

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Молу энергетикалық қондырғылар  
кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»  
Кафедра меңгерушісі  
Алибарин А.А. Т.Ф.К. доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        2016 ж.  
(колы)

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

Тақырыбы: Атырау қ. газурбаналық станция

Орындаған 53071700 - молу энергетика мамандығы бойынша  
Иуртаев Ернар Тәсқа 12-1  
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші Туманов М.Е. доцент  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

**Кеңесшілер :**

Экономикалық бөлім бойынша :

Аға оқытушы: Түлегенова С.К.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 07 » 06 2016 ж.  
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Аға оқытушы: Бекмуратова Н.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 19 » 05 2016 ж.  
(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

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

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

Мөлшер бақылаушы:

Т.Ф.К. доцент Туманов М.Е.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 30 » 05 2016 ж.  
(колы)

Пікір жазушы :

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

Алматы        2016

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жолау энергетика факультеті  
5B071700 - Жолау энергетика мамандығы  
Жолау энергетикалық қондырғылар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Нуртаев Ернар  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Атырау қ. Газтурбиналық станция

ректордың «19» 10.2015 ж. №148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «   » 20 ж.

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

Атырау облысындағы соңғы бес жыл ішінде  
электр тұтыну мен электр жүктемесінің тұрақ-  
тығы өсуі бақылауға келеді. Бұл біріншіден, аймақ  
тағы экономикалық газ секторларының дамумен  
байланысты.

Жобаның мақсаты: ГТК-а өңделген жылдық  
заттарды аудаға шығаратын қарапайым сұлба  
байланыс жұмыс істейтін құрылыс 90 МВТ  
газотурбиналық электростанцияны жасау.

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

Отыменмен қамтамасыз ету мәселесі  
Электр станцияның қысқаша сипаттамасы  
SGT-800 турбинасының құрылымы, негізгі маб-  
дәліктер, ГТЭС газ дайындау пункті, Басқару  
жүйесі.

Энергетикалық ГТК жылулық сұлбасының есебі.  
ГТК көрсеткішінің энергетикалық есебі.

Экономикалық бөлім  
Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі.



Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

Бас жоспар  
Сызымдары  
ГТК ықпалдалған сызбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. www.airnet.kz сайты
2. Бахытжанов Ш.И.Б., Баибекова В.О., Алтабаева К.С. Тепловое электрические станции Дипломное проектирование. Методические указания для студентов специальности 5B071700-Теплоэнергетика. - Алматы: АУЭС, 2013. - 45с
3. Роддаттис К.Ф. Жотельное установки - М Энергия
4. Газотурбинные энергетические установки учеб. пособие для вузов / С.В. Чапаев [и др.] - М: МЭИ, 2011. 432
5. Назиев Ю.Г., Лавочкин В.М. Теплообменное аппараты ТЭС. М: МЭИ, 2005. 260с.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кенесшілер

бөлімшелер	кенесші	мерзімі	қолы
экономикалық бөлім	Шулгенова С.К		Шулгенова С.К
негізгі бөлім	Шуманов М.Е		Шуманов М.Е
ӨТКН бөлімі	Бекмуратова Н.С	19.05. - 31.05.16.	Бекмуратова Н.С



## Аңдатпа

Жобада ГТҚ-а өңделген зиянды заттарды ауаға шығаратын қарапайым сұлбада бойынша жұмыс істейтін қуаты 90 МВт газтурбиналық электрстанцияны құрылымын жасау қарастырылады. Жобаның мақсаты Атырау облысында электр қуатының және электр энергиясының жетспеушілігін төмендету; Атырау облысындағы энергетикалық тәуелсіздікті қамтамасыз ету, облыс тұтынушылары үшін электр энергияға кететін тарифті тұрақтандыру болып табылады.

Жобада сонымен қатар өміртіршілік қауіпсіздік және экономика бөлімдері қарастырылған.

## Аннотация

Проект заключается в сооружении газотурбинной электростанции мощностью 90 МВт, работающей по простому циклу со сбросом отработавших в ГТУ газов в атмосферу. Цель проекта снижение дефицитов электрической мощности и электроэнергии в Атырауской области; Обеспечение энергетической независимости Атырауской области, стабилизация отпускного тарифа на электроэнергию для потребителей области.

В проекте также рассмотрено раздел безопасности жизнедеятельности и экономики.

## Abstract

The project consists in the construction of gas turbine power capacity of 90 MW, operating on a simple cycle with discharge in the gas turbine exhaust gases in the atmosphere. The purpose of the project deficit reduction of electric power and energy in the Atyrau region; Ensuring the energy independence of the Atyrau region, the stabilization of the holiday the electricity tariff for consumers of the region.

The project also examined the Safety of life and economy.

## Мазмұны

Кіріспе .....	
1.Отынмен қамтамасыз ету .....	
2.Электрстанцияның қысқаша сипаттамасы .....	
3.ГТҚ жобасы бойынша техникалық шешімдер .....	
4.Негізгі жабдық .....	
5.SGT-800 құрылымы.....	
5.1.ГЖЭС газ дайындау пункті.....	
6.Басқару жүйесі.....	
7.Энергетикалық ГТҚ жылулық сұлбасының есебі .....	
7.1ГТҚ жану камерасының негізгі көрсеткіштерінің жылулық есебі.....	
7.2ГТҚ көрсеткішінің энергетикалық есебі.....	
8.Экономикалық бөлім.....	
9.Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімі.....	
Қорытынды .....	

## Кіріспе

Атырау облысында соңғы бес жыл ішінде электр тұтыну мен электр жүктемесінің тұрақты өсуі бақыланып келеді. Бұл біріншіден, аймақтағы экономиканың мұнай газ секторларының дамуымен байланысты. Облыста көмірсутек шикізатының қорының болуы өндіру, өңдеу және тасымалдау кіретін мұнай газ өнеркәсібімен байланысты құраушылары қарқынды дамып келеді. Облыста сонымен қатар тұрғын үй құрылысының қарқынды өсуі де бақыланып келеді. Осының барлығы облыста электр тұтыну және электрлік жүктеменің өсуіне алып келді.

Жобаның мақсаты ГТҚ-а өңделген зиянды заттарды ауаға шығаратын қарапайым сұлбада бойынша жұмыс істейтін қуаты 90 МВт газтурбиналық электрстанцияны жасау.

Электрстанцияды өндірілген электр энергия 110 кВ кабелді сызық бойымен «Атырау 220» подстанциясына беріледі және ары қарай электр бергіш сызықтары бойымен энергетикалық жүйелерге жіберіледі.

Электр станцияға қажетті отын – Тенгиз кен орнындағы табиғи газ және ол Атырау қ. газ тарататын станцияның газ құбыры бойынша берілетін болады.

### Жобаның мақсаты

- Электр станцияның құрылысы және коммерциялық пайдаланылуы;
- Атырау облысында электр қуатының және электр энергиясының жетспеушілігін төмендету;
- Атырау облысындағы энергетикалық тәуелсіздікті қамтамасыз ету, облыс тұтынушылары үшін электр энергияға кететін тарифті тұрақтандыру;
- Жаңа жұмыс орындарын құру, соның ішінде құрылыс жағынан;
- Облыста жергілікті ресурстар мен өзіндік энергия көздерін пайдалану арқасында электрмен қамдау сенімділігін жоғарылату;
- Аймақта электр энергиясын өндіру және өзіндік тұтыну үшін табиғи газдың жергілікті ресурстарын пайдалану мүмкіндігі.

### 1.1 Отынмен қамтамасыз ету

Қазақстан Республикасының табиғи газының барлық потенциалды қорлары Каспий маңы ойпатымен байланысты және Батыс Қазақстанда орналасқан: Атырау, Ақтөбе, Батыс Қазақстан және Маңғыстау облыстарында және 90,2% құрайды.

Батыс аймақтың ішкі нарығында газды тұтынудың болжамалы өсуі 21 % (с 6103 млн. м<sup>3</sup> 2005 жылы, 7728 млн. м<sup>3</sup> 2015 жылға дейін) құрайды, соның ішінде жылу және электр энергияларын өндірудегі газды тұтынудың өсуі – 24,3 % (4028 млн. м<sup>3</sup>-тан 5325 млн. м<sup>3</sup> дейін).

Осы көздердің дамуындағы ғылыми-техникалық прогрессті ескерумен энергия тасымалдағыштарды жіберудегі электр энергия және жылу және меншікті шығыстар динамикасының өндіріс құрылымы мен көлеміне байланысты электр және жылу энергияларын өндірудегі отынға деген қажеттілік анықталды.

Батыс Қазақстанның едәуір көп аймағы газ құбырларының желісімен қамтылған, ол көптеген тұтынушыларды өзінің тауарлық газымен қамтамасыз етуге және оны Ресейден Түрікменстанға импорттауға мүмкіндік береді.

Атырау энергетикалық түйініндегі электрстанцияның негізгі отыны «Орта Азия - Орталық» (ОАҚ) магистралды газ құбыры бойынша алынатын Тенгиз кен орнының табиғи газы болып табылады.

Атырау облысында орналасқан Тенгиз және Король мұнайгаз кен орындарында өндірілетін газ қоры Республика бойынша жалпы қордың 12,5 % құрайды.

#### **Тенгиз кен орнының ілеспе газының құрамы:**

**Тенгиз кен орнындағы газдың химиялық құрамы ЛПУ «Ақкөл» зертханасының паспортына сәйкес қабылданған.**

Табл. 2.4

№п/п	Көрсеткіштердің атауы	МемСТ талабы	Факт
1	Төменгі жану жылуы, ккал/м <sup>3</sup> , 20 <sup>0</sup> , 101,325 кПа кезіндегі	7600	8050
2	Воббе сан мәнінің облысы, ккал/м <sup>3</sup> , кем дегенде	9850-13000	116507
3	Күкірт сутегінің массалық шоғыры г/ м <sup>3</sup> , кем дегенде	0,02	0,0017
4	Меркаптонды күкірттің массалық шоғыры г/ м <sup>3</sup> , кем дегенде	0,036	0,0037
5	Оттектің көлемдік мөлшері, % кем дегенде	1	0,007
6	Мех массасы, 1 м <sup>3</sup> қоспалары, г кем дегенде	0,001	Отс.
7	Құраушы құрам, % об. СН4 С2Н6 С3Н8 i-C4H10 n-C4H10 i-C5H12		94,700 2,552 0,380 0,044 0,072 0,020



	n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> Σ C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> АЗОТ Көмірқышқыл газы		0,024 0,010 1,398 0,793
8	Ылғал бойынша шық нүктесі, C <sup>0</sup> t <sub>газ</sub> =34 C <sup>0</sup> кезінде және P <sub>газ</sub> =50,6кгс/см <sup>2</sup>		12,6
9	P=40кгс/см <sup>2</sup> кезіндегі ылғал бойынша шық нүктесі		9,6
10	20 <sup>0</sup> және 760 мм. рт. ст. (есептік) кезіндегі тығыздық, кг/м <sup>3</sup>		0,7076
11	20 <sup>0</sup> және 760 мм. рт. ст. кезіндегі тығыздық, кг/м <sup>3</sup>		0,710

Физика-химиялық көрсеткіштері бойынша дайындалған газ 5542-87 МемСТ сәйкес келеді.

Газдың берілген сипаттамалары кезінде электр станцияның 2x45 МВт бір газ турбинасына кететін отын газының шығыны 29520 нм<sup>3</sup>/сағ құрайды. Газдың жылдық шығыны (орнатылған қуаттың 8060 сағатын пайдаланған кездегі) – 238 млн.нм<sup>3</sup> дейін (max).

#### *Электрстанцияның қысқаша сипаттамасы*

Орнатылған қуаты 90 МВт газтурбины электр станциясы ауаға өңделген газды шығаруы бар қарапайым сұлбада электр энергиясын өндіруге арналған.

Табиғи газ газ турбинасының жану камерасында 1000<sup>0</sup>С температурамен жанады және жылу энергиясын бергеннен кейін ауаға шығарылады.

Өндірілген электр энергиясы генератордан күшейткіш трансформатор арқылы энергетикалық жүйеге беріледі.

ГЖЭС қағидалық технологиялық сұлбасын № 008.ОМ-ТМ.001.005 сызбағынан көре аласыз.

#### *Құрылысқа берілетін ауданның қысқаша сипаттамасы*

Атырау қ. жобаланатын газтурбины электр станция қаланың оңтүстік-шығысында «Атырау 220» электрлік подстанциядан оңтүстікке қарай 0,36 км, Газ жіберетін станциядан 1,2 км, қаланың Шығыс айналмалы автожолынан 0,5 км қашықтықта орналасқан.

Жергілікті жері жазық жер. Ауданның орташа белгісі минус 25,0 м.

Жақын теміржол станциясы – «Атырау - саудалық» 6 км қашықтықта.

Жеткізу шегіндегі ауданның пішіні жақтаулары 200 × 300 м тік бұрышты төрт бұрышты.

ГТЭС ауданының негізгі қақпасы оңтүстік-батыс жағында асфальт бетонды жабынмен жасалған. Кірмелі автокөлік жолының ұзындығы 1,0 км.

ГТЭС ауданындағы ішкі инженерлік желілер:

- қысымы 3,6 МПа газ құбыры ауданға солтүстік жағынан жақын. Газ құбыры ГРС газ құбырына параллель жерасты төселеді – базасы «Каспийшельф». Трассаның ұзындығы 1,4 км.

- ішуге арналған су құбыры ауданға басты жағынан келеді, ол элеватор ауданындағы қалалық су құбырының нүктесімен қиылысатын екі құбырмен  $D_{\text{ш}} - 100$  мм жақын келеді. Трассаның ұзындығы 2,2 км.

- бұрыннан келе жатқан электр берілісінің жолы ауданның солтүстік жағының бойымен өтеді. 110 кВ екі кабельді жолдар ГТЭС-дан ауданның солтүстік жағынан шығады және «Атырау – 500/220 кВ» қосалқы станциясының жаңа ОРУ 110 кВ ұяшығына қосылады. Жолдың ұзақтығы – 0,5 км.

2 ГТҚ жобасы бойынша техникалық шешімдер

Орнатылған қуаты 90 МВт газтурбиналы электр станциясы ауаға өңделген газды шығаруы бар қарапайым сұлбада электр энергиясын өндіруге арналған.

Газтурбиналы электрстанция бар. Электрстанцияның орнатылған қуаты 90 МВт. Орнатылған қуатты пайдалану сағат саны жылына 8060 сағат деп тапсырмада анықталған.

Газтурбиналы агрегаттардың саны екіден үшке дейін. Ұсынылатын қуаттан тәуелді нақты ГТҚ станциясының қуаты түрленуі мүмкін. Жіберетін электрэнергияның мөлшері жабдықтардың барлық нұсқаларында бірдей деп қабылданады және жылына 640 млн.кВ/сағ құрайды.

ГЖЭС үшін отын болып Тенгиз мұнайгаз кен орнының табиғи газы табылады.

