

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Мұхтаров Жасұлан Майданұлы

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның жобасы

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**

Кафедра меңгерушісі, PhD докторы  
қауымдастырылған профессор

 Е.А. Сарсенбаев  
« 20 » 05 2022 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның  
жобасы»

5B071700– «Жылу энергетикасы»

Орындаған

Мұхтаров Ж.М.

Сын-пікір беруші

Ғылыми жетекші

АЭЖБУ профессоры, техн. ғыл. канд.

техн. ғыл. магистрі, сениор-лектор

 Р.А. Мусабеков  
(қолы)

 А.С. Нығыманова  
(қолы)

« 19 » мамыр 2022 ж.

« 19 » 05 2022 ж.

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» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі, PhD докторы  
Қарастырылған профессор  
Е.А. Сарсенбаев  
2022 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Мұхтаров Жасұлан Майданұлы

Тақырыбы: Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның жобасы

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы «16» .

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

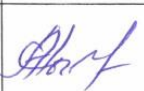
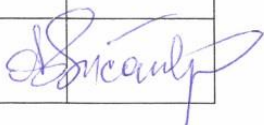
- а) ЖЭО негізгі жабдықтарды таңдау
- б) Станцияның жалпы жоспары
- в) Ауа және отын жануының энтальпиясы есебі

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 11 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері | Ескерту |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| ЖЭО негізгі жабдықтарды таңдау                  | 10.03.2022                          | мағ     |
| Станцияның жалпы жоспары                        | 04.04.2022                          | мағ     |
| Ауа және отын жануының энтальпиясы есебі        | 20.04.2022                          | мағ     |

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                                                                                  |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ЖЭО негізгі жабдықтарды таңдау | Нығыманова А.С.,<br>Техн.ғыл.магистрі,<br>сениор-лектор      | 19.05.2022 ж      |   |
| Станцияның жалпы жоспары       | Нығыманова А.С.,<br>Техн.ғыл. магистрі,<br>сениор-лектор     | 19.05.2022 ж      |  |
| Газбен жабдықтау               | Нығыманова А.С.,<br>Техн.ғыл.магистрі,<br>сениор-лектор      | 19.05.2022 ж      |  |
| Норма бақылаушы                | Бердібеков Ә.О.<br>сениор-лектор                             | 19.05.2022 ж      |  |

Ғылыми жетекші  Нығыманова А.С.  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Мұхтаров Ж.М.  
(қолы)

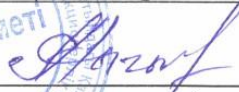
Күні « 24 » 01. 2022 ж

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері | Ескерту |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| ЖЭО негізгі жабдықтарды таңдау                  | 10.03.2022                          | мақ     |
| Станцияның жалпы жоспары                        | 04.04.2022                          | мақ     |
| Ауа және отын жануының энтальпиясы есебі        | 20.04.2022                          | мақ     |

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                                                                                  |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ЖЭО негізгі жабдықтарды таңдау | Нығыманова А.С.,<br>Техн.ғыл.магистрі,<br>сениор-лектор      | 19.05.2022 ж      |   |
| Станцияның жалпы жоспары       | Нығыманова А.С.,<br>Техн.ғыл. магистрі,<br>сениор-лектор     | 19.05.2022 ж      |  |
| Газбен жабдықтау               | Нығыманова А.С.,<br>Техн.ғыл.магистрі,<br>сениор-лектор      | 19.05.2022 ж      |  |
| Норма бақылаушы                | Бердібеков Ә.О.<br>сениор-лектор                             | 19.05.2022.       |  |

Ғылыми жетекші  Нығыманова А.С.  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Мұхтаров Ж.М.  
(қолы)

Күні « 24 » 01 2022 ж

## КІРІСПЕ

Қазіргі өмір өндірістің, жылуэнергия өндірісі мен көліктің барлық түрін қолдану аймағының кезеңімен сипатталады. Энергияны пайдаланудың өсуіне байланысты қоршаған ортаға әсері айқындала түсуде.

Шымкентте тағы бір жаңа қазіргі заманғы жоғары технологиялық қондырғылармен жылу электр станциясын салу керек. 2025 жылға қарай тұрғындар саны 1,5 млн дейін көбейеді. Қазіргі уақытта қалада 1,1 млн адам тұрады. Болашақта Шымкентте көпқабатты үйлердің құрылысы қарқынды жүргізіледі, бұл орталықтандырылған жылу тұтынудың көбеюіне әкеледі. Жүргізілген есептер бойынша жылулық жүктеме 2025 жылға қарай үш жарым есе көбейеді және жалғыз ЖЭО-3 бір қаланы жылуландыруға шамасы жетпейді.

Жылдан жылға тұрғын санының көбеюіне байланысты өндіріс орындары да көбейеді, сондықтан өндіріске жіберілетін бу, жылу тұтыну және жылуландыру ұлғаяды. Осыған байланысты маңызды шешімнің бірі Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ны жобалау болып табылады. Өйткені бұл турбинаның жылуландыру және өндірістік алымдары бар.

Магистральды газқұбыры жылуэлектрорталығына оңтүстік жақтан, яғни ЖЭО-3-тен Өзбекістан газы тартылады.

ЖЭО аумағы толығымен ғимараттардан соғылған.

Жалпы жоспарды жасау кезінде технологиялық байланысты есептеумен аумақты жылу трасса, транспорт, кезекті құрылысты салу талаптары ескеріледі.

Тұрғын жайдан құрылыс аумағы 3 км ауылшаруашылық егістікпен және жасыл орнатумен бөлінеді.

Электростанция алаңында ЖЭО-ның қосымша корпусы бас корпуспен жалғанған, отынды мазутшаруашылығы, магистральды газ құбыры, градирня, трансформаторлар, ашық таратушы қондырғы, административті – тұрмыстық корпус орналасады.

ЖЭО-нің оң жағында өртке қарсы бөлікпен мазут шаруашылығы және мазут сақтау орналасқан.

Электростанция ауданының өлшемі технологиялық, санитарлы, өртке қарсы талап бойынша ғимарат пен құрылыстар арасы талап етілетін минимальді ажыратумен бөлінген. Ішкі автомобильді жолмен құрылыс алаңын байланыстыратын негізгі автомобильдік жол аумақтың батыс жағынан салынған.

Жылу электр станциясының бас корпусы деп ішінде негізгі және онымен байланысты қосымша энергетикалық жабдықтар орналасқан, сонымен бірге негізгі технологиялық процес отын жану жылуы электр энергиясына айналдыруды іске асыратын қондырғылар орналасқан бас ғимаратты айтады. Өндірістік қондырғылар мен электр станцияның жабдықтары арасында бас корпус ерекше орын алады, онда әртүрлі технологиялықағындар кіріп шығады.

## 1 ЖЭО негізгі жабдықтарын таңдау

### 1.1 Негізгі жабдықтардың сипаттамасы

Бутурбиналық ЖЭО-нің негізгі жылулық агрегаты бу қазаны мен бу турбинасы болып табылады. Бу қазаны отын беру кезінде бөлінетін жылуды қолдану есебінен оған үздіксіз түсетін судан бу өндіру үшін түтіктік беттік қыздыру жүйесі болады. Қазанға түсетін су қоректік су деп аталады. Қазанда қоректік су қайнау температурасына дейін қыздырылады, ал сосын алынған қаныққан бу аса қыздырылады. Аса қызған бу турбинаға түседі, онда оның жылу энергиясы вал айналдыру арқылы механикалық энергияға айналады. Турбина валы электр генераторымен байланысты, яғни онда механикалық энергия электр энергиясына айналады. (1-кесте)

Шымкент қаласында ЖЭО-ны жобалау бойынша тапсырмаға сәйкес негізгі қондырғыларды таңдаймыз, 60 МВт қуаттылықтағы ПТ-60-90 3 турбинасын, берілген параметрде осы турбинаны бұмен қамтамасыз ететін БКЗ–160–100 6 қазан агрегатын таңдаймыз.

#### 1-кесте-Турбоагрегаттар

| Станциялық номері,<br>өндіруші зауыт түрі | Параметрлері  |                   | Номиналді<br>(орнатылған)<br>қуаттылығы |
|-------------------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------------------|
|                                           | Қысым,<br>МПа | Температура<br>°C |                                         |
| 1                                         | 3             | 4                 | 5                                       |
| Ст № 1<br>ПТ-60-90/13                     | 8,82          | 535               | 60                                      |
| Ст № 2<br>ПТ-60-90/13                     | 8,82          | 535               | 60                                      |
| Ст № 3<br>ПТ-60-90/13                     | 8,82          | 535               | 60                                      |

#### 1.1.1 ПТ-60-90 бу турбиналық қондырғысы

ПТ-60-90 бу турбинасының сипаттамасы:

- электрлік қуаттылығы 60 МВт;
- турбинаға бу шығыны 384 т/сағ;
- бу параметры: қысымы 8,82 МПа ;  
температурасы 535 °C;
- алымдардан бу шығыны:  
өндірістік 250 т/сағ;  
жылуландыру 160 т/сағ;

ПТ-60-90 бірвалды, екіцилиндрлі агрегат. ПТ-60-90 турбинасының 7 алымы бар: олардың ішінде 2 реттелетін: өндірістік және жылуландыру. Алымдардың мұндай саны регенерацияның дамыған жүйесін қамтамасыз етеді: 3 ЖҚҚ, 3 ТҚҚ. Қоректік су деаэраторы төменгі ЖҚҚ қосылған алымға жалғанған, сондықтан деаэратор қоректік суды қыздырудың бөлек сатысы болмайды. ТҚҚ-дің 15 сатысы бар. Өндірістік алымының абсолютті қысымы 1,275-0,29 МПа және жылуландыру алымы жоғарғы абсолютті қысыммен 0,049-0,245 МПа мен төменгі алымының қысымы 0,029-0,118 МПа болады. Жылуландыру алымының қысымын реттеу жоғарғы жылуландыру алымының камерасында орнатылған реттегіш диафрагма көмегімен жүзеге асады. Жылуландыру алымында реттегіш қысым сақталады: жоғарғы алымда-екі жылуландыру алымы қосылған кезде, ал төменгі алымда-тек бір төменгі жылуландыру алымы қосылған кезде. Желілік су желілік қыздырғыштар арқылы қыздырудың жоғарғы және төменгі сатысынан тізбектей және бір мөлшерде жіберіледі. Желілік қыздырғыштар арқылы өтетін су бақыланады. (1-сурет)

Қоректік суды қыздыру ТҚҚ-та, деаэраторда және ЖҚҚ-та тізбектей қыздырылады.

Өндірістік және жылуландыру алымдары өшіріліп тұрғанда және салқындатылатын су шығыны  $8000 \text{ м}^3/\text{сағ}$ , температурасы  $20^\circ\text{C}$  кезінде турбинаның максималды қуаты 60 МВт.

ЖҚЦ алдыңғы бөлігі бірвенецті реттегіш сатысымен 16 қысым сатысынан тұрады.

ТҚЦ алдыңғы бөлігі үш бөліктен тұрады: біріншісінде реттегіш сатысымен жеті қысым сатысы бар, екіншісінде екі қысым сатысы, үшіншісінде реттегіш саты және екі қысым сатысы бар.

Жоғарғы қысымды ротор – біртұтас. Төмен қысымды ротордың бірінші он дискісі білікпен бекітілген, ал қалған үш дискі кіріктірілген.

ЖҚЦ мен ТҚЦ роторы бір-бірімен фланец көмегімен жалғанады. ТҚЦ мен ТВФ-80-2 генераторы қатты муфта арқылы біріктіріледі.

Турбинаның бу таратушысы-сопловық. Жаңа бу бөлек тұрған бу қорабына беріледі, мұнда өткізу құбырымен бу турбинаның реттеуші клапандарына түседі.

ЖҚЦ шығысында бу бөлігі реттелетін өндірістік алымға кетеді, қалғаны ТҚЦ-ге бағытталады. Жылуландыру алымы ТҚЦ сәйкес камераларынан іске асады.

Турбина біліктік айналу қондырғысымен жабдықталған, турбоагрегаттың айналмалы білік жиілігі  $3/4 \text{ айн/мин}$ .

Турбина жұмысы желіде 50 Гц ток жиілігіне есептелген, яғни турбоагрегат роторының айналу жиілігі  $50 \text{ с}^{-1}$  (3000 айн/мин).

Регенерация жүйесінде келесі элементтер бар:

- бу сорғыш эжекторды қолдану кезіндегі эжектор салқындатқыш
- бу тығыздағышты салқындату, эжектор көмегімен төмен қысымды камерадан сорылатын бу жылуын қайта қолдануға арналған.

- сальникті қыздырғыш, артық қысымды камера тығыздағышынан бу жылуын қайта қолдану үшін арналған.

Осы элементтердің сенімді жұмысы үшін олар арқылы жеткілікті конденсат шығыны берілу керек. Сондықтан конденсаторға буды аз жіберу режимінде рециркуляция сызығы қосылады. Конденсат шығынын реттеу осы сызық арқылы автоматты түрде орындалады.

