықтарын шағын ЖЭО-мен алмастырудың экологиялық тиімділігі.....	11
2 Шағын ЖЭО классификациясы, жабдықтың орналасуы	13
2.1 Газтурбиналық шағын ЖЭО	14
2.2 ГЖҚ базасындағы шағын ЖЭО	14
2.3 Газ поршенді және газ турбиналы шағын ЖЭО салыстыру.....	21
3 Шағын ЖЭО есептеу және жобалау	26
3.1 Шағын ЖЭО таңдау алгоритмі.....	25
3.2 Ыстық су қазандығының бастапқы есебі.....	33
3.3 Су жылыту қазандықтарын қондыру үшін ГТҚ есептеу және іріктеу	49
4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі.....	59
4.1 Қазандықтардағы шу және шудан қорғану.....	59
4.1.1 Қазандықта шуды азайту.....	60
4.1.2 Шуды нормалау.....	60
4.2 Шуға байланысты есептер.....	61
5 Экономикалық бөлім.....	63
Қорытынды	67
Әдебиеттер тізімі.....	68

					ДЖ – 5В071700 – 2021			
Өзг	Бет	№	ы	үні				
Орындаушы	Ә.Е.Шаймардан							
екші	Бахтияр Б.Т						6	
з.	Калиев Б.Б.							
Контр.	Олжабаева К.С.							
туші	А.А.Кибарин							АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.

Кіріспе

Қазіргі уақытта бүкіл әлемде де, Қазақстанда да жылу және электр энергиясын бірлесіп өндіру үшін шағын ЖЭО-ны салуға және пайдалануға беруге негізделген энергиямен жабдықтауды дамытуға үлкен көңіл бөлінеді. Қазақстанда өнеркәсіпті дамыту перспективалы болды, Тұрғын үй кешендерін, елді мекендерді салуға және қалаларды кеңейтуге назар аударылуда. Осыған байланысты энергия ресурстарына, шағын ЖЭО, аудандық қазандықтар құрылысына, орталықтандырылмаған жылумен жабдықтау жүйелеріне қажеттілік артып, энергия тұтыну мен энергия үнемдеу тиімділігін арттырады.

Сондықтан, энергияны ұтымды өсіру кезінде ұлттық экономиканың өсуі және тиісті тарифтік саясатпен шағын ЖЭО-дан энергия жеткізушілер үшін экономикалық пайда қамтамасыз етілуі мүмкін.

Бұл жұмыста негізгі тақырыптар шағын ЖЭО-ны пайдаланудың артықшылықтары, шағын ЖЭО-ны жобалаудың ерекшелігі және жабдықты құрастыру болады. Сондай-ақ, менің жұмысымның негізгі басшысы Алматы облысындағы серіктес қаланың ең жоғары су жылыту қазандығында су жылыту қазандықтарын салу және газ турбиналық қондырғыларды орнату болады.

					ДЖ – 5В071700 – 2021			
Өзг	Бет	Құжат №	Қолы	Күні				
Орындаушы	Шаймардан Ә.Е.				Кіріспе	Лит.	Беті	Беттер
Жетекші	Бахтияр Б.Т							
Реценз.	Калиев Б.Б.							
Н. Контр.	Олжабаева К.С.							
Бекітуші	Кибарин А.А.							
						АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		

1 Шағын ЖЭО пайдаланудың өзектілігі

Осы уақытқа дейін ел энергетикасының дамуы негізінен бастапқы параметрлері жоғары және қуаттылығы жоғары жаңа бу турбиналық агрегаттарды енгізу есебінен жүрді. Бастапқы параметрлердің жоғарылауы термодинамикалық циклды жақсартуға және отынның нақты құнын төмендетуге мүмкіндік берді. Тиімділікті арттырудың маңызды факторы жылуды кеңінен дамыту болып табылады(құрамдастырылған базадағы энергиямен жабдықтау, яғни бір қондырғыда жылу және электр энергиясын бірлесіп өндіру.)

Сонымен қатар жылумен жабдықтау үшін қуаты аз ЖЭО құрылысын кеңейту үшін кең мүмкіндіктер бар. Қазақстан энергетикасын перспективалық дамыту бағдарламасы алдағы 10 жылда жоғары жылу өнімділігі бар қазандықтарды салуды жоспарлап отыр. Қуатты қазандықтарды кеңінен енгізу электр және жылу энергиясын бөлек өндірудің өсуіне әкеледі, демек отын энергиясын пайдалану тиімділігі төмендейді. Сонымен қатар, қазандықтардың жылу қуаты олардың орнына Т-110-130 типті турбиналары бар ЖЭО немесе одан да көп қуатты орнату үшін жеткіліксіз. Бұл жағдайда өз құрамында кері қысымы бар турбиналық жабдығы бар қуаты аз ЖЭО-ны пайдаланған орынды.

Аз қуатты ЖЭО қолдану бірқатар артықшылықтарға ие:

- қысымға қарсы турбиналарды пайдалану кезінде электр энергиясын өндіруге арналған шартты отынның үлестік шығыстары агрегаттың бірлік қуатына қарамастан 160-170 г/(кВт-сағ) деңгейінде ұсталады;
- техникалық қызмет көрсету персоналының саны қарапайым қазандықпен бірдей минималды деңгейде сақталады;
- негізгі жабдықты блоктық, зауыттық жеткізу үлкен қуатты ЖЭО-мен салыстырғанда жабдықты монтаждау және оны пайдалануға беру мерзімін айтарлықтай азайтады, нәтижесінде уақыт қысқарады "капиталды қатыру" және құрылыстың өтелу мерзімі..

Жалпы алғанда, шағын ЖЭО-бұл жылу және электр энергиясын аралас өндіретін станциялар немесе қондырғылар кешені. Шағын ЖЭО-ның бірқатар ерекшеліктері мен артықшылықтары бар. Анықтамаға сүйене отырып, ең негізгілерінің бірі-бірлескен энергия өндірісі (когенерация) кезінде үлкен тиімділік. Шағын ЖЭО жылу схемасында жылу энергетикалық жабдықтар өндірісінің даму деңгейі отын энергиясының 90% - дан астамын пайдалануға мүмкіндік береді. Мысалы, газ поршеньді шағын ЖЭО-да және бөлек генерация кезінде 100 кВт электр энергиясын және 100 кВт жылу энергиясын өндіруді есептейміз.

					ДЖ – 5В071700 – 2021			
Өзг	Бет	Құжат №	Қолы	Күні				
Орындаушы	Шаймардан Ә.Е.				Кіріспе	Лит.	Беті	Беттер
Жетекші	Бахтияр Б.Т							
Реценз.	Калиев Б.Б.							
Н. Контр.	Олжабаева К.С.							
Бекітуші	Кибарин А.А.							
						АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		

Газ поршеньді шағын ЖЭО үшін электр пәк орта есеппен 38% - ды, жылу 47% - ды құрайды. Содан кейін отынды пайдалану коэффициенті есептеледі:

$$\text{ПЭК}_{\text{ЖЭО}}=47+38=95\%$$

Бөлек генерация кезінде (қазандықта ПЭК 92% қабылдаймыз)
 $\text{ПЭК}_{\text{бөлек}}=(0,38*100\text{кВт}+0,92*100\text{кВт})/200\text{кВт} = 65 \%$

Тұтынушыға тікелей жақын жерде шағын ЖЭО құрылысының принципі мен заңдылығы бірқатар артықшылықтарға ие (үлкен ЖЭО-мен салыстырғанда):

- қымбат және қауіпті жоғары вольтты электр беру желілерін (ЭБЖ) салуға шығындардың қажеттілігі жоқ;
- энергияны беру кезінде шығындар азаяды;
- орталықтандырылған электрмен жабдықтау желілеріне қосуға арналған техникалық шарттарды орындауға арналған қаржылық шығындардың қажеті жоқ;
- тұтынушыны электр энергиясымен үздіксіз жабдықтау;
- жоғары сапалы электр энергиясымен
- электрмен жабдықтау, кернеу мен жиіліктің берілген мәндерін сақтау;
- пайда табуға мүмкіншілігі.

Қазіргі әлемде шағын ЖЭО құрылысы қарқын алуда, артықшылықтары айқын.

Мұндай плюс, дәлірек айтқанда, жылу энергиясын тұтынушыларға жақындық деген ұғым басты артықшылық болып табылады. Өйткені жылу желілеріне капитал салу азаяды. Қауіпсіздіктің жоғары деңгейі қамтамасыз етіледі, яғни төтенше жағдайларда, мысалы, жылу желісінің үзілуі және туындаған проблемалар: Жер жұмыстары және топырақты қазу, аумақты иеліктен шығару және басқалар қысқа мерзімде шешілуі мүмкін.

[Сондай-ақ шағын ЖЭО-ның негізгі артықшылықтары: өндірілетін электр энергиясының, жылудың төмен құны және, тиісінше, инвестициялардың жылдам қайтарымы болып табылады. Орташа есеппен 0,3 текше метр газ тұтынатын шағын ЖЭО тұтынушыда сағатына 1 кВт электр энергиясын және ~ 2 кВт жылу алу мүмкіндігі бар, бұл ретте дәстүрлі электр желісіне қосылуға айтарлықтай сома үнемделеді.

Шағын ЖЭО тез салынып, пайдалануға берілуі мүмкін. Шағын ЖЭО-ны салу мерзімі объектіде газ құбырының болуы, күш агрегаттарының қуаты және станцияның соңғы орналасуы сияқты бастапқы жағдайларға байланысты.

Шағын ЖЭО–ны ескі қазандықтар мен ОЖП-ға орнату мүмкіндігі, сондай-ақ жаңа энергетикалық модульдерді қосымша орнату арқылы электр қуатын тез арттыру мүмкіндігі бар. Шағын ЖЭО энергиямен жабдықтау объектісінде орналастырылады, ал бұл қымбат тұратын ЭБЖ құрылысын және трансформаторларды (ТП) орнатуды болдырмайды.

Кіші ЖЭО-төмен отын шығыны, және соның салдары ретінде, жылдам өзін-өзі ақтауы, ең алдымен алу мүмкіндігі екі түрлі энергия. Шағын ЖЭО–ның артықшылығы ұзақ пайдалану ресурсы болып табылады – жабдықтың өмірлік циклі 20-25 жылға жетеді. Шағын ЖЭО экологиялық қауіпсіз және тікелей

энергиямен жабдықтау объектілерінде орналасуы мүмкін.

Шағын ЖЭО–да энергияның екі түрінің аралас өндірісі қазандық қондырғыларында электр энергиясы мен жылу энергиясын бөлек өндірумен салыстырғанда отынның экологиялық таза пайдаланылуына ықпал етеді.

Отын тиімсіз пайдаланатын және қалалар мен кенттердің атмосферасын ластайтын қазандықтарды, шағын ЖЭО ауыстыру отынды айтарлықтай үнемдеуге ғана емес, сонымен қатар ауа бассейнінің тазалығын арттыруға, қоршаған ортаның жалпы экологиялық жағдайын жақсартуға ықпал етеді.

Микротурбиналар, газ поршеньді және газ турбиналы шағын ЖЭО үшін энергия көзі, әдетте, табиғи газ болып табылады. Табиғи немесе ілеспе газ атмосфераны қатты шығарындылармен ластамайтын органикалық отын.]

1.1 Шағын ЖЭО құрылысының электр желілеріндегі шығындарды азайтуға әсері

Газ турбиналары мен қысымға қарсы бу турбиналық қондырғыларының негізінде шағын ЖЭО-ны пайдалану тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік беретін маңызды фактор электр желілеріндегі электр энергиясының шығынын азайту болып табылады. Жылыту қазандықтары немесе оларды алмастыратын шағын ЖЭО өздері электр энергиясының үлкен тұтынушылары болып табылады. Сонымен, Қуаттылығы аз бу турбиналы ЖЭО үшін 20...Өндірілетін электр энергиясының 25% - ы ЖЭО (ауыстырылатын қазандық) газбен жұмыс істеген кезде тұтынушыларға жылу беру үшін жүйелік сорғылармен тұтынылатын болады, ал мазутпен немесе қатты отынмен жұмыс істеген кезде бұл шама 35% - ға жетуі мүмкін. Өндірілген электр энергиясының осы үлесі электр желілеріндегі энергияны жоғалтпай генераторлық кернеуде тұтынылуы мүмкін. ГТҚ базасындағы шағын ЖЭО үшін (қазандықтарды алмастыратын) желілік суды айдауға кететін электр энергиясының үлесі біршама төмен болады және ауыстырылатын қазандықтың қуатына және ГТҚ қуаты мен түріне байланысты өндірілетін электр энергиясының 9.12% - ын құрайды. Бұдан басқа, осындай ЖЭО-да өндірілетін барлық электр энергиясы жергілікті электр беру желілеріне бағытталады және сол жерде тұтынылады. Нәтижесінде электр беру желілеріндегі электр энергиясы шығындарының үлесі шамамен 2 есе азаяды. Осылайша, тек жылу тұтынумен жұмыс істейтін аз қуатты ЖЭО-ны пайдалану желілердегі шығындарды едәуір азайтуға және осының есебінен қосымша отын үнемдеуге мүмкіндік береді. Төменде желілердегі энергия шығынын азайту салдарынан отын үнемдеуді есептеу нәтижелері келтірілген. Жанармай шығындарының төмендеуін келесі өрнек бойынша бағалауға болады:

$$\Delta B_c = N_{c.n.} * b_{cc} * \tau_T + \sum, \quad (1.1)$$

Мұндағы: ΔB_c — желілердегі электр энергиясының ысырабын қысқарту есебінен отынды жылдық үнемдеу;

$N_{c.n.}$ — ауыстырылатын қазандықтың өзіндік қажеттіліктері тетіктерінің орташа жылдық қуаты, кВт;

b_{cc} — электр энергиясын босатуға арналған отынның орташа жүйелік үлестік шығысы, кг (кВт-сағ);

i — шағын ЖЭО түрлерінің саны (газотурбиналық и бутурбиналық);

k_i — тиісті үлгідегі шағын ЖЭО-дан электр энергиясын босату кезінде жергілікті желілердегі электр энергиясының ысырабын ескеретін коэффициент ($k_i = 0,06$);

$\mathcal{E}_{отп}$ — шағын ЖЭО жыл ішінде жіберетін электр энергиясының саны, кВт-сағ.

Есептеу нәтижелері кестеде келтірілген. 1.1.

1.1 кесте - Желілерде электр энергиясының шығынын қысқарту есебінен шағын ЖЭО пайдалану кезінде отынды үнемдеу

Электр қондырғысының түрі	Қысқарту арқылы отын үнемдеу, млн т.ш.о/жыл	Отын үнемдеу есебінен, млн т.ш.о/жыл	желілердегі электр ысырабы есебінен млн т.ш.о/жыл
Бу турбиналары ($N_y = 14,26$ мың. МВт)	5,51	1,653	7,163
ГТҚ ($N_y = 24,7$ мың. МВт)	6,213	3,7225	9,935
ГТҚ және бу турбиналар ($N_y^{*81} = 28,6$ мың. МВт)	6,934	3,9385	10,8725

1.2 Жылу қазандықтарын шағын ЖЭО-мен алмастырудың экологиялық тиімділігі

Қуаты аз ЖЭО жылу қазандықтарын ауыстырудың негізгі экологиялық әсеріне жылу беру циклі бойынша жылу және электр энергиясын өндіруді ұлғайтуға байланысты отын шығындарын азайту, сондай-ақ желілердегі энергия шығындарын азайту және отын шығындарын қосымша азайту арқылы қол жеткізіледі.

Зиянды шығарындылардың азаюын зиянды заттардың шығарылу нормаларына сүйене отырып бағалауға болады. Газ отынымен жұмыс істеу кезінде бұл шығарындыларды азайтады NO_x .

МЕМСТ 26943-86 сәйкес, 1992 жылдан кейін пайдалануға берілетін барлық қазандық агрегаттар үшін, олардың өнімділігіне қарамастан, газбен жұмыс істеу кезінде 125 мг/м^3 азот оксидтері шығарындыларының нормативі және мазутпен жұмыс істеу кезінде 185 мг/м^3 белгіленген. Есептеулер нәтижелері 1 кг шартты отынды жағу кезінде орта есеппен шамамен $10,5 \text{ м}^3$ шығатын газдар пайда болатындығын көрсетеді. Осылайша, отын үнемдеуді бағалай отырып, зиянды заттардың шығарындыларының азаюын келесі өрнек арқылы анықтау өте оңай:

$$M_{NOx} = m_{NOx} * s_{yx} * B_{ЭК} \quad (1.2)$$

Мұндағы: M_{NOx} — азот оксидтерінің жаппай шығарындыларын азайту, т/жыл;

m_{NOx} - шығатын газдардағы азот оксидтерінің меншікті құрамы, мг/м³;
 s_{yx} - 1 кг шартты отынды жағу кезінде түзілетін шығатын газдардың орташа меншікті шығыны, м³/кг;

$B_{ЭК}$ — ЖЭО шағын жылу қазандықтарын ауыстыру кезінде бір жыл ішінде шартты отынның жалпы үнемделуі, т/г.

Есептеу нәтижелері кестеде келтірілген. 1.2.

Есептеулердің келтірілген нәтижелері қуаты аз ЖЭО жылыту қазандықтарын алмастыру отынның едәуір үнемделуін алуға, тәуелсіз энергия көздерінің санын ұлғайту есебінен жылу және электрмен жабдықтаудың сенімділігін арттыруға және тазарту құрылыстарын құру мен орнатуға қосымша шығынсыз атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын едәуір қысқартуға мүмкіндік беретінін көрсетті.

1.2 кесте - Қуаты аз ЖЭО жылу қазандықтарын ауыстыру кезінде азот оксидтерінің жаппай шығарындыларының азаюын бағалау

Электр қондырғысының түрі	Шартты отынның жиынтық үнемделуі, млн т/жыл	Азот оксидтерінің шығарындыларын азайту т/жыл
Бу турбины (N _y = 14,26 мың МВт)	24,585	32267,813
ГТҚ (N _y = 24,7 мың. МВт)	43,926	57652,875
ГТҚ және бу турбины (N _{сум} = 28,6 мың МВт)	47,1435	61875, 844

Сонымен қатар, парниктік газдар шығарындыларының, атап айтқанда СО₂-нің айтарлықтай төмендеуін ескеру қажет. Егер барлық табиғи газ таза метан деп болжасақ, онда отынды жағу процесінде ЖЭО түріне және олардың комбинациясына байланысты СО₂ шығарындыларын тиісінше 50,706, 90,598 және 97,232 млн т/жылына азайтуға болады.

Осылайша, жылу қазандықтарын шағын ЖЭО-мен алмастыру жылу және электр энергиясын өндірудің экологиялылығын арттыруды қамтамасыз етуге, сондай-ақ отынды айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік береді.

Шағын ЖЭО-ны қолданудың жоғарыда аталған артықшылықтары мен өзектілігін топтастыра отырып, негізгі тармақтарды бөліп көрсетуге болады:

- Электр және жылу энергиясын өндірудің төмен өзіндік құны.
- Отынды пайдалану коэффициенті, сондай-ақ шағын ЖЭО-ның жалпы ПӘК дәстүрлі ЖЭО-ның булы турбоагрегаттары бар пәк-нен айтарлықтай

жоғары.

- Отынның алуан түрлерін, мысалы, қайталама шикізатты пайдалану мүмкіндігі: мұнай өндіруден қалған қалдықтар, ағаш қалдықтары, биомасса және өзгелері.

- Дизайн орындау және пайдалану икемділік, электр және жылу энергиясын өндіру үшін технологиялық схемаларын түрлі, сондай-ақ суық, тригенерация жағдайда.

- Энергия тұтынушыларына барынша жақын болу мүмкіндігі және соның салдарынан жылу желілерінің ұзындығын қысқарту, монтаждау мен қызмет көрсетуге аз шығындар.

- Тұтынушының жұмыс режимінің энергия жүйелерінің жұмыс режимінен тәуелсіздігі.

- Аумақтарды ірі энергетикалық құрылысқа иеліктен шығару ауқымын төмендету.

- Экологиялық қауіпсіздік.
- Энергия үнемдеудің жоғары деңгейі.
- Жылдам өтелімділік.

