

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Мейрамғали Исламғали Қуанышулы

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр  
станциясын жобалау

5B071700 – Жылу энергетикасы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ Кафедра менгерушісі  
НАО «КазНТУ им.К.И.Сәтбаева» PhD докторы, қауым., профессор  
Институт энергетики Е.А. Сарсенбаев  
и машиностроения «18» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр станциясын жобалау»

5B071700-«Жылу энергетикасы»

Орындаған

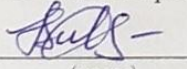
Мейрамғали И.К.

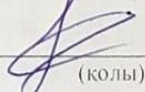
Пікір беруші

Ғылыми жетекші

PhD докторы, қауым., профессор

PhD докторы, қауым., профессор

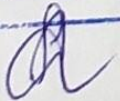
  
Б. Онгар  
(колы)

  
Д.Р. Умышев  
(колы)

«18» 05 2022 ж.

«18» 05 2022 ж.

**ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ**  
18.05.2022





Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы


5B071700 – Жылу энергетикасы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы,

қауым..профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«24» 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Мейрамғали Исламғали Қуанышулы

Тақырыбы: Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр станциясын жобалау

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) БГЖЭС орналасу орнын талдау;

б) БГЖЭС үшін қосалқы қондырғыларды таңдау;

в) Қосалқы қондырғыларға есептеу жүргізу;

г) Нұр-Сұлтан қаласы үшін зиянды шығарындыларын есептеу;

д) Жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу;

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген.





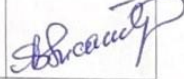
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 8 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау

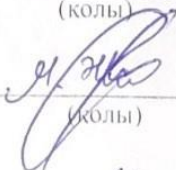
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі        | Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері | Ескерту |
|--|-------------------------------------|---------|
| БГЖЭС орналасу орнын, климаттық жағдайын талдау        | 28.02.22                            | Моқ     |
| Станция үшін қосалқы қондырғыларды таңдау және есептеу | 15.03.22                            | Моқ     |
| Нұр-Сұлтан қаласы үшін зиянды шығарындыларын есептеу   | 28.03.22                            | Моқ     |
| Экономикалық тиімділігін есептеу                       | 15.04.22                            | Моқ     |

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы   | Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы  |
|--|--|-------------------|---|
| БГЖЭС орналасу орнын, климаттық жағдайын талдау        | Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор                  | 28.02.22          |  |
| Станция үшін қосалқы қондырғыларды таңдау және есептеу | Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор                  | 15.03.22          |  |
| Нұр-Сұлтан қаласы үшін зиянды шығарындыларын есептеу   | Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор                  | 28.03.22          |  |
| Экономикалық тиімділігін есептеу                       | Умышев Д.Р., PhD докторы, қауым., профессор                  | 15.04.22          |  |
| Норма бақылау  | Бердібеков Ә.О. сениор-лектор                                | 16.05.2022        |  |

Ғылыми жетекші  Д.Р. Умышев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  И.К. Мейрамғали

Күні

« 24 » 01 2022 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жоба Нұр-Сұлтан қаласының шарттары үшін БГЖЭС жобалауға арналған. Енгізілген жабдықты ескере отырып, жылу схемасының есептері, негізгі және қосалқы жабдықтардың сипаттамасы ұсынылған.

Өмір қауіпсіздігі бөлігінде, атмосфераға парниктік газдар шығарындылары қарастырылған.

Экономикалық бөлігінде біз электр және жылумен жабдықтаудың өзіндік құнын, өтелу мерзімін есептедік.

## **АННОТАЦИЯ**

Дипломный проект посвящен проектированию парогазовой тепловой электростанции ПГТЭС для условий г. Нур-Султан. Представлены расчеты и описание тепловой схемы с учетом вводимого оборудования.

В разделе безопасность жизнедеятельности приведен расчет эмиссий парниковых газов в атмосферу.

В экономической части мы рассчитали себестоимость отпуска электрической и тепловой энергии и срок окупаемости.

## **ANNOTATION**

The diploma project is devoted to the design of a combined-cycle thermal power plant SGT for the conditions of the city of Nur-Sultan. Calculations and description of the thermal scheme are presented, taking into account the equipment being introduced.

In the section life safety, the calculation of greenhouse gas emissions into the atmosphere is given.

In the economic part, we have calculated the cost of electricity and heat supply.

## МАЗМҰНЫ

|   |    |
|---|----|
| Кіріспе   | 7  |
| 1 Негізгі есептеу-техникалық бөлігі   | 8  |
| 1.1 Қолданыстағы станциялардың қысқаша сипаттамасы  | 8  |
| 1.2 450 МВт және 170 Гкал/сағ БГЖЭС жобасының орналасқан жері және климаттық жағдайы          | 8  |
| 1.3 Отын және отынмен қамтамасыз ету  | 10 |
| 1.4 Электр станциясының ғимараттары мен құрылыстары   | 10 |
| 1.4.1 Турбиналық залдың негізгі және қосалқы жабдықтары                                       | 10 |
| 1.4.2 Бу турбины  | 14 |
| 1.4.3 Турбиналық залдың негізгі және қосалқы жабдықтары                                       | 15 |
| 1.5 ГТҚ жану камерасының жылу есебі   | 15 |
| 1.5.1 Жану камерасының негізгі көрсеткіштері  | 12 |
| 1.5.2 Е-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 кәдеге жаратушының жылу есебі                               | 16 |
| 1.5.3 Біріктірілген кәдеге жарату қазандығы бар газ турбины қондырғының жылу схемасын есептеу | 17 |
| 1.5.4 Газ турбинынан шыққан шығар газдарды пайдалынатын бу турбиналық қондырғысын есептеу     | 22 |
| 1.5.5 БГЖЭС жалпы пайдалы әсер коэффициентін есептеу  | 24 |
| 2 Тіршілік қауіпсіздігі   | 29 |
| 2.1 БГЖЭС жұмысынан Нұр-Сұлтан қаласының қоршаған ортасына әсерін талдау                      | 29 |
| 3 Экономикалық бөлім  | 32 |
| 3.1 Энергетиканың экономикаға әсері   | 32 |
| 3.2 Есептеу үшін бастапқы деректер  | 32 |
| 3.3 Энергияның жылдық босатылуын анықтау  | 32 |
| 3.4 Отын шығындарын анықтау   | 33 |
| 3.5 Жалақы шығындарын есептеу   | 34 |
| 3.6 Амортизациялық аударымдарды есептеу   | 34 |
| 3.7 Ағымдағы жөндеу жүргізуге арналған шығындарды есептеу                                     | 35 |
| 3.8 Шығарындылар үшін төлемақыны есептеу  | 36 |
| 3.9 Жалпы станциялық және цехтық шығыстарды есептеу   | 36 |
| 3.10 Энергияны босатудың өзіндік құнын есептеу  | 36 |
| Қорытынды   | 38 |
| Пайдаланылған әдебиеттер тізімі   | 39 |
| Қосымша А   |    |
| Қосымша Б   |    |
| Қосымша В   |    |

## КІРІСПЕ

Кез келген мемлекетте энергетика, мемлекет үшін стратегиялық маңызды экономиканың секторы болып табылады.

Өнеркәсіпте жылу энергиясы оны механикалық жұмысқа аралық түрлендіру арқылы алынады. Энергетиканы дамытудың перспективалық бағыты жылу электр станцияларының газ турбиналық және бу-газ энергетикалық қондырғыларымен байланысты.

Қазақстанның біртұтас электр энергетикалық жүйесінің жүйелік операторы - КЕГOC деректері бойынша елімізде электр энергиясын өндіруді 119 электр станциясы жүзеге асырады. Оның 74% - ы көмірмен, 11% - ы табиғи газбен, 4% - ы сұйық отынмен, ГЭС-і 9% - ды, қалған 2% - ы жаңартылатын көздерде жұмыс істейді. 119 электр станциясының 59-ы ЖЭО, 32-і ГЭС, 7-і КЭС және ЖЭС. 119 электр станциясының 35-і 40 жастан асқан. Нұр-Сұлтан қаласында 1961 жылдың желтоқсанынан бастап ЖЭО-1, 1985 жылдан бастап ЖЭО-2 пайдалануда, қызмет ету мерзімі 50 жылды құрайды, үлкен қуаттағы ЖЭО құрылысы 6 жылдан 12 жылға дейін және одан да көп уақытты алуы мүмкін. Жабдықтарды қайта құру және жаңарту станцияның өмірін ұзартуы мүмкін, алайда халықты электр энергиясымен қамтамасыз ету мәселесі, әсіресе, үнемі өсіп келе жатқан Нұр-Сұлтан халқы үшін ең басым мәселелердің бірі болып табылады.

Сондықтан, Нұр-Сұлтан қаласы үшін бу-газ жылу электр станциясын салу қажет деп саналады.

## 1 Негізгі есептеу-техникалық бөлігі

### 1.1 Қолданыстағы станциялардың қысқаша сипаттамасы

"Астана-Энергия" АҚ Қазақстан Республикасы астанасының тұрғындары, өнеркәсіптік кәсіпорындар мен ұйымдары үшін жылу және электр энергиясын негізгі тасымалдаушысы болып табылады. Электр және жылу энергиясын өндіру мен босатуды "Астана-Энергия" АҚ құрылымдық бөлімшелері болып табылатын ЖЭО-1 және ЖЭО-2 жүргізеді. Нұр-Сұлтан қаласын дамыту және адам санының өсуі негізгі жоспар болып табылады. Оған сәйкес 2030 жылға дейін "Астана-Энергия" АҚ, дамуда басты рөл атқарады. "Астана-Энергия" АҚ электр станциялары бойынша негізгі деректер 1.1-кестеде келтірілген.[6]

#### 1.1-кесте - "Астана-Энергия" АҚ электр станциялары туралы негізгі деректер

| Атауы                                  | Ескертпе   |
|--|--|
| 1) Электр станцияның мекен жайы        | "Астана-Энергия" АҚ, Нұр-Сұлтан қаласы, Оңдирис 4/4 көшесі, ЖЭО-1.   |
| 2) Электр станциясының құрылыс жылдары | ЖЭО-1: 25.12.1961ж. іске қосылды<br>ЖЭО-2: 29.08.1979ж. іске қосылды |
| 3) Орнатылған электр қуаты, МВт        | ЖЭО-1 - 120 МВт<br>ЖЭО-2 – 622 МВт                                   |
| 4) Орнатылған жылу қуаты, Гкал / сағ   | ЖЭО-1 – 839 Гкал/сағ<br>ЖЭО-2 – 3042,4 Гкал/сағ                      |
| 5) Негізгі отын                        | "Богатырь" көмірі  |

### 1.2 450 МВт және 170 Гкал/сағ БГЖЭС жобасының орналасқан жері және климаттық жағдайы

Станция Нұр-Сұлтан қаласының солтүстік-шығыс бөлігінде салынатын болады.

Құрылыс ауданы игеріліп тұр, қаламен автомобиль жолдарымен байланысады. Станция орналасқан жерден оңтүстікке қарай 1 км жерде теміржол желісі өтеді. Станцияның орналасқан жері, Нұр-Сұлтан қаласынан солтүстік-шығыс бағытта шығатын "Алаш" көлік жолынан жарты шақырымда орналасқан.

Біздің станцияның географиялық координаттары: 51,2° солтүстік ендік және 71,53° шығыс бойлық.

Климаты шұғыл континенталды, жазы құрғақ және қысы суық. Орташа жылдық температура - 3,2 °С. Жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері - 307 мм. Ауа температурасы: айлар мен жылдар бойынша орташа, абсолютті максимум және абсолюттік минимум 1.2 - кестеде келтірілген.[4]



## 1.2-кесте - Ай бойынша ауа температурасы

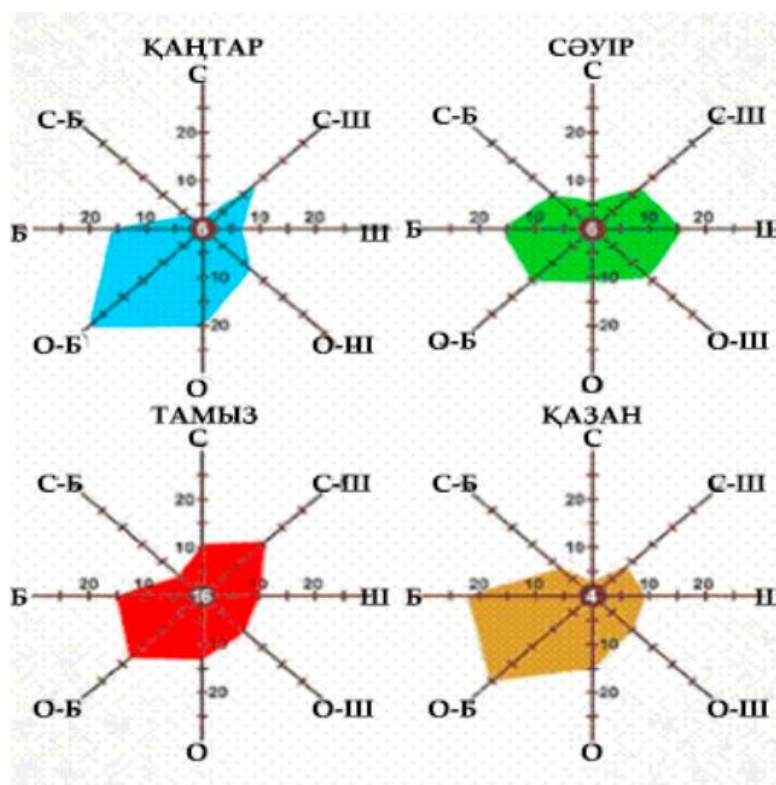
|       | I     | II    | III  | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   | ЖЫЛ   |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Орт.  | -14,2 | -14,1 | -7,1 | +5,2  | +13,9 | +19,5 | +20,8 | +18,8 | +12,3 | +4,6  | -5,4  | -12,1 | +3,5  |
| Макс. | +3,4  | +4,8  | +22  | +35,7 | +40,1 | +41,1 | +41   | +38,7 | +36,2 | +26,7 | +18,5 | +4,5  | +41,6 |
| Мин.  | -51,6 | -48,9 | -38  | -27,7 | -10,8 | -1,5  | +2,3  | -2,2  | -8,2  | -25,3 | -39,2 | -43,5 | -51,6 |

Ең жылы ай - шілде, оның орташа температурасы - 20,9 °С. Ең суық ай - қаңтар, температурасы - 15,2 °С.