Қазіргі турбинада ЖҚҚ негізгі қыздыру бетінен басқа қыздырылған буды салқындату (ҚБС) мен дренажды салқындату (ДС) бар.

Циркуляциялық жүйенің қосу эжекторы турбоқондырғыны қосу алдында жүйені сумен толтыруға арналған, сонымен бірге май салқындатқыштың жоғарғы су камерасы мен циркуляциялық су құйылудың жоғарғы нүктесінде жиналып қалған ауаны кетіреді.

Регенеративті қондырғы қоректік суды турбинаның реттелмейтін алымынан алынған бумен қыздыруға арналған, төрт сатылы ТҚҚ, үш сатылы ЖҚҚ және деаэратор. Барлық қыздырғыштар беттік типті.

ТҚҚ бөлек топпен орнатылады.

ЖҚҚ №1,2,3 –бу салқындатқыш пен дренаж салқындатқыш кіріктірілуімен тік конструкциялы. ЖҚҚ топтық қорғаныспен жабдықталған, ол судың кірісі мен шығысындағы автоматты жіберетін жіне кері клапан, электромагнитті автоматты клапан, қосу құбыры, қыздырғышты өшіруден тұрады.

ЖҚҚ пен ТҚҚ электронды реттегішпен басқарылатын конденсат айдайтын реттегіш клапанмен жабдықталған.

Қыздырғыштан қызған бу конденсатын кеңейткіш бакке каскадты құяды. Кеңейткіш бактен конденсат құю сорғысымен айдалады.

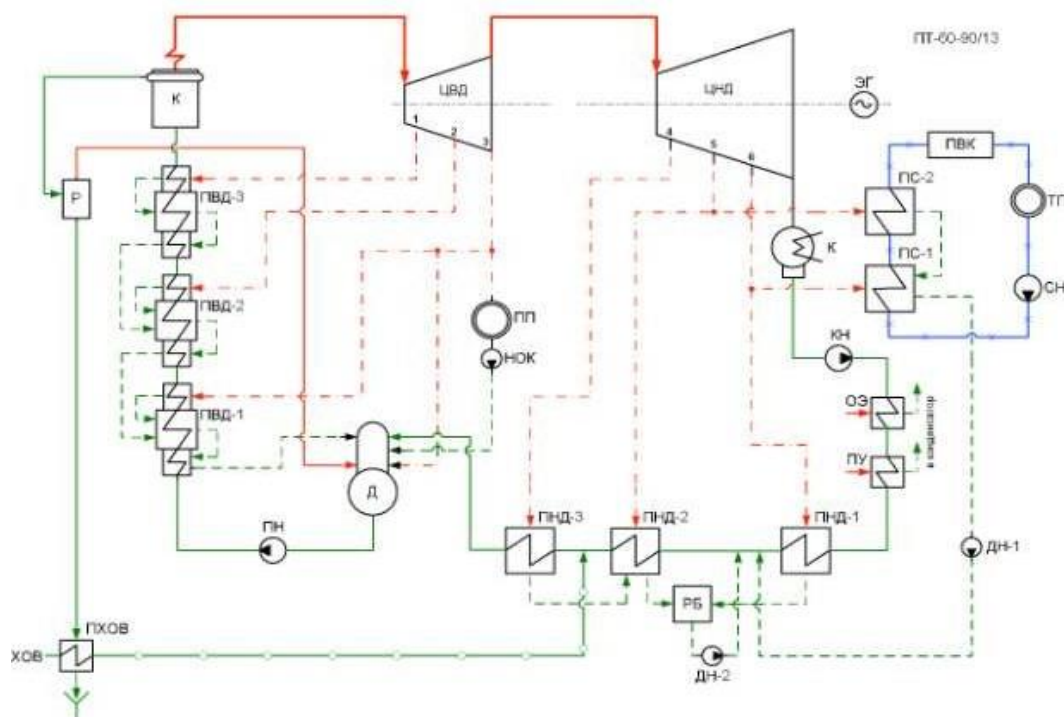
Желілік суды қыздыратын қондырғы екі желілік қыздырғыштан, конденсатты және желілік сорғыдан тұрады. Әр қыздырғыш тік бу сулы жылуалмастырғыш аппарат.(2-кесте)

## 2-кесте-Қосымша жабдықтар

| Жабдықтар                                       | ПТ-60-90                                        |                         |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
|                                                 | Типтік өлшем                                    | Жылулық схемада         |
| 1                                               | 2                                               | 3                       |
| Конденсатор                                     | 50 КҚС-4                                        | К                       |
| Төмен қысымды қыздырғыш<br>ТҚҚ1<br>ТҚҚ2<br>ТҚҚ3 | ПН-100-16-4-I<br>ПН-130-16-9-I<br>ПН-130-16-9-I | ПНД-1<br>ПНД-2<br>ПНД-3 |
| Деаэратор                                       | ДП-225-7                                        | Д                       |
| Желілік су қыздырғышы<br>жоғарғы, төменгі       | ПСВ-500-3-23<br>ПСВ-500-3-23                    | ПС-1<br>ПС-2            |

2-кесте жалғасы

| Жабдықтар           | ПТ-60-90     |                 |
|---------------------|--------------|-----------------|
|                     | Типтік өлшем | Жылулық схемада |
| 1                   | 2            | 3               |
| Сальникті қыздырғыш | ПС-50-1      | СП              |
| Эжектрлі қыздырғыш  | ЭП-3-700-1   | ЭП              |
| Майсалқындатқыш     | МП-165-150-1 | -               |
| Конденсатты сорғы   | 8КСД-6-3     | КН              |
| Дренажды сорғы      | ЗКС-6, 4КС-8 | ДН              |
| Қоректік сорғы      | ПЭН-450-120  | ПЭН             |



1-сурет-ПТ-60-90 турбинының жылулық сұлбесі

1.1.2 БКЗ–160–100 бу қазанының сипаттамасы

БКЗ–160–100 бу қазаны бірбарабанды, табиғи айналыммен тік-суқұбырлы, П-типті құрастырылымы бар, газ отынына арналған. Қазанды жағу мазутпен іске асады, арнайы мазутты форсункалар қарастырылған. Оттық үстінде және көлденең газ жүру жолында төрт сатыдан тұратын радиациялық – конвективті буды аса қыздырғыш орналасқан. Қыздырылған бу

температурасын реттеу өзіндік конденсатты бүркумен екі сатыда жүзеге асады.

Оттық үстінде және көлденең газ жүру жолында төрт сатыдан тұратын радиациялық – конвективті буды аса қыздырғыш орналасқан. Қыздырылған бу температурасын реттеу өзіндік конденсатты бүркумен екі сатыда жүзеге асады.

Конвективті шахтада газ жүру бойынша екінші сатылы су экономайзері, екінші сатылы құбырлы ауа қыздырғыш, бірінші сатылы су экономайзері, бірінші сатылы құбырлы ауа қыздырғыш орналасқан.

Қазан жағу үшін өндіргіштігі сағатына 0,8 т мазут болатын 6 механикалық мазутты бүріккі қарастырылған.

Түтіндік газды тазарту суарудың интенсивті сүлбесі бойынша дымқыл күл ұстағышта жүргізіледі (суарылатын судың жоғары шығыны кезінде). Күлұстағыш қондырғыдан түтіндік газдың температурасын 70 °С дейін көтеру үшін таза газ құрастыру қорабына ауа қыздырғыштан кейін ыстық ауа беріледі.

Ауа қыздырғыш алдында ауаның температурасы үрлеу желдеткішінің сору қорабынан ыстық ауа рециркуляциясымен реттеледі.

Барлық қазандық агрегаттарына толық өңдеуші зауыт келісімі бойынша бірінші сатылы қалқаны толық бөлшектеумен буды аса қыздырғыштар құрастырылған.

Конвективті шахтада газ жүру бойынша екінші сатылы су экономайзері, екінші сатылы құбырлы ауа қыздырғыш, бірінші сатылы су экономайзері, бірінші сатылы құбырлы ауа қыздырғыш орналасқан. Дайындаушы завод Барнауыл қазандық заводы.

Қазан жағу үшін өндіргіштігі сағатына 0,8 т мазут болатын 4 механикалық мазутты бүріккі қарастырылған.

Ауа қыздырғыш алдында ауаның температурасы үрлеу желдеткішінің сору қорабынан ыстық ауа рециркуляциясымен реттеледі.

Барлық қазандық агрегаттарына толық өңдеуші зауыт келісімі бойынша бірінші сатылы қалқаны толық бөлшектеумен буды аса қыздырғыштар құрастырылған.(3-кесте)

|                             |               |         |
|-----------------------------|---------------|---------|
| Қазанның бу өнімділігі      | 160 т/сағ     |         |
| Бу параметрі:               | қысымы        | 9,8 МПа |
|                             | температурасы | 540 °С  |
| Қоректік су температурасы   | 215 °С        |         |
| Шығарынды газ температурасы | 130 °С.       |         |

Пиктік жылу жүктемесін жабу үшін ЖЭО-да ПТВМ-100 типті 5 сужылыту қазаны қарастырылған.

№1-5 су жылытқыш қазандар арнайы сужылыту қазандық ғимаратында орналасқан. Отыны: мазут пен газ.

ЖЭО-ның жылуландыру режимінде электрлік қуаты 180 МВт, ал жазда 82 МВт болады.

ЖЭО электрлік қуатын сужылытқыш қазандар есебінен реттеу тиімсіз, өйткені электростанцияның энергожүйесінде экономикалық көрсеткіштер жоғары.

ЖЭО-да отынның екі түрі қолданылады: газ, мазут.

Энергетикалық қазандарда – газ, ал сужылытқыш қазандарда – мазут жағылады.

### 3-кесте-Қазан агрегаты

| Станционарлы<br>номер, түрі,<br>өңдеуші зауыт             | Өндіргіштігі,<br>т/сағ. |               | Параметрлері    |                         | Ескер-ту |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|----------|
|                                                           | Төлкү<br>жт-<br>тық     | Факті<br>-лік | Қысымы<br>, МПа | Темпе-<br>ратура,<br>°C |          |
| 1                                                         | 3                       | 4             | 5               | 6                       | 7        |
| Ст. № 1, БКЗ–<br>160–100<br>Барнаул<br>қазандық<br>зауыты | 160                     | 140           | 9,8             | 535                     |          |
| Ст.№ 2, БКЗ–<br>160–100                                   | 160                     | 140           | 9,8             | 535                     |          |
| Ст.№ 3 БКЗ–<br>160–100                                    | 160                     | 140           | 9,8             | 535                     |          |
| Ст.№ 4 БКЗ–<br>160–100                                    | 160                     | 140           | 9,8             | 535                     |          |
| Ст.№ 5 БКЗ–<br>160–100                                    | 160                     | 140           | 9,8             | 535                     |          |
| Ст.№ 6 БКЗ–<br>160–100                                    | 160                     | 140           | 9,8             | 535                     |          |

#### 1.1.3 Станцияның жылулық сұлбесінің қосымша жабдықтарын таңдау

ЖЭО-да 3 ПТ-60-90 турбинасы мен БКЗ-160-100 6 қазандығын орнатамыз.

ПТ-60-90 турбинасымен бірге жеткізілгін қондырғылар:

ПН-100-16-7-II сальникті бу салқындатқышы, биіктігі  $H = 100 \text{ м}^2$ , су шығыны  $D_b = 260 \text{ т/сағ}$ ;

Турбина конденсаторы 50-КЦС-1

- биіктігі  $H = 3000 \text{ м}^2$  ;
- салқындатқыш су шығыны  $G_b = 8000 \text{ м}^3/\text{сағ}$  ;
- конденсатордағы бу қысымы  $P_k = 0,0035 \text{ МПа}$ .

Конденсатты сорғы - КС-80-155 типті, беруі  $Q_b = 180 \text{ т/сағ}$ ; ағыны  $H = 155 \text{ м}$ ; (2 сорғы).

