

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жаңу энергетикалық қондырғылары кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Кибарин А.А. доцент, к.т.н.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«        »        20    ж.  
(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Жаңулық сарпаты бар ЖЭС-ян жобалау

Жаңу электр станциялары мамандығы бойынша  
Орындаған Қурманбаева Әйгерім Серікқызы ТЭС-10-02  
(аты-жөні) (тобы)

Жетекші Темірбаев Д.И. профессор, д.т.н.  
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кенесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

Т.Т.К., доцент Түзелбаев Д.И.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 05 »        06        20 14 ж.  
(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

а.о. Бекмуратова Н.С.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Мәсех « 05 »        06        20 14 ж.  
(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

профессор, д.т.н. Темірбаев Д.И.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
« 12 »        06        20 14 ж.  
(колы)

Мөлшер бақылаушы:

ассистент Муханова Д.ИИ  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
Мәкә « 10 »        06        20 14 ж.  
(колы)

Пікір жазушы :

ы спец. департаментта по жобалаушы и ревизору Ю.А.Н., Сағдиев К.А.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)  
«        »        20    ж.  
(колы)

Алматы 2014

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Маму Жүргитика факультеті  
Маму электр станциясы мамандығы  
Маму Жүргитикалық қондырғылар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Қурманбаева Айселим Серікқазы  
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Мамулық қорғасын бар МЭ - ан жобалау

ректордың « 24 » 09 2013 № 115 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 08 » 06 2014 ж.

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

МЭО - ның орналасуы - Алматы қаласы  
Алматы 2 - МЭО - ан мамулық қорғасын  
жобалау

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

1. Алматы 2 - МЭО - ның сипаттамасы және мамулық жұмысы
2. Негізгі және қосымша қондырғыларды таңдау
3. 2 - МЭО - дағы жылжиталымын графика
4. Алматы 2 - МЭО - ан мамулық қорғасын жобалау
5. Мамулық қорғасын таңдау және есепі
6. Әлеуметтік жағдайы
7. Экономикалық бағамы

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Бас жоба шбас
2. МЭД-ның жанындағы шбас
3. МЭС-тің бас жиналғының шбас

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Ракин В.А. Тепловые электрические станции М., Энергоатомиздат, 1987 г. (Оқулық)
2. Лебедев П.Д. и Шукшин А.А. Теплоэлектрические установки промышленных предприятий (курсовое проектирование) Учеб. пособие для энергетических вузов и факультетов. М.: Энергия, 1970 г. - с. 233-255
3. Бағдатжандов И.Б. Жаңы электр станциялары. Дипломдық жұмыс. Оқу қыраны Алматы, 2013 ж.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
ЭТҚ	Бекмуратова Н.С	15.05 - 05.06	Бекмуратова
Жиналғы	Түзетбаев Б.И	28.04 - 06.06	Түзетбаев
Негізгі бөлім	Темірбаев Д.М	03.03 - 12.06	Темірбаев



## **Андатпа**

Дипломдық жобада жылулық сорғылы жылу электр орталығы қаралған.

Мұнда жылулық сұлбе есептеліп, негізгі және көмекші жабдықтар мен берілген мәліметтерге сәйкес жылулық сорғы таңдалды, оның есебі қарастырылды.

Үнемиеттік бөлімінде таңдалған жылулық сорғының техникалық-үнемиеттік көрсеткіштері және өміртіршілік бөлімінде жалпы стансаның санитарлы-қорғаныс аймағы анықталып, зиянды қоспалардың әуеде сейілуі есептелді.

## **Аннотация**

В дипломной работе рассмотрены проектирование теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) с тепловым насосом, тепловая схема и расчет, выбор основного и вспомогательного оборудования, по данным материалам - выбор и расчет теплового насоса.

В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели выбранного теплового насоса, а в разделе безопасность жизнедеятельности - количество выбросов вредных веществ в атмосферу и санитарно-защитная зона станции.

## **Annotation**

In this thesis are considered combined heat and power plant design with the thermal pump, heat scheme and it's calculation, choice of the capital and accessory equipment, on these materials choice and calculation of a thermal pump.

In economic part are calculated technical and economic indexes of the chosen thermal pump, and in the section health and safety number of missions of harmful substances in the atmosphere and the sanitary protection zone of station.

## Мазмұны

### Кіріспе

### I Жылу техникалық бөлім

- 1.1 Алматы 2-ЖЭО-ның сипаттамасы және жылулық жүктемесі
  - 1.1.1 2-ЖЭО-ның қысқаша сипаттамасы
  - 1.1.2 АлЭС 2-ЖЭО-ның бас жоспары
  - 1.1.3 2-ЖЭО-ның жылулық жүктемесі
- 1.2 Негізгі және қосалқы қондырғыларды таңдау
  - 1.2.1 2-ЖЭО-да орнатылған негізгі қондырғылардың сипаттамалары
  - 1.2.2 Шығырдың техникалық сипаттамасы мен мінездемесі
  - 1.2.3 Т-110/120-130 бу шығырының жылулық есебі
  - 1.2.4 Энергетикалық қазандарды таңдау
  - 1.2.5 Шындық су қыздыру қазандарын таңдау
  - 1.2.6 Қосалқы қондырғы сипаттамасы
- 1.3 ЖЭО-ның отын шаруашылығы
  - 1.3.1 Отын қоймасының сипаттамасы
- 1.4 Техникалық сумен қамтамасыздандыру
- 1.5 2-ЖЭО-дағы желдеткішті градирня
  - 1.5.1 Градирня сипаттамасы
  - 1.5.2 Жұмыс істеу тәртібі
  - 1.5.3 Градирняны жұмысқа қосу және өшіру
  - 1.5.4 Градирняны пайдалану
- 1.6 Алматы ЖЭО-2-ны жылулық сорғымен жобалау
  - 1.6.1 Жылулық сорғы туралы жалпы түсініктеме
  - 1.6.2 Жылулық сорғы технологияларының ең төменгі тиімді жылуының энергиялық қайнар көздерін ірі көлемде пайдалана отырып, жылыту мәселелерін шешу жолдары
  - 1.6.3 Атом-жылу насосты жылумен қамтамасыз ету энергетиканы дамытудағы жаңа бағыт ретінде
  - 1.6.4 Орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесі үшін үлкен қуатты жылулық сорғыларын қолдану өзектілігі
- 1.7 Жылулық сорғыны таңдау және есебі
  - 1.7.1 Буілестіргіш тоңазытқыш қондырғысын таңдау және есептеу
  - 1.7.2 Жылусорғылық технология негізінде Киев ЖЭО-6 тасталынған жылуды пайдаланудың мақсатына сәйкес технологиялық, энергетикалық және экономикалық бағасы
  - 1.7.3 Ағын суларына арналған жылулық сорғы есебі
  - 1.7.4 Озон қабаты мен жаһандық жылуына әсер етпейтін, жылулық сорғылары үшін хладагенттерді шығару мәселелері
  - 1.7.5 R744 көміртегі оксидіндегі жылулық сорғылардың жаңа түрлері

1.7.6 R744 жылу сорғыларын қолданудың масштабы және келешектегі қолданылуы

## II ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІК бөлім

2.1 Жылу техникалық сипаттама

2.2 Жалпы станцияның санитарлы-қорғаныс аймағын анықтап және зиянды қоспалардың әуеде сейілуін есептеу

2.3 Ауадағы шаңның зияны мен одан қорғану

## III ЭКОНОМИКАЛЫҚ бөлім

3.1 Бизнес-жоспар

3.2 Маркетингтік жоспар

3.3 Қаржылық жоспар

3.3.1 Жылулық сорғының жылдық энергия жіберуі

3.3.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

3.3.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

3.3.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

3.3.5 Еңбекақы шығындарын есептеу

3.3.6 Амортизациялық аударылымдарды есептеу

3.3.7 Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

3.3.8 Шығарындыларға төлемдерді есептеу

3.3.9 Жалпы шығындарды есептеу

3.3.10 Энергияны жіберудің өзіндік құнын есептеу

3.3.11 Жобаны іске асыруды және пайдалануды экономикалық бағалау

Қорытынды

Әдебиеттер тізімі

## Кіріспе

Жылуландыру – орталықтандырылған жылумен қамдау мақсатында электрстансаның жылу қозғалтқышында жұмыс істеп шыққан буды пайдалану арқылы электр және жылу қайратын бірге өндіру. Осы дипломдық жобанда орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесінде жылу сорғылары технологиясын қолдану жобаланды. Бұл технологияны Алматы 2-ші жылу электр орталығына қатысты қарастырамын. Жылулық сорғыларды орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесінде қолданудың тиімділігі тұтынушының және жылу көзінің ыстықтығына, қолданатын қайрат пен жылу тарифтерінің қатынасына, сығымдағыш жетегін қолданудың түріне тәуелді. ОЖҚЖ-сін жетілдіруде келесі себептерді ескеру қажет:

- ЖЭС-да суыту жүйесінің техникалық суының төменгі тиімділікті жылудың үлкен шығыны;
- Жылулық жүктемені төмендетуде электр қайратын өндіру кезінде отынның жануының тез көтерілуі;
- Желілік суды қыздыруға кететін жылудың көп мөлшері;

Жылулық сорғы қондырғысы арқылы органикалық отынды үнемдеу ЖЭО-да төменгі тиімділікті жылудың шығынын тиімді пайдаланудан болады. Оның әдістері:

- Жылулық сорғы үшін төменгі тиімділікті жылу көзі ретінде ЖЭО-да шықтағышты суыту үшін қолданатын техникалық судың жылуын қолдану;
- ЖЭО-на қайтып келетін кері желілік суды төменгі тиімділікті жылу көзі ретінде қолдану, оның ыстықтығы 20...25 °С-ға дейін төмендейді.

Жылулық сорғы арқылы осы тасталатын жылудың көп бөлігін (50-60%) жылу желісіне беруге болады.

Осы жобаның тиімділігі: бұл жылуды өндіруге отынның қосымша жылуын шығындау қажет емес және де экологиялық жағдайға тиімді әсер етеді, айналымдық судың шығыны төмендейді де, оны айдауға қажет шығындар азаяды.



## I Жылу техникалық бөлім

### 1.1 Алматы ЖЭО-2-ның сипаттамасы және жылулық жүктемесі

#### 1.1.1 ЖЭО-2-ның қысқаша сипаттамасы

Алматы ЖЭО-2 Алматы қаласының батысында, Қарасай ауданы Алғабас ауылында орналасқан.

Алматы ЖЭО-2 екі кезекте құрылған:

Бірінші құрылыс 1978-1983 жылдар аралығында жүргізілді. ЖЭО-ға БКЗ-420-140-7с типті үш бу қазан мен ПТ-80/100-130/13 типті үш бу шығыры пайдалануға ұсынылды.

Екінші кезектегі құрылыс 1985-1989 жылдар аралығында жүргізілді. Жылу орталығына БКЗ-420-140-7с бу қазанының тағы да төртеуі және Р-50-130/13 типті бір бу шығыры мен Т-110/120-130 типті бу шығырының екеуі іске қосылды. 1995 жылдан бері үшінші құрылыс осы уақытқа дейін жалғасуда. Бұл құрылыста іске тағыда БКЗ-420-140-7с типті бу қазанын іске қосылуын, скруббер мен Вентури құбырларын қайта құру, жаңа күлұстағыш құру және БКЗ-420-140-7с типті бу қазанының конвективті шахтасын қайта құру күтілуде.

АЖЭО-2-ден жылу ыстық сумен беріледі. ЖЭО базалық тәртіпте, шындық тәртіпте жұмыс жасайтын батыс жылу комплексімен бірігіп жұмыс жасайды. ЖЭО-дан электр қайраты 110кВт кернеуде өндіріледі және таратылады.

ЖЭО-2 орнатылған қуаты :

- электрлік - 510МВт
- жылу - 1176Гкал/сағ

Сәйкестірілген қуат мәні:

- электрлік - 357МВт;
- жылу - 721 Гкал/сағ.

Максималды жылулық жүктеме - 613 Гкал/сағ құрайды.

#### 1.1.2 АлЭС ЖЭО-2-ның бас жоспары

ЖЭО құрылыстық ауданшасы Алматы қаласынан батысқа қарай 15 км, қаланың болашақта оңтүстік-батысқа қарай дамитынын ескерген. Топырақ суларының деңгейі жер бетінен 15,9-22,1м тереңдікте жатыр. Тербеліс амплитудасы 1,0 м. Байланыс жолдарынан ағып кету есебінен топырақ суларының деңгейінің өсіп кетуінің мүмкіндігі өте аз. Топырақтардың қатуларының қалыпты тереңдігі 100 см.

Топырақтар өңдеу қиындығы бойынша СНиП 4-2-82 бойынша алынады. Инженерлі-геологиялық шарттары бойынша ауданшасы 3-ші санатты қиындыққа жатады.

Сонымен қатар:

- |   |      |
|---|------|
| а) электр стансасының ауданшасы (қоршау шектерінде) | 38га |
| б) күлтөгіндісі (3 жылға арналған сыйымдылық)       | 12га |
| в) уақытша құрылыстар                               | 20га |

Бас жоспарды өңдеу кезінде технологиялық байланыстар, ЖЭО ЛЭП және Жылу трасс, көлік және құрылыс кезегінің қорытынды талабын ескере отырып аймақты функционалды талаптары ескерілген.

Тұрғын аймақтарынан құрылыс ауданшасы 3 км ауылшаруашылық өрістерінің тау жоталарымен және көгалдандырулармен бөлініп тұр.

Электр стансасының ауданшасында ЖЭО-ның бас тұрқысы орналасқан, қосымша тұрқылар жағулық мазут шаруашылығы, қатты отын қоймасы, ұсақтағыш тұрқы, градирнялар, өзгерткіштер, ашық таратқыш қондырғылар, әкімшілік-тұрмыстық тұрқылармен біріктірілген.

Шектеу шегінен тыс батыс жағында стансалық темір жол және станса (бір қатар кәсіпорындар үшін) орналасқан, ОКСа көлемдік қоймасы, еріткіш қондырғы.

Ары қарай қажетті өртке қарсы үзікпен-мазут шаруашылығы және мазут сақтаушы РКТ (жылулық желілердің Алматылық кәсіпорындары). Электр стансасына солтүстік жағынан бетон-ерігіш түйінмен, автобазамен және бас тұрқысының металл құрылыстық қаңқасын құрастыру үшін арналған екі үлкейткіш-құрастырғыш және қазандар құрамаларының ауданшаларымен жанасады. Электр стансасы ауданшасының өлшемі технологиялық, тазалық және өртке қарсы талаптары бойынша ғимараттар мен құрылыстар арасындағы минималды үзіктерді талап етулеріне сәйкес қабылданған.

Темір жол бағыты ЖЭО аймағының солтүстік жағынан бұзылған вагондарды түсіру эстакадасына және ары қарай жанулық мазут шаруашылығымен ОВК-2 келеді. Темір жолда үлкейткіш-құрастырғыш ауданшаларында орындалған. Құрастыру аймағына үлкейтілген құрамаларды әкелуі пневможүрісте трейлермен ісек асады.

Құрылыс ауданшасын ішкі автокөлік жолымен байланыстыратын негізгі автокөлік жолы ауданшаның оңтүстігі жағынан әкелінген.

Электр стансасына кіретін бас жол және бас тұрқы айналасындағы сақиналық жолдың ені 6м, қалған жолдар (қатты қаптаумен) қозғалыстың бір жолағымен 4,5 м енімен орындалады.

Электр стансасы аумақтарының тік жоспарлануы жергілікті жұмыстардың минималды көлемі кезінде табиғи жер бедерінің мүмкіндігі бойынша сақтанумен орындалған. Сонымен қатар сол уақытта ғимараттардан және құрылыстардан қысқа жол бойынша ашық су өткізгіштер жүйелерімен қайықтарға және кюветтерге және жауын қабылдағыш арналуынан (майланған және мазутталған ақаба суларды тазалауға тура келеді) жер беті суларын әкетуді толық қамтамасыздандырады. Жоспарланған ауданшалардың минималды еңісі 0,005-0,008 шектерінде қабылданады.

Ғимараттар қабырғасының сыртқы жағының бойымен 200 м карниз шығаруынан асып кететін отмост ені бар, бірақ 500 мм-ден аз емес, ғимарат қабырғасынан 0,03-0,10 еңіске қарай бағытталған.

Ғимараттың бірінші қабатының таза еденінің белгілеуі ғимараттың жоспарланған белгілеуінен 0,15 м жоғары орналасқан. Машина залының шықтық бөлмесінің ОВК-1 және қазан цехының күлділік бөлімінің бас тұрқысының таза еден деңгейі минус 12 м белгілеуде орналасқан (бас тұрқының тереңдетілген нұсқасы).

Төтенше жағдайларда паводковты және басқа да суларды бас тұрқының күлділік бөлімінен әкету үшін үңгір тесілген.

Жыл ішінде Алматы қаласында жылдамдығы 3 м/с-қа дейін желдер болды (80% жағдайлар). Қатты желдер (15м/с және одан да көп) Алматы қаласында сирек бақыланады, орташа жылына 15 күн. Қыста қатты жел 10 жылда 1-3 күн болады, жазда әр жылда 2-3 күн, көбінесе күннің екінші жартысында.

Электр стансаның аймағына ағаштарды, олармен бірге шөпті газондарды отырғызу арқылы көгалдандыру орындалған. Жасыл сілемдерде жоспар бойынша демалуға арналған ауданшалар қарастырылған.

Бас жоспарды болашақта ЖЭО-ны кеңейту мүмкіндігін ескеріп жасаған. Бас жоспарды орналастырудың негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері:

- Электр стансасының шектеуіндегі аудан  $F=38$  га;
- Ғимараттар қамтыған аудан  $F_{\text{ғим}}=10$  га;
- Ғимараттар және құрылыстар қамтыған аудан  $F_{\text{қос}}=16$  га;
- Өндірістік ауданның меншікті ауданы  
 $F_{\text{менш}}=F/N=38/620=0,061$ га/МВт;
- Аумақшаның пайдалану еселеуіші  $K_{\text{аум}}=(F_{\text{қос}}/F)*100=42.1\%$ ;
- Құрылыс еселеуіші  $K_{\text{құрылыс}}=(F_{\text{ғим}}/F)*100=26.3\%$ ;

### 1.1.3 2-ЖЭО-ның жылулық жүктемесі

АҚ «Теплокоммунэнерго» және АлЭС «Распределительные тепловые сети» мәліметтері бойынша АлЭС ЖЭО-2-ның максималды жылулық жүктемесі  $Q_{\text{max}}=1065$  Гкал/сағ құрайды, олардың ішінде ыстық сумен қамдаудың жүктемесі  $Q_{\text{ысқ}}=195$  Гкал/сағ, жылыту және желдету жүктемелері  $Q_{\text{от}}=870$  Гкал/сағ болады.

Алматы қаласы үшін ықылымдық мәліметтер

Сыртқы ауа ыстықтығы:

- Есептік жылыту  $t_{\text{н}}^{\text{р}}=-25^{\circ}\text{C}$ ;
- Суық айдың орташа ыстықтығы  $t_{\text{н}}^{\text{са}}=-7,4^{\circ}\text{C}$ ;
- Жылытулық кезеңнің орташа ыстықтығы  $t_{\text{н}}^{\text{ср}}=-2,1^{\circ}\text{C}$ ;
- Жаздық кезеңнің орташа ыстықтығы  $t=+20^{\circ}\text{C}$ ;

Тәртіптер бойынша жылулық жүктемелерді есептеу:

I-тәртіп, максималды-қыстық:

$$Q^{\text{I}} = Q_{\text{max}} = Q_{\text{жылыту}} + Q_{\text{ысқ}} = 870 + 195 = 1065 \text{ Гкал/сағ};$$

II-тәртіп, есептік-бақылаулық:

$$Q^{\text{II}} = Q_{\text{жылыту}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{км}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}} + Q_{\text{ысқ}} = 870(18 + 7.4)/(18 + 25) + 195 = 708 \text{ Гкал/сағ};$$

III-тәртіп, орташа жылытулық:

$$Q^{\text{III}} = Q_{\text{жылыту}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{орп}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}} + Q_{\text{ысқ}} = 870(18 + 2.1)/(18 + 25) + 195 = 600 \text{ Гкал/сағ};$$

IV-тәртіп, жазғы:

$$Q^{\text{IV}} = Q_{\text{ысқ}} = 195 \text{ Гкал/сағ};$$

Негізгі қондырғылардың жылулық қуаты

Шығырлардың жылуландырулық алуы:

$$3 \times \text{ПТ-80/100-130/13}, \Sigma Q_{алу}^{ПТ} = 3 \times 80 = 240 \text{ Гкал/сағ};$$

$$2 \times \text{Т-110/120-130}, \Sigma Q_{алу}^T = 2 \times 175 = 350 \text{ Гкал/сағ};$$

Алулардың қосынды қуаты:

$$Q_{алу} = \Sigma Q_{алу}^{ПТ} + \Sigma Q_{алу}^T = 240 + 350 = 590 \text{ Гкал/сағ};$$

Шыңдық жылытқыштар қуаты:

$$\text{ПТ-80/100-130}, \Sigma Q_{и\text{ж}\text{с}}^{nm} = 3 \times Q_{и\text{ж}\text{с}}^{nm} = 3 \times 130 = 390 \text{ Гкал/сағ};$$

$$\text{Р-50-130}, \Sigma Q_{и\text{ж}\text{с}}^P = 230 \text{ Гкал/сағ};$$

Шыңдық жылытқыштардың қосынды қуаты:

$$\Sigma Q_{и\text{ж}\text{с}} = \Sigma Q_{и\text{ж}\text{с}}^{nm} + \Sigma Q_{и\text{ж}\text{с}}^P = 390 + 230 = 620 \text{ Гкал/сағ};$$

Алматы қаласы үшін қалып бойынша жылуландыру еселеуіші ұсынылады:

$$\alpha = 0,5 \div 0,55$$

Жылуландыру еселеуішін есептеу

$$\alpha_{ЖЭО} = Q_{алу} / Q^I = 0,52$$

Шығыр алуының жүктемесі:

$$Q_{алу} = \alpha_{ЖЭО} \cdot Q^I = 0,52 \cdot 1065 = 554 \text{ Гкал/сағ};$$

АлЭС ЖЭО-2-ның шыңдық жүктемесі:

$$Q_{и\text{ш}\text{ы}\text{ң}} = Q^I - Q_{алу} = 1065 - 554 = 551 \text{ Гкал/сағ};$$

Жылулық жүктемелер бойынша мәліметтерді 1-кестеге енгіземіз.

1-Кесте. Жылулық жүктемелердің жинақ кестесі

№	Тұтынушының аталуы	Белгіленуі	Өлшем бірлігі	Тәртіптер			
				1	2	3	4
1	Жылыту және желдету	$Q_{жылыту}$	Гкал/сағ	870	513	405	-
2	Ыстық сумен қамдау	$Q_{ысқ}$	Гкал/сағ	195	195	195	195
3	ЖЭО бойынша қорытынды	$Q$	Гкал/сағ	1065	708	600	195
4	Негізгі тораптық қыздырғыштар	$Q_{нтк}$	Гкал/сағ	554	554	554	195

5	Шындық тораптық қыздырғыштар	$Q_{шж}$	Гкал/сағ	511	154	46	-
---	------------------------------------	----------	----------	-----	-----	----	---

## 1.2 Негізгі және қосалқы қондырғыларды таңдау

### 1.2.1 ЖЭО-2-да орнатылған негізгі қондырғылардың сипаттамалары

а) ЖЭО-2-де алты бу шығыры

ПТ-80/100-130/13 типті үш шығыр;

Р-50-130 типті бір шығыр;

Т-100/120-130 типті екі шығыр.

б) жеті БКЗ-420-140-7с типті қазандар орналасқан, олар жалпы 140 ата жинағышқа жұмыс істейді.

Жинағыштан алты шығырлар қоректенеді:

Жылуландырулық жүктемені қамтамасыздандыратын тораптық қыздырғыштары бар ЗХпт-80/100-130/13, 2Хт-110/120-130 және 1хР-50-130/13. Осы ПТ және Т шығырларының жаңғырту жүйесі төрт ТҚҚ, деаэратордан және үш ЖҚҚ-дан, ал Р-50-130/13 шығыры үш ЖҚҚ және деаэратордан тұрады. Стансалық жинағышқа 13 ата бу Р-50-130/13 шығырынан және ПТ-80/100-130/13 шығырының алуынан жіберіледі. 13 ата жинағыштан шындық жылулық жүктемелерді жабатын шындық бойлерлер қоректенеді, ЖЭО-ның өзіндік мұқтажына бу жіберіледі, яғни 2-АЖЭО-дан өндіріске бу берілмейді.

Бір шығыр бұзылып қалған жағдайда 13 ата жинағышты жөндеуге қойған кезде екі 150т/сағ және бір 250т/сағ РОУ-140/13 жүйесін пайдалануға болады. ПТ-80/100-130/13 және Т-110/120-130 типті шығырларда шықтағыштары бар. Шық шықтағыштан ТҚҚ тобы арқылы деаэраторға жіберіледі, деаэратордан қоректік су ЖҚҚ арқылы қазанға беріледі және айналымда тұйықталады.

Р-50-130/13 типті шығырда шықтағыш жоқ, ал шығырдан шыққан бу 13 ата жинағышқа беріледі. Шығыр деаэраторына шындық бойлерлер құрғатылуы беріледі.

Қондырғылар типі	Қуаты, өндірулігі	Бу және бу алымдарының көрсеткіштері	Пайдаланылуға қосылған жылы	Кез ек
ст№1 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 <sup>0</sup> С	1980	1
ст№2 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 <sup>0</sup> С	1981	1
ст№3 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 <sup>0</sup> С	1983	1
ст№4 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 <sup>0</sup> С	1984	2
ст№5 БКЗ-420-140-7с	420 т/сағ	13,8 МПа	1985	2

типті бу қазаны		560 <sup>0</sup> С			
ст№6 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 <sup>0</sup> С	1987	2	
ст№7 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 <sup>0</sup> С	1988	2	
ст №1 ПТ-80/100-130/13 бу шығыры	80 МВт	12,8 МПа 555 <sup>0</sup> С 1,3 МПа 270 <sup>0</sup> С	1980	1	
ст №2 ПТ-80/100-130/13 бу шығыры	80 МВт	12,8 МПа 555 <sup>0</sup> С 1,3 МПа 270 <sup>0</sup> С	1981	1	
ст №3 ПТ-80/100-130/13 бу шығыры	80 МВт	12,8 МПа 555 <sup>0</sup> С 1,3 МПа 270 <sup>0</sup> С	1982	1	
ст №4 Р-50-130/13 бу шығыры	50 МВт	12,8 МПа 555 <sup>0</sup> С 1,3 МПа 270 <sup>0</sup> С	1986	2	
ст №5 Т-110/120-130-5 бу шығыры	110 МВт	12,8 МПа 555 <sup>0</sup> С 1,3 МПа 270 <sup>0</sup> С	1988	2	
ст №6 Т-110/120-130-5 бу шығыры	110 МВт	12,8 МПа 555 <sup>0</sup> С 1,3 МПа 270 <sup>0</sup> С	1990	2	

### 1.2.2 Шығырдың техникалық сипаттамасы мен мінездемесі

ПТ-80/100-130/13 типті бу шығыры, шықтағыш номиналды 80 МВт қуаттылықпен таңдаулы реттегіш өндірістік бумен жылытады. 120 МВт қуаттылықпен ТВФ-120-2 типті өндіргішті арнайы келтіру және бірбілікті екіцилиндрлі күйді көрсетеді.

ПТ-80/100-130/130 типті шығыр саптамалық буды таратады, ол ЖҚЦ - ға кірердегі төрт реттегіш қақпақтардан тұрады.

ЖҚЦ құрылымы-ыстыққа төзімді болаттан тұрады. Ағындық бөлігі, бірвенкті реттелетін саты мен 16 қысымдық сатыдан тұрады.

ЖҚЦ-дан кейін бу өндірістік таңдауға кетеді, сондай-ақ ТҚЦ –нан ары қарай шығыр шықтағышына барады.

ТҚЦ үш бөліктен тұрады:

- біріншісі, жоғарғы жылыту таңдамасына дейін реттегіш саты мен сатылық қысым жүйесінен;
- екіншісі, жоғарғы және төменгі жылыту таңдамасы аралығында, яғни аралық ағыс, екі сатылы қысымнан;
- үшінші бөлік, екі сатылы қысымнан және реттегіш сатыдан.

Жылуландыру таңдамасының қысымы бір бұрылмалы тарылтқышпен реттеледі.

Жоғары қысымды айналғы (ЖҚА) – бір тұтасты, ал төменгі қысымды айналғы (ТҚА) – қиыстырылған, яғни он толық табақшадан, үш саптамалықтан құрастырылған. Екі айналғы да ЖҚА мен ТҚА – иілгіш. Шығыр айналғылары өздері арасында және айналғы өндіргішінің қатты жалғастырғышымен байланысқан, ортақ нығайту айналматірепке байланысқан.

Егер айналғының айналуын айналматіректің алдыңғы жағынан қарасақ сағат бағытымен бірдей. Шығырдың белгі-қосыны ТҚЦ-ның артқы іргетас жиектігінде орналасқан.