Температураның абсолютті максимумы: + 41,6 °С. Температураның абсолютті минимумы: - 51,6 °С.

Аязды кезеңнің ұзақтығы – 245 күн, ал қыстың ұзақтығы - 5 - 5,5 ай.

Желді ауа-райы жергілікті климатқа тән. Желдің орташа жылдамдығы 3,8 м/сек. Нұр-Сұлтан қаласы үшін жел раушаны 1.1-суретте келтірілген.



1.1-сурет- Нұр-Сұлтан қаласы үшін жел раушаны

## 1.3 Отын және отынмен қамтамасыз ету

Газ турбиналық қондырғылар үшін негізгі отын ретінде табиғи газ пайдаланылады. Авариялық отын ретінде - дизель отыны қолданылады.

6 x 47 МВт алты газ турбиналық қондырғыны іске қосу кезінде газдың жылдық шығыны жылына 458 млн.м<sup>3</sup> құрайды. Алты ГТҚ және жылу

казандығын, отынмен қамтамасыз ету үшін 60 000 нм<sup>3</sup>/сағ дейін мөлшерде отын пайдаланылады.

Салынып жатқан ГДП өткізу қабілеті үш ГТҚ - ға есептелгендіктен, тағы үш агрегатты газбен қамтамасыз ету үшін электр станциясында екі ГДП орналасады.

ГТҚ және электр станциясының қосымша қондырғылары үшін авариялық отын ретінде тұтану температурасы 70°С болатын дизель қабылданады, жыл ішінде жағылатын дизель мөлшері газ турбиналы қондырғыларға жұмсалатын отынның жалпы шығынының 5% - ынан аспайды. Бір қондырғыға дизель отынының сағаттық шығыны 9,83 т/сағ, оның жылу шығару қабілеті 42,84 МДж/кг құрайды.

ГТҚ - ға дизель отынын түсіру, сақтау және беру үшін номиналды сыйымдылығы 1250 м<sup>3</sup> болатын резервуар салындаы. Қауіпсіздік мақсатында екі резервуар да биіктігі 1,7 м бітеу темірбетон қабырғамен қоршалған, қоршалған көлем бір резервуардан дизель отынын төгуге арналған. Қысқы жағдайда жұмыс істеу үшін әр резервуар дизель отынын электрмен жылыту жүйесімен жабдықталған. Дизель отыны резервуарының астында полиэтилен үлдірден жасалған жабыны бар тұтас темірбетон іргетас плитасы орнатылады.

#### **1.4 Электр станциясының ғимараттары мен құрылыстары**

Дизель отынының алаңы ескерсек, электр станция аумағының ауданы 25 гектар құрайды, алаңда ғимараттар мен құрылыстарды орналастыру өндіріс санатын ескере отырып, өртке қарсы аралықтармен орындалды, дизель отыны қоймасы жел жағында орналасқан. Барлық ғимараттарға өрт сөндіру машиналарының кіре берісі қарастырылған. БГЖЭС-ның аумағы қоршаумен қоршалады.

##### *1.4.1 Турбиналық залдың негізгі және қосалқы жабдықтары*

Станцияда орнату үшін өзін жақсы дәлелдеген және сенімді, бұл ЖЭО үшін маңызды, 3x3x1 БГҚ үш блок схемасы. 45-55 МВт ГТҚ арасында GE Power&Water, SIEMENS, HITACHI қондырғыларын қарастыруға болады.

SIEMENS газ турбиналарының қуаты 4 - тен 450 МВт-қа дейін жетеді және толық пайдалану мерзімінің төмен шығындарын және инвестициядан жоғары қайтарымды қамтамасыз ете отырып, қолданылатын тиімділік, сенімділік, икемділік және экологиялық қауіпсіздік салаларының жоғары талаптарына жауап береді. Алайда, БГЖЭС үшін берілген параметрлердің барлық өлшемдерінің ішінен SGT-800 газ турбинысы қолайлы. Siemens SGT-800 турбинысы 1.2-суретте көрсетілген.



**1.2-сурет- Siemens SGT-800 типті газ турбиасы**

Орнатылған газ турбиналық қондырғылар айтарлықтай маневрлікке ие, сондықтан оларды негізгі және ең жоғары режимдерде электр энергиясын үнемді өндіру үшін қолдануға болады. SGT-800 SIEMENS типті газ турбиасының техникалық сипаттамалары 1.3-кестеде келтірілген.

**1.3 кесте - SGT-800 газ турбиасының техникалық сипаттамалары**

| Электр энергиясын өндіру кезінде |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| Қуаты                            | ISO 47,5 МВт                 |
| Отын түрі                        | табиғи газ және дизель       |
| Жиілік                           | 50 / 60 Гц                   |
| Электрлік ПӘК                    | 37,7 %                       |
| Жылу бөлу                        | 9557 кДж/кВт сағ             |
| Турбина айналымдары              | 6608 айн/мин                 |
| Компрессордың сығу дәрежесі      | 20,4:1                       |
| Пайдаланылған газ шығыны         | 132,8 кг/с                   |
| Шығар газдың температурасы       | 541 °С                       |
| NO <sub>x</sub> шығарындылары    | ≤ 15 млн көлем бойынша үлесі |

Талдау негізінде SIEMENS фирмасының SGT-800 қуаты 47 МВт ГТҚ қабылданды. SGT-800 SIEMENS типті газ турбиналары - турбина жасауда жаңа әзірлемелерді қолдану есебінен жоғары ПӘК және шығарындылардың төмен деңгейімен өнеркәсіптік конструкцияның сенімділігін үйлестіреді. Турбинаның нормативтік қызмет ету мерзімі, барлық қосалқы жабдықтарды қоса алғанда, 40 жылды құрайды. 1.4-кестеде "Қарталы - Тобыл-Көкшетау-Астана" табиғи газбен жұмыс істеу кезіндегі SGT-800 ГТҚ-ның техникалық сипаттамалары берілген.

**1.4 кесте - "Қарталы-Тобыл-Көкшетау-Астана" табиғи газбен жұмыс істеу кезіндегі SGT-800 ГТҚ-ның техникалық сипаттамалары**

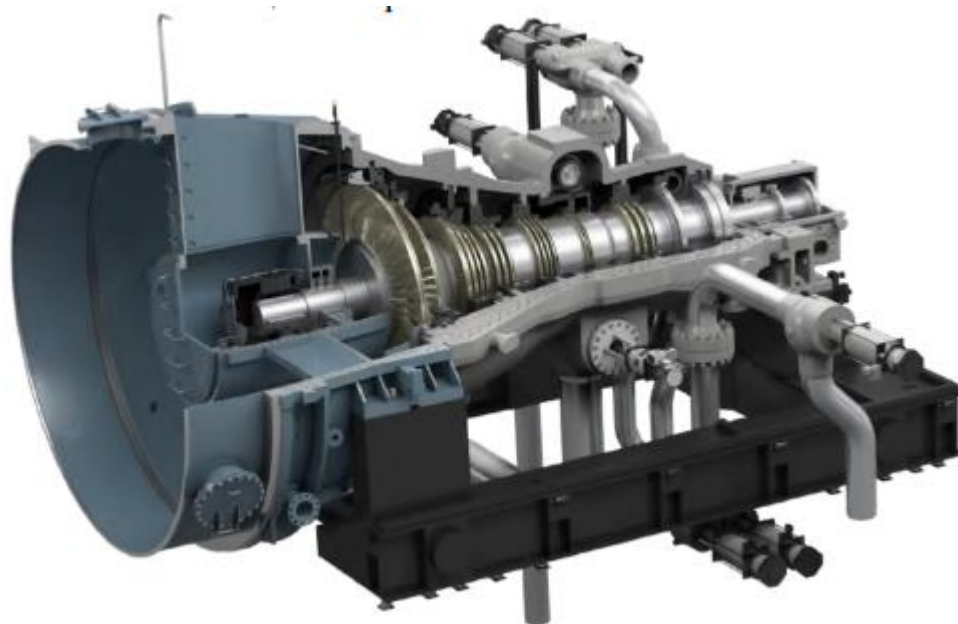
| Көрсеткіштердің атауы  | Өлшем бірлігі      | Мәні  |
|--|--------------------|-------|
| Генератордың электр қуаты<br>$t_{oc} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ кезінде | кВт                | 47000 |
| Меншікті жылу шығыны   | кДж/кВт сағ        | 9597  |
| Генератор клеммасындағы ПӘК  | %                  | 37,5  |
| Турбинаның бірінші сатысының кіруіндегі газдың орташа температурасы        | $^{\circ}\text{C}$ | 1104  |
| Отын шығыны  | кг/сағ             | 8 964 |
| Пайдаланылған газдың орташа температурасы                                  | $^{\circ}\text{C}$ | 544   |
| Жану өнімдерінің шығыны  | т/сағ              | 503,0 |
| БГЖЭС алдындағы отын қысымы  | МПа                | 2,50  |
| Отынның жұмыс температурасы  | $^{\circ}\text{C}$ | 25,0  |
| Компрессор қадамдар саны   | -                  | 15    |
| Турбина сатыларының саны   | -                  | 3     |

*Ескертпелер: 1) ГТҚ-ға отын шығыны:  $Q^p = 35548$  кДж/кг ("Қарталы-Тобыл Көкшетау-Астана" отын газы), қоршаған ортаның температурасы  $25^{\circ}\text{C}$  кезінде есептелінген. 2) Сорғыштағы ауа шығыны қоршаған ортаның температурасы  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  және атмосфералық қысым 1,014 бар, 40% салыстырмалы ылғалдылық кезінде көрсетілген.*

Газ турбиналық қондырғы арнайы қорғаныс контейнерінің ішіне орналастырылады. Газ турбиначасы газ тәрізді және сұйық отынмен ұзақ уақыт бойы істеуге арналған. Бұл ретте агрегаттың жұмысын тоқтатпай, яғни жүктемемен отынның бір түрінен екіншісіне ауысу мүмкіндігі көзделген. Отынның бір түрінен екіншісіне ауырудың ең ұзақ уақыты 60 с аспайды.

**1.4.2 Бу турбиначасы**

Бу турбиначасы ретінде Siemens бу турбиначасы ұсынылады. SST-600 бу турбиначасы 3000-нан 15000 айн/мин айналу жылдамдығымен жұмыс істеуге арналған 100 МВт-қа дейінгі бір цилиндрлі бу турбиначалары. Бу турбиначасы 1.3-суретте көрсетілген.



**1.3-сурет - Siemens SST-600 типті бу турбинысы**

SST-600 MP17DH бу турбиналық қондырғысы бір цилиндрлі, қысымға қарсы. Бұдың екі параметрлерінен жұмыс істеуге арналған. Турбинаның шығыс білігі, генератор білігіне қосылуы редуктор арқылы қосылады. Бу турбинысында жұмыс істегеннен кейін, бу желілік суды 110 °С температураға дейін қыздыру үшін конденсаторларға түседі. Бу конденсациясы үшін жылу жүктемесінің жетіспеушілігімен құрғақ салқындату мұнаралары қарастырылған. Бу турбинының техникалық сипаттамалары 1.5 -кестеде келтірілген.

**1.5-кесте - SST-600 бу турбинының техникалық сипаттамалары**

| Көрсеткіштердің атауы                 | Мәні     |
|---------------------------------------|----------|
| Қуат номиналды, МВт                   | 30       |
| Номиналды жылу өнімділігі, Гкал / сағ | 85       |
| Электр тиімділігі,%                   | 70       |
| <b>Жоғары қысымды контур</b>          |          |
| Қысым, МПа                            | 7,95     |
| Температура, °С                       | 506      |
| Максималды шығын, т/сағ               | 117,6    |
| <b>Төмен қысымды контур</b>           |          |
| Қысым, МПа                            | 0,65     |
| Температура, °С                       | 214      |
| Максималды шығын, т/ч                 | 27,6     |
| Жүктемелерді реттеу диапазоны, %      | 100...25 |

### 1.4.3 Турбиналық залдың негізгі және қосалқы жабдықтары

Жобада SGT-800 типті ГТҚ, Е - 57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 типті кәдеге жаратушымен жабық ғимаратта орналастырғандығы қарастырылды. Бұл аймақтың қатал климаттық жағдайларына толық сәйкес келеді.