2 Шағын ЖЭО классификациясы, жабдықтың орналасуы

Шағын ЖЭО-ны жіктеу туралы айтатын болсақ, оны әртүрлі жолдармен бөлуге болатындығын түсіну керек: жабдықтың түрі, технологиялық схемалардың түрі (жабдықтың орналасуы), қондырғылардың қуаты және тұтас кешен. Бірақ, жалпы алғанда, шағын ЖЭО-ны жабдықтың түріне, атап айтқанда қолданылатын қозғалтқыштың түріне қарай бөлу әдетке айналған. Осылайша, шағын ЖЭО-ны келесідей жіктеуге болады:

- Газопорендік
- Дизельдік (ДЖҚ базасындағы шағын ЖЭО)
- Газотурбиналық
- Бу-газ
- Шағын ЖЭО бүкүш циклі

[Сонымен қатар, қазіргі уақытта шағын және орта қуаттылықтағы электр және жылу энергиясын өндіру үшін қондырғылардың келесі түрлері қолданылады:

- табиғи газбен жұмыс істейтін жылыту және өнеркәсіптік қазандықтарды орналастыру орындарында орнату үшін бірлі-жарым электр қуаты 50-ден 6000 кВт-қа дейінгі және жылу қуаты 0,6-дан 50 МВт-қа дейінгі ұшақтар мен кемелердің газ турбиналық қозғалтқыштарының базасындағы жылуландыру ГТҚ;

- мазутпен және қатты отынмен жұмыс істейтін, электр қуаты 1200 кВт-қа дейінгі және жылу қуаты 12 МВт-қа дейінгі будың өнеркәсіптік параметрлеріне қарсы қысымы бар Қуаттылығы аз жылу қуатты бу күш

қондырғылары;

- электр қуаты 600 кВ дейінгі кемелер, Дөңгелекті және шынжыр табанды машиналар қозғалтқыштарының базасында энергиямен жабдықтауға арналған жылуландыру дизельді қондырғылары;
- мұнай газ өндіру кешендерін энергиямен жабдықтау үшін қуаты 5-тен 20000 кВт-қа дейінгі жылуды кәдеге жарататын бу Күштік және газтурбиналық жетек.]

2.1 Газтурбиналық шағын ЖЭО

Газ турбиналары электр энергиясын өндіруде кеңінен қолданылады. Ірі қондырғылардың электр тиімділігі 35-38% құрайды, ішінара жүктеме сипаттамалары қанағаттанарлықсыз. Ұзақ қызмет ету мерзімі, қуаттың кең диапазонындағы өте аз инвестициялық шығындар, шығатын газдардың пайдалануға жарамды энергиясының үлкен үлесі және үздіксіз жанудың салдарынан өте аз эмиссия осы технологияның артықшылығы болып табылады. Осы уақытқа дейін 500 кВт-тан аз қуат диапазонында турбиналарды қолдану орынсыз болды. Бұл екі әрекеттің үйлесуі нәтижесінде мүмкін болды: бір жағынан компрессорға шығатын газдың көлемдік ағынының бір бөлігін қалпына келтіру және кері беру және генераторды тікелей қосу. Электр қуаты арқылы токтың айналу жылдамдығына тәуелді емес инверттеуімен бірге электрлік тиімділіктің қолайлы көрсеткіштері 25% - дан асады және жалпы тиімділік 70% - дан асады, сонымен қатар толық емес жүктеме кезінде тиімділіктің жақсы көрсеткіштері. Бұл параметрлер Үлкен емес нысандарда пайдалану үшін өте маңызды.

Шағын мөлшерде және массада жоғары қуат алу мүмкіндігі, газ турбиналық қондырғылардың жоғары сенімділігі мен тиімділігі оларды өнеркәсіптік энергетикада кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, өнеркәсіптік кәсіпорындарда оларды жылу және электр энергиясын бөлек және аралас өндіру үшін, қуат көзі ретінде, жүктеме шыңдарын жабу үшін, су жылытатын қазандықтарға қондырма ретінде пайдалануға болады.

2.2 ІЖҚ базасындағы шағын ЖЭО

ІСЕ көмегімен электр энергиясын жылу энергиясына өндіру принципі бірнеше ондаған жылдар бойы белгілі болды. Бұл типтегі алғашқы қондырғылар кемелерде, тепловоздарда, апаттық электрмен жабдықтау үшін қолданылды.

10 кВт-тан 4 МВт-қа дейінгі қуаттылық саласында поршеньдік жетектер газ турбиналық қондырғылардан айтарлықтай артықшылықтарға ие. Мұндай қондырғыларда отын шығыны мен пайдалану шығындары аз.

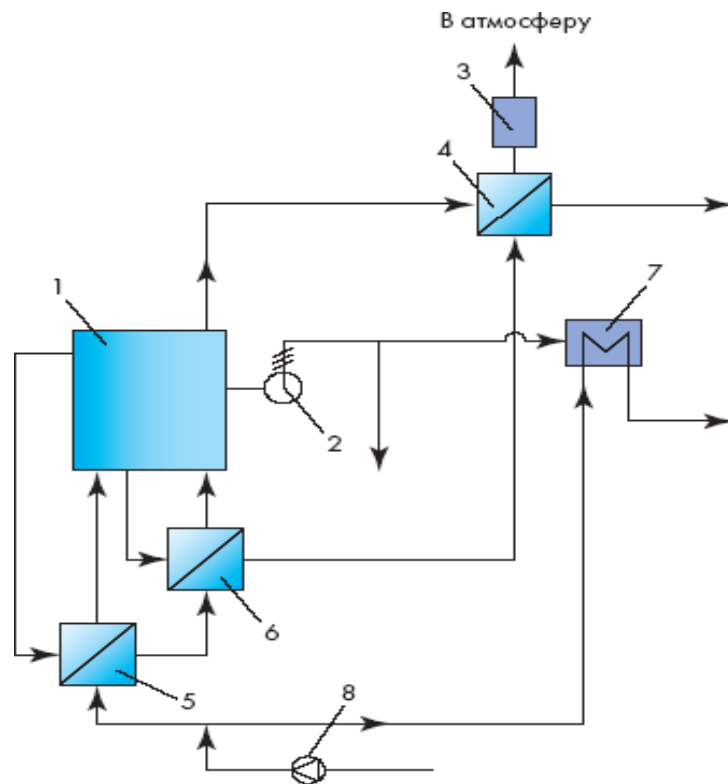
Эго поршеньді машиналардың тиімділігі 36-45%, ал газ турбиналары 25-34% болатындығымен түсіндіріледі. Газ турбиналық қондырғылары жоғары газ қысымын қажет етеді (2,0 МПа-ға дейін), ал газ поршеньді қондырғылар төмен

қысымды газбен жұмыс істейді және сығымдау компрессоры үшін газ қондырғысы қажет емес.

Поршеньді газ қозғалтқыштары орташа қысымды газда, өнеркәсіптік газда (Кокс, биогаз, шахта), пропан - бутан қоспаларында және ілеспе газда жұмыс істей алады. Кез келген қолданылатын газдың метан саны кемінде 30 болуы және қозғалтқышқа 1,0-2,5 кгс/см² қысыммен берілуі тиіс (0,1-0,25 МПа).

ДЖҚ базасындағы шағын ЖЭО жылу энергиясы кәдеге жаратылатын жылу алмастырғыштары бар қозғалтқыш-генератордың моноблогынан тұрады.

2.1 суретте. поршеньді ішкі жану қозғалтқыштарына негізделген когенерациялық қондырғының мүмкін схемаларының бірі келтірілген.



Шартты белгілер: 1 - поршеньді іштен жану қозғалтқышы; 2 - электрогенератор; 3 - бейтараптандырғыш (пайдаланылған газды тазарту жүйесі); 4 - пайдаланылған газды жылу утилизатор; 5 - майды салқындату жүйесінің жылу алмастырғышы; 6 - қозғалтқыштың ауа салқындату жүйесінің жылу алмастырғышы; 7 - электр қазандығы (немесе құйынды жылу генераторы); 8 - су сорғысы.

2.1 сурет - Ішкі жану қозғалтқышы негізіндегі шағын ЖЭО схемасы

Пайдаланылған газдардың жылуын, газ-ауа қоспасын, қозғалтқышты салқындату күртесіндегі жылуды, арнайы суды кәдеге жарату тізбегіндегі майды кәдеге жарату суды 95°C дейін қыздыруға және оның жылуын жылумен жабдықтау жүйелерінде пайдалануға мүмкіндік береді. Газ поршеньді қозғалтқыш бұл газбен жұмыс істеу үшін қайта жабдықталған (94%) және дизель (тұтану) отынының тек 6% ғана пайдаланатын дизельді қозғалтқыш. Дизель отыны резервтік отын ретінде қызмет ете алады.

Газ поршеньді шағын ЖЭО-табиғи газбен жұмыс істейтін бастапқы қозғалтқышы бар электр генераторлық қондырғылар, сондай-ақ шығарылатын жылу кәдеге жарататын қондырғылар. Отынды тұтыну өндірілген электр энергиясының кВт-сағатына 0,25-0,3 Н.м³ құрайды. Экономикалық тұрғыдан ақталған жылу кәдеге жарату жүйелері өндірілген электр энергиясының 1 МВт-сағатына 1 Гкал жылуды пайдалануға мүмкіндік береді (Бөлінетін жылудың 75%).

Майлау майының шығыны 1 кВт-сағатқа 3 г-дан 0,3 г-ға дейін. Жөндеу

аралық ресурс 20-40 мың сағат. Кезеңді ресурс жүздеген мың сағатқа жетеді. Жөндеу құны жалпы күрделі шығындардың 5-20% құрайды.

Электр тиімділігі 38-42% жетеді. Қалған жылу шығыны, шамамен 60% :

1 Салқындатқыш сұйықтықпен алынатын жылу 38-44%

2 Пайдаланылған жылу 15-10% (салқындатылған пайдаланылған коллекторлар)

3 Үрлемелі ауаның жылуы (турбоүрлегіші бар жүйелерде) 5-6%

4 Майлау майының жылуы (майлы радиаторы бар жүйелерде) 3-6%.

Қазіргі уақытта шағын қондырғыларда жылу және электр энергиясын аралас өндіруде газ отынымен жұмыс істейтін ішкі жану қозғалтқышы болып табылатын газ поршеньді қондырғылар (GPA) кең таралған. Бірқатар шетелдік фирмалар мен отандық өндірушілер жылумен жабдықтау қажеттіліктері үшін жылуды кәдеге жарата отырып, қуаты бірнеше киловаттан 10 МВт-қа дейін ГПА шығарады. Төменде осындай шағын газ поршеньді электр станцияларының кеңінен таралған өндірушілерінің тізімі келтірілген:

Өндіруші (ел) Қуат, кВт

Caterpillar (АҚШ)-70-5900

Cummins (АҚШ)-1.2-2000

Deutz (Германия)-172-3916

FG Wilson (Ұлыбритания)-10-1000

Guascor (Испания)- 142-957

Jenbacher (Австрия/ АҚШ)-312-3041

Rolls-Royce (Ұлыбритания) 2400-8500 Tedom (Чехия)-25-5900

Wa r t s i l a (Финляндия)- 3888-8730

Waukesha (АҚШ)-75-3250

Мұндай станцияның негізгі элементі-электр генераторы үшін жетек болып табылатын ішкі жану қозғалтқышы. Генераторлар синхронды немесе асинхронды болуы мүмкін. Сонымен қатар, синхронды генератор желімен немесе желімен қатар жұмыс істей алады. Қозғалтқыш пен генератор көбінесе іргетас жақтауына орнатылған бір блокқа қосылады. Генерацияланатын электр тогы желіге беріледі.

Жылу энергиясы қозғалтқыш салқындаған кезде (бастапқы тізбек) және шығатын газдардың жылуы (екінші тізбек) пайда болады. Бастапқы тізбек қозғалтқышты салқындатуды және қозғалтқыштан екінші циклге жылуды бөлуді қамтамасыз етеді. Қозғалтқышты салқындату әдетте су болып табылады. Бірінші тізбектегі сұйықтықтың айналымы сорғылармен қамтамасыз етіледі. Әрі қарай, өндірушілер қолданатын схемаларға байланысты бастапқы тізбектің салқындатқыш суы су-су жылу алмастырғышына жіберіледі. екінші тізбекке өтетін суды жылыту үшін, содан кейін бастапқы тізбектегі сорғының сорғызуға жіберіледі.

Екінші тізбек - негізгі жылу тізбегі. тұтынушыны жылумен қамтамасыз етуге арналған. Контурдың ішінде жылу қуатын шығатын газдардан және жылумен жабдықтау үшін бастапқы контурдан тікелей тұтынушыға беру жүзеге асырылады.

Әрбір осындай қондырғы-бұл тұтану және қорғаныс жүйелерін автоматты басқару үшін қажетті жабдықтармен және майлау жүйелерімен жабдықталған бірыңғай модуль немесе модульдер жиынтығы.

Дәстүрлі (бу) электр станцияларын пайдалану кезінде, энергия өндіру процесінің технологиялық ерекшеліктеріне байланысты, өндірілген жылудың көп мөлшері пайда болады. Қайта өңдеу әрдайым мүмкін емес, және сіз бу конденсаторлары арқылы атмосфераға айтарлықтай бөлігін тастауыңыз керек. градирня және т.б. кестеде. 2.1. жылу тұтытудағы қондырғылардың әртүрлі үлгілерімен электр энергиясының меншікті қазбаларын салыстыру келтіріледі.

Берілген нәтижелерді талдау көрсетеді, бу турбиналық және бу-газ қондырғылары жоғары қуатты ЖЭО үшін тиімді, ал қуаты аз ЖЭО үшін ГПА тиімдірек. Қазірдің өзінде 1 МВт электр қуаты бар, мұндай жабдықтың жылу қуаты шамамен 1 МВт құрайды, осылайша жылу тұтытудағы жоғары меншікті өнім және $\eta = 0.38$ электр қуатын өндіру үшін жеткілікті жоғары тиімділік қамтамасыз етіледі, сондықтан ГПА базасындағы қуаты аз ЖЭО-ның мынадай артықшылықтары бар:

- шағын зауыттық дайындық қондырғысы автоматты режимде жұмыс істей алады;
- орнату үшін үлкен шығындарды қажет етпейді контейнер түріндегі жеңіл дизайндағы бөлмеде орналастырылуы мүмкін;
- жақсы тұрақтылық;
- ЖЭО құрылысына орташа күрделі салымдар (орнатылған қуаттың 1 кВт үшін шамамен 1000 АҚШ доллары).

2.2 кестеде Caterpillar фирмасының қуаты 2 МВт g3520c типті ГПА нақты сипаттамалары келтіріледі.

Осы сипаттамаларды талдау көрсетеді, бұл жоғары экономикалық көрсеткіштер, бұл қондырғыларда зиянды заттардың шығарындылары өте жоғары, бұл барлық GPA-ге тән. Сонымен қатар, пайдалану процесінде белгілі бір регламенттік жұмыстарды орындау талап етіледі. Регламенттік жұмыстарды жүргізу тәртібі және олардың тізбесі кестеде келтіріледі. 2.3-2.8.

2.1 кесте - Әр түрлі станциялардың көрсеткіштері

Станция түрлері	Пайдаланылған отын түрі	Қондырғының бірлік қуаты, МВт	Меншікті өндіру*	Электрлік ПӘК-і	ПӘК отынды пайдалану, %
Бу турбиналық ЖЭО	Барлық түрлері	0.1-250	0.2-0.73	0.1-0.38	90
Газтурбиналық ЖЭО	Газ, газтурбиналық отын	0.25- 300	0.2- 1	0.2-0.46	85
Бу-газ ЖЭО	Газ, газтурбиналық отын	3-800	0.2- 1.2	0.3-0.58	85
	Газ, дизель отыны	0.05-13	0.3-1	0.3-0.4	90

2.2 кесте - G3520C типті газды поршеньді қондырғының сипаттамасы

Номиналды электр қуаты $\cos\phi = 0,8$, кВт	2000
Кернеу, В	10 500
100% жүк кезіндегі табиғи газ шығыны, м ³ /ч	501
5% O ₂ -ге келтірілген СО мазмұны, мг/м ³	957
5% O ₂ -ге келтірілген NO [^] мазмұны, мг/м ³	500
Габариттік өлшемдері, м:	
Ұзындығы	7,2
Қалыңдығы	1,9
Биіктігі	2,3
Құрғақ агрегаттың массасы, кг	24 000
Максималды жылу қуаты, кВт	2144
Блоктан кіру/шығу кезіндегі судың температурасы, °С	70/90
Пайдаланылған газдардың температурасы блоктан кіру / блоктан шығу, °С	460/120
Жылу алмасу блогы арқылы су шығыны, м ³ /ч	25,6
Жүйеде судың максималды қысымы, МПа	0,6
Габариттік өлшемдері, м:	
Ұзындығы	6,2
Қалыңдығы	2,4
Биіктігі	3,6

2.3 кесте - G3516 типті генераторлық қондырғыға арналған және ТҚК 250 арналған қосалқы бөлшектер

Бөлшек нөмірі	Атауы	Орнатулар саны
CAT NGE0 SAE40	Газ қозғалтқыштарына арналған май	80 л
3P2044	Салқындатқыш сұйықтыққа арналған қоспа	2
1854637	Майлау	1
26525	Бетті тазартқыш	1
169-8373	Май сынамасын алуға арналған сыйымдылық	1

2.4 кесте - G 3516 типті генераторлық қондырғыға арналған ТҚК 1000 үшін қосалқыбөлшекте

2.5 кесте - G3516 типті генераторлық қондырғыға арналған ТҚК 2000 арналған қосалқы бөлшектер

Бөлшек саны	Атауы	Орнатулар саны
8N-6309	Ауа сүзгісі	2
185-5346	Майлау	1
154-9385	Газ сүзгісі	1

2.6 кесте - G3516 типті генераторлық қондырғыға арналған ТҚК 4000 арналған қосалқы бөлшектер

Бөлшек саны	Атауы	Орнатулар саны
7C-9710	Прокладка (байпас)	1
194-8518	Свеча зажигания	16
1U-5353	Салфетки технические	1
26525	Очиститель поверхности	1
23039	Моющий состав	20 л
4C-5598	Антизадирная смазка	1

2.7 кесте - G3516 типті генераторлық қондырғыға арналған ТҚК 8000 үшін қосалқы бөлшектер

Бөлшек саны	Атауы	Орнатулар саны
1345958	Тығыздау	16
26525	Бетті тазартқыш	1
125-0517	Трансформаторды жөндеу жинағы	16

2.8 кесте - Техникалық қызмет көрсетудің жалпы кестесі

Жұмыс уақыты	Техникалық қызмет көрсету			
	1000	2000	4000	8
1000	X	—	—	—
2000	—	X	—	—
3000	X	—	—	—
4000	—	—	X	—
5000	X	—	—	—
6000	—	X	—	—
7000	X	—	—	—
8000	—	—	—	X

Осылайша, ГПА агрегаттарын қолдану автоматтандырудың жоғары деңгейіне және ықшамдылығына қарамастан, пайдалану процесінде айтарлықтай шығындарды талап етеді.

Сонымен қатар, жоғарыда келтірілген сипаттамалар ГПА негізінде шағын ЖЭО-ны қолдану шағын жылу жүктемелерінде ең оңтайлы екенін көрсетеді.

Қондырғылардың әртүрлі типтерін салыстыру базалық жылу жүктемесі бар шағын ЖЭО үшін бу турбиналы және газ турбиналы қондырғыларды неғұрлым оңтайлы қолдану (мұнда және бұдан әрі базалық жылу жүктемесі деп жыл бойы сақталатын жүктеме түсініледі) бастап басталатынын көрсетеді ($t = 10 \text{ Гкал/сағ}$).

Неғұрлым төмен жүктемелер үшін электр энергиясын тиісті тұтыну болған кезде ГПА базасында шағын ЖЭО пайдалану орынды болып табылады.

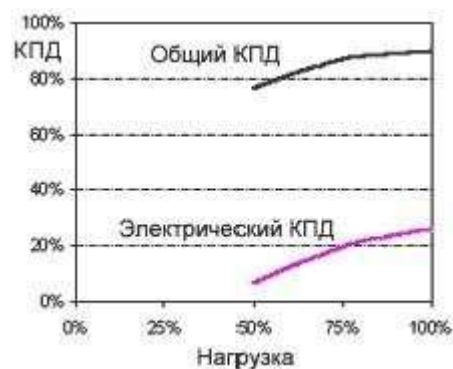
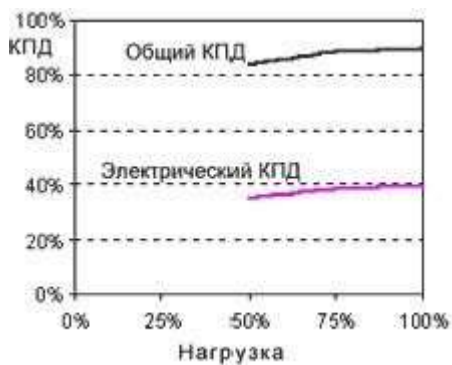
2.3 Газ поршеньді және газ турбиналы шағын ЖЭО салыстыру

10 МВт*э дейінгі қуаттылықтар үшін газ поршеньді когенерациялық қондырғылар барлық басқа технологиялардан жақсы көрінеді. Сонымен қатар, 3 кВт*э-ден 5 МВт*э-ге дейінгі диапазонда олар бәсекелестіктен тыс.