ПТ-80\100-130\13 типті шығырдың негізгі көрсеткіштері:

1) Электрлік қуаты:

максималды,	$N_{max}$ ,	100 МВт
номиналды,	$N_{nom}$ ,	80 МВт

2) Стопорлы қақпақшаның алдындағы бу көрсеткіштері:

қысымы,	$P_o$ ,	12,75 МПа
температурасы,	$t_o$ ,	555° С

3) Шықтағыштағы қысым,  $P_{ш}$ , 0,0035 МПа

4) Реттелетін таңдамадағы бу көрсеткіштері:

өндірістік	$P_n$ ,	1.3 МПа
	$t_n$ ,	265°С
жоғарғы жылыту	$P_{вот}$ ,	0,25-0,05 МПа
төменгі жылыту	$P_{нот}$ ,	0,10-0,05 МПа

5) Реттелмейтін таңдамалардың бу көрсеткіштері, яғни бу қысымы,  $P_i$ :

I, ЖҚҚ – 7	4,5 МПа
II, ЖҚҚ – 6	2,6 МПа
III, ЖҚҚ – 5 (газдан тазартқыш)	1,3 (0,6) МПа
IV, ТҚҚ – 4	0,4 МПа
V, ТҚҚ – 3	0,17 МПа
VI, ТҚҚ – 2	0,085 МПа
VII, ТҚҚ – 1	0,033 МПа

6) Шығырға кеткен будың максималды шығыны:

$D_{max}$ ,	470 т/сағ
-------------	-----------

7) Шығырға кеткен будың номиналды шығыны:

$D_{min}$ ,	420 т/сағ
-------------	-----------

Р-50-130/13 бу шығыры, қарсықысымды, бірбілікті және бірцилиндрлі күйді көрсетіп, 63 МВт қуаттылықпен ТВФ -63-2 типті өндіргішті міндетті түрде әкелуге арналған.

Шығыр бір реттелетін саты мен 16 сатылық қысымнан тұрады.

Шығыр алдындағы бу көрсеткіштері:

қысымы,	$P_o$ ,	12,75 МПа
температурасы,	$t_o$ ,	555° С

Қарсы қысымды шығырдан кейінгі қысым:

$P_n$ ,	1,3 МПа
---------	---------

Реттелетін таңдама саны, қысым  $P$  :

I, ЖҚҚ-3,	3,63 МПа
II, ЖҚҚ-2,	2,16 МПа
III, ЖҚҚ-1,	1,3 МПа

Шығырға кеткен будың максималды шығыны:

$$D_{ma}, \quad 470 \text{ т/сағ}$$

Шығырға кеткен будың номиналды шығыны:

$$D_{nom}, \quad 385 \text{ т/сағ}$$

T-110/120-130 типті бу шығыры екі реттелетін жылуландыру таңдамасымен, 110 МВт номиналды қуаттылығымен, үшцилиндрлі күйді көрсетіп, ТВФ-120-12 типті өндіргішті арнайы әкелуге арналған және 175 Гкал/сағ өлшемді жылуландыруға қажетті жылуды жіберу [1].

Жылуландыру таңдамасының номиналды қуаты 175 Гкал/сағ, жаңа шыққан будың номиналды көрсеткіштерінде қамтылады:

$$P_o, \quad 12,75 \text{ МПа}$$

ОҚЦ бір ағынды, әр ағыны екі сатыдан тұрады, яғни, бір реттейтін және бір қысым сатысынан тұрады.

Шығырдың жеті реттелмейтін таңдамасы бар. Таңдама көрсеткіштері кесте түрінде 2-кестеде келтірілген.

2-Кесте. T-110/120-130 типті шығырдың реттелмейтін таңдамасының көрсеткіштері

Таңдама №	Жылытқыш	P, МПа	t, °C	x
I	ЖҚҚ – 7	3,32	379	
II	ЖҚҚ – 6	2,28	337	
III	ЖҚҚ-5 (газдан тазартқыш)	1,22	266	
IV	ТҚҚ – 4	0,57	190	
V	ТҚҚ – 3	0,294	130	
VI	ТҚҚ – 2	0,98	-	0,983
VII	ТҚҚ – 1	0,037	-	0,964

### 1.2.3 T-110/120-130 бу шығырының жылулық есебі

Шығырдың төмен қысымды цилиндріндегі (ЦНД) ішкі келтірілген ПӘК  $\eta_{oi}^{цнд} = 0,70$ .

Шығырдың шықтағышындағы қысым мөлшері  $P_k = 5,0$  кПа.

Жылулық сұлбенің сыртқы элементтерінің есебі

1) Тұзсыздалған судың бір блокқа қажетті мөлшері:

$$D_{хов}^{бл} = 0,02 \cdot D_{ка} + 25 = 0,02 \cdot 500 + 25 = 35 \text{ т/сағ};$$

мұнда бу қазанның өнімділігі  $D_{ка} = 500$  т/сағ.

2) Жылулық жүйеге қажетті химиялық тазартылған су шығысы

$$D_{хов}^{тс} = 0,0075 \cdot V_{тс} + 1,2 \cdot D_{гв} = 0,0075 \cdot 10725 + 1,2 \cdot 174 = 290 \text{ т/сағ};$$

мұнда жылулық желінің көлемі  $V_{тс} = q \cdot Q_{от} = 65 \cdot 165 = 10725 \text{ м}^3$ .

Жылуландыруға арналған бу алымдарының жүктемесі:

$$Q_{от} = 690 \text{ ГДж/сағ} = 165 \text{ Гкал/сағ};$$



Жылулық желінің меншікті көлемі  $q = 65 \text{ м}^3/\text{Гкал}/\text{сағ}$ .

Ыстық сумен қамтамасыздандыруға ыстық су шығысы:

$$D_{\text{ГВС}} = Q_{\text{ГВ}} \cdot 10^3 / (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}}) \cdot C = 40 \cdot 10^3 / (60 - 5) \cdot 4,19 = 174 \text{ т}/\text{сағ};$$

3) ХСТ-ға алғашқы су шығысы:

$$D_{\text{В}} = 1,25 \cdot D_{\text{ХОВ}}^{\text{ТС}} + 1,4 \cdot D_{\text{ХОВ}}^{\text{БЛ}} = 1,25 \cdot 290 + 1,4 \cdot 35 = 411 \text{ т}/\text{сағ};$$

4) ХСТ-ға алғашқы суды қыздыруға жылу мөлшері:

$$Q_{\text{В}} = D_{\text{В}} \cdot C \cdot (t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}}) = 411 \cdot 4,19 \cdot (30 - 5) = 41 \text{ ГДж}/\text{сағ};$$

5) Шығыр шықтағышындағы жылу мөлшері:

Диафрагма толық жабық кезінде

$$Q_{\text{К}}^{\text{ВЕНТ}} = 184 - 175 = 9 \text{ Гкал}/\text{сағ} = 9 \cdot 4,19 = 38 \text{ ГДж}/\text{сағ};$$

Желдету бу ағынымен жылудан бөлек қосымша жылу мөлшері:

$$Q'_{\text{К}} = Q_{\text{В}} - Q_{\text{К}}^{\text{ВЕНТ}} = 41 - 38 = 3 \text{ ГДж}/\text{сағ};$$

Жылумен және ыстық сумен қамтамасыздандыруға жылуландыру бу алымынан берілетін жылу мөлшері:

$$Q'_{\text{ОТ}} = Q_{\text{ОТ}} - Q'_{\text{К}} = 733 - 3 = 730 \text{ ГДж}/\text{сағ};$$

Желі су шығысы:

$$D_{\text{СВ}} = Q'_{\text{ОТ}} \cdot 10^3 / C \cdot (t_{\text{ПМ}} - t_{\text{ОМ}}) + D_{\text{ХОВ}}^{\text{ТС}} = 730 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) + 290 = 2468 \text{ т}/\text{сағ};$$

6) Үрлеу судың кеңейткішінің (РНП) есебі

Бу қазан дағырасындағы (барабандағы) қысым  $P_6 = 15,5 \text{ МПа}$

Үрлеу судың мөлшері:

$$D_{\text{пр}} = p \cdot D_{\text{ка}} = 0,01 \cdot 500 = 5 \text{ т}/\text{сағ};$$

мұнда  $p = 0,01$  – үрлеудің бөлігі;  $D_{\text{ка}} = 500 \text{ т}/\text{сағ}$  – бу қазанның өнімділігі;

РНП-1 бөлініп шыққан бу мөлшері:

$$D_{\text{с1}} = K_{\text{с1}} \cdot D_{\text{пр}} = 0,44 \cdot 5 = 2,2 \text{ т}/\text{сағ};$$

мұнда бөлініп шығу еселеушісі  $K_{\text{с1}} = (h_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{с1}} - h'_{\text{пр1}}) / (h_{\text{с1}} - h'_{\text{пр1}}) = (1630 \cdot 0,98 - 670,5) / (2757 - 670,5) = 0,44$ ; мұнда үрлеу судың қажыры  $h_{\text{пр}}$  дағырадағы қысым  $P_6 = 15,5 \text{ МПа}$  мөлшерімен су мен бу кестелері арқылы табылады,  $h_{\text{пр}} = 1630 \text{ кДж}/\text{кг}$ .

РНП-1 қысымы  $P_{\text{с1}} = 0,6 \text{ МПа}$  кезінде, қаныққан құрғақ будың қажыры  $h_{\text{с1}} = 2757 \text{ кДж}/\text{кг}$ ;  $h'_{\text{пр1}} = 670,5 \text{ кДж}/\text{кг}$  – үрлеу судың қажыры; РНП-1 ПЭК мөлшері  $\eta_{\text{с1}} = 0,98$ .

РНП-1 ден РНП-2 берілетін су мөлшері:

$$D'_{\text{пр}} = D_{\text{пр}} - D_{\text{с1}} = 5 - 2,2 = 2,8 \text{ т}/\text{сағ};$$

РНП-2 ден бөлініп шыққан бу мөлшері:

$$D_{\text{с2}} = K_{\text{с1}} \cdot D'_{\text{пр}} = 0,616 \cdot 2,8 = 2,2 \text{ т}/\text{сағ};$$

мұнда бөлініп шығу еселеушісі:  $K_{\text{с2}} = (h'_{\text{пр1}} \cdot \eta_{\text{с1}} - h'_{\text{пр2}}) / (h_{\text{с2}} - h'_{\text{пр2}}) = (670,5 \cdot 0,98 - 483,2) / (2699 - 483,2) = 0,616$ ;

РНП-2 дегі қысым бойынша су мен будың қажырлары:

$P_{\text{с2}} = 0,17 \text{ МПа}$ ,  $h_{\text{с2}} = 2699 \text{ кДж}/\text{кг}$ ;  $h'_{\text{пр2}} = 483,2 \text{ кДж}/\text{кг}$ ;  $h'_{\text{пр1}} = 670,5 \text{ кДж}/\text{кг}$ ;

РНП-2 ден шығатын су мөлшері:

$$D''_{\text{пр}} = D'_{\text{пр}} - D_{\text{с2}} = 2,8 - 0,22 = 2,58 \text{ т}/\text{сағ};$$

Шығырдағы кеңею құбылысты  $hs$ -диаграммада салу

Шығыр кірісіндегі бу сипаттамалары ( $P_0 = 12,75 \text{ МПа}$ ,  $t_0 = 555 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ескеріліп оның қажыры  $h_0 = 3488 \text{ кДж}/\text{кг}$  табылады.

Шығырдың регенеративті бу алымдарының сипаттамалары арқылы

$$P_1 = 3,32 \text{ МПа}, t_1 = 379 \text{ }^\circ\text{C}; P_2 = 2,28 \text{ МПа}, t_2 = 337 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_3 = 1,22 \text{ МПа}, t_3 = 266 \text{ }^\circ\text{C}; P_d = 0,6 \text{ МПа}, t_d = 200 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_4 = 0,52 \text{ МПа}, t_4 = 160 \text{ }^\circ\text{C}; P_5 = 0,32 \text{ МПа}, t_5 = 130 \text{ }^\circ\text{C};$$

5 нүктеден адиабата Ка нүктеге (қысымы  $P_k = 5 \text{ кПа}$ ) түсіріледі де қажыр мөлшері  $h_{ка} = 2140 \text{ кДж/кг}$  табылады.

Төмен қысымды цилиндрдың ПӘК-ін  $\eta_{oi}^{мнд} = 0,70$  ескеріп, шықтағышқа берілген бу қажырының мөлшері табылады:

$$h_k = h_5 - (h_5 - h_{ка}) \cdot \eta_{oi}^{мнд} = 2730 - (2730 - 2140) \cdot 0,7 = 2320 \text{ кДж/кг};$$

5 және К нүктелерін қосатын сызықта қиылысатын қысымдар  $P_6 = 0,10 \text{ МПа}$  мен  $P_7 = 0,038 \text{ МПа}$  арқылы 6 және 7 нүктелерде қажыр мөлшерлері табылады  $h_6 = 2600 \text{ кДж/кг}$  және  $h_7 = 2520 \text{ кДж/кг}$ .

Су мен шықтың сипаттамаларын анықтау

Бу алымдардағы қысым мөлшерлері арқылы қанығу температуралар  $t_n$  мен шық (дренаж) қажырлары  $h_{др}$  табылады.

Қыздырғыштардан шыққан су температуралары  $t_{bi}$  судың қызбау мөлшері  $\Delta t_n$  арқылы табылады. Судың қызбау мөлшері ЖКҚ - да  $\Delta t_n = 1-3 \text{ }^\circ\text{C}$ , ТҚҚ-да  $\Delta t_n = 4-5 \text{ }^\circ\text{C}$ , сонымен  $t_{bi} = t_{ni} - \Delta t_n$ ,  $^\circ\text{C}$ .

Судың (шықтың) қажыры қысым мен температураға байланысты табылады, ал қоректендіру судың қысымы  $P_{пв} = 18,5 \text{ МПа}$  тең, ал негізгі шықтың қысымы  $P_{кн} = 2,5 \text{ МПа}$  тең. Табылған мәліметтер 3-кестеге жазылады.

Қажырдың бу алымдарының жылулық құламасы:

$$H_i = h_i - h_k, \text{ кДж/кг};$$

Шығыр бу алымдарының электр қажырын өндірмеу еселеуіштері табылады. Электр қажырын өндірмеу еселеуіштер мөлшері:

$$y_i = (h_i - h_k) / (h_o - h_k);$$

мұнда  $h_i$  – бу алымындағы қажыр,  $h_k$  – шығыр кірісіндегі бу қажыры,  $h_k$  – шығырда жұмыс атқарып шыққан будың шығыры [2].

T-110/120-130 бу шығырының жылулық сұлбесі 2-суретте келтірілген.

Жылулық сұлбенің есебі

Турбинаға берілетін болжамалы будың шығысы:

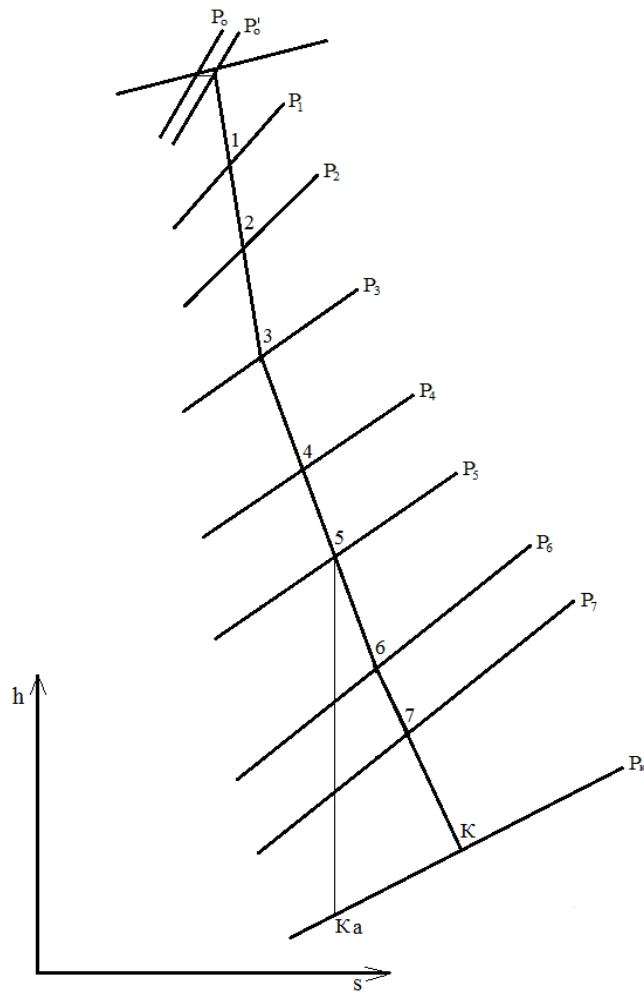
$$D_o = \beta \cdot [N / ((h_o - h_k) \cdot \eta_m \cdot \eta_r) + y_6 \cdot D_{спв} + y_7 \cdot D_{спн}] = 1,2 \cdot [110 \cdot 10^3 / ((3488 - 2400) \cdot 0,98 \cdot 0,98) + 0,211 \cdot 28,3 + 0,143 \cdot 40] = 140 \text{ кг/с};$$

мұнда  $\beta$  – регенерация коэффициенті, регенеративті бу алымдарына бу шығысының мөлшерін ескереді, турбина түріне байланысты  $\beta$  мөлшері 1,05-1,2 аралығында алынады;

$$N = 110 \cdot 10^3 \text{ кВт} - \text{турбинаның номиналды қуаты};$$

$$h_o = 3488 \text{ кДж/кг} - \text{турбина кірісіндегі бу энтальпиясы};$$

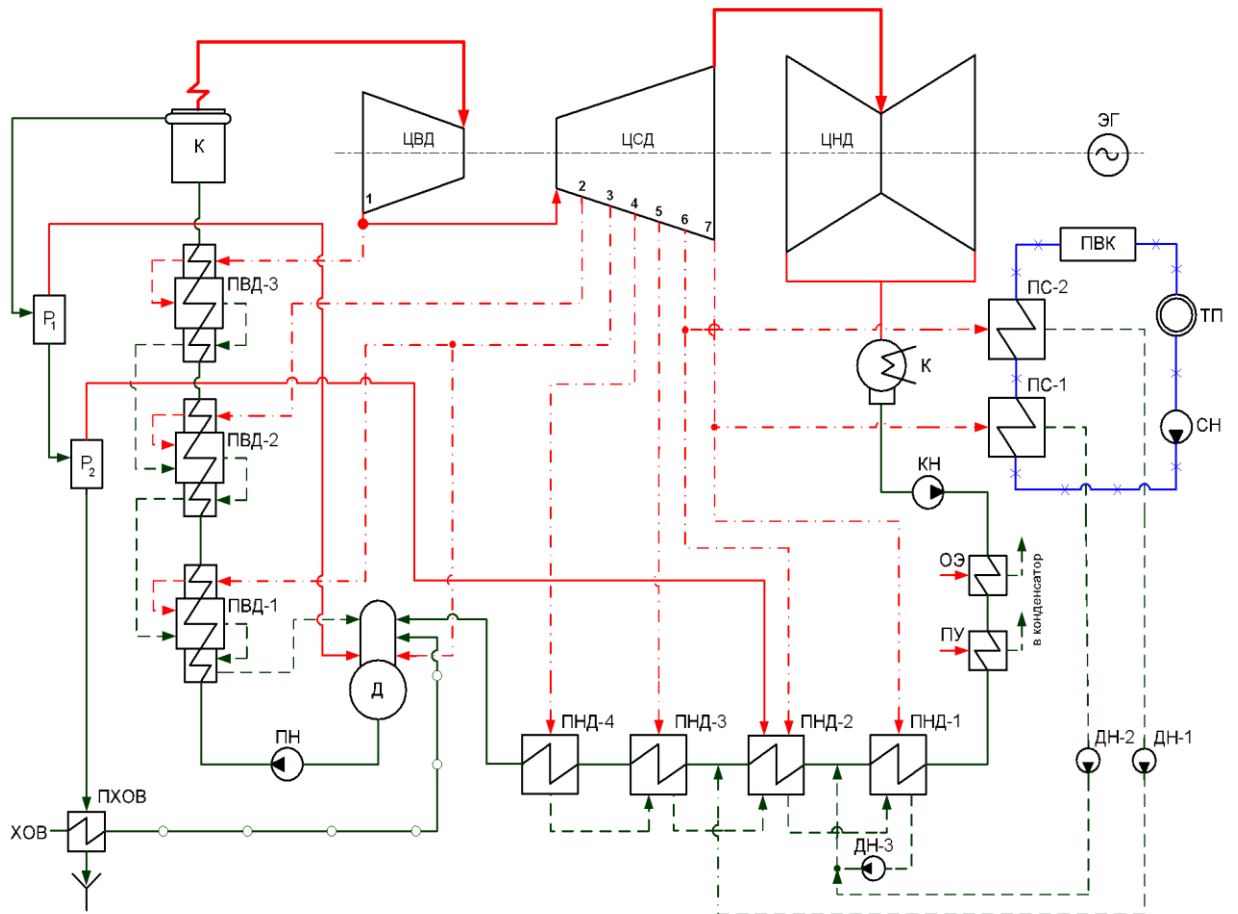
$$h_k = 2400 \text{ кДж/кг} - \text{жұмыс атқарған будың энтальпиясы}.$$



1-Сурет – hs-диаграммада шығырдағы кеңею құбылысы

№	Көрсеткіштер	Белгі	Нақты нүктелер									
			0	1	2	3	Д	4	5	6	7	К
1	Бу алымдағы қысым, МПа	$P_i$	12,8	3,5	2,5	1,3	1,3	0,56	0,32	0,16	0,08	0,005
2	Қыздырғышта қысым, МПа	$P_{ni}$	12,7	3,32	2,28	1,220	0,60	0,520	0,320	0,160	0,0800	0,005
3	Бу энтальпиясы, кДж/кг	$h_i$	3488	3180	3100	2972	2972	2832	2728	2630	2556	2400
4	Қанығу температура, град	$t_{ni}$		242	224	184	165	155	126	102	63	26
5	Дренаж энтальпиясы, кДж/кг	$h_{дpи}$		1039	940	770	693	654	527	429	265	110
6	Қыздырғыштан соңғы су температурасы, град	$t_{өi}$		240	223	181	165	150	120	98	58	26
7	Қыздырғыштан соңғы су қысымы, МПа	$P_{өi}$		18,5	18	17,5	0,7	1,8	1,9	2	2,2	
8	Қыздырғыштан соңғы су энтальпиясы, кДж/кг	$h_{өi}$		1016	925	760	693	634	504	410	245	110
9	ОК-дан соң шық температурасы, град	$t_{ок}$		230	212	174	-					
10	ОК-дан соң шық энтальпиясы, кДж/кг	$h_{ок}$		987,5	889,6	728,2	-					
11	Жылуқұлама, кДж/кг	$H_i$		780	700	572	572	432	328	230	156	1088
12	Өндірілмеу коэффициенті	$\gamma_i$		0,717	0,643	0,526	0,526	0,397	0,301	0,211	0,143	-

3-Кесте. Су мен будың көрсеткіштері



2-Сурет. Т-110/120-130 бу шығырының жылулық сұлбесі

Жылуландыруға бу шығысы:

Жоғарғы желі су қыздырғышқа (СПВ):

$$D_{\text{СПВ}} = [G_{\text{СВ}} \cdot (t_{\text{СПВ}} - t_{\text{СПН}}) \cdot C_p / (h_6 - h'_6) \cdot \eta_{\text{П}}] = [608 \cdot (118 - 94) \cdot 4,19 / (2630 - 429) \cdot 0,98] = 28,3 \text{ кг/с};$$

мұнда желі су шығысы:  $G_{\text{СВ}} = Q_T / c_v(t_{\text{ТМ}} - t_{\text{ОМ}}) = 204 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) = 608 \text{ кг/с} = 2189 \text{ т/сағ}$ ;  $t_{\text{СПВ}} = 118 \text{ }^\circ\text{C}$  – СПВ-дан шыққан ыстық судың температурасы арқылы қысым мөлшері табылады  $P_{\text{СПВ}} = 0,185 \text{ МПа}$ , (негізінде  $P_{\text{СПВ}} = 0,18 \div 0,25 \text{ МПа}$ ,  $P_{\text{СР}}^{\text{H}} = 0,215 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{СР}}^{\text{H}} = 123 \text{ }^\circ\text{C}$ , судың қызбау мөлшері  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  ескерілсе,  $t_{\text{СПВ}} = 123 - 5 = 118 \text{ }^\circ\text{C}$ );

Төменгі желі су қыздырғышқа (СПН):

$P_{\text{СПН}} = 0,1 \text{ МПа}$  (негізінде  $P_{\text{СПН}} = 0,08 \div 0,12 \text{ МПа}$ ,  $P_{\text{СР}}^{\text{H}} = 0,1 \text{ МПа}$ ,  $t_{\text{СР}}^{\text{H}} = 99 \text{ }^\circ\text{C}$ , судың қызбау мөлшері  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{СПН}} = 99 - 5 = 94 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

СПН-ға бу шығысы:

$$D_{\text{СПН}} = [G_{\text{СВ}} \cdot (t_{\text{СПН}} - t_{\text{ВП}}) \cdot C_p - D_{\text{СПВ}} \cdot (h'_6 - h'_7) \cdot \eta_{\text{П}}] / (h_7 - h'_7) \cdot \eta_{\text{П}} = [608 \cdot (94 - 57) \cdot 4,19 - 28,3 \cdot (429 - 265) \cdot 0,98] / (2556 - 265) \cdot 0,98 = 40 \text{ кг/с};$$

Қазанның бу өнімділігі:

$$D_{\text{КА}} = (1 + \alpha) \cdot D_0 = (1 + 0,05) \cdot 140 = 147 \text{ кг/с};$$

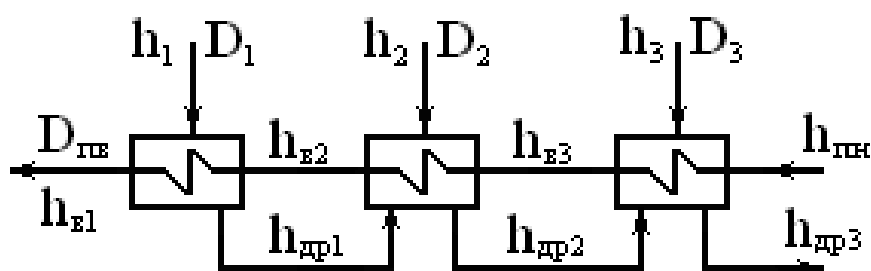
мұнда  $\alpha = 0,05$  - бу шығынының бөлігі  $0,02$  мен өзіндік мұқтаждарға  $0,03$  бу бөлігі.

Қоректендіру су шығысы:

$$D_{\text{ПВ}} = (1 + \alpha_{\text{ПР}}) \cdot D_{\text{КА}} = (1 + 0,01) \cdot 147 = 149 \text{ кг/с};$$

мұнда үрлеу судың бөлігінің мөлшері  $\alpha_{пр} = 0,010$ .

Жылулық сұлбенің есебі регенеративті су қыздырғыштарының ЖҚҚ, газсыздандырғыш және ТҚҚ жылулық баланстары арқылы өткізіледі [3].



3-Сурет – ЖҚҚ тобының сұлбесі

ЖҚҚ-1 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі:

$$D_1 \cdot (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = D_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2});$$

ЖҚҚ-1 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_1 = D_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2}) / (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = 149 \cdot (1016 - 925) / (3180 - 1039) \cdot 0,98 = 6,46 \text{ кг/с};$$

ЖҚҚ-2 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі:

$$D_2 \cdot (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} + D_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п} = D_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3});$$

ЖҚҚ-2 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_2 = [D_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3}) - D_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п}] / (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} = [149 \cdot (925 - 760) - 6,46 \cdot (1039 - 940) \cdot 0,98] / (3100 - 940) \cdot 0,98 = 11,3 \text{ кг/с};$$

ЖҚҚ-3 қыздырғыштың жылулық баланс теңдеуі:

$$D_3 \cdot (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} + (D_1 + D_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = D_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{пн});$$

ЖҚҚ-3 қыздырғышқа бу шығысы:

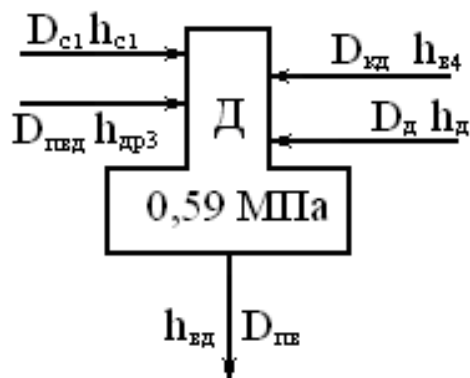
$$D_3 = [D_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{пн}) - (D_1 + D_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п}] / (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = [149 \cdot (760 - 693) - (6,46 + 11,3) \cdot (940 - 770) \cdot 0,98] / (2972 - 770) \cdot 0,98 = 3,25 \text{ кг/с};$$

ЖҚҚ тобынан газсыздандырғышқа берілетін шық мөлшері:

$$D_{пвд} = D_1 + D_2 + D_3 = 6,46 + 11,3 + 3,25 = 21,01 \text{ кг/с};$$

Газсыздандырғыштың есебі

Газсыздандырғышқа бу 3 бу алымынан беріледі және ЖҚҚ тобының шығы мен ТҚҚ-4 қыздырғыштан соңғы шық жіберіледі.