Газ шығыны жылына  $235 \div 238$  млн.  $\text{нм}^3$  түрленуі мүмкін мүмкін, сағаттық шығысы 29,5 мың.  $\text{нм}^3/\text{сағ}$  болуы мүмкін және ГТҚ қондырғысына ұсынылатын ПӘК-тен тәуелді болуы мүмкін. Газдың берісі шартты диаметрі 200 мм газ құбыры бойынша жүзеге асырылады, ол коммерциялық есептегі аспаптары және арматура қондырғылары бар ГРС-қа қосылған және ГТЭС-да газ қысымын дайындау және реттеу пунктiне дейін жерасты жасалған.

Осыдан кейін газ қажетті тұрақты қысыммен газ турбинасына берілеті болады.

Газ турбинасы көмекші жүйелерімен және жабдықтарымен кешенді жылытылған тақтайшадан жасалған бір қабатты ғимаратта орналасады. Ғимарат барлық қажетті жылыту-желдету және өртке қарсы жүйелермен жабдықталған. Желдеткішті түрдегі шығар құбырлар және салқындатқыш жүйелер ғимараттан бөлек орналасады.

Апаттық электрмен қоректендіру үшін дизельді генераторлық қондырғы қарастырылады.

Бас корпусқа офис, жиналысқа арналған бөлмесі бар және тұрмыстық қызмет көрсету бөлмесі бар әкімшілік-қызметтік ғимарат жанасады.

Жөндеу орындары, қойма бқлмелері және гараждар жеке тұрған ғимаратта орналасады.

ГТЭС бақыланбайтын аймағына кіретін ғимараттың құрылысы болады және бұрыннан келе жатқан аймақтың қоршауында электрленген қоршаулар орналасады.

Өрт сөндіруді келесідей құрамдағы сулық өрт сөндіру жүйесімен қарастырады: 200 м<sup>3</sup> бар екі резервуар, сорғылы станция, гидранты және ішкі өртке қарсы су құбыры бар өртке қарсы су құбырының сыртқы желілері. Негізгі технологиялық жабдықтар және таратқыш құрылғылардың модулдері және генератордың сөндіргіштері көміртектің қостетігімен өрт сөндіру жүйелерімен жабдықталған.

Ғимарат пен құрылысты жылумен қамдау үшін қысқы уақытта екі газсулық қазандарды орнату арқылы жылыту ұсынылады. Жылумен қамдау жүйесі сулық, екі құбырлы, температуралық кестесі 95-70<sup>0</sup>С. Қазандық ғимаратында сонымен қатар суды тұетулік өңдеу бойынша жылулық желілерді қоректендіруге арналған қондырғылар орналасуы мүмкін. Ыстық сумен қамдау жеке электрлік су жылытқыштармен жүзеге асырылады.

Техникалық және ішу мұқтаждарына арналған сумен қамдау қалалық су құбырынан ішуге арналған суды берумен іске асырылады.

ГТҚ сығымдағышының қондырғыларын мнералданбаған сумен шаюды қамтамасыз ету ұсынылады және оны Атырау ЖЭО-нан әкелінентін сумен жүргізу керек.

Өнеркәсіптік және селден болатын су ағындарын мұнай өнімдерінен тазартқаннан кейін жерасты резервуарларда жинайды және ЖЭО өнеркәсіптік ағындарының автоматты цистернасымен шығарылады.

Тұрмыстық қалдықтар септиктен кейін арнайы автокөлікпен Атырау қ. биологиялық тазалау станциясына жеткізіледі.

ГЖЭС аймағы автокөлік жолдарымен және аудандармен, сәйкесті желілермен, найзағайдан қорғау жүйесімен, жарықпен, күзет дабылымен және көгалдандырумен жабдықталған.

Ғимарат пен құрылыстың титулды тізімі 2.5 кестеде келтірілген.

Ғимарат пен құрылыстың титулды тізімі

Жобамен ГЖЭС келесідей ғимараты мен құрылысының титулды тізімін анықтаймыз: (2.5 кестесін қараңыз)

Кесте 2.5

№ пп	Ғимарат пен құрылыстың атауы	Ескерту
1	2	3
	А. ГЖЭС аймағы	
<b>I</b>	Аймақты дайындау	
1.	Аудандардың жобасы.	
<b>II</b>	Негізгі өндірістік белгілеудегі нысандар	
2.	Газ турбинасының ғимараты	

3.	Әкімшілік-тұрмыстық корпусының ғимараты	
4.	Трансформаторлардың ашық қондырғысы	
5.	Газ дайындау пункті.	
6.	ОРУ 110 кВ «ГЖЭС»	
7.	Дизель-генератор	
8.	Сыымдылығы 25м <sup>3</sup> жылыту қазанының және дизель-генератордың дизельдік отынын сақтауға арналған бактар	
<b>III</b>	Көмекші өндірістік тағайындаудағы нысандар	
9.	Көмекші корпус	
10.	Шығар құбыр	
11.	Жылыту қазандығы	
12.	Өртке қарсы сорғы станциясы және өртке қарсы су қорының резервуарлары, 2x200м <sup>3</sup>	
13.	ГТҚ майын апатты құю және трансформаторлардың бағы	
14.	Сел ағындарын жинауға арналған резервуар, сыымдылығы 200м <sup>3</sup>	
<b>IV</b>	Тасымалдау шаруашылықтағы және байланыстағы нысандар	
15.	Авто жолдар және аудандар	
16.	Өртке қарсы дабылдар және байланыстар	
<b>V</b>	Ішкі аудан желілер және коммуникациялар	
17.	Технологиялық құбырлардағы эстакада	
18.	Кабелдік желілер	
19.	Құрылымы бар шаруашылық-ішетін су құбыры	
20.	Өртке қарсы су құбырының желілері	
21.	Жылулық желілер	
22.	Шаруашылық-тұрмыстық канализация желілері	
23.	Септик	
24.	Өндірістік және селдік канализацияның желілері	
25.	Тазаланған ағын суларды жинауға арналған резервуар, сыымдылығы 10м <sup>3</sup>	
<b>VI</b>	Жақсы жабдықталған аймақтар	
26.	Қақпа және дуалдан өту	
27.	Жақсы жабдықтау және көгалдандыру	
28.	Найзағайдан қорғау және жерлендіру	
29.	Сыртқы және күзетті жарықтандыру	
<b>VII</b>	Уақытша ғимараттар мен құрылыстар	
1	2	3
30.	Құрылыстық ауланың уақытша ғимараттары мен құрылыстары	

	<b>Б. Ауданнан тыс құрылыстар мен коммуникациялар</b>	
<b>I</b>	<b>Аймақты дайындау</b>	
1.	Ауданды дайындау	
<b>II</b>	<b>Негізгі өндірістік белгілеудегі нысандар</b>	
2.	«Атырау 220» к/с кеңейту және қайта құру	
3.	ГРС қайта құру	
<b>III</b>	<b>Тасымалдау шаруашылығының нысандары және байланыстар</b>	
4.	Кірме автокөлік жолы	
5.	Су құбырының ауданнан бөлек сыртқы желілері	
6.	Электрхимиялық қорғау	
7.	Кабельді жол 110 кВ (ГТЭС-ПС «Атырау-220»)	
8.	ГРС-ГТЭС ішкі газ құбыры	

Өндірістік құбылыстарды автоматтандыру дәрежесі пайдаланушы қызметкерлердің минималды мөлшерінде ГЖЭС пайдаланылуын қамтамасыз етуі қажет.

Пайдаланушы қызметкерге жалпы саны 29 адам қабылданады, олар 3 ауыспалы кесте бойынша жұмыс істейді, олардың 5-уі инженер-техникалық қызметкер мүшесіндегі ауысым бастықтары, 9 ГТҚ операторлары, 5 АСУ ТП операторлары және 5 кезекші электр монтерлар. Күзетшілер саны – 5 адам, ауысымда 1 адамнан.

Жөндеу жұмыстары негізгі қондырғылардың фирма жеткізушілерінің мамандарын қатыстыру арқылы цех қондырғысын жөндеу қызметкерімен жүргізіледі.

### **3 Негізгі қондырғы**

Газотурбиналық қондырғылар (ГТҚ).

Газ турбиналы электр станцияның жұмыс тәртібі электрлік кесте бойынша қарастырылады.

Қуаты 90 МВт газ турбиналы электр станция екі газ турбиналы қондырғымен жабдықталады, бірлік ұаттары 45 МВт.

Электр станциядағы электр энергияның өндірілуі тек газ турбиналы қондырғының қарапайым термодинамикалық циклдегі жұмыс істеуі кезіндегі газтурбиналы жетегі бар генераторлармен қарастырылады, яғни кететін шығар газдардың жылуын пайдаланусыз.

Осы нұсқаның ерекшелігі:

- электр энергиясын өндіру технологиясының қарапайымдылығы;
- станцияны пайдалану жеңілдігі;
- жоғары жұмыс сенімділігі;
- жоғары жұмыс жылдамдығы;
- станция ауданының ықшамдылығы.

ГТЭС жабдықтарын таңдау үшін Атырау қаласында ГТҚ жеткізушілері бойынша маркетингтік зерттеулер жүргізілді.



Техника-экономикалық көрсеткіштері бойынша едәуір жақын болатыны “Siemens” және “General Electric” компанияларының ГТҚ-ы. Осы өндірушілердің қондырғылары жоғары сенімділікпен, жоғары техника-экономикалық көрсеткіштермен ерекшеленеді, өздерін пайдаланушылықта жақсы көрсетті, техникалық қызмет көрсетудегі қарапайымдылығы, жылдамдығы едәуір жоғары, сондықтан әртүрлі жұмыс тәртіптерінде үнемді электр энергиясын өндіруге арналады.

Төмендегі 6.1 кестесінде ГТҚ SGT - 800 Siemens, MS 6001C General Electric және SGT - 700 Siemens техникалық сипаттамалары келтірілген. Мәліметтер ISO шартында келтірілген, яғни сыртқы ауаның +15<sup>0</sup>C температурасы кезінде, салыстырмалы ылғалдылығы 60% және атмосфералық қысымы 1,0135 бар.

Кесте 6.1

№	Көрсеткіштерді атауы	Өлш. бірл.	SGT - 800	MS6001	SGT-700
1	Генератор клеммасындағы номиналды қуат	МВт	45	42,3	29
2	Газтурбиналы қондырғының ПӘК	%	37	36	36
3	Жылудың меншікті шығысы	кДж/кВт. сағ	9720	11230	9990
4	Кірісіндегі отын газының қысым	бар	27	25	27
5	Шығар газдардың температурасы	ос	538	548	518
6	Шығардың массалық шығысы	кг/с	130	147,2	91
7	NOx шығысының деңгейі	ppm	15	25	15
8	Қондырғының өмірлік циклі	сағат	120000	120000	120000
9	1 кВ қуаттың меншікті бағасы	Т/кВт	67674	69823	69666

Кестеде келтірілген техника-экономикалық көрсеткіштерден “Siemens” компаниясының SGT-800 ГТҚ-ын таңдағаны көрініп тұр.

“Siemens” компаниясының жеткізушілерінің стандартты жиынтығына құраушылар кіреді, “General Electric” компаниясымен опция ретінде ұсынылады.

SGT - 700 Siemens үш ГТҚ қондырғысының нұсқасы техника-экономикалық жағынан төмендеу және станцияның электр бөлігінің бағасы едәуір жоғары болады, бірақ шындық жүктемелерді ашқан кезде жылдамдығы жағынан жақсы.

Сонымен қатар, SGT – 800 турбинасының келесідей артықшылықтары да бар, ол техникалық қызмет көрсетуді және бақылауды жеңілдетеді, ол дегенімз профилактикалық тексеру кезіндегі агрегаттың тұру уақытының ұзақтығын қысқартады.

Осы жобада 2x45 МВт ГТҚ қондырғысының нұсқалары қарастырылады.

ГТҚ негізгі құраушылары және жүйелері болып табылады:

- газотурбиналық қозғалтқыш және сығымдағыш;
- электрлік генератор;
- ауа жапқыш жүйелері;
- газ тәрізді отынды беру жүйесі;
- бірыңғай майлау жүйесі;
- реттеу жүйесі;
- салқындату жүйесі;
- пайдаланылған газ шығынының және шуды сөндіру жүйесі;
- майлау майларын салқындату жүйесі;
- сығымдағышты шаю жүйелері;
- турбина-генератор қаптамаларының дыбысын оқшаулау және желдету жүйелері;
- өртке қарсы жүйе;
- қауіпсіздік, басқару және мониторинг жүйелері;
- электротехникалық жабдық;
- іске қосу құрылғылары;
- газдалған басқару жүйесі;
- білік айналдыратын құрылғы.

Төменде ГТҚ жүйелерінің және құраушыларының қысқаша сипатта малары келтіріледі.

### 3.1 SGT-800 құрылымы

SGT -800 турбинасының сенімділігін қамтамасыз ету үшін оның құрылымы қарапайымдылыққа негізделген, тексерілген технологиялардың ұзақтылығында және пайдаланылуында. SGT -800 турбинасының құрылымы рамкалы, ықшамдалуында бір білікті минималды бөлшек санымен. Сығымдағыш роторы және бұрандалармен бекітілген турбинаның үш сатылы модулінің білігі бір, ол екі стандартты гидродинамикалық мойынтірекке бекітіледі. Генератордың жетегі газ турбинасының «суық» жағынан басталады, ол газдарды әкетудің қарапайым және тиімді жүйесін алуға мүмкіндік береді. Модульді құрылым, тораптардың аздығы, жеке тораптардың қызмет ету мерзімінің ұзақтығы және қарапайым тексеру негізг жөндеу жұмыстары арасында ұзақ интервалды және пайдаланудың төменгі құндылығын қамтамасыз етеді.

SGT -800 турбинасы әртүрлі газ тәрізді отындармен және сұйық отындармен жұмыс істей береді. Газ тәрізді және сұйық отында жұмыс істеу үшін екі отын жүйелері бар.

Шығар газдар диффузорын біріктіру құрылымы пайдаға асырғыш қазан қондырғысына оңдайландырылған.

Құрылымы выхлопной диффузормен біріктірілген

### *Сығымдағыш*

Дыбысқа дейінгі сығымдағыштың түрі ең қарапайым заманауи аэродинамикалық құрылымда. Сығымдағышта 15 саты бар және жоғары тиімділікке қол жеткізу үшін басқарылатын диффузионды аэродинамикалық беттік (Controlled Diffusion Airfoils - CDA) технологиясы қолданылады. Бірінші үш сатысының геометриясы өзгеріссіз. Қалақша периферияларынан ағысты минималдау үшін сатыларды 4-15 желінбейтін нығыздағыштар қойылады. Жоғары қысымды бөліктегі қанатшаларды бекіту саңылаулары жылулық кеңейткішінің коэффициенті төмен материалдан жасалған, ол саңылауларды минимал етіп ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Сығымдағыш роторы электронды-сәулелік пісірістіру технология көмегімен сенімді блокқа бірге пісірістірілген дисктен жасалған және минималды діріл мен пайдаланудың өте жоғары сенімділігін қамтамасыз етеді. Турбинаның ыстық бөліктеріне арналған салқындататын ауа сығымдағыш сатыларынан 3,5,8,10 және 15 шығарылады.