Эжекторлар:

- негізгі бусорғыш ЭП-3-700-2 типті (2 дана);
- жіберу ЭП-1-1100-1 типті;
- тығыздағыш эжекторы ХЭ-90-550. (4-кесте)

#### 4-кесте-ЖЭО жылулық сұлбесі қондырғысы жабдықтарының тізімі

| Жабдықтар аталуы                                  | Маркасы            | Саны   | Ескерту                                                                                      |
|---------------------------------------------------|--------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                                                 | 3                  | 4      | 5                                                                                            |
| Бу қазаны № 1-6                                   | БКЗ-160-100Ф       | 6      |                                                                                              |
| Бу турбинасы №1-3                                 | ПТ-60-90           | 3      | $N_э = 60 \text{ мВт}$                                                                       |
| Редукционды салқындату қондырғысы                 | РОУ-40/22          | 1      | $G = 75 \text{ т/сағ}$                                                                       |
| Жабдықтар аталуы                                  | Маркасы            | Саны   | Ескерту                                                                                      |
| Редукционды салқындату қондырғысы                 | РОУ-22/6           | 1      | $G = 60 \text{ т/сағ}$                                                                       |
| Тез әсер ететін Редукционды салқындату қондырғысы | БРОУ-100/13        | 3      | $G = 150 \text{ т/сағ}$                                                                      |
| Жоғарығы қысымды араласу деаэраторы               | ДСП-225            | 5      | $V=65 \text{ м}^3$ ; $G = 225 \text{ т/сағ}$                                                 |
| Атмосфералық қысымды араласу деаэраторы           | ДСА-300<br>ДСА-200 | 2<br>1 | $V=27 \text{ м}^3$ ; $G = 300 \text{ т/сағ}$<br>$V=53 \text{ м}^3$ ; $G = 200 \text{ т/сағ}$ |
| Конденсаторлар №1-3                               | КСЦ-50-4           | 3      | $G = 800 \text{ т/сағ}$<br>Қосу сұлбесі тізбектей                                            |
| Сорғылар                                          | 24 НДН             | 2      | $H = 56 \text{ м.в.ст.}$                                                                     |
| Сорғы (өңделмеген су)                             | 300Д 90            | 6      | $H = 74 \text{ м вст.}$ $G = 900 \text{ т/сағ}$                                              |

4-кесте жалғасы

| Жабдықтар аталуы                           | Маркасы      | Саны | Ескерту                               |
|--------------------------------------------|--------------|------|---------------------------------------|
| 2                                          | 3            | 4    | 5                                     |
| Деаэрирленген су қорының бағы              |              | 2    | V = 5000 т/ сағ                       |
| Сорғы                                      | СЭ1250 – 140 | 6    | H=140 м. б.ст.<br>G = 1250 т/ сағ     |
| (желілік)                                  | СЭ1250 – 125 | 6    | H=125 м б.ст.<br>G = 1250 т/ сағ      |
| Сорғы (қоректік)                           | 300Д 90      | 8    | H=64 м. б.ст.<br>G=900 т/ сағ         |
| Тік типті желілік су қыздырғыштары негізгі | ПВС315-3-23  | 3    | G=725 т/ сағ<br>F=315 м <sup>2</sup>  |
|                                            | ПВС500-3-23  | 2    | G=1150 т/ сағ<br>F=500 м <sup>2</sup> |
| Желілік су қыздырғыштары пиктік            | ПВС500-14-23 | 1    | G=1800 т/ сағ<br>F=500 м <sup>2</sup> |
|                                            | ПВС315-14-23 | 2    | G=1130 т/ сағ<br>F=315 м <sup>2</sup> |
| Жабдықтар аталуы                           | Маркасы      | Саны | Ескерту                               |
| Сорғы                                      | СЭ1250-70    | 1    | G = 1250 т/ сағ<br>H = 70 м.б.ст.     |
|                                            | СЭ-1250-140  | 2    | G = 1250 т/ сағ<br>H = 140 м.б.ст.    |
|                                            | СЭ-5000-70   | 1    | G = 5000 т/ сағ<br>H = 70 м.б.ст.     |
| Сорғы (жоғарылатқыш)                       | СЭ-5000-160  | 5    | G = 5000 т/ сағ<br>H = 160 м.б.ст.    |
| Пиктік су жылытқыш қазандар                | ПТВМ-100     | 5    |                                       |

## 1.2 Станцияның жалпы жоспары

Шымкент қаласында желдің бағыты солтүстік-шығысқа бағытталған. Қатты жел қалада (20 м/с және одан да жоғары) аз байқалады. Қыста қатты жел 5-10 күн болады, ал жазда жыл сайын 1-2 күн болады.

Жобаланатын ЖЭО ауданы Шымкент қаласының солтүстігінде орналасады және ауданы 30 га болады. Жоспарда бұл аудан солтүстікке қарай созылған. Бұл аумақтың оңтүстіктен солтүстікке қарай созылуы 1200 м, батыстан шығысқа 200-400 м тербеледі.

Ауданның координат жүйесі - қалалық. Аудан белгісі 730,00 - 746,00 м аралығында тербеледі.

ЖЭО өндірістік ауданында оңтүстік пен батыстан жылуэлектрорталығын қаламен және басқа өндіріс орындарымен байланыстыратын автожолдар өтеді.

Электрстанция ауданынан электр шығыс бағытында жіберіледі.

Жылу мен бу өндіріс орындарымен тұрғын үйлерге үш бағытқа – оңтүстік, шығыс, батысқа шығады.

Магистральды газқұбыры жылуэлектрорталығына оңтүстік жақтан, яғни ЖЭО-3-тен Өзбекістан газы тартылады.

ЖЭО аумағы толығымен ғимараттардан соғылған.

Жалпы жоспарды жасау кезінде технологиялық байланысты есептеумен аумақты жылутрасса, транспорт, кезекті құрылысты салу талаптары ескеріледі.

Тұрғын жайдан құрылыс аумағы 3 км ауылшаруашылық егістікпен және жасыл орнатумен бөлінеді.

Электростанция алаңында ЖЭО-ның қосымша корпусы бас корпуспен жалғанған, отынды мазутшаруашылығы, магистральды газ құбыры, градирня, трансформаторлар, ашық таратушы қондырғы, административті – тұрмыстық корпус орналасады.

ЖЭО-нің оң жағында өртке қарсы бөлікпен мазутшаруашылығы және мазутсақтау орналасқан.

Электростанция ауданының өлшемі технологиялық, санитарлы, өртке қарсы талап бойынша ғимарат пен құрылыстар арасы талап етілетін минимальді ажыратумен бөлінген. Ішкі автомобильді жолмен құрылыс алаңын байланыстыратын негізгі автомобильдік жол аумақтың батыс жағынан салынған.

Электростанцияға негізгі кіреберіс пен бас корпус қасындағы орамды жол ені 6 м, қалған жолдардың жүретін бөлігінің ені 4,5 м.

Электростанцияны тік жоспарлау ауданы жер жұмысының ең төмен көлемі кезінде жергілікті табиғи рельеф мүмкіндігін сақтаумен жасалады. Сол кезде ол беткі суды ғимарат пен құрылыстан қысқа жолмен тартпаға және жыраға, су құбырының ашық жүйесі мен кәріз жүйесіне ағызып кетуді қамтамасыз етеді. Жоспарланатын ауданның ең төмен еңістігі 0,005-0,008 аралығында қабылданады.

Ғимараттың бірінші қабатының едені жоспарланған белгіден 0,15 м биікте орналасады. Машина залдың конденсациялық ғимараты, бас корпусының қазандық цехының бөлімі еденінің деңгейі - 12 м белгіде орналасқан. Электростанция ауданын жасылдандыру ағаш-бұталарды гүлзар және гүлбағымен сәйкестендіріп отырғызумен жүргізіледі. Жасыл алқапты жобада демалу үшін абаттық аумақ қарастырылған.

### **1.3 Станцияның бас корпус құрастырылымы**

Жылу электр станциясының бас корпусы деп ішінде негізгі және онымен байланысты қосымша энергетикалық жабдықтар орналасқан, сонымен бірге негізгі технологиялық процес отын жану жылуы электр энергиясына айналдыруды іске асыратын қондырғылар орналасқан бас ғимаратты айтады. Өндірістік қондырғылар мен электр станцияның жабдықтары арасында бас корпус ерекше орын алады, онда әртүрлі технологиялыққағындар кіріп шығады.

Бас корпусқа қолдану үшін отын, турбинаның жұмыс істеген буын салқындатуға және т.б. мақсаттар үшін су беріледі. Бас корпусан конденсатордан кейінгі салқындатылған су, бугенераторының түтіндік газдары шығарылады. Ең маңыздысы, электрстанцияның соңғы өнімі – электр энергиясы, сонымен бірге бу немесе ыстық сумен жылу энергиясы шығады.

Бас корпуста негізгі энергетикалық агрегат – бугенераторымен турбоагрегат орналасуына сәйкес бас корпус құрамына екі негізгі ғимарат кіреді: бугенераторлық және машиналық зал, сонымен бірге әртүрлі қосымша жабдықтар үшін аралық ғимараттар орналасқан. Аралық ғимарат көпэтажды болады, оның болуы бас корпус құрылысының тұрақтылығын сақтайды.

Аралық ғимаратта деаэратор бағымен бірге орналасқан. Сонымен бірге онда редукионды салқындатқыш қондырғы, тез әсер ететін редукионды салқындатқыш қондырғы, құбырлар, өзіндік шығын үшін электр тарату қондырғысы және жылулық щит, басқарудың блокты щиты орналасқан. Бқл щит қызмет көрсетудің 9-11 м құрайтын негізгі деңгейінде орналасқан.

Бас корпус ғимаратының қаңқасы – металлдық темірбетоннан жасалады.

Бас корпус бөлінуі келесідей:

- турбиналық бөлім - 27 м;
- деаэраторлық бөлім - 8,5 м;
- қазандық бөлім - 25 м;
- колонна жолы - 6 м;
- қаңқасы - металлдық;
- қызмет көрсету деңгейі - 8 м.

#### **1.4 Станцияға салқындатқыш судың суммарлы шығынының есебі**

Станцияға салқындатқыш судың суммарлы шығыны турбина конденсаторына салқындату су шығыны, газсалқындатқышқа, майсалқындатқышқа, қосымша жабдықтар подшипнигін салқындатуға, бу мен конденсат шығынын толтыруға кететін су шығынының қосындысын айтады.

Турбина конденсаторына салқындату су шығыны, м<sup>3</sup>/сағ:

$$D_{\text{об}} = n_{\text{пт}} \cdot D_{\text{пт}}^{\text{пт}}, \quad (1)$$

$$D_{\text{об}} = 3 \cdot 8000 = 24000.$$

мұндағы  $D_{\text{ов}}^{\text{пт}} = 8000 \text{ м}^3/\text{сағ}$  – ПТ-60-90 турбины конденсаторына салқындату су шығыны;

$n_{\text{пт}} = 3$  – турбина саны.

Газсалқындатуға су шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ :

$$D_{\text{го}} = 0,03 \cdot D_{\text{ов}}, \quad (2)$$

$$D_{\text{го}} = 0,03 \cdot 24000 = 720.$$

Майсалқындатуға су шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ :

$$D_{\text{мо}} = 0,02 \cdot D_{\text{ов}}, \quad (3)$$

$$D_{\text{мо}} = 0,02 \cdot 24000 = 480.$$

Қосымша жабдықтардың подшипнигін салқындатуға су шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ :

$$D_{\text{пво}} = 0,003 \cdot D_{\text{ов}}, \quad (4)$$

$$D_{\text{пво}} = 0,003 \cdot 24000 = 72.$$

Конденсат пен бу шығынын толтыруға су шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ :

$$D_{\text{дв}} = 0,0004 \cdot D_{\text{ов}}, \quad (5)$$

$$D_{\text{дв}} = 0,0004 \cdot 24000 = 10.$$

Жалпы станция бойынша салқындату судың суммарлы шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ :

$$G_{\text{ов}}^{\text{ст}} = D_{\text{ов}} + D_{\text{го}} + D_{\text{мо}} + D_{\text{пво}} + D_{\text{дв}}, \quad (6)$$

$$G_{\text{ов}}^{\text{ст}} = 24000 + 720 + 480 + 72 + 10 = 25282.$$

Градирняның суарылатын қондырғысының ауданы,  $\text{м}^2$ :

$$F_{\text{гр}} = G_{\text{ов}}^{\text{ст}} / g_{\text{г}}, \quad (7)$$

$$F_{\text{гр}} = 25282 / 7 = 3612.$$

мұндағы  $g_{\text{г}} = 7 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{сағ})$  – градирняның суару тығыздығы;

Суарылатын қондырғы ауданы бойынша екі таспалы градирня орналастырамыз БГ-2400-71,  $F_{гр} = 2 \cdot 2400 = 4800 \text{ м}^2$ .

ЖЭО техникалық сумен жабдықтау жүйесі сырт жақтан.

Градирня келесі құрастыру элементтерінен тұрады:

Биіктігі 48 м соратын мұнара, ол талап етілетін ауа шығынының суландырғышы арқылы айналымды қамтамасыз ету мақсатымен ауа күшін жасауға қызмет етеді;

Суландыру ауданы бойынша суды үлестіру үшін қызмет ететін құбыр мен бүріккіш шүмектен тұратын күшті су үлестіруші құрал.

Қажетті салқындату бетін жасайтын екі қабатты асбестцементті беттен тұратын суландырғыш қондырғы.

Градирня жұмысының нәтижелілігі айналмалы су температурасын төмендету қабілетімен сипатталады.

Турбина қондырғысы жұмысының тиімділігі мен сенімділігі градирня жұмысының сапасына байланысты. Айналмалы су температурасының  $2^\circ \text{C}$  көтерілуі вакуумның  $0,5\%$  нашарлауын береді немесе электроэнергияны өндіруде  $1,5\%$  шығынына әкеледі, сондықтан, айналмалы судың жақсы салқындатылуын жасап, градирняның жұмыс режимін қатаң бақылау қажет.