4-Сурет – Газсыздандырғыштың сұлбесі

Газсыздандырғыштың материалды баланс теңдеуі:

$$D_{пв} - D_{д} - D_{с1} - D_{пвд} = D_{кд};$$

Газсыздандырғыштың материалды баланс теңдеуінен берілетін ТҚҚ-4 қыздырғыштан соңғы негізгі шық мөлшері:

$$D_{кд} = D_{пв} - D_{д} - D_{с1} - D_{пвд} = \\ = 149 - D_{д} - 2,2 - 6,46 - 11,36 - 3,25 = (125,8 - D_{д});$$

Газсыздандырғыштың жылулық баланс теңдеуі:

$$D_{пв} \cdot h_{вд}/\eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + D_{кд} \cdot h_{в4} + D_{с1} \cdot h_{с1} + D_{пвд} \cdot h_{др3};$$

Теңдеулердің есебі өткізіледі

$$D_{пв} \cdot h_{вд}/\eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + (108,52 - D_{д}) \cdot h_{в4} + D_{с1} \cdot h_{с1} + D_{пвд} \cdot h_{др3}; \\ 149 \cdot 693/0,99 = D_{д} \cdot 2972 + (125,8 - D_{д}) \cdot 634 + 2,2 \cdot 2757 + 21,01 \cdot 770;$$

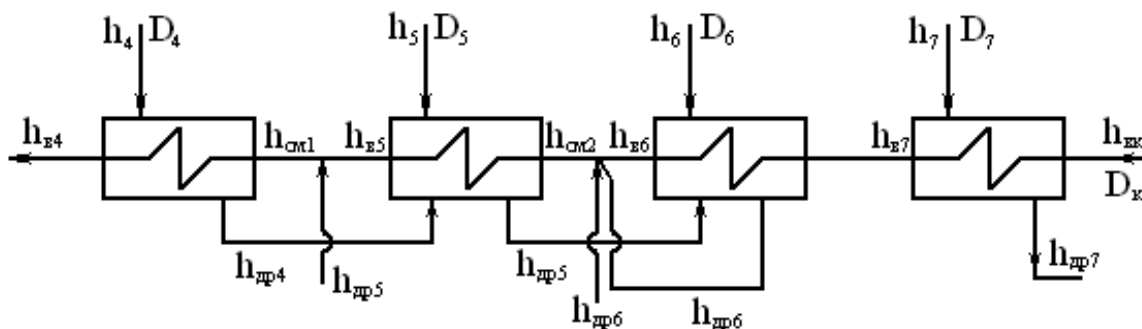
Газсыздандырғышқа бу шығысы  $D_{д} = 0,98$  кг/с ;

Газсыздандырғышқа шық шығысы:

$$D_{кд} = 125,8 - D_{д} = 125,8 - 0,98 = 124,82 \text{ кг/с};$$

#### ТҚҚ тобының жылулық есебі

ТҚҚ тобының жылулық сұлбесі 5-суретте келтірген. Сұлбе бойынша шық жолында ағын қосылуының екі нүктесі бар, сондықтан әр қосылу нүктелерден соңғы шық ағынның қажырын табу қажет.



5-Сурет. ТҚҚ тобының жылулық сұлбесі

#### ТҚҚ-4 қыздырғышының есебі

ТҚҚ-4 пен ТҚҚ-5 аралығында жоғарға желі қыздырғыштың шығы еңгізіледі, шық мөлшері  $D_{во}^T = 18,68$  кг/с, қажыры  $h_{др5} = 527$  кДж/кг, сондықтан ТҚҚ-4 қыздырғыш кірісіндегі (1 қосылу нүктедегі) қажыр мөлшерін анықтау қажет.

1 нүктенің материалды баланс теңдеуінен

$$D_{к2} = D_{кд} - D_{во}^T = 124,82 - 18,68 = 106,14 \text{ кг/с};$$

1 нүктенің жылулық баланс теңдеуі:

$$D_{кд} \cdot h_{см1} = D_{к2} \cdot h_{в5} + D_{во}^T \cdot h_{др5}; \\ 124,82 \cdot h_{см1} = 106,14 \cdot 504 + 18,68 \cdot 527; \\ h_{см1} = 507,4 \text{ кДж/кг}.$$

ТҚҚ-4 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі:

$$D_4 \cdot (h_4 - h_{др4}) \cdot \eta_{п} = D_{кд} \cdot (h_{в4} - h_{см1});$$

ТҚҚ-4 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_4 = D_{кд} \cdot (h_{в4} - h_{см1}) / [(h_4 - h_{др4}) \cdot \eta_{п}] = \\ = 124,82 \cdot (634 - 507,4) / [(2832 - 654) \cdot 0,99] = 7,3 \text{ кг/с};$$

ТҚҚ-5 қыздырғыштың есебі

2 нүктедегі энтальпия мөлшері:

$$\begin{aligned}D_{к2} \cdot h_{см2} &= D_{к1} \cdot h_{в5} + (D_{но}^T + D_4 + D_5 + D_6) \cdot h_{др6}; \\D_{к} &= D_{к2} - (D_{но}^T + D_4 + D_5 + D_6) = \\&= 106,14 - 47,3 - D_5 - D_6 = (58,84 - D_5 - D_6) \text{ кг/с}; \\106,14 \cdot h_{см2} &= (58,84 - D_5 - D_6) \cdot 504 + (40 + D_5 + D_6) \cdot 429; \\h_{см2} &= (441 + 8,8 \cdot D_5 + 8,8 \cdot D_6) \text{ кДж/кг};\end{aligned}$$

ТҚҚ-5 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі:

$$\begin{aligned}D_5 \cdot (h_5 - h_{др5}) \cdot \eta_{п} + D_4 \cdot (h_{др4} - h_{др5}) \cdot \eta_{п} &= D_{к2} \cdot (h_{в5} - h_{см2}); \\D_5 \cdot (2728 - 527) \cdot 0,99 + 7,3 \cdot (654 - 527) \cdot 0,99 &= \\&= 106,14 \cdot (504 - 441 - 8,8 \cdot D_5 - 8,8 \cdot D_6); \\3113 \cdot D_5 &= 6687 - 934 \cdot D_6; \\D_5 &= (2,15 - 0,3 \cdot D_6) \text{ кг/с},\end{aligned}$$

ТҚҚ-6 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі:

$$\begin{aligned}D_6 \cdot (h_6 - h_{др6}) \cdot \eta_{п} + (D_4 + D_5) \cdot (h_{др5} - h_{др6}) \cdot \eta_{п} &= D_{к} \cdot (h_{в6} - h_{в7}); \\D_6 \cdot (2630 - 429) \cdot 0,99 + (7,3 + 2,15 - 0,3 \cdot D_6) \cdot (527 - 429) \cdot 0,99 &= \\&= (58,84 - D_5 - D_6) \cdot (410 - 245); \\2315 \cdot D_6 + 916,8 &= (58,84 - 2,15 + 0,3 \cdot D_6 - D_6) \cdot 165; \\2594,3 \cdot D_6 &= 9353,8;\end{aligned}$$

ТҚҚ-6 қыздырғышқа бу шығысы  $D_6 = 3,6$  кг/с;

ТҚҚ-5 қыздырғышқа бу шығысы:

$$D_5 = (2,15 - 0,3 \cdot D_6) = (2,15 - 0,3 \cdot 3,6) = 1,07 \text{ кг/с};$$

Шықтағышқа бу шығысы:

$$D_{к} = (58,84 - D_5 - D_6) = 58,84 - 1,07 - 3,6 = 44,17 \text{ кг/с};$$

ТҚҚ-7 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі:

$$D_7 \cdot (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} = D_{к} \cdot (h_{в7} - h_{вк});$$

ТҚҚ-7 қыздырғышқа бу шығысы:

$$\begin{aligned}D_7 &= D_{к} \cdot (h_{в7} - h_{вк}) / (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} = \\&= 14,17 \cdot (245 - 110) / (2556 - 265) \cdot 0,98 = 0,86 \text{ кг/с}.\end{aligned}$$

Қуаттар баланс теңдеуі

Турбинадағы бу ағынының қуаты

Бірінші бу алымының

$$N_i^I = D_1 \cdot (h_0 - h_1) = 6,46 \cdot (3488 - 3180) = 1990 \text{ кВт};$$

Екінші бу алымының

$$N_i^{II} = D_2 \cdot (h_0 - h_2) = 11,3 \cdot (3488 - 3100) = 7384 \text{ кВт};$$

Үшінші бу алымының

$$N_i^{III} = (D_3 + D_{д}) \cdot (h_0 - h_3) = (3,25 + 0,98) \cdot (3488 - 2972) = 2183 \text{ кВт};$$

Төртінші бу алымының

$$N_i^{IV} = D_4 \cdot (h_0 - h_4) = 7,3 \cdot (3488 - 2832) = 4789 \text{ кВт};$$

Бесінші бу алымының

$$N_i^V = (D_5 + D_{во}^T) \cdot (h_0 - h_5) = (1,07 + 28,3) \cdot (3488 - 2728) = 22321 \text{ кВт};$$

Алтыншы бу алымының

$$N_i^{VI} = (D_6 + D_{но}^T) \cdot (h_0 - h_6) = (3,6 + 40) \cdot (3488 - 2630) = 37409 \text{ кВт};$$

Жетінші бу алымының

$$N_i^{VII} = D_7 \cdot (h_0 - h_7) = 0,86 \cdot (3488 - 2556) = 801,5 \text{ кВт};$$

Шықтағышқа жіберілетін бу ағынының қуаты:

$$N_k = D_k \cdot (h_0 - h_k) = 44,17 \cdot (3488 - 2400) = 38123 \text{ кВт};$$

Турбинадан өтетін бу ағынының толық қуаты:

$$\begin{aligned} N_i &= N_i^I + N_i^{II} + N_i^{III} + N_i^{IV} + N_i^V + N_i^{VI} + N_i^{VII} + N_k = \\ &= 1990 + 7384 + 2183 + 4789 + 22321 + 37409 + 801,5 + 38123 = \\ &= 115000 \text{ кВт}; \end{aligned}$$

Электр генератордың қуаты:

$$N_g = N_i \cdot \eta_m \cdot \eta_{гг} = 115000 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 110450 \text{ кВт}.$$

#### 1.2.4 Энергетикалық қазандарды таңдау

Шығырды таңдағаннан кейін өткір будың көрсеткіштері мен әрбір шығыр үшін бу шығыны белгілі болады. Таңдалатын қазандар да осындай көрсеткіштері бар бу өндіру керек және турбоагрегатқа кететін будың қосынды шығынын номиналды тәртіпте қамтамасыз ету керек. Егер қазанның біреуі істен шығатын болса, қазандардың саны 2 есептік-бақылау тәртіптегі жылумен қамту шартын қанағаттандыру керек.

Шығырға баратын жаңа будың қосынды шығыны:

$$\Sigma D_{oi} = \Sigma D_{oi}^{nm} + \Sigma_{oi}^T = 274 \cdot 3 + 256 = 1078 \text{ т/сағ};$$

Шығырларды бумен қамту үшін Е-420-140 түрлі қазан таңдаймын және бір қазанды қорға аламын. Е-420-140 қазанының көрсеткіштері:

- қазанның номиналды өндірулігі  $D_n = 420 \text{ т/сағ};$
- қазандардың қосынды өндірулігі  $\Sigma D_n = 4 \cdot 420 = 1680 \text{ т/сағ};$
- буқыздырғыштан шыққандағы қысым  $p = 14 \text{ МПа};$
- буқыздырғыштан шыққандағы ыстықтығы  $t = 565^\circ \text{C}.$

#### 1.2.5 Шындық су қыздыру қазандарын таңдау

1 және 2 тәртіптегі жылу жүктемесі шындық су қыздыру қазандарымен қамтылады. Оның жылу қуаты:

$$Q_{пвк} = Q^i - Q^{iii} = 363,399 - 290,87 = 75,53 \text{ МВт};$$

Есептік жылу өндірулігі 40,7 МДж/с болатын ПТВМ-30М типті 1 қазан таңдаймын және жылу өндірулігі 35 МДж/с (1 кВт=1кДж/с) болатын КВ-ГМ-30 типті 1 қазан таңдаймын.

$$Q_{пвк} = 40,7 + 35 = 75,7 \text{ МВт}.$$

#### 1.2.6 Қосалқы қондырғы сипаттамасы

##### 1) Үздіксіз үрлеу кеңейткіштері (ҮҮК)

Жобалау қалпы бойынша үрлеу өлшемі қазанның буөндіргіштігінен 1,0-1,5 % құрайды.

Бір қазанға кететін үрлеу өлшемі:

$$D_{\text{үр}} = \alpha_{\text{үр}} D_{\text{ка}} = 0,012 \cdot 420 = 5,0 \text{ т/сағ};$$

Сепарация коэффициенті:

$$K_{\text{сеп}} = \frac{h_{\text{кв}} \eta_{\text{сеп}} - h'_{\text{нр}}}{h''_{\text{р}} - h'_{\text{нр}}} = \frac{1620 \cdot 0,98 - 697,1}{2763 - 697,1} = 0,431;$$

мұндағы, су мен бу қажырлары:

- ҮҮК-дан шығардағы  $h''_{\text{р}} = 2763 \text{ кДж/кг}$ , егер  $P_{\text{ҮҮК}} = 0,7 \text{ МПа};$



- ҮҮК-дағы су  $h_p' = 697,1$  кДж/кг;
- қазандық судағы  $h_{кc} = 1620$  кДж/кг;

Үздіксіз үрлеу коэффициентінің ПӘК-і:

$$\eta_{сеп} = 0,98$$

ҮҮК қалыптасқан бу өлшемі:

$$D_{ҮҮК} = K_{сеп} D_{пр} = 0,431 \cdot 5,0 = 2,17 \text{ т/сағ} = 2170 \text{ кг/сағ};$$

ҮҮК қалыптасқан бу көлемі:

$$V = D_{ҮҮК} V'' = 2170 \cdot 0,2727 = 591,7 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

мұнда,  $V'' = 0,2727 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ,  $P_{ҮҮК} = 0,7$  МПа болғандағы құрғақ қаныққан бу көлемі.

Кеңейткіштің қажетті көлемі:

$$V_{ҮҮК} = (n_k \cdot V) / H = (2 \cdot 591,7) / 1000 = 1,2 \text{ м}^3;$$

мұндағы,  $n_k = 2$  бір ҮҮК-да жұмыс істейтін қазан саны.

$$H = 1000 \text{ м}^3 / \text{м}^3 \text{ ҮҮК бу көлемінің қалыпты кернеуі.}$$

ҮҮК зауыттық каталогы бойынша СП-1,5 типті кеңейткішті таңдап аламыз.

Кеңейткіш сыйымдылығы  $1,5 \text{ м}^3$ ;

Тұрқының сыртқы қосаресі 820мм;

Дайындаушы Таганрог зауыты «Красный котельщик».

2) Қалпына келтірудің қыздырғыш сұлбесі

Негізгі шықтағыштың жаңғыртулық қыздырғыштарының саны мен өндірулігін осы бу таңдамасынан шығырдағы бар сандармен алады.

Жаңғыртулық қыздырғыштар қосалқысыз орнатылады.

T-110-130 типті шығырлық қондырғы үшін «Теплообменное оборудование» каталогы бойынша қыздырғыш жинақтарын таңдап аламыз:

ЖҚҚ-7 ПВ-425-230-35 М

ЖҚҚ-6 ПВ-425-230-23 М

ЖҚҚ-5 ПВ-425-230-13 М

ТҚҚ-4 ПН-250-16-7 IV

ТҚҚ-3 ПН-250-16-7 IV

ТҚҚ-2 ПН-250-16-7 IV

ТҚҚ-1 ПН-250-16-7 III

КГ-6200-2 шықтағыш қондырғысының жабдықтары шығырлы қондырғылы жинақта келтірілген.

ПТ-80-130/13 типті шығырлы қондырғысы үшін каталогтан:

ЖҚҚ-7 ПВ-475-230-50- I, ПО «Красный котельщик», Таганрог қ.

ЖҚҚ-6 ПВ-425-230-37 - I

ЖҚҚ-5 ПВ-425-230-25- I

ТҚҚ-4 ПН-200-16-7-I, Саратовский завод энергомашиностроения

ТҚҚ-3 ПН-200-16-7 I (СЗЭМ)

ТҚҚ-2 ПН-130-16-7 II

ТҚҚ-1 ПН-130-16-7 II

80 КЦС-1 шықтағыш қондырғысының жабдықтары шығырлы қондырғылы жинақта корсетілген.

3) Қоректік судың газдан тазартқышын таңдау

Әр шығырлы қондырғыға бір газдан тазартқаш орнатылады. Блоксыз ЖЭО негізгі газдан тазартқыш күбілерде қоректік судың қосынды суы кем дегенде жеті минуттық жұмыс атқару керек.

БКЗ –420-140 қазаны үшін қоректік судың мүмкіндік шығыны:

$$D_{kc} = (1+\alpha+\beta) D_{ка} = (1+0,012+0,02)420=433 \text{ т/сағ};$$

мұндағы,  $\alpha, \beta$  - сәйкесінше, қоректік судың өзіндік қажет пен үрлеудегі шығын үлестері.

Газдан тазарту күбісінің төменгі пайдалы сыйымдылығы (ПГК):

$$V_{БДП} = \tau^{\text{тем}} \frac{V \cdot D_{kc}}{60} = 7 \frac{1,1 \cdot 433}{60} = 55,6 \text{ м}^3;$$

мұндағы,  $V=1,1 \text{ м}^3/\text{т}$  – судың меншікті көлемі.

МЕСТ бойынша, ДП-500 типті газдан тазартқышты БДП-65 пайдалы сыйымдылығы  $65 \text{ м}^3$  газдан тазартқыш күбісін таңдаймыз, газдан тазартқыш бағандарының өндірулігі 500 т/сағ.

Газдан тазартқыш бағанындағы толық қысымы 0,6 МПа.

#### 4) Қоректік сорғыны таңдау

Қалып бойынша энергожүйеге қосылған ЖЭО, барлық қоректік сорғының қосынды берілуі, біреуінің істен шығып қалған жағдайда, қалғандары барлық қондырылған қазандардың номиналды буөндірулігін қамтамсыздандыру керек.

Резервті қоректік сорғысы ЖЭО- на қондырылмайды, ол қоймада болады.

БКЗ-420-140 қазанына кететін қоректік су шығыны:

$$D_{kc} = 433 \text{ т/сағ}, t_{kc} = 230^\circ\text{C};$$

$$\text{Судың меншікті көлемі } V_{kc} = 1,1 \text{ м}^3/\text{т};$$

Сорғының есептік қысымы 17,5 МПа тегеуріннен кем болмауы керек.

Қоректік судың көлемдік шығыны:

$$D_{kc}' = V_{kc} \cdot D_{kc} = 1,1 \cdot 433 = 476,3 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Есептік мәндер мен каталогтан ПЭ-580-15 типті қоректік сорғыны сипаттамасымен аламыз:

берісі	580 м <sup>3</sup> /сағ
сорғы қысымы	18,1 МПа
сорғы тегеуріні	2030 м
сорғының келтіру қысымы	3650 кВт
сорғының ПӘК-і	80%

#### 1) Сорғы-үрлеу қондырғысын таңдау

##### а) Үрлеу үрлегішін таңдау

Үрлегішке кеткен ауа шығыны:

$$V_{ca} = B \cdot V_B^0 (\alpha_T - \Delta\alpha_T - \Delta\alpha_{кж} + \Delta\alpha_{вп}) \frac{t_{xв} + 273}{273} =$$

$$= 72618 \cdot 4,25 (1,2 - 0,05 - 0 + 0,03) \frac{30 + 273}{273} = 404200 \frac{\text{м}^3}{\text{сағ}};$$

Мұндағы,  $V_B^0 = 4,25 \text{ м}^3/\text{кг}$  бір килограмм отынды жаққандағы ауа шығыны; суық ауа температурасы  $t_{ca} = 30^\circ\text{C}$ ; қазаннан шығардағы ауаның

артықтық еселеуіші  $\alpha_t = 1/2$ ; қазан оттығындағы сорма  $\Delta\alpha_t = 0,05$ ; күлжүйесінде  $\Delta\alpha_{кж} = 0$ , ҚАҚ-дағы ағындар  $\Delta\alpha_{вп} = 0,03$ .

Үрлегіш өндірулігі:

$$Q_{\text{үрл}} = 1,1 \cdot V_{\text{хв}} = 1,1 \cdot 404200 = 444620 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Үрлегіш тегеуріні:

$$H_{\text{үрл}} = 1,15 \cdot \Delta H_{\text{п}} = 1,15 \cdot 3,5 = 4,025 \text{ кПа};$$

Мұнда  $\Delta H_{\text{төм}} = -3,5 \text{ кПа}$  қазандағы ауа жолының қысымының төмендеуі.

Үлгіқалып бойынша қондырғыға ДН-26ГН типті екі үрлегіш таңдаймыз.

берісі  $260300 \text{ м}^3/\text{сағ}$

тегеуріні  $4,12 \text{ кПа}$

біліктегі қуаты  $403 \text{ кВт}$

б) Түтін сорғыны таңдау

Түтін сорғыға кететін газ шығыны:

$$V_{\text{д}} = V[V_{\text{г}}^0 + [(\alpha_{\text{кет}} - \Delta\alpha) - 1] V_{\text{а}}^0] \frac{V_{\text{г}} + 273}{273} =$$

$$= 72618 [4,56 + [(1,33 - 0,05) - 1] 4,25] \frac{130 + 273}{273} = 616300 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Мұнда, газ көлемі  $V_{\text{г}}^0 = 4,56 \text{ м}^3/\text{кг}$ ; ауа көлемі  $V_{\text{в}}^0 = 4,25 \text{ м}^3/\text{кг}$ ; газдар температура  $V_{\text{д}} = V_{\text{ух}} - 10 = 140 - 10 = 130^\circ\text{C}$ .

Газ жолындағы ауақыздырғыштан кейінгі сорылу  $\Delta\alpha = 0,05$ .

Түтін сорғыш өндірулігі:

$$Q_{\text{тс}} = 1,1 V_{\text{д}} = 1,1 \cdot 616300 = 677930 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Түтін сорғы тегеуріні:

$$H_{\text{дс}} = 1,2 \cdot \Delta H_{\text{п}} = 1,2 \cdot 3,65 = 4,38 \text{ кПа};$$

Мұндағы, газ жолындағы кедергі:  $\Delta H_{\text{п}} = 3,65 \text{ кПа}$ ;

Үлгіқалып бойынша ДН-26ч2-0,65 типті екі түтін сорғыны таңдаймыз:

берісі  $351000 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ;

тегеуріні  $4,668 \text{ кПа}$ ;

біліктегі қуаты  $749 \text{ кВт}$ ;

Күлжүйесіндегі қондырғыны таңдау мен есептеу:

2-АЖЭО-да қазан ошағына тікелей үрлеуді тозаңдайындау сұлбесін және балғалы диірмендерді.

А) Шикі көмірдің шанағын таңдау (ШКШ)

Қалып бойынша жобалау, қазанға кететін ШКШ-ның пайдалы сыйымдылығы таскөмірді жағу кезінде 8 сағаттан кем емес жұмыс уақыты көмір қорының есептеуі бойынша қолданылады.

Шикі көмір шанағының көлемі:

$$V_{\text{шкш}} = \frac{B_m}{\psi_{\text{с}} \gamma Z_{\text{ш}}} = \frac{72,618 \cdot 8}{0,8 \cdot 1,0 \cdot 2} = 363 \text{ м}^3;$$

Мұндағы,  $B = 2,618 \text{ т/сағ}$  қазанға кететін отын шығыны; шанақтағы отын қоры  $m = 8 \text{ сағ}$ ; отынның себулік салмағы  $\gamma = 1,0 \text{ т/м}^3$ ; қазандағы шанақтар саны  $Z_{\text{ш}} = 2$ .

Б) Диірменді таңдау

Қалып бойынша төрт диірменді қазанға қондыру кезінде, әр қайсысының өндірулігі таңдалады. Бір диірменнің істен шығып қалуы кезінде, қалағандарының өндірулігі 90% қазанның өндірулігін қамтамасыздандыру керек:

$$B_d = \frac{0,9B}{Z_d - 1} = \frac{0,9 \cdot 72,618}{4 - 1} = 21,78 \text{ т/сағ};$$

Қондырғыға ММТ-200/2590-750К төрт балғалы диірменді таңдап аламыз:

Өндірулігі 22,4т/сағ;  
Айналу жиілігі 750айн/мин;  
Қосөресі 2000мм;  
Ұзындығы 2590мм;

В) Отынды қоректендіруді таңдау

Балғалы диірменді отынмен қоректендіруде ПС-700/6080 типті өндірулігі 5-тен 40 т/сағ скребкалы қоректендіргішті таңдап, оны әр диірменге береміз.

### 1.3 ЖЭО-ның отын шаруашылығы

ЖЭО-2-ның отын шарушылығы жобалау мөлшерімен орындалған. Қазандық отынды беру таспалы екі жіпті жүйемен іске асырылады. Ал қоймаға берілетін отын бір жіпті жүйемен асырылады.

Отын беру жолында ұсақтап ұнтақтау үшін балғалы ұнтақтағыш қондырылған. Ағындықтарда металл бөлгіш және металл ұсақтағыштар қондырады.

Көмір бар темір жол вагондарының жүктемесі үшін ротор типті вагонаударғышты өндірулігі 700-900т/сағ қолданады.

Вагонаударғышқа тиелеген көмір қабылдау шанағына түседі. Қабылдау шанағынан көмір таспалы қоректену арқылы контейнердің екі жібіне және аударыстыру түйініне тасымалданады. Аударыстыру түйінінен көмір контейнердің бір жібіне аударылып, ұнтақтау тұрқына тасымалданады. Ұнтақтау тұрқынан көмір конвейрдің көмегімен қоймаға жіберіледі немесе желпуіш тәрізді торлардан ұнтақтағышқа өте контейнердің зінің жібіне ЖЭО-ның негізгі тұрқындағы аударыстыру түйінімен тасымалданады.

#### 1.3.1 Отын қоймасының сипаттамасы

Қойманың сыйымдылығы қоймадағы 30 тәуліктік отын қорын есептеумен таңдалынады:

$$V = 24 \cdot \eta_{\text{каз}} \cdot Bt = 24 \cdot 7 \cdot 72,618 \cdot 30 = 365995;$$

Мұндағы, ЖЭО-дағы қазанның саны  $\eta_{\text{каз}} = 7$ ; бір қазан үшін отын шығыны  $B = 72,618$  т/сағ; қоймадағы отын қоры  $t = 30$  тәулік.

Қойманың нетто ауданы:

$$F_H = \frac{V}{kH_M \gamma_y} = \frac{365995}{0,8 \cdot 20 \cdot 1,0} = 22874,6 \text{ м}^2;$$

Мұндағы, штабель пішінінің коэффициенті  $k = 0,8$ ; штабельдің биіктігі  $H_M = 20$  м; көмірдің меншікті салмағы  $\gamma_y = 1,0$  т/м<sup>3</sup>.

Қойманың брутто ауданы, яғни жүру, өту есебімен:

$$F_{бр} = 1,3 F_H = 1,3 \cdot 22874,6 = 29737 \text{ м}^2.$$

#### 1.4 Техникалық сумен қамтамасыздандыру

ЖЭО-2-ның айналым жүйесінде техникалық суды салқындату қолданылады.

ЖЭО-да техникалық судың шығыны:

$$W_{\text{тех.су}} = \sum_1^n W_k + W_{zc} + W_{mc} + W_{\text{айнал}} = n_T^{\text{ПТ}} W_K^{\text{ПТ}} + n_T^T W_K^T + W_{zc} + W_{mc} + W_{\text{айнал}} = \\ = 3 \cdot 6250 + 2 \cdot 13500 + 140 + 550 + 1160 = 47600 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Мұндағы техникалық көрсеткіштер бойынша шықтағыш шығырдағы судың шығыны:

ПТ-80/100-130/13 – шығыр саны  $n_T^{\text{ПТ}} = 3$ ;

$$W_K^{\text{ПТ}} = 6250 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Т-110/120-130 – шығыр саны  $n_T^T = 2$ ;

$$W_K^T = 13500 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

Берілген мөлшер мен техникалық ережелердің қолдануымен судың шығыны :

- газ салқындатқыш  $W_{гс} = 140 \text{ м}^3/\text{сағ};$

- май салқындатқыш  $W_{мс} = 550 \text{ м}^3/\text{сағ};$

- айналымтірек  $W_{\text{айнал}} = 1160 \text{ м}^3/\text{сағ};$

Суытқыш беті  $648 \text{ м}^2/\text{с}$  екі секциялы және қоршаған ауаның параметрі болғанда, градирняның бір секциясы арқылы судың шығыны  $4000 \text{ м}^3/\text{сағ}$  кезінде ЖЭО-да 6 желдеткіш градирня қондырамыз.

$$t_{\text{сырт}} = 30^\circ\text{C}, \quad B = 760 \text{ мм рт. Ст.}$$

Қайтымды сумен қамтамасыз ету жүйесінде айналмалы сорғының тегеуріні, бос тегеурінді шашыратқыш саптаманың алдында есептеу арқылы анықталады:

$$H_{\text{цн}} = H_r + \Sigma h_c + h_{бр} = 14 + 5 + 5 = 24 \text{ м};$$

Мұндағы судың берілуінің геодезиялық биіктігі:

$$H_r = 14 \text{ м су.ст.};$$

Су өткізгіштің гидравликалық кедергісінің қосындысы:

$$\Sigma h_c = 5 \text{ м. су. ст.};$$

Шашырағыш саптамалардың алдындағы еркін судың тегеуріні:

$$h_{бр} = 5 \text{ м. су. Ст.};$$

Айналмалы сорғыны таңдаймыз D-6300-2:

$$\text{Берілуі } 6300 \text{ м}^3/\text{сағ};$$

$$\text{Тегеурін } 27 \text{ м.су.ст.}$$

#### 1.5 2-ЖЭО-дағы желдеткішті градирня

##### 1.5.1 Градирня сипаттамасы

Алматы ЖЭО-2-де  $D=10,4$  м желдеткіші бар желдеткіш градирня қондырғысы бар сумен қамдаудың кері жүйесі қабылданған. Градирняда салқындатылған су  $Dу=1800$  екі бағытсыз циркусағармен негізгі тұрқыға жеткізіледі, ол жерден әрбір шығыр агрегаттарына әкетіледі. Шықтағыштан

кейін айналмалық су цирксорғылардың сору құбырларына келіп түседі. Қыс кезеңдерінде (жылулық сызбақ бойынша жұмыс істеген кезде) айналмалық судың шығыр шықтағыштарына берілуі жүзеге асырылмайды немесе аз мөлшерде ғана жүргізіледі.