### *Жану камерасы.*

Жану камерасы – түрі сақиналы, жапырақты металдан пісірістірмелі құрылымда жасалған. Жану камерасының ішкі бетінде және алдыңғы тақташасында жылу оқшаулағыш жабындар бар, олар жылу беру деңгейін төмендетеді және жану камерасының қызмет көрсету мерзімін арттырады. Мұндай құрылымдағы концепция газ турбиналарында көп жылдар бойы қолданылып келеді. 1988 жылдан бастап компания DLE деп аталатын жану камерасын және оттықтарын (зиянды заттарды шығаруы құрғақ) енгізді.

SGT -800 қондырғысының жану камерасында 3-ші ғасырдағы DLE түріндегі 30 оттық орналасқан. SGT -800 турбинында қолданылатын 3-ші ғасырдағы DLE оттықтарының технологиясы  $\text{NO}_x$  және CO шығынын қамтамасыз етеді, табиғи газ үшін 15 ppm (15 %  $\text{O}_2$ ) деңгейінде және 42 ppm (15 %  $\text{O}_2$ ) сұйық отын үшін. Жану камерасы бір сонымен қатар екі отын түрінде де болуы мүмкін.

### *Турбина*

Үш сатылы турбина техникалық қызмет көрсетуді жеңілдету үшін біріккен үлгі ретінде көрінеді және сығымдағыш білігімен болт арқылы қосылысқан. Пайдаланушылық саңылауларды бақылау үшін бірінші, екінші және үшінші сатылардың қалақшаларының астындағы цилиндрлік бөліктерді пайдаланған кезде газ ағынын толық үшөлшемді сараптамасының арқасында аэродинамикалық құрылымы жақсы.

Бірінші және екінші сатылардың бағыттаушы және жұмыстық қалақшаларының арасындағы аэродинамикалық беттер басқа компаниялар жасаған газ турбинының технологиясымен салқындайды. Бірінші қалақша монокристалды материалдан жасалған, оның сенімділігі жоғары және қызмет көрсету мерзімі ұзақ. Турбина статорының жалғауыштары саңылауларды кішірейту және тиімділігін арттыру үшін сығымдағыштағы ауамен салқындайды. Әкелінетін агрегатты «салқын ұшынан» орналастыру

диффузор арқылы өсьтік газ шығысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, ол ГТҚ-ның жақсы сипаттамаларына сәйкесті.

Газ турбинының контейнерінің ішінде көпір краны орналасқан, ол техникалық қызмет көрсетуді жеңілдетеді. Контейнердің ішінде қызметкерлердің өтуіне арналған қауіпсіз өту жолдары бар, пайдаланушылардың агрегатқа өтуіне ыңғайлы (бұл талап ГТҚ тапсырыс беріп жатқанда келісіледі).

#### *Төмендетуші редуктор.*

Газ турбины төмендетуші редуктор арқылы генераторға параллель осьпен және шевронды тісті бергіш арқылы қосылған, ол турбина білігінің айналу жылдамдығын 6600 айн/минуттан генератор білігінің айналу жылдамдығын 150011800 айн/мин (50/60 Гц) төмендетеді. Айнымалы жылдамдықтағы іске қосылатын электр қозғалтқыш жеке іске қосылатын редуктор арқылы тікелей өзіндік синхрондайтын және ауысып қосылатын муфтамен төмендетуші редукторға қосылған.

#### *5. Майлау жүйесі.*

Майлау жүйесі турбина, төмендетуші редуктор және генератор мойынтіректеріне майлау майын беруді қамтамасыз етеді, ағыстардың орнын толтырады, майды салқындатады (майлау майын салқындату жүйесінің көмегімен). Майдың қысымы айнымалы тоқтың электрқозғалтқышынан жетегі бар сорғылармен 3x50% (2-жұмыстық, 1- резервті) ұсталып тұрады, олар жиіліктің статикалық түрлендіргішімен басқарылады. Сорғылар өздерінің өндірулігін майлау майының қысымын төмендеткен жағдайда 50% - ға арттыруға мүмкіндігі бар.

Реттеу жүйесі қауіпсіздік жүйесінің орындаушы механизміне және ГТҚ басқару жүйесіне күштік майдың берілуін қамтамасыз етеді.

#### *6. Ауа жапқыш жүйесі.*

Ауа жапқыш жүйесі басқа бөліктерден сығымдағышкірісіндегі ауаны тазалауға арналған. Оған үлгі түрінде жинақталған сүзгі жүйесі кіреді, шуды сөндіруге арналған құрылғы, ауа-райылық жалюздер, мұздану жүйелер.

Сүзгілер сандары, сонымен қатар ауа жапқыш жүйенің құрылымдық орындалуы фирма-жеткізуші анықтайды, сыртқы ауаның сапасына байланысты ГТҚ қондырғысы орнында.

Пайдаланылған газ және шуды сөндіру жүйесі қоршаған ортаға жану өнімдерін жеткізуге арналған. Оған кіріктірмелі сөндіргіші бар шығарушы құбыр, газ жүретін жүйе, жүйе элементтерінің жылулық және акустикалық оқшауламасы кіреді.

#### *Өрт қауіпсіздік жүйесі*

ГТҚ өрт қауіпсіздік жүйесінің жұмысы бөліктердегі өртті автоматты түрде сөндіруге негізделген, осы бөліктің біруақыттағы тұмшалануымен

және тұтану орындары мен басқару щитіндегі дыбыстық және жарықтық дыбыстардың берілуін.

Өрт сөндіру жүйесінде көмірқышқылды газдың көздері (баллондар), жалындарды табатын бергіштердің қажетті мөлшері және отын газының жоғары шоғырлары, алдын-ала ескертетін сәулелі және дыбыстық аспаптар, өрт сөндірудің басқару пульті болады.

#### *Айнымалы тоқтың генераторы*

AMS айнымалы тоқтың генераторы 4 полюсті синхронды генератор болып табылады, АВВ, Швеция компаниялары дайындаған. AMS түріндегі генераторлар көп мөлшерде жасалған, оларды қарапайым қолданыста да, теңіз платформаларында да қолдануға болады.

Машина рамасының арнайы қорап тәрізді құрылымының орамы бар статорлық бөлігі тікелей фундаментке тірелетіндей етіп жасалған, сондықтан барлық статикалық және динамикалық жүктемелер тура осыған беріліп отырады.

Көлденең жалғағышы бар сырғанаудың дәстүрлі мойынтіректері қолданылған. Мойынтіректің ішпегі (вкладыш) мәжбүрлі майлауды қажет етеді, ол ГТҚ майлау жүйесімен іске асырылады.

Статордың орамын оқшаулау MICADUR® Compact System технологиясы бойынша жасалған. Оқшаулаудың осы жүйесінің сипаттамасында әр виток қабықшалы разрядпен қамдалған, ол машинадағы осындай разрядтың пайда болуына жол бермейді.

Ротордың айналу жиілігі бірінші бойлық критикалық жиіліктен айтарлықтай төмен. Ротордың құрылымы қатты полюсті пластинасы бар полюсті, ол орамдағы элементтердің деформациялануына қызмет етеді. Ротордың айқастырмасы біріктірмелі шығындалған болаттан жасалған. Мұндай құрылым өте сенімді және механикалық беріктілігі жоғары. Генератордың ішіндегі ауаның айналымын білікке екі жағынан орнатылған қанатшалар қамтамасыз етеді.

Генератордың салқындату жүйесі ашық. Салқындаған су сүзгі арқылы ауалық қорап арқылы сыртқа беріледі.

Щеткасыз қозуы тікелей айналмалы қоздырғышпен іске асады. Қозу қуаты тұрақты магнитпен генератормен қамтамасыз етіледі, ол электр генератордың бас білігімен жеткізіледі. Жабдық бақылауға өте қолайлы.

#### Газтурбиналы цехтың ықшамдалуы

Атырау облысының климаттық шарттары бойынша газ турбинасы көмекші жүйелерімен және жабдықтарымен капиталды түрдегі жабық ғимаратта орналасады.

Ғимарат бірқабатты, әртүрлі биіктікте, ғимараттың габариттері мен биіктіктері келесідей: қуаты 45 МВт екі газ турбинасын орнатқан кезде 42 ×



29 м, турбина бөлігінің биіктігі ~ 12,5 м, генераторлық бөлігінің биіктігі ~ 8,0 м ( см. черт. № 008. ОМ – ТМ. 001.002)).

Газтурбиналы цехта келесідей қондырғылар орналасады:

- газотурбиналық қондырғылар 2x45 МВт;
- майлау майының жүйелері;
- майды салқындатудағы тұйықталған жүйенің I контурының жабдығы;
- ГТҚ басқару орталығы;
- өзіндік мұқтаж және ГТҚ басқару аппаратурасының электр жабдықтарының үлгілері;
- мұнайы бар ағындарды тазалау қондырғылары;
- бас бақару щиті;
- станцияның 0,4 кВ өзіндік мұқтажының таратқыш құрылғысы (РУСН-0.4 кВ) және аккумуляторлық батарея;
- желдеткіш және жылытқыш жабдық;
- жүккөтергіш механизмдер.

Газ турбинысы көмекші жабдықтармен бірге жақтауға қиыстырылған. Пәкидждің алатын ауданы бар болғаны 27x7 м құрайды.

Газ турбинысының жақтауы газ турбинысы, редуктор және электр қозғалтқыш орналасатын болаттан жасалған бөренелерден тұрады. Жақтау генератормен бірге бетонды іргетаста орналасады. Газ турбинысының редукторынан шығар газдар бөлігіне дейінгі негізгі және көмекші жақтаулары ғимараттың ішінде болады, оны атмосфералық әсерлерден қорғап тұрады.

Ауа жапқыш құрылғылар ғимараттың шатырында орналасады және ауа жапқыштың тіректері ғимараттың құрылымына енетін енгізілген. Шығар сөндіргіш және құбыр жеке ішкі біліктік құрылымға бекітіледі.

Негізгі және көмекші жабдықтардың, құбырлардың трассалары және жолторабының ықшамдалуы жөндеу жұмыстарына қызмет көрсету және орындау мүмкіншілігін ескерумен орындалады.

Газтурбиналы қондырғының өсьтері арасындағы қашықтық = 15,0 м.

Жөндеу жұмыстарының өндірісі үшін машина залының тұрақты торцында автокөлік шығатын жөндеу алаңы қарастырылған.

Жөндеу ауданы кранды жабдықпен қамтамасыз етілген.

Май салқындатудың жабық жүйесінің түтін мұржасы және салқындатқыш қондырғысы машиналық бөліктің екі жақты қақпағында орналасады.

Жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру және механикаландыру

Жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру және механикаландыру бойынша жобалық шешімдер газ турбиналық электр станцияның құрылысы жұмыс

істеп тұрған мекеменің жанындағы жеке ауданда жүргізілетін шарттардан шығады.

ГЖЭС өзіндік мекеме болып табылады және өзінің пайдаланушылық қызметкерлері қызмет етеді.

Сондықтан газ турбиналы қондырғының және көмекші жабдықтардың барлық түрінің жөндеу жұмыстарын жүргізу арнайы мекемелердің жөндеу жұмыстарымен айналысатын қызметкерлерін жұмылдыру арқылы жүргізу қарастырылады, атап айтқанда фирма мамандарын – ГТҚ жасап шығарушыларын.

Жабдықтардың жөндеу жұмыстарын негізінен қондырғы орнында, қажет болған жағдайда ГЖЭС жөндеу орындарында немесе жөндеу мекемелерінде жүргізу ұсынылады. Көмекші жабдықтарды жөндеу жұмыстарын негізгі қондырғылармен бірге жүргізу керек.

#### *ГТҚ техникалық қызмет көрсету және тексеру*

SGT -800 турбиναςында техникалық қызмет көрсету мен тексеруді жеңілдететін артықшылықтар қарастырылған. Газ турбинаның бір жағы құбырларсыз, кабельдерсіз және қосылыстарсыз «таза» қалдырылған, ол тексеру жүргізуге ыңғайлы.

«Таза» жағында сығымдағыш сатыларын тексеруге арналған саңылау орналасқан. Кіріс камерасының алдыңғы жағында мөлдір арматураланған жартылай карбонатты терезесі бар бақылағыш саңылау орналасқан, оның көмегімен сығымдағыштың кірісін тексеру оңай.

Сығымдағыш корпусында жалғауыш болады, ол ротор және статордың бөлшектеріне қол жеткізуді жеңілдетуге арналған корпустың жартысын түсіріп алуға мүмкіндік береді. Ротордың өсі еденнен 1,5 метр биіктікте орналасқан, ол тексеру кезінде ыңғайлы.

Турбиналық үлгі, жану және оттық камерасы кіретін «ыстық бөлікке» техникалық қызмет көрсету газтурбиналық қозғалтқышынсыз стандартты тіректе тұрған тоқтап тұрған газтурбиналы қондырғыларда жүргізіледі. Мұндай қағида уақытты үнемдеуге және техникалық қызмет көрсету бойынша жұмыстарды жүргізген кезде қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жану камерасының құрылымы әр 30 оттықты жеке түсіруге мүмкіндік береді. Ол сонымен қатар жану камерасын қарапайым және ыңғайлы тексеруді қамтамасыз етеді.

#### *Көмекші жабдық*

ГЖЭС көмекші жабдығының бір бөлігі жеңіл жабылған ауданда орналасады. Мұндай жабдыққа техникалық қызмет көрсетуді осы қондырғыдағы жеткізілетін құрал-саймандармен, жүк көтеретін механизмдермен және инвентарлы тетіктердің көмегімен жүргізу қажет, сонымен қатар едендік көтермелі-тасымалдаушы қондырғының көмегімен (автокран, көкпек және т.б.).

Газтурбиналық қондырғыға қызмет көрсету стационарлы көпірлік кранның, кран-тіректің және электрлік тальдердің көмегімен жүргізіледі.

Көпірлік кранның негізгі ілмектің жүк көтерулігі ГТҚ-ның (генератор есептелмейді) ең ауыр бөлігінің салмағымен анықтайды және қуаты 45 МВт газ турбины үшін 20 т құрауы мүмкін. Көмекші ілмек салмағы 5 тоннаға дейінгі жүкті ауыстыруға мүмкіндік береді. ГТҚ бірге көмекші жабдықтармен де техникалық қызмет көрсетуге қажетті барлық инвентарлық тетіктер (матауыш, сақина және бұрандалар және т.б.) және құрал-саймандарда әкелінеді.

Негізгі корпустағы кран-тіректің және электрлік тальдің жүк көтерулігі сол жерде жұмыс істейтін жабдықтардың салмағымен анықталады және  $2,0 \div 5,0$  тс құрайды.

Жөндеу кезіндегі ГТҚ бөлшектерін жаю үшін жөндеу алаңы қарастырылған. Жөндеу алаңына едендік көліктердің (арба, автокөлік) келу мүмкіндігі бар.

Пісірістірмелі жұмыстардың өндірісін сығылған ауамен, оттеппен, газбен қамтамасыз ету баллоннан және сығымдағыштан қарастырылады. Жөндеу жұмыстары кезіндегі қондырғылардың орнын ауыстыру түсіру-көтеру жұмыстарына арналған авто көліктерді пайдаланумен іске асырылады.