БГЖЭС бас корпусының ортасында үш кәдеге жарату қазандығы орналасады. Олардың артында бу турбинасы орналасқан, үш кәдеге жаратушыға бір-бірден. Осылайша, алты ГТҚ, алты қазандық утилизатор және екі бу турбинасы енгізу кезінде барлық агрегаттар екі турбиналық залда 3-3-1 комбинациясында орналастырылады, бұл электр станциясының бас жоспарын әзірлеу кезінде ескеріледі.

### 1.5 ГТҚ жану камерасының жылу есебі

Жану камерасында сығылған ауа ағынында отынды жағу есебінен жұмыс денесін берілген температураға дейін қыздыру жүзеге асырылады.

Отын газының физика-химиялық сипаттамасы 1.6-кестеде келтірілген. Жанған кезде отын газы үлкен температурада жанады. Газ турбиналар жасалған материалдар оған шыдай алмайды.

Жану температурасының төмендеуіне оларды салыстырмалы түрде суық ауамен сұйылту арқылы қол жеткізіледі. Газдардың температурасын төмендету үшін аралас ауаның мөлшері үлкен болуы керек. Сондықтан жану камерасынан шығатын газдардағы артық ауа коэффициенті қазіргі ГТҚ үшін 4...8 құрайды. Егер отынды жағу осындай артық ауа коэффициентімен жүзеге асырылса, онда жану процесінің төмен температурасының салдарынан алау сөніп қалады немесе баяу жүреді және химиялық күйіктен үлкен шығындармен бірге жүреді, сондықтан отынның тез және толық жануын қамтамасыз ету үшін оны жағу жоғары температураны қамтамасыз ететін ауаның шамадан тыс артуымен жүргізілуі керек.

Жоғарыда айтылғандай, қазіргі заманғы газ турбиналық қондырғыларда  $\alpha = 4 \dots 8$ , яғни біз ауаның артық коэффициентін  $\alpha = 5$  аламыз, содан кейін оны нақтылаймыз. Тікелей жану процесіне барлық  $G_v$  ауа мөлшері қатыспайды, тек оның бөлігі -  $\alpha_1$ , бұл жану камерасының құрылысына және жағылатын отынның түріне байланысты. Әдетте  $\alpha_1 = 1,2 - 1,6$ .

### 1.6-кесте - Отын газының физика-химиялық сипаттамасы

| Көрсеткіштердің атауы | Өлшем бірлігі      | Мәні  |
|-----------------------|--------------------|-------|
| Температура           | $^{\circ}\text{C}$ | 25    |
| Қысым                 | МПа                | 2,5   |
| Тығыздығы             | кг/м <sup>3</sup>  | 0,73  |
| Тұтқырлық             | сП                 | 0,012 |
| Азот                  | %                  | 1,71  |

### 1.6 кестенің жалғасы

| Көрсеткіштердің атауы | Өлшем бірлігі | Мәні   |
|-----------------------|---------------|--------|
| Көміртегі қостотығы   | %             | 0,544  |
| Оттегі                | %             | 0,06   |
| Күкіртсутегі          | %             | 0,000  |
| Метан                 | %             | 90,31  |
| Этан                  | %             | 4,925  |
| Пропан                | %             | 21,697 |
| Бутан                 | %             | 0,307  |
| Пентан                | %             | 0,513  |
| Гексан                | %             | 0,187  |
| Су                    | %             | 0,00   |

1.6 кестеде берілген мәліметтерге сүйене отырып отынның жұмыс массасының жануының төменгі жану жылуы  $Q_p=35548$  кДж/м<sup>3</sup> тең, 1 м<sup>3</sup> газдың жануы үшін қажетті оттегінің мөлшері, келесі формула бойынша есептеледі:

$$V_{O_2}^0 = 0,01(2CH_4 + 3,5C_2H_6 + 0,5C_3H_8 + 6,5C_4H_{10} + 8C_5H_{12} + 9,5C_6H_{14}), \quad (1.1)$$

Қондырғыға келіп түсетін ауаның  $\alpha = 5$  қабылданған артық коэффициентін ескере отырып, 1 м<sup>3</sup> газ тәрізді отынның жануы үшін қажетті оттегінің көлемі, мынадай формула бойынша анықталады:

$$V_{O_2} = \alpha \cdot V_{O_2}^0, \quad (1.2)$$

Газдың жануы үшін қажетті ауа көлемі, ауадағы оттегінің мөлшері 21% негізінде есептеледі:

$$V_B^0 = \frac{100}{21} \cdot V_{O_2}^0 = 4,76 \cdot V_{O_2}^0, \quad (1.3)$$

Жану камерасына түсетін артық ауа коэффициентін ескере отырып, газ тәрізді отынның 1 м<sup>3</sup> жануы үшін қажетті ауа көлемі, мына формула бойынша анықталады:

$$V_B = 4,76 \cdot V_{O_2}, \quad (1.4)$$

Ауа шығынының коэффициентін ескеріп, жану өнімдеріндегі азоттың көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{N_2} = 3,76 \cdot V_{O_2} + 0,01 \cdot N_2, \quad (1.5)$$

Жану өнімдеріндегі көміртегі қос тотығының көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{CO_2} = 0,01(CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + 6C_6H_{14} + CO_2), \quad (1.6)$$

Ауа шығынының коэффициентін ескере отырып, жану өнімдеріндегі су буының көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{H_2O} = 0,01(2CH_4 + 3C_2H_6 + 4C_3H_8 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + 7C_6H_{14}), \quad (1.7)$$

Жанудың толық болмауы мен ауаның артық болуын ескере отырып құрғақ жану өнімдерінің көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{C.G.} = V_{CO_2} + V_{O_2} + V_{N_2}, \quad (1.8)$$

Жанудың толық болмауы мен ауаның артық болуын ескере отырып, жану өнімдерінің жиынтық көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{\Sigma} = V_{C.G.} + V_{H_2O}, \quad (1.9)$$

Құрғақ жану өнімдерінің құрамы, келесі формулалар бойынша анықталады:

$$CO_2 = 100 \cdot \frac{V_{CO_2}}{V_{C.G.}}, \quad (1.10)$$

$$O_2 = 100 \cdot \frac{V_{O_2}}{V_{C.G.}}, \quad (1.11)$$

$$N_2 = 100 \cdot \frac{V_{N_2}}{V_{C.G.}}, \quad (1.12)$$

Турбинаға түсетін жұмыс газдарының  $1 \text{ м}^3$  отын шығынын анықтау үшін жану камерасының жылу балансының теңдеуі, келесідей анықталады:

$$Q_p^H \cdot \Delta_T \cdot \eta_{K.C.} + (1 - \Delta_T \cdot c_p^B \cdot t_B + \Delta_T \cdot c_p^T \cdot t_T) = c_p^{\Gamma} \cdot t_{\Gamma}, \quad (1.14)$$



мұндағы  $Q_p^H$  – отын газының жылу шығару қабілеті,  $Q^H=35548$  кДж/м<sup>3</sup>;  
 $\Delta_T$  - 1 м<sup>3</sup> жұмыс газына отын шығыны, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;  
 $\eta_{к.с.}$  - жылу шығынын ескеретін жану камераларының ПӘК-і,  
оның сандық мәні 0,97 – 0,99;  
 $c_p^B, c_p^T, c_p^Г$  - ауаның, отынның және жұмыс газдарының жылу сыйымдылығы, кДж/м<sup>3</sup> °С;  
 $t_B, t_T, t_Г$  - ауа, отын және жұмыс газдарының температурасы, °С.

Жану камерасына кіретін ауа температурасы  $t_B$ , компрессордың айдау жағындағы ауа температурасына тең  $t_{н.к.}=560,32$  °С, ауаның жылу сыйымдылығын "А Қосымшасы - тұрақты қысымдағы газдардың орташа көлемдік жылу сыйымдылығы", арқылы анықтаймыз,  $c_p^B=1,3512$  кДж/(м<sup>3</sup> °С).

Жану камерасына кіретін отынның температурасы  $t_T=25$  °С болғанда, отынның жылу сыйымдылығы, келесі формула бойынша анықталады:

$$c_p^T = 0,01(c_{CH_4} \cdot CH_4 + c_{C_2H_6} \cdot C_2H_6 + c_{CO_2} \cdot CO_2 + c_{N_2} \cdot N_2 + \dots), \quad (1.15)$$

мұндағы  $c_{CH_4}, c_{C_2H_6}, c_{CO_2}, c_{N_2}$  - метан, этан, көміртегі қос тотығы, азот жылусыйымдылығы, "А Қосымшасы - тұрақты қысымдағы газдардың орташа көлемдік жылу сыйымдылығы", арқылы анықтаймыз.

Жұмыс газдарының жылу сыйымдылығы, келесі формула бойынша анықталады:

$$c_p^Г = 0,01(c_{CO_2} \cdot CO_2 + c_{O_2} \cdot O_2 + c_{N_2} \cdot N_2), \quad (1.16)$$

мұндағы  $c_{CO_2}, c_{O_2}, c_{N_2}$  - құрғақ жану өнімдерінің жылу сыйымдылығы;  
 $CO_2, O_2, N_2$  - құрғақ жану өнімдерінің құрамы, %.

Турбинаға түсетін 1 м<sup>3</sup> жұмыс газының отын шығыны, келесі формула бойынша анықталады:

$$\Delta_T = \frac{c_p^Г t_Г - c_p^B t_B}{Q_p^H \cdot \eta_{к.с.} - c_p^B t_B + c_p^T t_T}, \quad (1.17)$$

Жану камерасы үшін артық ауаның коэффициенті, келесі формула бойынша анықталады:

$$\alpha = \frac{1 - \Delta_T}{V_B^0 \cdot \Delta_T}, \quad (1.18)$$

1.7-кестеде ГТҚ жану камерасының жылу есебінің нәтижелері көрсетілген.

### 1.7-кесте - ГТҚ жану камерасының жылу есебінің нәтижелері

| Шаманың атауы  | Белгіленуі                              | Мәні   |
|--|---|--------|
| 1  | 2                                       | 3      |
| 1 м <sup>3</sup> газдың жануы үшін қажетті оттегінің көлемі, м <sup>3</sup>  | V <sub>O<sub>2</sub></sub> <sup>0</sup> | 2,0417 |
| Қабылданған артық ауа коэффициентін ескере отырып, α = 5, газ тәрізді отынның 1 м <sup>3</sup> жануы үшін қажетті оттегінің көлемі | V <sub>O<sub>2</sub></sub>              | 10,208 |
| Газдың жануы үшін керекті ауа көлемі, м <sup>3</sup>   | V <sub>B</sub> <sup>0</sup>             | 9,7185 |
| Ауаның артық коэффициентін ескере отырып, 1 м <sup>3</sup> газ тәрізді отынның жануы үшін қажетті ауа көлемі, м <sup>3</sup>       | V <sub>B</sub>                          | 48,59  |
| Жану өнімдеріндегі азоттың көлемі, м <sup>3</sup>  | V <sub>N<sub>2</sub></sub>              | 39,367 |
| Жану өнімдеріндегі көміртегі қос тотығының көлемі, м <sup>3</sup>  | V <sub>CO<sub>2</sub></sub>             | 1,0918 |
| Жану өнімдеріндегі су буының көлемі, м <sup>3</sup>  | V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>             | 2,0634 |
| Құрғақ жану өнімдерінің көлемі, м <sup>3</sup>   | V <sub>с.г.</sub>                       | 49,697 |
| Жану өнімдерінің жиынтық көлемі, м <sup>3</sup>  | V <sub>Σ</sub>                          | 51,76  |
| Құрғақ жану өнімдерінің құрамы, %  | CO <sub>2</sub>                         | 2,197  |
|  | O <sub>2</sub>                          | 20,541 |
|  | N <sub>2</sub>                          | 77,262 |
| Отынның жылу сыйымдылығы, кДж/ м <sup>3</sup> °С   | c <sub>p</sub> <sup>T</sup>             | 1,564  |
| Жұмыс газдарының жылу сыйымдылығы, кДж/ м <sup>3</sup> °С  | c <sub>p</sub> <sup>Г</sup>             | 0,3444 |
| 1 м <sup>3</sup> жұмыс газына отын шығыны, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>  | Δ <sub>T</sub>                          | 0,0245 |
| Жану камерасы үшін артық ауаның нақтыланған жалпы коэффициенті   | α                                       | 4,09   |

#### 1.5.1 Жану камерасының негізгі көрсеткіштері

Газ тәрізді отынды беру жүйесі турбинаның 10 жану камерасындағы аралас жанарғыларды газбен жабдықтауды қамтамасыз етеді және агрегаттың жүктемесіне байланысты отын шығынын реттейді.

10 жану камерасының жалпы жылу қуаты, келесі формула бойынша анықталады:

$$Q_{к.с.} = B \cdot Q_p^H, \quad (1.19)$$

мұндағы B - жағылатын отын шығыны, кг/с;

Q<sub>p</sub><sup>H</sup> - отын газының төменгі жану жылуы, Q<sub>p</sub><sup>H</sup> = 35548 кДж/кг.