Градирняға шығырлардың газсалқындатқышында және майларда, **ПЭН және ПСН** ауа салқындатқыштарында және т.б. қыздырылған техникалық су келіп түседі. Бұл кезде градирня желдеткіштері ажыратылады. Қысқы кезеңде шықтағыштық сызбақ бойынша жұмыс істеген жағдайда суланудағы (сыртқы ауаның ыстықтығы  $10^{\circ}\text{C}$  –ден төмен болған кезде) мұздардың қарқынды түзілуіне қабілетті айналымдық суды салқындатуға жібермеу қажет.

Желдеткішті градирня екі бөлікті, бөліктерінің өлшемі  $18 \times 18$  м, қабыршық түрінде, диаметрі 10,4 м желдеткіші бар, градирняның әрбір бөлігіне 4000 м<sup>3</sup>/сағ айналымдық су салқындату үшін арналған.

Градирняның негізгі құрылымдық элементтері болып табылатындар:

- Айналымдық жүйеде салқындатылған суларды жинау және су қорларын құру үшін су жинағыш хауыз;

- Жоғары шашыратқыш алауы бар, пластмассалы төмен тегеурінді реттегіш саптамалардан және болаттан жасалған реттеуіш құбырлардан тұратын су реттегіш құрылғы; саптаманың есептік тегеуріні – 1,5 м.су бағ.; Реттеуіш құбырдың төменгі жағында тегеурінді су реттеуіш жүйесін тазалау үшін бітеуіштер қарастырылған;

- Қажетті салқындату қабатын құрайтын және пакеттерге жинақталған бір қабатты асбестцементті толқымалы беттерден тұратын суландыру құрылғысы;

- 1АБ, 2АБ градирняларында су әкетінділерін ұшпа ауалармен төмендету үшін су ұстағыш торлар орнастырылған, ол ауа қозғалысының бағытына  $60^{\circ}$  бұрыштықпен кең қырынан орналасқан тақталар қатары болып табылады;

- 3АБ, 4АБ, 5АБ, 6АБ градирняларында жоғарғы жағы капрон тормен қапталған, Рабица торынан тұратын қабыршық түріндегі тамшы ұстағыш орнатылған;

- Суландыру кеңістіктері арқылы ағыс тудыратын желдеткіштер;

- Градирняның қаңқамен қоршалуы бір бірімен өзара байланысты көлденең және бойлық темірбетонды арқалықпен, құрамалық темірбетонды тірекпен жасалған. Құрамалық темірбетонды элементтердің қиысқан жері «монолиттенген», осының арқасында қоршау градирняның желдеткішіне жеткілікті қатаң негіздерді тудырады;

- Ауаны реттеп отыру үшін, градирняның терезесіндегі қалқандар.

Градирняға орнатылған желдеткіштер екі фирмада жасалған. 10,4 м диаметрде қондырғының құрамына кіретін желдеткіштің жұмыстық доңғалағы «Нема» неміс фирмасында жасалған және Владимир Иличь атындағы Мәскеудің электрмеханикалық зауытында жасалған ВАСВ-17-40-52 баяу жүрісті электрқозғалтқыштың білігіне тікелей орнатылады.

Электрқозғалтқыш – асинхронды, үш фазалы, жабық түрде ашық ауада жұмыс істеу үшін, ВАСВ-17-40-52 түрінде үздіксіз сулық салқындату кезінде жұмыс істейді: Номиналды қуаты – 200 кВт; Кернеуі, В – 6000; Айналым жылдамдығы, айн/мин – 110; ПӘК, % - 84,5; Cos.φ - 0.54;

Электрқозғалтқышты салқындатуға кеткен су шығысы – 10 м<sup>3</sup>/сағ ; Кірісіндегі су тегеуріні – 2 м.су бағ.

Жетектің екінші түрі – электрқозғалтқышпен, сұйықтық жалғастырғышпен шығарылған, оның стопорлы айналматірекерінің, май салқындатқышының, жіберу майсорғысының, шегергішінің айналым моментін жеткізетін аралық біліктен, аналогтық жұмыстық доңғалақтан тұратын «Нема» фирмасының құрылмасы.

Майлау үшін шығыр немесе гидрошығыр майы пайдаланылады. Шегергіштің негізгі білігінде сырғанаудың жеке элементтерін майлау үшін қызмет ететін майлаудың алты сатылы май сорғысы қондырылған.

Май салқындатқыш ішкі сүзгісі бар шегергіштің жұмыстық майын салқындату үшін қызмет етеді. Салқындатылатын судың ыстықтығы -30°C; Салқындатылған судың шығысы - 1,3 т/сағ.

Градирняның жұмыс тиімділігі қондырғының айналымдық суының ыстықтығын сулы термометр бойынша ауа ыстықтығына көбірек жақын ыстықтыққа дейін төмендету қабілеттілігімен бағаланады.

Градирняның сапалы жұмыс істеуіне шығырлы жабдықтың үнемді және сенімді жұмыс істеуі тәуелді. Айналымдық судың ыстықтығының 2°C –ге артуы вакуумның 0,5% нашарлауына немесе 1,5%-ға электрэнергияны өндіру будың шығысталуына әкеледі, сондықтан айналымдық судың ең жақсы салқындауына жеткізе отырып градирняның жұмыс тәртібін қадағалап отыру қажет.

### 1.5.2 Жұмыс істеу тәртібі

Градирняға шығыр шықтағышының шығысында су ыстықтығына сәйкес суды салқындату үшін беріледі. Су су реттегіш құрылғы бойынша саптамаларға бағытталады және саптама арқылы ыдырай отырып, салқындатылатын жерде суландыруға келіп түседі. Нәтижесінде су су жинағыш хауыздан шықтың кірісіндегі циркусу ыстықтығына сәйкес ең төмен ыстықтықпен келіп түседі.

Градирняда суды салқындату негізінен бірігіп әрекеттену нәтижесінде екі құбылыспен жүзеге асырылады:

- Судың ауамен жанасуының жылу беруі және сулық қабыршық пен тамшы беттерінің булануы.
- Судың ауамен жанасуының жылу беруі су мен ауа ыстықтықтарының әр түрлі болуының арқасында жүзеге асырылады. Булану ауаны суландыру арқылы өтетін негізгі массада және су қабыршықтарының бетінде әртүрлі будың үлестік қысымының болуының нәтижесі болып табылады.
- Атмосфералық ауаның (жазда) оң ыстықтығы кезінде суды градирняда салқындатуда (90%-ға дейін) басым көпшілік рөл булану үлесіне түседі.

Керісінше қысқы мерзімдерде (60%—ға дейін) - су-ауа жанасуының жылу беру үлесіне түседі.

- Салқындату құрылғысында салқындатылатын судың ыстықтығының құламасы бу шығырында жұмысын атқарып болған және салқындатылған судың шығысына тәуелді.

Су ұстағыш торлар әкетулерді салқындатылатын судың шығысынан 0,2-0,4% -ға төмендетуге мүмкіндік береді, бірақ ауаның өтуіне қосымша кедергілер тудырады. Қабыршық түріндегі тамшы ұстағыштар тиімділіктері бойынша ағаштан жасалғандарға жол бермейді. Желдеткіштің қалақтары дюралюминийден жасалған және электрқозғалтқыш пен шегергіштің жетегіне тік өспен орналасқан.

Қалақтарды  $15^{\circ}$  -тан жоғары еңісті бұрышпен орнатуға қалқандардың аса жүктелуінің және тұтынылатын желдеткішінің қуатының (W) артуының салдарынан тыйым салынған.

Градирнялардың ылғал ауамен жұмыс істеген кезінде жуылған айналматіректердің жұмысының қиын шарттары, ал атмосфералық құбылыстарының әрекетіне шалдыққан оның тоқтатылу кезеңінде тотығудан қорғау сенімділігін талап етеді.

Су жинағыш хауыздың түбі түсіру және ластарды алып тастау үшін ойық жаққа 0,1% еңістікпен жасалынған. Ойықтың су құбырының алдында көлбеу торлар орнатылған.

### 1.5.3 Қыстық жұмыс тәртібі

Қысқы уақыттарда градирняны пайдалану олардың құрылмаларының қатып қалу салдарынан едәуір қиындайды. Градирняның қатуы онда мұздардың пайда болуынан қосымша жүктемелердің салдарынан суландырудың бүлінуін және пішінезгеруін тудырып, апаттық жағдайға әкелуі мүмкін. Қату әдетте сыртқы ауаның ыстықтығы  $10^{\circ}\text{C}$  -ден төмен болған кезде басталады және градирняның кіре берісінде аз ғана мөлшерде салқындатылған судың ауамен жанасқан жерінде болады.

Ауа өткізгіш терезелерде қаптамалардан сорғалайтын су сосулька түрінде қатады, қатқаннан кейін барлық терезені бірыңғай мұзды бүркеніш болып жауып қалады. Терезенің ішінде орналасқан суландыру бағандары сондай-ақ қарқынды қату ошақтары болып табылады. Терезелерде мұзды бүркеніштер пайда болған кезде келіп түскен ауаның мөлшері күрт төмендейді және салқындатылатын судың ыстықтығы  $28-30^{\circ}\text{C}$  -ге дейін өседі.

Қысқы кезеңдерде жеке аумақшаларда суландырудың тығыздығының төмендеуіне жол бермей, суландыру аймағы бойынша салқындатылатын судың бірдей реттелуін қамтамасыз ете отырып, жылулық және сұйықағулық жүктемелердің толқуына мүмкіндік бермеуі тиіс.

Қысқы уақытта желдеткіш градирняларда суландыру тығыздығының кірген ауасының үлкен жылдамдығымен байланысты  $6 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{сағ.}$ -тан кем емес қолдауы орынды.



Градирняның көп қатуын ескерту үшін градирняға суық судың келіп түсуін азайту қажет. Қажетті ауа шығысын анықтау үшін салқындатылатын судың ыстықтығы қызмет етеді. Градирняның мұздануын ескеру мақсатында хауыздағы салқындатылған судың ыстықтығын  $+12\div 15^{\circ}\text{C}$  –ден төмен емес ұстап тұру қажет.

Қыста бірнеше уақыт бойында градирня тек табиғи тартуды пайдаланып, ажыратылған желдеткіштермен жұмыс істеуі мүмкін. Тамшы ұстағыштардың және жоғары көтерілетін жылы ауалардың болуы желдеткіштердің өзінің қату мүмкіндігін болдырмайды. Қысқы уақытта асбестцементті суландыруы бар градирняны қосып, ажырату ұсынылмайды. Қысқы кезеңдерде градирня терезелерінде пайда болған мұздарды градирня жөндейтін бригадалар алып тастайды.

Қысқы уақытта градирняны ажырату кезінде негізгі қатудан қашу барысында су жинағыш хауыз сумен толтырылуы қажет. Бұл кезде хауызда су айналымы қамтамасыз етіледі және градирняның терезесі тығыз жабылады.

Егер пайдалану шарты бойынша су жинағыш хауызда су айналымын қамтамасыз ету мүмкін болмаса, ауа өткізгіш терезені біруақытта қалқанмен тығыз жауып, су жинағыш хауыздың түбін жылыландырып, ауаның кері ыстықтығы болғанша, градирняны сақтауды алдын ала жасау тиіс.

Градирняны жөндеу жүргізілген кезде суландырғышта пакетпен толтырылмаған ойықтар қалып қалмауын қадағалау қажет. Егер жөндеу кезінде құрылмалық қабілеттілігі бойынша белгілі бір аймақтарда суландырылатын элементтерді орнату мүмкін болса, суландыру жанында тартулық бөліктің ішінде сыртқы ауаның келіп түсуіне кедергі болу үшін суландыруда қалған ойықтарды жоғарғы жағын тақталармен және асбоцементті тақталармен жамау қажет.

Темірбетонды қабырғаларды, арқалықтарды және градирняның тұрқысының тарту бөліктерін жетік тексеруді бес жылда бір рет өткізу қажет.

## 1.6 Алматы ЖЭО-2-ны жылулық сорғымен жобалау

### 1.6.1 Жылулық сорғы туралы жалпы түсініктеме

Табиғи төмен ыстықтықты жылу көздерін пайдалана отырып, жылыту жүйелерінде жылулық сорғылар қолданылады. Жылулық сорғының әрекет ету принципі (қағидасы) 100 жылдан астам уақыттан бері белгілі. Жылулық сорғы энергия беруді жоғары ыстықтығы (үй, жылу жай және т.б.) бар тұтынушыға төмен ыстықтықпен (өзен және су ағар) табиғи жылу көзінен, яғни жылуберу заңына қарсы жүзеге асырады.

Төмен ыстықтықты жылуды жіберу үшін қоршаған орта (су немесе ауа) ыстықтығы кезінде буландырғышта қайнауға қабілетті, фреон және аммиак түріндегі төмен қайнағыш жылу тасығыш пайдаланылады. Өзен және су ағарлардың суының әдеттегі ыстықтықтары  $4-20^{\circ}\text{C}$  құрайды.

Жылу тапсығыштың булары буландырғыштан сығымдағыштармен сорылады және жоғарғы қысымға дейін сығылады. Сығымдағышта сығылу кезінде жылуды тұтынушыға жіберу мүмкіндігін тудыратын булардың

ыстықтығы артады. Жылу тасығыштың сығылған және қыздырылған булары шықтағышқа келіп түседі және жылутасығыштардың булары шықтанған кезде энергияның бөлініп шығуы болады. Бөлініп шыққан жылу (70-90°C) сумен немесе ауамен әкетіледі. Сығылған жылу тасығыш буландырғыштан реттегіш вентиль арқылы судың жылуымен қайнауға дейін қыздырылатын жерде қайтадан буландырғышқа келіп түседі. Бұл кезде су салқындайды және осы суықты қолдануға болатыны белгілі. Осылайша біруақытта суықты қабылдап және табиғи жылуды пайдалы мақсатқа айдау арқылы жылулық сорғыда жылу тасығыштардың айналу циркуляциясы жүзеге асырылады.

Жылулық сорғылар сығымдағыштық, сіңірулік және термоэлектрлік болып келеді. Соңғы екі түрі сығымдағыштық жылу сорғылары көп таралымдарға ие болғандықтан мұнда қарастырылмайды. Олардың жақын аналогтары жылуды далаға шығаратын және суықты пайдалы мақсатқа өндіретін тұрмыстық ауабаптағыштар (кондиционер) болып табылады.

Жылулық сорғылар қосымша жөндеулерді талап ететін, жеке тораптар түрінде немесе арнайы жасалған кешенді агрегаттар түрінде қолданылады. Жылу сорғылық агрегаттың өзі фреон немесе аммиактың(үлкен қуатты қондырғыларда) жабық айналымы арқылы жылулық сорғыға қосуға дайын және сериялық тасымалдағыш болып табылады. Сығымдағыштың жетегі үшін, басқару жүйесі үшін және апаттан сақтану үшін құрылғысы бар.

Сорғының негізгі бөліктеріне жылутасығыш сұйықтықтан буға айналатын және қоршаған ортадан жылу алу үшін жұмыс істейтін буландырғыш жатады. Буландырғыш қаптама құбырлы, иірілмелі және пластикалық жылуалмастырғыш түрінде құрылмалық жасалынған. Жылу сорғыларындағы шықтағыштар жылытудың аралық су жүйесінің көмегімен немесе тікелей (ауаның көмегі арқылы) тұтынушыға жылутасығыштардың сығылған және қыздырылған буларының жылуын жіберу үшін қызмет етеді. Бұл кезде жылыту жүйесінің суы құбырдың ішіне, ал фреонның булары құбыр аралық кеңістік бойынша келіп түседі. Сығылған фреон төменге әкетіледі.

1.6.2 Жылулық сорғы технологияларының ең төменгі тиімді жылуының энергиялық қайнар көздерін ірі көлемде пайдалана отырып, жылыту мәселелерін шешу жолдары

Ресей энергетикасы басқа дамыған елдердің энергиясына қарағанда жоғары энергиялық жұмсалудымен өте ерекшеленеді. Ресейлік ЖІӨ энергиялық жұмсалуды мемлекеттерге қарағанда 4-5 есе жоғары, сондықтан да Ресейдің көптеген аймақтарында солтүстік мемлекет ретіндегі артықшылығы 5000 ден 6000 сағатты құрап, осыған байланысты Ресей өз қажеттіліктеріне жалпы жұмсалған жанармайдың жалпы көлемінен жылумен қамтылуына 40%-ға дейін болып отыр (бірінші кезекте табиғи газ).

Ресейдің жылумен қамтылудағы ерекшелігі ол кең көлемде ЖЭО және күрделі қазандар арқылы қамтамасыз етілетін орталықтандырылған жылумен қамтамасыз ету жүйесі болып табылады. Алайда, мұндағы кемшілік ол

Ресейдегі «қазандықтар» туралы бірқатар мақалалар жарық көрген және ондағы келтірілген негізге мәселелермен келіспеуге болмайды.

Сонымен бірге бұл жұмыстарда жылулық сорғы қондырғыларының энергетикалық, экономикалық және экологиялық тиімділіктері көрсетіліп, жаңа ғасырдың энергиялық қайнар көзі ретінде танылып отыр.

Мәскеуді алыс арақашықтықта жылумен қамтамасыз ету (ГРЭС –тен 2400 МВт күші) конденсатты турбиналарын жылыту режиміне ауыстыру жұмысы ВНИПИ Энергия өнеркәсібімен 90-шы жылдардың басында әзірленген болатын. Алайда, кейбір зерттеулер бойынша турбиналардың жұмыс режимі өзгеріп, бір алғанда жылыту қажеттіліктеріне көптеген көлемде буды жинаумен байланысты болады. Сондай-ақ МАЭС бірте-бірте ЖЭО ауысып, сәйкесінше қымбаттап, өз кезегінде электростанциясының қуаттылығы 600 МВт дейін төмендейді және аталған техникалық шешім қабылдаудан бас тартуға алып келеді.

Сондай-ақ, желілік суды ЖЭО шығырлары арқылы алып, қыздыру жұмсалған жылуды жылумен қамтамасыз етуге мүмкіндік бермеді. Мұндай мүмкіндік жылулық сорғы технологиясын пайдалану арқылы іске асырылуы мүмкін және бұдан бөлек замануи жылу және атом электростанцияларына келесідей кемшіліктер кездеседі:

- Жұмсалған жылудың көптеген санын тиісінше пайдалану;
- Градирняларда буланғыш циркуляциялық сулардың көптеген мөлшерінің болуы;
- Қоршаған ортаның жылу ылғалымен ластау;
- Арақашықтықтағы жылу тұтынушыларын жылумен қамтамасыз етулеріне шектеу жасау,
- Энергиялық қайнар көздерді электр энергиясын пайдаланудың тиімді реттеулерінің мүмкіндіктерінің шектелуі.

Осы мәселелер бойынша әртүрлі уақытта әртүрлі техникалық және технологиялық шешімдер ұсынылды, алайда олар өте күрделі болды немесе қымбат болғандықтан орындалмай қалып жатты.

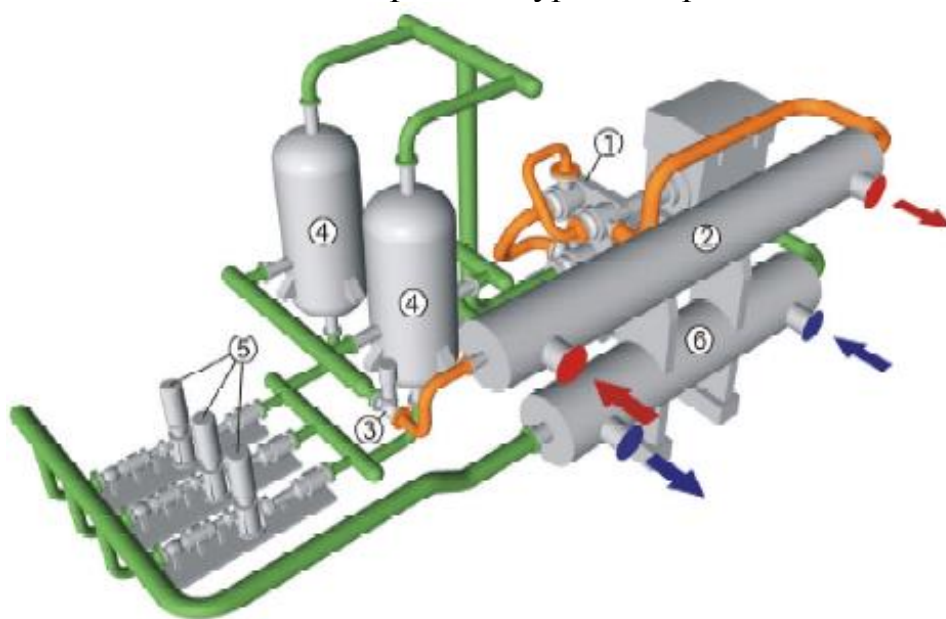
Ұсынылып отырған техникалық шешімдер

Ұсынылып отырған технология арнайы ЖСҚ үлкен қуаттылығында пайдаланылып, көміртек диоксидінің жұмыс заттары ретінде қолданылып, жоғары тиімді Лоренц кезеңі арқылы іске асырылып, жылу берушінің жоғарғы температурасын (100°C) қамтамасыз етеді, яғни энергияның жоғары коэффициенттерін қолданады. Сондай-ақ ерекше ескеретін мәселе ол ЖНП компрессорлары сымдары үшін электр, газ және бу сымдарын пайдалануға болады.

Қазіргі таңда әлемде ЖСҚ-ның әртүрлі қуаттылықтағы мыңдаған бірліктер пайдаланылуда: бірнеше киловаттан ондаған мегаватқа дейін. Жұмыс заттарының тізбегі ЖСҚ кең көлемде пайдаланылады, алайда заттардың озон қауіпсіздігі бойынша халықаралық келісімшарттарды қабылдауына байланысты мүмкіндік табиғи жұмыс заттарына беріледі: көміртек диоксидіне, аммиакқа, көмірсутектеріне. Көміртек диоксиді жылулық сорғыларының жұмыс заты ретінде алғаш рет МГОУ

мамандарымен ұсынылды, сол арқылы Ресейдің техника саласындағы басымдығын көрсетті. Көміртек диоксиді, жанбайтын, улы емес, әртүрлі көлемде қол жетімді және арзан болуына орай оған ерекше ілтипат білдіріледі. Бұдан бөлек көміртек диоксиді термодинамикалық және жылу физикалық қасиеттерімен басым болғандықтан темір сыйымдылығының тиімді агрегаттарымен тығыз байланыста болады. Бұл ерекшеліктер энергетика саласы үшін өте өзекті, себебі талап етіліп отырған жылу қайнар көздерінің бірліктер қуаттылығы 100 МВт бірліктеріне дейін түрлендіріледі.

Ресей ғылыми Федеральды мақсатты бағдарламалар негізінде 2002-2008 жылдары ғылыми-зерттеу кешені мен тәжірибелі конструкторлық жұмыстар өз кезегінде басқада ізденушілер арқылы көміртек диоксиді жылу сорғыларын негізінде ғылыми-техникалық жобалардың негізін әзірлеуге мүмкіндік берді; ЖСҚ пішін үлгісін жасап, оны ЖЭО құрамында сынауға, көміртек диоксиді негізінде жалпы үлгісі 6-суретте көрсетілген.



6-сурет. ЖССО<sub>2</sub>-23.000 үйлестірілуі

1-құбырлы сығымдағыш; 2-су қыздырғыш; 3-реттеуші қақпақша;  
4-сұйықты бөлгіш; 5-CO<sub>2</sub> айналдыру сорғысы; 6-су салқындатқыш.

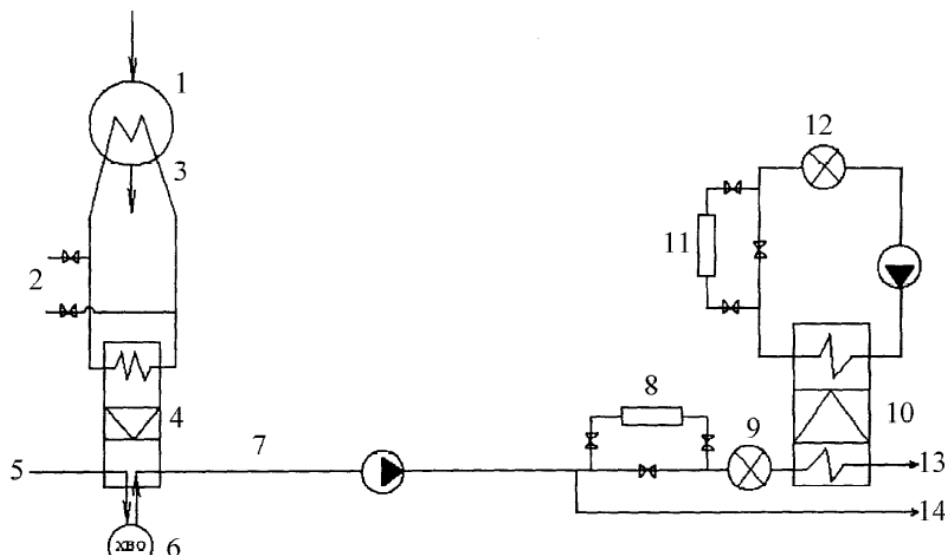
ТНСО<sub>2</sub>-23.000 жобасы завод үлгілері негізінде «В.Б.Шнеппа атындағы Турбокомпрессор ФЗИ»ЖАО және «ЗИО МАР» Инжиниринг компаниясы» ААҚ, «ЭКИП» Ғылыми-өндірістік фирмасының қолдауларымен әзірленген. «ЭКИП» Ғылыми-өндірістік фирмасымен әзірленген және дайындалған жылу насостарының көміртек диоксиді аясында қабылданған техникалық шешімдер РФ патентімен қорғалып, 20 МВт дейінгі үлкен тығыздықтағы жылулық сорғыларын құрады және «ЗиО-Подольск» Көлік жасау заводы» ААҚкомпрессорлық агрегаттар мен аппараттардың қажетті көлемде өндіру бойынша техникалық шешімдерін дәлелдеді.

Қазіргі таңда 2009 жылғы «Энергия атом» концерні» ААҚ тізбегіне техникалық-экономикалық негіздемелердің жаңа жүйелері енгізіліп, сол арқылы арақашықтық атом жылытудың бір трубалы жылумен қамтамасыз ету жүйесі мен көміртекті диоксидтің бір агрегаттағы 100 МВт дейінгі бірлік тығыздығының эскиздік жобасы қолданылған.

Технологиялық сызбаның сипаттамасы

Қазіргі уақытта МАЭС мен АЭС электрмен қамтамасыз етілуі, олардың мүмкіндіктерін шектейді.

Осыған байланысты «Бір трубалы жылумен қамтамасыз ету жүйесі» әзірленіп, патенттелген болатын, ол өз кезегінде АЭС немесе МАЭС жұмсалған жылудың бір  $\text{CO}_2$  жылу насостары қондырғылары қарастырылған (7-суретте). Ал енді ЖЭС- ЖСК ЖЭО сапалы айырмашылығы оларды ЖЭО жаңа ұрпағы ретінде қарастыруға мүмкіндік береді және мүмкіндіктер шекарасын ескере отырып, оны жаңа стратегиялық-инновациялық бағыт ретінде Ресейдің энергетикасы дамуға үлес қосады.



7-сурет. Жылу және сумен қамдаудың бірқұбырлы жылулық сорғысының қағидалық сұлбесі.

1-шығыр шықтағышы; 2-айналмалы сумен қамдау жүйесі; 3-айналмалы судың тұрқы; 4-ЖСК-1; 5-сумен қамдау көзі; 6-суды химиялық тазарту жүйесі; 7-сорғылы стансалы жылу құбыр; 8,11-шыңдық қазандар; 9,12-жылу тұтынушы; 10-ЖСК-2; 13-суық техникалық суды тұтынушылар; 14-ыстық желілік техникалық су мен жылуды қолданатын өндірістік тұтынушылар.