ГЖЭС шеберханасының және жылыту қазанының ішіндегі жүктерді ауыстыру жүк көтерулігі 1,0 тс қолдан жасалған тальмен қамтамасыз етіледі.

Жабдықтарға тексеру мен жөндеу жұмыстарын жүргізудің кезеңділігі негізінен газтурбиналық қондырғылардың жағдайына байланысты анықталады.

Осындай бағдарламадағы жұмыстың көлемі агрегат құраушыларын пайдалану тәжірибесіне және есептік қызмет көрсету мерзіміне негізделген. Бақылау немесе жөндеудің арасындағы уақыт интервалын ГТҚ пайдалану сағаты деп есептейді, пайдалану сапасы сияқты. Яғни пайдаланудың баламалы сағат санын анықтау үшін келесідей себептер ескеріледі – пайдаланудың нақты уақыты, отынның түрі және сапасы, табиғи жағдайлар, іске қосу және тоқтату жиілігі, жүктеме деңгейі, іске қосу және тоқтату түрлері және т.б.

6.4 кестесінде жөндеу жұмыстары жүргізілген кестесінің бір үлгісі келтірілген.

кесте 6.4 Жөндеу жұмыстарын жүргізу кестесі

Техникалық куәландыру түрлері	Екінші қайтара тексеру, ревизия	Негізгі тексеру, жөндеу жұмысы	Газ турбинының ыстық бөлігінің ревизиясы және жөндеу жұмысы
Эквивалентті атқарылған жұмыс көлемі, сағат	8000	33000	66000

Әр нақты турбина және пайдалану шарты үшін жөндеу жұмыстары және жөндеу жұмыстарының маңызы арасындағы интервалдар кестеде келтірілген мәндерден кәдімгідей айырмашылығы болуы мүмкін.

Өртүрлі деңгейдегі тексерулер мен жөндеу жұмыстарының ұзақтығы 2 ÷ 3 күннен 1 айға дейін созылуы мүмкін және оның мөлшері техникалық қызмет көрсету және ГТҚ нақты жағдайымен регламенттеледі. Жөндеу жұмысына тоқтатылған ГТҚ уақыты, сонымен қатар жұмысты бір немесе бірнеше ауысымға ұйымдастырылуына тәуелді болады.

Ережеге сай ГТҚ барлық тексерулері мен жөндеу жұмыстары фирма-жасап шығарушылардың мамандарының қатысуын талап етеді.

ГТҚ пайдаланушылық қызмет көрсетілуі стандартты операциялардан тұрады және арнайы жасалған кесте бойынша пайдаланушы қызметкер жүргізеді.

#### 4 ГТЭС газ дайындау пункті (ГДП)

ГТЭС-90 МВт жұмысы үшін қысымы 27,0 МПа, 29500 нм<sup>3</sup> /сағ көлемде газ қажет.

Газ турбинасында талап етілген сипаттамасы бар газды жағуға дайындау газ дайындау пунктінде жүргізіледі.

ГДП қамтамасыз етеді:

- газды қатты және сұйық бөліктерден тазалау;
- газды реттеу;
- газды қыздыру;
- газды кептіру;
- газ шығысын өлшеу.

ГДП қамтамасыз ету үшін ТМД елдерінің зауыттарының жабдықтарын пайдалану қарастырылады.

ГДП негізгі қондырғыларының құрамы:

- |  |                  |          |
|--|------------------|----------|
| 1. Көлемі 1,6 м <sup>3</sup>               | торлы газайырғыш | компл. 2 |
| 2. Газ тазалау құрамы                      |                  | - " - 2  |
| 3. Жылуалмастырғыш құбырлы ойнамалы баспен |                  | - " - 2  |
| 4. Газды өлшеу құрамы                      |                  | - " - 2  |
| 5. Газды редуциялау құрамы                 |                  | - " - 2  |

Аталған қондырғылардың бір бөлшегі жұмыстық, екіншісі – резервті. Жылыту қазанын газбен қамтамасыз ету үшін ГДП-де аз шығынды газды реттеу жібiмен қарастырылған.

Сонымен қатар ГРС арнайы автокөлікпен жіберілетін шықты жинауға арналған сиымдылықтар орнатылған.

ГДП жабдықтары жылытылмайтын бөлмеде орналасады. Өрт қауіпсіздігі бойынша ГДП өндірісінің санаты - " А ".

ГДП ғимараты мен құрылыстарының өртке төзімділігі *IIIa* төмен емес.

ГТЭС бас басқару щитіне технологиялық көрсеткіштердің қалыпты мәнінен ауытқуы туралы және арматуралардың жұмыстық жағдайы туралы дабылдар келіп тұрады. ГДП бөлмелерін газдандыру туралы жарықшақты дыбыс орнатылған.

ГДП автоматты өрт жүйесімен қамтамасыз етілген, ол егер қауіп төнген жағдайда CO<sub>2</sub>-ден өрт сөндірудің стационарлы қондырғысын іске қосады. Жүйе өрт болған жағдайдағы қауіпсіз орында орналасқан CO<sub>2</sub> баллонының разрядты рампасынан тұрады.

Ішкі газ құбыры

Ұзақтығы 1200 м ГРС-тен ГТЭС-ға дейінгі газ құбыры СНиП 42-01-2002 талаптарына сәйкес жерастында диаметрі 200 мм болат құбырдан төселеді. Газ құбырының жерасты төсемесі ГТЭС құрылысының аймағындағы 4 электр берісінің қиылысымен анықталады.

Газ құбырында газдың тұрақты қысымын ұстап тұру үшін газды дайындау пунктіне газды жеткізгеннен кейін реттеуші қақпақша қойылады, ол қысымды 3,6 МПа ұстап тұрады. ГДП алдында электр жеткізгіші бар сөндіруші құрылғы қарастырылған.

Топырақты коррозиядан және адасқан ток коррозиясынан 9.602 МемСТ талаптарына сәйкесті электрхимиялық қорғау құралдарымен сақтану қарастырылған.

ГДП-нен ГТҚ-на дейін газ құбырын жеткізу

ГДП-нен ГТҚ-на дейін газ құбырын жеткізу СНиП II-89 (Өнеркәсіптік мекемелердің территорияларында сыртқы газ құбырларын орналастыру) талаптарымен сәйкесті биік тіректердегі эстакада бойынша төселеді.

СНиП 42-01-2002 талаптарымен сәйкесті газ құбырын жеткізу кезінде ГТҚ-ға орнатылады:

- электр жетегі бар жапқыш ысырма;
- айналмалы заслонксы, ток өткізгіш басымен;
- үрлегіш агентті жеткізуге арналған штуцер;
- жылдам қозғалатын жапқыш қақпақша.

ГДП-нен кейінгі аймақтағы газ құбырында шу сөндіретін оқшаулама қарастырылған.

Газ құбырының жобасы көлденең пісірістірмелі қосылыстардың бақылауын 100 % көлемде қамтамасыз етуі қажет.

Барлық газ құбырларда кермектіліктің бірінші класына сәйкес келетін болат арматура қолданылады (ысырма және вентильдер үшін).

Сұйық отынның шаруашылығы



Жылыту қазаны және дизель-генераторды сұйық отынмен қамтамасыз ету үшін төмендегілер кіретіндей сұйық отынның шаруашылығы қарастырылған: - площадку для слива жидкого топлива из автоцистерн;

- сұйық отынның қоймасы, ол отын қорын 4 тәулікке сақтауға есептелген сымдылығы 25 м<sup>3</sup> бір жерасты металл көлденең резервуардан тұрады;

- сұйық отынның екі сорғысы, ол сұйық отынды қоймадан қазандыққа айдауға арналған және дизель-генераторлы шығыс күбісі.

Сорғылар қазандық бөлмесінде орналасқан.

Сорғы түрлері - НМШФ 0,6-25-0,25/25Ю-3, берісі 0,25 м<sup>3</sup> /сағ, тегеуріні 2,5 МПа, электр қозғалтқышы АИР 80А6 N =0,75 кВт, 1 сорғы – жұмыста, 1 – резервте.

## 5 Басқару жүйесі

Газтурбиналы электр станцияны басқару жүйесі станция құрамына кіретін негізгі және көмекші қондырғылардың өзара өзара байланысқан автономды жүйесінен тұрады.

ГЖЭС технологиялық қондырғыларын басқару жүйесі заманауи мульти процессорлық жүйе базасында жасалған, ол технологиялық құбылыстарды қауіпсіз және тиімді басқару үшін қажетті барлық функцияларды жүзеге асырумен электр станцияның АБЖ ТҚ толықтай конфигурациялауға мүмкіндік береді.

Басқарудың орталық пункті болып станцияның бас басқару щиті қабылданған, ол жерде оператор – технологтың, АБЖ операторының, оператор-электриктің жұмыс орындары, ол жерден газ турбинасын және жалпы станцияның қондырғыларын басқаруға мүмкіндік бар.

SGT-800 газ турбинасының АБЖ ТҚ Simatic PCS7 жүйесінде базаланады, ол жерде S7-400 сериясындағы екі бақылаушы пайдаланылады, біреуі AS417 және біреуі AS414F. AS417 бақылаушысы операциялардың реттілігін басқару, бұғаттауларды орындау, алшақ тұрған контурдағы басқару және тұйық контурдың тәртібінде отын беру қақпақшаларының жағдайын басқару үшін қолданылады. AS414F бақылаушысы қауіпсіздікті қамтамасыз ету жүйесінде пайдаланылады. Басқару жүйесінің операторының интерфейсі сызбақты түрлі-түсті СК мониторы бар WinCC базасындағы оператордың жұмыстық станциясынан тұрады. Simatic PCS7 басқару жүйесі сонымен қатар тікелей стандартты хаттамалармен әртүрлі ішкі жүйелердің мәліметтерімен алмаса алады.

Жалпы станциялық көмекші жабдықтардың жүйесі бақылау мен басқарудың «дәстүрлі» жеке құралдарын пайдалану арқылы орындалады, ол толықтай заманауи техникалық талаптарға сай келеді.

Автономды жүйелерінде жергілікті щиттер бар, олар тұрақты оперативті қызметкерлерге арналмаған. Ақау болған жағдайда нысанда

тікелей радио-байланыс немесе дабыл беру арқылы ГЩУ «шақыру» дабылы беріледі.

Жалпы станциялық көмекші жабдықтарының басқару жүйесін құраушылар:

- ГРС-тен газ дайындау пунктіне дейінгі газ құбырындағы ысырмаларды басқару жүйелері;
- газ дайындау пунктін автоматтандыру және реттеу жүйелері;
- жылу желісін қоректендіру үшін суды түзету қондырғысы бар жылыту қазандығын автоматтандыру жүйесі;
- су қорының резервуары бар өртке қарсы сорғы станциясын автоматтандыру жүйесі;
- қалалық су шығынын өлшеу.

Басқару үйесін құрудың негізгі мақсаты болып табылады:

- оперативті қызметкерлерді оперативті басқаруды енгізуге қажетті технологиялық үдерістердің жүрісі және қондырғылардың жағдайы туралы қажетті, нақты және уақтылы ақпаратмен қамтамасыз ету;
- қалыпты, айнымалы және апаттық жұмыс тәртіптерінде қондырғыларды басқарумен қамтамасыз ету;
- жүктемесін төмендету немесе апаттық жағдай туындағын жағдайда оны тоқтату арқыллы негізгі қондырғыларды және көмекші жабдықтарды сақтап қалу;
- талдау, тиімдендіру және жөндеу жұмыстарын жоспарлау үшін ақпаратпен (есептеу көрсеткіштерін, апаттық жағдайларды тіркеу және т.б. қосқанда) қамтамасыз ету.

ГТ басқару және бақылау жүйесі газ турбинасын толықтай автоматтандырылған және оған кіреді:

- өлшеу техникасы;
- автоматтандыру жүйесі;
- реттеу жүйесі;
- жарылысқа қауіпті санатындағы бөлменің немесе жарылысқа қауіпті аймақтың ауасындағы газдың жарылысқа дейінгі шоғырын дабылдау және бақылау жүйесі.

Станцияның операторы іске асырады:

- дисплейде технологиялық үдерістерді шығаруға;
- қолмен басқаруға арналған тиімді диалог;
- дабылдар мен жағдайларды шығаруға, көрсетуге және басып шығаруға;
- сызбақ тұрғызуға қажетті ақпаратты ұзақ уақытқа сақтауды;
- өзіндік диагностика жасауды және жүйе жағдайын айқындауды.

## **6.Құраманы басқару жүйесінің құрамы мен функциялары**

Газ турбинасын автоматтандыру жүйесі

Функциялары:

- кіріс-шығыстың ұқсас және сандық сигналдарын жинақтау және өңдеу;
- басқару;
- жүктеме, жиілікті реттеу үшін тапсырмаларды шығару;
- іске қосу және тоқтату кезегінің тапсырмасы;
- турбина және генераторды бақылау және қорғау;
- газ турбиначасын реттеу.
- генератор жүктемесін басқару;
- газтурбогенератордың айналу жылдамдығын басқару;
- турбинадан кейінгі газ температурасын шектеу;
- отын қақпақшаларын позициялау.

ГРС газ дайындау пунктіне дейінгі газ құбырындағы ысырмаларды басқару жүйесі

- ГДП щитінен ысырмаларды басқару

Газ дайындау пунктін автоматтандыру жүйесі

Функциялары:

- газ температурасын және қысымын реттеу және өлшеу;
- газ шығысын өлшеу;
- газды тазалау құрамасындағы қысым құламасын өлшеу;
- айырғыштағы газ қысымын өлшеу;
- айырғыштағы және автоматты құйылудағы су деңгейін өлшеу,

дабылдау;

- ысырманы қашықтан басқару.

Қондырғыны басқару үшін жергілікті щит және ысырмалардың жинағы қарастырылады, ол осы қондырғының электр техникалық бөлмесінде орнатылады.

Жылу желісін қоректендіру үшін суды түзету қондырғысы бар жылыту қазандығын автоматтандыру жүйесі

Функциялары.

1. Өлшеу:

- қысымы, температурасы, отын шығысы;
- оттыққа берілетін ауа қысымы;
- қазан шығысындағы судың температурасы;
- қазан арқылы судың шығысы;
- ошақтағы ыдырау;
- жылу желісін қоректендіру үшін су рН өлшеу;

2. Отын берісін тоқтатуға әсер ететін қорғау жүйесі:

- отын қысымын төмендету;
- оттық алдындағы ауаның қысымын төмендету;
- ошақтағы алауды сөндіру;

3. Ысырмаларды басқару.

Система автоматизации отопительной котельной позволяет эксплуатацию котельной без постоянного оперативного персонала, в случае неисправности подаётся сигнал на ГЩУ.