Электрлік ПӘК-і

Ең жоғары электр тиімділігі газ турбинасында 38% - ға дейін, ал газ поршеньді қозғалтқышта шамамен 40%-ға 100% жүктеме кезінде қол жеткізіледі (сурет. 2.1). Жүктеме 50% - ға дейін төмендеген кезде газ турбинасының электр тиімділігі 3 есе азаяды. Газ поршеньді қозғалтқыш үшін жүктеме режимінің бірдей өзгеруі жалпы және электрлік тиімділікке әсер етпейді.

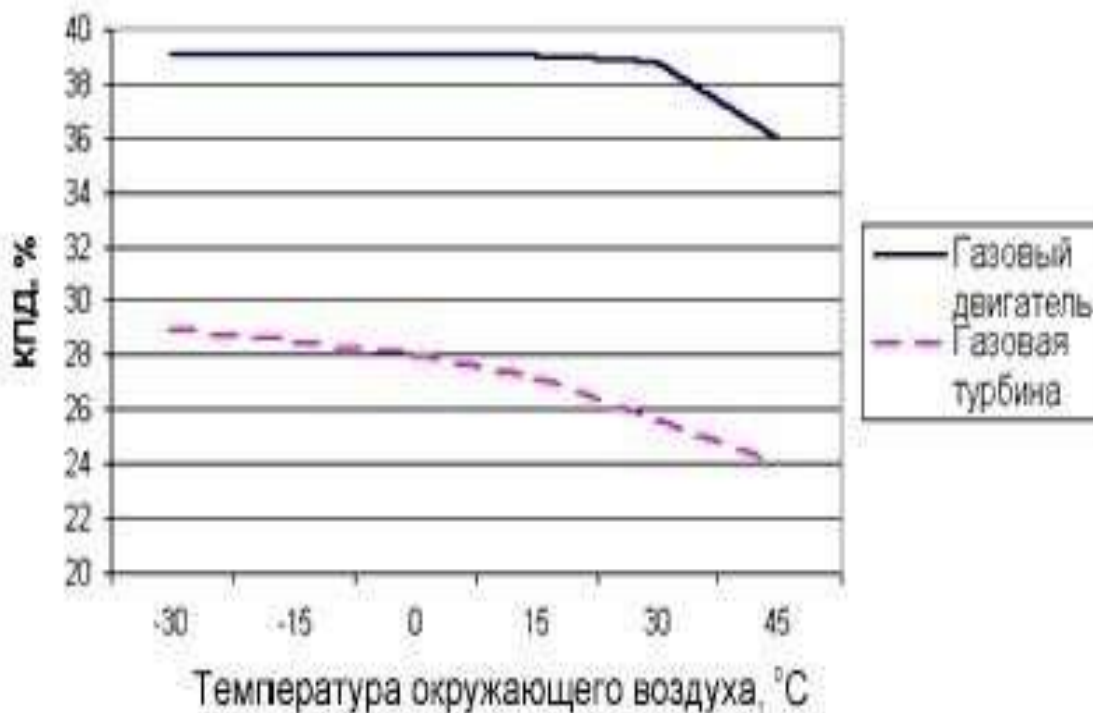
Графиктер нақты көрсетеді-газ қозғалтқыштарында жоғары электрлік тиімділік бар, ол 50-100 %жүктеме диапазонында іс жүзінде өзгермейді.



2.2 сурет - Тиімділіктің жүктемеге тәуелділік графиктері

Газ поршеньді қозғалтқыштың да, газ турбинының да номиналды қуат шығысы теңіз деңгейінен жоғары алаңның биіктігіне және қоршаған ауаның температурасына байланысты.

Графикте (сурет. 2.2) температура -30°C -тан $+30^{\circ}\text{C}$ -қа дейін көтерілген кезде газ турбинындағы электр пәк 15-20% - ға төмендегені байқалады. $+30^{\circ}\text{C}$ — тан жоғары температурада газ турбинының тиімділігі одан да төмен. Газ турбинынан айырмашылығы, газ поршеньді қозғалтқыш бүкіл температура диапазонында жоғары және тұрақты электрлік тиімділікке ие және $+25^{\circ}\text{C}$ дейін тұрақты тиімділікке ие.



2.3 сурет - Газ турбинының электр тиімділігінің қоршаған ауа температурасына тәуелділік графигі

Іске қосу саны: газ поршеньді қозғалтқыш шексіз рет іске қосылуы және тоқтауы мүмкін, бұл қозғалтқыштың жалпы қозғалтқышына әсер етпейді. Газ турбинасының 100 іске қосылуы оның ресурсын 500 сағатқа азайтады.

Іске қосу уақыты: басталғаннан кейін жүктемені қабылдағанға дейінгі уақыт газ турбинасында 15-17 минутты, газ поршеньді қозғалтқышта 2-3 минутты құрайды.

Жобалық қызмет мерзімі, техникалық қызмет көрсету аралықтары. Газ турбинасында күрделі жөндеуге дейінгі Ресурс 20000 — 30000 жұмыс уақыты, газ поршеньді қозғалтқышта бұл көрсеткіш 60000 жұмыс сағатына тең. Қосалқы бөлшектер мен материалдардың шығындарын ескере отырып, газ турбинасын күрделі жөндеу құны айтарлықтай жоғары.

Газ турбинасын жөндеу күрделі, газ қозғалтқышын күрделі жөндеуден гөрі. Газ турбинасын жөндеу тек өндіруші кәсіпорында орындалады. Сонымен қатар, газ турбинасын жөндеу кезінде өте қымбат бөлшектер қолданылады, бұл оның құнын өте жоғары етеді.

3 Шағын ЖЭО есептеу және жобалау

Шағын ЖЭО-ны жобалау-бұл энергиямен жабдықтау объектісінің әртүрлі факторлары мен сипаттамаларының үлкен жиынтығынан тұратын күрделі күрделі міндет. Нысанды жобалауды бастамас бұрын көптеген аспектілер мен бастапқы жағдайларды ескерген жөн, мысалы: энергияны тұтыну объектісі, аумақтың климаттық жағдайы, инженерлік-геодезиялық зерттеулер, энергияны тұтыну ерекшеліктері, жүктемені бөлу, ең үлкен энергия тұтынушысының қуаты, техникалық-экономикалық көрсеткіштер, бастапқы бюджет және басқа да көптеген жағдайлар.

Сонымен қатар, жобалаудың ең маңызды және негізгі сәті-бүкіл энергетикалық кешеннің сенімділігі үшін максималды экономикалық әсерді қамтамасыз ететін шағын ЖЭО жабдықтары мен схемаларын таңдау. Бастапқы кезеңдердің бірінде шағын ЖЭО агрегаттарының бірлік қуатын таңдаудың негізгі тәсілдері мен принциптерін бөліп көрсету керек. Шағын ЖЭО элементтерінің көп бөлігі үнемді режимде жұмыс істейтін етіп жабдықты таңдау керек, өйткені жабдықтың шамадан тыс жүктелуі жүйенің жұмысын төмендетеді, ал жүктің жеткіліксіздігі экономиканың төмендеуіне теріс әсер етеді. Ретінде негізгі принциптерін бөлінуі мүмкін мынадай:

1 Турбинаны бүкіл күнтізбелік жыл ішінде құрамдастырылған цикл бойынша ғана пайдалануды қамтамасыз ету.

2 Отын жылуын пайдаланудың ең жоғары ПӘК-і бар ретінде тек қысымға қарсы бу турбиналарын таңдау. Мұндай турбиналар конденсаторы бар турбиналарға қарағанда әлдеқайда арзан. Сонымен қатар, қысымға қарсы турбиналарды пайдалану техникалық сумен жабдықтау жүйелерінің құрылысына шығындарды, сондай-ақ өз қажеттіліктеріне шығындарды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді, өйткені бұл жағдайда айналым сорғыларының жүктемесі жоқ. Мұндай турбиналар тіпті үлкен қуатпен де шағын көлемді өлшемдерге ие, бұл оларды жұмыс істеп тұрған қазандықтарға орнату мүмкіндігін жеңілдетеді.

3 Бір турбинаны емес, екі немесе одан да көп турбинаны орнату арқылы жаңадан құрылатын шағын ЖЭО-ны пайдалану сенімділігін арттыру.

4 Будың бастапқы және соңғы параметрлерін таңдау белгіленген параметрлері бар турбиналық қондырғыдан жылуды босатуды қамтамасыз ету кезінде электр энергиясын өндірудің максималды мөлшерімен анықталуы керек.

5 Қазандық агрегаттарының саны турбиналардың санына тең болуы тиіс немесе бір резервтік агрегат көзделуі тиіс. Сонымен қатар, қазандық агрегатының типі мен бу өнімділігін таңдау кезінде, мысалы, қуаты 30, 50 немесе 100 Гкал/сағ болатын П-тәрізді су жылыту қазандықтарын бір қазандықта қолдану тегіс қазандықтармен қатар әртүрлі биіктіктегі ғимараттарды салу қажеттілігіне әкеп соқтырмайтындай басшылыққа алу қажет, бұл құрылыс жұмыстарын қымбаттатады.

6 Қазандықты газ турбиналық агрегаттармен қондыру және ГТҚ-ның

шығатын газдарының жылуын кәдеге Жаратушы қазандар ретінде су жылыту қазандықтарын қолдану кезінде барлық маусым бойы шығатын газдардың жылуын барынша толық пайдалану. Сонымен қатар, GTU және ыстық су қазандығы бірыңғай энергия блогын құра алады. Жүргізілген талдау, мысалы, KBGM-100 және KBGM-180 типті су жылытатын қазандарды тиісінше Орал турбомоторлы зауытының ГТУ-16 және ГТУ-25 немесе шығатын газдардың ұқсас шығыстарымен ГТУ жинақтаған дұрыс екенін көрсетті. Су жылыту қазандығын тек қазандықтың жану камерасына отын жеткізбей кәдеге жарату қазандығы ретінде пайдаланған кезде оның жылу өнімділігі 20-ға дейін төмендеуі мүмкін 25% бастапқы. Қазандықтың жылу өнімділігін арттыру үшін мәжбүрлеу режимдерін қолдануға болады, яғни қазандық қондырғысының жану камерасына қосымша отын беру, содан кейін оны ГТУ шығатын газдарының атмосферасында жағу. Мұндай схема отынның жану жылуын пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

7 Қондырғының түрін және оның қуатын, жалпы қазандықтың жылу өнімділігін және ыстық сумен жабдықтаудың жылу жүктемелерін таңдауды анықтайтын негізгі факторлар ретінде қарастырыңыз.

3.1 Шағын ЖЭО таңдау алгоритмі

Жақында энергия тұтынудың өсуін ынталандыру саясатының (егер тауар өндірісінің резервтері болса – оларды сату және сату қажет) өзінің сыртқы жағы бар. Электр энергиясын жылу қазандықтарына, ауа перделеріне, желдету жүйелерінің электр калориферлеріне тікелей айналдыру үшін электр энергиясын тиімсіз пайдалану күрт өсті. Энергия үнемдеу арнасына оралу өте қиын болады.

Шағын ЖЭО бірыңғай энергия жүйесіне ақылға қонымды қосымша бола алады және параллель жұмыс істей алады.

Жаңа міндеттің күрделілігі жобалаудың ең ерте кезеңінде шағын ЖЭО - ның барлық негізгі сипаттамаларын энергия тұтыну жүйелерінің жұмыс режимдерімен үйлестіру қажет.

Орталықтандырылған энергиямен жабдықтау желілеріне қосылу кезінде бұл қажет болмады, энергия жетектерінің мүмкіндіктері объектінің ең жоғары жүктемелерін жабуы жеткілікті болды.

Тапсырманың ерекшелігі сонымен қатар дизайнға сапалы жаңа көзқарас қажет, ол мыналарды қамтиды:

- есептік кезеңдердегі барлық инженерлік жүйелердің жұмыс режимдерін талдау, олардың саны 8-24 және одан да көп болуы мүмкін;
- жүктемелердің өзгеруінің тәуліктік, апталық, маусымдық және жылдық графиктерін құру және талдау;
- инженерлік жүйелердің кіші түрлерінің комбинациясын жан-жақты талдау;
- энергия көздері – энергия тұтынушылар кешенін оңтайландырудың техникалық-экономикалық өлшемдерін анықтау, олар әртүрлі объектілер үшін

бастапқы жағдайларға байланысты әртүрлі болуы мүмкін;

– көп нұсқалы талдау жағдайында жоба бөлімдерінің көп санын функционалды үйлестіру.

Көптеген жағдайларда шағын ЖЭО-ны жобалау мен іске асыруда түбегейлі қателіктер жіберіледі:

– жобалау электр қабылдағыштар мен жылу тұтынушылардың орнату қуатының берілген жүктемелері бойынша жүргізіледі, бұл шағын ЖЭО номиналды қуатын 20-50%-ға арттыруға алып келеді %;

– тапсырыс берушілер шағын ЖЭО мен АЭС-тің қатар жұмыс істеуінің техникалық мүмкіндігі болған жағдайда дербес электр станциясының пайдасына құрамдастырылған Схемадан бас тартады.;

– энергия үнемдеу және объектілерде энергия тұтынудың біркелкі еместігін теңестіру бойынша қосымша шараларды пайдалану мүмкіндіктері қарастырылмайды;

– шағын ЖЭО-ны қолданудың экономикалық тиімділігін бағалау ескірген "келтірілген шығындар" моделі бойынша немесе жабдықты жеткізуші фирмалардың "меншікті жарнамалық" көрсеткіштері бойынша жүргізіледі.

Өкінішке орай, қазіргі уақытта шағын ЖЭО жобалаудың нормативтік-әдістемелік базасы жоқ, ал автономды энергия орталықтарын жобалайтын ұйымдардың аз санының практикалық тәжірибесі жеткіліксіз.

Нәтижесінде шағын энергетиканың прогрессивті бағытының беделін түсіру проблемасына білікті емес көзқарастың салдарынан үрдіс байқалды. Мақалада шағын ЖЭО есептеу мен таңдаудың жалпы алгоритмі көрсетілген, ол жұмыстың келесі кезеңдерінде әдістеме түрінде аяқталады.

Объектінің энергетикалық жүктемелерін анықтау.

Бұл кезеңде объектінің барлық жеке энергия тұтынушыларының сипаттамаларына талдау жасалады және келесі электрлік сипаттамалар анықталады:

$N_{уст}$ – барлық жеке тұтынушылардың белгіленген қуаты;

$N_{ра}$ – есептелген белсенді қуат;

$N_{рр}$ – есептелген реактивті қуат;

$\cos f, \operatorname{tg} f$ – қуат коэффициенттері;

K_c – сұраныс коэффициенті;

K_o – бір уақыттағы коэффициент.

Жылу сипаттамалары:

$q_{бар}$ – барлық жылу тұтынушылардың белгіленген қуаты; $q_{жылу}$ – жылыту жүйелерінің орнатылған қуаты;

$q_{желдету}$ – желдету жүйелерінің орнатылған қуаты;

$q_{ауа}$ – ауа-жылу перделерінің белгіленген қуаты;

$q_{ысж}$ – ыстық сумен жабдықтаудың максималды қуаты.

1 Жылдың суық, жылы және ауыспалы кезеңдерінің сыртқы есептік жағдайлары үшін жұмыс және демалыс (мереке) күндері үшін тәуліктік энергия тұтыну кестелері есептеледі және салынады.

Қажет болған жағдайда, егер объектінің арнайы технологиялық жүктемесі болса, тәуліктен ерекшеленетін циклдік сипаты бойынша технологиялық циклдің кестелері есептеледі және салынады. Графиктердің маңызды сипаттамалары:

- максималды жүктеме сызығы;
- минималды жүктемелер желісі;
- орташа мәндерден ауытқу амплитудасы.

2 Жүктемелердің өзгеру функциялары бойынша тәуліктік (апталық) графиктердің негізінде жыл бойы жүктемелердің графиктері жасалады және тұтынушылардың жекелеген түрлері бойынша және жиынтық – электр энергиясы мен жылу бойынша энергия ресурстарын жылдық тұтыну есептеледі:

$$N_{Oj} = \int_{Z=0}^{Z=8760} \frac{dN_i}{d_z} \quad Q_{Oj} = \int_{Z=0}^{Z=8760} \frac{dq_i}{d_z} \quad (3.1)$$

3 Жылу және электр жүктемелерінің жыл бойғы графиктерін салу арқылы шағын ЖЭО жұмысының базалық есептік режимдері таңдалады

Жалпы жағдайда мұндай режимдер 4:

- I-тәуліктік тербелістердің амплитудасын ескере отырып, максималды электр жүктемелері;
- II-максималды жылу жүктемелері, сонымен қатар амплитудасын ескере отырып;
- III – ең төменгі электр жүктемелері;
- IV – ең төменгі жылу жүктемелері.

4 4-тармаққа сәйкес режимдер үшін энергияны үнемдеу және жүктемелердің біркелкі еместігін теңестіру шаралары талданады.

Осындай іс-шаралар ретінде қарастыру керек:

- желдету шығарындыларының жылуын кәдеге жарату;
- "перетоптарды" болдырмау мақсатында жылу тұтыну жүйелерін автоматтандыру»;
- ауаны баптау жүйелерінде абсорбциялық Тоңазытқыш машиналарды, ал кейбір жағдайларда "құрғақ салқындатқыштарды" пайдалану» (dry cooler);
- күштік жабдықтың жиілік электр жетегі (технология, сорғыштық, ИТП және т.б.);
- энергияны үнемдейтін ішкі және сыртқы жарықтандыру шамдары;
- жылу жүктемелерінің жинақталуы (ыстық сумен жабдықтау).

Бірқатар жағдайларда дәстүрлі емес, оның ішінде жаңартылатын энергетика технологияларын пайдалануды экономикалық тұрғыдан қарастырған жөн.

Технологиялық объектілерді қарау кезінде мамандармен бірге технологиялық режимдердің энергетикасын, жұмыстың ауысымдылығын қарастырған жөн. Энергия үнемдеу және теңестіру іс-шараларын талдауды

ескере отырып, жылдық электр және жылу жүктемелерінің түзетілген кестелері, сондай-ақ 4-тармақ бойынша есептік кестелер құрылады.

1 Талап етілетін жүктемелерді ішінара жабуға сыртқы энергия жүйелерін қосуға арналған техникалық шарттарды алу және іске асыру мүмкіндігі айқындалады.

Минималды қажетті жүктемелер I санаттағы кепілдендірілген тұтынушылардың қуатымен анықталады (сорғы өрт сөндіру, кәріз станциялары, түтін шығару жүйелері, серверлік, лифтілер, жылыту жүйесі және т.б.).

Әдетте, электр энергиясы бойынша осы жүктемелердің шамасы ең жоғары тұтынудың 5 – тен 10% - ға дейінгі және жылу тұтыну бойынша 20-дан 40% - ға дейінгі диапазонда болады. Сыртқы желілер есебінен жүктемелерді жабудың оңтайлы шамасы жылдық режимдегі есептік тұтыну кестелері бойынша айқындалады және ең жоғары жүктемелердің базалық жүктемелерден асып кетуіне сәйкес келеді.

Көп жағдайда бұл шама электр энергиясына жалпы қажеттіліктің 30-60% – ын және жылу бойынша 20-50% - ын құрайды.

2 Сыртқы желілерге түсетін жүктемелерді ескере отырып, шағын ЖЭО жүктемесі анықталады, ол арқылы газ поршеньді қозғалтқыштардың саны мен қуаты таңдалады.

Қозғалтқыштардың қуатын реттеу тереңдігін ескере отырып (әдетте 50-100%), ең төменгі электр жүктемесі агрегаттардың ең кішісінің қуатын анықтайды.

3 Шағын ЖЭО жұмыс режимі есептеледі және қозғалтқыштардың тәуліктік және жылдық жұмыс кестелері құрылады, бұл шағын ЖЭО максималды жүктеме коэффициентімен объектінің электрмен жабдықтау базасына салынады.

Ең жоғары жүктемелерді жабу сыртқы желілер арқылы жүзеге асырылады.

Анықтайтын режим-электрмен жабдықтау режимі.

4 Электрмен жабдықтау басымдығы бойынша энергия тұтыну және энергия өндіру кестелерін салу арқылы шағын ЖЭО жылу қуаты тапшылығының (артығының) шамасы мен ұзақтығы есептеледі.

Осы сипаттамаларға сәйкес, ең жоғары су жылыту қазандықтарының қуаты (жылу тапшылығы кезінде) және оны қайта өндіру кезінде жылу шығаратын градирнялар таңдалады.

1 Шағын ЖЭО схемалық схемасы жасалып, қарастырылып отырған орнату нұсқаларының барлық негізгі және қосалқы элементтері таңдалады.

2 Дисконтталған кірістер әдісі бойынша нұсқалардың экономикалық тиімділігі есептеледі.