Тағы бір айта кететін нәрсе ол отандық жылытудың бір трубалы жылумен қамтамасыз ету жүйесінің ЖЭО бу шығырлары арқылы пайдаланылып, жобалар жасауда тәжірибе жинауға мүмкіндік берді, бұл мәселе 60-шы жылдары В.П. Пакшвермен ұсынылды (қолданыстағы Алматы ЖЭО-2 300 МВт жуық жылу өнімділігімен; ЖЭО жобасы Ташкент қ. жылумен қамтамасыз етілуін 7500 МВт жылу жүктемесін есептеу). Сонымен

қатар мұндай жылуды беру сызбасы қалыптасқан және жылумен қамтамасыз етудің сабақтастығы сақталып, соңғылардың бар магистральдық және қалалық ЖЭО мен қазандықтарының іске асырушылық желілерімен ауыстырылуы. Бұл жағдайды ЖЭС-ЖСҚ энергиялық кешендерінің ұсынылып отырған техникалық-экономикалық әрекеттердің мақсатқа сәйкес болып және Ресейде орын алған жүйелі орталықтандырылған жылумен қамтамасыз етілуін сәйкестендіріліп, ең төменгі капиталды шығындармен бұл жүйеге енгізілуі мүмкін.

Осы ұсынылып отырған технологиялардың маңызды ерекшеліктерінің бірі ол оның толыққанды түрде МАЭС мен АЭС технологиялық кезеңіне бейімделу; негізгі энергия қондырғыларын технологиялық және станцияның жылу сызбасын өзгертуді қажет етпейді. Барлық өзгерістер ЖСҚ шығырлар конденсаттарының циркуляциялық суларды енгізуімен шектеледі және аталған техникалық суларды химиялық тазалау жұмыстарының көлемін кеңейту болып табылады. Бұл жердегі ең маңызды жағдай ол ұсынылып отырған жылулық сорғы жылыту кешендері қолданыстағы, сондай-ақ жаңа құрылған электростанцияларды да қарастырады.

Ұсынылып отырған ЖСҚ енгізу сызбасы жұмыс заттарының АЭС айнымалы суына деген ықпалын көрсетеді және жылу, сумен олардың тұтынушылары радиациялық қауіпсіздіктеріне толыққанды кепілдеме береді.

Энергетикалық стратегия 2020 жылға дейінгі кезеңде органикалық жанармайды жылына 60 млрд.м<sup>3</sup> дейін пайдалануды қысқартуды қарастырады, яғни атом энергетикасын енгізу арқылы кең масштабты жылумен қамтамасыз ету жүктемелерін көрсетіп, оны тиімді түрде ЖЭО мен МАЭС органикалық жанармайларды қолдануды көрсетеді.

Бұл аса маңызды мәселелерді шешу отандық көлік құрылысының ішкі саласын құруда мүмкін, ол өз кезегінде ірі масштабты жылулық сорғыларын жылумен қамтамасыз ету үшін АЭС мен ЖЭС жұмсалған жылуларды әзірлеу және дайындау. 4-кестеде энергетикада ЖСҚ қолдана отырып энергияны сақтау саласы келтірілген.

4-кесте. Энергетикадағы энергияны сақтауды дамытудың келешектегі бағыттары

ЖЭО	МАЭС	АЭС
Қазандықтарды ығыстыру; ГЖСҚ мен ЭЖСҚ арқылы ЖЭО	Арақашықтық жылытуды жылулық сорғысын пайдалану арқылы ГЖСҚ мен ЭЖСҚ көмегімен	Жылулық сорғыларын пайдалану арқылы электр станцияның алаңдарында ГЖПН

<p>орналасқан градирен көмегімен жылуды тастау;</p> <p>Тұтынушының алаңында ЖПН қолдану, оны төменгі тиімді қайнар көздер арқылы – ЖЭО жүйелік қайтарымдысуымен байланыстыру;</p>	<p>электр станциясында орналастыру;</p> <p>Қазандықтарды ығыстыру;</p> <p>ЖСҚ тұтынушылар алаңында қайнар көздің төменгі тиімділігін қолдану арқылы жартылай мұздатылған желілік суын пайдалану;</p> <p>Арақашықта тұтынушылардың сумен қамтамасыз етілуі</p>	<p>мен ЭЖПН қолдану;</p> <p>Қазандықтарды ығыстыру;</p> <p>ЖСҚ тұтынушылар алаңында қолдану және оны төменгі тиімді қайнар көздер арқылы – ЖЭО жүйелік қайтарымды суымен байланыстыру;</p> <p>Арақашықта тұтынушылардың сумен қамтамасыз етілуі</p>
---	---	---

4-кестеде қарастырылғандай ЖСҚ қолдану келесідей болады:

-ТҮҚШ объектілері мен өнеркәсіп тұтынушыларының жылумен қамтамасыз етілуі;

- АЭС мен ЖЭС тиімді түрде бір мақсаттыдан үш мақсаттыға тағайындауды ауыстыру ( электр, жылу және сумен қамтамасыз ету);

- Көмірсутекті жанармайды пайдалануды қысқарту және булы газды шығару;

- Атом энергетикасын дамыту мақсатында жаңа стратегиялық-инновациялық жанармай жасау.

Сонымен қатар 2020 жылға дейінгі Энергетикалық стратегияның бағытын органикалық жанармайды қысқартуды ескеретін болсақ, онда энергияны үнемдеуші технологияларды енгізу есебінен және дiңгектi жанармаймен ауыстыруда жылулық сорғысы технологияларын енгізудiң алаңы ретiнде атомдық станциялар табылады. Бұл жаңа ұрпаққа арналған энергетикалық кешендердi құрып, тиiмдi жылулық сорғысын жылытумен қамтамасыз етедi (мұны атом жылулық сорғысын жылыту негiзiнде қарастырамыз).

АЖЖ дәстүрлі жылумен қамтамасыз етуді салыстыру келесі маңызды ерекшеліктер арқылы көрсетіледі:

Құрылымдық-технологиялық ерекшеліктер. ЖЭО бекітулі жылуды жүйесін берілетін және қайта алмасы жылу сымдарымен ұсынылып, жылыту буларын ысытылған желілік суы арқылы алынып, турбиналар қондырғыларын өзгертумен және өңделмеген тығыздықтармен көрсетіледі.

Нәтижесінде МАЭС ЖЭО режиміне ауыстыру түпкілікті энергиялық қондырғыларды және жұмыс жағдайын өзгертуге болады (8а-суреті).

АЖЖ алшақ тұрған жылумен қамтамасыз ету жүйесі бар, ол өз кезегінде желілік суды түпкілікті тиімді түрде ысытып оны қалалық ЖСҚ-да 10-15 °С дейін салқындату болып табылады.

Бұл өз кезегінде ұзақтығын, бағасын, суды шығаруға жұмсалатын энергия мен магистралды жылу сымдарындағы жылудың жоғалуы екі есе емес, тіптің 3-4 мәртеге дейін өзгеріп, арақашықтықтағы жылуды қамтуға маңызды болып табылады.

АЖЖ нұсқадағы жылуды өндіру АЭС ретінде қарастырылып, ЖСҚ автономды түрде қолданылып, АЭС электр қондырғыларының құрамында және негізгі энергия қондырғыларының жұмысында ешқандай өзгерісті талап етпейді.

Сондықтан да АЭС-ЖСҚ жаңа үлгідегі атом электростанцияларын құруды талап етпейді және бұған дейін ескертілгендей жаңа құрылыс кезінде немесе қолданыстағы АЭС базаларында құруға болады, себебі мұндағы маңыздылық ол АЖЖ құрудағы қысқарту мерзімдері мен қаражатты үнемдеуді ескеру қажет.

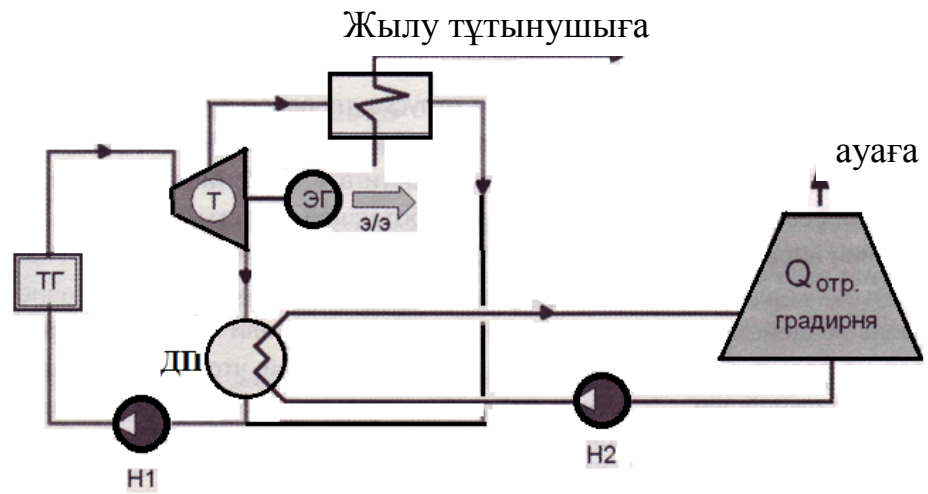
Келесі бір АЖЖ маңызды ерекшелігі ол ЖСҚ компрессорларының сым үлгілерін таңдау мүмкіндігі болып табылады, олар: электрлік, жылыту, газтурбиналық, бугаз. Сонымен бірге ЖСҚ санын таңдау мүмкіндігі АЖЖ жүйесінің конструкциясын иілгіш және жан-жақты етіп қарастырады. Бұдан бөлек ЖСҚ-1 буландырғыш АЭС градирня рөлін атқарып, оның саны мен бағасын төмендетеді (8б,в-суреттері).

Энергетикалық ерекшеліктер. Энергетикалық тиімділіктердің АЖЖ қолданылуын АЖЭО салыстыру кезінде келесі анықталды:

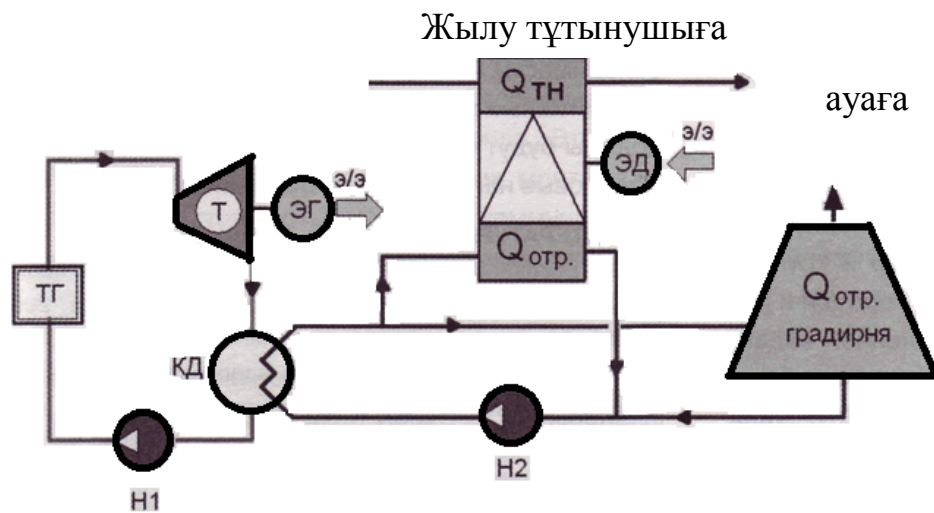
-жылуды өндіру энергиясының АЖЖ ЖСҚ электр сымдарының шығыны 20 % құраса, МАЭО ЖЭО тәртібімен ауыстыруда газтурбиналық сым 37 % кем емес болуы тиіс.

-тұтынушыларға 3 есеге дейін жылуды жеткізу шығының төмендету, нәтижесінде бір құбырлы жылумен қамтамасыз ету жүйесін қолдану және толыққанды желілік судың температуралық тиімділігін қолдану (ЖСҚ-2 есебінен).

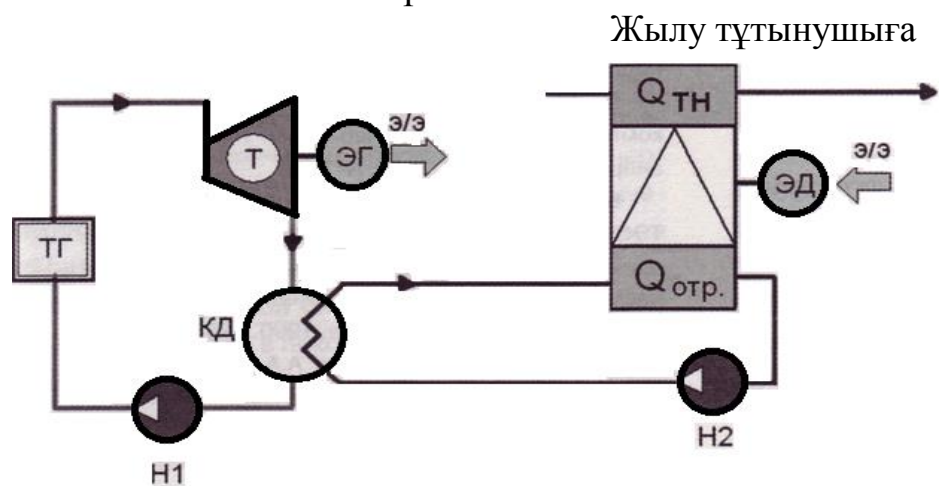




а) ЖЭО сұлбесі



б) ЖСК көмегімен жұмыс істеп шыққан жылуды ішінара пайдаға асыру сұлбесі



в) ЖСК көмегімен жұмыс істеп шыққан жылуды толығымен пайдаға асыру сұлбесі

8-сурет. Шығырлы және жылу сорғылық жылуландырудың қағидалық сұлбелері.

ТГ – жылу қайратын өндіргіш; Ш-шығыр; КД – шықтағыш; ЭГ – электр өндіргіш; ЭД – электр қозғалтқыш; Н1 – қайратияттық кезеңнің айналымдық сорғысы; Н2 – сумен қамдаудың айнымалы жүйесінің айналымдық сорғысы.

Жылумен қамтамасыз ету нұсқаларының бағасын бағалау.

Ол жалпы жылуды жүйесін құруға байланысты болып келеді: қолданыстағы КЭО (ЖЭО режиміне ауыстыру) және жаңа АЖЭО мен АТТ қолдану негізінде. АЖЖ бағасының ЖСҚ электр сымының соңғы нұсқасының алдын ала бағалауына сәйкес 20 %, газтурбиналық сым АЖЭО 40 % кем емес болуы тиіс.

Экологиялық ерекшеліктері екі деңгей арқылы көрсетіледі: Локальды-калалық ортаның сауығуы жанармай энергиялық қайнар көздерінің шығару есебінен және жаһандық - CO<sub>2</sub> бу газының шығарылуын төмендету, өйткені оның негізгі себебі ол Жер климатының үдемелі өзгеруі болып табылады.

Тағы бір ескеретін мәселе ол энергетика деңгейінің экологияға әсері тек өзекті ғана болып қоймай, сондай-ақ энергетика мен экономиканың келешектегі дамуын айқындайды. Осы себептен атом энергетикасы климатты тұрақтандыру бойынша мәселелерді шешудегі негізгі құрал болып табылып, сәйкесінше жаңа сапаны, қоғамдық көзқарастың жаңа имиджін қалыптастырады. Мұның бәрі объективті тұрғыдан перспективалық жоспарлар мен оны дамыту бағыттарын қайта қарауға жетелейді.

Дегенмен, жылу сорғысын жылыту және жылу электростанцияларына қолайлы, ол жоғары көрсеткішінің арнайы атом энергетикасына сәйкес, осы мәселелер күрделі масштабта қалаларды және өңірлерді жылумен-сумен жабдықтау, оның ішінде АЭС стансасы арқылы тұщы сумен қамтамасыз ету. АЖЖ-ның жылу өнімділігімен қамтамасыз етілуі 5-10 мың МВт жетуі мүмкін, ал енді толыққанды жылумен мегаполистер мен агломерацияларды қамтамасыз ету, АЖЖ-дан жылу қайнар көздері органикалық жанармай арқылы шығарылуы, сапалы жылу, ылғалды және химиялық шығарылуы есебінен экологиялық тұрғыдан таза қалаларды құрап, онда тұру жағдайларын жақсарту арқылы замануи экологиялық талаптарға сәйкестіктерін жақсарту.

Қорытындылар:

Ұсынылып отырған жылу сорғылы жылумен қамтамасыз ету жүйесі жылу берушінің энергия қайнар көздері негізінде тұтынушыларға оны бір құбырлы сызба арқылы жеткізуде келесі ерекшеліктер болады:

1. Жоғары тиімді жұмсалған жылуды пайдалануда жылу энергиясының генерациясын жылу деңгейімен ұштастыру, мұндағы келешектегі жылумен қамтамасыз ету энергетикалық, экологиялық және дәстүрлі жылытудың бағалық көрсеткішін жоғарлатады;
2. Электр энергияны өндірудегі технологиялық сызбалардың болмауы жылулық сорғы жылуын қолданысқа енгізіп, жаңа электростанцияларын құруға мүмкіндік береді.

3. ЖСҚ компрессорының газтурбиналық сымын пайдалануда өтемдік электр тығыздығы шығару қажеттілігі нақтыланып, сол арқылы техникалық-экономикалық көрсеткіштердің мәнін жақсартып, ядролық жанармай мен газжы үнемдеуді енгізеді.
4. Жылу энергиясын ЖСҚ арқылы босату көлемі АЭС бір энергоблогымен 1200 МВт қуаттылығымен жүргізіліп, жұмсалған жылуды толыққанда пайдалану.
5. Бір құбырлы сызбаны ЖСҚ арқылы пайдалану, оның ішінде электрлік және жылу энергиясы арқылы тұтынушыларды техникалық сумен қамтамасыз етеді, ол өз кезегінде аталған сызбаны жылу- сумен қамтамасыз ету құрылымдарымен кіріктіріп ғана қоймай оның сенімділігін күшейтеді.
6. Бұл сызба технологиялық иілгіш қасиетімен бөленген, ол кезең-кезеңімен базалық жылу қуаттылығын ұлғайтып, қажетті деңгейге дейін, тіптің қажет болған жағдайда өз құрамына жоғары тиімді аккумуляциялық қондырғылармен кіріктіріледі және энергия қайнар көздерін жылу және электр жүктемелерімен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [4].

### 1.6.3 Атом-жылу насосы жылумен қамтамасыз ету (АЖЖ) энергетиканы дамытудағы жаңа бағыт ретінде

«Жылыту» термині ЖЭО бу турбиналары арқылы орталық жылумен қамтамасыз етіледі, сондықтан да жылумен қамтамасыз етудің екі бекітулы құбыры ретінде қарастырылатыны белгілі. Сонымен қатар ХХ ғасырдың 60-шы жылдары В.Б. Пакшвермен бір құбырлы үлгідегі ЖЭО бу турбиналарының тұжырымамаасы ұсынылған болатын, яғни ОЖП - дағы салқындатылғаннан кейінгі жүйелі суларды қала қажеттілігіне қолдануға болатын. Бұл өз кезегінде жылу сымдары тораптарының бағасын төмендетуге мүмкіндік беріп және пайдаланылмалы шығындарды жылу берушіге жеткізіп қана қоймай, сондай-ақ ЖЭО қызмет көрсетіп отырған қалалардан 100 км дейінгі немесе көбірек арақашықтықта орналасуына жағдай жасайды. Бұл ой 3200 м<sup>3</sup>/с шығыны бар желілік суының 300 МВт жылу жүктемесі бар Алматы ЖЭО-2 жүзеге асырылған. Күрделі әрі үлкен бір құбырлы 7500 МВт жылу жүктемесі бар жүйе Ташкент қаласы үшін жобаланған болатын. 90-шы жылдары ВНИПИ Энергопром институтымен 130 км шақырым жерде орналасқан Конаковск АМЭС жылуды Мәскеу қаласына беру мүмкіндігі қарастырылып, К-300-240 конденсантаы турбиналарын қайта жөндеу арқылы жылыту жүйесіне алмастырылды.

Алайда, зерттеулер көрсеткендей турбиналарды қайта жөндеу өте салмақты мәселелердің бірі болып табылады, өйткені турбинаның су жүретін бөлігіндегі жұмыс тәртібі өзгеріп, буды үлкен мөлшерде жинау кезінде жылыту іректеуде қиындықтар туындап жатады және ол турбиналарды шығарушы заводпен қарастырылмаған құрылымдық қайта жөндеуін қажет етеді. Бұдан басқа тағы бір маңызды мәселе, ол АМЭС қуаттылығының 580 МВт дейін төмендеуінде болып отыр. Осы себептерге байланысты бұл

жұмыс өз жалғасын таппады және алыс аймақтарды жылумен қамтамасыз етілуінің шынайы көрінісін көрсетті.

Әлбетте, алыс аймақтарды жылумен қамтамасыз ету атом энергетикасы үшін өте маңызды, өйткені онда оның АЭС өндірілген жылуды негізгі баламалы шешімі байқалады, себебі сол арқылы қуатты жылу насос қондырғылары арқылы жаңа жұмыс  $\text{CO}_2$  затының көмегімен нақтыланып, жақын, алыс аймақтардағы тұтынушыларды жылумен, сумен, электрмен қамтамасыз етілуі қарастырылады. АЖЖ сапалы айырмашылығы ол дәстүрлі жылудан ерекшеленіп, оны атом энергетикасын дамытудың жаңа бір стратегиялық бағыты ретінде қарастыруымыз қажет.

$\text{CO}_2$  –дағы ЖНҚ Лоренцтің үшбұрышты кезеңін іске асырады және энергиялық тиімділігі қалыптасқан ЖСҚ тиімділігінен 1,5-2 мәрте жоғары және ол Ренкиннің қайта кезеңі арқылы жүргізіледі. Сонымен қатар жүргізілген зерттеулердің нәтижесі бойынша ЖНҚ-ны  $\text{CO}_2$  қолдану өте мақсатты деп танылып, стационаралы энергетиканың күрделі жылу қайнар көзі ретінде қарастырылады. Осы тақырыпқа байланысты алғашқы тақарыптар 1990 жылдары Ресейде, 1992 жылы Ұлыбританияда жарық көрсе, 1992 жылы Лоренц кезеңі бойынша үш панент алынды. 1994-1995 жылдардан бастап біздің қорытындыларымызды дәлелдейтін мақалалар жарық көрді. Нәтижесінде Халықаралық суық институты (ХСИ) көміртек диоксидін ұсынылып отырған жылы насос және суық техникасы үшін қажет жұмыс заттар құрамына енгізілді.

Бұдан әрі қарай АЖЖ үш ерекшеліктер топтары арқылы қарастырылады: құрылымдық-технологиялық, энергетикалық және экологиялық.

Құрылымдық-технологиялық ерекшелік:

9-суретте АЖЖ түбегейлі сызбасы келтірілген, ол АЭС алаңдарында орналасқан ЖСҚ-1 көрсетеді және оны жылудың ең төменгі әлеуетті қайнар көзі ретінде қарастырылады, жылу сымдарының тораптарын және қалалық жылу тұтынушыларын байқатады.

10-суретте тұтынушыларға жылумен желілік суларды таратудың сызбасы келтірілген. Химиялық тұрғыда тазартылған желілік су ЖНҚ-1-де  $5^\circ\text{C}$   $100^\circ\text{C}$  дейін ысытылып,  $95^\circ\text{C}$  температурасында қаланың ТКШ жүйесіне келіп түседі. Алғашында ОЖП – жай жылыту сызбасы арқылы жіберіледі, ал ыстық сумен қамтамасыз ету – тұтынушылардың бірінші тобына жеткізіледі. ОЖП судың температурасы  $45^\circ\text{C}$  дейін төменділеді және ары қарай НПИТ ретінде қолданылады. Ал ЖСҚ-2 арқылы жылумен тұтынушылардың екінші тобын қамтамасыз етеді. Суды буландырудан кейін ЖСҚ-2 су температурасы  $10^\circ\text{C}$  болып, бұдан әрі қарай сызбада көрсетілген бағыттар бойынша жеткізілуі мүмкін. Ал енді қаланың қажеттіліктері болмаған жағдайда желілік суда ол АЭС қайтарылуы мүмкін.

Қалалық ЖСҚ-2 қолдану іс жүзінде жылуды қолдануды екі есе көбейтіп, сәйкесінше жылу сымдарының тораптарының санын 2 есе емес, тіптің 4 есе азайта алады. АЭС-ЖСҚ жылуын өндіру автономды түрде жүргізіледі,

сондықтан да АЭС негізгі энергиялық қондырғыларының жұмысына, құрамына өзгеріс енгізуді қажет етпейді.

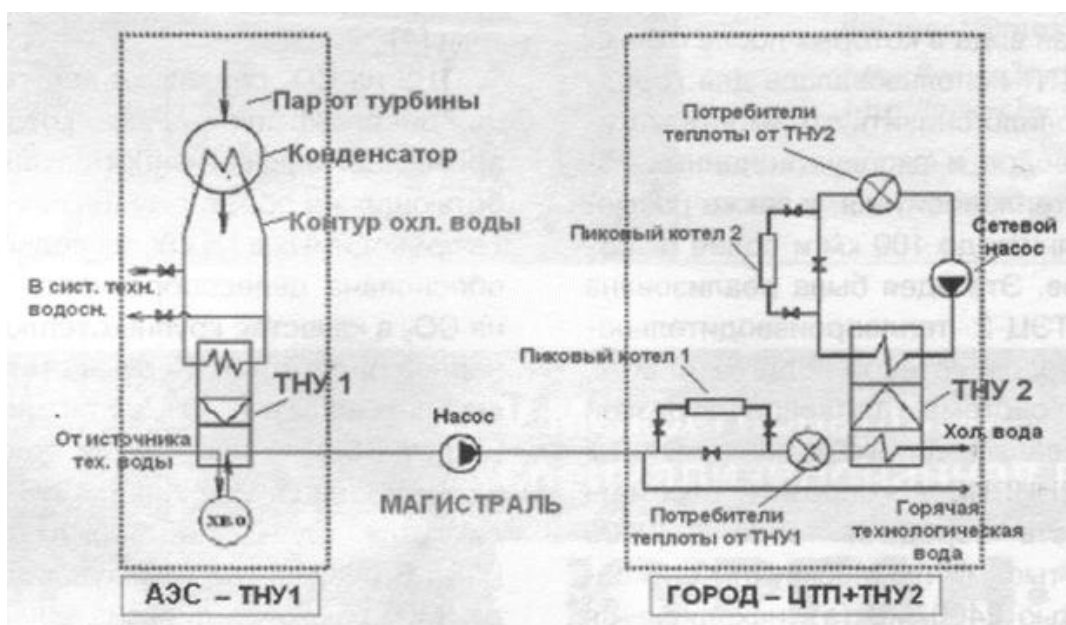
Міне, сондықтан да жаңа энергиялық қондырғылар мен атом электростанцияларының жаңа үлгілерін енгізу қажет емес болғандықтан, оларды жаңа құрылыс жұмыстарын жүргізу кезінде АЭС қолдануға болады. Мұндағы басты мәселе ол үнемдеу және құру мерзімдері болып табылады.

Мәселен, экономикалық дағдарыс жағдайында, жаңа құрылыс жұмыстарын жүргізуге қажетті қаражаттардың болмауы салдарынан қолданыстағы АЭС жабдықтау АЖЭО жабдықтауға қарағанда арзанға түседі.

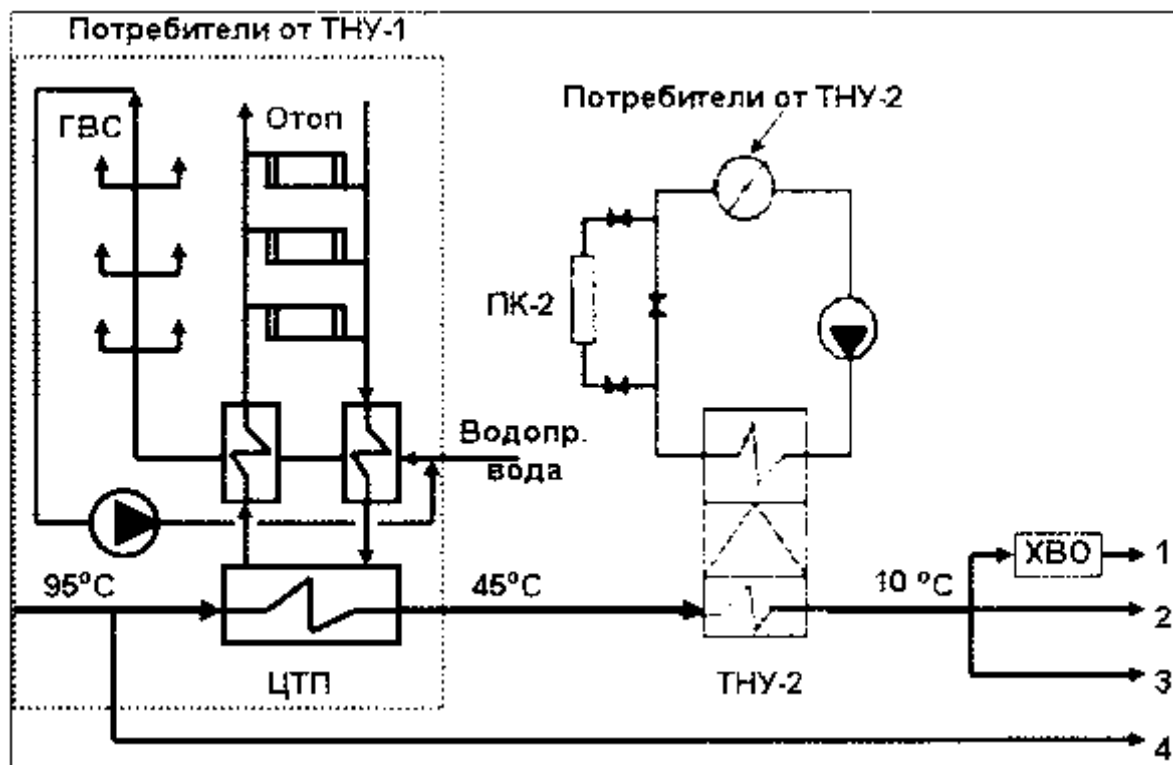
АЭ-ЖСҚ жүйесінің тағы бірі ерекшелігі ол ЖҚН желісінің үлгісін таңдау мүмкіндігі: электрлік, жылулық, газ турбинды, бу газды. Осындай жылу өнімділіктерін таңдау мүмкіндігі ЖҚН санын өзгертумен байланысты болып, оның жүйесін иілгіш және әмбебап болуында болып отыр.