Жылыту қазанын автоматтандыру жүйесі

Су қорының резервуары бар өртке қарсы сорғылы станцияны автоматтандыру жүйесі

Функциялары:

- өрт кезінде орны бойынша және ГЩБ сорғыларын қашықтан басқару;
- жұмыс істеп тұрған сорғы тегеурініндегі қысымды апаттық төмендету кезінде резервтегі сорғының автоматты түрде іске қосылуы;
- өрттік сорғы тегеурініндегі қысымның келесідей көрсеткіштерін бақылау:

- өрт сорғыларының тегеурініндегі қысым;
- импульсті құрылғыдағы қысым;
- өртке қарсы резервуарлардағы судың және деңгейін бақылау.

Сорғылық тұрақсыз оперативті қызметкерсіз жұмыс істейді, түзетілмеген жағдайда сорғылыққа ГЩБ шақыру дабылы беріледі.

**6.1** Басқару жүйесінің техникалық құралдары және оларды орналастыру

ГЖЭС басқару жүйесі сандық мультипроцессорлық техника базасында жасалған.

Газ турбинасының локалды басқару щиті газтурбиналық қондырғы ғимаратындағы арнайы контейнерде орналасады, қалған көмекші жабдықтарында да локалды басқару щиттері болады.

Локалды щиттерге оперативті қызметкерлердің болуы маңызды емес.

Оператор – технологтың жұмыс орны ГЩБ басқарудың бас щитінде орналасқан, ол жерде арнайы шу сәндіретін оқшауламасы бар машина залында. ГЩБ бөлмесінің ауданы 40 м<sup>2</sup>.

Бас щитінде дисплейі, принтері және интерфейсті құрылғысы бар оператордың станциясы орнатылған, ол оперативті қызметкердің көмегінсіз газ турбинасын, көмекші жабдықтарды және құрылғыларды басқару мүмкіндігімен басқару станциясынан ГЩБ-ға басқарудың локалды жүйесімен байланысты қамтамасыз етеді. ГЩБ-да қондырғылардың ақаулары туралы ақпарат ілініп тұрады.

ГЩБ оператор-электриктің және АБЖ операторының жұмыс орындары жабдықталған.

Әкімшілік-қызметтік және техникалық ғимараттарда АБЖ ТҚ жөндеу орындары болады, ол жерде ұсақ жөндеу жұмыстары жүргізіледі, сонымен қатар істен шыққан қондырғыларды ауыстыруға арналған аппараттар мен аспаптардың қажетті қорларының минималды қоймасы болады.

## 6.2 Энергетикалық ГТҚ жылулық сұлбасының есебі

ГТҚ жылулық сұлбасының есебінің мақсаты жұмыстық дененің көрсеткіштерін, отын шығысын және қондырғының энергетикалық сипаттамаларын анықтау.

Есептің бастапқы берілгендері:

Есептік тәртіптегі ГТҚ жұмысының негізгі көрсеткіштері:

1. Сыртқы ауаның көрсеткіштері:  $T_{ОНВ}=28$  К,  $p_{ОНВ}=0,1013$  МПа.
2. Негізгі отын – келесідей сипаттамаға ие табиғи газ:
  - жылушығару мүмкіндігі  $Q_H^P=48185$  кДж/кг;
  - тығыздығы  $\rho_T=0,7076$  кг/м<sup>3</sup>;
  - 1 кг отынды жағу үшін ауаның теориялық қажетті мөлшері  $L_o=16,62$  кг/кг ;
  - құрамы (% по объему):  $CH_4=94,7$ ;  $C_2H_6=2,5$ ;  $C_3H_8=0,38$ ;  $CO_2=0,793$ ;  $N_2=1,398$ .

3. ГТҚ роторының физикалық айнау жиілігі  $n_{0Ф}=103,33$  1/с;

4. Сығымдағыш кірісіндегі ауаның физикалық шығысы  $G_{OK}=177$  кг/с ;  
ГТҚ есептік емес тәртібі:

1. Сыртқы ауаның көрсеткіштері:  $T_{ОНВ}=26$  К,  $p_{ОНВ}=0,1013$  МПа;

2. Газ турбина кірісіндегі газдың бастапқы температурасы  $T_{HT}=1373$  К .

Өсьтік сығымдағыштағы жұмыстық дененің көрсеткіштерін анықтау

1. ГТҚ роторының меншікті келтірілген айналу жиілігі:

$$\bar{n}_{ПР} = \sqrt{\frac{T_{ОНВ}}{T_{НВ}}} \sqrt{\frac{28}{26}} = 1,0366.$$

2. ГТҚ роторының келтірілген айналу жиілігі, 1/с:

$$\bar{n}_{ПР} = \bar{n}_{0Ф} \bar{n}_{ПР} = 107,1$$

3. Сығымдағыш арқылы ауаның келтірілген шығысы, кг/с:

$$\bar{G}_{ПР} = \bar{G}_{OK} \bar{n}_{ПР} = 1,017 \cdot 177 = 180$$

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

4. Сығымдағыштағы қысымды жоғарылату дәрежесі:

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



5. Сығымдағыштың изоэнтроптық ПӘК:  $\eta_K = 0,853$ .

6. Сығымдағыштың ағын бөлігінің кірісіндегі ауаның қысымы, МПа:

$$p_{k,вх} = 0,0008 - 0,0013 \text{ МПа}$$

Сығымдағыш кірісіндегі қысым шығынының шамасын  $p_{k,вх} = 0,0008 - 0,0013$  МПа интервалында қабылдауға болады.

7. Есептік емес тәртіптегі сығымдағыш арқылы болатын ауаның физикалық шығысы, кг/с:

$$G = 177 \cdot 1,017 \cdot 1,0367 \cdot (0,1002/0,1003) = 186,6 \text{ кг/с}$$

8. Ары қарай сығымдағыштағы ауаның сығылуының меншікті жұмысын және сығымдағыштан кейінгі осы ауаның температурасын табамыз. Осы шамалардың есебін жылусиымдылықтың орташа арифметикалық шамасы бойынша тізбектей жуықтау әдісімен жүргізуге болады:

Бірінші жуықтауды  $T_{KK} = 655,6 \text{ К}$  деп қабылдаймыз.

9. Ауаның орташа интегралдық жылусиымдылығы келесі формула бойынша анықталады, кДж/(кг·К):

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

$T_{НВ}$  кезіндегі ауаның жылусиымдылығы тең болады  $c_{ph,вх} = 0,9951$  кДж/(кг·К).

$T_{KK}$  кезіндегі ауаның жылусиымдылығы тең болады  $c_{ph,вых} = 1,031$  кДж/(кг·К).

10. Температуралық интервалдағы жылусиымдылықтың орташа арифметикалық шамасы  $T_{НВ} \div T_{KK}$ :

$$c_{pm} = (c_{ph,вх} + c_{ph,вых}) / 2$$

$$c_{pm} = 1,013 \text{ кДж/(кг·К)}$$

11. Сығымдағыштағы ауаның меншікті сығылу жұмысы, кДж/кг:

$$R_B = 0,287 \text{ кДж/(кг·К)}$$

мұнда  $R_B$  – ауаның газ тұрақтысы  $R_B = 0,287$  кДж/(кг·К).

12. Сығымдағыштан кейінгі ауаның температурасы, К:

$$T_{\text{КК}} = T_{\text{НВ}} \cdot \left[ \frac{0,287}{0,853} \right] = 293,15 \cdot \left[ \frac{0,287}{0,853} \right] = 100,2 \text{ К}$$

13. Сығымдағыштан кейінгі ауаның қысымы, МПа:

$$P_{\text{КК}} = P_{\text{НВ}} = 0,1002 \cdot 15,7 = 1,573 \text{ МПа}$$

14. Газ-турбиналық ауаның схемасы ГТҚ ең ыстық бөліктерін салқындату көзделген жылу компрессордың жүгіруден тәркіленді. Бөлігін ағып газ турбинасының А салқындатылған саптама және роторлы жүздер, және статор элементтері. Осы мақсат үшін, барлық есептеулер батыл тудыратын, жылу гидравликалық салқындату элементтері орындалады:

ГТҚ-ның жылулық сұлбасында газ турбинасының көптеген ыстық бөлшектерін ауамен суыту қарастырылған, ол ауа сығымдағыштың ағындық бөлігінен алынады. Газ турбиналарының ағынды бөлігінің саптамалық және жұмыстық қалақшалары, ротор мен статордың бөлшектері де салқындатылады. Осы мақсат үшін салқындату жүйесінің барлық бөлшектерінің жылулық гидравликалық есептеулері жүргізіледі және ол келесілерді анықтайды:

- салқындайтын ауаның қажетті мөлшері;
- сығымдағыштың ағынды бөлігінен салқындату үшін алынған және газ турбинасының сәйкес бөлшектеріне бағытталаатын ауаның талап етілетін қысымы.

SGT-800 жылулық сұлбасының есебінде зауыттық берілгендер негізінде салқындатуға арналған ауаның алымдары сығымдағыштың бесінші, тоғызыншы және соңғы он екінші сатыларынан кейін жүргізіледі.

Осы мәліметтерді пайдалана отырып, сығымдағыштан шыққан оның алымдарының нүктесіндегі ауаның көрсеткіштерін есептейміз.

А) ОК бесінші сатысынан кейін:

$$G_{\text{ОХЛ.5}} = 2,35 \text{ кг/с};$$

$$p_5 = 7,6 \text{ – зауыттық мәліметтер.}$$

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

Бірінші жуықтауда қабылдаймыз:

$$T_5 = 514,9 \text{ К,}$$

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

15. Жылу сыйымдылығының орташа арифметикалық көлемі температура аралығында температур  $T_{\text{НВ}} \div T_5$ , кДж/(кг·К):

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

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

16. Ауаны сығудың меншікті жұмысы, кДж/кг:

$$L_{5,2} = G_{5,2} \cdot (T_{5,2} - T_{5,1}) \cdot c_{pm 5} = 210,2.$$

17. Сығымдағыштың бесінші сатысынан кейінгі ауаның температурасы, К:

$$T_5 = T_{HВ} \cdot \left[ 1 - \frac{\left( \frac{B}{G} \right)^{\frac{1}{\gamma}}}{\eta_k} \right] = 513,7.$$

Б) ОК тоғызыншы сатысынан кейін:

$$G_{OХЛ,9} = 5 \text{ кг/с};$$

$\pi_9 = 10,1$  – зауыттық мәліметтер.

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

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

19. Жылу сыйымдылығының орташа арифметикалық мөлшері температура аралығында  $T_{HВ} \div T_9$ , кДж/(кг·К):

$$c_{pm 9} = (c_{ph vx} + c_{ph 9}) / 2,$$

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

20. Ауаны сығудың меншікті жұмысы, кДж/кг:

$$L_{9,3} = G_{9,3} \cdot (T_{9,3} - T_{9,2}) \cdot c_{pm 9} = 250,3.$$

21. Сығымдағыштың тоғызыншы сатысынан кейінгі ауаның, К:

$$T_9 = T_{\text{нв}} \cdot \left[ \left( \frac{B}{G_{\text{к}}} \right)^{1,1} \right] \cdot \left[ \left( \frac{0,28}{0,99} \right)^{0,85} \right] = 560,5.$$

В) сығымдағыштан кейін:

$G_{\text{охл.12}} = 20,5$  кг/с – зауыттық мәліметтер.

Бұған дейін осындай мәліметтер жинақталған:  $\pi_{12} = 16,7$ ;  $N_{\text{к}} = 327,4$  кДж/к;  
 $T_{\text{кк}} = 650,7$  К.

ГТҚ өсьтік сығымдағышындағы жұмыстық дененің көрсеткіштерін анықтауды жалғастырамыз.

22. ГТҚ жану камерасына келетін сығымдағыштан кейінгі ауаның шығысы, кг/с:

$$G_{\text{кс}} = G_{\text{к}} - (G_{\text{ут}} + G_{\text{охл.5}} + G_{\text{охл.9}} + G_{\text{охл.12}}),$$

$$G_{\text{кс}} = 157,8.$$

23. Ротор нығыздамасынан ауаның ағын шамасын және басқаларды да  $0,3 \div 0,5$  % от  $G_{\text{к}}$ , кг/с интервалында қабылдаймыз:

$$G_{\text{ут}} = 0,005 \cdot G_{\text{к}} = 0,95.$$

24. Қосымша төмендегілерді анықтаймыз:

- ГТҚ жану камерасына түсетін ауаның үлесі:

$$g_{\text{кс}} = \frac{G_{\text{кс}}}{G_{\text{к}}} = \frac{157}{186} = 0,845$$

- суытылатын ауаның үлесін:

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

25. ГТҚ ауа сығымдағышы қолданылатын қуат, кВт:

$$N_{\text{ик}} = \frac{G_{\text{к}} \cdot (T_{\text{кк}} - T_9)}{\eta},$$

$$N_{\text{ик}} = 70481.$$

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

$$h_{KK}=389 \text{ кДж/кг.}$$

ГТҚ жану камерасының негізгі параметрлерінің жылулық есебі

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



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

Газ турбинына кіре берістегі газ энтальпиясын өлшемі бойынша анықтаймыз, кДж/кг :  $T_{HT}=1373 \text{ K}$ , кДж/кг:  
 $h_{HT}=1342.$

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

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

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

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

$$B_{GT} = \frac{G_{КС} (h_{HT} - h_{ТОПЛ})}{Q_{КС} \alpha_{KC}} = \frac{157288}{434916} = 3,399.$$

Отынның салыстырмалы шығыны :

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

Газ турбинасындағы жұмыс денесінің негізгі параметрлерін анықтау

Қазіргі заманғы газ турбинасының ағындық бөлігі үш сатыдан тұрады. Олардың саны азайған кезде ыстық бөлшектерді суыту жүйесінің жұмысы жеңілдейді, бірақ әрбір сатыға түсетін күш артады. ГНТ кіре берсіндегі газдың шығыны және олардың бастапқы қысымы  $p_{HT}$  – өлшемдері айнымалы және ГТҚ жұмысының тәртібіне тәуелді. Күштің белгілі бір аралығында ГНТ газдың бастапқы температурасын тұрақты етіп отыныдыреттегі шқақпақшалардан келетін сәйкес отынның есебінен ұстап тұрады. Оны анықтау шартын және ол бекітілген орынды айту қажет. Мынау күрекшелердің бірінші сатысының жұмыс торларының алдындағы газ ағынының температурасы :  $p_{HВ}=0,1013$  МПа,  $T_{HВ}=288$  К,  $d_{HВ}=60\%$ . Жылу сызбасын есептеудің осы кезеңінде газ турбинасының кірiсi мен шағасындағы жұмыс денелерінің параметрлерін анықтаймыз.

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

$$\Delta p_{K-GT} = \Delta p_{OK-GT} \cdot \left[ \frac{G_K}{G_O} \right]^2 \cdot \frac{T_{KK}}{T_{OKK}} = 0,025 \cdot \left[ \frac{186,6}{177} \right]^2 \cdot \frac{650,7}{709,7} = 0,0254 \text{ МПа.}$$

2. Газ турбинасына кіре берістегі газдың қысымы:

$$p_{HT} = p_{KK} - \Delta p_{K-GT} = 1,673 - 0,0254 = 1,6476 \text{ МПа.}$$

3. Газ турбинасына кіре берістегі газдың шығыны:

$$G_{HT} = G_{KC} + B_{GT} = 157,8 + 3,399 = 161,99 \text{ кг/с.}$$

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

GT8C: сәйкес  $\xi_{ВЫХ} = 0,03$  (завод мәліметі).