(мысалы, МГСН " энергия тиімді ғимараттарды жобалау мен салуды экономикалық ынталандыру және олар үшін энергия үнемдейтін өнімдер шығару туралы ереже») келесі көрсеткіштерді анықтай отырып:

– таза дисконтталған кіріс (ТДК);

- инвестициялар кірістілігінің индексі (ИД);
- табыстылықтың ішкі нормасы (ТІН);
- капитал салымдарының өтелу мерзімі динамикалық (ДРВ) және статикалық (РВ)).

Талдау негізінде жұмыс құжаттамасына өткізілетін шағын ЖЭО-ның соңғы нұсқасы қабылданады.]

Мұның бәрі іс-шаралар мен алдын-ала талдаудың өте үлкен кешені. Мұны егжей-тегжейлі орындау керек және сәйкесінше ұзақ уақыт алады. Бірақ, өз кезегінде, дұрыс орындалған кезде, ол ең үлкен экономикалық пайда мен бүкіл энергия кешенінің сенімділігін береді.

Біз жобалаудың әдеттегі мысалын, атап айтқанда жылу және электр жүктемелерінің кестесінің өзгеруін талдау арқылы шағын ЖЭО жабдықтарын таңдауды жүргіземіз.

Мысалы, жылу жүктемелерінің, сыртқы ауа температурасының өзгеруін алдын-ала талдау және электр энергиясын өндіру көлемін бағалау үшін жыл бойына сыртқы ауаның орташа тәуліктік температурасының өзгеруі және тұтынушылардың тиісті жылу жүктемесінің өзгеруі статистикалық өндеуден өтті.

Статистикалық өндеу нәтижелерін талдау есептеулерді жеңілдету үшін бүкіл күнтізбелік жылды сыртқы температураның орташа деңгейімен бірнеше маусымға бөлген жөн. Жүргізілген есептеулер көрсеткендей, жылдың алты сипаттамалық маусымға бөлінуі есептеулердің жеткілікті дәлдігін қамтамасыз етеді:

I-сыртқы ауаның орташа тәуліктік температурасы t_n болатын ең жоғары қысқы жүктеме маусымы $t \leq -20$ °C-та мұндай температураның ұзақтығы 172 сағатты құрайды, әдетте, мұндай температура қаңтар, ақпан айларында бүкіл кезеңнің орташа температурасы $t = -22$ °C;

II - қысқы маусым, сыртқы ауаның орташа тәуліктік температурасы $t_{нв} = -15$ °C, мұндай температураның тұру ұзақтығы 733 сағат, әдетте, мұндай температура қаңтар, ақпан және желтоқсан айының соңында байқалады, температура диапазоны $-20 \dots -10$ °C

III-қысқы, $t_{нв} \approx -5$ °C маусымы кезінде сыртқы ауаның орташа тәуліктік температурасы бар, мұндай температураның ұзақтығы 2128 сағат, әдетте, мұндай температура қарашадан наурыздың екінші кезеңіне дейін байқалады, бұл жағдайда сыртқы температураның өзгеру диапазоны 0-ден -10 °C-қа дейін қабылданады;

IV-күзгі-көктемгі маусым, маусым бойы сыртқы ауаның орташа тәуліктік температурасы $t_{нв} = +4$ °C, мұндай температуралардың тұру ұзақтығы 1877 сағат, бұл кезеңге, әдетте, сәуірдің екінші жартысы мен қазан айы, температураның өзгеру диапазоны $+8$ -ден 0 °C-қа дейін;

V - жазғы неотопительный маусым, орташа тәуліктік температура барлық маусымда $t_{нв} > +12$ °C. маусымның ұзақтығы 2 ай (мамыр, қыркүйек-1464 сағ);

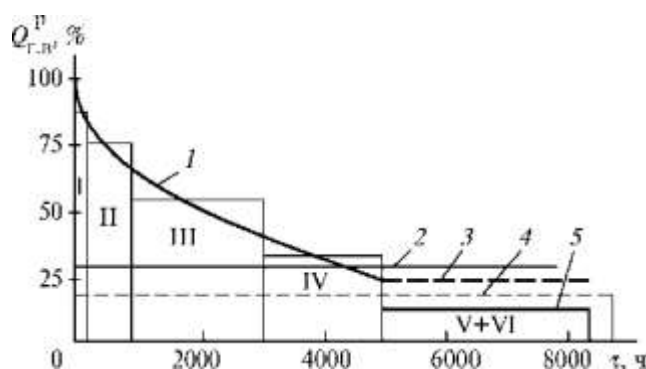
VI - жазғы неотопительный маусым, орташа тәуліктік

барлық маусымдағы температура $t_{нв} > + 18 \text{ }^\circ\text{C}$. маусымның ұзақтығы-2016 сағ.

3.1 графикке сәйкес алынған жылу жүктемесін есептеу нәтижелерін салыстыру 3.1-сурет. статистикалық өңдеу негізінде алынған қателік 2% - дан аспайтынын көрсетті. Болашақта барлық есептеулер жыл мезгілдерінің орташа көрсеткіштері негізінде жүргізілді, бұл олардың дәлдігін жоғалтпай есептеулерді айтарлықтай жеңілдетеді.

3.1 суретте. бір тәулік ішінде ыстық сумен жабдықтаудың жүктеме деңгейіне қарамастан және аптаның күніне қарамастан, бүкіл жылыту кезеңінде барлық электр генераторлары Жылу жүктемесі бойынша толығымен жүктеледі, Сондықтан максималды қуат өндіре алады. Неотоптық кезеңге өткен кезде электр генерациялайтын жабдық ыстық сумен жабдықтау жүктемесінде ғана жұмыс істей бастайды, ол, біріншіден, орташа жылдық деңгеймен салыстырғанда төмендейді, екіншіден, күн мен апта ішінде айтарлықтай ауытқуларға ие. Жазғы кезеңде ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің деңгейін төмендету 3.1-суретте көрсетілген.

[Ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің жазғы, неотопительный кезең ішінде өзгеруінің болжамды кестесі], 3.2 суретте көрсетілген.



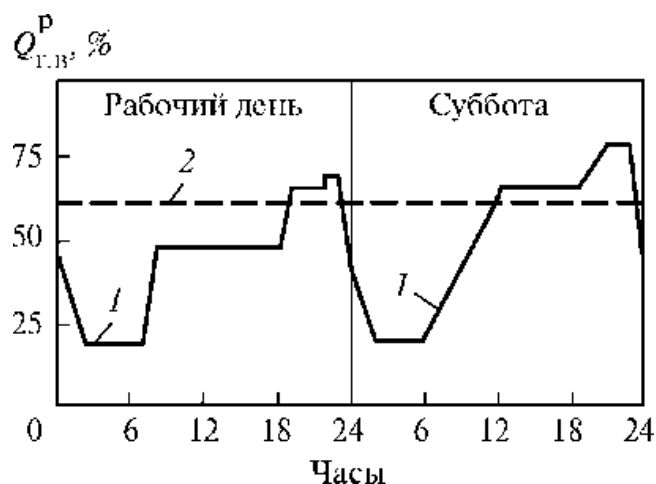
3.1 сурет - Жыл ішінде жылу жүктемесінің өзгеруі

1 — жылытудың, желдетудің және ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық жүктемесі;

2 — ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық есептік жылу жүктемесі; 3 — жазғы кезеңге арналған ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық есептік жылу жүктемесі;

4 — ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық орташа жылдық жүктемесі;

5 — жазға арналған ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық орташа жүктемес



1 — ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің өзгеру кестесі; 2 — ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық орташа жылдық жүктемесі.

3.2 сурет - Тәулік ішінде ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің өзгеруі (жазғы кезең, орта Еуропалық климаттық аймақ)

Келтірілген суретте көрсетілген. 6.14 ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің өзгеру кестесі түнгі уақытта ыстық сумен жабдықтау жүктемесі ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық есептік жүктемесінің шамамен 20% - ына дейін төмендейтінін көрсетеді. Бұл ретте, егер қазандықта ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық жылу жүктемесін жабу үшін бір ғана бу турбинасы және бір бу қазандығы ажыратылған болса, онда қазандық пен турбинаға ең аз жүктеме деңгейіне сәйкес келетін техникалық шектеулерге байланысты жылу жүктемесінің кестесі бойынша жұмысты қамтамасыз етуге болмайды, сондықтан қазандықта ыстық сумен жабдықтаудың жиынтық есептік жүктемесін жабу жағдайынан электр генерациялайтын жабдықты орнату кезінде жылу- кем дегенде екі қондырғы болуы керек, олардың әрқайсысы ыстық сумен жабдықтаудың жалпы есептелген жүктемесінің жартысын жабуға арналған. Бұл жағдайда жазғы кезеңде агрегаттардың бірі жүктемені көтеретін болады, ал екіншісі резервте немесе жоспарлы жөндеуде болады, бұл түнгі уақытта ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің түсіп қалуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Жүктеме кестесінің ең жоғарғы бөлігін өту кезінде резервтік қондырғыны немесе ыстық су қазандығын іске қосу қажет.

Қазандықта ыстық сумен жабдықтаудың орташа жылдық жиынтық жүктемесін жабу үшін электр генерациялайтын жабдықты орнату кезінде жекелеген агрегаттарды да орнатуға болады. Ыстық сумен жабдықтау жүктемесінің түнгі сәтсіздігінен өту кезінде қондырғының жүктемесі 40-тан төмен болмайды...50%, бұл оны ыстық сумен жабдықтау жүктемелерінің өзгеруінің барлық диапазонында пайдалануға мүмкіндік береді. Жүктеменің ең жоғарғы бөлігінен өту кезінде су жылыту қазандықтарын жұмысқа қосу есебінен қазандықтан жылу босатуды арттыру қажет.

Ыстық сумен жабдықтаудың жылу жүктемесіне және бу

турбиналарының жылу қуатына сүйене отырып, әртүрлі қуаттылықтағы қазандықтарға орнатуға болатын турбиналардың түрлері анықталды. Кестеде.6.13. әр түрлі қуаттылықтағы қазандықтарда бу және газ турбиналарын орнатудың кейбір мүмкін нұсқалары келтірілген.

Ыстық сумен жабдықтаудың жылу жүктемесінің өзгеруіне сүйене отырып, күріш кестесіне сәйкес жылу жүктемесін жабу режимінде жұмыс істеу кезінде бу турбиналары мен газ турбиналық қондырғылардың жүктеме деңгейі қайта есептелді. 6.14.

Агрегаттарды жүктеу деңгейі ыстық сумен жабдықтаудың жүктемесіне де, электр генерациялайтын жабдықтың жеке сипаттамаларына да байланысты, сондықтан алдын-ала талдау үшін біз тек екі агрегатты қарастырумен шектелеміз: НК-37 типті ГТҚ және ПР типті бу турбиналық қондырғы-6-3,4/1,0/0,1-1.

3.1 кесте - Қазандықтарда бу және газ турбиналарын орнатудың кейбір мүмкін нұсқалары.

Қазандықтың орнатылған қуаты, МВт	Ыстық сумен жабдықтаудың жылу жүктемесі, МВт	Бу турбинасының түрі	Газ турбинасының түрі
10	1,55-2,2	ТГ-0,6/0,4-К2,8	—
20	3,1-4,4	ТГ-0,6/0,4-К2,8	—
30	4,65-6,6	2xТГ-0,6/0,4-К2,8 ТГ-0,6/0,4- К1,3	
40	6,2-8,8	ТГ-1,2/0,4P24/1,2 2xТГ-0,6/0,4- К2,8	ГТҚ-2,5П
50	7,75-11,0	ТГ-1,2/0,4P24/1,2 3xТГ-0,6/0,4- К2,8	ГТҚ-2,5П
60	9,3-13,2	Р-2,5-3,4/0,3-1 2xТГ-1,2/0,4P24/1,2 4xТГ-0,6/0,4-К2,8	2xГТҚ-2,5П ГТҚ-4П Tornado
80	12,4-17,6	Р-2,5-3,4/0,3-1 P2,5-2,1/0,3-1	ГТҚ-4П Tornado Tempest
100	15,5-22,0	2xP-2,5-3,4/0,3-1 P2,5-2,1/0,3-1 ПР-2,5-1,3/0,6/0,1	2xГТҚ-4П 2xTornado
120	18,6-26,4	ПР-6-3,4/0,5/0,1-1 2xP-2,5- 3,4/0,3-1	2xГТҚ-4П 2xTornado
150	23,25-33,0	ПР-6-3,4/0,5/0,1-1 ПР-6- 3,4/1,0/0,1-1	2xTornado 2xTempest ГТҚ-16
200	31-44	ПР-12-3,4/0,6/0,1	НК-37 ГТҚ-25

3.2 Ыстық су қазандығының бастапқы есебі

Техникалық тапсырмаға байланысты дизайн тапсырмаларын орындаудың әр түрлі басымдықтары мен басымдылығы бар. Менің жағдайымда Алматы облысындағы спутник қаласының жылу энергиясын және ыстық сумен жабдықтауға арналған ең жоғары су жылыту қазандығы электр желісіне қосылған объект ретінде жоспарланған. Бірақ, осы жұмыста көрсетілген шағын ЖЭО құрылысының перспективалары мен артықшылықтары бойынша осы қазандықты когенерациялық объектіге дейін дамыту орынды деп санаймын, бұл дұрыс тарифтік жоспармен үнемділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты бірінші кезектегі міндет су жылытатын қазандықты бастапқы есептеу, оны кейіннен шағын ЖЭО-ға дейін жаңғырту болып табылады.

Жалпы деректер

Қазандық құрылысына бөлінген учаске құрылыстан бос аумақта орналасқан.

Табиғи-климаттық жағдайлар

Құрылыс учаскесінде келесі табиғи-климаттық жағдайлар бар:

- климаттық кіші аудан - ІІВ;
- ең суық бес күндік суық ауаның температурасы - минус 21 °С;
- нормативтік қар жүктемесі - 70 кг/м² (1.0 МПа);
- нормативтік жел жүктеме биіктігі 10 м - 38 кгс/м² (0.48 МПа);
- ауданның сейсмикалығы - 8,0 балл;
- құрылыс алаңының сейсмикалығы - 9 балл.

Жобаланатын ғимараттар мен құрылыстар: қуаты 200 Гкал қазандық, түтін құбырлары Н=45 м, трансформаторлық қосалқы станция, жаңбыр және дренажды ағын су резервуары V=200 м³, ГРП, резервті дизель отынының қоймасы V=2x1000 м³, жылу желісіне арналған қоректендіруші су қорының резервуарлары V=200 м³ және V=300 м³, дизель отынының сорғысы, дизель отынының қабылдау сыйымдылығы V=100 м³, БӨП, коллекторлық, қоқыс жинағыштар, алты автокөлікке арналған тұрақ, шаруашылық алаңы, аумақты қоршау, қарау алаңы, қарау шұңқыры, шлагбаум, резервтік отын қоймасын қоршау, баспалдақ өртке қарсы нормаларды сақтай отырып орналастырылған.

Технологиялық шешімдер

Жылу жүктемелері

3.2 кесте - Жылу жүктемелер

Есептеу режимі	Есептік жылу ағыны, МВт (Гкал / сағ)			
	Жылытуға және желдетуге арналған жылу шығыны (өз қажеттіліктерін ескере отырып)	Ыстық сумен жабдықтауға жылу шығыны	Технологиялық қажеттіліктерге жылу шығыны	Жалпы жылу шығыны
Максималды қыс (-21 °С)	-	-	-	240,0 (206,4)

Сыртқы ауаның есептік параметрлері:

- жылыту және желдетуді жобалау үшін есептелген температура $t = -21$ °С;
- ең суық айдың орташа температурасы $t = -7,4$ °С;
- жылыту кезеңі күндерінің саны - 168 тәулік;
- жылыту кезеңінің орташа температурасы $t = -1,6$ °С.

Жылу схемасы

Жылумен жабдықтау жүйесі - жабық, екі контурлы.

Салқындатқыш ретінде параметрлері бар жұмсартылған су қолданылады:

- қазандық контурында $150-80$ °С, $1,3/1,0$ МПа;
- қысқы режимдегі желілік тізбекте $130-70$ °С, $0,95/0,3$ МПа;
- жазғы режимдегі желілік тізбекте $80-40$ °С, $0,6/0,3$ МПа.

Су жылыту қазандықтары каскадты реттеу режимінде жұмыс істейді, қазандықтардан шығудағы температура тұрақты 150 оС автоматика көмегімен ұсталады.

Екі жақты клапандарды қолдана отырып, жылу желісінің температуралық кестесін сақтау.

Қазандық контурын бастапқы толтыру, оны мезгіл - мезгіл және авариялық қоректендіру химиялық жұмсартылған және ауасыздандырылған сумен жүзеге асырылады.

Желілік контурды толтыру вакуумды деаэрациядан өткен химиялық жұмсартылған сумен жүзеге асырылады. Желілік тізбекті толтыру үшін су шығыны 126 т / сағ құрайды. Желілік контурды авариялық қоректендіру үшін қазандық үй-жайынан тыс орнатылған су қорының сыйымдылығы көзделген.

Құбырлардан, жабдықтан суды ағызу ағысы үзілген дренажды құбырларға жүргізіледі, одан әрі қазандық үй-жайынан шығару (ШҚ бөлімі).

Жүйеден ауаны шығару үшін автоматты ауа бұрғыштар қарастырылған.

Қазаншұңқыр тізбегіндегі жылуды кеңейтуді толтыру үшін көлемі 3000 литр болатын 18 кеңейту бактарын орнату көзделген. Қазандық тізбегіндегі қысымның ықтимал көтерілуіне жол бермеу үшін 15 барға қауіпсіздік клапандары орнатылды. Ағысты үзіп сақтандырғыш клапандардан ағызу дренажды құбырлар.

Барлық құбыржолдар мен сорғы қондырғылары жылу схемасына сәйкес құбыржолдарда орнатылған бақылау-өлшеу аспаптарының қажетті санымен жабдықталған.

Құбырларды оқшаулау қалыңдығын есептеу

Есептеу ҚНЖЕ 2.04.14-88 "жабдықтар мен құбырлардың жылу оқшаулауы" бойынша жүргізіледі. Оқшаулағыштың қалыңдығы жылу ағынының нормаланған тығыздығы мен оқшаулау бетіндегі температура жағдайларынан таңдалады.

$$\sigma_k = \lambda_k R_k ; R_k = R - \frac{1}{\alpha_e} - R_1 \quad (3.1)$$

$$\sigma_k = \frac{d}{2}(B-1) \quad (3.2)$$

$$r = \frac{t_3 - t_0}{q_e K_1}; R = \frac{t_3 - t_0}{q K_1} \sum_{i=1}^n X_i; \quad (3.3)$$

мұндағы

d - оқшауланатын нысанның сыртқы диаметрі, 0,377м

t_3 - заттың температурасы, 150°C;

t_0 - қоршаған орта температурасы, 10°C;

q - цилиндрлік жылу оқшаулау құрылымының ұзындығы 1 м болатын жылу ағынының қалыпты сызықтық тығыздығы, біз қабылдаймыз 97,0 Вт/м;

K_1 - міндетті қосымша бойынша қабылданатын коэффициент 10, 1,06;

λ - жылу оқшаулағыш қабаттың жылу өткізгіштігі, анықтайтын болсақ, 0,033+0,00014 $t_{орт}$ =0,033+ 0,0001495=0,0463 Вт/(м*°C);

$t_{орт}$ - жылу оқшаулағыш қабаттың орташа температурасы $t=95$ °C

$d_{об}$ - оқшауланған объектінің ішкі диаметрі, 0,365 м.

Λ_m - қабырға материалының жылу өткізгіштігі, 58 Вт/ (м°C).

r - диаметрі 2 м кем цилиндрлік объектілердің жылу оқшаулағыш құрылымының ұзындығының 1 м жылу беру кедергісі, (м°C)/Вт.

r_1 - құбыр қабырғасының жылу кедергісі, (м°C)/Вт

$$r = 1.41(\text{м}^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$r_1 = 0,0001(\text{м}^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

б) қызмет көрсетілетін аймақтағы оқшаулау бетіндегі температура бойынша.

Диаметрі 2 м-ден кем цилиндрлік объектілер үшін жылу оқшаулағыш қабаттың қалыңдығы мынадай формула бойынша айқындалады:

$$\ln B = 2\pi\lambda \left[r - r_1 - \frac{1}{\alpha\pi(d+0.1)} \right]$$

наружному диаметру изолируемого объекта;
 t_i - температура поверхности изоляции, 40 °С; t_w - температура вещества, 150 °С;

$$B=1,14$$

$$\delta = (1,14-1) = 0,026 \text{ м}$$

Түтінді құбырлар.

Қазандардан түтін газдарын шығару Ду1500мм Н=35м жеке түтін құбыры арқылы жүзеге асырылады. қазандардан көлденең газ жолдары қалыңдығы 25 мм жылытқышы бар тот баспайтын түтіндерден жасалған.