Ал енді қуаттылығы күшті екі түрін қолдансақ, онда АЭС жүктемелерін жабуға қолдануға болады, ол өз кезегінде АЭС қуаттылығының коэффициентін қолданып, олардың жұмыс өнімділігі мен сенімділігін күшейте түседі.

Сонымен қатар ЖСҚ-1 бу шығарғыштары шын мәнісінде АЭС градирененің ролін атқарып, олардың саны мен бағасын төмендетеді. Жылу және электр қуаттылықтары арқылы құрылатын ЖЭО ерекшелігі ол АЭС-ЖСҚ жылу өнімділіктері ЖСҚ-1 санын өзгерту арқылы жоғарлай түседі. Міне, осылайша РҒА академигі К.С. Демирчанның және КСРО Мемазаматтық құрылысың бұрынғы басшысы Э.В. Сарнацкийлердің пікірінше КСРО дағы ЖЭО жылу өнімділігі тек 30 % құраған.



9-сурет. Жүйенің қағидалық сұлбесі.



10-сурет. Жылу мен суды тарату сұлбесі.

1-ауыз суы; 2-қалаға қажетті технологиялық су; 3-ауыз суды жалпы қалалық дайындау жүйесіне келетін су; 4-ыстық технологиялық су.

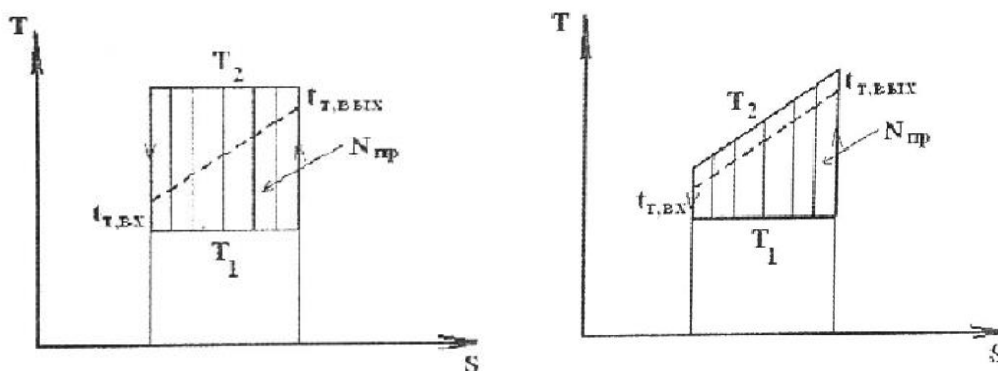
АЭС-ЖСҚ басты ерекшеліктері болып ЖСҚ-1 табылады, өйткені жаңа термодинамикалық кезеңімен немесе Лоренц кезеңімен жұмыс жасайтынын көрсетеді. Соңғысы  $\text{CO}_2$  жұмыс заты ретінде қолданылады, сондықтан да ең төменгі температураны көрсетіп қана қоймай, сондай-ақ жылу шығарудың аймағындағы сыни параметрлерді құрайды. Дәстүрлі Ренкиннің қайта кезеңіне қарағанда Лоренц кезеңінің энерго тиімділігі жоғары болған сайын, жылу алмасуындағы желілік судың температурасы соғұрлым төмен болады, ал ЖСҚ-ның су жылытқышы жобалық жылыту режиміне сәйкес болып келеді.

11-суретте көрсетілген T-s диаграммаларының кері Карно және Лоренц кезеңдері олардың нақты кезеңдеріне эквиваленті болып табылады. Диаграммалар бойынша ЖСҚ-Нқ қайыстар қуаттылықтары жылу берушілермен жұмсалады. Нәтижесінде Лоренц кезеңіндегі эксергетикалық шығындар төмен, ал ЖСҚ энергиялық тиімділігінің көрсеткіші –бұл энергияның қайта құрылуы мейлінше жоғары болып, Ренкин кезеңіне қарағанда жоғары болады. Сонымен қатар нақты қайта құрылу коэффициенттерінің нәтижелері барлық кезеңдер үшін 4 суретте көрсетілген. Лоренц кезеңінің тиімділігін жоғарлатуөте маңызды себебі сол арқылы толыққанды түрде жылу насос әдісінің ЖЭО бу турбиналарына қарағанда бәсекеге қабілетті еместігін көрсетеді. ЖСҚ кезеңдерінің  $\text{CO}_2$  –дегі маңызды ерекшелігі ол басқа жұмыс заттарының жоғары салыстырмалы көлемді қуаттылықтың болуында және ол компрессордың жоғары қысымымен байланысты. Нәтижесінде бірыңғай жылу өнімділік 100-200 МВт жетуі

мүмкін және оның компрессорлардың жай құрылымдармен үйлесуі төменгі салыстырмалы бағасын және ЖҚН-ның негізгі сипаттамаларын көрсетеді.

АЭС-ЖСҚ-ның маңызды энергетикалық ерекшелігіне ЖСҚ сымдарының ГТҚ көмегі арқылы көрсетуде, оны 12-суреттен көре аласыздар, яғни энергеияның қайта құрылу коэффициенті орташа есеппен 30 % құрайды. Сондай-ақ желі ретінде ГТҚ қолдану АЭС-ЖСҚ қуаттылығының салмағын АЭС сақтауға алып келеді, ал енді мүмкіндік болғанда оны ГТҚ қуаттылығы деңгейіне жеткізуге алып келеді. Мұндай техникалық шешімді қабылдау таңғарарлық, алайда экономикалық баға өзара байланысты болғандықтан, барлық жағдайларды ескерген жөн.

Сонымен қатар 4 суретте көрсетілгендей есептеу нәтижелеріне сәйкес жылудың 2000 МВт өнімділігін шығару үшін ЖСҚ-1 компрессорының қуаттылығы қажет болады: электр сымы үшін 400 МВт және ГТҚ сымы үшін 300 МВт қажет етеді. Осыған қарамастан ВНИПИ энэркәсіпорны Конаковск МАЭС-нан Мәскеу қаласын булы турбинды жылумен қамтамасыз етудің үш бірдей сызбасын қарастырады: екі құбырлы екі айырбас желілік суының температурасы  $56^{\circ}\text{C}$  құраса, екі құбырлы және бір құбырлыдағы судың температурасы  $20^{\circ}\text{C}$  құрап, оны қалалық ТНУ арқылы салқындайды. МАЭС турбиналарының қуаттылық шығыны бірінші сызба үшін 508 МВт құраса, соңғы екеуі үшін 423 МВт құрады. Осыған байланысты жылу насосындағы желілік суын ең төменгі электр сымы арқылы бу турбинасын ысытудан кем емес. 12-суретте келтірілген деректер бойынша ЖСҚ энергиялық тиімділігі бәсекеге қабілетті емес. Бұл қорытынды ЖСҚ тиімділігіне талдау жасау нәтижесінде алынып, Ренкин кезеңінің дәстүрлі жұмыс заттарын қолдану арқылы жүргізіледі және оларға қажетті қуаттылықты көрсетіліп, қуаттылықтың шығының желілік суларды турбинді қыздыру арқылы алуға болатындығын көрсетеді.

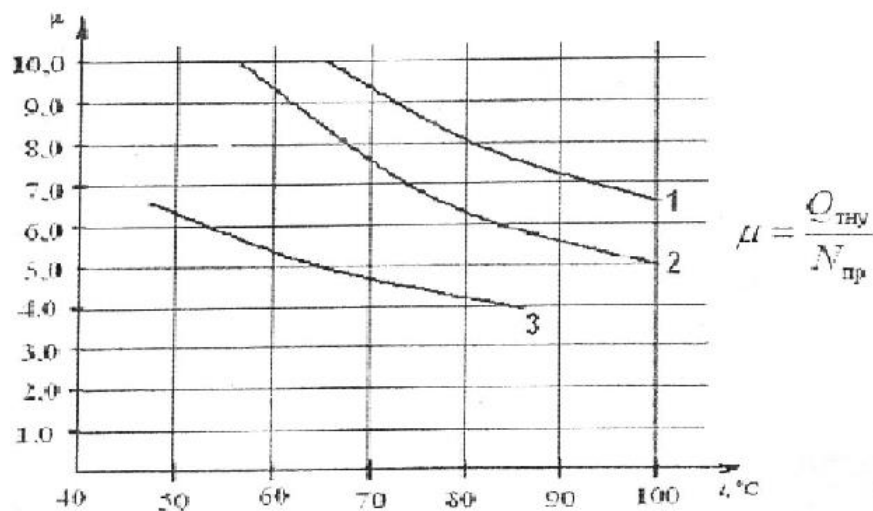


Карно айналымы

Лоренц айналымы

11-сурет. Карно және Лоренц айналымдарын салыстыру.

$N_{\text{пр}}$ -сығымдағыштың келтірілген қуаты;  $t_{\text{Т,ВХ}}$ ,  $t_{\text{Т,ВЫХ}}$ -ЖСҚ-ның кірісі мен шығысындағы жылутасығыш ыстықтығы.



12-сурет. ЖСҚ-ның түрленуінің нақты еселеуіштерінің қондырғы шығысындағы желілік судың ыстықтығына тәуелділігі.

1 және 2 – электрлік жетегі және газ шығырлы жетегі бар көміртегі оксидіндегі ЖСҚ (Лоренц айналымы); 3 – электрлік жетегі бар R-142 фреонныңдағы ЖСҚ (Ренкиннің кері айналымы)

АЭС-ЖСҚ жүйесінің экологиялық ерекшелігі екі деңгейде көрсетіледі: локальды және ғаламдық. Локальды- ол АЭС-ЖСҚ мен қызмет көрсететін қалаларында орналасқан қоршаған ортаны қалпына келтіруден басталады. Ғаламдық-қосымша  $CO_2$  бу газ шығындарын қосымша төмендету арқылы ғаламшар климатының үдемелі түрде ғаламдық өзгеруі басты себеп болып табылады. Демек, бұл өз кезегінде әлемдік энергетиканың түбегейлі өзгеруі арқылы оның атомдық негіздерін қайта жанарту және ол климатты тұрақтандырудың негізгі бағыты ретінде қарастырылады.

Осыған байланысты энергетиканың экологияға әсер ету проблемасы тек маңызды ғана емес, сонымен қатар атом саласы мен энергетиканың келешектегі дамуын байқатады.

Жобаны негіздеу.

2005-2006 жылдары «Экиф» НПФ федеральды мақсатты бағдарламасының шеңберінде  $CO_2$  негізінде 23 МВт жылу өнімділігін беретін алғашқы ең күрделі ЖСҚ құру бойынша техникалық құжаттар әзірленді және ол 100-200 МВт қуаттылығындағы ЖСҚ тәжірибелі түп тұлғасы ретінде қызмет жасап, оны АЭС-ЖСҚ жағдайында қолдануға бейімдейді. 5 суретте осы қондырғыларды орнату бойынша шешімдер қарастырылып, МЭИ ЖЭО құрамында жұмыс жасайтын ЖҚТ-ның макетты жасалып, сынақтан өткізілді.

ЖССО2-23.000 жобасы завод агрегаттарына негізделген, ол өз кезегінде В.Б: Шнеппа атындағы турбокомпрессор ҒЗИ» ЖАО және «ЗИОМАР» АҚҚ инженеринг компаниясында әзірленіп, қажет мөлшерде компрессорлық агрегаттар өнімділігі мен аппараттарды жасау бойынша техникалық мүмкіндіктерін растады. Қазіргі таңда «Концерн Энергоатом» ААҚ тапсырысы бойынша шалғай жылумен қамтамасыз етудің атом-насос



жүйесін техникалық-пайдалану бойынша негіздемесін жүргізу мақсатында ҒЗЖ жүгізілді.

Қорытынды.

1. CO<sub>2</sub> негізіндегі ЖҚН қуаттылығы жалғай жылумен қамту жүйесі тұжырымдамасымен мінсіз сәйкестендірілген: бір құбырлы- желілік суларды қала қажеттіліктеріне пайдалану және оны АЭС алаңына ол болмаған жағдайда қолданылады. Олар 1,5-2 мәрте энергияны қайта құру коэффициентін жоғарлатып, ЖҚН үлгілерімен салыстырып, сол арқылы бу турбиналарының жылытудың энергетикалық бәсекелестігін қамтамасыз етеді.
2. АЭС-ЖСҚ ЖЭО дағы ортақ энергия өнімділігіне қарағанда электр энергиясы мен жылу өнімділігінің бөлек технологиясын жүзеге асырады және АЭС негізгі энергия қондырғыларының технологиялық және жылу сызбасын өзгертуді қажет етпейді. Мұнда тек жылу насос жүйесі енгізіледі, ол өз кезегінде жылумен қамтамасыз етудің төмендеп, оны тек қолданыстағы және жаңа құрылған АЭС қолдануға мүмкіндік береді. Сондай-ақ мұнда үздікті жылу өнімділігі жүйесін жылу жүктемесіне қарай арттыруға мүмкіндік береді.
3. АЭС-ЖСҚ маңызды ерекшелігі болып электр және газ турбинды ЖСҚ сымын қолдану мүмкіндігі болып табылады және техникалық-экономикалық ерекшеліктерін қамтамасыз етеді. ГТҚ жанар майы ретінде табиғи және сұйықталған газ, сұйық отын қолданылады.
4. АЭС-ЖСҚ жүйелері қолданыстағы және жылумен қамтамасыз етудің жаңа жүйелерін толыққанды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді, себебі жылу сымының тораптарын құру арқылы қалалық ЖЭО мен қазандықтардың қолданыстағы жүйелерін ауыстыруға қосылады.
5. Қолданыстағы энергиялық қайнар көздерді ығыстыру қалалардағы тек экологиялық жағдайларды ғана емес, сондай-ақ қажетті алаңдарды босатуға мүмкіндік беріп, құрылыс және желектерді отырғызу орын бөледі. Мұнда экономикалық және басқада ерекшеліктер экология мен халықтың денсаулығын жақсартумен байланысты болып, жылу мен желілік суларды қосымша жеткізу АЭС-ЖСҚ қатысуына мүмкіндік береді.
6. Климаттың өзгеруі мен экономиканың дамудың инновациялық жолына көшуі жағдайындағы маңызды мәселе ол жоғары тиімді технологиялардың болуы және оның мұндағы басымдығы ресей ғылымына тиеселі.
7. Ұсынылып отырған технологияны енгізу атом энергетикасының мәртебесі мен оның қолдану аймағын жоғарлатып, отандық көлік құрылысына тапсырыстарды қамтамасыз етіп, жоғары техникалық тауарларды, оның ішінде энерго-табиғи қорғаушы жылу насос техникасын ЖСҚ базасында 2000 МВт жылу өнімділігінің көміртекті диоксиді негізінде жүргізілетін болады [5].

#### 1.6.4 Орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесі үшін үлкен қуатты жылулық сорғыларын қолдану өзектілігі

Жылулық сорғылар аса суық денеден буландыру арқылы аса ыстық денеге ауыстыруға, барлық қоршаған ортаның жылуын пайдалануға мүмкіндік береді: су, ауа, топырақ. Жылу сорғылық қондырғылар тұтынушыға өздері оның жіберілуіне шығындалатыннан гөрі 3-5 есе көп энергия жіберуінің арқасында өздерінің тиімділіктерін бұрыннан дәлелдеген. Оның үстіне жылулық сорғыларда қоршаған ортаға зиянды заттарды шығармай экологиялық таза технология пайдаланылады. Кіші қуатты (100 кВт-қа дейін) жылулық сорғылар әлемнің жоғары температуралық елдерінде кеңінен таралған. Олар ықшамды, сенімді, экологиялық, қыста сыртқы ауаның төмен ыстықтығында жұмыс істейді, сондай-ақ жылдың жылы кезеңінде орындардың ауабапталуларын жүзеге асыруға қабілетті. Бірақ та егер жылулық сорғылардың кіші қуатты базарлары қызу дамыса, онда жылумен қамдау жүйесінің дамуы мен жаңаруы үшін үлкен қуатты (30 МВт және одан көп МВт-қа дейін) жылулық сорғыларды қолданудың болашағын бағалау қажет. Олардың кіші қуатты жылулық сорғылармен салыстырғанда артықшылығы келесідей тұжырымдалады:

- аса төмен меншікті негізгі салым (1 кВт жылулық қуатқа);
- көп мөлшерлі кіші қуатты жылулық сорғылармен салыстыру бойынша кішігірім орын;
- бүтіндей жеке элементтер (мысалы, сығымдағыштың изоэнтропты ПӘК-і) мен жылулық сорғылардың аса жоғары техника-экономикалық көрсеткіштері

Әлемде аса ірі бу сығымдағышты жылулық сорғылар екі сатылы ортадан тепкіш сығымдағышы бар 30 МВт –қа дейінгі жылулық қуатқа ие. Жылумен қамдау үшін Стокгольм (Швеция) тұрғызылған және жылулық сорғылар станциясы, яғни оның жалпы қуаты 180 МВт-ты 6 агрегатпен жұмыс істейді. Жылу көзі ретінде қысқы кезеңде ыстықтығы +2 - +4 °С –ге дейін төмендейтін теңіз суы пайдаланылады. Хельсинкада (Финляндия) және Ослода (Норвегия) жылулық сорғылар ағын сулармен жұмыс істейді. Жаз кезеңінде олар біруақытта ыстық сумен қамдау үшін жылу өндіреді және ірі сауда мен бизнес орталықтарын кондиционерлеу үшін суық ауа өндіреді. Үлкен қуатты жылулық сорғыларды жүзеге асыру ұзақ уақыт кезеңінде үлкен жылулық және тоңазытқыш жүктемелер бар жерде, пайдаға асыру қалдықтарының мәселесі қатаң тұрған жерде, сонымен қатар ағын сулары секілді жылулық жүктемелер ірі қалаларда тиімді [6].

Жылулық сорғыларда қоршаған ортаның ыстықтық көрсеткішіне сәйкес шамада төмен ыстықтықты көздерден жылуды айдау идеясы жүзеге асырылады. Мұндай жағдайда жылу энергиясын тұтынушының және көздер ыстықтығының әртүрлілігі минималды болады. Соңғы жылдары жоғарлатылған жылу оқшаулағыш қасиеттері арқылы жаңа құрылыс материалдарын алуда үлкен прогресске жету үшін бар ғимараттарды жылыту технологиясы жасалған.

Көптеген елдерде, Ресейді қосқанда қоршаған ортаға терезе әйнектері мен шектеулердің жылу шығындарының нормасы қайта қарастырылады, сәйкесінше жылу көздерінің қажетті ыстықтығы төмендейді, мысалы, жылулық сорғыларды қолдану үшін тиімді, әкелінген судың жарты ыстықтығы арқылы жылыту кезінде 40 – 45 °С құрауы мүмкін. Бірақ та Ресей шартында арзан табиғи газдың болуы жоғарғы негізгі салымдардың салдарынан жылулық сорғыларды мүмкіндігі аз және қымбат жасайды. Бұл орнын толтырудың көп мерзімде өтуіне әкеліп соғады. Жақын болашақта газдың бағасы өседі және әлемдік бағаға жақын деңгейге шығуы мүмкін, жылулық сорғылардың бәсекелік қабілеттілігін маңызды арттырады. Осылайша жылулық сорғыларды пайдалану арқылы орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесінің дамуы жаңа нормативтер мен жаңа қағидаларды жасауды талап етеді.

Жылулық сорғылардың құндылығы олар жылумен қамдаудың маңызды жүйелеріне салынған болуы мүмкіндігімен тұжырымдалады. Ірі жылу сорғылық қондырғылар жылуды көздерден 0 – +15 °С ден 70 – 90 °С дейін ыстықтықпен «айдауы» мүмкін. Бір сатылы жылулық сорғылар сығымдағыштың сатылары 7-12-ден кем емес қысымының арту дәрежесімен шектелетін, жұмыстық ортаны 60 °С-ге дейін қыздыру кезінде жақсы жұмыс істейді. Қыздырудың аса жоғары ыстықтығын қамтамасыз ету үшін жылулық сорғылық қондырғылардың екі сатылы немесе су құламасының сұлбалері пайдаланылады. Өте күрделі жылулық сұлбалерге өту жылу сорғылық қондырғылардың жылу тасығыш еселеуі үшін арттыруға мүмкіндік береді, бірақ бұл кезде негізгі шығындар өседі.

## 1.7 Жылулық сорғыны таңдау және есебі

### 1.7.1 Буілестіргіш тоңазытқыш қондырғысын таңдау және есептеу

Өндірулігі 300000 ккал/сағ буілестіргіш тоңазытқыш қондырғысын таңдау және есептеу.

Жұмыс денесі – су буы, қысымы  $p=6,5$  ата;

Шықтану ыстықтығы-  $t_{шық}=30^{\circ}\text{C}$ ;

Суытылатын судың максимал ыстықтығы-  $t=+28^{\circ}\text{C}$ ;

Буландырғыштан кейінгі суңытылған судың ыстықтығы-  $t_0 = +5^{\circ}\text{C}$ ;

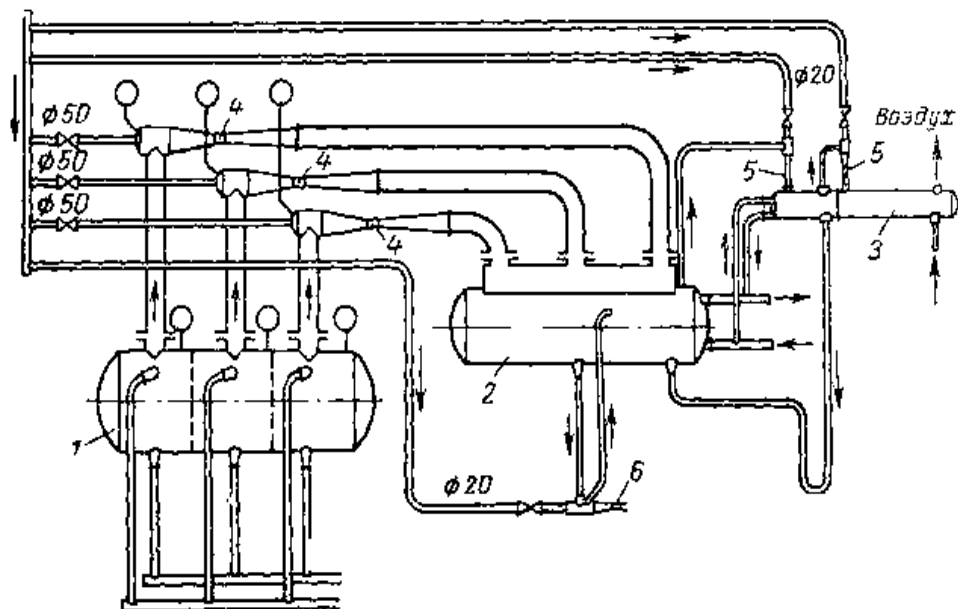
Булану ыстықтығы  $t_0 = +5^{\circ}\text{C}$  болғанда  $\dot{Q}= 2209$  кВт болады;

Қуаты:  $N= 860$  кВт;

Холодагент R 12;

Шешімі:

Берілген шартқа байланысты «Компрессор» зауытының 5Э1 буілестіргіш тоңазытқыш қондырғысын (13-Сурет) таңдадық.



13-Сурет. 5Э1 “Компрессор” зауытынан шыққан буілестіргіш тоңазытқыш қондырғының сұлбасы.

- 1- буілестіргіш, 2- негізгі шықтағыш, 3-буілестіргіштің көмекші шықтағышы, 4- негізгі буілестіргіш, 5-6 қосалқы буілестіргіш;

Сипаттамасы: Бұл қондырғы қысымы 6 ата және суыту суының ыстықтығы  $4^{\circ}\text{C}$  болғанда тоңазыту өндірулігі 300000 ккал/сағ – қа тең. Ол көлденең үш секциалы буландырғыштар, беттік басты шықтағыштан, және де үш басты ілестіргіштерден, 1 және 2 сатылы ауалы ілестіргіштерден, қосымша шықтағыштар блогынан және шықтағыш ілестіргішінен тұрады.

Суыту судың шығыны  $180-200 \text{ м}^3/\text{сағ}$ , егер ыстықтығы  $22-23^{\circ}\text{C}$  және  $300 \text{ м}^3/\text{сағ}$  дейін, егер ыстықтығы  $30^{\circ}\text{C}$ -қа дейін болса.

Бұл қондырғы ауаны баптау қондырғыларының жұмысы немесе технологиялық суды суыту үшін арналған.

Буландырғыштың жылулық есебі. Қоршаған ортаға және сорғыдағы суық шығынын номиналды өндірулігінен  $1,5\%$  деп қабылдаймыз.

Буландырғыш арқылы тоңазыту өндірулігі:

$$D = 300000 + 0,015 \cdot 300000 = 304500 \text{ ккал/са} ;$$

Буландырғышқа келетін суық судың мәні:

$$t_k = 40^{\circ}\text{C};$$

Буландырғыштан сорылатын будың саны:

$$G = \frac{D}{Q - t_k} = \frac{304500}{569 - 40} = 576 \text{ кг/са} ;$$

Құрғақтық дәрежесі:  $x = 0,95$  болғанда, будың меншікті көлемі  $v = 150 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ;

Сорылатын будың көлемі:

$$V = 150 \cdot 576 = 86400 \text{ м}^3/\text{са} ;$$

Бір ілестіргішке келетін бу көлемі:

$$\frac{86400}{3} = 28800 \frac{\text{м}^3}{\text{сағ}};$$

Булы кеңістіктегі рұқсат етілген жылдамдыққа қарай отырып, буландырғыш өлшемдерін келесідей анықтаймыз:

$$\omega = 6 \div 10 \text{ м/сек};$$

Буландырғыш қосөресін  $D=1000$ ; бір бөлімнің ұзындығы  $L=1070$  мм.

Буландырғыштың (2-сурет) әр қимасында бу жылдамдығы:

I қимасында (буландырғыш өсі бойынша)

$$\omega_1 = \frac{28800}{3600 * 1,0 * 1,07} = 7,48 \frac{\text{м}}{\text{сек}};$$

II қимасында (шашыратқыштың құбыры орналасатын жерде)

$$\omega_2 = \frac{28800}{3600 * (1,07 - 0,155) * 0,915} = 9,6 \frac{\text{м}}{\text{сек}};$$

Яғни, будың жылдамдығы рұқсат етілген аралықта.

80 м/сек жылдамдығынан шыға отырып, буландырғыштың сору штуцерінің қосөресі келесідей анықтаймыз:

$$d = \sqrt{\frac{4 * 28800}{3600 * 3,24 * 80}} = 0,356 \text{ м};$$

$d = 0,350$  м тең деп қабылдаймыз, сонда нақты жылдамдығы  $\omega = 83$  м/сек.

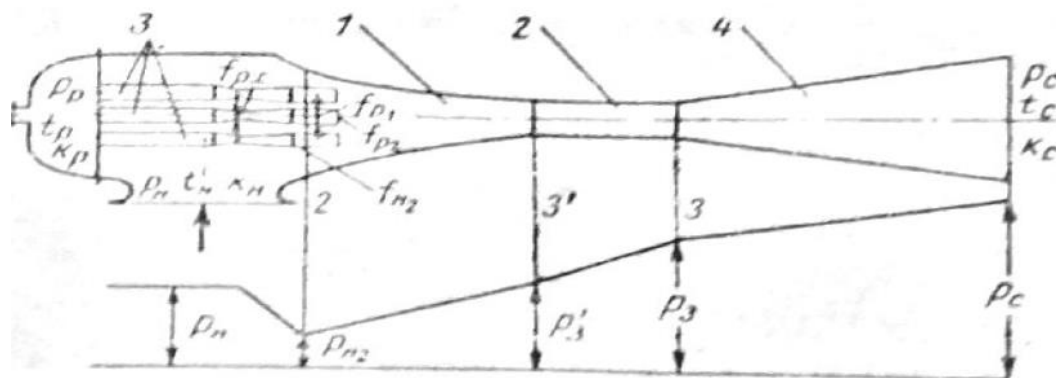
Ілестіргіш есебі. Буағыншалық ілестіргіштер жұмыс ортасының  $\frac{P_p}{P_n} > 50$  үлкею жылдамдығымен және ілестірілу ортасының сығылу дәрежесімен  $\frac{P_c}{P_n} > 4$  жұмыс істейді.

Бұл құралдардың негізгі ерекшеліктері болып олардың шекті тәртіпте қалыпты шартта жұмыс істеуі болып табылады.