Жану камераларындағы отын шығыны, келесі формула бойынша анықталады:

$$B = \frac{G_B}{\alpha \cdot V_B^0}, \quad (1.20)$$

мұндағы  $G_B$  - сорғыштағы ауаның жалпы шығыны,  $G_B=130,936$  кг/с;  
 $\alpha$  - артық ауаның жалпы коэффициенті,  $\alpha=4,09$ ;  
 $V_B^0$  - қажетті газдың жануы үшін, қажетті ауаның көлем,  
 $V_B^0=9,7185$ .

Бастапқы ауа шығыны, келесі формула бойынша анықталады:

$$G_{B.1} = \alpha_1 \cdot B \cdot V_B^0, \quad (1.21)$$

мұндағы  $\alpha_1$  - Отынды жағу процесіне тікелей қатысатын артық ауа коэффициенті, жану камерасының құрылысына байланысты таңдалады,  $\alpha_1=1,2$ .

Плазмалық жану камерасының көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{п.т.} = \frac{B \cdot Q_H^p \cdot \eta_{к.с.}^T}{q_p \cdot P_B}, \quad (1.22)$$

мұндағы  $\eta_{к.с.}^T$  - жану камераның жылулық ПӘК-і,  $\eta_{к.с.}= 0,99$ ;  
 $P_B$  - жану камерасына кірісіндегі жалпы қысым, МПа;  
 $q_p$  - көлемді жылу кернеулігі, кВт/м<sup>3</sup>.

Біз секциялы жану камераларын таңдаймыз, олардың құрылымы бірнеше параллель жұмыс істейтін цилиндрлік камераларды біріктіреді, олар бір-бірімен шағылысатын құбырлармен байланысады. Мұндай жану камералары он дана.

[2] сәйкес мұндай жану камераларының көлемдік жылу сыйымдылығы, жану камерасының жылу қуатына байланысты.  $Q_{к.с.}=11-12 \cdot 10^3$  кВт болғанда  $q_p=700-720 \cdot 10^3$  кВт/м<sup>3</sup> құрайды, жану камерасының есептелген жылу қуаты  $Q_{к.с.}=11695,292$  кВт болса, онда  $q_p=710 \cdot 10^3$  кВт/м<sup>3</sup> қабылдаймыз.

Жану камерасына кірісіндегі жалпы қысым, келесі формула бойынша анықталады:

$$P_B = P_{н.к} + P_T, \quad (1.23)$$

мұндағы  $P_{н.к}$  - компрессордың айдау жағындағы ауа қысымы,

$P_{н.к} = 3 \text{ МПа};$

$P_T$  - жану камерасына кіретін отынның қысымы 1.6 кестеден анықталады,  $P_T = 2,5 \text{ МПа}.$

Жану камераларының осы конструкциясына сәйкес жалын құбырының ұзындығы оның диаметріне қатынасынан таңдалады:

$$\lambda_{п.т.} = \frac{l_{п.т.}}{d_{п.т.}}, \quad (1.24)$$

мұндағы  $\lambda_{п.т.}$  - [1] сәйкес цилиндрлік жану камералары үшін,  $\lambda_{п.т.} = 2,5-3.$

Жалын құбырының диаметрі, келесі формула бойынша анықталады:

$$d_{п.т.} = \sqrt[3]{\frac{4V_{п.т.}}{\pi \cdot \lambda_{п.т.}}}, \quad (1.25)$$

Жалын құбырының ұзындығы, келесі формула бойынша анықталады:

$$l_{п.т.} = \lambda_{п.т.} \cdot d_{п.т.}, \quad (1.26)$$

Екінші рет салқындататын ауаның шығыны, келесі формула бойынша анықталады:

$$G_{B_2} = G_B - G_{B_1} = G_B \left(1 - \frac{\alpha_1}{\alpha}\right), \quad (1.27)$$

Екінші ауаның өтуіне арналған сақиналы каналдың ауданы, келесі формула бойынша анықталады:

$$F_K = \frac{G_{B_2}}{w_B \cdot \rho_B}, \quad (1.28)$$

мұндағы  $\rho_B$  - жану камерасына кіретін ауаның тығыздығы,

$\rho_B = 12,65 \text{ кг/м}^3;$

$w_B$  - жалын құбыры мен қаптама арасындағы сақиналы кеңістіктегі қайталама ауа ағынының жылдамдығы,

$w_B = 30-40 \text{ м/с}.$

Жану камерасы қаптамасының ішкі диаметрі, келесі формула бойынша анықталады:

$$d_{в.к.} = \sqrt{\frac{4F_K}{\pi} + (d_{п.т.} + 2\delta_{п.т.})^2}, \quad (1.29)$$

мұндағы  $\delta_{п.т.}$  - жалынды құбыр қабырғасының қалыңдығы,  $\delta_{п.т.} = 0,02$  м.

Газ турбиналық қондырғының, жану камерасының есептеу нәтижелері 1.8-кестеде көрсетілген.

### 1.8-кесте - Жану камерасының негізгі көрсеткіштерінің нәтижелері

| Шаманың атауы  | Белгіленуі | Мәні      |
|--|------------|-----------|
| 1  | 2          | 3         |
| Жану камераларындағы отын шығыны, кг/с                                 | B          | 3,29      |
| 10 жану камерасының жалпы жылу қуаты, кВт                              | $Q_{к.с.}$ | 116952,92 |
| Бір жану камерасының жылу қуаты, кВт                                   | $Q_{к.с.}$ | 11695,292 |
| Бастапқы ауа шығыны, кг/с  | $G_{в.1}$  | 38,369    |
| Жану камерасына кірісіндегі қысым, МПа                                 | $P_B$      | 5,5       |
| Плазмалық жану камерасының көлемі, м <sup>3</sup>                      | $V_{п.т.}$ | 0,03      |
| Жалын құбырының диаметрі, м  | $d_{п.т.}$ | 0,23      |
| Жалын құбырының ұзындығы, м  | $l_{п.т.}$ | 0,7       |
| Екінші рет салқындататын ауаның шығыны, кг/с                           | $G_{в.2}$  | 92,567    |
| Екінші ауаның өтуіне арналған сақиналы каналдың ауданы, м <sup>2</sup> | $F_K$      | 0,18      |
| Жану камерасы қаптамасының ішкі диаметрі, м                            | $d_{в.к.}$ | 0,55      |

#### 1.5.2 E-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 кәдеге жаратушының жылу есебі

E-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 қазандық утилизатор бу-газ қондырғысымен бірге жұмыс істеу кезінде екі қысым буын шығарады. Табиғи айналымы бар қазандық, көлденең профиль, аспалы, қыздыру беттерінің құбырларының тік орналасады, екі қысымды бу шығаруға арналған. 1.9-кестеде қазандық утилизатор сипаттамалары көрсетілген.

ГТУ жүктемесінің өзгеруінің берілген жұмыс диапазонына сәйкес кәдеге жарату қазандығы жүктемесінің өзгеруінің жұмыс диапазоны ГТҚ номиналды жүктемесінен 100-50% құрайды. Кәдеге жарату қазандығы ГТҚ-дан келетін газдардың шығыны мен температурасымен және бу турбинасының сипаттамасымен анықталатын жоғары қысымды және төмен қысымды буының жылжымалы параметрлерінде жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Қыздыру беттерінің құбырлары оңтайлы жылу беруге қол жеткізу үшін шахматтық тәртіппен орналастырылады.

Кәдеге жарату қазандығының сенімді жұмысын қамтамасыз ететін келесі қосалқы жабдық орнатылады: үздіксіз үрлеуді кеңейткіші, мерзімді үрлеуді кеңейткіш, жоғары қысымды қоректік электр сорғылары.

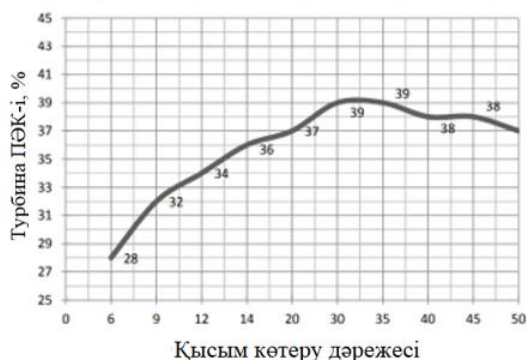
**1.9-кесте - Е-57,5/12,0-7,4/0,6-520/280 қазандық утилизатор сипаттамалары**

|   |                       |                 |
|---|-----------------------|-----------------|
| Қазандық утилизатор түрі                  |                       | Бу, күйдірусіз  |
| Газ турбинасының моделі (қуаты, МВт)      |                       | Siemens SGT-800 |
| Бу өнімділігі, т/сағ                      | Жоғары қысымды контур | 57,5            |
|   | Төмен қысымды контур  | 12              |
| Бу қысымы, МПа                            | Жоғары қысымды контур | 7,4             |
|   | Төмен қысымды контур  | 0,6             |
| Температура, °С                           | Жоғары қысымды контур | 520             |
|   | Төмен қысымды контур  | 280             |
| Шығатын газдардың температурасы, °С       |                       | 120             |
| Қазандықтың аэродинамикалық кедергісі, Па |                       | 2877            |
| Есептік қызмет мерзімі, жыл               |                       | 40              |

*1.5.3 Қазандық утилизаторы бар газ турбиналы қондырғының жылу схемасын есептеу*

Бастапқы деректер:

- ГТҚ-ның муфтадағы қуаты,  $N_{ГТД} = 47000$  кВт;
- отын, «Қарталы-Тобол-Кокшетау-Астана» табиғи газы;
- турбина алдындағы газ температурасы,  $t_{вх.т.} = 1104^{\circ}\text{C}$ ;
- компрессор алдындағы ауа температурасы,  $t_{в.к.} = 25^{\circ}\text{C}$ ;
- турбинаның салыстырмалы изоэнтропты ПӘК-і,  $\eta_T = 0,9$ ;
- компрессордың салыстырмалы изоэнтропты ПӘК-і,  $\eta_K = 0,87$ ;
- жану камерасының ПӘК-і,  $\eta_{к.с.} = 0,99$ .



**1.4-сурет - Газ турбиналы қозғалтқыштың ПӘК-нің қысымның жоғарылау дәрежесіне тәуелділігі**

Яғни, 1.4 суреттен көріп отырғанымыздай, қысымның жоғарылауының оңтайлы дәрежесі  $\varepsilon_{\text{опт.}}=30\dots35$ .  $\varepsilon_{\text{опт.}}=30$  жағдайында артық ауа коэффициентін анықтаймыз.

Жұмыс газының толық шығынын, келесі формула бойынша анықталады:

$$G_T = \frac{N_{\text{ГТД}}}{I_T - I_K}, \quad (1.30)$$

Отын шығынын, келесі формула бойынша анықталады:

$$B = \frac{q_{\text{к.с.}} \cdot G_T}{Q_H^p}, \quad (1.31)$$

мұндағы  $Q_H^p$  - отын газының төменгі жану жылуы,  $Q_H^p = 35548$  кДж/кг.

Жану өнімдерінің санын, келесі формула бойынша анықталады:

$$G_{\text{п.с.}} = B \cdot g_{\text{п.с.}}, \quad (1.32)$$

мұндағы  $g_{\text{п.с.}}$  - жану өнімдерінің массасы,  $\alpha=1$  кезінде,  $g_{\text{п.с.}}=17,95$ ;

Жану камерасынан кейін артық ауа коэффициентін, келесі формула бойынша анықталады:

$$\alpha_{\text{к.с.}} = \frac{G_T - B}{G_{\text{возд.}}^0}, \quad (1.33)$$

$\varepsilon_{\text{расч}}=30$  қысымның жоғарылауының дәрежесін таңдағаннан кейін, жану өнімдерінің қоспасымен ауа кеңейетінін ескере отырып, турбинадағы газ жұмысының есебін нақтылаймыз.