Түтін құбырының биіктігі аэродинамикалық есептеуден анықталған.

Жануға ауа беруді қазандық бөлмесінен Н25/900.2/4dl үрлеу желдеткіші жүзеге асырады.

Газ жолының есептік тәуелділігі мен аэродинамикалық есебінің нәтижелері 3.2-кестеде келтірілген.

3.2 кесте - Газ жолының аэродинамикалық есеб

Шаманың атауы	Белгіленуі	Есептеу формуласы	Өлшем бірлігі	Есептеу
Қазандықтың өнімділігі	Q	Қазандық паспорты бойынша	кВт	40000
Қазандық ПӘК-і	η	Қазандық паспорты бойынша	%	95
Температура кететін газдың қазандық сыртындағы	$t_{пот}$	Қазандық паспорты бойынша	°С	130
Табиғи газдың калориялығы, 0°С кезінде	Q _{газ}	ТШ-дан табиғи газға	ккал/м ³	8200
Табиғи газдың температурасы	t	ТШ-дан табиғи газға	°С	10
Құбырдағы артық ауа коэффициенті	α	Аэродинамикалық есептеу	-	1,18
Сыртқы ауа температурасы	t_n	<u>Техникалық тапсырмадан</u>	°С	10
Ауаның ылғалдылығы	$d_{ы}$	<u>Техникалық тапсырмадан</u>	г/м ³	50
Барометрлік қысым	$h_{бар}$	Техникалық тапсырмадан	мм рт. ст.	690
Құбырдың биіктігі (газ өткізгіштің ойығынан құбырдың жоғарғы жағына дейін)	H	Жоба бойынша	м	35
Түтін құбырының диаметрі	$d_{құб}$	Жоба бойынша	мм	1500
Қазандық газ құбырының ұзындығы	l	Жоба бойынша	м	13
Газ өткізгіштің диаметрі (эквивалентті)	d_3	Жоба бойынша	мм	1500
Газ өткізгіштің үйкеліс коэффициенті		әдебиет тармақ- 1	-	0,02

Коэффициент сомасы. Жергілікті газ өткізгіштің кедергісі	ζ	әдебиет тармақ- 1	-	1,2
Қазандыққа газ шығыны	B^1	Есептеулер	$m^3/ч$	4265
Қазандыққа жұмсалатын газ шығыны	B^2	Есептеулер	$m^3/ч$	4265
$1nm^3$ газға жану өнімдерінің саны	$V_{уд д}$	$10x(t_{пот}+273)/(273+t_n)$	m^3/nm^3	14,2
Қазаннан кейінгі газдардың көлемі	$V_{дг}$	$V_{уд} * B * \alpha д$	$m^3/час$	71667 71667
Отынның жануы үшін қажетті ауа мөлшері (қазандыққа)	L_0	Отынның жану диаграммалары	$m^3/ч$	50327
Үлес салмағы 760 мм рт.ст. және 0°C	γ_0	αL_0	$кг/m^3$	1,11
Түтін газдарының үлес салмағы	γ	γ	$кг/m^3$	0,75
Гравитациялық құбыр	h_c	Техникалық тапсырмадан	мм вод. ст.	17,27

Жабдықты таңдау

Қондырғыға номиналды қуаты 40000 кВт, Энтророс, Ресей өндірген ТТ 300 алты жылыту қазандығы қабылданды. Қазандықтың техникалық деректері қазандық паспортында көрсетілген.

Қазандар SAAKCE фирмасының өндірген SKVG400 / LKZ20 аралас модульдейтін жанарғылармен жиынтықталады, Германия.

Айналымы жылу котловом контуры қарастырылған сорғылармен Grundfos TP200-410/4. 12 сорғы (6 (алты) жұмысшы, 6 (алты) резервтік) орнатылады. Желілік тізбектегі салқындатқыштың айналымы Grundfos pkg 200-150-250/275 сорғыларымен қамтамасыз етілген. 5 (бес) сорғы орнатылады (барлық жұмысшылар).

Барлық қосалқы жабдықтар қазандық бөлмесінде орналасқан.

Қазандықтар, ауасыздандыратын жабдықтар, кеңейту бактары, айналым сорғылары еденде орналасқан. Қалған жабдық үй-жайлардың қабырғалары бойынша және тікелей құбыр жолдарында орналасады.

Кеңейту бактары есептелуі

Для компенсации изменения объема воды при температурном расширении и поддержании необходимого статического давления в обратном трубопроводе котлового контура у каждого котла предусматриваются расширительные баки.

Әр қазандық үшін әрқайсысы 3000 литр сыйымдылығы бар Reflex Airfix D-E үш кеңейту цистернасын орнатуға болады. Резервуарлар қазандық тізбегінің айналым сорғыларының алдында кері құбырға орнатылады.

Осылайша, жоғарыда келтірілген есептеулерді орындау арқылы турбиналарды таңдау үшін есептеуге болады. Турбиналарды таңдау үшін негіз қалаушы сипаттама газ жолының аэродинамикалық есептеуінен L_0 отынның жану үшін қажетті ауа мөлшері болып табылады, 3.2-кесте. Сондай-ақ, резервтік

ескере отырып, барлық қазандықтарға дұрыс бөлуге сәйкес турбиналық қондырғылардың (модульдік, блоктық) әртүрлі орналасуын ескеру қажет. Шағын ЖЭО - да қазандықты тікелей қайта құру себебінен жылу схемасын ГТУ-мен байланыстыруға болмайды (бұл жағдайлар қарастырылмаған). Сондықтан менің негізгі міндетім-аэродинамикалық есептеу параметрлері бойынша ГТҚ таңдау, атап айтқанда ауа мөлшері.

Газ турбиналары мен газ қондырғыларының негізгі артықшылықтарын қарастырыңыз. Қазіргі уақытта газтурбиналық қондырғылар әсіресе шағын энергетика саласында өз қолданысын кеңейтуде. Модульдік дизайн әр түрлі электр станциялары үшін ГТУ үнемділігі мен зауыттық дайындығының жоғары деңгейін қамтамасыз етеді. Газтурбиналық электр станцияларын автоматтандыру дәрежесі басқару блогында қызмет көрсетуші персоналдың тұрақты болуын болдырмайды. ГТҚ пайдаланудың артықшылығына пайдаланудағы қарапайымдылықты, атап айтқанда, жұмысқа жылдам қосылуды (15-20 минут) жатқызуға болады, ал бу-газ қондырғылары үшін ол шамамен бірнеше сағатты құрайды. Сондай-ақ, GTU 9-25 ppm зиянды шығарындыларының құрамын оң факторларға жатқызуға болады, яғни бұл тікелей энергия тұтынушысына жақын орналастыруға мүмкіндік береді. Тиімділік 1 - 5% - дан 100-115% - ға дейінгі жүктемелердің әртүрлі диапазондарында қамтамасыз етілуі мүмкін. ГТҚ пайдаланудағы артықшылықтарға қатысты 200 000 сағаттан ұзақ қызмет мерзімін және қарапайым қызмет көрсетуді жатқызуға болады, өйткені газтурбиналық қондырғыларда мотор майы қолданылмайды, ал редукторлық майды аз көлемде ауыстыру жиілігі жиі жүзеге асырылмайды. Шағын және орта қуаттылықтағы GTU ықшамдылық пен аз салмаққа ие, бұл оларды орнатуды жеңілдетеді және техникалық қабаттарға немесе шатырларға орнатуға мүмкіндік береді.

3.3 Су жылыту қазандықтарын қондыру үшін ГТҚ есептеу және іріктеу

Газ турбиналық және бу-газ қондырғыларын дамыту. Табиғи газдың басым үлесі бар (70% - дан астам) жылу электр станцияларының отын балансының құрылымы электр энергиясын өндірудің бу-газ технологиясын кеңінен пайдалануды алдын ала айқындауға тиіс. Бірінші кезекте бұл өңірлерде табиғи газбен қамтамасыз етілген жаңа құрылысқа қатысты. Бұл жағдайда ең үнемді PGU екілік циклын құруға болады, онда барлық жылу GTU-да отынмен қамтамасыз етіледі, ал бу өндірісі мен қызып кетуі GTU пайдаланылған газдардың жылуымен жүзеге асырылады. Екілік ПМУ-дің жоғары тиімділігі орташа бу параметрлері және бу турбиналық қондырғысының қарапайым жылу тізбегі арқылы қамтамасыз етіледі.

Отын мен инвестицияларды үнемдеудің үлкен экономикалық әсерін газ турбиналары бар қолданыстағы энергия блоктарын салу арқылы да алуға болады.

Энергетикада бу-газ технологиясын қолданудың негізгі проблемасы үнемді және сенімді газ турбиналарының болуы болып табылады. Жетекші энергетикалық газтурбостроительными фирмалармен ("Дженерал Электрик», "Мицубиси Хэви Индастриз", "Альстом", "Сименс") бу турбиналық қондырғылар деңгейінде сенімділікті қамтамасыз ететін және бу күш қондырғыларымен салыстырғанда үлестік құны мен пайдалану шығындарының неғұрлым төмен болуын қамтамасыз ететін конструкциялар пысықталған. Сенімділік пен үнемділіктің жоғары көрсеткіштері газдинамика, жылу-масса алмасу, жану, механика және конструктивтік беріктік, материалтану, металлургия және металл өңдеу салаларында ғылыми және конструкторлық әзірлемелерді пайдалану нәтижесі болып табылады.

Қазіргі уақытта өндірілген ГТҚ үшін мыналар тән:

- термобарьер және коррозияға қарсы жабыны бар монокристалды бірінші, кейде екінші сатылардың жауырындары және қалған сатылардың бағытталған кристалдануы бар жауырындары;
- қалақтарды ауамен (ал болашақта — бумен) салқындату;
- кіре берістегі немесе компрессордың алғашқы бірнеше сатысындағы айналмалы бағыттаушы аппараттар;
- алдын ала дайындалған отын мен ауа қоспасында жұмыс істейтін немесе отынды көп сатылы жағу қағидатын іске асыратын ұйттылығы аз "құрғақ" жану камералары.

ГТУ-дың дамуы бу-газ қондырғыларының тиімділігін едәуір арттыруға әкелді. Қазіргі уақытта олардың батыстағы тиімділігі 58,5% - ға жетті, ал сенімділік көрсеткіштері қарапайым бу блоктарының көрсеткіштерінен кем емес және тіпті асып түседі.

ГТУ дамуындағы одан әрі ілгерілеу жаңа материалдарды әзірлеу саласындағы жетістіктермен және пышақтарды салқындату әдістерімен байланысты.

Оларды салқындату үшін буды немесе суды пайдалану газдардың бастапқы температурасының одан әрі жоғарылауын және нәтижесінде үнемділіктің одан әрі жоғарылауын қамтамасыз етеді.

ГТҚ дамуының алғашқы кезеңдерінде компрессордағы сығылу кезінде ауаны аралық салқындату, газ турбинасында кеңейген кезде газдарды аралық жылыту және сығылған ауаны жылыту үшін пайдаланылған газдардың жылуын қалпына келтіру арқылы олардың циклін жетілдіруге көп көңіл бөлінді. Атап айтқанда, газдарды қысу және аралық жылыту кезінде ауаның салқындауын қолдана отырып, 1970 жылдан бастап құрылған және жұмыс істеп келе жатқан қуаты 100 МВт болатын отандық ГТ-100 құрылды. Сонымен қатар, газ бу қондырғылары әзірленіп, дамып келеді, онда Жану камерасындағы жану өнімдеріне араласқан пайдаланылған газдардың жылуы нәтижесінде пайда болатын су буы қосымша қолданылады.

Бу-газ қондырғыларының күштерімен салыстырғанда артықшылықтары:

- жоғары үнемділік және осыған байланысты қоршаған ортаға әлсіз теріс әсер ету;

- аз күрделі шығындар;
- құрылыстың неғұрлым қысқа мерзімдері және электр генерациялайтын қондырғыларды кезең-кезеңімен енгізу мүмкіндігі (бірінші кезең-ГТҚ, екінші кезең — бу турбиналық қондырғы).

Отандық энергетикалық газ турбинасының міндеті-1100 газдың бастапқы температурасын дамыту.ГТҚ ПӘК-ін 33-ке дейін арттыру үшін 1200 °С және одан жоғары 37 %.

Қазіргі уақытта авиациялық қозғалтқыштардың барлық зауыттарында конверсия бағдарламалары бар және өнеркәсіптік қолдануға арналған қозғалтқыштар жасалуда. "НК қозғалтқыштары" Самара НТК қазірдің өзінде қуаты 25 МВт НК-37 типті энергетикалық ГТҚ шығарады және қуаттылығы 30 МВт болатын оның келесі модификациясын 37% тиімділікпен жасайды. "Салют" МПП (Мәскеу қ.) және "Энергоавиа" жақ (Мәскеу қ.) 31-33% пәк-мен қуаты 20 МВт ГТҚ өндіреді.

Жылу станцияларын жаңғырту. Электр энергиясын өндірудің бу-газ технологиясын енгізудің неғұрлым тиімді тәсілі жұмыс істеп тұрған бу-турбиналық жылу электр станцияларын оларды газ турбиналарымен қондыру жолымен бу-газ электр станцияларына айналдыру болып табылады [3].

Қондырылған энергетикалық блоктың (ПМУ) тиімділігі үш параметрге байланысты — ГТҚ пәк, бу күш қондырғысының (ПМУ) пәк және ГТҚ-да отынмен жеткізілетін жылу үлесі ПМУ-да пайдаланылатын отын жылуының жалпы мөлшеріне байланысты. 3.3-кестеде аталған параметрлердің әрқайсысының ПМУ пәк-ке әсері көрсетілген.

Кестеден 3.3 бірдей болған кезде, ГТҚ-ның ПӘК-бинарлы ПМУ неғұрлым тиімді, тіпті кезінде неғұрлым төмен ПӘК паросиловой бөлігі. Алайда, жұмыс істеп тұрған энергия блоктарын модернизациялауға жұмсалатын күрделі шығындардың едәуір төмендеуі екілік ПМУ - дің жаңа құрылысымен салыстырғанда өте маңызды болуы мүмкін.

3.3 кесте - ҚБТУ ПӘК-не бинарлықтың әсері

ГТҚ-ға берілетін жылудың үлесі	ГТУ ПӘК	ПСУ ПӘК	ПМУ ПӘК
1	0,32	0,30	0,52
1	0,36	0,32	0,57
1	0,36	0,36	0,59
1	0,38	0,38	0,61
0,3	0,32	0,41	0,47
0,4	0,32	0,41	0,49
0,3	0,36	0,41	0,48
0,4	0,36	0,41	0,50
0,3	0,36	0,45	0,51

0,4	0,36	0,45	0,53
-----	------	------	------

Газтурбиналық қондырмалардың (ГТ-қондырмалардың) көптеген схемаларының болуы нақты жағдайлар үшін оңтайлы нұсқаны таңдауды қиындатады. Дегенмен, техникалық шектеулерге негізделген шартсыз критерийлерді басшылыққа ала отырып, қарастырылып отырған схемалардың санын едәуір азайтуға болады. Мұндай өлшемдерге мыналарды жатқызуға болады:

1 нақты қарастырылатын электр станциясы жағдайында ПМУ схемасын іске асыру мүмкіндігі;

2 схеманың жылу тиімділігі;

3 негізгі жабдықты қайта құрудың қажеттілігі мен ұзақтығы;

4 жаңартылған блоктың операциялық икемділігі мен сенімділігі.

Бірінші критерий, ең алдымен, негізгі корпуста және ГТ қондырмасының жабдықтарын орналастыруға арналған электр станциясының бас жоспарында орынның болуымен байланысты. Бұл критерий кейбір жағдайларда қалпына келтірілуі мүмкін.

Екінші критерий әртүрлі жұмыс жағдайларында (мысалы, сыртқы ауа температурасының Елеулі ауытқуы кезінде) және ауыспалы жұмыс режимдерінде (мысалы, газ турбиналарының әртүрлі санымен ішінара жүктеме кезінде) отынның үлестік шығынын үнемдеу бойынша энергия блогын жаңғыртудың тиімділігін айқындайды.

Үшінші өлшемнің маңыздылығы энергия жүйесінің қолда бар қуаты резервінің шамасына байланысты. Егер бұл резерв жеткілікті болса және энергия блогын қайта құруға шығару тұтынушыларды энергиямен жабдықтауды бұзуға әкелмесе, онда ГТ-қондырма схемасын таңдау таза қаржылық-экономикалық міндет болып табылады. Егер қуат резерві болмаса және оның жетіспеушілігі жүйелік байланыстар есебінен жабылмаса, онда тіпті жоғары экономикалық схема да бар, бірақ жөндеу науқаны кезеңінен көп уақытты қажет ететін болса, оны пайдалану ұсынылмайды.

Төртінші критерийді пайдалану, бірінші кезекте, электр станциясының энергия жүйесіндегі (маневрлік немесе базалық) жұмыс режимімен және негізгі және қосалқы жабдықтың сенімділігіне қойылатын талаптармен (мысалы, газ турбинасын ажырату кезінде бу күші бөлігінің автономды жұмыс істеу талабы) байланысты).

Газ турбинасы PSU-мен қалай байланысқанына байланысты, ГТ қондырмаларының тізбектерін шартты түрде параллель және сериялық деп бөлуге болады. Параллельді схемаларда бу турбиналық циклдің тиісті нүктесіне бағытталған бір немесе екі қысымның буы шығарылатын немесе конденсат, қоректік немесе желілік су жылытылатын қазандық-утилизаторлар қолданылады. Осы схемалардың кейбіреулері 3.6 суретте көрсетілген.

электр қазандығының қыздырғыштарына ГТУ

шығарындыларын шығаратын тізбекті схема-3.7 суретте көрсетілген.

Сондай-ақ, автономды газ-су жылу алмастырғышындағы газ турбинасынан кейін газдардың ішінара салқындауы жүзеге асырылатын аралас схемалар бар, содан кейін газ турбиналары қазандық қыздырғыштары шығарылады.

300 МВт бастапқы бу қуаты блогына арналған "Машпроект" ҮЕҰ ГТЭ-110 типті ГТҚ пайдалану кезінде сипатталған ГТ-қондырмалар схемаларын салыстыру кестеде көрсетілген. 3.4.

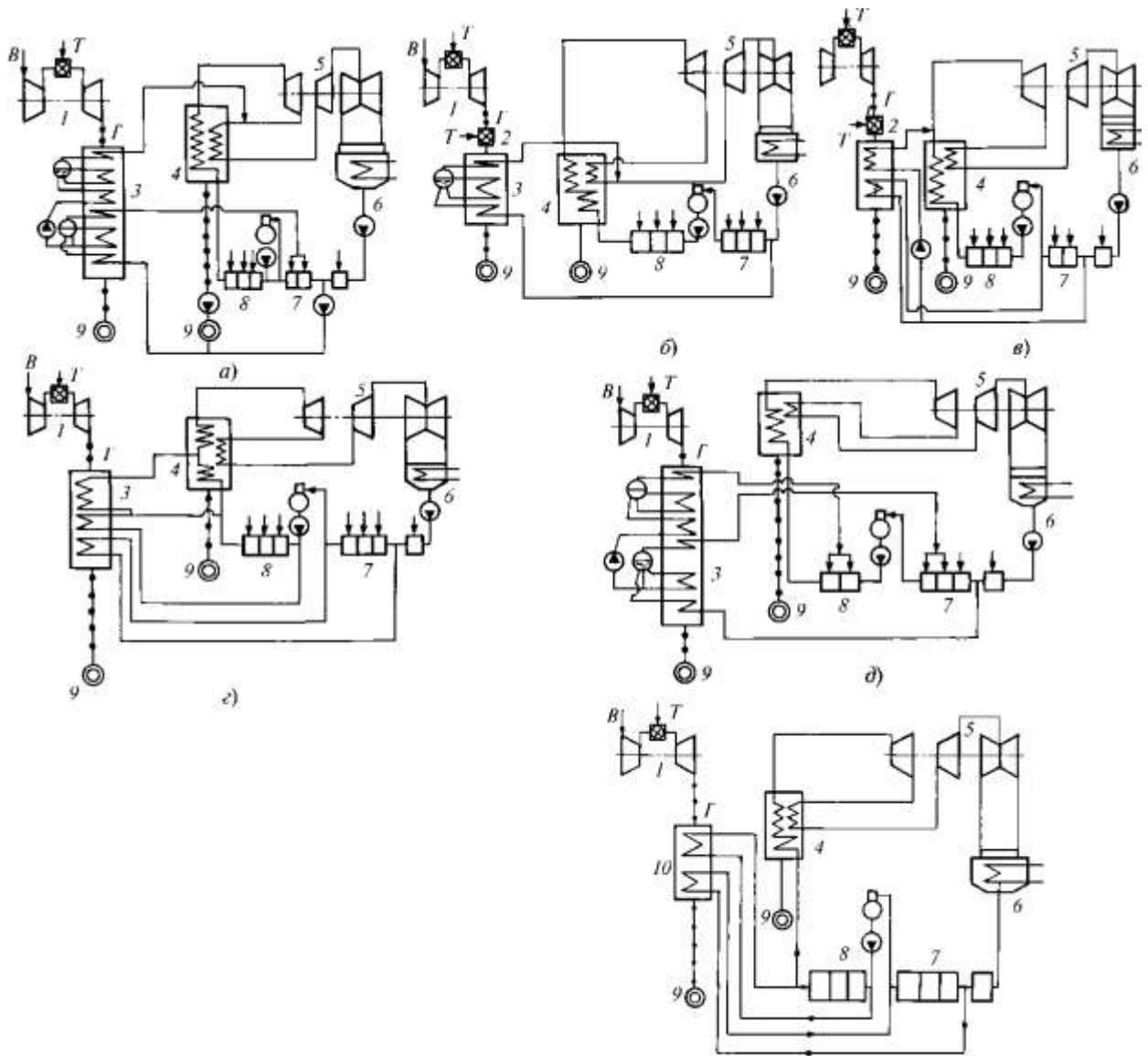
Бірі жоғарыда қарастырылған схемалар неғұрлым үнемді болып табылады сбросная схемасы ГТ-қондырма.