Бұл құралдардың шекті тәртібіне дейінгі жұмыс тәртібі қалыпсыз болып есептелді; бұл қондырғының қалыпты жұмыс істеуін бұзатын асыра жүктемелі тәртібі деп аталады.

14-суретте бұл құралдың бірнеше саптамасы бар екені көрсетілген; ең жоғарғы жүктемеде барлық саптамалары жұмыс істейді, ал ең төменгі жүктемесінде саптамалардың жартысы өшірілуі мүмкін.

Барлық жүктемелер бірдей сипаттамада болуы керек, сондықтан, іс жүзінде есептеу тек қана бір саптамаға жүргізіледі.



14-Сурет. Көп саптамалы ілестіргіштің жұмыс сұлбесі.

Сығу камерасының аумақтары: 1 – удеткіштік; 2 – цилиндрлік; 3 – жұмыстық саптамалары; 4 – тежегіш.

Инжекция еселеуішінің алдын-ала есебі. Буағыншалық ілестіргіштің инжекциясының ең жоғарғы еселеуіші шекті тәртіппен шектелген.

Келесі кейіптеме бойынша инжекцияның ең жоғарғы еселеуіші немесе сығылудың ең жоғарғы мәні анықталады:

$$U = \kappa_1 * \frac{a_{p_x}}{a_{c_x}} * \sqrt{\frac{1 - \Pi_{p,n}^{\frac{\kappa_p-1}{\kappa_p}}}{1 - \Pi_{c,n}^{\frac{\kappa_c-1}{\kappa_c}}} - 1};$$

Инжекцияның ең жоғарғы еселеуішін келесі мәліметтер бойынша анықтаймыз:  $p_p=6,5$  ат;  $p_n=0,0083$  ат;  $t_p=160^\circ\text{C}$ ;  $t_n=4^\circ\text{C}$ ;  $v_p=0,3024$  м<sup>3</sup>/кг;  $v_n=157$  м<sup>3</sup>/кг;  $i_p=660$  ккал/кг;  $i_n=599$  ккал/кг;  $\kappa_p=1,13$ ;  $\kappa_n=1,13$ .

Жұмыстық және инжектрлену ағындарының критикалық жылдамдығы:

$$a_{p_x} = 3,23 * \sqrt{p_p \vartheta_p * 10^4} = 3,23 \sqrt{6,5 * 0,3024 * 10^4} = 455 \frac{\text{м}}{\text{сек}};$$

$$a_{n_x} = 3,23 * \sqrt{p_n \vartheta_n * 10^4} = 3,23 \sqrt{0,0083 * 157 * 10^4} = 369 \frac{\text{м}}{\text{сек}};$$

Инжекция еселеуіші белгісіз болғандықтан, сығылу ағынның критикалық жылдамдығын есептей алмаймыз. Сондықтан оны жорамалдап  $a_{p_x}$  және  $a_{n_x}$  – тің орташа арифметикалық мәніне тең деп аламыз:

$$a_{c_x} = \frac{a_{p_x} + a_{n_x}}{2} = \frac{455 + 369}{2} = 412 \frac{\text{м}}{\text{сек}};$$

$$\Pi_{p,n} = \frac{p_n}{p_p} = \frac{0,0083}{6,5} = 0,00128; \quad \Pi_{c,n} = \frac{p_n}{p_c} = \frac{0,0083}{0,064} = 0,13;$$

Инжекция еселеуіші:

$$U = 0,834 \frac{455}{412} * \sqrt{\frac{1 - (1,28 * 10^{-3})^{\frac{0,13}{1,13}}}{1 - (0,16)^{\frac{0,13}{1,13}}} - 1} = 0,834 * 1,11 \sqrt{\frac{0,535}{0,172}} - 1 = 0,62;$$

Сығылған бу қажыры:

$$i_c = \frac{i_p + U i_n}{1 + U} = \frac{660 + 0,62 * 599}{1 + 0,62} = 635 \frac{\text{ккал}}{\text{кг}};$$

Кесте бойынша ;  $v_c=26,2$  м<sup>3</sup>/кг;

Сығылған будың критикалық жылдамдығы:

$$a_{c_x} = 3,23 * \sqrt{0,064 * 26,2 * 10^4} = 424 \frac{\text{м}}{\text{сек}};$$

$a_{c_x} = \frac{412+424}{2} = 418$  тең болғанда, U-дың нақты мәні:

$$U = 0,834 * \frac{455}{418} \sqrt{\frac{0,535}{0,172}} - 1 = 0,60;$$

U-дың нақты мәні бастапқы мәніне жақын болғандықтан,  $a_{c_x}$  шамасының екіншілік есептеуін жасамаймыз.

Ілестіргіштің негізгі геометриялық көрсеткішін  $\frac{f_3}{f_{px}}$  келесі кейіптеме

бойынша анықталады:

$$\frac{f_3}{f_{px}} = (1 + U) \frac{a_{cx} p_p}{a_{px} p_c q_{c3}} \frac{1}{q_{c3}};$$

Шарт бойынша  $\Pi_{c3} = \Pi_{cx}$ , онда  $q_{c3} = 1$  және

$$\frac{f_3}{f_{px}} = (1 + U) \frac{a_{cx} p_p}{a_{px} p_c} = (1 + 0,62) \frac{424}{455} * \frac{6,5}{0,064} = 157;$$

Саптаманың шығыстық кимасының критикалық мәніне қатынасы:

$$\frac{f_{p1}}{f_{px}} = \frac{1}{q_{p.n}} = \frac{1}{0,01335} = 75;$$

Мұнда  $q_{p.n}$  мәні  $\Pi_{p.n}$ -нің газқозғалымдық бернесінің шамасына сәйкес алынды.

Ілестіргіштің шегіне дейінгі тәртіпте жұмыс істеуі кезінде сипаттамасының есебі. Ілестіргіштің шегіне дейінгі тәртіпте жұмыс істеуі кезінде араластыру камерасының түпкі бөлігінде де, цилиндрлік бөлігінде де қысымның өсуі байқалады. Сондықтан теңдеуде, араластыру камерасының түпкі бөлігіндегі қабырғалардың әсерін ескеретін, қосымша мүше пайда болады.

Түрлендіруден кейін, түпкі және цилиндрлік бөліктерден тұратын араластыру камерасы бар буағыншалық ілестіргіштің сипаттама теңдеуін аламыз:

$$\frac{p_c}{p_n} = \frac{1}{\Pi_{c3}} \left\{ \Pi_{p2} \frac{p_p f_{p2}}{p_n f_3} \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} \Phi_2} + \Pi_{n2} \frac{f_{n2}}{f_3} \frac{1 - \frac{1}{3} \frac{f_3}{f_{n2}} \Phi_1}{1 + \frac{\alpha}{3} \Phi_2} + \frac{k_p \Pi_{px} f_{px} p_p}{\varphi_2 f_3 p_n} \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{3} \Phi_2} \left[ k_1 \lambda_{p2} + k_2 U \frac{a_{nx}}{a_{px}} \lambda_{n2} - (1 + U) \frac{a_{cx}}{a_{px}} \lambda_{c3} \right] \right\};$$

Мұндағы  $\alpha = \frac{p'_3}{p_3}$  - араластыру камерасының басындағы және соңындағы қысымдар қатынасы, тәжірибелік мәліметтер бойынша 0,5 – 0,75-ке тең деп қабылдауға болады;  $\varphi_2$  - тежегіш жылдамдығының еселеуіші, 0,9-ға тең алуға болады.

Үдеткіштің үшкілік бұрышын әдетте 5 - 7° деп қабылдауға болады.

$\frac{f_2}{f_3}$  - тің қатынасын 2 – 2,8 аралығында қабылдаймыз.

Алдымен, ілестіргіштің сипаттама теңдеуіндегі қосымша шамаларды анықтайық:

$$\frac{f_{p2}}{f_3} = \frac{f_{p1}}{f_3} = \frac{75}{157} = 0,477;$$

$$\frac{f_{n2}}{f_3} = \frac{f_2}{f_3} - \frac{f_{p1}}{f_2} = 2,8 - 0,477 = 2,323;$$

$$\frac{f_{H2}}{f_{px}} = \frac{f_{H2}}{f_3} \frac{f_3}{f_{px}} = 2,323 * 1,57 = 365;$$

$$\Phi_1 = 2 \frac{f_2}{f_3} - \sqrt{\frac{f_2}{f_3}} - 1 = 2 * 2,8 - \sqrt{2,8} - 1 = 2,93;$$

$$\Phi_2 = \frac{f_2}{f_3} + \sqrt{\frac{f_2}{f_3}} - 2 = 2,8 + \sqrt{2,8} - 2 = 2,48;$$

$$q_{p2} = q_{p,H} = 0,01335; \quad \Pi_{p2} = \Pi_{p,H} = 0,00128; \quad \lambda_{p2} = \lambda_{p,H} = 2,96;$$

$$q_{H2} = 1,71;$$

Осы шамаларды орнына қойғанда ілестіргіштің сипаттама теңдеуі келесі түрге ие болады:

$$\frac{p_c}{p_H} = \frac{1}{\Pi_{c3}} \left\{ 0,00128 \frac{1}{0,00128} * 0,477 \frac{1}{1 + \frac{0,5}{3} * 2,48} + \Pi_{H2} \right.$$

$$* 2,323 \frac{1 - \frac{1}{3} * \frac{1}{2,323} * 2,93}{1 + \frac{0,5}{3} * 2,48} + \frac{1,13 * 0,57}{0,9} * \frac{1}{157}$$

$$* 784 \frac{1}{1 + \frac{0,5}{3} * 2,48}$$

$$\left. * \left[ 0,834 * 2,96 + 0,812 \frac{369}{455} U \lambda_{H2} - (1 + U) \frac{a_{cx}}{455} \lambda_{c3} \right] \right\}$$

Немесе

$$\frac{p_c}{p_H} = \frac{1}{\Pi_{c3}} \left\{ 0,336 + 0,97 \Pi_{H2} + 2,54 \left[ 2,46 + 0,66 U \lambda_{H2} - (1 + U) \frac{a_{cx}}{455} \lambda_{c3} \right] \right\};$$

$U=0$  болғанда сығылу дәрежесін анықтаймыз.  $\lambda_{H2} = 0$ ;  $\Pi_{H2} = 1$ ;

$$a_{cx} = a_{px};$$

Алдын-ала  $p_c = 0,06$  ата деп қабылдап аламыз, сонда

$$q_{c3} = \frac{f_{cx}}{f_3} \frac{k_p}{k_H} \frac{a_{cx}}{a_{px}} \frac{\Pi_{px}}{\Pi_{cx}} \frac{p_p}{p_c} \frac{f_{px}}{f_3} (1 + U) = \frac{6,5 * 1}{0,064 * 1,57} = 0,691;$$

Осыған сәйкес  $\Pi_{c3} = 0,8838$ ;  $\lambda_{c3} = 0,48$ .

$$\text{Сонда, } \frac{p_c}{p_H} = \frac{1}{0,8832} \{ 0,336 + 0,97 + 2,54 [ 2,46 - 0,48 ] \} = 7,2;$$

$$p_c = 7,2 p_H = 0,0598 \text{ ат.}$$



$U=0,2$  және  $U=0,5$  болғанда сығылу дәрежесін анықтаймыз. Есептеуге қажет шамаларды 5-кестеге енгіземіз, ал төменде тек соңғы есептеулерді жүргіземіз:

а)  $U=0,2$  болған кезде:

$$\frac{p_c}{p_n} = \frac{1}{0,8456} \left\{ 0,336 + 0,97 * 0,9743 + 2,54 \left[ 2,46 + 0,66 * 0,2 * 0,22 - (1 - 0,2) \frac{445}{455} * 0,56 \right] \right\} = 7,45;$$

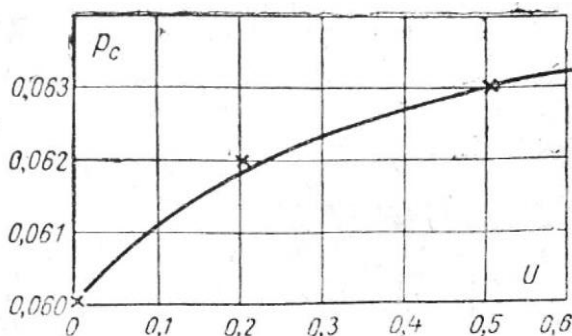
$$p_c = 7,45 * 0,0083 = 0,062 \text{ ат};$$

б)  $U=0,5$  болған кезде:

$$\frac{p_c}{p_n} = \frac{1}{0,86} \left\{ 0,336 + 0,97 * 0,791 + 2,54 \left[ 2,46 + 0,66 * 1,5 * 0,66 - 1,2 \frac{435}{455} * 0,52 \right] \right\} = 7,55;$$

$$p_c = 7,55 * 0,0083 = 0,063 \text{ ат};$$

15-Суретте  $p_c = f(U)$  функциясының сипаттамасы көрсетілген.



15-Сурет  $p_c = f(U)$  функциясының сипаттамасы

5-Кесте

U	$q_{н2}$	$\Pi_{н2}$	$\lambda_{н2}$	$p_c, \text{ ат}$	$L_c,$ ккал/кг	$v_c,$ м <sup>3</sup> /кг	$a_{сх'}$ м/сек	$q_{с3}$	$\Pi_{с3}$	$\lambda_{с3}$	$\frac{p_c}{p_n}$	$p_c$
0,2	0,346	0,9743	0,22	0,064	650	30	443	0,78	0,845	0,56	7,45	0,062
0,5	0,870	0,7910	0,66	0,064	640	28,5	435	0,74	0,860	0,52	7,55	0,063

Инжекцияның шектік еселеуінің есебі.

Инжекцияның шектік еселеуішін келесі теңдеу бойынша анықтауға болады:

$$U_{пр} = \left( \frac{f_s}{f_{рх}} - \frac{1}{q_{ps}} \right) \frac{k_n \Pi_{нх} a_{рх} p_n}{k_p \Pi_{рх} a_{нх} p_p} \quad (1);$$

Инжекцияның ең жоғарғы еселеуішін алу үшін қажет  $f_s$  мәні (1)

теңдеуден табуға болады. Егерде  $q_{ps} = q_{p.n}$  және  $\frac{k_n \Pi_{нх}}{k_p \Pi_{рх}} = 1$  тең деп

қабылдасақ. Онда теңдеу келесі түрге ие болады:

$$\frac{f_s}{f_{рх}} = \frac{1}{q_{p.n}} + \frac{a_{нх} k_p \Pi_{рх} p_p}{a_{рх} k_n \Pi_{нх} p_n} U;$$

$$\frac{f_s}{f_{ps}} = \frac{1}{0,01335} + \frac{369}{455} * \frac{6,5}{0,0083} * 0,62 = 473;$$

$$\frac{f_s}{f_3} = \frac{473}{157} = 3,01;$$

Бұл мән алдыңғы алынған мәндерден қарағанда біршама үлкен. Сондықтан,  $U=0,62$  мәні шектік тәртіп шаттарына жетпейді.

Егер  $\frac{f_s}{f_3} = 1,5$  - ке тең деп қабылдасақ, онда

$$\frac{f_s}{f_{px}} = 1,5 * 157 = 236$$

Және  $p_H = 0,0083$  тең кезінде

$$U_{пр} = \left( \frac{f_s}{f_{px}} - \frac{1}{q_H} \right) \frac{a_{px} p_H k_H \Pi_{HX}}{a_{HX} p_p k_p \Pi_{px}} = (236 - 75) \frac{455}{369} * \frac{0,0083}{6,5} = 0,242, \text{ яғни біршама}$$

кіші шама.

Ілестіргіштің геометриялық өлшемдерінің есебі. Бір ілестіргішпен инжектірілгіш будың мөлшері:

$$G_H = \frac{G_4}{3} = \frac{576}{3} = 192 \frac{\text{кг}}{\text{сағ}};$$

Жұмыс буының шығысы:

$$G_p = \frac{G_H}{U} = \frac{192}{0,242} = 800 \frac{\text{кг}}{\text{сағ}};$$

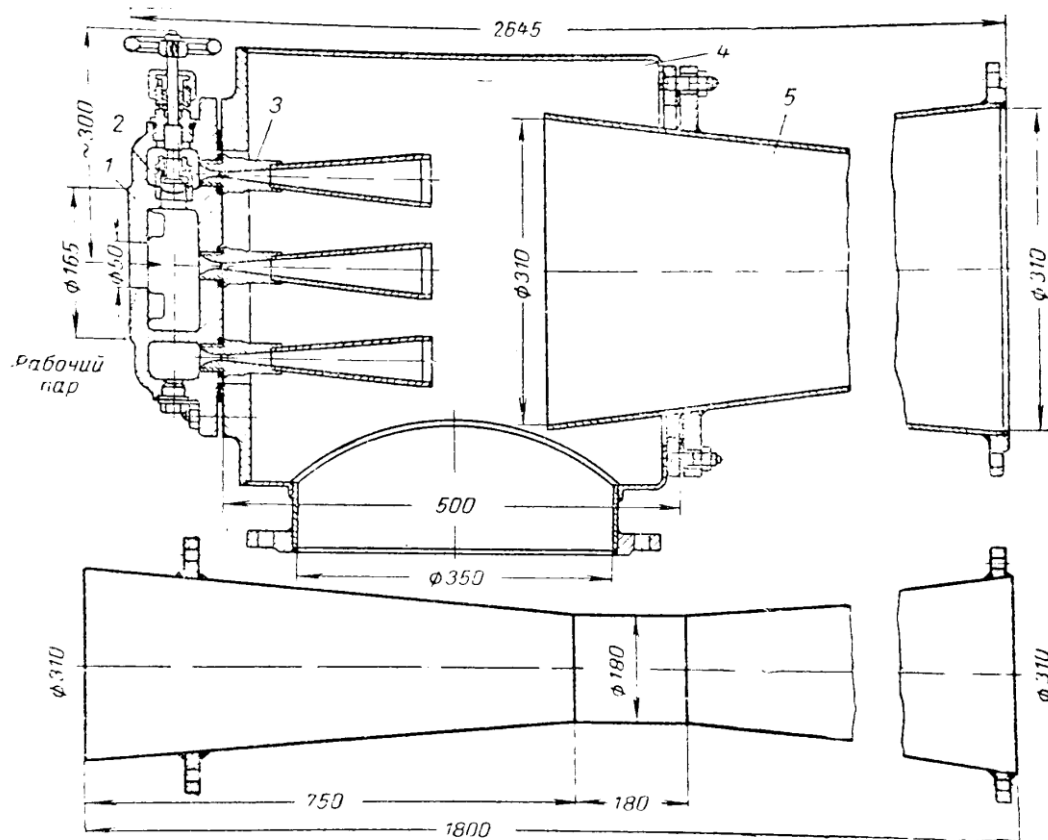
Араластыру камерасының цилиндрлік аймағының беті:

$$f_{pz} = f_{px} * 157 = 1,71 * 157 = 268 \text{ см}^2;$$

Араластыру камерасының цилиндрлік аймағының қосөресі:

$$D_3 = \sqrt{\frac{268 * 4}{3,14}} = 18,5 \text{ см};$$

Араластыру камерасының цилиндрлік бөлігінің ұзындығын  $l_c=210$  мм және үдеткіштің ұзындығын  $l_k=900$  мм:



16-Сурет. Екісызықты булы қорапшалы басты ілестіргіш.  
 1 – булық қорапша; 2 – вентиль; 3 – саптама; 4 – сору камерасы; 5 – тежегіш.

$\frac{f_2}{f_3} = 2,8$  қатынасына байланысты үтедіктің кіріс бөлігіндегі қимасын анықтаймыз:

$$f_2 = f_3 * 2,8 = 268 * 2,8 = 750 \text{ см}^2;$$

Үтедіктің кіріс бөлігінің қосөресі:

$$D_2 = \sqrt{\frac{750 * 4}{3,14}} = 310 \text{ мм};$$

$\omega = 83$  м/сек тең деп қабылдап және  $\rho_c = 0,027$ -ге тең екенін біліп, тежегіштің шығысындағы қиманың ауданын анықтаймыз:

$$f_c = \frac{G_p(1+U)}{\rho_c \omega} = \frac{992 * 1,24}{0,027 * 83} = 760 \text{ см}^2;$$

Тежегіштің шығыс бөлігінің қосөресі:

$$D_c = \sqrt{\frac{760 * 4}{3,14}} = 310 \text{ мм};$$

Тежегіштің ұзындығын келесідей анықтаймыз:

$$L_d = 7(d_c - d_s) = 7(310 - 185) = 890 \text{ мм};$$

Ілестіргіштің жалпы ұзындығы:

$$L = l_{п.к} + l_k + l_{ц} + l_d = 365 + 900 + 210 + 890 = 2356 \text{ см};$$

6 – кесте

Ілестіргіш саптамаларының есебі

Анықталатын шама	Белгі	Өлшем	Әдебиет	Сандық мәні
------------------	-------	-------	---------	-------------

	- ленуі	бірлігі				
Ілестіргіш алдындағы жұмыс буының қысымы	p	атм	Алдын-ала берілген	6	7	8
Жұмыс буының құрғақтық дәрежесі	x	-	-	0,95	0,95	0,95
Меншікті көлем	v	м <sup>3</sup> /кг	is-диаграммасынан	0,306	0,263	0,233
Жұмыс буының қажыры	i	ккал/кг	is-диаграммасынан	633	635	636
Булану ыстықтығы	t <sub>0</sub>	°С	Алдын-ала берілген	+4	+4	+4
Буландырғыштағы қысым	p <sub>0</sub>	мм.с.ба Ғ немес атм	Қаныққан бу кестесіне	6,1 0,008 3	6,1 0,008 3	6,1 0,00 83
p <sub>0</sub> -ға дейінгі адиабаталық кеңею соңындағы бу қажыры	i <sub>2</sub>	ккал/кг	is-диаграммасынан	433	431	428
p <sub>0</sub> -ға дейінгі адиабаталық кеңею соңындағы будың құрғақтық дәрежесі	x <sub>2</sub>	-	is-диаграммасынан	0,72	0,717	0,71
Толық адиабаталық құлама	H <sub>0</sub>	ккал/кг	is-диаграммасынан	200	204	208
Адиабаталық кеңею кезінде ағып шығу жылдамдығы	c <sub>0</sub>	м/сек	Кейіптеме бойынша	1295	1310	1325
Жылдамдық еселеуіші	φ	-	Қабылдаймыз	0,9	0,9	0,9
Нақты жылдамдық	c	м/сек	c=0,9c <sub>0</sub>	1165	1180	1195
Саптамадағы шығын	q <sub>c</sub>	ккал/кг	Кейіптеме бойынша	38	38,8	39,7
Саптама шығысындағы бу қажыры	i <sub>3</sub>	ккал/кг	is-диаграммасынан	471	468,8	467,7
Будың құрғақтық дәрежесі	x <sub>3</sub>	-	is-диаграммасынан	0,781	0,783	0,78
Будың меншікті көлемі	v <sub>3</sub>	м <sup>3</sup> /кг	is-	124	123,5	123

			диаграмм асынан			
Жұмыс буының шығысы:						
Жалпы.....	$G$	кг/сағ		800	800	800
Ішкі сақина.....	$G_1^{BH}$	кг/сағ		500	500	500
Сыртқы сақина.....	$G_2^{Hap}$	кг/сағ		300	300	300
Саптамалар саны:						
Ішкі сақина.....	$n_c^{BH}$	шт		5	5	5
Сыртқы сақина.....	$n_c^{Hap}$	шт		4	4	4
Саптама қимасының ауданы:						
Ішкі сақина.....	$f_c^{BH}$	м <sup>2</sup>	Кейіптем е бойынша	31,5* 10 <sup>-6</sup>	27,1* 10 <sup>-6</sup>	23,9 *10 <sup>-6</sup>
Сыртқы сақина.....	$f_c^{Hap}$	м <sup>2</sup>		24,4* 10 <sup>-6</sup>	24,4* 10 <sup>-6</sup>	18,6 *10 <sup>-6</sup>
Саптама мойыншасының есептік қосөресі:						
Ішкі сақина.....	$d_c^{BH}$	м		6,3*1 0 <sup>-3</sup>	5,9*1 0 <sup>-3</sup>	5,5* 10 <sup>-3</sup>
Сыртқы сақина.....	$d_c^{Hap}$	м		5,55* 10 <sup>-3</sup>	5,2*1 0 <sup>-3</sup>	4,85 *10 <sup>-3</sup>
Саптама мойыншасының қабылданған қосөресі:						
Ішкі сақина.....	$d_c^{BH}$	м	Қабылдан ған	6,3*1 0 <sup>-3</sup>	5,9*1 0 <sup>-3</sup>	5,5* 10 <sup>-3</sup>
Сыртқы сақина.....	$d_c^{Hap}$	м		5,5*1 0 <sup>-3</sup>	5,2*1 0 <sup>-3</sup>	4,85 *10 <sup>-3</sup>
Шығысындағы саптама қимасының ауданы:						
Ішкі сақина.....	$f_B^{BH}$	м	Кейіптем е бойынша	2,96* 10 <sup>-3</sup>	2,9*1 0 <sup>-3</sup>	2,86 *10 <sup>-3</sup>
Сыртқы сақина.....	$f_B^{Hap}$	м		2,22* 10 <sup>-3</sup>	2,22* 10 <sup>-3</sup>	2,14 *10 <sup>-3</sup>
Есептік шығыс қосөресі:						
Ішкі сақина.....	$d_B^{BH}$	мм		61,4	60,7	60,4
Сыртқы сақина.....	$d_B^{Hap}$	мм		53	52,5	52,1
Қабылданған есептік қосөресі:						
Ішкі сақина.....	$d_B^{BH}$	мм	Қабылдан ған	60	60	60
Сыртқы сақина.....	$d_B^{Hap}$	мм		53	53	53

Машинаның негізгі сипаттамаларының есебі. Машинаның тоңазыту еселеуішін келесі кейіптемен анықтаймыз:

$$\varepsilon_{II} = \frac{Q_0}{Q} = \frac{G}{G_B} \left( \frac{i_0'' - i_1}{i_p - i_B} \right) = U \frac{i_0'' - i_1}{i_p - i_B},$$

Мұндағы,  $i_0''$  - буландырғыштың шығысындағы суық будың қажыры;  $i_1$  - шықтағыштың шығысындағы суықтықтың қажыры;  $i_p$  - жұмыс буының қажыры.

$$\varepsilon_{\text{п}} = 0,242 \frac{599-33}{660-28} = 0,22;$$

Бүлестіргішті тоңазыту қондырғысының пайлы әсер еселеуіші:

$$\eta = E_{\text{хол}}/E_{\text{раб}} = -U \frac{i_0'' - i_1}{\Delta e_p} (\omega_q)_\text{н};$$

Мұндағы,  $\Delta e_p = e_p - e_k$  - басты ілестіргіштің алдындағы жұмыс буының және қондырғының басты шықтағышынан кейінгі шықтың меншікті түрленулігінің айырымы;

$$e_p = i_p - i_{\text{o.c}} - T_{\text{o.c}}(s_p - s_{\text{o.c}}); e_k = i_1 - i_{\text{o.c}} - T_{\text{o.c}}(s_1 - s_{\text{o.c}}), \text{ осыдан}$$

$$\Delta e_p = i_p - i_1 - T_{\text{o.c}}(s_p - s_1);$$

Мұндағы,  $T_{\text{o.c}}$  - қоршаған орта ыстықтығы,  $293^\circ\text{K}$ -ге тең;  $s_p, s_1$  - жұмыс буының және шықтың энтропиясы;  $(\omega_q)_\text{н}$  - буландырғыштан алынған жылудың жұмыс қабілеттілік еселеуіші:

$$(\omega_q)_\text{н} = 1 - \frac{T_{\text{o.c}}}{T};$$

Мұндағы,  $T$  - буландырғыштан шыққан бу ыстықтығы.

$$\eta = -0,242 * \frac{599-33}{183} * \frac{277-293}{277} = 0,06, \text{ немесе } \eta = 6\%;$$

Негізгі шықтағыш есебі. Басты ілестіргіштерден келіп түсетін будың мөлшері:

$$G_k = 3(G_p + G_{\text{п}}) = 3(800 + 192) \approx 3000 \text{ кг/сағ};$$

Бу қажыры  $i_{\text{п}} = 635$  ккал/кг; шықтағыштағы шекті максималды қысым  $p_k = 0,064$  атм, шықтағыштың кірісіндегі суыту суының максималды ыстықтығы  $t_2' = 28^\circ\text{C}$ .

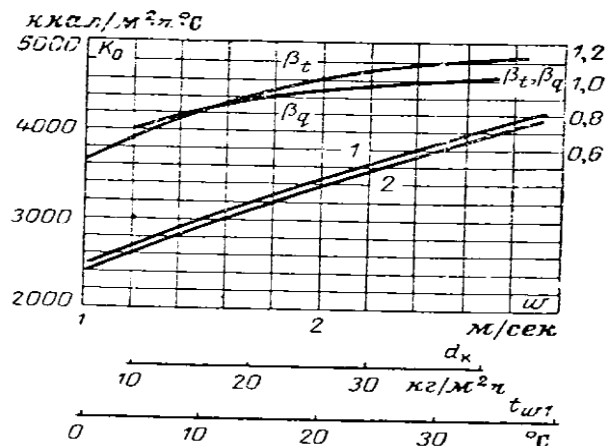
Құбырлардағы суыту суының жылдамдығын  $2,3$  м/сек-қа, будың меншікті жүктемесін  $q_{\text{п}} = 25$  кг/м<sup>2</sup>\*сағ және құбырлардың сыртқы қосөресін  $19$  мм-ге тең деп қабылдап,  $6$  - суреттегі сызбақ бойынша жылу беру еселеуішінің мәнін анықтаймыз:  $k_0 = 3470$  ккал/м<sup>2</sup>\*сағ\*град.