$t_{\text{вх.т.}}=1104$  °С және  $\alpha_{\text{к.с.}} \approx 3,34$  болған кездегі турбина алдындағы газ энтальпиясы  $i_{\text{вх.т.}}=1345$  кДж/кг. Осы кезінде біз  $\psi=1,025$  түзету коэффициентін табамыз.  $\psi=1,025$  коэффициентін ескере отырып, турбинадағы газдың нақты жұмысы:

$$l_T^D = \psi \cdot l_T, \quad (1.34)$$

Турбина шығысындағы газ энтальпиясы, келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$i_{\text{вых.т.}} = i_{\text{вх.т.}} - l_T^D, \quad (1.35)$$

Турбина шығысындағы газдың энтальпиясы  $i_{\text{вых.т.}} = 509,1$  кДж/кг кезіндегі,

турбинаның шығысындағы газдың температурасы  $t_{\text{вых.т.}} = 50 \dots 500 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

ГТҚ-дағы 1кг жұмыс газының пайдалы жұмысын, турбомеханизмдердің механикалық және генераторының электромеханикалық ПӘК-гін ескере отырып, келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$l_{\text{п}}^{\text{э}} = (l_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{м}} - l_{\text{к}} \frac{1}{\eta_{\text{м}}}) \eta_{\text{эм}}, \quad (1.36)$$

Газ турбины қондырғының пайдалы әсер коэффициентін, келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$\eta_{\text{э}} = \frac{l_{\text{п}}^{\text{э}}}{q_{\text{к.с.}}}, \quad (1.37)$$

Жұмыс газының шығыны, келесі формула бойынша анықталады:

$$G_{\text{т}} = \frac{N_{\text{э}}}{l_{\text{п}}^{\text{э}}}, \quad (1.38)$$

Отынның нақты шығыны, келесі формула бойынша анықталады:

$$B_{\text{т}} = \frac{G_{\text{т}} \cdot q_{\text{к.с.}}}{Q_{\text{р}}^{\text{н}}}, \quad (1.39)$$

Пайдаланылған газдардағы артық ауа коэффициенті, келесі формула бойынша анықталады:

$$\alpha = \frac{G_{\text{т}} - B}{B - G_{\text{в}}^0}, \quad (1.40)$$

Пайдаланылған газдардағы оттегінің мөлшері, келесі формула бойынша анықталады:

$$21 \frac{G_{\text{т}} - G_{\text{п.с.}}}{G_{\text{т}}}, \quad (1.41)$$

БГТҚ жылу схемасының кәдеге жаратушы қазандықпен дұрыс есептелуі жылу балансының теңдігі бойынша тексеріледі:

$$q_{\text{к.с.}} \cdot \eta_{\text{к.с.}} = l_{\text{п}}^{\text{э}} + q_{\text{к.у.}} + q_{\text{эм}}, \quad (1.42)$$

мұндағы  $q_{\text{к.у.}}$  - кәдеге жаратушы қазаны қабылдаған жылу мөлшері, кДж/кг;



$q_{эм}$  - электромеханикалық шығындар, кДж/кг.

Электромеханикалық шығындар, келесі формула бойынша анықталады:

$$q_{эм} = (l_T - l_K) - l_{п}^э, \quad (1.43)$$

Қазандық утилизаторы қабылдаған жылу мөлшерін анықтау үшін, қазандық утилизатордың жылу есебін жүргізіп, одан кейін жоғарыда көрсетілген формула бойынша қазандық утилизатор орнатылған БГТҚ жылу схемасын есептеудің дұрыстығын тексеру қажет.

### 1.10-кесте - Турбинадағы газ жұмысының есептеу нәтижелері

| Шаманың атауы  | Белгіленуі      | Мәні   |
|--|-----------------|--------|
| 1  | 2               | 3      |
| Жұмыс газының толық шығыны, кг/с                         | $G_T$           | 184,2  |
| Отын шығыны, кг/с  | $B$             | 3,2    |
| Жану өнімдерінің саны, кг/с                              | $G_{п.с.}$      | 57,4   |
| Жану кезінде ауаның шығыны $\alpha=1$ болған кезде, кг/с | $G_{возд.}^0$   | 54,24  |
| Жану камерасынан кейінгі артық ауа коэффициенті          | $\alpha_{к.с.}$ | 3,34   |
| Турбинадағы газдың нақты жұмысы, кДж/кг                  | $l_T^D$         | 835,95 |
| Турбина шығысындағы газ энтальпиясы, кДж/кг              | $i_{вых.т.}$    | 509,1  |
| ГТҚ-дағы 1кг жұмыс газының пайдалы жұмысы, кДж/кг        | $l_{п}^э$       | 242,34 |
| Газ турбиналы қондырғының пайдалы әсер коэффициенті      | $\eta_э$        | 0,39   |
| Жұмыс газының шығысы, кг/с                               | $G_T$           | 193,9  |
| Отынның нақты шығыны, кг/с                               | $B_T$           | 3,36   |
| Пайдаланылған газдардағы артық ауа коэффициенті          | $\alpha$        | 3,34   |
| Пайдаланылған газдардағы оттегінің мөлшері, %            | -               | 14,78  |
| Электромеханикалық шығындар, кДж/кг                      | $q_{эм}$        | 33,1   |

1.5.4 Газ турбинасынан шыққан шығар газдардың жылуын пайдаланатын бу турбиналық қондырғысын есептеу

Бастапқы деректер:

- Бу қыздырғыштан шығатын будың орташа жылдамдығы,  $w=10,8$  м/с;
- отын, «Карталы-Тобол-Кокшетау-Астана» табиғи газы;
- қыздырылған будың орташа температурасы,  $t_{п}^{ср} = 256$  °С;

- қатты қызған будың үлес көлемі,  $t_{II}^{cp} = 256$  °C болған кезде,  
 $v_{п.п.} = 0,113$  м<sup>3</sup>/кг.

Будың параметрлерін анықтау. Бастапқы деректерді қолдана отырып, турбинаға кірген кезде, қатты қызған бу энтальпиясын "В Қосымшасы - Н-S диаграммасы" арқылы табамыз:  $i_{вх} = 2800$  кДж/кг.

"В Қосымшасы - Н-S диаграммасы" бойынша,  $P=1$  МПа и  $P=0,12$  МПа болған кездегі, регенеративті іріктеуде қыздырылған будың энтальпиясын анықталады:  $i_{р.отб.1} = 2700$  кДж/кг;  $i_{р.отб.2} = 2400$  кДж/кг.

"Б қосымшасы - қаныққан су буының қасиеттері" бойынша, іріктеу кезінде су буының энтальпиясын анықталады:  $i_{р.отб.1}^! = 765$  кДж/кг;  
 $i_{р.отб.2}^! = 440$  кДж/кг.

$P=1$  МПа болған кездегі, турбинадан шыққан кезде аса қыздырылған будың энтальпиясын, "В қосымшасы - Н-S диаграмма" бойынша анықталады:  $i_k = 2000$  кДж/кг.

Турбинаның шығысындағы су буының энтальпиясын, "Б қосымшасы - қаныққан су буының қасиеттері" бойынша анықталады:  $i_k^! = 130$  кДж/кг.

Біз қоректік суды жылытуға арналған бу шығынын анықтау үшін,  $\alpha_1$  және  $\alpha_2$  келесі формула бойынша табамыз:

$$\alpha_1 = \frac{i_{р.отб.1}^! - i_{р.отб.1}^!}{i_{р.отб.1}^! - i_{р.отб.1}^!}, \quad (1.44)$$

$$\alpha_2 = \frac{(1 - \alpha_1)(i_{р.отб.2}^! - i_k^!)}{i_{р.отб.2}^! - i_k^!}, \quad (1.45)$$

1 кг будың пайдалы жұмысын, келесі формула бойынша анықталады:

$$l_{0p} = i_1 - i_k - \alpha_1(i_{р.отб.1} - i_k) - \alpha_2(i_{р.отб.2} - i_k), \quad (1.46)$$

Бу турбинасының пайдалы әсер коэффициенті, келесі формула бойынша анықталады:

$$\eta = \frac{l_{0p}}{i_1 - i_{р.отб.1}^!}, \quad (1.47)$$

Турбинаға және регенеративті іріктеуге будың жалпы шығынын, келесі формула бойынша есептейміз:

$$D_0 = N \cdot d_0, \quad (1.48)$$

$$D_{p.отб.1} = D_0 \cdot \alpha_1, \quad (1.49)$$

$$D_{p.отб.2} = D_0 \cdot \alpha_2, \quad (1.50)$$

$$D_k = D_0 - D_{p.отб.1} - D_{p.отб.2}, \quad (1.51)$$

мұндағы  $D_k$  - конденсаторға түседі.

**1.11-кесте - Газ турбинасынан шыққан шығар газдарды пайдалынатын бу турбиналық қондырғысын есептеу нәтижелері**

| Шаманың атауы   | Белгіленуі    | Мәні   |
|---|---------------|--------|
| 1   | 2             | 3      |
| Қоректік суды жылытуға арналған бу шығыны                         | $\alpha_1$    | 0,14   |
|   | $\alpha_2$    | 0,12   |
| 1 кг будың пайдалы жұмысы, қДж/кг                                 | $l_{op}$      | 650    |
| Бу турбинасының пайдалы әсер коэффициенті                         | $\eta$        | 0,32   |
| Турбинаға және регенеративті іріктеуге будың жалпы шығысы, кг/сағ | $D_0$         | 528500 |
|   | $D_{p.отб.1}$ | 72933  |
|   | $D_{p.отб.2}$ | 61834  |
|   | $D_k$         | 393733 |

#### 1.5.5 БГЖЭС жалпы пайдалы әсер коэффициентін есептеу

Бу-газ станциясының жалпы пайдалы әсер коэффициенті, келесі формула бойынша анықталады:

$$\eta_{с.общ} = \frac{l_{п}^{\text{э}} \cdot \left(\frac{l_{op}}{2}\right)}{q_{об}} \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{oe} \cdot \eta_{oэ} \cdot \eta_m \cdot \eta_{г}, \quad (1.52)$$

Егер өз мұқтаждарына электр энергиясы шығынының үлесін  $\text{Э}_{св}=0,05$  қабылдайтын болса, онда:

$$\eta_{к.с.общ} = \eta_{с.общ} \cdot (1 - \text{Э}_{св}), \quad (1.53)$$

**1.12-кесте - БГЖЭС жалпы пайдалы әсер коэффициентін есептеудің нәтижелері**

| Шаманың атауы   | Белгіленуі       | Мәні  |
|---|------------------|-------|
| 1   | 2                | 3     |
| Бу-газ станциясының жалпы пайдалы әсер коэффициенті   | $\eta_{с.общ}$   | 0,695 |
| Егер өз мұқтаждарына электр энергиясы шығынының үлесін $\Delta_{св}=0,05$ қабылдайтын болса | $\eta_{к.с.общ}$ | 0,645 |

Бу-газ станциясының жалпы пайдалы әсер коэффициенті 0,645% құрады. Бұл өте жақсы көрсеткіш.

## 2 Тіршілік қауіпсіздігі

### 2.1 БГЖЭС жұмысынан Нұр-Сұлтан қаласының қоршаған ортасына әсерін талдау

Қазіргі таңда энергетиканың қоршаған ортаға әсері ерекше өткір болып табылады, өйткені қоршаған ортаның, атмосфераның және гидросфераның ластануы жыл сайын өсіп келеді.

Кәсіпорындар үшін парниктік газдар шығарындыларын есептеу әдістемесі барлық елдер үшін, 1996 және 2006 жылдардағы қабылданған әдістеме болып табылатын "МГЭИК парниктік газдарды ұлттық түгендеудің басшылық қағидаттарына" негізделген, оның ұсынымдары мен қағидаттары парниктік газдар шығарындылары мен ағындары туралы есептерге сәйкес келеді.

Атмосфераға турбинаның шығар газдарымен бірге ластаушы заттар түседі. Олар: азот оксиді, көміртегі оксиді, жанбайтын көмірсутектер, қатты бөлшектер.

Электр және жылу өндіру үшін және кәсіпорынның өз мұқтаждары үшін отын жағудан парниктік газдар эмиссияларын есептеу кезінде, көміртегі қостотығы ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) және азот шала тотығы ( $\text{N}_2\text{O}$ ) газдарының тікелей әсеріне бағалау жүргізілді.

Шығарындыларды есептеу үшін бастапқы кәсіпорын деректері қолданылады. Қызмет туралы деректерде жыл ішінде жағылған қазбалы отынның мөлшері мен түрі көрсетіледі.

Жекелеген көздер үшін, отынның әрбір түрінің шығарындыларды есептеу, келесі формула бойынша есептеледі:

$$E = M \cdot K \cdot \text{ТНЗ} \cdot K_2 \cdot \frac{44}{12}, \quad (2.1)$$

мұндағы  $E$  - салмақтық бірлікте  $\text{CO}_2$  жылдық шығарылымы, т/жыл;

$M$  - бір жыл ішінде нақты отын тұтыну, т/жыл;

$K_1$  - отындағы көміртектің тотығу коэффициенті (жанған көміртектің үлесін көрсетеді),  $K_1 = 0,995$ ;

$\text{ТНЗ}$  - тепло жылу шығару нетто-мәні, Дж/т, табиғи газ үшін

$\text{ТНЗ} = 34,78$  Дж/т тен, ілеспе мұнай газы үшін = 47,31 Дж/т;

$44/12$  - көміртекті көмірқышқыл газына айналдыру коэффициенті, сәйкесінше молекулалық салмақ: көміртегі - 12 г/моль,

$\text{CO}_2 = 44$  г/моль.

2022 жылы Нұр-Сұлтан қаласында, 572553 шартты отын жұмсалды, оның ішінде электр энергиясын өндіруге 205111 шартты отын жұмсалды (35,82 %), босатылған жылу энергиясына 367 442 шартты отын жұмсалды (64,18 %). 2.1 кестеде станцияның  $\text{CO}_2$  шығарындылары көрсетіліп тұр.

SGT-800 6 x 47,0 МВт алты газ турбиналық қондырғысын іске қосу кезінде отынның жылдық шығысы жылына 458 млн.м<sup>3</sup> құрайды:

- а) табиғи 39 640 мың.м<sup>3</sup> (8 %);  
 б) ілеспе мұнай газы 421 360 мың.м<sup>3</sup> (92 %).