3.4 кесте - ГТ - қондырмалардың әр түрлі типтері бар ПГҚ салыстырмалы тиімділігі

ГТ-қондырма түрі	Бу блогымен салыстырғанда отын үнемдеу, %
Энергетикалық қазандықтың оттығына ГТҚ пайдаланылған газдарды шығару схемасы	10,4
Негізгі конденсатты ГТҚ-ның пайдаланылған газдарымен жылытумен параллель схема	5,2
Қатты қызған буды өндіру және оны бу турбинасына беру + ГТҚ-ның пайдаланылған газдарымен негізгі конденсатты қыздыру	5,8

Кестеде. 3.5 ағызу схемасы бойынша салынған ГТҚ-ның 300 және 800 МВт энергия блоктарының техникалық-экономикалық көрсеткіштері келтірілген.

Шаң-көмір энергоблоктарын газтурбиналық қондыру. ГТҚ-ның пайдаланылған газы ортасында көмір шаңын жағумен байланысты қосымша мәселелерді шешпей-ақ, көмірлі блоктар үшін ГТ-қондырмалардың параллель сұлбаларын пайдалануға болады. Алайда, бу турбиналық қондырғымен және қондырылған блоктың ішінара жүктемелерімен байланысты проблемалардың туындауы жоққа шығарылмайды.



а — буды өндірістік қызу жүйесінің суық желісіне жеткізу; б) — буды өндірістік қызу жүйесінің жедел желісіне жеткізу; в — буды жаңа бу сызығына жеткізу; г — қазандықтың бу жолының аралық нүктесіне бу жеткізу; д — бу турбинасын регенерациялау түйінінен буды кәдеге жарату қазандығынан бумен шығару; е — бу турбинасын регенерациялау торабының орнына конденсат пен қоректік судың газ-су жылытқыштарын (ГВП) орнату; 1 — газ турбинасы; 2 — кәдеге жарату қазандығының жанарғылары; 3 — кәдеге жарату қазандығы; 4 — орнатылған блоктың қазандығы; 5 — бу турбинасы; 6 — конденсатор; 7,8 — төмен және жоғары қысымды жылытқыштар; 9 — түтін құбыры; 10 - Төмен және жоғары қысымды ГВП; Т — отын; В — ауа; Г — газ

6.7 сурет - Газтурбиналық қондырмалардың параллель сұлбалары а — газ турбинасының газдарын қазандыққа жібергенде және үрлемелі ауаны калориферлік қыздырғанда; б — газ турбинасының газдарын қазандыққа тастаумен және шығатын газдармен үрленген ауаны жылытумен; 1-10- 6.6- суреттегі сияқты; 11 — үрлемелі ауа калориферлері; 12 — ауа жылытқыш

6.6 сурет - Газтурбиналық қондырмалардың түсіру сұлбалар

3.5 кесте - Техничко-экономические показатели энергоблоков с ГТУ по сбросной схеме

Көрсеткіш	Энергоблок				
	Қуат 300 МВт		Қуат 800 МВт		
ГТУ түрі	ГТЭ-110		ГТЭ-110	ГТЭ-160	
ГТУ саны	1		2	3	2
Турбинаға жаңа бу шығыны, т / сағ	930	800	2000		
Екіншілік бу шығыны, т/ч	817	712,6	1909,6		
Қуат ГТҚ, МВт	107,5	107,5	227	340,5	317,2
Бу турбинасының қуаты, МВт	325,9	287,8	759,8	769,7	765,8
Жалпы энергия блогының қуаты, МВт	433,4	395,3	986,8	1110,2	1083
Неттоэнергия блогының қуаты, МВт	423,6	385,5	974,6	1097	1070,7
Нетто энергоблоқтың ПӘК, %	44,51	44,78	45,9	48,0	47,87
Отын үнемдеу салыстырғанда ПСУ, %	11,6	12,2	9,5	13,5	13,1
Қазанның жұмысы кезіндегі экологиялық көрсеткіштер мазуте:					
меншікті шығарындылар NO _x , кг/(МВт-ч)	0,57	—	—	—	—
салыстырғанда төмендеу ПСУ, %	35	—	—	—	—
меншікті шығарындылар SO ₂ , кг/(МВт-ч)	7,9	—	—	—	—
ПСУ-мен салыстырғанда төмендеу, %	25	—	—	—	—

Отандық жылу энергетикасында шығару схемасы бойынша тозақ-көмір қазандықтарын салу үшін ГТҚ пайдалану мәселелері терең пысықталмаған. Қуаттылығы 300 МВт және ГТЭ-110 типті ГТҚ үшін қазандықтың дизайнын жасауға алғашқы әрекетті 1993 жылы ВТИ мен СибВТИ жасаған, оның нәтижелері төменде көрсетілген. Бұл нұсқада ПМУ қуаты шамамен 500 МВт болды.

ГТ-қондырманың түсіру схемасын пайдалану ГТҚ пайдаланылған газ ортасында көмір шаңын жағу проблемасымен байланысты. Алайда, Германияның шаң-көмір электр станцияларында ГТ-қондырманың түсіру схемасын кеңінен қолдану оның шешілуін көрсетеді.

Осы мақсатта қолдануға болатын отандық тәжірибе өте шектеулі. Алайда, Канск-Ачинск көміріндегі қазандықтарды құру және пайдалану тәжірибесі (мысалы, 800 МВт П-67 блогы) қыздырғыштарға кептіру және қайта өңдеу газдарын беру кезінде көмір шаңының жануында проблемалардың жоқтығын көрсетеді. Сонымен қатар, стендтік зерттеулердің оң нәтижелері бар, олар оттегінің азаюы алаудың тұтану жағдайын нашарлататынын және жану қарқындылығын төмендететінін көрсетті, алайда алаудың жануы өте тұрақты екендігі айтылды. Профессор В.И. Баби (vti) тұтану және жану кезеңінде масса алмасуды күшейту маңызды екенін анықтады, әсіресе GTU пайдаланылған газдарды қайталама ауа ретінде қолданған кезде.

Жанармайдың жануын келесі әрекеттерді орындау арқылы күшейтуге

болады:

- көмір шаңын, атап айтқанда, екі сатылы СибВТИ сепараторын пайдалану арқылы батыру;

- аэрокоспаның шеткері және шашыраңқы берілуімен және қайталама ауаның орталық енгізуімен тура ағынды шілтерлерді қолдану. Мұндай қыздырғыштар жоғары тұтану параметрлеріне ие және екінші ауамен араластырғышты араластырады;

- құйынды аэродинамикасы бар оттықтарды пайдалану (тура ағынды жанарғылардың тангенциалдық орналасуымен).

- Қуаты 300 МВт блок үшін қазандық құрастырылды, оның жұмысы кезінде Канск-Ачинск көмірін тиімді жағу және зиянды заттардың төмен шығарындылары қамтамасыз етіледі. Көмірді жағу 800 МВт блоктың П-67 қазандығында және Е-500 қазандығында өзін жақсы жағынан көрсете білген тікелей үрлеу схемасы бойынша жүзеге асырылады.

- Азот оксидтерінің эмиссиясын төмендету үшін ГТУ пайдаланылған газдары ортасында көмірді сатылап жағу технологиясы әзірленді.

- Блоктың техникалық-экономикалық көрсеткіштері сыртқы ауа температурасы +15 °С және салқындататын су температурасы +12 °С болғанда автономды (ПМУ) және аралас (ПМУ) режимдерде 3.6 кестеде келтірілген.

3.6 кесте - Энергоблоктың техникалық-экономикалық көрсеткіштері 300

Показатель	Режим	
	ПСУ	ПГУ
Жаңа бу шығыны, т/ч	1000	1000
Жаңа бу температурасы, °С	540	540
Өнеркәсіптік қызып кетудің бу температурасы, °С	539	541
Бу қыздырғыш арқылы бу шығыны, т/ч	797,5	833,8
Су шығыны арқылы ГВП ВД, т/ч	—	200
Су шығыны арқылы ГВП НД, т/ч	—	1500
Қазандыққа отын шығыны, т/ч	193,79	171,475
Шығатын газдардың температурасы, °С	152	159
Жалпы қазандықтың тиімділігі ПӘК, %	92,0	90,85
Бу турбинасының қуаты, МВт	338,2	355,05
Газ турбинасының қуаты, МВт	—	107,5
Жалпы блок қуаты, МВт	338,2	462,55
Брутто блогының ПӘК, %	42,23	47,77
Таза блоктың қуаты, МВт	317,9	442,35
Таза блоктың ПӘК, %	39,69	46,69

Экологиялық көрсеткіштер. Қазандықтың автономды жұмыс режимінде көмір шаңын кезең-кезеңмен жағуды ұйымдастыру азот оксидтерінің

нормативтік концентрациясын — 225 мг/м³ қамтамасыз етуі керек. Аралас режимде жұмыс істеген кезде, қайталама ауаның орнына ГТҚ шығарындылары пайдаланылған кезде, NO_x шығарындылары нормативтік мәнмен салыстырғанда азайтылуы мүмкін немесе нормативтік мәнді сақтау кезінде жану процесін ұйымдастыруды жеңілдетуге болады.

Молдавия ГРЭС-нің екі ПГУ-250 ағызу қондырғысын пайдалану тәжірибесі автономды режимнен аралас режимге ауысқан кезде NO_x концентрациясы шамамен 35% төмендегенін көрсетеді %.

Мұндай пайымдаулар күл шығарындыларына қатысты да жүргізілуі мүмкін. Егер шаң тазалау жүйесі автономды режим үшін шығатын газдардағы күлдің нормативтік концентрациясын (50 мг/м³) қамтамасыз етуге есептелсе, онда аралас режимде ол, біріншіден, көмір шығынының азаюынан (12% - ға), екіншіден, шығатын газдардың көлемдік шығынының ұлғаюынан (18%-ға) төмендейді).

Консервативті тәсілмен, яғни егер екі режимде де NO_x пен шаңның бірдей (нормативті) концентрациясы қамтамасыз етілсе, онда автономды және аралас режимдерді салыстыру кестеде көрсетілгендей көрінеді. 3.7.

Осылайша, ПМУ режимдеріндегі консервативті тәсілдің өзінде өндірілген электр энергиясына NO_x меншікті шығарындыларының 12,3% — ға, жағылған отынға-23% -ға төмендеуін күтуге болады. Меншікті шығарындылар азаяды:

- өндірілген электр энергиясына-12,5% ;
- жағылған отынға — 21 %.

Айта кету керек, егер шаң тазартқыш жабдық біріктірілген жұмыс режимі үшін таңдалса, онда оған жұмсалатын күрделі шығындар айтарлықтай төмендейді.

3.7 кесте - Автономды және аралас жұмыс режиміндегі ПСУ және ПГУ негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіш	Режим	
	ПСУ	ПГУ
Бу шығыны, т/ч	1000	1000
Қазандыққа отын шығыны, т/ч ($Q_{HV} = 14\ 863,9$ кДж/кг)	190,854	168,649
Оттықтағы артық ауа коэффициенті	1,2	1,2
Шығатын газдардың шығыны, м ³ /сағ	1 100 880	1 299 960
ГТҚ-ға табиғи газдың шығыны, кг/с ($Q^{\wedge} = 49\ 180$ кДж/кг)	—	10,49
ГТҚ үшін артық ауа коэффициенті	—	3,37
ГТҚ үшін газ шығыны, кг/с	—	362,3
Жалпы энергия блогының қуаты, МВт	339,0	458,5
Қазандықтан кейінгі NO _x шығарындылары, кг/ч	247,7	292,5
Меншікті шығарындылар NO _x :		
кг/(МВт-сағ)	0,73	0,64

г/МДж	0,087	0,067
Шаңның жалпы шығарындылары, кг/ч	55,04	65,0
Шаңның үлестік шығарындылары:		
кг/(МВт-ч)	0,16	0,14
г/МДж	0,019	0,015

Су жылыту қазандықтарын қондыруға және оларды шағын ЖЭО-ға орнатуға арналған газ турбиналық қондырғылар

Жүргізілген зерттеулер ыстық сумен жабдықтау режимінде жұмыс істейтін жылу қазандығының жылу жүктемесі бар болғаны 14-ті құрайтынын көрсетті. Қазандық құрылысы орнының климаттық жағдайларына байланысты белгіленген қуаттың 37%. Сондықтан жылу қазандықтарын қондыру үшін шығатын газдардың жылуын толық кәдеге жаратумен ГТҚ жұмысын қамтамасыз ету үшін негізінен шағын және орта қуатты ГТҚ қажет. Өкінішке орай, шағын ГТҚ, әдетте, төменгі бастапқы параметрлерге ие (турбина алдындағы газдардың температурасы және қысу коэффициенті), нәтижесінде мұндай қондырғының ПӘК-і автономды режимде 30% - дан аспайды. Соңғы уақытта авиациялық қозғалтқыштардың базасында үнемділігі жоғары шағын және орта қуатты стационарлық ГТҚ әзірленді. Мұндай ГТҚ айтарлықтай жоғары бастапқы параметрлерге ие және офлайн режиміндегі пәк 35% және одан жоғары деңгейге жетеді. Алайда, авиациялық қозғалтқыштарға негізделген ГТҚ, әдетте, стационарлық ГТҚ-ға қарағанда жоғары бағаға ие (орташа есеппен 100 долларға. Белгіленген қуаттың әр киловаттына АҚШ көп).

Қазіргі уақытта газ турбиналары нарығы өте қарқынды дамуда. Тек Ресейде ГТУ, негізінен, орташа және төмен қуаттылықтағы бұрынғы әскери-өнеркәсіптік кешеннің (УТК) авиациялық қозғалтқыштарды шығаратын барлық зауыттарын ұсынады. Сонымен қатар, мұндай машиналарды УТМЗ және Невский зауыты шығарады. Әлемдік нарықта әртүрлі қуаттылықтағы қондырғыларды авиакөзғалтқыштар мен турбиналық жабдықтар өндіретін барлық фирмалар ұсынады (мысалы: "Альстом", "Хитачи", "Дженерал Электрик", "Сименс", "Мицубиси", "Роллс-Ройс" және т.б.). Соңғы уақытта әртүрлі фирмалар шығарған қондырғылардың көпшілігі олардың көрсеткіштеріне жақын. Сондықтан көрсеткіштерді салыстыру үшін бірнеше отандық және шетелдік ГТҚ алынды. Айта кету керек, Батыс фирмалары ұсынатын ГТУ, әдетте, игерілген және жұмыс істейтін қондырғылар бар. Біздің зауыттар ұсынатын 1100 °С-тан жоғары турбина алдындағы газ температурасына арналған ГТҚ-ның көпшілігі әдетте тәжірибелі үлгілер болып табылады және әлі өнеркәсіптік тексеруден өткен жоқ. Шағын және орта қуатты ГТҚ техникалық көрсеткіштері 3.8-кестеде келтірілген.

ГТҚ және су жылыту қазандығын бірлесіп пайдаланудың оңтайлы жағдайларын қамтамасыз ету үшін су жылыту қазандығына шығарылатын ГТҚ газдарының мөлшері су жылыту қазандығының автономды жұмысы кезінде шығатын газдардың шығынына шамамен тең болуы қажет. Бұл жағдай қазандықтағы конвективті жылу алмасудың оңтайлы жағдайларын қамтамасыз

етеді және ГТҚ-ның шығарылуына қарсылықтың айтарлықтай өсуін тудырмайды.

Су жылытатын қазандықтың автономды жұмысында шығатын газдардың шығыны негізінен оның жылу өнімділігімен анықталатындықтан, ГТҚ түрін таңдау және қазандықтың жылу өнімділігі біріктірілген параметрлер болып табылады. 3.9-кестеде. ГТУ қондырмасының су жылыту қазандықтарына ықтимал комбинациялары келтірілген.

3.8 кесте - Шағын және орташа қуатты газ турбиналық қондырғылардың кейбір түрлерінің техникалық көрсеткіштері

Показатель	Газ қондырғысының түрі					
	ГТУ-2,5П	НК-37	ГТУ-4П	ГТГ-16	Tempest	Tornado
Қуат, МВт	2,5	25	4	17	7,7	6,75
Газдардың температурасы, °С:						
турбина алдында	961	1080	1060	1070	1130	1020
турбинаның артында	383	426	448	420	549	472
Қысымның жоғарылау дәрежесі	6,0	23,1	7,3	20	13,7	11,92
Ауа шығыны, кг/с	24,5	105,8	30,1	71	29,8	29
ПӘК ГТҚ, %	21,3	35,0	24,0	35,5	29,11	31,3
Айналу жиілігі, айн/мин	5500	3000	5500	3000	14 010	11 050
Габариттік өлшемдер, м	—	—	—	—	10,1x3,58x2,4	10,4x3,2x2,4
Пайдаланылған газ ағынының жылу қуаты, МВт	7,5	36,1	11,4	26,5	14,5	11,74
Жылу тұтынудағы электр энергиясын өндіру, %	33,3	69,2	35	64	53	57

3.9 кесте - Газ турбиналары мен су жылыту қазандықтарының жұптасатын түрлерінің кестесі

Су жылыту қазандығының жылу өнімділігі, Гкал / сағ	Шығатын газдардың шығыны, кг/с	Қондырма үшін ГТҚ түрі
10	6,3	—
20	11,8	—
30	18,4	ГТУ-2,5П
50	30,3	ГТУ-4П, Tempest , Tor nado
100	59,2	ГТГ-16, НК-38СТ
180	104,7	ГТ-25, НК-37

Қолданыстағы су жылыту қазандығы үшін ГТҚ іріктеу және есептеу.

Алдыңғы деректер мен негізгі параметрлерге сүйене отырып, 3.10-кесте. технико-ГТҚ қуатын таңдау.

3.10 кесте - Жылу сыйымдылығының көрсеткіштері.

t	°C		ккал/кг °C	
	Cp (H2O)	Cp (N2)	Cp (CO2)	Cp (ауа)
0	0,4441	0,2461	0,1946	0,2397
100	0,4515	0,2469	0,2182	0,2413
200	0,4635	0,2491	0,2371	0,2447
300	0,4778	0,2532	0,2524	0,2495
400	0,4931	0,2584	0,2652	0,2552
500	0,5092	0,2641	0,2758	0,2609
600	0,5258	0,2697	0,2847	0,2663
700	0,5429	0,2749	0,2921	0,2712
800	0,5601	0,2796	0,2984	0,2758
900	0,5769	0,2838	0,3037	0,2795
1000	0,5929	0,2874	0,3081	0,2829
1100	0,608	0,2907	0,3119	0,2859
1200	0,622	0,2935	0,3152	0,2886
1300	0,635	0,296	0,318	0,2909
1400	0,648	0,2985	0,3208	0,2932
1500	0,661	0,301	0,3236	0,2955

Қабылдаймыз:

Сыртқы ауа температурасы: $t_{\text{нв}}=t_1$ тиісінше 0°C , 15°C Компрессордың артындағы ауа температурасы: $t_2(1) = 415; 460$

Ауаның орташа температурасы:

$$t_{\text{орт}}=207,5$$

$$t_{\text{орт1}}=237,5$$

C_p (ауа) = 0,24506; 3.10 кестеде

C_p (H2O) = 0,46457; 3.10 кестеде

$m_{\text{св}} = 0,27993$; 3.10 кестеде

$m_{\text{п}} = 0,23721$; из таблицы 3.10 кестеде

Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы:

$$\varphi = 0,75,$$

Нысанның теңіз деңгейінен биіктігі: $H=0\text{м}$, Сыртқы қысым: $p_{\text{сқ}}= 1,031666$

Қаныққан будың қысымы $t_{\text{сқ}}$: $p_{\text{с(сқ)}} = 0,006231$

Сыртқы ауаның ылғал құрамы: $d_{\text{сқ}}=d_1=0,002830$ Қоспаның адиабатикалық мөлшері: $m_{\text{к}} = 0,28060$

Ауа қысымының жоғарылау дәрежесін қабылдаймыз:

$$\pi_{\text{к}} = 20,1$$

Компрессордың артындағы ауа температурасы: $t_2= 419^\circ\text{C}$

Компрессор алдындағы ауа қысымы: $p_1=1,022381$ кгс/см² Компрессордан кейінгі ауа қысымы: $p_2 = 20,549848$ кгс/см²

Газ турбинасы алдындағы газ қысымы : $p_3=19,625105$ кгс/см² Газ турбинасының артындағы газдардың қысымы:

$$p_4 = 1,083249 \text{ кгс/см}^2$$

Газ турбинысы алдындағы газдардың температурасы: $t_3 = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ Газдың температурасы газ турбина қабылдаймыз: $t_4 = 390 \text{ }^\circ\text{C}$ Газдардың орташа температурасы: $t_{\text{орт}} = 695 \text{ }^\circ\text{C}$

3.11 кесте - Отын және ауа сипаттамалары және есептеу.