### 1.5 Су дайындау қондырғысы

Жобаланатын ЖЭО-ға қоректік су дайындау үшін алдын-ала тазалаумен су дайындау сұлбесін, Н және ОН ионитті сүзгісімен екісатылы тұзсыздандыру сұлбесін таңдаймыз.(5-кесте)

Сайрам өзенінен артезианды құдықтармен келген бастапқы су алдын-ала тазалаудан, яғни коагуляция мен мөлдірлеткіштен өтіп бакке түседі. Осыдан кейін І-сатылы Н, ОН иондаудан өтеді. Декарбанизациядан кейін, яғни судан көмірқышқыл газын тазалаудан кейін ІІ-сатылы Н, ОН ионданудан өтеді.

СДҚ есептік өндіргіштігі қазанның бу өндіргішінен  $2\%$  құрайды, т/сағ:

$$D_{расч} = 0,02 \cdot n \cdot D_{ка} , \quad (8)$$

$$D_{расч} = 0,02 \cdot 3 \cdot 160 = 26.$$

СДҚ қосымша өндіргіштігі:  $D_{доп} = 30 \text{ т/сағ.}$

СДҚ өнімділігі, т/сағ:

$$D_{ВПУ} = D_{расч} + D_{доп}, \quad (9)$$

$$D_{ВПУ} = 26 + 30 = 56 .$$

Шымкентте ыстық сумен жабдықтаудың жабық жүйесі өнімділігі 4500

м<sup>3</sup>/сағ жылу желісін қоректендіруге химиялық су тазалау қажет.

ЖЭО-нің су-химиялық режимі қамтамасыз етеді:

- химиялық тазаланған және химиялық тұзсызданған суды дайындау;
- қазандық және қоректендіргіш суын өңдеу;
- құбырлар мен жабдықтарды антикоррозиялық қорғау;
- коррозиялы активті газдарды термиялық және химиялық тәсілдермен жою;
- қазанды үрлеу көмегімен тұздарды шығару;

#### 5-кесте-Гидрозионды-аммиакты және фосфатты режим кезінде қоректендіргіш су сапасының көрсеткіштері

| Көрсеткіш атауы                                 | Көрсеткіш мәні          |                         |
|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                 | 100 кгс/см <sup>2</sup> | 140 кгс/см <sup>2</sup> |
| 1                                               | 2                       | 3                       |
| кермектігі, мг-экв/дм <sup>3</sup>              | 1 артық емес            | 1                       |
| кремний қышқылы, мкг/дм <sup>3</sup>            | 120                     | 120                     |
| натрий, мкг/дм <sup>3</sup>                     | нөмірленбейді           | 50                      |
| оттегі, мкг/дм <sup>3</sup>                     | 10                      | 10                      |
| аммиак, мг/дм <sup>3</sup>                      | 1,0                     | 1,0                     |
| гидразин, мкг/дм <sup>3</sup>                   | 100-150                 | 100-150                 |
| рН,                                             | 9,1 ± 0,1               | 9,1 ± 0,1               |
| Темірдің байланысы, мкг/дм <sup>3</sup>         | 20                      | 20                      |
| Мыс байланысы, мкг/дм <sup>3</sup>              | 5                       | 5                       |
| нитрит және нитрат суммасы, мкг/дм <sup>3</sup> | 20                      | 20                      |
| Мұнай өнімі, мг/дм <sup>3</sup>                 | 0,3                     | 0,3                     |

#### 6-кесте-Қаныққан және аса қыздырылған бу сапасының көрсеткіштері

| Көрсеткіш атауы                      | Көрсеткіш мәні                    |                                    |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
|                                      | 100 кгс/см <sup>2</sup> (9,8 МПа) | 140 кгс/см <sup>2</sup> (13,8 МПа) |
| Кремний қышқылы, мкг/дм <sup>3</sup> | 25,0                              | 25,0                               |
| натрий, мкг/дм <sup>3</sup>          | 25,0                              | 5,0                                |
| рН,                                  | 7,5                               | 7,5                                |

### 1.6 Газбен жабдықтау

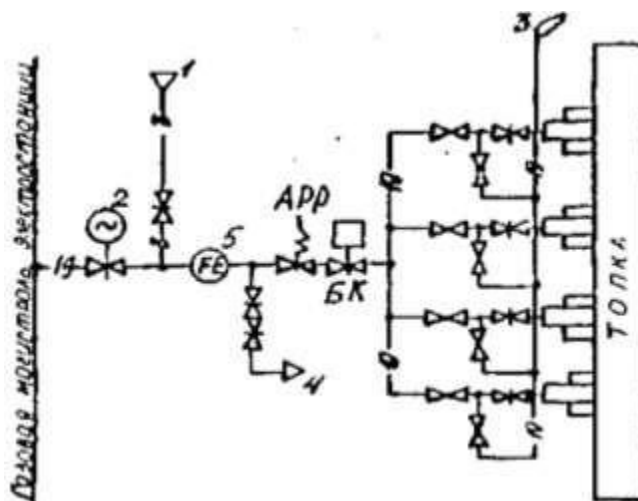
Табиғи газ ең кең тараған отын түрі. ЖЭО-ға газды отын ретінде қолданудың артықшылықтары келесідей. (2-сурет)

- табиғи газ арзанырақ отын түрі болып табылады және арзан электр энергиясын өндіреді;
- газға станция құрылысының капиталды бағасы басқа отын түріне қарағанда төмен, отын қоймасын салудың қажеті жоқ, түтіндік газдарды тазалау мен жағылған отынды утилизациялаудың қажеті жоқ;
- табиғи газ – экологиялық отын түрі, NOx шығарындысының деңгейі қатты отын мен сұйық отынға қарағанда аз.

ЖЭО-ға табиғи газды жағуға дайындау үшін оны қатты механикалық қоспалардан тазалап және магистральдан түскен газды дросселдеу жолымен горелкалық қондырғы алдында тұрақты қысымды ұстап тұрады.

Газ тарату пунктінде газды механикалық қоспалардан тазалау үшін ірі және майда фильтрлер қондырылады, ал қысымның апаттық жоғарылаудың алдын алу үшін алдын ала қорғау клапаны орнатылады.

Әр қазанның газ құбырында газ шығынын автоматты реттегіш (АРР) және тез әсер еткіш клапан (БК). Реттегіш қазанға қажетті жылу қуатын ұстап тұрады, апатты жағдай кезінде клапан оттыққа газ беруді тоқтатады. Газ шығынын өлшеу расходомер 5 көмегімен автоматты түрде іске асады.



1-үрлеу үшін ауа, 2-реттегіш клапан, 3-свеча, 4-запальникке газ, 5-шығын өлшегіш.

**2-сурет-Бу қазанын газбен жабдықтау сұлбесі:**

### **1.7 ЖЭО мазутты шаруашылығы**

Газды отында жұмыс істейтін электрстанциясы қосымша мазут шаруашылығымен жабдықталады. ЖЭО-ға мазут Қазақстанның мұнайөндіру заводынан цистернамен келеді.

Жобалау нормасы бойынша мазут шаруашылығының белгіленген көлемі  $120 \text{ м}^3$  аз болмау керек. Егер қазанның жалпы өнімділігі  $4000 \text{ т/сағ}$  дейін болса онда сыйымдылығы  $1000 \text{ м}^3$  болатын үш резервуар орнатылады. Мазут шаруашылығында сорғы резервсіз орнатылады.

Сорғыны таңдау

II-көтерудегі қондырғы сорғысын таңдаймыз:

- сорғы түрі  $2\text{Н-3х1}$ ;
- беру  $Q_{\text{н}} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- биіктігі  $H = 125 \text{ м}$ ;
- электрқозғалтқыш қуаты  $N_{\text{эл}} = 80 \text{ кВт}$ .

II-көтерудегі сорғы:

- сорғы түрі  $4\text{НК-2х1}$ ;
- беру  $Q_{\text{н}} = 10 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- биіктігі  $H = 80 \text{ м}$ ;
- электрқозғалтқыш қуаты  $N_{\text{эл}} = 17 \text{ кВт}$ .

$2\text{НВ-6-4}$  типті рециркуляциялық сорғыны таңдаймыз

- берілуі  $Q_{\text{н}} = 8 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ;
- биіктігі  $H = 58 \text{ м}$ .

Мазут құбырының диаметрі

Мазуттың жалпы шығынынан әрқайсысына  $75 \%$  екі мазут құбыры бар.

Мазут құбырының диаметрі, мм:

$$d = 18,8 \cdot \sqrt{Q/w}, \quad (10)$$

$$d = 18,8 \cdot \sqrt{6,0/1,0} = 46.$$

бір құбырға мазут шығыны,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ :

$$Q = 0,75 \cdot Q^{\text{II}}, \quad (11)$$

$$Q = 0,75 \cdot 8,0 = 6.$$

Болаттан стандарт бойынша құбыр таңдаймыз:

- ішкі диаметр  $D_{\text{вн}} = 50 \text{ мм}$ ;
- сыртқы диаметр және қабырға қалыңдығы  $D_{\text{нхS}} = 57 \times 3,5 \text{ мм}$ ;

Газ тарату пунктiнен газ отыны келiп энергетикалық және су жылыту қазандарына жiберiледi.

## 2 Жаңа жобадағы ЖЭО жылулық сұлбе есебі

### 2.1 ЖЭО жылулық сұлбесінің есебі

Жылулық сұлбе есебіндегі жылулық жүктеме:

- бу түрінде өндірістік  $D = 250$  т/сағ;

- жылуландыру  $Q_T = 160$  ГДж/сағ

Жылу желісінің температуралық графигі  $150 - 70$  °С.

Регенеративті қыздыру бойынша шешім: үш ЖҚҚ, мұнда бір алым ЖҚЦ –ден іске асады, екіншісі ЖҚЦ кейін, үшіншісі ОҚЦ –ден,  $0,6$  МПа қысымды деаэратор қысым реттегіш арқылы 3-ші алым буымен қоректенеді. ТҚҚ тобы 4 қыздырғыштан тұрады. Конденсатордан кейін конденсат сальникті қыздырғыштарда қыздырудан өтеді.

Қосымша химиялық тұзсыздандырылған су турбина конденсаторына беріледі, мұнда барботажды қондырғыда деаэрацияның біріншісі сатысы өтеді.

ТҚҚ дренажи конденсаторға құйылады, бұл конденсатордағы қосымша суды сапалы деаэрациялауға мүмкіндік береді.

Жылулық сұлбе есебі үшін бастапқы мәліметтермен  $hs$ -диаграммада турбинаның бу ұлғаю процесін салу керек.  $hs$ -диаграмма бойынша алынған параметрлер мен сумен су буы кестесінен су мен бу параметрі кестесі құрастырылады.

Будың бастапқы параметрлерімен  $hs$ -диаграммада  $P_0 = 9,0$  МПа мен  $t_0 = 540$  °С "0" нүктесін табамыз, энтальпиясы  $h_0 = 3480$  кДж/кг болады.

Реттегіш клапандарда  $5\%$  қысым шығынын есепке алып табамыз: "0" нүктесімен  $h'_0 = 3480$  энтальпиясы, қысымы  $P'_0 = 0,95 \cdot P_0 = 0,98 \cdot 9,0 = 8,8$  МПа.

"0" нүктесінен "2a" нүктесіне дейін  $P_2 = 2,158$  МПа қысымымен адиабата жүргіземіз, энтальпиясы  $h_{2a} = 3112$  кДж/кг, турбинаның ішкі ЖҚЦ-ге қатысты ПӘК-ін  $\eta_{oi}^{ПВД} = 0,87$  есепке алумен ұлғайтудың соңындағы  $h_2$  энтальпиясымен "2" нүктесін табамыз, кДж/кг:

$$h_2 = h_0 - (h_0 - h_{2a}) \cdot \eta_{oi}^{ПВД}, \quad (12)$$

$$h_2 = 3480 - (3480 - 3112) \cdot 0,87 = 3160.$$

ОҚҚ шығысында бу энтальпиясы,  $P_6 = 0,117$  МПа кезінде, кДж/кг:

$$h_6 = h_2 - (h_2 - h_{6a}) \cdot \eta_{oi}^{ЦСД}, \quad (13)$$

$$h_6 = 3160 - (3160 - 2627) \cdot 0,9 = 2680.$$

Турбина конденсаторында  $P_k = 0,004$  МПа қысымымен адиабатасы  $h_{ка} = 2218$  кДж/кг кезінде жұмыс істеген бу энтальпиясы тең болады, кДж/кг:

$$h_k = h_6 - (h_6 - h_{ka}) \cdot \eta_{oi}^{инд}, \quad (14)$$

$$h_k = 2680 - (2680 - 2218) \cdot 0,8 = 2310.$$

hs-диаграммада ұлғаю процесін саламыз  $0 - 0' - 2 - 6 - K$  нүктелерді қосамыз.

Турбина сипаттамасынан алымдағы бу қысымының мәнін біліп 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 нүктелерін, энталпиясын анықтап барылығын кесетеге енгіземіз.

Жылулық сұлбе есебін ЖҚҚ тобынан бастаймыз.