### 2.1-кесте - Станцияның СО<sub>2</sub> шығарындылары

| Шаманың атауы  | Мәні                        |                                 |                                   |
|--|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>№, 2, 3 қазандық агрегаттарына түсетін газ тәрізді отынның шығыны</b> |                             |                                 |                                   |
|  | Жалпы                       | Табиғи                          | Ілеспе мұнай газы                 |
| Қазандық агрегаттарына түсетін газ тәрізді отынның шығыны                | 45956,8 мың нм <sup>3</sup> | 3676,54 мың.м <sup>3</sup> (8%) | 42280 мың.м <sup>3</sup> (92%)    |
| СО <sub>2</sub> шығарындылары:   | 132536,49 т/жыл             | 7016,34 т/жыл                   | 125520,15 т/жыл                   |
| Электр энергиясын өндіру үшін  | 47474,57 т/жыл              | 2513,25 т/жыл                   | 44961,32 т/жыл                    |
| Жылу энергиясын өндіру үшін  | 85061,92 т/жыл              | 4503,09 т/жыл                   | 80558,83 т/жыл                    |
| №2,3 қазандық агрегаттарында СО <sub>2</sub> шығарындылары:              | 132536,49 т/жыл             |                                 |                                   |
| <b>№ 4,5 қазандық агрегаттарына түсетін газ тәрізді отынның шығыны</b>   |                             |                                 |                                   |
|  | Жалпы                       | Табиғи                          | Ілеспе мұнай газы                 |
| Қазандық агрегаттарына түсетін газ тәрізді отынның шығыны                | 45956,8 мың нм <sup>3</sup> | 6028,32 мың.м <sup>3</sup> (8%) | 69325,67 мың.м <sup>3</sup> (92%) |
| СО <sub>2</sub> шығарындылары:   | 217316,18 т/жыл             | 11504,51 т/жыл                  | 205811,67 т/жыл                   |
| Электр энергиясын өндіру үшін  | 77842,65 т/жыл              | 4120,91 т/жыл                   | 73721,74 т/жыл                    |
| Жылу энергиясын өндіру үшін  | 139473,52 т/жыл             | 7383,59 т/жыл                   | 132089,93 т/жыл                   |

2.1 кестенің жалғасы

| Шаманың атауы  | Мәні                       |                                  |                                    |
|--|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| №4,5 қазандық агрегаттарында шығарындылары: CO <sub>2</sub>        | 217316,17 т/жыл            |                                  |                                    |
| №6,7,8,9 қазандық агрегаттарына түсетін газ тәрізді отынның шығыны |                            |                                  |                                    |
|  | Жалпы                      | Табиғи                           | Ілеспе мұнай газы                  |
| Қазандық агрегаттарына түсетін газ тәрізді отынның шығыны          | 265354 мың нм <sup>3</sup> | 21228,32 мың.м <sup>3</sup> (8%) | 244125,68 мың.м <sup>3</sup> (92%) |
| CO <sub>2</sub> шығарындылары:                                     | 765264,276 т/жыл           | 40512,36 т/жыл                   | 724751,916 т/жыл                   |
| Электр энергиясын өндіру үшін                                      | 274117,67 т/жыл            | 14511,53 т/жыл                   | 259606,14 т/жыл                    |
| Жылу энергиясын өндіру үшін  | 491146,61 т/жыл            | 26000,83 т/жыл                   | 465145,78 т/жыл                    |
| №6,7,8,9 қазандық агрегаттарында шығарындылары: CO <sub>2</sub>    | 765264,28 т/жыл            |                                  |                                    |

Жалпы станцияның CO<sub>2</sub> шығарындылары - 1 115 116,94 т/жыл құрайды. Оның ішінде электр энергиясын өндіру кезінде - 399 434,89 т/жыл құрайды. Жылу энергиясын өндіру кезінде - 715 682,05 т/жыл құрайды.

### 3 Экономикалық бөлім

#### 3.1 Энергетиканың экономикаға әсері

Кез келген елде энергетика мемлекет үшін стратегиялық маңызды экономиканың саласының негізі болып келеді.

Энергетиканы дамытудың перспективалық бағыты жылу электр станцияларының газ турбиналық және бу-газ энергетикалық қондырғыларымен байланысты. Экономикалық және экологиялық тұрғыдан алғанда, энергетикада БГҚ-ны қолдану электрлік тиімділікке 60% - дан астам қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, артықшылықтарға орнатылған қуат бірлігінің төмен құны кіреді.

#### 3.2 Есептеу үшін бастапқы деректер

Бастапқы деректер:

- Станцияның қуаты,  $N_y = 450$  МВт;
- Электр энергиясын өндірудің жылдық көлемі,  $\mathcal{E}_b = 2423,700$  млн. кВт·сағ;
- Жылу энергиясын босатудың жылдық көлемі,  $Q_b = 939,816$  мың Гкал;
- Белгіленген қуатты пайдалану сағаттарының саны,  $T_m = 5386$  сағ.;
- Бір кВт·сағ электр энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның үлестік шығысы,  $b_э = 265$  гут/кВт·сағ.;
- Бір Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның үлестік шығысы,  $b_T = 240$  кгут/Гкал;
- Газдың тығыздығы,  $\rho = 0,83$  кг/ м<sup>3</sup>;
- Отынның жылу бергіштік қасиеті,  $Q_p = 8345$  ккал/м<sup>3</sup>;
- Отын бағасы,  $C_T = 18$  мың тенге/м<sup>3</sup>.

#### 3.3 Энергияның жылдық босатылуын анықтау

Электр орталығының жұмысы кезінде өндірілген энергияның бір бөлігі өз қажеттіліктеріне жұмсалады. Қазіргі жылу электр станциялары отынның жануы кезінде бөлінетін жылудың шамамен 40 пайызын электр энергиясына айналдырады, қалғаны қоршаған ортаға шығарылады. Есептеулерде өз қажеттіліктеріне жұмсалатын электр энергиясының шығынын 8 пайыз мөлшерінде қабылдаймыз [2].

Электр энергиясының жылдық шығысын есептейміз:

$$\mathcal{E}_{от} = \mathcal{E}_b \cdot (1 - \mathcal{E}_{сн}), \quad (3.1)$$

$$\mathcal{E}_{от} = 2\,423,700 \cdot (1 - 0,08) = 2\,229,804 \text{ млн. кВт} \cdot \text{сағ}$$

Жылу энергиясының жылдық шығысын есептейміз:



$$Q_{от} = Q_{в} \cdot (1 - Q_{сн}), \quad (3.2)$$

$$Q_{от} = 939,816 \cdot (1 - 0,01) = 930,418 \text{ мың. Гкал}$$

### 3.4 Отын шығындарын анықтау

Электр энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның жылдық шығысы:

$$B_{э} = Э_{от} \cdot b_{э}, \quad (3.3)$$

$$B_{э} = 2229,804 \cdot 265 = 590,898 \text{ мың шартты отын тоннасы}$$

Жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның жылдық шығысы:

$$B_{т} = Q_{в} \cdot b_{т}, \quad (3.4)$$

$$B_{т} = 939,816 \cdot 240 = 225,556 \text{ мың шартты отын тоннасы}$$

БГТҚ-ның жалпы отын шығыны:

$$B_{y} = B_{э} + B_{т}, \quad (3.5)$$

$$B_{y} = 590,898 + 225,556 = 816,454 \text{ мың. шартты отын тоннасы}$$

Отынды төлеуге және оны тасымалдауға жұмсалатын шығындар табиғи отын бойынша жүзеге асырылатындығына байланысты, алынған отын шығынының шамаларын табиғи отынға ауыстыру қажет.

Табиғи отын шығыны:

$$B_{н} = B_{y} \cdot 870, \quad (3.6)$$

$$B_{н} = 816,454 \cdot 870 = 710315 \text{ мың. м}^3$$

Газдың жіберу бағасында табиғи газды магистральдық газ құбыры бойынша беруге және оны станцияға дейін тасымалдауға арналған шығындар ескерілген.

Отын шығындары:

$$И_{т} = B_{н} \cdot Ц_{т}, \quad (3.7)$$

$$И_{т} = 710315 \cdot 18 = 12780 \text{ млн. тенге}$$

### 3.5 Жалақы шығындарын есептеу

Өнеркәсіптік-өндірістік персонал пайдалану, жөндеу және әкімшілік-басқару персоналына бөлінеді. Оның мөлшері, негізінен, бірлі қуатына және негізгі энергия жабдықтарының санына, пайдаланылатын отын түріне, жөндеу жұмыстарын жүргізу тәсіліне байланысты болады [7].

Өнеркәсіптік-өндірістік персонал санын станцияның белгіленген электр қуатының 1 МВт-қа қанша персоналдың келетінін көрсететін штаттық коэффициент арқылы анықтауға болады. Станцияның белгіленген электр қуатты пайдалану сағаттарының ең көп саны және электр энергиясын жылдық өндіру арқылы анықталады, яғни Қазақстанның кейбір станцияларында жұмыс істейтіндердің саны туралы әдеби және нақты деректерге сәйкес штат коэффициентінің ( $K_{шт}$ ) мынадай орташаланған мәндерін қабылдауға болады: БГЖЭС үшін 0,99 адам/МВт.

Станция персоналының саны:

$$ЧП = K_{шт} \cdot N_y, \quad (3.8)$$

$$ЧП = 0,99 \cdot 450 = 445 \text{ адам}$$

Жалақының жалпы қорына мыналар кіреді:

- жұмыс істеген және жұмыс істемеген уақыт үшін ақшалай еңбекақы төлеу сомасы. Сонымен қатар, оған ынталандырушы қосымша ақылар мен үстемеақылар, сыйлықақылар, тамақтануға, отынға тұрақты төлемдер енгізіледі;

$$I_{зпо} = 1,5 \cdot 445 = 668,25 \text{ млн. тенге}, \quad (3.9)$$

- қосымша жалақы жұмыс уақытына байланысты емес төлемдерді (мемлекеттік міндеттерді орындау уақыты үшін кезекті, қосымша және оқу демалыстарын төлеу және т. б.) қамтиды.

$$I_{зпд} = 668,25 \cdot 0,15 = 100,237 \text{ млн. тенге}, \quad (3.10)$$

Жалақының жиынтық қорын айқындау формуласы:

$$I_{зп} = I_{зпо} + I_{зпд}, \quad (3.11)$$

$$I_{зп} = 668,25 + 100,237 = 768,48 \text{ млн. тенге}$$

### 3.6 Амортизациялық аударымдарды есептеу

Негізгі қорлар құнының бір бөлігін олардың тозуын өтеу үшін

амортизациялық аударымдар қолданылады. Амортизациялық аударымдар толық және ішінара қалпына келтіруге бөлінеді. Амортизациялық аударымдар станцияға жиынтық күрделі салымдар шамасынан пайызбен алынады. Өндіріс процесіне, өндірістік қорлардың қызмет ету мерзіміне, мақсатына, юойланысты, жабдықтың әр түріне өзіндік амортизация нормалары белгіленген.

Амортизация нормасы негізгі қорлардың құнын өтеудің, мемлекет белгілеген жылдық пайызын білдіреді және жыл сайынғы амортизациялық аударымдардың сомасын анықтайды.

Амортизация нормаларын мемлекет белгілейді және мерзімді түрде қайта қарастырылады, олар меншік нысандары мен шаруашылық жүргізу нысандарына қарамастан барлық кәсіпорындар мен ұйымдар үшін бірдей.

Қазіргі уақытта БГЖЭС-ке күрделі салымдарды қалпына келтіру құны бойынша бағалауға болады.

Есептеулерде біз БГЖЭС үшін,  $K_{уд}$  -ны 1500 \$/кВт, белгіленген қуат мөлшерін аламыз. АҚШ долларының құнын 440 теңге есебінен қабылдаймыз.

$$K = K_{уд} \cdot N_y, \quad (3.12)$$

$$K = 1500 \cdot 440 \cdot 450 \cdot 1000 = 249750 \text{ млн. тенге}$$

Орташа алғанда, блоктар мен тұтастай станцияның қуатына, тұтынылатын отын түріне байланысты амортизация нормасы 4-5% шегінде болады. Ірілендірілген есептеулерді жүргізу үшін амортизациялық аударымдардың нормасын  $K$  шамасынан 4,7% мөлшерінде аламыз.

$$I_{ао} = 0,047 \cdot K, \quad (3.13)$$

$$I_{ао} = 0,047 \cdot 249750 = 11736 \text{ млн. тенге}$$

### 3.7 Ағымдағы жөндеу жүргізуге арналған шығындарды есептеу

Ағымдағы жөндеу және техникалық қызмет көрсету энергетикадағы өндірістік-шаруашылық қызметтің қосалқы, бірақ өте маңызды элементі болып табылады. Шығындардың бұл құрамдас бөлігі, өндірістік жабдықты жөндеу шығындарынан басқа, жабдықты техникалық тексеруге және жұмыс жағдайында ұстауға (сүрту және майлау материалдары) шығындар да кіреді және мынадай мөлшерде анықталады:

$$I_{рем} = 0,15 \cdot I_{ао}, \quad (3.14)$$

$$I_{рем} = 0,15 \cdot 11736 \cdot 1000 = 1760 \text{ млн. тенге}$$

### 3.8 Шығарындылар үшін төлемақыны есептеу

Зиянды заттардың шығарындылары үшін төлем мөлшері шығарындылардың көлеміне байланысты, олар өз кезегінде жағылатын отынның түріне, оның мөлшеріне мен зиянды заттарды ұстау тәсіліне байланысты болады. Біздің жағдайда бұл компонентті қолданыстағы станциялармен салыстырғанда аналогия әдісімен анықтаймыз. БГЖЭС табиғи газбен жұмыс істеген кезде шығарындылар үшін төлем мөлшері аз болады және оны  $1000\text{м}^3$  газ үшін 80-100 теңге мөлшерінде қабылдауға болады.

$$I_{\text{выб}} = 90 \cdot V_{\text{н}}, \quad (3.15)$$

$$I_{\text{выб}} = 90 \cdot 710315 = 63,628 \text{ млн. тенге}$$

### 3.9 Жалпы станциялық және цехтық шығыстарды есептеу

Бұл құрамдас бөлік әкімшілік басқару (жалақы, іссапар), жалпы өндірістік (бірлесіп ұстау, зерттеу, оңтайландыру және еңбекті қорғау), негізгі шығыс аударымдар (техникалық насихат, жоғары тұрған ұйымдарды ұстау), цехтарға қызмет көрсету және оларды басқару (цехты басқару жалақысы және техникалық қызмет көрсету бойынша шығындар) шығындарын көздейді және ғимараттарды ағымдағы жөндеу, еңбекті қорғау бойынша шығындарды қамтиді [16].