Отын сипаттамасы:	-	-	-
Азот	%	N2	0,1715
Көміртегі қостотығы	%	CO2	0,0039
Метан	%	CH4	87,6239
Этан	%	C2H6	7,4477
Пропан	%	C3H8	3,2482
Изобутан	%	C4H10	0,4962
Н-Бутан	%	C4H10	0,7268
Изопентан	%	C5H12	0,1289
Н-Пентан	%	C5H12	0,1092
Гександар суммасы	%	C6H12	0,0437
Жану жылуы төмен	ккал/м ³	Q т(с)	9013
	кДж/м ³		37764
Отын тығыздығы	кг/м ³	ρ г.тл	0,842
Ауаның тығыздығы	кг/м ³	ρ в	1,293
Теориялық тұрғыдан қажетті ауа мөлшері	м ³ /м ³	Vo	10,843
Теориялық тұрғыдан қажетті ауа мөлшері	кг/кг	Lo кс	16,652
Азоттың теориялық көлемі	м ³ /кг	Vo N2	10,176
Триатомды газдардың көлемі	м ³ /кг	Vo RO2	1,409
Су буының теориялық көлемі	м ³ /кг	Vo H2O	0,912
Азот тығыздығы	кг/м ³	ρ N2	1,257
Триатомды газдардың тығыздығы	кг/м ³	ρ RO2	1,964
Су буының тығыздығы	кг/м ³	ρ H2O	0,804
Жану өнімдерінің теориялық саны	кг/кг	Lo г	19,348
t3 кезінде N2 изобарлық жылу сыйымдылығы	ккал/кг °C	Cp (N2)	0,2885
t3 кезінде изобарлық жылу сыйымдылығы RO2	ккал/кг °C	Cp (RO2)	0,3096
t3 кезінде изобарлық жылу сыйымдылығы H2O	ккал/кг °C	Cp (H2O)	0,596
t3 кезінде жану өнімдерінің изобарлық жылу сыйымдылығы	ккал/кг °C	Cp (г)	0,30592
t2 кезінде ауаның изобарлық жылу сыйымдылығы	ккал/кг °C	Cp (воздух)	0,2563
Жану камерасының ПӘК-і	-	η кс	0,985
Артық ауа коэффициенті	-	$\alpha = \alpha$ г.т	3,098
t2 кезінде ауа энтальпиясы	кДж/кг	I о в(2)	7203
t3 кезінде ауа энтальпиясы	кДж/кг	I о в(3)	18169
t3 кезінде жану өнімдерінің энтальпиясы	кДж/кг	I о г(3)	18559

КС артық ауаның коэффициенті:

$$\alpha_{\text{КС}} = 3,993$$

3.2-кестеге сәйкес компрессор арқылы құрғақ ауаның шығыныб қабылдаймыз $G_{кв} = 11$ кг/с

Салқындату үшін ауаның салыстырмалы шығыны

$$g_{салқ} = 0,06$$

Ауаның салыстырмалы түрде жоғалуы $g_{жог} = 0,0075$.

Содан кейін КС құрғақ ауаның шығыны:

$$G_{кв} = G_{кв} * (1 - g_{ут} - g_{охл}) = 10 \text{ кг/с}$$

$$G_T = 0,962 * G_{кв} * (1 + d_{нв}) + Vp_{кв} = 11 \text{ кг/с}$$

$$Vp_{кв} = 0,15 \text{ кг/с.}$$

3.12 кесте - Адиабатикалық шамалар

t _{ср} кезінде N ₂ изобарлық жылу сыйымдылығы	ккал/кг °С	C _p (N ₂)	0,277335
t _{ср} кезінде изобарлық жылу сыйымдылығы RO ₂	ккал/кг °С	C _p (RO ₂), CO ₂	0,29651
t _{ср} кезінде изобарлық жылу сыйымдылығы H ₂ O	ккал/кг °С	C _p (H ₂ O)	0,54685
t _{ср} кезінде N ₂ үшін адиабатикалық шама	-	m N ₂	0,25565
t _{ср} кезінде RO ₂ үшін адиабатикалық шама	-	m RO ₂	0,15210
t _{ср} кезінде H ₂ O үшін адиабатикалық шама	-	m H ₂ O	0,20152
t _{ср} кезінде жану өнімдеріне арналған адиабатикалық шама	-	m г	0,23563
t _{ср} кезінде ауаның изобарлық жылу сыйымдылығы	ккал/кг °С	C _p (воздух)	0,27375
t _{ср} кезінде жану ауасы үшін адиабатикалық шама	-	m в	0,25059
t _{ср} кезінде газдардың адиабатикалық шамасы	-	m т	0,24526

Газ турбинасындағы газдардың кеңею дәрежесі

$$\sigma = p_3/p_4 = 18,1169,$$

Газ турбинасының адиабатикалық тиімділігі, $\eta_T = 0,95$ Газ турбинасының артындағы газдардың температурасы:

$$t_4 = t_3 - (273 + t_3) * (1 - \sigma^{-m_T}) * \eta_T = 424 \text{ °С}$$

Компрессордың ішкі қуаты

$$N_{ік} = 4,168 * G_{кв} * (C_p \text{ ауа} * p_{с(к)} * C_p \text{ (H}_2\text{O)}) * (t_2 - t_1) = 4758 \text{ кВт}$$

t_{ср} кезінде жану өнімдерінің изобарлық жылу сыйымдылығы:

$$C_p (г) = 0,29272 \text{ ккал/кг °С,}$$

t_{ср} кезінде газдардың изобарлық жылу сыйымдылығы:

$$C_p (т) = 0,28051 \text{ ккал/кг °С,}$$

Енді біз турбинаны таңдау үшін негізгі және қажетті параметрді, газ турбинасының ішкі қуатын таба аламыз:

$$N_{іг,т} = 4,1868 * G_T * C_p (т) * (t_3 - t_4) = 7286 \text{ кВт.}$$

ГТА электр қуаты:

$$N_{\text{ГТ Эл}} = (N_{\text{ГТ}} * \eta_{\text{ГТ м}} - N_{\text{ик}} / \eta_{\text{к м}}) * \eta_{\text{ЭГ}} = 2406 \text{ кВт.}$$

Есептеулерге және 3.1 және 3.9 кестелерге сәйкес қуат қоры мен аэродинамикалық есептеуді қанағаттандыратын ГТУ – 2,5 П типті турбинаны таңдаған дұрыс.

Осындай есептеу кезінде ГТҚ орнату әрбір қазанға 5 дана көлемінде, тоқтаған немесе жөнделген жағдайда байпасты пайдалана отырып, модульді түрде жүргізілетін болады.

5 қазандыққа қажетті қуат үшін осындай есептеу кезінде біз N_{ig} газ турбиасының ішкі қуатын аламыз. $t = 21858 \text{ кВт}$, мұндай есептеу кезінде 2xgtu-4P типті екі турбинаны, үш қазандыққа бір турбинаны қосу арқылы қолданған жөн.

4 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

Дипломдық жұмыста Алматы қаласындағы қазандықтардың қыздырғыштарындағы тұтынушыға жіберілетін ыстық суларын реттеудегі температураларын зерттеу қарастырылады.

Дипломдық жұмыстың өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде мен мыналарды қарастырамын:

- 1) Қазандықтардағы шу және шудан қорғану;
- 2) Шуға байланысты есептер.

4.1 Қазандықтардағы шу және шудан қорғану

Қазандық цехта жұмыс істеу барысында жұмысшылардың қауіпсіз ортада жұмыс жасауы үшін бірнеше шарттар орындалуы тиіс. Мысалға: жұмыс жасау үшін жарықтың жеткілікті болуы, қолайлы микроклиматтың болуы, шудың нормадан аспауы және т.б. Осы бөлімде мен қазандық цехтағы шу және шудан қорғану туралы толығырақ жазатын боламын.

Қазандық цехта адам денсаулығына кері әсер ететін зиянды факторлардың бірі – шу.

Шу дегенімі – қатты, сұйық, немесе газ тәрізді ортада таралатын кез келген жағымсыз дыбыс, механикалық діріл. Дыбыс ауада 344 м/с-пен таралады.

4.1 кесте - Шу көздерінің сипаттамалары

Дыбыс көздері және есту шегі	Дыбыс деңгейі, дБ
Есту шегі	0
Жапырақтардың сыбдыры	10-20
1 м қашықтықтағы сыбыр	30-40
Жәй сөйлеу	50-60
Жону білдегі жұмыс жасау кезіндегі шу	70-80
Пневматикалық құрал жұмыс жасау кезіндегі шу	110-120
Ауырғанды түйсіну шегі	140

Жұмыс орнына байланысты шудың мөлшері қазандықта әртүрлі мөлшерде болады. Қазандықта шудың жоғары деңгейде болуы жоғары параметрлерде жұмыс жасайтын қондырғыларға байланысты. Нақтырақ айтатын болсақ қазандықта су ысытқыш және бу қазандары, диірмендер, сорғылар және т.с.с. қондырғылар жұмыс жасайды. Қазандықта негізгі шу көздері электр қозғалтқыштар (95-98 дБА), сорғылар (85-90 дБА), төмен (94-103 дБА) және жоғары (52-103 дБА) қысымды қыздырғыштар, бу және газ құбырлары (87-93 дБА), шарлы диірмендер (101-107 дБа), тангенциалды (84-90 дБА), балғалы диірмендер(84-90 дБА) , желдеткіштер (86-92 дБА) және т.б.

Интенсивті шудың ұзақ уақыт әсер етуі жұмысшылардың есту қабылетінің жартылай немесе толықтай жоғалуына әсер етеді. Өндірістік

аурулардың 15-20%-ы шудың әсері болып табылады. Шудың ұзақ уақыт әсер етуі адам денсаулығына кері әсерін тигізеді. Шудың ұзақ уақыт әсер етуі барысында адамдарда бас ауруы, бас айналуы, шаршағандықтың белгілері жиі байқалады. Қазандық цехта жұмысшыларға шудан қорғанатын шлемдер, наушниктер т.б. беріледі.

Қазандықта шудың екі түрі болады: әуе және тұрқы. Тұрқы шуына механикалық дірілдер жатады. Егерде қазандықта отын ретінде газды жағатын болса, қазандықта әуе шуы басым болады. Әуе шуы газды жағу кезінде пайда болады.

4.1.1 Қазандықта шуды азайту

Шуды төмендетуге арналған үш негізгі құрал:

- Дыбыс сіңіретін тіректер;
- Түтін газдарының шуының бәсеңдеткіштер;
- Жанарғыға арналған қаптамалар.

Тіректер жұмыс кезінде қазандықтан шығатын механикалық шуды азайтуға көмектеседі. Ол толығымен жеке түрде жасалады, қазандықтың нақты параметрлері үшін - оның салмағы мен өлшемдері. Тіректер қазандықпен бірге келмейді, оларды бөлек сатып алу керек.

Бәсеңдеткіштер түтін мұржаларының тербелісін және дыбыстық әсерді азайтады, бұл адамдарға да, жабдыққа да зиян тигізуі мүмкін. Бәсеңдеткіштер бірнеше сортқа бөлінеді: біріншіден, пассивті немесе адсорбциялық модельдер, олар «шу» ғана емес, сонымен бірге тербеліс энергиясын жылуға айналдырады; екіншіден, бұл белсенді бәсеңдеткіштерді - олар шуды «ұстап» алады және фазаға қарама-қарсы қарсы сигнал жібереді.

Ең оңтайлы шешім – белсенді және пассивті бәсеңдеткіштерді біріктіру.

Қаптамалар өз кезегінде жалын жанғанда пайда болатын шуды азайтады. Кейбір газ қазандықтары газдың белгілі бір қысыммен берілетін жанарғылармен жабдықталған, бұл шу деңгейінің жоғарылауына ықпал етеді.

4.1.2 Шуды нормалау

Шуды нормалау есту қабілетінің бұзылуын болдырмауға және жұмысшылардың тиімділігі мен өнімділігінің төмендеуіне бағытталған. Шудың әртүрлі түрлері үшін нормалаудың әртүрлі әдістері қолданылады.

Тұрақты шу үшін (дБ) дыбыстық қысым деңгейлері орташа геометриялық жиіліктері 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц октавалық диапазондарда қалыпқа келтіріледі. Жұмыс орындарының шу сипаттамаларын шамамен бағалау үшін «S - баяу» дыбыс деңгейі өлшегіштің уақыт сипаттамасына сәйкес өлшенетін шудың сипаттамасы ретінде дБ(A) -да L дыбыстық деңгейін қабылдауға рұқсат етіледі.

Жобалық нүктелердегі үзілісті және импульсті шудың нормаланған параметрлері геометриялық орташа жиіліктері 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000

және 8000 Гц болатын октавалық жиіліктер жолындағы дБ-дағы эквивалентті (бірақ энергетикалық) дыбыстық қысым деңгейлері деп қарастырылуы керек.

Тұрақсыз шу үшін дБ (А) деңгейіндегі эквивалентті дыбыс деңгейі де қалыпқа келтіріледі.

4.2 кесте - Кәсіпорын аумағындағы жұмыс орындарының дыбыс қысымының қолайлы деңгейлері

Жұмыс орындары	Дыбыстық қысым деңгейі, дБ, октавалық диапазонда геометриялық орташа жиіліктермен, Гц								Дыбыс мөлшері, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	5000	
Зертханалық тәжірибелерді өңдеу бөлмесі	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Басқару бөлмелері, жұмыс бөлмелері	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Зертханалық тәжірибелерді жасауға арналған бөлме	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Өнеркәсіп аумағындағы тұрақты жұмыс орындары	99	92	86	83	80	78	76	74	80

4.2 Шуға байланысты есептер

4.2.1. Есеп 1

Бөлмеде екі бірдеу шу көзі жұмыс жасап тұр. Егер де олардың екеуі де өшірілсе, онда бөлменің белгілі бір нүктесіндегі шудың деңгейі 50 дБА болады. Егер олардың екеуі де қосылса, бөлмедегі шу деңгейі 55 дБА болады. Бөлмеде бір шу көзі жасап тұрған кездегі шудың мөлшерін анықтау тиіс.

Келесі белгілеулерді енгізейік:

$L_{\Pi} = 50$ дБА – шу көздері сөнген кездегі шудың мөлшері;

L_x – бірдей шу көздердің бірінің шу деңгейі;

$L_S = 55$ дБА – шу көздері бірге қосылулы кездегі шудың мөлшері;

L_{SI} – бөлмедегі шу деңгейі, егер бір көзі қосылулы болса.

Бірнеше шамалардың қосындысының шу деңгейі олардың $L_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$ деңгейлерінің қатынасымен анықталады:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}) \quad (4.2.1)$$

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{0,1L_{\Pi}} + 10^{0,1L_x}) = 10 \lg(10^5 + 2 \cdot 10^{0,1L_x}) = 55$$

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(10^{0,1L_{\Sigma}}) = 10 \lg(10^{0,1 \cdot 55})$$

$$10^5 + 2 \cdot 10^{0,1L_x} = 10^{5,5}$$

Осы жерден бір шу көзінің деңгейін анықтаймыз:

$$L_x = 50 + 10 \lg \left(\frac{(10^{0,5} - 1)}{2} \right) = 50 \text{ Дба}$$

Егер шу көздерінің мөлшері бірдей болса, жалпылама шудың мөлшері келесі кейіптеме бойынша анықталады:

$$L_S = L + 10 \lg n \quad (4.2.2)$$

$$L_{\Sigma} = 50 + 10 \lg 2 = 53 \text{ Дба}$$

Сонда бір шу көзі қосылулы кезінде шудың мөлшері 53 дБа тең деп саналады.

4.2.2. Есеп 2

Шу көзінен 100 м қашықтықта шу өлшегіш құралдың «S-баяу» көрсеткіші 80 дБА көрсетеді. Шу көзінен 10 м қашықтықта шу өлшегіш құралдың көрсеткішін анықтау керек.

Шу көзі нүкте тәрізді болғандықтан, ол шығаратын дыбыс толқынын сфералық деп санауға болады. Бұл жағдайда R_1 қашықтықтағы дыбыс қарқындылығы сәйкес сфералардың аудандарына кері пропорционалды R_2 қашықтықтағы дыбыс қарқындылығын білдіреді, яғни:

$$\frac{I_{10}}{I_{100}} = \frac{R_{100}}{R_{10}} = 100 \quad (4.2.3)$$

Демек, 10 м қашықтықтағы шу деңгейі 100 м қашықтыққа қарағанда жоғары болады, сонда оның мәні:

$$DL = 10 \lg(100) = 20 \text{ дБа} \quad (4.2.4)$$

Сонда 10 м қашықтықта шудың мөлшері:

$$L_{10} = 80 + 20 = 100 \text{ Дба} \quad (4.2.5)$$

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі бойынша қорытынды

Жоғарыда айтылған мәселерді қорытындылай келе, бұл бөлімде қазандық үшін шудың әсері, оның қазандық жұмысшыларына зияны мен оның алдын алу шаралары туралы зерттеген болатынын. Шу мөлшерін анықтауға байланысты есептер де шығардым.

5 Экономикалық бөлім

Есептеу үшін бастапқы берілгендер ретінде электр және жылу энергияларының жылдық өндіру көлемдері және 1 кВт·сағ электр энергиясы мен 1 Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығысы, отын түрі, оның жылу шығару қабілеті (ккал/кг көмір үшін және теңге/м³ газ үшін), отынның бағасы (теңге/т.о.т. көмір үшін және теңге/м³ газ үшін), қатты отынның шығарылу көзінен стансаға дейінгі тасымалданатын ара қашықтығы беріледі (1 кесте).

1 кесте – Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Параметр	Мәні
Электр энергиясын жылдық өндіру $\mathcal{E}_{\text{өнд}}$, млн. кВт·сағ	4000
Жылу энергиясын жылдық өндіру $Q_{\text{өнд}}$, тыс. Гкал	2830
Отын	көмір
Отынның жану жылуы $Q_{\text{б}}$, ккал/кг	5200
Отынның бағасы $B_{\text{отын}}$, теңге/т.н.т	1200
Отынды кен орнынан станцияға дейін тасымалдау қашықтығы R , км	900

Бір кВт·сағ өндіруге жұмсалатын отынның меншікті шығысын 260-280 ш.о.г/кВт·сағ көлемінде деп қабылдайды; ал бір Гкал жылу энергиясына жұмсалған отынның меншікті шығысы - 200-210 ш.о.кг/Гкал. Қатты отынның тасымалдану құнының шамасы 1,8-2,0 теңге/т-км.

ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

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

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

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады:

$$\mathcal{E}_{\text{жіб}} = \mathcal{E}_{\text{өнд}} \cdot (1 - \mathcal{E}_{\text{ө.м.}}), \text{ млн. кВт} \cdot \text{сағ}; \quad (1)$$

$$\mathcal{E}_{\text{жіб}} = 4000 \cdot (1 - 0,08) = 3680 \text{ млн.кВт} \cdot \text{сағ}$$

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} \cdot (1 - Q_{\text{ө.м.}}), \text{ мың Гкал,} \quad (2)$$

$$Q_{\text{жіб}} = 2830 \cdot (1 - 0,009) = 2804,53 \text{ мың Гкал}$$

мұндағы $\mathcal{E}_{\text{өнд}}$ және $Q_{\text{өнд}}$ – электр және жылу энергиясының жылдық өндірілуі (1 кесте).

Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны:

$$B_{\mathcal{E}} = \mathcal{E}_0 \cdot b_{\mathcal{E}}, \text{ мың ш. о. т. ;} \quad (3)$$

$$B_{\mathcal{E}} = 3680 \text{ млн. кВт} \cdot \text{сағ} \cdot 265/1000 = 975,2 \text{ мың ш. о. т. ;}$$

$$B_{\text{ж}} = Q_0 \cdot b_{\text{ж}}, \text{ мың ш. о. т. ;} \quad (4)$$

$$B_{\text{ж}} = 2804,53 \cdot 205/1000 = 574,93 \text{ мың ш. о. т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны:

$$B_{\text{ш}} = B_{\mathcal{E}} + B_{\text{ж}}, \text{ мың ш.о.т.} \quad (5)$$

$$B_{\text{ш}} = 975,2 + 574,93 = 1550,13 \text{ мың ш.о.т.}$$

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

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады:

$$B_{\text{т}} = B_{\text{ш}} : K_a, \text{ мың т.о.т.} \quad (6)$$

$$B_{\text{т}} = 1550,13 : 0,63 = 2460,52 \text{ мың т.о.т.}$$

K_a - шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 1-кестеде көрсетілген).

Қатты отынның бір т.о. тоннасын тасымалдауға жұмсалатын шығындар:

$$B_{\text{тасым}} = R \cdot (1,8-2,0), \text{ теңге/т.о.т.} \quad (7)$$

$$B_{\text{тасым}} = 900 \cdot 1,8 = 1620 \frac{\text{теңге}}{\text{т. о. т.}}$$

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

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады:

$$Ш_{\text{отын}} = V_{\text{T}} \cdot (B_{\text{отын}} + B_{\text{тасым}}), \text{ млн. теңге.} \quad (8)$$

$$Ш_{\text{отын}} = 2460,52/1000 \cdot (1200 + 1620) = 6938,67 \text{ млн. теңге}$$

Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

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

$$ПӘЕ_{\text{э}} = 123 : b_{\text{э}} \cdot 100\%; \quad (9)$$

$$ПӘЕ_{\text{э}} = \frac{123}{265} \cdot 100\% = 46,41\%$$

$$ПӘЕ_{\text{ж}} = 143 : b_{\text{ж}} \cdot 100\%. \quad (10)$$

$$ПӘЕ_{\text{ж}} = \frac{143}{205} \cdot 100\% = 69,76\%$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады:

$$ПӘЕ = \frac{0,86 \cdot \mathcal{E}_{\text{жіб}} + Q_{\text{жіб}}}{7 \cdot B} \cdot 100\%. \quad (11)$$

$$ПӘЕ = \frac{0,86 \cdot 3680 + 2804,53}{7 \cdot 1550,13} \cdot 100\% = 64,56\%$$

мұндағы 0,86 – электр энергиясын жылуға аудару еселеуіші;

7 – шартты отынның жылу шығару қабілеттілігі, 7000 ккал/кг.

Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

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

$$Ш_{\text{с}} = \mathcal{E}_{\text{с}} \cdot (1,4 - 1,6), \text{ млн. теңге.} \quad (12)$$

$$Ш_c = 4000 \cdot 1,5 = 6000 \text{ млн. теңге}$$

Еңбекақы шығындарын есептеу

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

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

$$N_{\text{орн}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{өнд}}}{T_{\text{м}}}, \text{ МВт.} \quad (13)$$

$$N_{\text{орн}} = \frac{4000 \text{ млн. кВт} \cdot \text{сағ}}{5500} = 727,2 \text{ МВт}$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны $T_{\text{м}}$ -ді есепте 5500 сағат деп аламыз. Жоғарыда айтылып өткендей, студенттерге нұсқа жетпеген жағдайда $T_{\text{м}}$ санын 5500 сағат (оңтүстік аймақтар) және 6000 сағат (солтүстік аймақтар) деп түзетеміз. ЖЭО жылу энергиясын - жалпы тұрғын үй және қоғамдық құрылыс аймағын жылуландыру және ыстық сумен қамтамасыз етуге жібереді.

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

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады:

$$ҚС = K_{\text{ш}} \cdot N_{\text{орн}}, \text{ адам.} \quad (14)$$

$$ҚС = 1,4 \cdot 727,2 = 1018,1 \text{ адам}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

□□ негізгі еңбекақы ($Ш_{\text{неа}}$), оған энергияны өндірудің технологиялық үрдісте айналысатын жұмысшылардың еңбекақысы кіреді, сонымен қатар жұмыс істелген уақытпен байланысты (тарифтік мөлшерлемелер және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қорынан алынатын жұмысшылардың сыйақылары,

мерекелік күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша төлемдер және т.б.) ақылар да кіреді.

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

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

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең:

$$Ш_{са} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{саа}, \text{ млн. теңге.} \quad (15)$$

$$Ш_{неа} = 1018,1 \cdot 2000 = 2036,2 \text{ млн. теңге}$$

$$Ш_{кеа} = 2036,2 \cdot 10\% = 203,62 \text{ млн. Теңге}$$

$$Ш_{саа} = (2036,2 + 203,62) \cdot 10,46\% = 234,28 \text{ млн. теңге}$$

$$Ш_{са} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{саа} = 2036,2 + 203,62 + 234,28 = 2474,1 \text{ млн. теңге}$$

Амортизациялық аударылымдарды есептеу

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

Негізгі өндірістік қорлар (капиталдық салымдар) бағасын анықтау үшін алдын ала есептеулер жүргізгенде ТМД елдері мен шет елдерде меншікті капитал салымдары көрсеткіші $K_{менші}$ кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Есептеулерде $K_{менші}$ шамасы белгіленген қуаты 800 МВт, ЖЭО үшін - 800 \$/кВт, 200 МВт - ЖЭО үшін - 1400 \$/кВт деп қабылданады. Осы қуаттары диапозонына жататын стансалар үшін $K_{менші}$ сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 420 теңге деп қабылдау керек:

$$K = K_{менші} \cdot N_{орн}, \text{ млн. теңге.} \quad (16)$$

$$K_{\text{менш}} = 1554,55 \text{ \$/кВт}$$

$$K = 1554,55 \cdot 727 = 70654,3 \cdot 10^3 \text{ \$} = 482577,4 \text{ млн. тенге}$$

Орташа есеппен блоктардың және стансаның жалпы қуатына, пайдаланылатын отын түріне байланысты амортизациялау нормасы 6 - 8 % аралығында болады. Жалпылама есептеулер жүргізу үшін амортизациялық аударылымдар нормаларын K шамасының 7% мөлшерінде қабылдау керек:

$$Ш_a = 0,07 \cdot K, \text{ млн.тенге.} \quad (17)$$

$$Ш_a = 0,07 \cdot 482577,4 = 33780,42 \text{ млн. теңге}$$

Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

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

$$Ш_ж = 0,15 \cdot Ш_a, \text{ млн.тенге.} \quad (18)$$

$$Ш_ж = 0,15 \cdot 33780,42 = 5067,06 \text{ млн. теңге}$$

Шығарындыларға төлемдерді есептеу

Зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшері шығарындылар көлеміне байланысты. Олар өз кезегінде жағылатын отын түріне (көмір, газ, мазут), оның мөлшеріне және зиянды заттарды ұстау тәсіліне (электрлік фильтрлер, эмульгаторлар) байланысты болады. Біздің жағдайда, бұл құраушыны жұмыс істеп тұрған стансалармен салыстыра отырып, ұқсастық әдісімен анықтаған жөн. Екібастұз көмірін жаққан кездегі шығарындыларға төлем мөлшері бір табиғи отын тоннасы үшін 200 теңге шегінде болатыны анықталған, онда

$$Ш_{\text{шығ}} = 200 \cdot V_T, \text{ млн.тенге.} \quad (19)$$

$$Ш_{\text{шығ}} = 200 \cdot 2460,52 = 492,1 \text{ млн. теңге}$$

Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу

Бұл құраушы әкімшілік-басқармалық шығындарды (еңбекақы, кеңселік шығындар, іс сапарлық шығындар), жалпы өндірістік (ұстап тұру, амортизация, жалпы стансалық құралдарды ағымдағы жөндеу, сынақтар, зерттеулер, ұтымды пайдалану және еңбекті қорғау), мақсатты шығындарға аударылымдар (техникалық насихаттау, өзінен жоғарғы тұрған

мекемелерді ұстап тұру), цехтарға қызмет көрсету және оларды басқару (цехты басқару еңбекақысы, амортизация және ғимараттарды ұстап тұру мен ағымдағы жөндеу шығындары, еңбекті қорғауға кететін шығындар).

Ауқымды есептеулер үшін мына кейіптемені пайдалануға болады:

$$\text{Ш}_{\text{жалпы}} = (0,2) \cdot (\text{Ш}_a + \text{Ш}_{ea} + \text{Ш}_ж), \text{ млн. теңге} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \text{Ш}_{\text{жалпы}} &= (0,2) \cdot (33780,42 + 2474,1 + 5067,06) \\ &= 8264,32 \text{ млн. теңге} \end{aligned}$$

Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу

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

$$K_6 = \frac{B_э}{B_{ш}} \quad (21)$$

$$K_6 = \frac{975,2}{1550,13} = 0,63$$

Ол электр энергиясын жіберуге отынның қанша мөлшері (бірлік үлеспен немесе %-бен) шығындалғанын көрсетеді, ал айырмасы $(1-K_6)$ - жылу энергиясына кеткен отын шығынының үлесін көрсетеді. Есептеуді табиғи немесе шартты отында жүргізу керек.

$$1 - K_6 = 1 - 0,63 = 0,27$$

Одан кейін жіберілетін энергия түріне байланысты алынған еселеуіштерге ұқсас әрбір құраушыға кеткен шығынды бөліп, нәтижелерді 2 - кестеге енгізу қажет.

4.2 кесте – Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.тг	Ш _э , эл. энергиясы	Ш _ж , жылу, млн. тг
Отын, Ш _{отын}	6938,67	4371,36	2567,31
Су, Ш _с	6000	3780	2220

4.2 кестенің жалғасы

Еңбек ақы қоры, Ш _{ea}	2474,1	1558,68	915,42
---------------------------------	--------	---------	--------

Амортизациялық аударымдар, Ш_a	33780,42	21281,66	12498,76
Жөндеу, $\text{Ш}_ж$	5067,06	3192,25	1874,81
Жалпы стансалық, $\text{Ш}_{жс}$	8264,32	5206,52	3057,8
Шығарындыларға төлемдер, $\text{Ш}_{шығ}$	492,1	310,02	182,077
Барлық шығындар	63016,67	39700,5	23316,17

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

$$S_э = \frac{\text{Ш}_{отын} + \text{Ш}_c + \text{Ш}_{ea} + \text{Ш}_a + \text{Ш}_ж + \text{Ш}_{жс} + \text{Ш}_{шығ}}{\text{Э}_{жіб}}, \text{ теңге/кВт} \cdot \text{сағ.} \quad (22)$$

$$S_э = \frac{4371,36 + 3780 + 1558,68 + 21281,66 + 3192,25 + 5206,52 + 310,02}{3680} = 10,788 \text{ теңге/кВт} \cdot \text{сағ}$$

Жылу энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады:

$$S_ж = \frac{\text{Ш}_{отын} + \text{Ш}_c + \text{Ш}_{ea} + \text{Ш}_a + \text{Ш}_ж + \text{Ш}_{жс} + \text{Ш}_{шығ}}{Q_{жіб}}, \text{ теңге/Гкал.} \quad (23)$$

$$S_ж = \frac{2567,31 + 2220 + 915,42 + 12498,76 + 1874,81 + 3057,8 + 182,077}{2804,53} = 8300 \text{ теңге/Гкал}$$

ЖЭО салуды және пайдалануды экономикалық бағалау

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

Есептеулерде ЖЭО салу капиталының үлестік таратылуы (К) мынандай:

90% мемлекет салады және 10 % «Энергоинвест» АҚ қамтамасыз етеді. Бұл қаражат тек стансаның салынуына ғана кетеді, бірақ стансаның жұмыс істеуінің бірінші жылында пайдалану шығындарына да қаражат қажет (2-кесте). Пайдаланудың екінші және келесі жылдарындағы пайдалану шығындары электр және жылу энергияларының өзіндік құнына енгізілген, демек олардың тарифіне де кіреді. Мұнда 70% пайдалану шығындарын мемлекет, ал қалған 30%-ын «Энергоинвест» АҚ төлейді.

Сонымен «Энергоинвест» АҚ банктен (10%) жеңілдетілген несие алатын инвестиция көлемі (I_0) ЖЭО салуға толық капитал салымдарының 10% -ын және пайдаланудың қосынды шығындарының 30% -ын құрайды:

$$I_0 = 0,1 \cdot K + 0,3 \cdot Ш, \text{ млн теңге.} \quad (24)$$

$$I_0 = 0,1 \cdot 27980,756 + 0,3 \cdot 23317,30 = 9793,26 \text{ млн. теңге}$$

$$Ш = S_э \cdot Э_{жіб} + S_ж \cdot Q_{жіб}$$

$$Ш = 10,788 \cdot 3680 + 8300 \cdot 2804,53 = 23317,30 \text{ млн.теңге}$$

$$K = T_э \cdot Э_{жіб} + T_ж \cdot Q_{жіб}$$

$$K = 12,945 \cdot 3680 + 9960 \cdot 2804,53 = 27980,756 \text{ млн.теңге}$$

Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланытыны белгілі:

$$T_э = S_э \cdot 1,2, \text{ теңге/кВт} \cdot \text{сағ}; \quad (25)$$

$$T_э = 10,788 \cdot 1,2 = 12,945 \text{ теңге/кВт} \cdot \text{сағ}$$

$$T_ж = S_ж \cdot 1,2, \text{ теңге/Гкал.} \quad (26)$$

$$T_ж = 8300 \cdot 1,2 = 9960 \text{ теңге/Гкал}$$

ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын өткізуден түсетін кірісі мынаған тең: Кіріс = $T_э \cdot Э_{жіб} + T_ж \cdot Q_{жіб}$, млн. теңге, ал қосынды шығындар мына түрде анықталады: $Ш = S_э \cdot Э_{жіб} + S_ж \cdot Q_{жіб}$, млн.теңге. Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді: $\Pi = \text{Кіріс} - Ш$, млн.теңге. Мөлшері 20 % тең табыс салығын төлегеннен кейін таза пайда шығады, $\text{ТП} = \Pi \cdot (1-0,2)$ бұл толығымен банкке несие қайтаруға кетеді, демек қаржылық ағынды CF-ті құрайды.

$$\Pi = \text{Кіріс} - Ш = 27980,756 - 23317,30 = 4663,456 \text{ млн.теңге}$$

$$ТП = П \cdot (1 - 0,2) = 4663,456 \cdot (0,8) = 3730,765 \text{ млн.теңге}$$

Инвестицияның өтелу мерзімін РР есептеу

Бұл әдіс бастапқы инвестициялардың сомасын өтеуге қажет уақытты анықтауға негізделген:

$$PP = \frac{I_0}{CF}$$

$$PP = \frac{9793,26}{3730,765} = 2,62 \text{ жыл} = 2 \text{ жыл } 7,56 \text{ ай}$$

сонда, инвестициялардың өтеу уақыты 2 жыл 7,56 ай болып табылады.

I_0 – бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

Бұл есептеу жұмысында есептеуге қажетті бастапқы мәліметтерді қолдана отырып, ЖЭО-ын салу мен оны пайдаланудың тиімділігін бағалау есептелді. Есептеулерді жүргізу нәтижесінде электр және жылу энергиясын жіберудің құраушыларын анықтаудың әдістемесін меңгердім және энергетика саласында инвестициялық талдау әдістерін практикада қолдануға дағдыландым. Алдымен, электр және жылу энергияларының жылдық жіберулерін анықтау кезінде электр энергиясын жылдық жіберуі $\mathcal{E}_{\text{жіб}} = 3680$ млн.кВт · сағ, ал жылу энергиясының жылдық жіберуі $Q_{\text{жіб}} = 2804,53$ мың Гкал құрады. Отынға жұмсалатын шығын құраушысы $\mathcal{Ш}_{\text{отын}} = 6938,67$ млн.теңге, суға жұмсалатын шығын $\mathcal{Ш}_c = 6000$ млн.теңгені құрады. Қорытындылай келе, инвестицияның өтелу мерзімі 2 жыл 7,56 ай екені анықталды.

Қорытынды

Шағын ЖЭО-ның ерекшеліктерін оларды іске асыруды, жобалауды, орналасудың әртүрлі түрлерін, схемалық шешімдерді және т.б. жіктеу тұрғысынан зерттей отырып, шағын ЖЭО-ны енгізу қаражат пен энергияны үнемдеудегі, экологиялық қауіпсіздіктегі технологиялық артықшылықтарымен қатар, аудан энергетикасының дамуына және тұтастай алғанда мемлекет экономикасының өсуіне айтарлықтай перспектива береді деп айтуға болады. Шағын ЖЭО іске асыру қалаларды кеңейтуге мүмкіндік береді, сонымен қатар қысқа мерзімде жүзеге асырылуы мүмкін және тез өтелуге кепілдік береді. Сондай-ақ, шағын ЖЭО-ны іске асыру үшін де, кейіннен пайдалану үшін де кадрлар қажеттілігіне байланысты халықты жұмыспен қамтуды арттыруға мүмкіндік береді.

Жұмыста Алматы облысының монтаждалып жатқан ең жоғарғы су жылыту қазандығы қаралды. Есептеулер көрсеткендей, оны шағын және орта қуатты газ турбиналық қондырғылармен су жылыту қазандықтарын қондыру арқылы қайта құру мүмкін және перспективалы болып табылады. Бұл қайта құруды жүзеге асырудың әртүрлі схемалары мүмкін. Алайда, алдағы уақытта шағын ЖЭО-ны қайта құру ретінде де, жобалауға бастапқы тапсырма ретінде де жүзеге асыру қолайлы екенін атап өткен жөн. Бұл энергия ресурстарының үнемділігіне және бүкіл станцияның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

					ДЖ – 5В071700 – 2021						
Өзг.	БетБет	Құжат №	Құжат	ҚолыҚол	КүніК	Қорытынды Мазмұны			Лит.Лит.	БетіБеті	БеттерБеттер
Орындаушы	Шаймардан										
ЖетекшіЖет	Бахтияр Б.Т.										
Реценз.Рецен	Калиев Б.Б.										
Н. Контр.Н.	Олжабаева К.С.										
БекітушіБекі	Кибарин					АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.					

Әдебиеттер тізімі

- 1 <http://www.manbw.ru/>
- 2 <http://www.rosteplo.ru/>
- 3 Соколов Е. я. жылу және жылу желілері. М.: МЭИ баспасы, 1999 ж.
- 4 www.combienergy.ru
- 5 www.abok.ru
- 6 www.ngenergo.ru
- 7 www.mini-tec.ru
- 8 www.expounion.ru
- 9 Андрущенко А.И. аудандық қазандықтар базасында ЖЭО-дан жылу берудің энергетикалық тиімділігі. // Энергетика. Известия ВУЗов. 1991, -№6. - С. 3-7.
- 10 Соколов Е.Я., Мартынов В.А. Газ турбиналық жылу қондырғыларының энергетикалық сипаттамалары. // Жылу энергетикасы. 1994, -№12. -С. 11-16
- 11 Ноздренко Г.В., Зыков.В.В.Экологически перспективные энергоблоки электростанций.
- 12 Перспектива применения газовых турбин в энергетике. // Теплоэнергетика. 1993. -С.2-9.
- 13 Столярова С.Ф., Кузнецов А.Л., Тихомиров Б.А. Целесообразные направления повышения экономичности ГТУ. // Теплоэнергетика. 1989, -№7. -С.68-70.
- 14 Ильин Е.Т. ЗАО «Комплексные энергетические системы»

					ДЖ – 5В071700 – 2021				
Өзг.	БетБет	Құжат №	Құжат	ҚолыҚол	КүніК	Әдебиеттер тізімі Мазмұны	Лит.Лит.	БетіБеті	БеттерБеттер
		Шаймардан							
Әдебиет		Бахтияр Б.Т.							
Реценз.Рецен		Калиев Б.Б.							
Н. Контр.Н.		Олжабаева К.С.							
БекітушіБекі		Кибарин					АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		

ДЖ – 5В071700 – 2021

Өзг.	БетБет	Құжат №	Құжат	ҚолыҚол	КүніК	ДЖ – 5В071700 – 2021			
		Шаймардан				Әдебиеттер тізімі Мазмұны	Лит.Лит.	БетіБеті	БеттерБеттер
Әдебиет	Әдебиет	Бахтияр Б.Т.							
Реценз.Рецен	Реценз.	Калиев Б.Б.							
Н. Контр.Н.	Н. Контр.	Олжабаева К.С.							
БекітушіБекі	Бекітуші	Кибарин							
							АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		

ДЖ – 5B071700 – 2021

Per