П1 жылулық баланс теңдеуінен:

$$\alpha_1 \cdot (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2}) \quad (15)$$

П1 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_1 = \alpha_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2}) / (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} \quad (16)$$

$$\alpha_1 = 1 \cdot (1040 - 912,6) / (3276 - 1052) \cdot 0,98 = 0,057$$

П2 жылулық баланс теңдеуінен:

$$\alpha_2 \cdot (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} + \alpha_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3}) \quad (17)$$

П2 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_2 = [\alpha_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3}) - \alpha_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п}] / (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} \quad (18)$$

$$\alpha_2 = [1 \cdot (912,6 - 798) - 0,057 \cdot (1052 - 920,6) \cdot 0,98] / (3160 - 920,6) \cdot 0,98 = 0,048$$

П3 жылулық баланс теңдеуінен:

$$\alpha_3 \cdot (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} + (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{вд}) \quad (19)$$

П3 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_3 = [\alpha_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{вд}) - (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п}] / (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} \quad (20)$$

$$\alpha_3 = [1 \cdot (798 - 671) - (0,057 + 0,048) \cdot (920,6 - 803) \cdot 0,98] / (3040 - 803) \cdot 0,98 = 0,052$$

Деаэраторға ЖҚҚ-дан дренаж мөлшері:

$$\alpha_{\text{ПВД}} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \quad (21)$$

$$\alpha_{\text{ПВД}} = 0,057 + 0,048 + 0,052 = 0,157$$

Деаэратордың жылулық және материалды баланс теңдеуі:

$$\alpha_{\text{ПВ}} = \alpha_{\text{ПВД}} + \alpha_{\text{д}} + \alpha_{\text{кн}} \quad (22)$$

$$\alpha_{\text{ПВ}} \cdot h_{\text{ВД}} = \alpha_{\text{ПВД}} \cdot h_{\text{др3}} + \alpha_{\text{д}} \cdot h_{\text{д}} + \alpha_{\text{кн}} \cdot h_{\text{В4}}$$

Осы теңдеу жүйесін шешеміз.

Деаэраторға бу алымының үлесі:

$$\alpha_{\text{д}} = [\alpha_{\text{ПВ}} \cdot (h_{\text{ВД}} - h_{\text{В4}}) - \alpha_{\text{ПВД}} \cdot (h_{\text{др3}} - h_{\text{В4}})] / (h_{\text{д}} - h_{\text{В4}}) \quad (23)$$

$$\alpha_{\text{д}} = [1 \cdot (671 - 640) - 0,157 \cdot (803 - 640)] / (3040 - 640) = 0,0046$$

Деаэраторға түсетін конденсат үлесі:

$$\alpha_{\text{кн}} = \alpha_{\text{ПВ}} - \alpha_{\text{ПВД}} - \alpha_{\text{д}} \quad (24)$$

$$\alpha_{\text{кн}} = 1 - 0,157 - 0,0046 = 0,8384$$

ТҚҚ тобының есебі

П4 жылулық баланс теңдеуі:

$$\alpha_4 \cdot (h_4 - h_{\text{др4}}) \cdot \eta_{\text{п}} = \alpha_{\text{кн}} \cdot (h_{\text{В4}} - h_{\text{В5}}) \quad (25)$$

П4 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_4 = \alpha_{\text{кн}} \cdot (h_{\text{В4}} - h_{\text{В5}}) / (h_4 - h_{\text{др4}}) \cdot \eta_{\text{п}} \quad (26)$$

$$\alpha_4 = 0,8384 \cdot (640 - 556) / (2920 - 664,6) \cdot 0,98 = 0,032$$

П5 жылулық баланс теңдеуінен:

$$\alpha_5 \cdot (h_5 - h_{\text{др5}}) \cdot \eta_{\text{п}} + \alpha_4 \cdot (h_{\text{др4}} - h_{\text{др5}}) \cdot \eta_{\text{п}} = \alpha_{\text{кн}} \cdot (h_{\text{В5}} - h_{\text{В6}}) \quad (27)$$

П5 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_5 = [\alpha_{\text{кн}} \cdot (h_{\text{В5}} - h_{\text{В6}}) - \alpha_4 \cdot (h_{\text{др4}} - h_{\text{др5}}) \cdot \eta_{\text{п}}] / (h_5 - h_{\text{др5}}) \cdot \eta_{\text{п}} \quad (28)$$

$$\alpha_5 = [0,8384 \cdot (556 - 405) - 0,032 \cdot (664,6 - 580) \cdot 0,98] / (2840 - 556) \cdot 0,98 = 0,056$$

П6 жылулық баланс теңдеуінен:

$$\alpha_6 \cdot (h_6 - h_{др6}) \cdot \eta_{п} + (\alpha_4 + \alpha_5) \cdot (h_{др5} - h_{др6}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{кн} \cdot (h_{в6} - h_{в7}) \quad (29)$$

П6 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_6 = [\alpha_{кн} \cdot (h_{в6} - h_{в7}) - (\alpha_4 + \alpha_5) \cdot (h_{др5} - h_{др6}) \cdot \eta_{п}] / (h_6 - h_{др6}) \cdot \eta_{п} \quad (30)$$

$$\alpha_6 = [0,8384 \cdot (405 - 348) - (0,032 + 0,056) \cdot (580 - 428,8) \cdot 0,98] / (2680 - 428,8) \cdot 0,98 = 0,0126$$

П7 жылулық баланс теңдеуінен:

$$\alpha_7 \cdot (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} + (\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6) \cdot (h_{др6} - h_{др7}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{кн} \cdot (h_{в7} - h_{вк}) \quad (31)$$

П7 де бу алымының үлесі:

$$\alpha_7 = [\alpha_{кн} \cdot (h_{в7} - h_{вк}) - (\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6) \cdot (h_{др6} - h_{др7}) \cdot \eta_{п}] / (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} \quad (32)$$

$$\alpha_7 = [0,8384 \cdot (348 - 130) - (0,032 + 0,056 + 0,0126) \cdot (428,8 - 368) \cdot 0,98] / (2360 - 368) \cdot 0,98 = 0,090$$

Турбина конденсаторындағы бу үлесі:

$$\alpha_k = \alpha_{кн} - (\alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7) \quad (33)$$

$$\alpha_k = 0,8384 - (0,032 + 0,056 + 0,0126 + 0,09) = 0,3374$$

Регенеративті қыздырғыш жүйесінсіз турбинаға бу шығыны, кг/с:

$$D_k = N_3 / (h_o - h_k) \cdot \eta_m \cdot \eta_r \quad (34)$$

$$D_k = 60 \cdot 10^3 \cdot (3480 - 2310) \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 52,33.$$

Турбинаға бу шығыны, кг/с:

$$D_o = D_k / (1 - \sum \alpha_i \cdot y_i) \quad (35)$$

$$D_o = 52,33 / (1 - 0,3268) = 77,73.$$

$$\sum \alpha_i \cdot y_i = \alpha_1 \cdot y_1 + \alpha_2 \cdot y_2 + (\alpha_3 + \alpha_d) \cdot y_3 + \alpha_4 \cdot y_4 + \alpha_5 \cdot y_5 + \alpha_6 \cdot y_6 + \alpha_7 \cdot y_7 \quad (36)$$

$$\begin{aligned} \sum \alpha_i \cdot y_i = & 0,057 \cdot 0,826 + 0,048 \cdot 0,726 + (0,052 + 0,0046) \cdot 0,624 + 0,032 \cdot 0,521 + \\ & + 0,056 \cdot 0,453 + 0,0126 \cdot 0,316 + 0,09 \cdot 0,043 = 0,3268 \end{aligned}$$

Турбоқондырғыға жылу шығыны, кВт:

$$Q_{\text{ты}} = D_o \cdot (h_o - h_{\text{пв}}) \quad (37)$$

$$Q_{\text{ты}} = 77,73 \cdot (3480 - 1040) = 189656.$$

Электр энергиясын өндіруге жылу шығыны, кВт:

$$Q^3_{\text{ты}} = D_k \cdot (h_o - h_{\text{пв}}) \quad (38)$$

$$Q^3_{\text{ты}} = 52,33 \cdot (3480 - 1040) = 127685.$$

Электр энергиясын өндіру бойынша турбоқондырғының:

$$\eta^3_{\text{ты}} = N_3 / Q^3_{\text{ты}} \quad (39)$$

$$\eta^3_{\text{ты}} = 60 \cdot 10^3 / 127685 = 0,47$$

Электр энергияны өндіру бойынша станцияның жалпы ПӘК-і:

$$\eta^3_c = \eta^3_{\text{ты}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{ку}} \quad (40)$$

$$\eta^3_c = 0,47 \cdot 0,98 \cdot 0,92 = 0,4237$$

Электр энергиясын өндіруге шартты отынның меншікті шығыны, кг/кВт·сағ:

$$B^3_{\text{усл}} = 0,123 / \eta^3_c \quad (41)$$

$$B^3_{\text{усл}} = 0,123 / 0,4237 = 0,290.$$

Жылу энергиясын өндіру бойынша турбоқондырғының ПӘК-і:

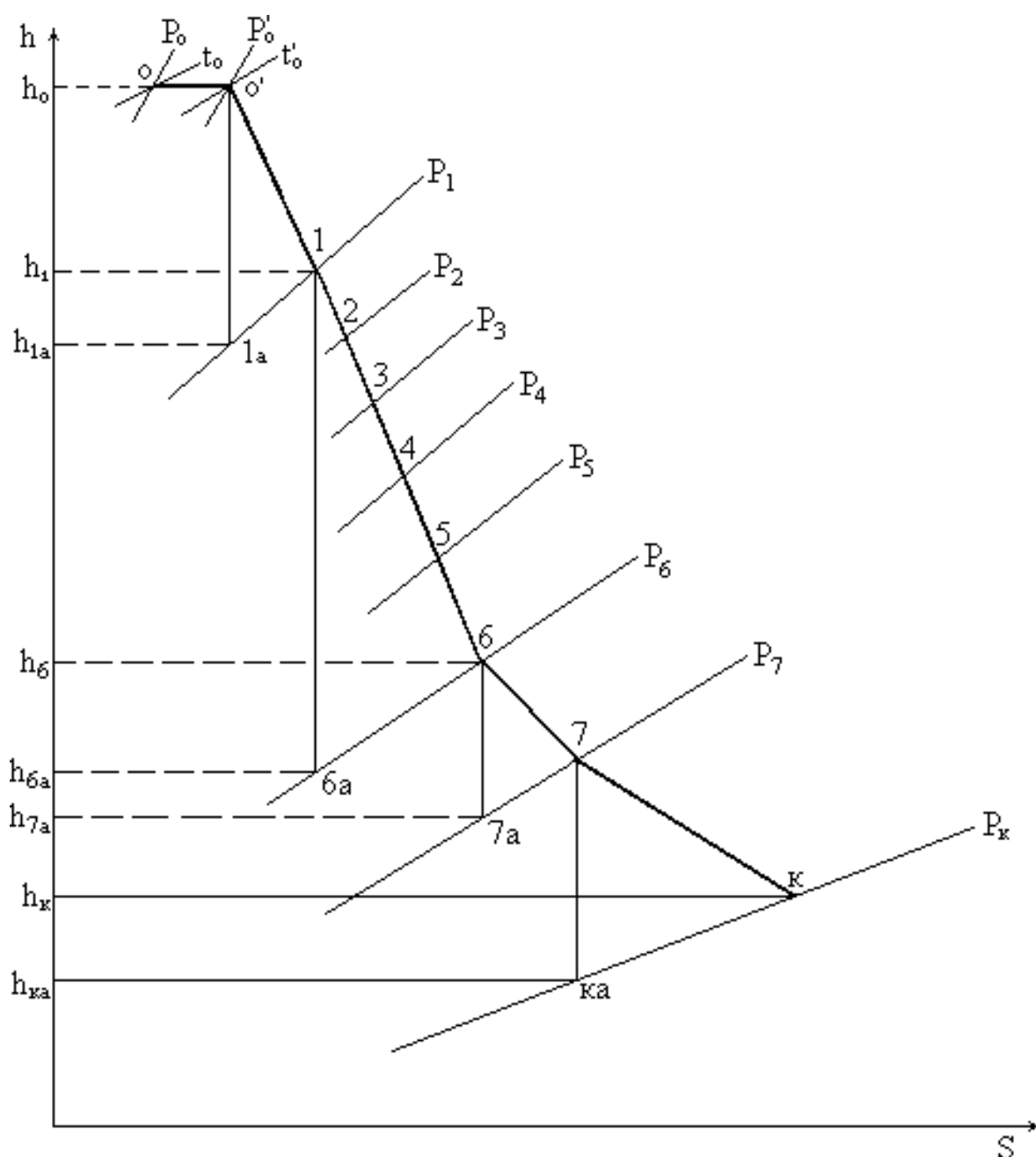
$$\eta^{\text{т}^3}_{\text{ты}} = Q_{\text{т}^3} / Q_{\text{ты}} \quad (42)$$