Кеңейтілген есептеулер үшін, келесі формуланы қолдануға болады:

$$I_{\text{общ}} = 0,2 \cdot (I_{\text{ао}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{рем}}), \quad (3.16)$$

$$I_{\text{общ}} = 0,2 \cdot (11736 + 768,487 + 1760) = 2553 \text{ млн. тенге}$$

### 3.10 Энергияны босатудың өзіндік құнын есептеу

Коэффициентті қолдана отыру әдісі негізінде БГЖЭС үшін электр және жылу энергиясын өндіру шығындарын бөлуді қолданамыз:

$$K_p = \frac{B_z}{B_y}, \quad (3.17)$$

$$K_p = \frac{590,898}{816,454} = 0,724$$

Бұл электр энергиясын босатуға қанша отын жұмсалғанын көрсетеді, ал айырмашылық  $(1-K_p)$  жылу энергиясын босатуға арналған отын шығынының

үлесін көрсетеді.

Есептеулердің нәтижелерін әр компонент үшін жұмсалған энергия түрлері бойынша алынған коэффициентке сәйкес бөліп, нәтижелерді 3.1 - кестеге енгіземіз.

$$1 - K_p = 1 - 0,724 = 0,276, \quad (3.18)$$

**3.1-кесте - 450 МВт электр энергиясын өндіру кезінде электр және жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шығындардың құрамдас бөліктері**

| Шығындар                              | И, жалпы<br>млн. тг. | И <sub>э</sub> , эл. эн.<br>млн. тг. | И <sub>т</sub> , жылу эн.<br>млн. тг. |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Отын И <sub>т</sub>                   | 12780                | 9252,72                              | 3527,28                               |
| Жалақы қоры, И <sub>зп</sub>          | 768,487              | 556,182                              | 212,304                               |
| Аморт. аударым, И <sub>ао</sub>       | 11736                | 8496,864                             | 3239,136                              |
| Жөндеу, И <sub>р</sub>                | 1760,737             | 1274,311                             | 485,963                               |
| Жалпы станциялық, И <sub>об</sub>     | 2553                 | 1848,372                             | 704,628                               |
| Шығарын. үшін төлем, И <sub>выб</sub> | 63,628               | 46,067                               | 17,561                                |
| Шығындар жиыны                        | 29660                | 21355                                | 8305                                  |

Электр энергиясын босатудың өзіндік құны:

$$S_э = I_т + I_в + I_{зп} + I_{ао} + I_р + I_{об} + \frac{I_{выб}}{Э_{от}}, \quad (3.19)$$

$$S_э = \frac{21355}{2229,804} = 9,58 \frac{\text{тенге}}{\text{кВт сағ}} - 450 \text{ МВт үшін}$$

Жылу энергиясын босатудың өзіндік құны:

$$S_т = \frac{I_т + I_в + I_{зп} + I_{ао} + I_р + I_{об} + I_{выб}}{Q_{от}}, \quad (3.20)$$

$$S_т = \frac{8305}{930,418} = 8930 \text{ тенге/Гкал}$$

БГЖЭС-тен электр энергиясын босатудың өзіндік құны 9,58 тг/кВт сағ, ал жылу энергиясын босату 8930 тенге/Гкал құрайды, бұл табиғи газдағы электр станциялары жұмысының қазіргі деңгейіне сәйкес келеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста, Нұр-Сұлтан қаласы шарттары үшін қуаты 450 МВт және 170 Гкал бу-газ станциясын салудың кешенді жобасы әзірленді. Жобаланған станцияда екі бу-газ блогы орнатылған, олардың әрқайсысында үш SGT-800 газ турбины, SST-600 бу турбины және үш кәдеге жарату қазандығы бар. Отын ретінде табиғи газ пайдаланылады.

Станцияның жалпы тиімділігі 64.5%, өтелу мерзімі 3.5 жыл. Осы екі параметр бойынша БГҚ-ның басқа жылу станцияларына карағанда сөзсіз артықшылығы туралы айтуға болады. БГҚ-ға көшу тек экономикалық және энергетикалық аспектілерде ғана емес, сонымен қатар стратегиялық тұрғыдан да маңызды, өйткені энергияның жоғары деңгейі жаңа технологияларды қолдануға алғышарттар жасайды. Сыртқы энергетикалық ресурстарды тасымалдаушылардан тәуелсіздігін қалыптастырады.

Электр энергиясын босатудың өзіндік құнын есептеу нәтижесінде  $S_e=9,58$  тенге/кВт сағ., жылу энергиясы  $S_T = 8930$  тенге/Гкал. тең. Осыған сүйене отырып, бұл өте жақсы көрсеткіштер және олар жұмыс жағдайларына сәйкес келеді деп қорытынды жасауға болады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Белоконь Н.И., Поршаков Б.П. Газотурбинные установки на компрессорных станциях магистральных газопроводов. – М.: Недра, 1969. - 112 с.
- 2 Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС: учебное пособие для вузов. – М.: МЭИ, 2005. – 260 с.
- 3 Александрова А.А., Орлов К.А., Очков В.Ф. Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики. - М.: Издательство МЭИ. 2009. – 87 с.
- 3 Попырин Л.С., Волков Г.А., Дильман М.Д. Обоснование вида структурной схемы конденсационных парогазовых установок с учетом надежности //Известия РАН. Энергетика, № 3, 2000.- 65 с.
- 4 Виноградов А.Г., Григорьев А.В. Оценка технико-экономической эффективности модернизации ГТУ-ТЭС с использованием парогазовой технологии.// Газотурбинные технологии. 2004 №1. – 56 с.
- 5 Волкова Е.А., Новикова Т.М. Экономическая целесообразность форсированного внедрения ПГУ и ГТУ при обновлении тепловых электростанций // Газотурбинные технологии. 2004 №1. – 75 с.
- 6 Костин С.П., Пак А.Г. Комплексный подход к строительству и реконструкции электростанций с применением ПУ и ПГУ.// Газотурбинные технологии. 2004 №1. – 114 с.
- 7 Трухний А.Д., Паршина Н.С., Лукьянова Т.С. Расчет тепловых схем трухконтурных утилизационных парогазовых установок: учеб. Пособие – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 48с
- 8 Попова Т.М., Ходанова Т.В. Дипломное проектирование. Методические указания к выполнению экономической части. - Алматы, 2000.

## А ҚОСЫМШАСЫ

| <b>t, °C</b> | <b>O<sub>2</sub></b> | <b>N<sub>2</sub></b> | <b>CO</b> | <b>CO<sub>2</sub></b> | <b>H<sub>2</sub>O</b> | <b>SO<sub>2</sub></b> | <b>Воздух<br/>(абсолютно<br/>сухой)</b> |
|--------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| 0            | 0,9148               | 1,0304               | 1,0396    | 0,8148                | 1,8594                | 0,607                 | 1,0036                                  |
| 100          | 0,9232               | 1,0316               | 1,0417    | 0,8658                | 1,8728                | 0,636                 | 1,0061                                  |
| 200          | 0,9353               | 1,0346               | 1,0463    | 0,9102                | 1,8937                | 0,662                 | 1,0115                                  |
| 300          | 0,9500               | 1,0400               | 1,0538    | 0,9487                | 1,9192                | 0,687                 | 1,0191                                  |
| 400          | 0,9651               | 1,0475               | 1,0634    | 0,9826                | 1,9477                | 0,708                 | 1,0283                                  |
| 500          | 0,9793               | 1,0567               | 1,0748    | 1,0128                | 1,9778                | 0,724                 | 1,0387                                  |
| 600          | 0,9927               | 1,0668               | 1,0861    | 1,0396                | 2,0092                | 0,737                 | 1,0496                                  |
| 700          | 1,0048               | 1,0777               | 1,0978    | 1,0639                | 2,0419                | 0,754                 | 1,0605                                  |
| 800          | 1,0157               | 1,0881               | 1,1091    | 1,0852                | 2,0754                | 0,762                 | 1,0710                                  |
| 900          | 1,0258               | 1,0982               | 1,1200    | 1,1045                | 2,1097                | 0,775                 | 1,0815                                  |
| 1000         | 1,0350               | 1,1078               | 1,1304    | 1,1225                | 2,1436                | 0,783                 | 1,0907                                  |
| 1100         | 1,0434               | 1,1170               | 1,1401    | 1,1384                | 2,1771                | 0,791                 | 1,0999                                  |
| 1200         | 1,0509               | 1,1258               | 1,4493    | 1,1530                | 2,2106                | 0,795                 | 1,1082                                  |
| 1300         | 1,0580               | 1,1342               | 1,1577    | 1,1660                | 2,2429                | -                     | 1,1166                                  |
| 1400         | 1,0647               | 1,1422               | 1,1656    | 1,1782                | 2,2743                | -                     | 1,1242                                  |
| 1500         | 1,0714               | 1,1497               | 1,1731    | 1,1895                | 2,3048                | -                     | 1,1313                                  |
| 1600         | 1,0773               | 1,1564               | 1,1798    | 1,1995                | 2,3346                | -                     | 1,1380                                  |
| 1700         | 1,0831               | 1,1631               | 1,1865    | 1,2091                | 2,3630                | -                     | 1,1443                                  |
| 1800         | 1,0886               | 1,1690               | 1,1924    | 1,2179                | 2,3907                | -                     | 1,1501                                  |
| 1900         | 1,0940               | 1,1748               | 1,1983    | 1,2259                | 2,4166                | -                     | 1,1560                                  |
| 2000         | 1,0990               | 1,1803               | 1,2033    | 1,2334                | 2,4422                | -                     | 1,1610                                  |