5. ГТҚ газдың қысымы, МПа:

$$p_{KT} = p_{HВ} \cdot (1 + \xi_{ВЫХ}),$$
$$p_{KT} = 0,1013 \cdot (1 + 0,03) = 0,1043.$$

6. ГТ-ның ағындық бөлігіндегі газдың кеңею деңгейі::

$$\pi_{GT} = \frac{p_{HT}}{p_{KT}},$$



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

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

7. Тұрақты газ:

а) таза өнімдердің жануының (ТӨЖ) тұрақты газы:

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

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

$r_{CO_2} = 0,0936$ ;  $R_{H_2O} = 0,4615$  кДж/(кг·К);  $r_{H_2O} = 0,2016$ ;

$R_{N_2} = 0,2968$  кДж/(кг·К);  $r_{N_2} = 0,7048$ .

$$R_{ЧПС} = 0,32 \text{ кДж/(кг·К)}.$$

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

$$g_B = \frac{I_0 \cdot \alpha_{КС} \cdot 1}{1 + \alpha_{КС} \cdot I_0} = \frac{16,624}{1 + 2,7 \cdot 1} = 0,551;$$

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

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

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

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

Ауаның және әр түрлі компонент өнімдерінің орташа интегралды жану сыйымдылығы:

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

$$c_{ph(H_2O)} = 1,8334 + 311,08 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273),$$

$$c_{ph(N_2)} = 1,0241 + 88,55 \cdot 10^{-6} \cdot (T - 273),$$

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

Жану өнімдерінің таза орташа интегралдық жану сыйымдылығы:

$$c_{ph \text{ чПС}} = \Gamma_{CO_2} \cdot c_{ph(CO_2)} + \Gamma_{H_2O} \cdot c_{ph(H_2O)} + \Gamma_{N_2} \cdot c_{ph(N_2)} = 1,24 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}).$$

Орташаинтергралдыгаздыңжанусыйымдылығы(ауаның артықшылығымен):

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

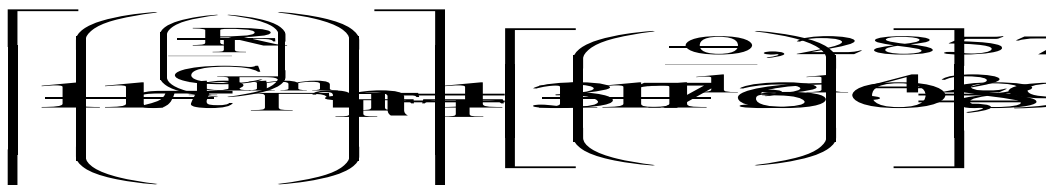
$$c_{ph \Gamma \text{ ВХ}} = 1,167 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}),$$

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

Интеграл температурасындағы газ жылу сыйымдылығының орташа арифметикалық мөлшері:  $T_{HT} \div T_{KT}$ :

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

9. ГТ-дағы газ температурасының салқындатқыш ауаға әсер етуін есепке алмаған жағдайдағы, К:  $T_{KT} = T_{HT}$ .



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

$$\eta_{ГТ} = 0,9083.$$

10. ГТ пайдалынған газдың шығуын салқындатқыш ауада және газдың жылу сыйымдылық қоспасын анықтаймыз. ГТ-ның соңғы ағындық бөлігіндегі салқындатқыш температурасын сипатталған мән бойынша:

$T_{KB} = (0,80 \div 0,82) \cdot T_{KT}$ . аралықта анықтаймыз. Бұл жағдайда мына формуланы қабылдаймыз:

$$T_{KB} = 0,82 \cdot T_{KT} = 664,98 \text{ К},$$

Осы температурадағы орташа интегралды жылу сыйымдылығының ауасы:

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

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

$$c_{pCM} = \frac{G_{газ} c_{газ} + G_{ауа} c_{ауа}}{G_{газ} + G_{ауа}} = 1,11.$$

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

$$T_{CM} = \frac{G_{газ} T_{газ} + G_{ауа} T_{ауа}}{G_{газ} + G_{ауа}}$$

12. Газ турбинан кейінгі газ қоспасындағы ауаның артықшылығы::

$$\frac{G_{газ} + G_{ауа}}{G_{газ}} = 2,7$$

13. ГТ қоспасындағы тотықтандырғыштың мөлшері, %: , %:

$$\frac{G_{O_2}}{G_{газ} + G_{ауа}} = 13,2.$$

14. ГТ ішкі күшін анықтау..

Тізбектелген газ динамикалық есептеу негізіндегі газ турбинасының ішкі күші және оның сәйкес әдісін қолдану бөлігінің нақтылығы. ГТҚ



## 7. Экономикалық бөлім

АЖЭО - да ГТҚ құрылысының мақсаты Атырау қаласын электр және жылу энергиясымен қамтамасыз ету.

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

1Кесте - Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Э <sub>өнд.</sub> млн.кВт·сағ	Q <sub>өнд.</sub> мың Гкал	Отын	Q <sub>б.</sub> ккал /м <sup>3</sup>	B <sub>отын.</sub> теңге /м <sup>3</sup>	T <sub>м.</sub> сағ
1850	1155	газ	6500	4,5	5500

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

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

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

Пәндік жұмысты орындағанда:

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

## ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

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

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

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады

$$\Delta_{\text{жіб}} = \Delta_{\text{өнд}} \cdot (1 - \Delta_{\text{ө.м.}}) = 1850 \cdot (1 - 0,08) = 1702 \text{ млн.кВтсағ},$$

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} \cdot (1 - Q_{\text{ө.м.}}) = 1155 \cdot (1 - 0,007) = 1146,91 \text{ мыңГкал},$$

мұндағы  $\Delta_{\text{өнд}}$  және  $Q_{\text{өнд}}$  – электр және жылу энергиясының жылдық өндірілуі (1-кестені қараңыз).

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

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

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

## Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны

$$B_{\text{э}} = \Delta_{\text{э}} * b_{\text{э}} = 1702 \cdot 230 = 391,500 \text{ ш.о.т},$$

$$B_{\text{ж}} = Q_0 * b_{\text{ж}} = 1146 \cdot 200 = 229,382 \text{ ш.о.т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$B_{\text{ш}} = B_{\text{э}} + B_{\text{ж}} = 391,46 + 229,382 = 620,842 \text{ ш.о.т.}$$

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

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады

$$B_{\text{т}} = B_{\text{ш}} / K_{\text{а}} = 620,842 / 1,35 = 459,883 \text{ млн}$$

$K_{\text{а}}$ - шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады (барлық берілгендер 1-кестеде көрсетілген).

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$$\text{Ш}_{\text{отын}} = B_{\text{т}} \cdot B_{\text{отын}} = 459,883 \cdot 4,5 = 6898,245 \text{ млн. теңге.}$$

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

$$\text{ПӘЕ}_{\text{э}} = 123 / b_{\text{э}} * 100\% = 123 / 230 * 100\% = 53,4\%,$$

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

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$П\Theta E = \frac{0,86 \cdot \mathcal{E}_{\text{жб}} + Q_{\text{жб}}}{7 \cdot B} \cdot 100\% = \frac{0,86 \cdot 1702000 + 11469150}{7 \cdot 65650000} \cdot 100 = 56\%$$

#### Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

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

$$Ш_c = \mathcal{E}_c (0,13 - 0,15) = 1850 \cdot 1,4 = 277,5 \text{ млн.теңге.}$$

#### 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



$$N_{\text{орн}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ою}}}{T_{\text{м}}} = \frac{1850000}{5550} = 333 \text{ MВт}$$

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

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

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады

$$K_{\text{с}} = K_{\text{ш}} * N_{\text{орн}} = 1,6 * (1 - 0,15) * 333 = 452 \text{ адам.}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

– негізгі еңбекақы ( $\text{Ш}_{\text{неа}}$ ), 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 ( $\text{Ш}_{\text{кеа}}$ ) жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстарға және мемлекеттік міндеттерді орындауға байланысты төлемдер және т.б.) төлемдер кіреді.

– еңбекақыдан алынатын төлемдерге ( $\text{Ш}_{\text{еаа}}$ ) әлеуметтік салықтар және зейнеткерлік қорға түсетін аударылымдар кіреді.

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең

$$\text{Ш}_{\text{еа}} = \text{Ш}_{\text{неа}} + \text{Ш}_{\text{кеа}} + \text{Ш}_{\text{еаа}} = 433,92 + 4,39 + 100,24 = 577,56 \text{ млн. теңге.}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы  $\text{Ш}_{\text{саа}}$  бір қызметкерге 800-1000 мың теңге деп қабылданады.  $\text{Ш}_{\text{кеа}}$  шамасы  $\text{Ш}_{\text{неа}}$  шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады. Еңбекақидан алынатын аударылымдар  $\text{Ш}_{\text{саа}}$  (әлеуметтік салық және зейнеткерлік қорға аударымдар)  $\text{Ш}_{\text{неа}}$  және  $\text{Ш}_{\text{кеа}}$  қосындысының 21.5% мөлшеріне тең деп қабылданады.

#### Амортизациялық аударылымдарды есептеу

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

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

$$K = K_{\text{менш}} * N_{\text{орн}} = 1933,5 * 330 * 333 * 1000 = 212422,315 \text{ млн. теңге.}$$

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

$$Ш_a = 0,06 * 212422,315 = 12745,34 \text{ млн. теңге.}$$

#### 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

$$Ш_ж = 0,15 * Ш_a = 0,15 * 12745,34 = 1911,801 \text{ млн. теңге.}$$

#### 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 әдіспен анықтаған жөн. Екібастұз көмірін жаққан кездегі шығарындыларға төлем мөлшері бір табиғи отын тоннасы үшін 150-180 теңге шегінде болатыны анықталған, ал ЖЭО – ғы газбен жұмыс істейтін болса, онда зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшерін 1000 м<sup>3</sup> газ үшін 40-60 теңге болады.

$$Ш_{\text{шығ}} = (40-60) * B_T = 50 * 459,883 = 22,99 \text{ млн. теңге.}$$

### 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

$$\begin{aligned} \text{Ш}_{\text{жалпы}} &= 0,2 * (\text{Ш}_a + \text{Ш}_{\text{са}} + \text{Ш}_{\text{отын}}) = 0,2 * (12745,34 + 577,56 + 6898,245) = \\ &= 4044,23 \text{ млн. теңге.} \end{aligned}$$

### 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

$$K_{\phi} = \frac{B_{\phi}}{B_{\text{ж}}} = \frac{391,46}{620,842} = 0,63$$

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

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

2 Кесте - Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.тенге	Шэ, эл. энергия	Шт, жылу, млн.тг
Отын, Ш <sub>отын</sub>	2069,47	1303,77	765,7
Су, Ш <sub>су</sub>	277,5	174,8	102,7
Еңбек ақы қоры Ш <sub>еа</sub>	577,56	363,86	213,7
Амортизациялық аударымдар Ш <sub>а</sub>	12745,34	8029,56	4715,78
Жөндеу, Ш <sub>ж</sub>	1911,801	1204,43	707,371
Жалпы стансалық, Ш <sub>жа</sub>	4044,23	2547,86	1496,37
Шығарындыларға төлемдер Ш <sub>шығ</sub>	22,99	14,48	8,51
Барлық шығындар	10777,18	15998,42	37482,68

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

$$S_{э} = \frac{Ш_{отын} + Ш_{с} + Ш_{еа} + Ш_{а} + Ш_{ж} + Ш_{жа} + Ш_{шығ}}{Э_{жіб}} = 8, \text{тг/кВт} \cdot \text{саг}$$

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

$$S_{ж} = \frac{Ш_{отын} + Ш_{с} + Ш_{еа} + Ш_{а} + Ш_{ж} + Ш_{жа} + Ш_{шығ}}{Q_{жіб}} = 6890 \text{тг/Гкал}$$

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 несиені алатын банктің пайыздық мөлшерлемесі, несиені қайтару мерзімі.

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

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

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

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

Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланатыны белгілі:

$I_0$  – бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

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

n - несиенің күнтізбелік жылы.

$$I_0 = 0,25 \cdot K = 0,25 \cdot 212422,315 = 53105,58 \text{ млн. теңге.}$$

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

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

$$T_э = S_э * 1,2 = 8 * 1,2 = 9,6 \text{ теңге/кВтсағ,}$$

$$T_ж = S_ж * 1,2 = 6890 * 1,2 = 8268 \text{ теңге/Гкал.}$$

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

$$K_{іріс} = T_э * Q_{жіб} + T_ж * Q_{жіб} = 9,6 * 1702 + 8268 * 1146,9 = 26154,64 \text{ млн. теңге,}$$

ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$Ш = S_э * Q_{жіб} + S_ж * Q_{жіб} = 8 * 1702 + 6890 * 1146,915 = 21801,21 \text{ млн. теңге.}$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$\Pi = K_{\text{ipic}} - \text{Ш} = 25821,77 - 21518,141 = 4303,629 \text{ млн. теңге.}$$

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

$$\text{ТП} = \Pi * (1 - 0,2) = 4353,43426 * 0,8 = 3482,74 \text{ млн. теңге.}$$

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

Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

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

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{53105,58}{16188,24} = 3,28$$

$$\text{Мұндағы } CF = \text{Ш}_a + \text{ТП} = 12745,34 + 3442,9 = 16188,24$$

Өтелу мерзімі 3,28 жыл, яғни 3 жыл 3 ай.



## 8. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

Менің дипломдық жобамда Атырау қаласының Газ Турбиналық станциясының жобасы. Қуатты 90 Мвт.

- Атырау қаласының Арзан энергетикалық ресурстармен қамдау. Тұрғындарға тарифтер бағасын тұрақтату.
- Аймақтағы Үлкен өнеркәсіпорындарына қосымша электро энергиясымен қамдау. Және қаладағы ЖЭО-дан басқа және энергия көздері.
- Аймақтағы пайдалы қазбаларды қолдана отырып, Атырау қаласындағы электро энергия өндірісің ұлғайту.

Станцияның орналасу аймағы.

Станция Атырау қаласынан Оңтүстік Шығыс жағында орналасқан. 1 шақырым жерде «Тенгиз Атырау» магистралі орналасқан.

Отын жағу, жұмыстық ортаны дайындау және бугазды электрстанцияның қондырғыларын пайдалану қалдық түзілумен байланысты болады, ал қалдықтар қоршаған ортаға келесі негізгі бағыттар бойынша әсер етеді:

➤ Энергия өндірудің технологиялық құбылысы кезінде түзілген химиялық ластануларды тастаудың мен қалдықтардың бар болуы;

➤ Су ресурстарын пайдалану;

➤ Электрстанция салу үшін территорияны алу

Газ орнының территориясында ГТҚ салудың қоршаған ортаға әсері етуінің талдауы келесілерді көрсетеді:

➤ Өндіріс аумағы Атырау қаласы орнының атмосферасын ластау шарты бойынша  $NO_x=25$  мг/м<sup>3</sup> және  $CO=10$  мг/м<sup>3</sup> деңгейінде болуын қамтамасыз еткен жағдайда ГТҚ-ны салуға болады, себебі зиянды заттардың ең жоғарғы жергілікті концентрациясы өндіріс аумағы үшін шекті мүмкін концентрация мәнінен аспайды.