$$\eta_{\text{тy}}^{\text{т3}} = 168 \cdot 10^3 / 189657 = 0,886$$

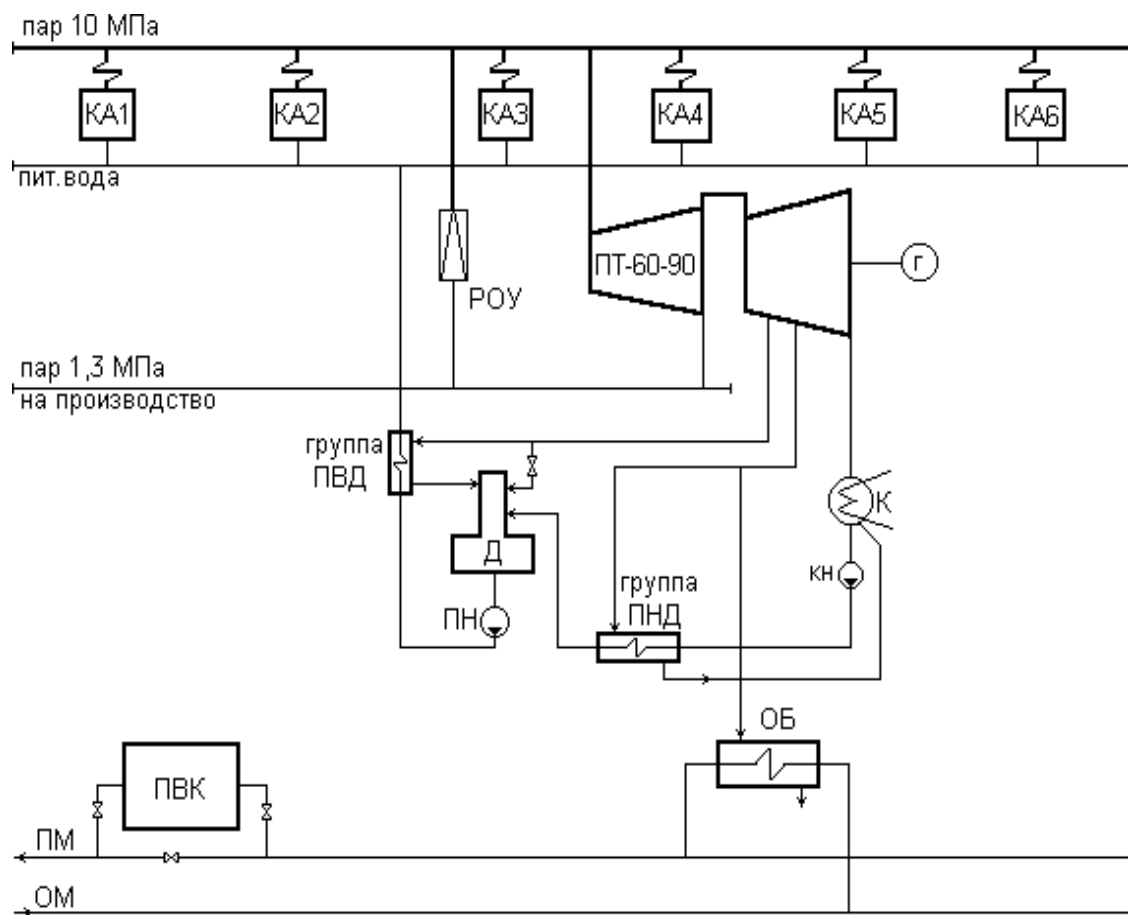
Жылу энергиясын өндіруге шартты отынның меншікті шығыны, кгут/Гкал:

$$b_{\text{тy}}^{\text{т3}} = 0,143 / \eta_{\text{тy}} \quad (43)$$

$$b_{\text{тy}}^{\text{т3}} = 143 / 0,886 = 161,6 \text{ кгут/ГДж} = 38,5 \text{ кгут/Гкал}$$



3-сурет-ПТ-60-90/13 турбинасының бу ұлғаю процесі



**4-сурет-ЖЭО-ның есептік жылулық сұлбесі**

**7-кесте-Су мен бу параметры**

| Параметры                                   | Белгіленуі | Сипаттамалық нүктелері |       |       |       |       |       |       |       |        |       |
|---------------------------------------------|------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
|                                             |            | 0                      | 1     | 2     | 3     | Д     | 4     | 5     | 6     | 7      | К     |
| Алымдағы бу қысымы, МПа                     | $P_i$      | 12,75                  | 3,7   | 2,158 | 1,27  | 1,275 | 0,63  | 0,36  | 0,117 | 0,07   | 0,004 |
| Қыздырғыштағы қысым, МПа                    | $P_{ni}$   | 12,75                  | 3,515 | 2,11  | 1,21  | 0,60  | 0,580 | 0,337 | 0,109 | 0,0651 | 0,004 |
| Бу энтальпиясы, кДж/кг                      | $h_i$      | 3480                   | 3276  | 3160  | 3040  | 3040  | 2920  | 2840  | 2680  | 2360   | 2310  |
| Қанығу температурасы                        | $t_{ni}$   |                        | 243   | 215   | 189   | 159   | 157   | 137   | 102   | 88     | 31    |
| Дренаж энтальпиясы, кДж/кг                  | $h_{дpи}$  |                        | 1052  | 920,6 | 803   | 671   | 664,6 | 580   | 428,8 | 368    | 130   |
| Қыздырғыштан кейінгі су температурасы       | $t_{bi}$   |                        | 240   | 212   | 186   | 159   | 154   | 134   | 99    | 85     | 28    |
| Қыздырғыштан кейінгі су қысымы, МПа         | $P_{bi}$   |                        | 3,4   | 2,5   | 1,5   | 0,6   | 1,7   | 1,8   | 1,9   | 2      |       |
| Қыздырғыштан кейінгі су энтальпиясы, кДж/кг | $h_{bi}$   |                        | 1040  | 912,6 | 798   | 671   | 640   | 556   | 405   | 348    | 130   |
| Жылу ағыны, кДж/кг                          | $H_i$      |                        | 966   | 850   | 730   | 730   | 610   | 530   | 370   | 50     | 1170  |
| Өндірілмеген коэффициенті                   | $y_i$      |                        | 0,826 | 0,726 | 0,624 | 0,624 | 0,521 | 0,453 | 0,316 | 0,043  | -     |

## 2.2 БКЗ-160-100 қазанының жылулық есебі

2.2.1 Отындар жану өнімінің жылу ұстаулар және температуралар шығын сандарын анықтау

Берілген қазанға отын ретінде Газли Каган Ташкент газы қолданылады.(8-кесте)

### 8-кесте-Газдың негізгі параметрлері:

|                                        |                                                                   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Метан:                                 | $CH_4 = 94\%$                                                     |
| Этан:                                  | $C_2H_6 = 2,8\%$                                                  |
| Пропан:                                | $C_3H_8 = 0,4\%$                                                  |
| Бутан:                                 | $C_4H_{10} = 0,3\%$                                               |
|                                        | $C_5H_{12} = 0,1\%$                                               |
| Көміртегі:                             | $CO_2 = 0,4\%$                                                    |
| Азот:                                  | $N_2 = 2,0\%$                                                     |
| Жанудың төменгі жылуы:                 | $Q_i^d = 8660 \frac{ккал}{м^3} = 36,26 \cdot 10^6 \frac{Дж}{м^3}$ |
| 0 °C мен 101,3 кПа кезіндегі тығыздығы | $\rho = 0,751 \frac{кг}{м^3}$                                     |

Есептік температураны таңдау

1) Шығарынды газдар температурасы  $\vartheta_{yx} = 130^\circ C$

2) Ауа қыздырғыш кірісіндегі ауаның температурасы  $t'_{B3П-I} = 80^\circ C$

3) Суық ауа температурасы  $t_{x.B.} = 30^\circ C$

4) Ауа қыздырғыштан оттыққа түсетін ауа температурасы -  $280^\circ C$

Сұйық және қатты отындар жұмыс массасының қарапайым құрамы немесе газ тәрізді отынның проценттік құрамы, сонымен қатар жану жылуы (1, 2) анықтамалар арқылы анықталады.

Жану өнімінің көлемі және жылу ұстаулар 1 кг қатты немесе сұйық отынға және 1 м<sup>3</sup> газ тектес отындарда есептелінеді.(9-кесте)

### 9-кесте-Отынның жану өнімі мен ауа көлемі

| $V_0^H$                                                   | $V_{o.N_2}^H$ | $V_{RO_2}^H$ | $V_{o.H_2O}^H$ |
|-----------------------------------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| $м^3/м^3, \alpha=1, t=0^\circ C \text{ мен } p=101.3 кПа$ |               |              |                |
| 9,8                                                       | 7,76          | 1,05         | 2,16           |

Жануға қажетті ауаның теориялық саны, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

$$V^0 = 0,0476 \cdot \left[ 0,5 \cdot (CO + H_2) + 1,5 \cdot H_2S + \sum (m + \frac{n}{4}) \cdot C_mH_n + O_2 \right] \cdot M^3 \quad (2.33)$$

$$V^0 = 0,0476 \cdot \left[ 1,5 \cdot 2,30 + (1 + \frac{4}{4}) \cdot 94 + (2 + \frac{6}{4}) \cdot 2,8 + (3 + \frac{8}{4}) \cdot 0,4 + (4 + \frac{10}{4}) \cdot 0,3 + (5 + \frac{12}{4}) \cdot 0,1 \right] \cdot M^3$$

$$= 0,0476 \cdot (3,45 + 188 + 9,8 + 2 + 1,95 + 0,8) = 9,8$$

Жану өнімінің теориялық көлемі, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>:

$$V_{RO} = 0,01 \cdot [CO_2 + H_2S + CO + \sum m C_m H_n], \quad (44)$$

$$V_{RO} = 0,01 \cdot [0,4 + 2,30 + 94 + 2 \cdot 2,8 + 3 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,1] = 1,05$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V_{O_2}^0 + 0,01 \cdot N_2, \quad (45)$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot 9,8 + 0,01 \cdot 2,0 = 7,76$$

$$V^0 = 0,01 \cdot [H_2O + H_2S + \sum n C_m H_n + 0,124 \cdot d_r] + 0,0161 \cdot V^0, \quad (46)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,01 \cdot \left[ 2,30 + \frac{4}{2} \cdot 94 + \frac{6}{2} \cdot 2,8 + \frac{8}{2} \cdot 0,4 + \frac{10}{2} \cdot 0,3 + \frac{12}{2} \cdot 0,1 + 0,124 \cdot 0,8 \right] + 0,0161 \cdot 9,8 = 2,16$$

мұндағы  $d_r$  - газ тектес отынның ылғалдылығы, м<sup>3</sup>.

#### 10- кесте-Газдың деңгейі

| Өлшем атауы<br>—                                                | $\alpha_T$<br>=1,05 | $\alpha_{III}^{III:IV}$<br>=1,08 | $\alpha_{III}^I$<br>=1,11 | $\alpha_{BЭК-II}$<br>=1,13 | $\alpha_{BЭК-I}$<br>=1,15 | $\alpha_{PВП}$<br>=1,27 |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| $V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,016 \cdot (\alpha - 1) V$            | 2,6078              | 2,6125                           | 2,6172                    | 2,6203                     | 2,6235                    | 2,6423                  |
| $V_{\Gamma} = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha - 1) V$ | 11,467              | 11,502                           | 11,537                    | 11,560                     | 11,583                    | 11,722                  |
| $I_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_{\Gamma}}$                        | 0,0915              | 0,0912                           | 0,0911                    | 0,0900                     | 0,0906                    | 0,0895                  |

| Өлшем атауы                            | $\alpha_T$<br>=1,05 | $\alpha_{III}^{III:IV}$<br>=1,0<br>8 | $\alpha_{III}^I$<br>=1,1<br>1 | $\alpha_{BЭК-II}$<br>=1,13 | $\alpha_{BЭК-I}$<br>=1,1<br>5 | $\alpha_{PБП}$<br>=1,27 |
|----------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| $I_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_\Gamma}$ | 0,228               | 0,22<br>7                            | 0,22<br>6                     | 0,226<br>4                 | 0,22<br>6                     | 0,225                   |
| $I_n = I_{RO_2} + I_{H_2O}$            | 0,319               | 0,31<br>8                            | 0,31<br>7                     | 0,316                      | 0,31<br>5                     | 0,314                   |

### 2.2.2 Ауа және отын жануының энтальпиясы есебі

Теориялық керек ауа энтальпиясы,  $\nu^0 c$  температура бойынша алынады, кДж/м<sup>3</sup>:

$$I_{\epsilon}^0 = V^0 (c \nu)_{\epsilon} \quad (47)$$

Газдың энтальпиясы, газ температурасы  $\nu^0 c$  болғанда алынады, кДж/м<sup>3</sup>:

$$I_0^{\Gamma} = V_{RO_2} (c \nu)_{RO_2} + V_{N_2}^0 (c \nu)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (c \nu)_{H_2O} \quad (48)$$

Отынның жану кезіндегі энтальпияның отынның барлық түрі, үшін  $\alpha > 1$ , кДж/кг (кДж/м<sup>3</sup>)

$$I_{\Gamma} = I_{\Gamma}^0 + (\alpha - 1) I_{\epsilon}^0 \quad (49)$$

Газ энтальпиясы жұмыс істеу кезіндегі көшірме ауа нәтижесін есептеу үшін 13 кестеде көрсетілген. Есептелген газ температурасы келесі немесе соңғы белгісіз болғандықтан, ол диапазон есептеледі.