**А.1-кесте – Тұрақты қысымдағы газдардың орташа көлемдік жылу сыйымдылығы**

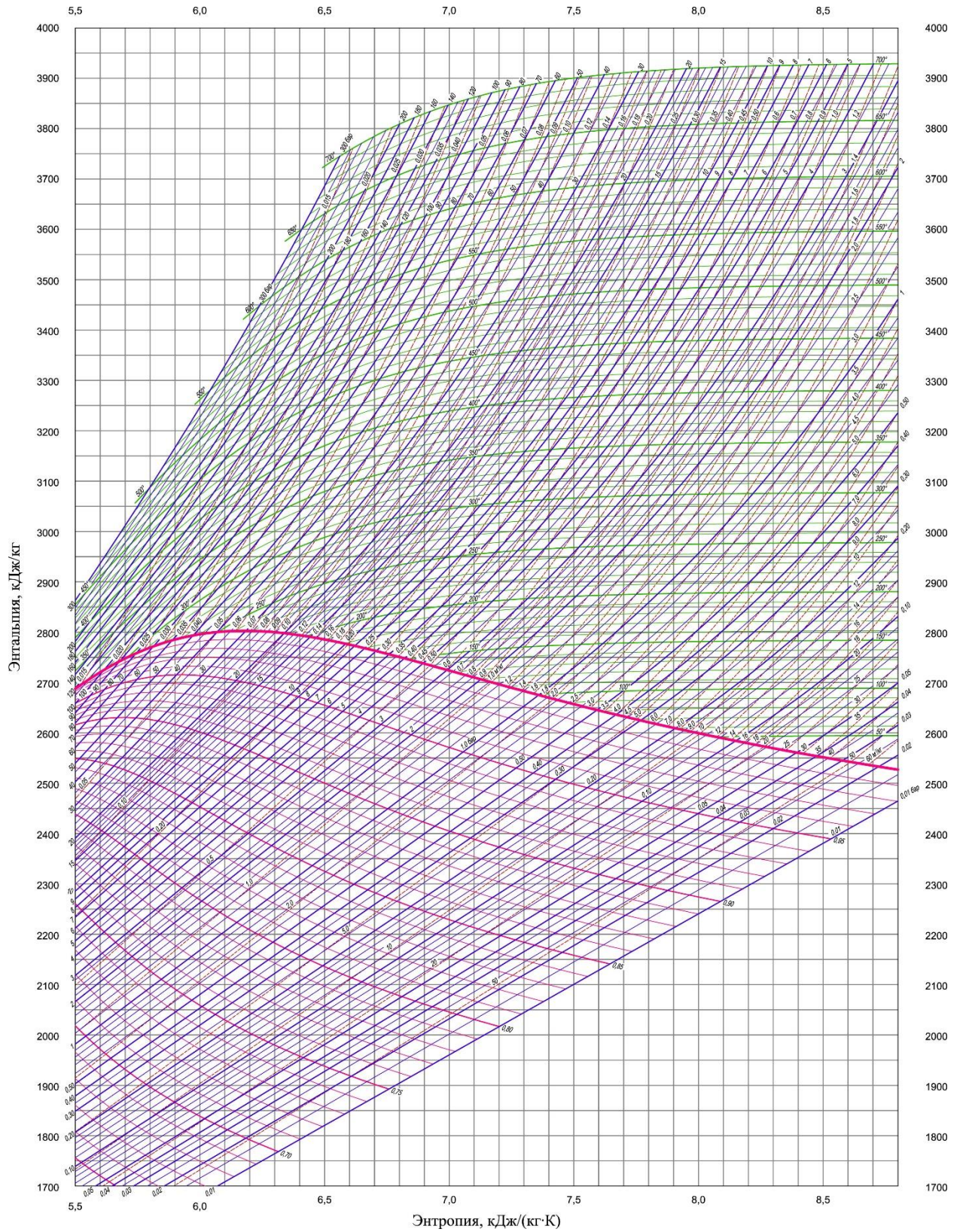


## Б ҚОСЫМШАСЫ

| $t, ^\circ\text{C}$ | $p \cdot 10^{-5},$<br>Па | $\rho',$<br>кг/м <sup>3</sup> | $h',$<br>кДж/кг | $r,$<br>кДж/кг | $c_p,$<br>кДж/кг<br>( $^\circ\text{C}$ ) | $\lambda \cdot 10^2,$<br>Вт/<br>( $^\circ\text{C}$ ) | $\alpha \cdot 10^6,$<br>м <sup>2</sup> /с | $\mu \cdot 10^6,$<br>Па·с | $\nu \cdot 10^6,$<br>м <sup>2</sup> /с | Pr   |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|--|--|---|---------------------------|--|------|
| 0,01                | 0,0061                   | 0,00485                       | 2501            | 2500           | 1,861                                    | 1,697  | 1888                                      | 9,156                     | 1888                                   | 1,00 |
| 10                  | 0,0123                   | 0,00939                       | 2519,4          | 2477           | 1,869                                    | 1,770  | 1011                                      | 9,493                     | 1011                                   | 1,00 |
| 20                  | 0,0234                   | 0,01729                       | 2537,7          | 2453           | 1,877                                    | 1,824  | 563,7                                     | 9,746                     | 563,7                                  | 1,00 |
| 30                  | 0,0424                   | 0,03037                       | 2555,9          | 2430           | 1,885                                    | 1,883  | 328,9                                     | 9,989                     | 328,9                                  | 1,00 |
| 40                  | 0,0738                   | 0,05117                       | 2574            | 2406           | 1,895                                    | 1,953  | 200,7                                     | 10,270                    | 200,7                                  | 1,00 |
| 50                  | 0,1233                   | 0,08303                       | 2591,8          | 2382           | 1,907                                    | 2,034  | 128,8                                     | 10,586                    | 127,5                                  | 0,99 |
| 60                  | 0,1992                   | 0,1302                        | 2609,5          | 2358           | 1,923                                    | 2,122  | 84,70                                     | 10,921                    | 83,88                                  | 0,99 |
| 70                  | 0,3116                   | 0,1981                        | 2626,8          | 2333           | 1,942                                    | 2,214  | 57,48                                     | 11,272                    | 56,90                                  | 0,99 |
| 80                  | 0,4736                   | 0,2932                        | 2643,8          | 2309           | 1,967                                    | 2,309  | 40,03                                     | 11,620                    | 39,63                                  | 0,99 |
| 90                  | 0,7011                   | 0,4232                        | 2660,3          | 2283           | 1,997                                    | 2,407  | 28,55                                     | 11,960                    | 28,26                                  | 0,99 |
| 100                 | 1,013                    | 0,598                         | 2676,3          | 2256,8         | 2,135                                    | 2,372  | 18,58                                     | 11,97                     | 20,02                                  | 1,08 |
| 110                 | 1,43                     | 0,826                         | 2691,8          | 2230,0         | 2,177                                    | 2,489  | 13,83                                     | 12,46                     | 15,07                                  | 1,09 |
| 120                 | 1,98                     | 1,121                         | 2706,6          | 2202,8         | 2,206                                    | 2,593  | 10,50                                     | 12,85                     | 11,46                                  | 1,09 |
| 130                 | 2,7                      | 1,496                         | 2720,7          | 2174,3         | 2,257                                    | 2,686  | 7,972                                     | 13,24                     | 8,85                                   | 1,11 |
| 140                 | 3,61                     | 1,966                         | 2734            | 2145,0         | 2,315                                    | 2,791  | 6,130                                     | 13,54                     | 6,86                                   | 1,12 |
| 150                 | 4,76                     | 2,547                         | 2746,3          | 2114,4         | 2,395                                    | 2,884  | 4,728                                     | 13,93                     | 5,47                                   | 1,16 |
| 160                 | 6,18                     | 3,258                         | 2757,7          | 2082,6         | 2,479                                    | 3,012  | 3,722                                     | 14,32                     | 4,39                                   | 1,18 |
| 170                 | 7,92                     | 4,122                         | 2768            | 2049,5         | 2,583                                    | 3,128  | 2,939                                     | 14,72                     | 3,57                                   | 1,21 |
| 180                 | 10,03                    | 5,157                         | 2777,1          | 2015,2         | 2,709                                    | 3,268  | 2,339                                     | 15,11                     | 2,93                                   | 1,25 |
| 190                 | 12,55                    | 6,394                         | 2784,9          | 1978,8         | 2,856                                    | 3,419  | 1,872                                     | 15,60                     | 2,44                                   | 1,30 |
| 200                 | 15,55                    | 7,862                         | 2791,4          | 1940,7         | 3,023                                    | 3,547  | 1,492                                     | 15,99                     | 2,03                                   | 1,36 |
| 210                 | 19,08                    | 9,588                         | 2796,4          | 1900,5         | 3,199                                    | 3,722  | 1,214                                     | 16,38                     | 1,71                                   | 1,41 |
| 220                 | 23,20                    | 11,62                         | 2799,9          | 1857,8         | 3,408                                    | 3,896  | 0,983                                     | 16,87                     | 1,45                                   | 1,47 |
| 230                 | 27,98                    | 13,99                         | 2801,7          | 1813,0         | 3,634                                    | 4,094  | 0,806                                     | 17,36                     | 1,24                                   | 1,54 |
| 240                 | 33,48                    | 16,76                         | 2801,6          | 1765,6         | 3,881                                    | 4,291  | 0,658                                     | 17,76                     | 1,06                                   | 1,61 |
| 250                 | 39,78                    | 19,98                         | 2799,5          | 1715,8         | 4,158                                    | 4,512  | 0,544                                     | 18,25                     | 0,913                                  | 1,68 |
| 260                 | 46,94                    | 23,72                         | 2795,2          | 1661,4         | 4,468                                    | 4,803  | 0,453                                     | 18,84                     | 0,794                                  | 1,75 |
| 270                 | 55,05                    | 28,09                         | 2788,3          | 1604,4         | 4,815                                    | 5,106  | 0,378                                     | 19,32                     | 0,688                                  | 1,82 |
| 280                 | 64,19                    | 33,19                         | 2778,6          | 1542,9         | 5,234                                    | 5,489  | 0,317                                     | 19,91                     | 0,600                                  | 1,90 |
| 290                 | 74,45                    | 39,15                         | 2765,4          | 1476,3         | 5,694                                    | 5,827  | 0,261                                     | 20,60                     | 0,526                                  | 2,01 |
| 300                 | 85,92                    | 46,21                         | 2748,4          | 1404,3         | 6,280                                    | 6,268  | 0,216                                     | 21,29                     | 0,461                                  | 2,13 |
| 310                 | 98,70                    | 54,58                         | 2726,8          | 1325,2         | 7,118                                    | 6,838  | 0,176                                     | 21,97                     | 0,403                                  | 2,29 |
| 320                 | 112,9                    | 64,72                         | 2699,6          | 1238,1         | 8,206                                    | 7,513  | 0,141                                     | 22,86                     | 0,353                                  | 2,50 |
| 330                 | 128,65                   | 77,10                         | 2665,5          | 1139,7         | 9,880                                    | 8,257  | 0,108                                     | 23,94                     | 0,310                                  | 2,86 |
| 340                 | 146,08                   | 92,76                         | 2622,3          | 1027,1         | 12,35                                    | 9,304  | 0,0811                                    | 25,21                     | 0,272                                  | 3,35 |
| 350                 | 165,37                   | 113,6                         | 2566,1          | 893,1          | 16,24                                    | 10,70  | 0,0580                                    | 26,58                     | 0,234                                  | 4,03 |
| 360                 | 186,74                   | 144,0                         | 2485,7          | 719,7          | 23,03                                    | 12,79  | 0,0386                                    | 29,14                     | 0,202                                  | 5,23 |
| 370                 | 210,53                   | 203,0                         | 2335,7          | 438,4          | 56,52                                    | 17,10  | 0,0150                                    | 33,75                     | 0,166                                  | 11,1 |

Б.1-кесте - Қаныққан су буының қасиеттері

# В ҚОСЫМШАСЫ



В.1-сурет -  $h-s$  диаграмма

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Мейрамғали Исламғали Куанышулы

5B071700 – «Жылу энергетика» мамандығы

Тақырыбы: Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр станциясын жобалау

Бұл тақырып бірқатар себептер бойынша маңызды және өзекті болып табылады. Қазіргі уақытта жылу электр станциялары ескірген. Оларды жаңарту немесе жаңа қуат көздерін салу қажет. Бу-газ технологиясын пайдалану атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын қысқартуға мүмкіндік береді. Бу-газ электр станциялары жоғары ПӘК-ке ие.

Дипломдық жұмыс стандарттарға сәйкес келеді. Кіріспеде жұмыстың өзектілігінің негіздемесі, мақсаты, міндеттері, зерттеу әдістері қамтылған. Бірінші бөлімде Нұр-Сұлтан қаласының орналасқан жері мен климаттық жағдайлар қарастырылады. Екінші бөлімде станцияға арналған жабдыққа талдау жасалады есептеу жүргізілді. Үшінші бөлімде экологиялық мәселелер қарастырылды. Төртінші бөлімде өтелу мерзімі және электр және жылу энергиясын беру құны есептелді.

Дипломдық жұмысты жазу барысында студент күнтізбелік кесте мерзімдерін сақтап, теориялық және статистикалық материалдармен жақсы жұмыс жасау дағдыларын көрсетті.

Жалпы, студент диплом жұмысының тақырыбын толық және дәл ашты. Кемшіліктер табылған жоқ. Жұмыс қорғауға жіберіледі. Дипломдық жоба «95/А/жақсы» деген бағаға, ал студент Мейрамғали Исламғали 5B071700 – Жылу энергетика мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші:  
«Энергетика» кафедрасының  
PhD докторы, қауым., профессоры  
(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)



Д.Р. Умышев

Күні:

«28» 05 2022 ж.

## СЫН – ПІКІР

Дипломдық жұмыс

Мейрамғали Исламғали Қуанышулы

5B071700 – «Жылу энергетика» мамандығы

Тақырыбы: Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр станциясын жобалау

### ЖОБАҒА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Дипломдық жоба бойынша Нұр-Сұлтан қаласы шарттары үшін қуаты 450 МВт және 170 Гкал бу-газ станциясын салудың кешенді жобасы әзірленді.

Тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде атмосфераға парниктік газдар шығарындыларын есептеу келтірілген. Атмосфераға, жылу және электр энергиясын өндіруге  $CO_2$  жылдық шығарындылары есептелген.

Нұр-Сұлтан қаласы үшін БГЖЭС құрылысының өзін-өзі ақтау мерзімі есептелді. Өтелу мерзімі-3,5 жыл. Электр энергиясын босатудың өзіндік құнын есептеу нәтижесінде  $S_3 = 9,58$  тг/кВт сағ, жылу энергиясы  $S_T = 8930$  тенге/Гкал. тең.

Жұмыста пайдаланылған әдебиеттер тізімі аз.

### ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Дипломдық жұмыста бүкіл мәселелер толықтай қарастырылған дей келе, «95/А/жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Мейрамғали Исламғали 5B071700 - «Жылу энергетика» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Сын – пікір беруші:

Логистика және көлік академиясы,  
PhD докторы, қауым., профессоры

Күні:



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мейрамғали Исламғали Куанышулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр станциясын жобалау

Научный руководитель: Диас Умышев

Коэффициент Подобия 1: 4.9

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 60

Интервалы: 2

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

*допускается к защите*

Дата

*19.05.2022*

Заведующий кафедрой *Сариев Е.А.*



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мейрамғали Исламғали Куанышулы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Нұр-Сұлтан жағдайына бу-газ қондырғысы негізіндегі жылу электр станциясын жобалау

Научный руководитель: Диас Умышев

Коэффициент Подобия 1: 4.9

Коэффициент Подобия 2: 1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 60

Интервалы: 2

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: *плагиат проетен, допустить*

Дата

*19.05.2022*



проверяющий эксперт