➤ ГТҚ-ны салу жақын маңайдағы тұрғылықты мекендердің атмосфералық ауасына әсер етуі мүмкін емес, себебі ГТҚ біршама алыс орналасқан.

Электр энергиясын өндіруге газды тиімді пайдалану газ орны территориясына экологиялық әсерді біршама төмендетуге мүмкіндік береді: 100 млн. м<sup>3</sup> табиғи газды пайдаланғанда қалдықтардың жалпы төмендеуі жылына 1,5 мың тонна болады.

Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде

Шудың жұмыс орнындағы жоғарылатылған деңгейі машиналар мен механизмдердің жұмыс істеуі кезінде туындайды. Шудың негізгі көздерін конструкторлық және технологиялық деп бөлуге болады.

Конструкторлы шудың көздері машиналар мен механизмдердің қалыпты емес режимдегі жұмысымен байланысты, түзетілмейтін жұмыс. Технологиялық шу көздер өндірілетін үдерістердің өзіне, турбинада бу

ағынының таусылуына, пневматикалық жүйедегі сығылған ауаға немесе БСК байланысты.

Адамның ұзақ уақыт бойы шулы мекенде болуы есту қабілетінің, нервті-психикалық күштің (эмоциялық күштің) төмендеуіне әкеліп соқтырады. Жұмыс орнындағы шудың деңгейі мен дыбыстық қысымның октавалық деңгейлері МЕМСТ 12.1.003-83 көрсетілген деңгейтен аспауы керек.

Шудың деңгейін және оның жағымсыз әсерін төмендету үшін тиісті шаралар қабылдау қажет. Аса маңызды шулы қондырғыны дыбыс жұтқыш қалқа немесе дыбыс оқшаулағыш (дыбыс оқшаулағыш кабиналар) қоршаулар қолданылады.

Шуды төмендету үшін келесі шаралар қолданылады:

- а) шудың пайда болу себептерін анықтау;
- б) шу көздерін төмендету, машиналардағы және жабдықтың ақауларын тістіберіліс төмендету, жұмыс істеу беттерін майлау;
- в) дыбысты оқшаулау көмегімен шуды төмендету, ұнтақтау және сыртқы тазалауды резинамен қаптау;
- г) санитарлы-қорғау аймағын жасылдандыру және рационалды жобаны өңдеу;
- д) жұмыс орнын дыбысжұту материалдар көмегімен акустикалық өңдеу (минералды мақта көмегімен);
- ж) цехтарда шудан сақтану үшін арнайы дыбыс жиілігін төмендететін құралдарды қолданады.

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

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

Қондырғыларда, жабдықтарда, яғни, шу көздеріндегі шуды төмендету. Бұл үшін тәсілдемелік, құрылымдық және тағы да басқа шешімдер қолданылады. Құрылымдық өзгерістер шу пайда болатын шу көздеріндегі шуды төмендетуге бағытталған, кейбір жеңіл алынатын элементтеріне

өзгерістер енгізу арқылы төмендетеді. Сонымен қатар дыбысты оқшаулайтын және дыбысты сіңіретін материалдар қолдану керек.

Ғимараттардың ішкі қабырғалары дыбысты сіңіретін материалдардан жасалады немесе арнайы дыбысты сіңіретін құрылысты болып салынады. Барлық кеңінен таралған дыбысты сіңіретін материалдар құрылысы бойынша кеуекті болып келеді. Танымал материалдар: шыныдан және минералдыталшықтардан ашық кеуекті болып жасалады. Егер шу көзі немесе адамдар жұмыс жасайтын бөлме дыбыс оқшаулайтын құрылымдармен қоршалған болса, онда шу едәуір дәрежеде төмендейді.

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

Ауадағы зиянды қалдықтардың таралуын есептеу және санитарлы-қорғау аумағының класын таңдау

Ауадағы зиянды қалдықтардың таралуы бірнеше факторларға байланысты: ауаның өз күйі, көзінің биіктігі, қалдықтардың салмағы, жер бедері және т.б.

Газауалық қоспаның дөңгелек ернеуі бар бір нүктелік көзден қолайсыз метеорологиялық жағдайларда бөлінуі кезіндегі зиянды заттардың көзден  $x_m$ , м қашықтықтағы жергілікті концентрациясының ең жоғарғы мәні мына кейіптемемен анықталады:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

мұндағы  $A$  – атмосфераның температуралық стратификациясына тәуелді еселеуіш: Қазақстан үшін  $A=200$ ;

$M$  – бірлік уақытта атмосфераға тасталынатын зиянды заттардың салмағы;

$F$  – зиянды заттардың ауадағы тұну жылдамдығын ескеретін өлшемсіз еселеуіш;  $F=1$  – газ тәрізді заттар үшін; қалдықтарды тазалаудың орташа эксплуатациялық еселеуіші 90%-дан жоғары болғанда –  $F=2$ ; 75-90% болғанда –  $F=2,5$ ; 75%-дан төмен және тазалау болмаған кезде –  $F=3$ ;

$m, n$  – қалдық көзінің ернеуінен газуалық қоспаның шығу жағдайларын ескеретін еселеуіш;

$\eta$  – жер бедерінің әсерін ескеретін өлшемсіз еселеуіш; тегіс немесе 1 км қашықтықтағы биіктік құламасы 50 м-ден аспаған жағдайда  $\eta=1$ ;

$H$  – қалдық көзінің жер деңгейінен биіктігі;

$\Delta T$  – тасталынатын газуалық қоспаның температурасы  $T_r$  мен қоршаған орта ауасының температурасы  $T_b$  арасындағы айырмашылық, °C;

$V_1$  – газуалық қоспаның шығысы, м<sup>3</sup>/с, келесі кейіптемемен анықталады:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0,$$

мұндағы  $D$  – қалдық көзі ернеуінің диаметрі, м;

$w_0$  – газуалық қоспаның қалдық көзі ернеуінен шығуының орташа жылдамдығы, м/с.

$m$  және  $n$  еселеуіштерінің мәндері  $f, v_m, v'_m$  және  $f_c$  параметрлеріне байланысты анықталады:

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{15^2 \cdot 6}{120^2 \cdot 105} = 0,893;$$

$$\Delta T = T_r - T_b = 145 - 40 = 105^\circ\text{C};$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_0 = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} \cdot 15 = 424 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{424 \cdot 105}{120}} = 4,67;$$

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H} = 1,3 \cdot \frac{15 \cdot 6}{100} = 0,975;$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_m)^3 = 800 \cdot 0,975^3 = 741.$$

m еселеуіші f параметріне байланысты келесі кейіптемемен анықталады:

$f < 100$  болғанда

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,893} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,893}} = 0,916$$

n еселеуіші  $f < 100$  болғанда  $v_m$  параметріне байланысты келесідей анықталады:

$v_m \geq 2$  болғанда  $n=1$

Түтін мұржасының биіктігі келесі кейіптемемен анықталады:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M_{NO_2} \cdot F \cdot m \cdot n}{ПДК_{NO_2}} \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{V_1 \cdot \Delta T}}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 241 \cdot 1 \cdot 0,916 \cdot 1}{0,085} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{424 \cdot 105}}} = 121 \approx 120 \text{ м}$$

мұндағы  $z$  – түтін мұржасының саны.

Зиянды заттардың жергілікті концентрациясының ең жоғарғы мәні:

$$C_M = \frac{A \cdot M_{NO_2} \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 241 \cdot 1 \cdot 0,916 \cdot 1 \cdot 1}{120^2 \cdot \sqrt[3]{424 \cdot 105}} = 0,0865 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Қалдық көзінен қолайсыз метеорологиялық жағдайларда жергілікті концентрация  $c_m$ ,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , өзінің ең жоғарғы мәніне жететін  $x_m$ , м, ара қашықтықтығы келесі кейіптемемен анықталады:

$$x_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H = \frac{5-1}{4} \cdot 19,2 \cdot 120 = 2304 \text{ м},$$

мұндағы өлшемсіз еселеуіш  $d$   $f < 100$  болғанда келесі кейіптемемен анықталады

$$v_m > 2 \text{ болғанда} \quad d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 7 \cdot \sqrt{4,67} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,893}) = 19,2$$

Зиянды заттардың жергілікті концентрациясы  $c_m$  ең үлкен мәнге жететін флюгер деңгейінде (көбіне жер деңгейінен 10 м қашықтықта),  $f < 100$

$$u_m = v_m \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) = 4,67 \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{0,893}) = 5,2 \frac{M}{c}$$

болған жағдайдағы қауіпті жылдамдықтың мәні келесі кейіптемемен анықталады:

$v_m > 2$  болғанда

Желдің қауіпті жылдамдығы  $u_m$  кезінде атмосферадағы қалдық факелы осі бойынша қалдық көзінен әртүрлі  $x, m$ , ара қашықтықтағы зиянды заттардың жергілікті концентрациясы келесі кейіптемемен анықталады:

$$c = s_1 \cdot c_m,$$

мұндағы  $s_1$  – өлшемсіз еселеуіш, бұл шама  $F$  еселеуіші мен  $x/x_m$  қатынасына байланысты келесі кейіптемелермен анықталады:

$$x/x_m \leq 1 \text{ болғанда} \quad s_1 = 3 \cdot (x/x_m)^4 - 8 \cdot (x/x_m)^3 + 6 \cdot (x/x_m)^2;$$

$$1 < x/x_m \leq 8 \text{ болғанда} \quad s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (x/x_m)^2 + 1}$$

$F \leq 1,5$  және  $x/x_m > 8$  болғанда

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3,58 \cdot (x/x_m)^2 - 35,2 \cdot (x/x_m) + 120}$$

$$x/x_m = 0,5 \quad s_1 = 3 \cdot (0,5)^4 - 8 \cdot (0,5)^3 + 6 \cdot (0,5)^2 = 0,6875$$

$$c_1 = 0,6875 \cdot 0,0865 = 0,0595 \text{ мг/м}^3$$

$$x/x_m = 1 \quad s_1 = 3 \cdot (1)^4 - 8 \cdot (1)^3 + 6 \cdot (1)^2 = 1$$

$$c_1 = 1 \cdot 0,0865 = 0,0865 \text{ мг/м}^3$$

$$x/x_m = 3 \quad s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (3)^2 + 1} = 0,5207$$

$$c_1 = 0,5207 \cdot 0,0865 = 0,045 \text{ мг/м}^3$$

$$x/x_m = 6 \quad s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (6)^2 + 1} = 0,4414$$

$$c_1 = 0,4414 \cdot 0,0865 = 0,0382 \text{ мг/м}^3$$

$$x/x_m = 8 \quad s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (8)^2 + 1} = 0,1212$$

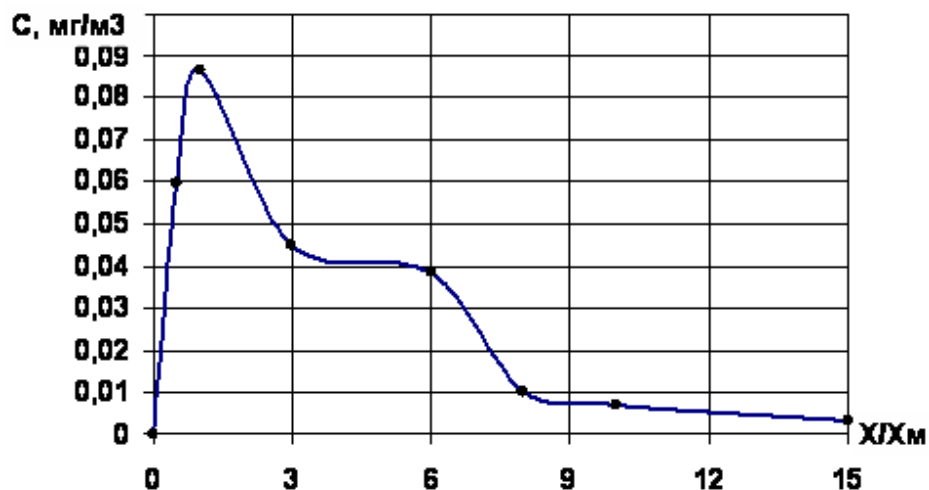
$$c_1 = 0,1212 \cdot 0,0865 = 0,0104 \text{ мг/м}^3$$

$$x/x_M=10 \quad s_1 = \frac{10}{3,58 \cdot (10)^2 - 35,2 \cdot (10) + 120} = 0,079$$

$$c_1 = 0,079 \cdot 0,0865 = 0,0068 \text{ мг/м}^3$$

$$x/x_M=15 \quad s_1 = \frac{15}{3,58 \cdot (15)^2 - 35,2 \cdot (15) + 120} = 0,038$$

$$c_1 = 0,038 \cdot 0,0865 = 0,0033 \text{ мг/м}^3$$



Өнеркәсіптердің санитарлы-қорғау аумағының шекарасын келесі кейіптеме арқылы анықтайды:

$$L = L_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \quad P_0 = \frac{100}{8} = 12,5\%.$$

мұндағы  $L$  (м) – санитарлы-қорғау аумағының есептік өлшемі;  $L_0$  (м) – зиянды заттардың концентрациясы ШМК-нан асатын берілген бағыттағы аймақ учаскесінің есептік өлшемі;  $P$  (%) – қарастырылып отырған румбаның жел бағытының орташа жылдық қайталануы;  $P_0$  (%) – шеңберлік жел раушаны кезіндегі бір румбаның жел бағытының қайталануы; сегіз румбалы жел раушаны кезінде

$$\frac{x}{x_M} = 1,3; \quad L_0 = 1,3 \cdot x_M = 1,3 \cdot 2304 = 2995 \text{ м}$$

$$\text{Солтүстік: } L^c = L_0 \cdot \frac{P^c}{P_0} = 2995 \cdot \frac{7}{12,5} = 1677 \text{ м}$$

$$\text{Батыс: } L^{\bar{b}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{b}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{10}{12,5} = 2396 \text{ м}$$

$$\text{Оңтүстік: } L^{\bar{o}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{o}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{12}{12,5} = 2875 \text{ м}$$

$$\text{Шығыс: } L^{\bar{ш}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{ш}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{14}{12,5} = 3354 \text{ м}$$

$$\text{Солтүстік-Батыс: } L^{\bar{c}\bar{b}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{c}\bar{b}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{8}{12,5} = 1917 \text{ м}$$

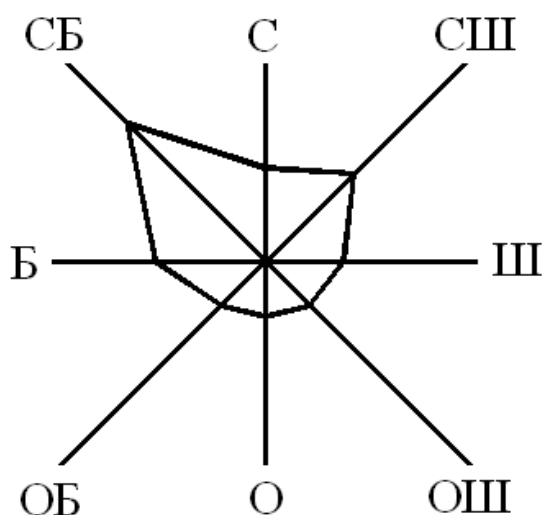
$$\text{Оңтүстік-Шығыс: } L^{\bar{o}\bar{ш}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{o}\bar{ш}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{25}{12,5} = 5990 \text{ м}$$

$$\text{Оңтүстік-Батыс: } L^{\bar{o}\bar{b}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{o}\bar{b}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{16}{12,5} = 3834 \text{ м}$$

$$\text{Солтүстік-Шығыс: } L^{\bar{c}\bar{ш}} = L_0 \cdot \frac{P^{\bar{c}\bar{ш}}}{P_0} = 2995 \cdot \frac{8}{12,5} = 1917 \text{ м}$$

Санитарлы-қорғау аумағының I класы таңдалады (1000-2000 м және одан аса).