#### 11- кесте 1 м<sup>3</sup> ауаның және газдың және 1 кг күлдің энтальпиялары

| $\vartheta, ^\circ C$ | $(c \vartheta)_{CO_2}$ | $(c \vartheta)_{N_2}$ | $(c \vartheta)_{H_2O}$ | $(c \vartheta)_B$ | $H_{OG}$ | $H_{OB}$ |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|----------|----------|
| 100                   | 171,7                  | 130,1                 | 150,5                  | 132,7             | 1459,793 | 1250,034 |
| 200                   | 360                    | 261                   | 304                    | 267               | 2948,37  | 2515,14  |
| 300                   | 563                    | 394                   | 463                    | 403               | 4478,86  | 3796,26  |
| 400                   | 776                    | 529                   | 626                    | 542               | 6042,67  | 5105,64  |
| 500                   | 999                    | 667                   | 795                    | 685               | 7651,51  | 6452,7   |
| 600                   | 1231                   | 808                   | 969                    | 830               | 9302,26  | 7818,6   |
| 700                   | 1469                   | 952                   | 1149                   | 979               | 10994,08 | 9222,18  |
| 800                   | 1712                   | 1098                  | 1334                   | 1129              | 12716,4  | 10635,18 |
| 900                   | 1961                   | 1247                  | 1526                   | 1283              | 14481,92 | 12085,86 |
| 1000                  | 2213                   | 1398                  | 1723                   | 1438              | 16275,96 | 13545,96 |
| 1100                  | 2458                   | 1551                  | 1925                   | 1595              | 18088,62 | 15024,9  |
| 1200                  | 2717                   | 1705                  | 2132                   | 1754              | 19933,24 | 16522,68 |
| 1300                  | 2977                   | 1853                  | 2344                   | 1914              | 21744,8  | 18029,88 |
| 1400                  | 3239                   | 2009                  | 2559                   | 2076              | 23624,33 | 19555,92 |
| 1500                  | 3503                   | 2166                  | 2779                   | 2239              | 25523,94 | 21091,38 |
| 1600                  | 3769                   | 2324                  | 3002                   | 2403              | 27439,37 | 22636,26 |

|      |      |      |      |      |          |          |
|------|------|------|------|------|----------|----------|
| 1800 | 4305 | 2644 | 3458 | 2732 | 31325,29 | 25735,44 |
| 1900 | 4574 | 2804 | 3690 | 2899 | 33277,76 | 27308,58 |
| 2000 | 4844 | 2965 | 3926 | 3066 | 35247,19 | 28881,72 |

11-кесте жалғасы

| $\vartheta, ^\circ\text{C}$ | $(C\vartheta)_{\text{CO}_2}$ | $(C\vartheta)_{\text{N}_2}$ | $(C\vartheta)_{\text{H}_2\text{O}}$ | $(C\vartheta)_B$ | $H_{\text{ог}}$ | $H_{\text{об}}$ |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 2200                        | 5386                         | 3289                        | 4402                                | 3402             | 39211,45        | 32046,84        |
| 2300                        | 5658                         | 3452                        | 4643                                | 3571             | 41208,41        | 33638,82        |
| 2400                        | 5930                         | 3615                        | 4888                                | 3740             | 43213,89        | 35230,8         |
| 2500                        | 6203                         | 3778                        | 5132                                | 3910             | 45218,23        | 36832,2         |

### 2.2.3 Бу генераторы жылу балансының

Құрастырылған жылу баланс бугенераторы қорытынлады. Тепе-теңдік орналасқанан кейін орталарына түскен агрегат саны жылуы, жылу ұғымы  $Q_p^p$  және қолданылған қажет саны  $Q_1$  жылудың жоғалтуы  $Q_2 Q_3 Q_4 Q_5 Q_6$  жылулық

балансты анықтау коэффициенті қажетті шығын отыны керек.

Жылу балансы және бірінғай есебі номиналдық тапсырмамен орындалады.

Жылу балансының бірлік отыны, кДж/кг (кДж/м<sup>3</sup>)

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (50)$$

газ түріндегі отын, кДж/м<sup>3</sup>:

$$Q_p = Q_i^d + i_{\text{тл}}, \quad (51)$$

$$Q_p = Q_i^d + i_{\text{тл}} = 36260 + 1,55 = 36261,55$$

мұндағы  $Q_p^p, Q_i^c$  -қатты және сұйық отынның жұмыстық массасының

және газ тәрізді отынның құрғақ массасының төменгі жану жылулығы

$i_{\text{тл}}$  - физика жылу отыны;

Оттықтағы ауаның артық коэффициентін жағатын отын түріне байланысты таңдау қажет (камералық оттықта құрғақ шлак жоюмен):

-газ мазутты оттық үшін,  $\alpha_T = 1,05 \div 1,10$

Қазанның газ жолы бойынша ауаның артық коэффициенті оттықтағы артық жиынтығы және ауа сору секілді анықталады, ауа сору саны  $\Delta\alpha$  1-кесте арқылы анықталады.

Физикалық жылу отыны, кДж/кг, кДж/м<sup>3</sup>:

$$i_{\text{тл}} = c_{\text{тл}} = 1,535 \quad (52)$$

$$c_{TЛ} = 0,01 \cdot \left( c_{H_2} \cdot H_2 + c_{CO} \cdot CO + c_{CO_2} \cdot CO_2 + c_{CH_4} \cdot CH_4 + c_{C_2H_6} \cdot C_2H_6 + c_{C_3H_8} \cdot C_3H_8 + c_{C_4H_{10}} \cdot C_4H_{10} \right) + 0,00124 \cdot c_{H_2O} \cdot d_{Г.ТЛ},$$

$$c_{TЛ} = 0,01 \cdot (1,6 \cdot 0,4 + 1,548 \cdot 94 + 2,21 \cdot 2,8 + 3,049 \cdot 0,4 + 4,129 \cdot 0,3 + 5,11 \cdot 0,1) + 0,00124 \cdot 1,495 \cdot 0,8 = 1,55$$

Физикалық жылу отыны қыздырылғаннан кейін газкүйіндегі заттар ноль түрінде сақталады.

Бугенератор коэффициент қажеттілігін анықтау үшін қайтарма балансты қолданады, %:

$$\eta = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad (53)$$

Жылудың өлшемдері, %:

$$q_2 = \frac{Q_2}{Q_P} \cdot 100 = \left[ I_{yx} - (\alpha^{Xq} - \alpha_T) \cdot I_{ОПРС} - \alpha_T \cdot I_{ОXB} \right] \cdot 100, \quad (54)$$

$$q_2 = \frac{Q_P}{Q_P^H} \cdot 100 = \frac{3244,7 - (1,27 - 1,05) \cdot 104,8 - 1,05 \cdot 388,4}{36260} \cdot 100 = 7,76$$

Шығарынды газ энтальпиясын  $t = 145^\circ C$  бойынша 2-кестедегі мәндерді интерполяциялап табамыз, кДж/кг:

$$I_{yx} = 2708,5 + \frac{3900,1 - 2708,5}{200 - 100} \cdot (145 - 100) = 3244,7$$

РВП кірісіндегі теориялық қажетті ауа мөлшерінің энтальпиясын  $t = 30^\circ C$  арқылы табамыз, кДж/кг:

$$I_{OXB} = c_p \cdot t \cdot V^0, \quad (55)$$

$$I_{OXB} = c_p \cdot t \cdot V^0 = 1,3214 \cdot 30 \cdot 9,8 = 388,4$$

V кестесі бойынша интерполяциялап жылу сыйымдылықты табамыз, кДж/кг:

$$c_p = 1,3198 + \frac{1,3253 - 1,3198}{100} \cdot (100 - 30) = 1,3214$$

Қазанның газ жүрісіндегі сығылатын ауа энтальпиясы, кДж/кг:

$$I_{OPPC} = c_p \cdot t \cdot 0,27 \cdot V^0, \quad (56)$$

6

$$I_{OPPC} = 1,3214 \cdot 30 \cdot 0,27 \cdot 9,8 = 104,8$$

3) Қазан ПӘК-і, %:

$$\eta = 100 - (7,76 + 0,1 + 0 + 0,5 + 0) = 91,6$$

Газ бойынша химиялық жанбаудан болатын жылу шығыны  $q_3 = 0,1\%$

Газда механикалық жанбаудан болатын жылу шығыны жоқ,  $q_4 = 0\%$

Қоршаған ортаға жылу шығыны:

$$q_5 = q_5^{HOM} \cdot D^{HOM} \Big|_D, \quad (57)$$

$$q_5 = 0,5 \cdot \frac{160}{160} = 0,5\%,$$

Қазанда қолданылатын жылудың толық мөлшері:

$$Q_K = D_{ne} \cdot (h_{ne} - h_{n6}) + D_{nn} \cdot (h^{11} - h_{n6}) + D_{np} \cdot (h^1 - h_{n6}) \quad (58)$$

Өңделген бу мөлшері:  $D_{ne} = 320 \text{ т} \Big|_c = 44,44 \text{ кг} \Big|_c$

-кесте бойынша аса қыздырылған бу энтальпиясы, кДж/кг:

$$h_{ne} = 3485,8$$

-қоректік су энтальпиясы, кДж/кг:

$$h_{n6} = 990,5$$

-қыздырғышқа дейінгі берілген қаныққан бу мөлшері, кг/с:

$$D_{nn} = 3\% \text{ от } D_{ne} = 0,03 \cdot 44,44 \text{ кг} \Big|_c = 1,33$$

-Барабандағы қысым бойынша қаныққан бу энтальпиясы,кДж/кг, $Q_k$  Вт:

$$h_s^{11} = 2593,2$$

$$Q = D_{\text{ке}} \cdot (h_{\text{не}} - h_{\text{нс}}) + D_{\text{нп}} \cdot (h_{\text{с}} - h_{\text{нс}}) + D_{\text{нр}} \cdot (h_{\text{с}} - h_{\text{нс}}) = 44,44 \cdot (3485,8 - 990,5) + 1,33 \cdot (2588,7 - 990,5) =$$

$$= 110891,1 + 2125,6 = 113015,7 = 130 \cdot 10^3.$$

мұндағы  $D_{\text{нр}}$  - үрлеуге су шығыны есептелмейді, ол өндіргіштен 2% төмен (1%).

Қазанның оттық камерасына берілетін отын шығыны:

$$B = \frac{D_{\text{ПЕ}} (H_{\text{нп}} - H_{\text{н.с.}}) + D_{\text{ПР}} (H_{\text{кит}} - H_{\text{н.с.}})}{Q_{\text{н}}^p \cdot \eta_{\text{ПК}}} \quad (59)$$

мұндағы  $D_{\text{ПЕ}}$  - қазанның есептік бу өндіргіштігі  $D_{\text{н}} = 88,88 \text{ кг/с}$ ;

$H_{\text{нп}}$  - аса қызған бу энтальпиясы  $H_{\text{нп}} = 3471 \text{ кДж/кг}$  [(3), 560°C және 15,6 МПа];

$H_{\text{н.с.}}$  - қоректік су энтальпиясы  $H_{\text{н.с.}} = 993,18 \text{ кДж/кг}$  [(3), 230°C және 15,6 МПа];

$H_{\text{кит}}$  - қазан барабанындағы қысым кезінде қанығу сызығындағы су энтальпиясы  $H_{\text{кит}} = 1633,8 \text{ кДж/кг}$  [(3), 15,6 МПа];

$D_{\text{нр}}$  - қазан барабанындағы үрлеу су шығыны  $D_{\text{нр}} = 0,01 \cdot p_{\text{нр}} \cdot D_{\text{н}}$ ,

мұндағы  $p_{\text{нр}}$  - қазанды үздіксіз үрлеудің қатысты мөлшері  $p_{\text{нр}} = 0,5 - 2\%$

$$D_{\text{нр}} = 0,01 \cdot 1 \cdot 44,44 = 0,444 \text{ кг/с}.$$

Есептік отын шығыны:

$$B_p = \frac{44,44 \cdot (3467 - 993,34) + 0,444 \cdot (1643,6 - 993,34)}{36260 \cdot 0,916} = 3,3 \text{ м}^3/\text{с} \quad (60)$$

Отын шығыны, (м³/с):

$$B = \frac{Q_{\text{ка}} \cdot 100}{Q_p^p \cdot \eta_{\text{ка}}} \quad (61)$$

$$B = \frac{130 \cdot 10^3 \cdot 100}{36261,55 \cdot 91,6} = 3,9$$

### 3 Жылулық шығарындылардан атмосфераны қорғау

Газды жаққан кезде атмосфералық ауаға күкіртті және күкірт ангидридтері, ванадий қосылулары, сонымен бірге қазандықтың бетін тазалау кезіндегі алынған заттар шығарылады. Газ экологиялық көзқарастан алғанда анағұрлым «гигиеналық» қасиетке ие: біршама аумақ жерді алып жататын күл үйінділері мәселесі болмайды, олардың пайдалы қолданылуын және станцияның ауданында күлдің желмен ұшуынан пайда болатын, атмосфераны әрдайым ластайтын мәселелері болмайды. Газды отында түрінің жану өнімдерінде ұшатын күлдер болмайды.