### Жел раушаны

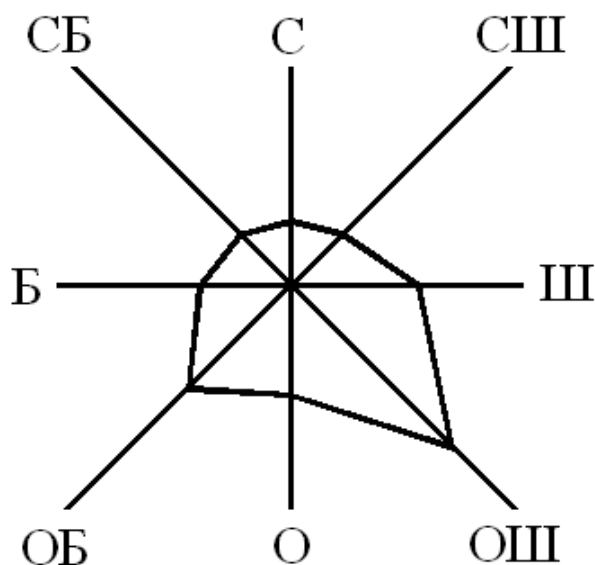


Атырау қаласы	
Жел бағыты	Жел бағытының қайталануы, %
Солтүстік	12



Батыс	14
Оңтүстік	7
Шығыс	10
Солтүстік-Батыс	25
Оңтүстік-Шығыс	8
Оңтүстік-Батыс	8
Солтүстік-Шығыс	16

### Санитарлы-қорғау аумағы



Атырау қаласы	
Жел бағыты	Санитарлы-қорғау аумағының шекарасы, м
Солтүстік	1677
Батыс	2396
Оңтүстік	2875
Шығыс	3354
Солтүстік-Батыс	1917
Оңтүстік-Шығыс	5990
Оңтүстік-Батыс	3834
Солтүстік-Шығыс	1917

Атмосфераға қалдықтарды тастауды есептеу және оларға төлемдерді анықтау

Газтурбиналы қондырғылардан жұмыс жасап болған газдармен атмосфераға шығатын  $\text{NO}_x$  азот оксидтерінің  $\text{NO}_2$ -ге келтірілген қосынды мөлшерін  $M_{\text{NO}_2}$  келесі кейіптемемен анықталады:

$$M_{\text{NO}_2} = C_{\text{NO}_2} \cdot V_{\text{CF}} \cdot B \cdot k_{\text{П}},$$

мұндағы  $C_{\text{NO}_2}$  – жұмыс жасап болған газдардағы азот оксидтерінің  $\text{NO}_2$ -ге келтірілген концентрациясы;

$V_{\text{CF}}$  – турбинадан кейінгі құрғақ түтін газдарының көлемі, отынның  $\text{м}^3/\text{кг}$ , келесі кейіптемемен анықталады:

$$V_{\text{CF}} = (V_{\text{Г}}^0 - V_{\text{H}_2\text{O}}^0) + (\alpha_{\text{от}} - 1) \cdot V_{\text{В}}^0,$$

мұндағы  $V_{\text{Г}}^0$  – газдардың теориялық көлемі, отынның  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

$V_{\text{В}}^0$  – ауаның теориялық көлемі, отынның  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

$\alpha_{\text{от}}$  – турбинадан кейінгі жұмыс жасап болған газдардағы ауаның артықтық еселеуіші;

$V_{\text{H}_2\text{O}}^0$  – су буларының теориялық көлемі, отынның  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

$B$  – жану камерасындағы отын шығысы,  $\text{кг}/\text{с}$ ;

$k_{\text{П}}$  – келтіру еселеуіші.

Энергетикалық ГТҚ-да ауаны жану аумағына тізбектеп беретін жоғары форсирленген жану камераларын пайдаланғанда азот оксидтерінің концентрациясы келесі кейіптемемен анықталады:

$$C_{\text{NO}_2} = \alpha \cdot k_{\text{Т}} \cdot k_{\text{Р}} \cdot 10,$$

мұндағы  $\alpha$  – отын түріне байланысты еселеуіш; табиғи газды жаққанда форсирленген жану камералары үшін  $\alpha=1,8$ ;

$k_{\text{Т}}$  – турбина алдындағы газдар температурасының  $\text{NO}_x$  түзілуіне әсерін көрсететін еселеуіш;

$k_{\text{Р}}$  – азот оксидтері концентрациясының жану камерасындағы қысымға тәуелділігін көрсететін еселеуіш:

$$k_{\text{Р}} = \frac{16 \cdot p_{\text{В}} - 0,23}{6 \cdot p_{\text{В}} - 0,77},$$

мұндағы  $p_{\text{В}}$  – жану камерасындағы қысым, МПа.

$$k_p = \frac{16 \cdot p_B - 0,23}{6 \cdot p_B - 0,77} = \frac{16 \cdot 1,23 - 0,23}{6 \cdot 1,23 - 0,77} = 2,942$$

$$C_{NO_2} = \alpha \cdot k_T \cdot k_p \cdot 10 = 1,8 \cdot 3,8 \cdot 2,9 \cdot 10 = 198 \frac{мг}{м^3}$$

$$V_{CF} = (V_G^0 - V_{H_2O}^0) + (\alpha_{OT} - 1) \cdot V_B^0 =$$

$$= (14,862 - 2,887) + (3,293 - 1) \cdot 10,653 \cdot 1,293 = 43 \frac{м^3}{кг}$$

$$M_{NO_2} = C_{NO_2} \cdot V_{CF} \cdot B \cdot k_{II} = 198 \cdot 43 \cdot 28,36 \cdot 10^{-3} = 241 \frac{г}{с}$$

Қалдықтарды атмосфераға тастауды регламенттеу мақсатымен шекті рұқсатты қалдық нормалар қарастырылады (ШРҚ). Олар әр қалдық көзі және жалпы өнеркәсіп үшін бөлек қарастырылады.

ШРҚ әр зат үшін бөлек анықталады. Бірнеше заттардың зиянды қосынды әсерін ескерген жағдайда да ШРҚ әр зат үшін бөлек анықталады.

ЖЭС түтін мұржасы үшін ШРҚ (г/с) қалдықтарының нормативті мәні келесі кейіптемемен анықталады:

$$m_{ij} = ШРҚ = \frac{(ШМК - C_{\Phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T},$$

мұндағы ШМК – зиянды заттың бір реттік максималды шекті рұқсатты концентрациясы, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\Phi}$  – зиянды заттың фондық концентрациясы, мг/м<sup>3</sup>;

H – түтін мұржасының биіктігі, м;

A – атмосфераның температуралық стратификациясына тәуелді еселеуіш: Қазақстан үшін A=200;

F – зиянды заттардың ауадағы тұну жылдамдығын ескеретін өлшемсіз еселеуіш; F=1 – газ тәрізді заттар үшін; қалдықтарды тазалаудың орташа эксплуатациялық еселеуіші 90%-дан жоғары болғанда – F=2; 75-90% болғанда – F=2,5; 75%-дан төмен және тазалау болмаған кезде – F=3;

$m$ ,  $n$  – қалдық көзінің ернеуінен газуалық қоспаның шығу жағдайларын ескеретін еселеуіш;

$\eta$  – жер бедерінің әсерін ескеретін өлшемсіз еселеуіш; тегіс немесе 1 км қашықтықтағы биіктік құламасы 50 м-ден аспаған жағдайда  $\eta=1$ ;

$\Delta T$  – тасталынатын газуалық қоспаның температурасы  $T_r$  мен қоршаған орта ауасының температурасы  $T_b$  арасындағы айырмашылық, °С;

$V_1$  – газуалық қоспаның шығысы, м<sup>3</sup>/с.

Өнеркәсіптің келтірілген жылдық нормативтік және фактілі көлемі ( $M_{nj}$ ,  $M_{\phi j}$ ) келесі кейіптемемен анықталады:

$$M_{nj} = \sum_{i=1}^n m_{ni} \cdot K_i; \quad M_{\phi j} = \sum_{i=1}^n m_{\phi i} \cdot K_i,$$

мұндағы  $m_{ni}$  –  $i$  зиянды заттың табиғи түріндегі нормативі;

$m_{\phi i}$  –  $i$  зиянды заттың табиғи түріндегі фактілі қалдығы;

$n$  – зиянды заттар саны;

$i$  – зиянды заттың түрі;

$K_i$  –  $i$  зиянды заттың салыстырмалы қауіптілігін ескеретін келтіру еселеуіші келесі кейіптемемен анықталады:

$$K_i = \frac{1}{ШМК_i} \cdot \gamma_i,$$

мұндағы ШМК<sub>*i*</sub> –  $i$  зиянды заттың орташа тәуліктік шекті мүмкін концентрациясының абсолюттік мәні, мг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_i$  – еселеуіш, жылына 400 мм-ден аз жауын жауатын аймақтарға тасталынатын қатты аэрозольдер үшін – 1,2; газдар үшін – 1,0.

Зиянды заттардың нормативтік қалдығы үшін өнеркәсіптердің төлемдері келесі кейіптемемен анықталады:

$$П_n = P \cdot M_{nj},$$

мұндағы  $P$  – зиянды заттардың қалдығы үшін төлемнің аймақтық нормативі (теңге/шт.);

Зиянды заттар ( $\Pi$ ) қалдықтарының нормативтерін асырғаны үшін төлемдер олардың келтірілген жалпы көлемі бойынша есептеу әдістерін пайдалану арқылы келесі кейіптемемен анықталады:

$$\Pi' = P \cdot K_p \cdot \sum_{j=1}^n \Delta m_j,$$

мұндағы  $K_p$  – төлем алудың еселік еселеуіші, қоршаған ортаға тасталынатын зиянды заттар қалдықтарының нормативін асырған еселеуіші арқылы анықталады.

Фактілі көлемнің нормативтіден асу еселеуіші келесі кейіптемемен анықталады:

$$\alpha_n = \frac{M_{\phi j}}{M_{н j}}$$

Зиянды заттар қалдықтарының фактілі келтірілген жалпы көлемінің нормативтіден абсолютті асуы ( $\Delta m_j$ ) келесі кейіптемемен анықталады:

$$\Delta m_j = M_{\phi j} - M_{н j}$$

Зиянды заттар қалдықтары үшін өнеркәсіптің жалпы төлемі келесі кейіптемемен анықталады:

$$\Pi = \Pi_n + \Pi'$$

$$m_{н NO_2} = ШПК_{NO_2} = \frac{(ШМК_{NO_2} - C_{\phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} =$$

$$= \frac{(0,085 - 0) \cdot 90^2}{200 \cdot 1 \cdot 0,725 \cdot 1 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{829 \cdot 140} = 232 \frac{с}{с} = 7316 \frac{т}{жыл}$$

$$m_{\phi NO_2} = 241 \frac{с}{с} = 7600 \frac{т}{жыл};$$

$$K_{NO_2} = \frac{1}{ШМК_{NO_2}} \cdot \gamma = \frac{1}{0,04} \cdot 1 = 25;$$

$$M_{н j} = m_{н NO_2} \cdot K_{NO_2} = 7316 \cdot 25 = 182900 \frac{ш.т.}{жыл};$$

$$M_{\phi j} = m_{\phi NO_2} \cdot K_{NO_2} = 7600 \cdot 25 = 190000 \frac{\text{ш.т.}}{\text{жыл}};$$

$$\Pi_n = P \cdot M_{hj} = 300 \cdot 182900 = 54870 \text{ мың теңге},$$

$$\alpha_n = \frac{M_{\phi j}}{M_{hj}} = \frac{190000}{182900} = 1,04;$$

$$\Delta m_j = M_{\phi j} - M_{hj} = 190000 - 182900 = 7100 \frac{\text{ш.т.}}{\text{жыл}};$$

$$\Pi' = P \cdot K_p \cdot \Delta m_{NO_2} = 300 \cdot 1,08 \cdot 7100 = 2300 \text{ мың теңге},$$

$$\Pi = \Pi_n + \Pi' = 54870 + 2300 = 57170 \text{ мың теңге}.$$

#### Қорытынды

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

Қорыта айтқанда, шудың деңгейін және оның жағымсыз әсерін төмендету үшін тиісті шаралар қабылдау қажет болды. Қондырғыларда, жабдықтарда, яғни, шу көздеріндегі шуды төмендету. Бұл үшін тәсілдемелік, құрылымдық және тағы да басқа шешімдер қолданылды. Және де ауадағы зиянды қалдықтардың таралу есебі және санитарлы-қорғау аймағының класын таңдау, атмосфераға қалдықтардың шығын есептері орындалды.

## Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. [www.aipet.kz](http://www.aipet.kz) сайты
2. Бакытжанов И.Б., Байбекова В.О., Олжабаева К.С. Тепловые электрические станции. Дипломное проектирование. Методические указания для студентов специальности 5В071700-Теплоэнергетика. – Алматы: АУЭС, 2013. – 45 с.
3. Тепловой расчет промышленных парогенераторов (нормативный метод)/ Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Митора, М: Энергия, 1973.
4. Роддатис К. Ф. Котельные установки.-М.: Энергия, 1977.
5. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов/Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 5-е изд., стереотип.-М.% МЭИ, 2010.- 464с.
6. Основы современной энергетики. Т.1. Современная теплоэнергетика: В 2-х т.: учебник под ред. А.Д.Трухня. – 4-е изд., перераб. и доп.-М.: МЭИ, 2008.- 471 с.
7. Газотурбинные энергетические установки: учеб. пособие для вузов/С.В. Цанев [и др.] – М.:МЭИ, 2011,-432.
8. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. М.: МЭИ, 20054.-260 с.
9. Парамонов С.Г. Экономика сельского хозяйства: методические указания к выполнению расчетно-графических работ для студентов специальности 5В081200 –Энергообеспечение сельского хозяйства. – Алматы:АУЭС, 2013. – 30 с.
10. Попова Т.М., Ходанова Т.В. Дипломное проектирование. Методические указания к выполнению экономической части. – Алматы, 2000. – 30 с.