#### 3.1 Күкіртті оксидтердің шығарылымдарын есептеу

Уақыт бірлігінде газ түгіндерімен атмосфераға шығатын күкірт оксидтерінің санын  $SO_2$  және  $SO_3$   $SO_2$  ( $M_{SO_2}$ ) қайта есептеу кезінде мына формуламен есептейді:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^P \cdot (1 - \eta'_{SO_2}); \quad (62)$$

мұндағы:  $S^P$  – отындағы күкірт құрамы;  
 $\eta'_{SO_2}$  - қазанда ұшпа күлімен байланысатын күкірт оксидінің үлесі;

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot 34164 \cdot 2,8 \cdot (1 - 0,02) = 1683,6 \text{ г/с}. \quad (63)$$

#### 3.2 Азот оксидінің шығарылымдарын есептеу

Қатты, сұйық және газтәріздес отынның жану кезінде әр қазандықтан түгін газдарымен бірге атмосфераға шығарылатын, азот оксидінің суммарлық мөлшері ( $NO_x$ ) қайта есептеуде азот оксидінің түгел тотықтануы азот диоксида ( $NO_2$ ) , мына формуламен есептелінеді:

$$M_{NO_x} = 0,34 \cdot 10^{-7} \cdot K \cdot B \cdot Q^P \cdot (1 - \frac{q_H}{100}) \cdot \beta_1 \cdot (1 - \varepsilon_1 \cdot r) \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \varepsilon_2 \cdot (1 - \eta_{az} \cdot \frac{n}{k}) = 6,4 \quad (64)$$

### **3.3 Көмірқышқыл оксидінің шығарындысы**

Көмірқышқыл оксидінің шығарындысын мына формуламен есептейміз:

$$M_{\text{VO}} = 0,001 \cdot C_{\text{CO}} \cdot B \cdot \left( 1 - \frac{q_4}{100} \right); \quad (68)$$

мұндағы  $C_{\text{CO}}$  – газды жаққан кезде көмірқышқыл оксидінің шығарындысы, кг/т,  $M_{\text{VO}}$  г/с:

$$C_{\text{CO}} = \frac{q_3 \cdot R \cdot Q_p}{1013}, \quad (69)$$

$$C_{\text{CO}} = \frac{0,1 \cdot 0,65 \cdot 36260}{1013} = 2,3.$$

$$M_{\text{VO}} = 0,001 \cdot 2,3 \cdot 34064 = 78,5$$

### 3.4 Түтін құбырын есептеу және таңдау

Түтіндік құбыр биіктігін газда  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , басқа да жаман шығарындыларды алып тастау бойынша ЖЭО-ның газды отында жұмыс істеуі кезінде таңдаймыз:

$$H = \rho_n \cdot \sqrt{\frac{m \cdot A \cdot M \cdot F}{\text{ПДК} - C_{\text{Ф}}}} \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{V \cdot \Delta T}}, \quad (70)$$

мұндағы  $\rho_n = 1$  - бір стволды құбыр үшін;

$A=120$  – атмосфераның температуралық стратификациясына байланысты коэффициент;

$w_0=20$  м/с кезінде  $m=0,9$  - құбыр аузынан газдың шығу шартын есептейтін коэффициент;

$$M = M_{\text{SO}_2} + 2 \cdot M_{\text{NO}} = 1683,6 + 2 \cdot 39 = 1761,6 \text{ г/с} \quad - \quad \text{SO}_2 \quad \text{мен} \quad \text{NO}_2$$

массалы суммарлы шығарындысы

$F=1$  – атмосферадағы қоспалардың тұну жылдамдығын есептейтін коэффициент;

ПДК – шекті мүмкін концентрация;

$C_{\text{Ф}}$  – фондық концентрация;

$\Delta T=138-30=98$  °C – ең ыстық айдың ортасында шығарылатын газдар температурасының әртүрлілігі.

$V_{\text{Г}}$  - құбырға газ ауалық қоспалар шығыны, гр/сек:

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (71)$$

мұндағы  $D = 8,4$  м түтін мұржасының ернеуінің қос өресі;  
 $w_0 = 25$  м/с түтін газдарының жылдамдығы.

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 8,4^2}{4} \cdot 25 = 900 \text{ гр/сек};$$

Түтіндік құбыр биіктігі, м:

$$H = 1 \cdot \sqrt{\frac{0,9 \cdot 120 \cdot 1691,4}{0,5 - 0,2}} \cdot \sqrt{\frac{2}{900 \cdot 98}} = 141,2.$$

150 м биіктіктегі құбырды аламыз.  
 Құбырдың ішкі диаметрін анықтаймыз, м:

$$D_0 = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V}{w_0}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{900}{20}} = 9,6. \quad (72)$$

## ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген дипломдық жобаның мақсаты Шымкент қаласының қуаты 90 МВт болатын ЖЭО-ны жобалау. Дипломдық жобада көрсетілген: ЖЭО жылулық сұлбесінің есебі, негізгі және қосымша жабдықтарды таңдау, ЖЭО қосымша цехының жабдықтарын таңдау. Шымкент қаласының жылулық желісінің жоғары сапада жұмыс істеуі үшін ЖЭО жобалауға таңдалған турбинаның жылулық есебі жақсы технико- экономикалық көрсеткіштерді көрсетті.

БКЗ-160-100 қазанын автоматтандыру жүйесі келтірілген. Реттеу, қорғау жүйесі, қазанды сигнализациялау қарастырылған.

Жобаланатын ЖЭО Шымкент қаласының солтүстік аудандарын жылу және электр энергиясымен қамтамасыз етудің негізгі көзі.

Мен дипломдық жобамда келесі талаптарды орындау үшін ЖЭО жобалауды қарастырдым:

- Шымкент қаласының үлкендігіне байланысты жылумен жабдықтау жүйесінің қуаттылығын арттыру;
- қала атмосферасына өндірістік қалдықтарды шығаруды азайту, яғни ресурстарды, энергия үнемдеу технологиясын, өндірістік қалдықтарды қайта пайдаға жарату жүйесін қолдану арқылы азайтуға болады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Справочник.- М.: Энергоиздат, 1984.-321с.
- 2 Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции.-М.: Энергия, 1976.-437с.
- 3 Тепловые и атомные электрические станции. Справочник. - М.: Энергоиздат, 1982.-255 с.
- 4 Е.А. Бойко, К.В. Баженов, П.А. Грачев. Красноярск Паротурбинные энергетические установки ТЭС (справочное пособие) Е.А. Бойко, К.В. Баженов, П.А. Грачев. Красноярск 2006.-153 с.
- 5 Григорьев В.А., Зорин В.М. Тепловые и атомные электрические станции. С.-М.: Энергоатомиздат, 1989.-590 с.
- 6 Тепловые и атомные электрические станции. Дипломное проектирование под редакцией А.М. Леонкова, А.Д. Качан. Минск: Высшая школа 1991.-253 с.
- 7 Н.Г. Суляевой и А.А. Кибарин Методические указания к выполнению дипломного проекта. –Алматы: АЭИ 1995.
- 8 Теплотехнический справочник, под ред. В.Н. Юренева - М.: Энергия, 1977 г.-147 с.
- 9 Справочник по технике безопасности П.А. Долин
- 10 Абрамов А.И, Елизаров Д.П, Ремезов А.Н и другие. Повышение экологической безопасности. –М.: Энергоиздат, 2002.- 412 с.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

**Мұхтаров Жасұлан Майданұлының**  
(аты-жөні)

**5B071700 - Жылуэнергетика мамандығы бойынша**  
(мамандығы)

**«Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның жобасы»**  
(дипломдық жобаның тақырыбы)

**тақырыбындағы дипломдық жұмысына**

### **ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

Шымкентте тағы бір жаңа қазіргі заманғы жоғары технологиялық қондырғылармен жылу электр станциясын салу керек. 2025 жылға қарай тұрғындар саны 1,5 млн дейін көбейеді. Қазіргі уақытта қалада 1,1 млн адам тұрады. Жылдан жылға тұрғын санының көбеюіне байланысты өндіріс орындары да көбейеді, сондықтан өндіріске жіберілетін бу, жылу тұтыну және жылуландыру ұлғаяды. Осыған байланысты маңызды шешімнің бірі – қарастырылып отырған дипломдық жұмыстың мақсаты Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ны жобалау болып табылады. Өйткені бұл турбинаның жылуландыру және өндірістік алымдары бар.

Дипломдық жобада ЖЭО-ның жылулық сұлбесінің есебі келтіріліп, негізгі және қосымша жабдықтары таңдалған. БКЗ-160-100 қазанын автоматтандыру жүйесі келтірілген. Реттеу, қорғау жүйесі, қазанды сигнализациялау қарастырылған.

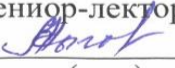
Дипломдық жұмысты орындау барысында студент өзінің теориялық білімін іс-жүзінде қолдана білді. Зерттеудегі қойылған мақсат пен міндеттерді толық орындауға қол жеткізді.

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, «Жылуэнергетикасы» мамандығының түлегі Мұхтаров Жасұланды, аталмыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайық деп, және дипломдық жұмысын А- «өте жақсы» 91 баллмен бағалауға болады деп санаймын.

Дипломдық жұмыс барлық қойылатын талаптарға сай және мемлекеттік аттестациялық комиссия отырысында қорғауға рұқсат етіледі.

### **Ғылыми жетекші**

Техника ғылымдарының магистрі,  
«Энергетика» кафедрасының  
сениор-лекторы

 А.С. Ныгыманова  
(қолы)

« 19 » 05 2022 ж.

Тақырыбы: «Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның жобасы»

5B071700 – Жылу энергетикасы

(шифр және мамандық атауы)

Мұхтаров Жасұлан Майданұлы

(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына

(жұмыс түрінің атауы)

## СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыс жалпы үш бөлімнен, ЖЭО негізгі жабдықтарды таңдау, Жаңа жобадағы жылулық сұлбе есебі және жылулық шығарындылардан атмосфераны қорғау, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Осы дипломдық жұмыста Шымкент қаласының қуаты 180 МВт болатын ЖЭО-ны жобалау. ЖЭО жылулық сұлбесінің есебі келтірілген, негізгі және қосымша жабдықтарды таңдау, ЖЭО қосымша цехының жабдықтарын таңдау жұмыстары жүргізілген.

БКЗ-160-100 қазанын автоматтандыру жүйесі келтірілген. Реттеу, қорғау жүйесі, қазанды сигнализациялау қарастырылған. Сонымен қоса Күкірт, азот, көмірқышқыл оксидтерінің шығарылымдарын есептеу және түтіндік құбырды таңдау және есептеу ұсынылған.

Дипломдық жұмыстың әдістемелік базасы, жоспары және мақсаты жобаның мазмұнына және тақырыбына сәйкес келеді. Студент өзбетінше жұмыс істегендігі байқалады.

### Жұмыс бойынша ескерту:

Кемшіліктер ретінде грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін айтуға болады. Пайдалаған әдебиеттер тізімі бойынша жаңа мәліметтер пайдаланылуы керек. Оған қарамастан жұмыс толықтай дайын. Дипломдық жұмыстың жалпы деңгейі жоғары, талаптарға сай жазылған.

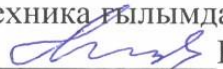
Сонымен, дипломдық жұмыс маманды дайындау бағыты бойынша берілетін академиялық дәрежесі мен біліктілігіне сай келеді деп ойлаймын.

### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Мұхтаров Жасұланның дипломдық жұмысы А- «өте жақсы» (91 балл) бағасына, ал автор – жылуэнергетика бакалавры академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.

### Сын-пікір беруші

Алматы энергетика және байланыс университеті, Жылу энергетикалық қондырғылар кафедрасының профессоры, техника ғылымдарының кандидаты.

 Р.А. Мусабеков

(колы)

«19» мамыр 2022 ж.



## Протокол

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

**Автор:** Мұхтаров Жасұлан Майданұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның жобасы

**Научный руководитель:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 8.4

**Коэффициент Подобия 2:** 3.4

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 252

**Интервалы:** 0

**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:

*Допущен к защите.*

Дата

*20.05.2022*



Заведующий кафедрой *Сарсенбаев Е.А.*

*[Signature]*

## Протокол

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

**Автор:** Мұхтаров Жасұлан Майданұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Шымкент қаласындағы ПТ-60-90 турбиналы ЖЭО-ның жобасы

**Научный руководитель:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 8.4

**Коэффициент Подобия 2:** 3.4

**Микропробелы:** 3

**Знаки из других алфавитов:** 252

**Интервалы:** 0

**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: *мұхтаров жасұланның дипломындағы жұмыс плагият емес. қорғауға жіберілді.*

Дата



проверяющий эксперт

*19.05.2022 ж*