Жылу беру еселеуішінің нақты мәні:

$$k = \beta_3 \beta_q \beta_t k_0 = 0,85 * 0,8 * 1,07 * 3470 = 2480 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2} * \text{сағ} * \text{град};$$

Бұл кейіптемеде  $\beta_3 = 0,85$  - ластану еселеуіші;  $\beta_q = f(q_k)$  - будың меншікті жүктемесінің еселеуіші;  $\beta_t = \varphi(t_{\omega_1})$  - Суыту суының максималды ыстықтығының еселеуіші.

$\beta_q$  және  $\beta_t$  17-Сурет бойынша анықталады.



17-Сурет. Жылуберу еселеуіші  $k_0$  және  $\beta_q$  және  $\beta_t$  еселеуіштерінің шықтағыштың бу жүктемесінен, суыту суының жылдамдығынан және оның шықтағыш кірісіндегі ыстықтығынан тәуелділіктері.

1 – сыртқы қосөресі 16 мм-ге тең жезді құрбырларға арналған жылуберу еселеуіші; 2 – сыртқы қосөресі 19 мм-ге тең құбырларға арналған.

Суыту еселігі  $m=100$  кг/кг - ға және шықтағыш шығысында шықтың ыстықтығын  $t''_k = 35^\circ\text{C}$  - ке тең деп қабылдап алып, суыту суының шығысын анықтаймыз:

$$G_B = mG_k = 100 * 3000 = 300000 \text{ кг/сағ};$$

Және бас шықтағышта суды қыздыруды:

$$\Delta\vartheta = t''_2 - t'_2 = \frac{i_n - t''_k}{m} = \frac{635 - 35}{100} = 6^\circ\text{C};$$

Шықтағыштың шығысындағы суыту суының ыстықтығы:

$$t''_2 = t'_2 + \Delta\vartheta = 28 + 6 = 34^\circ\text{C};$$

Шекті рұқсат етілген қысымға  $p_k=0,064$  атм шықтың қанығу ыстықтығы  $t_n=37^\circ\text{C}$  сәйкес келеді, онда ыстықтық тегеурін:

$$\Delta t = \frac{t''_2 - t'_2}{2,3 \lg \frac{t_n - t'_2}{t_n - t''_2}} = \frac{34 - 28}{2,3 \lg \frac{37 - 28}{37 - 34}} = 5,45^\circ\text{C};$$

Шықтағыштың қажет беті:

$$F_k = \frac{G_k(i_n - t_k)}{k \Delta t} = \frac{3000(635 - 37)}{2840 * 5,45} = 117 \text{ м}^2;$$

Есептеуге қосымша ілестіргіштерден буауалы қоспаның суытылуын ескере отырып, бетті 5%-ға арттырамыз, яғни  $F_k = 122 \text{ м}^2$ ;

Шықтағыштың құрастырмалы өлшемдерін анықтаймыз.

Шықтағыштық құбырлардың саны:

$$n = \frac{z G_B}{2825 d_{BH}^2 \omega} = \frac{4 * 300}{2825 * 0,017^2 * 2,3} = 640 \text{ шт};$$

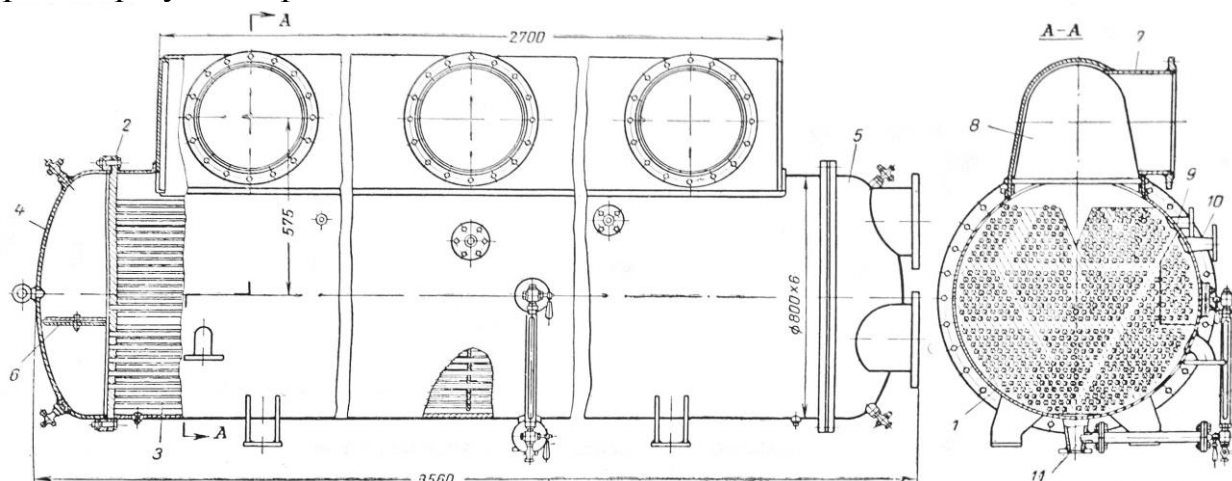
Мұндағы,  $z$  – қадам саны;  $d_{BH} = 17$  мм – құбырлардың ішкі қосөресі;  $\omega$  – құбырлардағы судың жылдамдығы, м/сек;  $G_B$  - су шығысы, м<sup>3</sup>/сағ.

Шықтағыштың ұзындығын 3200 мм-ге тең деп және құбырлардың белсенді ұзындығын  $l=3150$  мм-ге тең деп қабылдаймыз және қабылданған құрастылмалы өлшемдерге қарай шықтағыштың бетін есептейміз:

$$F_k = \pi d_n l n = 3,14 * 0,019 * 3150 * 640 = 120 \text{ м}^2;$$

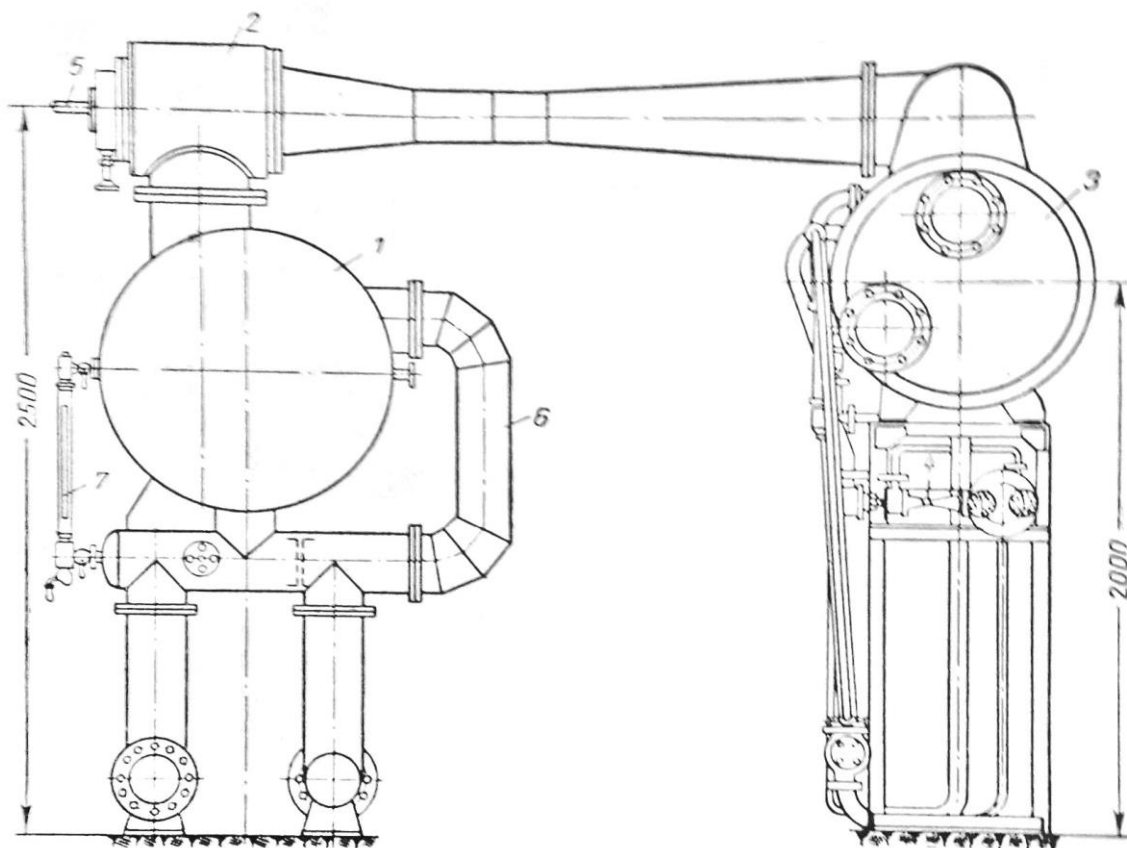
Бұл мән алдында қабылданған қыздыру бетіне сәйкес келеді.

18-Суретте “Компрессор” зауытынан шыққан буілестіргіш тоңазытқыш қондырғының басты шықтағышы көрсетілген, ал 19-Суретте “Компрессор” зауытынан шыққан БЭ1 типті буілестіргіш тоңазытқыш қондырғының үйлестірілуі келтірілген [6].



18-Сурет. Бас шықтағыш.

1 – тұрқы; 2 – құбырлық тақтайшалар; 3 – құбырлар; 4,5 – артқы және алдыңғы қақпақшалар; 6 – қалқа; 7 – құбырша; 8 – буқабылдағыш; 9 – тарылтқыш; 10 – ауаны сору құбыршасы; 11 – шықты әкету құбыршасы.





19-Сурет. “Компрессор” зауытынан шыққан өндірулігі 300000 ккал/сағ БЭ1 типті буіlestіргіш тоңазытқыш қондырғының үйлестірілуі.

1 – бас шықтағыш; 2 – бас іlestіргіштер (3 дана); 3 – буландырғыш; 4 – I, II сатылы іlestіргіштер; 5 – будың берілуі; 6 – суыту суының құбырлары; 7 – сусілтеуші бағана.

1.7.2 Жылусорғылық технология негізінде Киев ЖЭО-6 тасталынған жылуды пайдаланудың мақсатына сәйкес технологиялық, энергетикалық және экономикалық бағасы.

Қазіргі уақытта Украинаның ірі қалаларының жылумен қамдалуы негізінен электрэнергия мен жылудың құрамалы өндірілуі арқылы ЖЭО – орталықтанған жүйесімен жүзеге асырылады. Технологиялық көзқараспен ЖЭО-да электрэнергия мен жылудың бұлай өндірілуі шықтанулық жылу электрстанциялары мен қазандықтардағы жылуларда электрэнергияны жеке өндіруге қарағанда өте тиімді болып табылады. Алайда бұл кезде жылудың едәуір шығынына ие болады. Оның үстіне негізінен ЖЭО-ры қала шеттеріне таралған және зиянды шығарулар қоршаған ортаға үлкен экологиялық залал тигізеді.

Жылулық сорғыларды қолдану жылумен қамдау шартын жақсатуы және біріншілік энергияны(органикалық отын) тұтынуды қысқартуы мүмкін. Жылулық сорғыларды пайдалану тиімділігі төмен потенциалды жылу көздерін тандаумен байланысты. Әлемде орталықтандырылған жылу үшін қуатты жылулық сорғыларды пайдалануға қызығушылық күннен күнге артуда. Осы аудандардың озаттарына жататындар: Швеция, АҚШ, Жапония, Франция, Финляндия т.б. Қуатты жылулық сорғылар үшін жылу көзі ретінде кәріз ағындарының жіберілген жылуын, теңіздер мен су ағарлардың жылуын пайдаланады. Көптеген жағдайларда жылулық сорғыларды қолдану нақты тұтынушы шартымен, ал нақтырақ өндірілген жылуға сұраныспен, электрмен қамдаудың бар болуымен және төмен потенциалды жылу көзінің болуымен және т.б анықталады.

Бұл жұмыста су айналымдық шықтанулық циклдардың азайтылған жылуын пайдалану арқылы үлкен қуатты жылулық сорғыларды қолдану мүмкіндігі қарастырылады. Мысалға Киев қ. ЖЭО-6. Киев қ. ЖЭО-5 үшін жақын технологиялық әдіс қарастырылған. Бұл объектіде жылулық сорғыларды күмәнсіз енгізу артықшылығы – ол көп мөлшерде білікті пайдалану және жөндеу қызметкерлерінің, сенімді электрмен қамдаудың, дамыған жылу желілерінің, төмендетілген жылудың болуы, сондай-ақ шындық су қыздырғыш қазандармен бүркелетін, жылу энергиясының тапшылығының болуы. Оның үстіне жылулық сорғыларды ЖЭО-6-ға енгізу атмосфераға жылулық шығаруларды азайтады. Қысқы кезеңдерде ЖЭО-6 Киев қ. бірнеше аудандарын төрт жылу магистралы арқылы жылумен қамтамасыз етеді. Қыс кезеңінде желілік судың анық шығыны 23000т/сағ. құрайды. «Киевэнерго» АК жылу желісінің ыстықтық сызбағы және ЖЭО-6.

ЖЭО-6-ның қондырылған қуаты: электрлік 500 МВт, жылулық 2000 МВт (1740 Гкал/сағ). ЖЭО-6 жабдықтары: екі 250 МВт жылуландыру

құрамасы және алты КВГМ-180 су қыздырғыш қазандар. Т-250/300-240-2 шығыр қондырғысының номиналды тәртіп кезіндегі негізгі техникалық сипаттамасы: қуаты - 250 МВт; жаңа будың ыстықтығы мен қысымы – 540 оС және 23,5 МПа; ЦСД алдындағы будың ыстықтығы мен қысымы— 3,73 МПа, және 540 оС; шығырға кеткен бу шығысы (номин./ максим.) – 265/272 кг/с; шықтағыштағы есептік қысым - 5,5 кПа; жылулық жүктеме –330 Гкал/сағ.

ЖЭО-6-да көмекші жабдықтарды салқындату және шығыр шықтағышында буды шықтау үшін пайдаланылатын жабық айналмалық салқындату жүйесі бар.

Қысқы кезеңде айналымдық судың шығысы бір немесе екі құрамада жұмыс істеген кезде жабдықтың жұмыс сенімділігімен анықталады және 28000...30000 м3/сағ. құрайды. Шықтағыштың кірісіндегі салқындатылған судың ыстықтығын нормативті түрде 15°С-де (12 оС-ден кем емес) ұстап тұру ұсынылады. Шықтағыштардан шығардағы ыстықтық 15...23°С құрайды.

Жылуландырулық шығырлары бар ЖЭО-на тұтынушыларды жылумен қамдау үшін жылулық сорғыларға қарағанда жылуландырулықты қолданған тиімді, бірақ жылужелілерінің үлкен жылулық жүктемелері кезінде, жылулық суды шыңдық қыздыру қажет болғанда, жылулық сорғыларды қолдануға лайықты болуы мүмкін.

Айналымдық сумен берілетін және жылулық сорғылар жұмыстары үшін қолданыла алатын, шығыр жұмысының жылуландырулық тәртіптеріндегі жылулық минималды мөлшерін бағалайық. Ол келесіден құралған:

1.Шықтағышқа келетін, шықтандырғыш буының жылуы. Жұмыстың жылуландырулық тәртібіндегі шығырқондырғыларының пайдаланылуы бойынша нұсқауларға сәйкес будың минемалды шығыны – 60...80т/сағ. Негізгі эжекторлар мен нығыздау эжекторларының салқындатқыштарына келетін, жылуландырулық тәртіп кезінде бу жылуының 80...90 % шықтағышқа тасталынады. Бұл жылулық 4...5 МВт мөлшерін құрайды. Онда әр шығырдың шықтағышына жылуландырулық тәртіп кезінде жылуды жалпы беруі 50...60 МВт құрайды.

2.Өндіргіш орамының және шығырдың маймен қамтамасыздандыру жүйесін салқындату нәтижесінде айналымдық суға берілетін, төменде көрсетілген жүктемеге тәуелді жылуды:

$$\Delta Q_{\Gamma} = 1,5\% \cdot N = 2 \div 4,5 \text{ МВт}, \text{ мс } \Delta Q = 4 \div 7 \text{ МВт}.$$

3.Жылулық желі мен құраманың сорғы қондырғыларын салқындату нәтижесінде айналымдық суға берілетін жылуды, қысқы кезеңде келесідей бағаланатын:  $\Delta Q = 2 \div 4 \text{ МВт}$ .

Осылайша, жылуландырулық тәртіптегі бір құрама жұмысының үрдісіндегі айналымдық суға берілген жылудың жалпы мөлшері шамамен 60...75 МВт құрайды, ал екі білік жұмысында – 115...150 МВт. Осындай тасталынатын жылуды, жылулық сорғылар көмегімен желілік суды қыздыруға қолдануға болады.

Мүмкін технологиялар мен қондырғылар прототипі ретінде Хельсинки қаласындағы (Финляндия) жылу сорғылық станция қарастырылады, ол бір уақытта 90 МВт жылу энергиясы мен 60 МВт салқынды өндіре алатын және бес Unitop 50FY Friotherm AG (Швеция) жылулық сорғысынан тұрады. Katri Vala жылу сорғылық станциясында құрастыру жұмыстары 2004 ж. жазынан бастап, ал 2006 ж. күзінен станция коммерциялық тұрғыда тұтынушыларға жылуды жіберіп бастады. 7-Кестеде Katri Vala жылу сорғылық станциясында қондырылған Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғылардың техникалық сипаттамалары келтірілген.

ЖЭО-6-да Unitop 50FY бес жылулық сорғысын қолдануға болады.

Тасталынатын жылу температурасы мен желілік су температуралар аралығындағы минималды айырмашылық кезінде трансформация еселеуішінде максималды мән болады. Сондықтан жылулық сорғыларды кері желі суын даярлауға, және де айналымдық су салқындатылуы үшін қолданған орынды болады, және оларды шықтағыштардан соң бір-біріне параллель орнату қажет.

20-Суретте 1400 м<sup>3</sup>/сағ желілік су шығыны мен кіру/шығуында 18/12 °С тасталынатын жылу көзінің температурасы кезіндегі кері су температурасының тәуелділігіндегі Unitop 50FY жылулық сорғы трансформация есептік еселеуіш тәуелділігінің сызбағы келтірілген.

Желілік су бойынша бойлерлік құрама алдында (тізбектей) немесе бойлерлік құрамаға параллель болатын жылулық сорғы қосылуының орнын анықтаймыз. Бойлерлік құрама алдындағы, желілік су бойынша жылулық сорғыларды қосу кезінде бойлерге кірердегі желілік су температурасы 5°С жуық шамаға өседі. Бойлерге кірердегі желілік су температурасын 1°С-ге ұлғайту (номиналды жүктеме кезінде) энергобіліктің электрлік қуатын 1...1,5 МВт төмендетеді.

Құрамалардың бойлерларын тізбекті қосу кезінде энергоқұрамалардың үнемді жұмыс істеуі үшін желілік суды минималды ыстықтықта қыздыру үшін пайдалану және бу алымының жылуландыруында минималды рұқсатты бу қысымын ұстап тұру тиімді. Құрамалардың үнемді жұмыс істеу үшін номиналды жүктеме кезінде әрбір құраманың бойлері арқылы оның шығысы 8000 м<sup>3</sup>/сағ шамасында болуы қажет. Сондықтан бес жылулық сорғылар арқылы тізбектей қосылған желілік судың максималды шығысы әрқайсысы үшін 7000 м<sup>3</sup>/сағ немесе 1400 м<sup>3</sup>/сағ құрайды. Жылулық сорғылар ЖЭО-6 жұмыс атқарушы сұлбесіне қосу сұлбесі 21-Суретте көрсетілген.

Киевтік ЖЭО-6-ның технологиялық сұлбесіне жылулық сорғылар қосылуының экономикалық тиімділігін анықтау үшін жұмыс атқарушы қондырғыдағы жылулық және электрлік энергия өндіруінің шартты отын шығындарын анықтау қажет. Бұл үшін ЖЭО-лық үшін шығындарды үйлестіру әдістері талданды және ЖЭО-тан «жаңа» бу жіберілуі бойынша шығыны мен шартты отын шығындарымен жіберілетін жылу теңестіріледі, ал электр энергияға жылуландырудан барлық үнемділік қатысатын, физикалық әдіс таңдалынады.

Энергетикалық құрамалардың жұмыс тиімділігі жүктемеге тәуелді, және өзіндік қажеттілікке кететін жоғалтуларды есепке алмайды, отынды пайдалы қолдану еселеуіші минималды қуатта жүктеменің жылулық сызбағында -85% құрайды, ал наминалдыда -89,5%. Құраманың өзіндік қажеттіліктеріне кеткен (жылулық желісіз) электрлік жоғалтуларды есепке алғандағы минемалдыға - 80,5%, номиналдыға - 87%.

ЖЭО-6 –да жылулық және электр энергияларына кеткен отын шығындарын анықтау үшін қондырғы жұмысының төрт тәртібі қарастырылады:

1. 150 МВт (Э) және 185 Гкал/сағ (215 МВт) жылулық сызбағы бойынша минемалды жүктемеде бір құрама жұмыс атқарады, ал қалған жылулық жүктеме суқыздырғыш қазандарымен жабылады.
2. 250 МВт (Э) және 330 Гкал/сағ (380 МВт) жылулық сызбағы бойынша номиналды жүктемеде бір құрама жұмыс атқарады, ал қалған жылулық жүктеме суқыздырғыш қазандарымен жабылады.
3. 300 МВт (Э) және 370 Гкал/сағ (400 МВт) жылулық сызбағы бойынша минималды жүктеме бойынша екі құрама жұмыс атқарады.
4. 500 МВт (Э) және 660 Гкал/сағ (760 МВт) жылулық сызбағы бойынша номиналды жүктеме бойынша екі құрама жұмыс атқарады.

ТГМП-344А (КП-1000-255-ГМ) энергетикалық қазаны тәртібінің картасына сәйкес, отынның меншікті шығыны төмендейді.

Unitop 50FY (ЖС) бес жылулық сорғыларын қосқанда технологиялық сұлбеге 32,5 МВт-қа жылужелілерінің өзіндік қажеттіліктеріне арналған электрэнергия шығындары ұлғаяды, және жылу өндіру орташа есеппен 100Гкал/сағ (117 МВт) құрайды.

8-Кестеде түрлі тәртіптердегі жұмыстарда отын үнемдеуі көрсетілген. Келешек экономикалық есептеулерге газдың орташа үнемділігі 8,9 мың.м3/сағ деп қабылданады, қондырғының жұмыс атқару уақыты 5600 сағ/жыл. Онда газдың жылдық үнемділігі 50 млнм3 тең.

9-Кестеде ЖЭО-6 технологиялық сұлбесіне Unitop 50FY бес жылулық сорғыларының қосылуы кезіндегі технико-экономикалық көрсеткіштері келтірілген.

Негізгі пайдаланулық шығындарға энерготасығыштардың, амортизацияның, ағымдық жөндеудің және басқалардың шығындары жатады. Пайдаланулық шығындарды есептегенде амортизацияның жылдық пайызы 6 %-ға тең болды, ал ағымдағы жөндеу мен басқаларға кеткен шығындар амортизацияға кеткен шығындардың 2% мөлшерінде қабылданады, қызметкерлердің қосымша қызмет көрсетуі есептелінбеген.

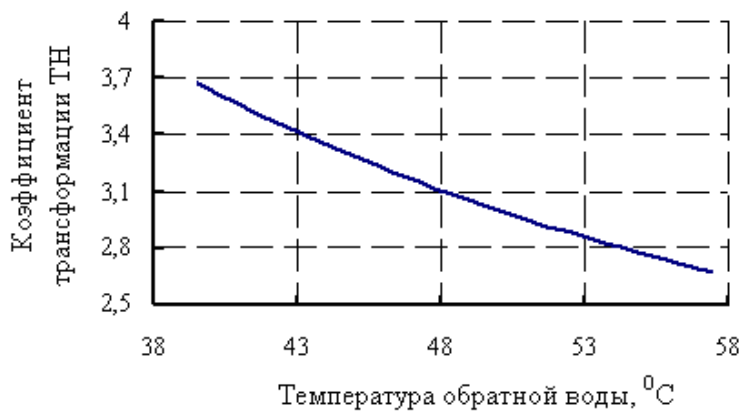
22-Суретте газ құнынан тәуелді өлшеулік мерзімінің өзгеру сызбағы келтірілген. Сызбақта көрінетіндей, бағаның өсуіне байланысты осы технологияны енгізуде өлшеулік мерзімі төмендейді.

Қорынтыңдаласақ, ЖЭО-6 жалпы қуаты 100 МВт жуық жылулық сорғылар ендірілуі мүмкін, мысал ретінде 32,5 МВт электр энергиясын қолданатын 5 Unitop 50FY Friotherm AG (Швеция) орташа жалпы қуаты 117 МВт болатын жылулық сорғысы ұсынылады. Осының нәтижесінде: табиғи

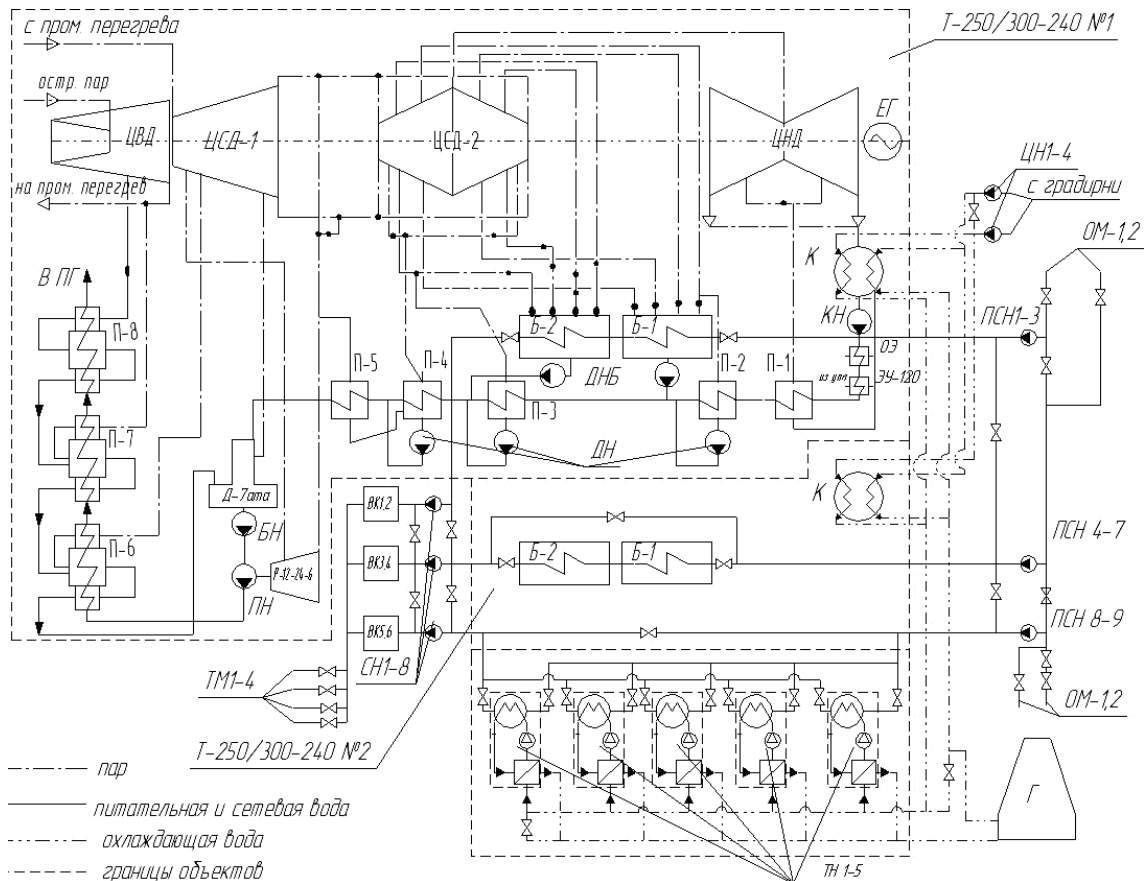
газдың жылына қолданылуы шамамен 9 мың.м<sup>3</sup>/сағ немесе 50 млн.м<sup>3</sup> қысқарды; атмосферадаға лақтырылатын түтін газдары мен жылулық лақтырулар азаяды. Бастапқы энергетикалық және экономикалық бағалау ЖЭО-6-ның технологиялық сұлбесіне жылулық сорғыларды ендіруі орынды екенін көрсетеді [7].

7-Кесте. Katri Vala стансасында орнатылған Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғыларының техникалық мәліметтері

Көрсеткіштер	Жылуландыру кезеңі	Жаздық кезең
Жылулық қуат, кВт	16770	18113
Желілік су шығысы, м <sup>3</sup> /ч	1221	370
Желілік судың кірістегі/шығыстағы ыстықтығы, °C	50 / 62	45 / 88
Электрқозғалтқыштың қуаты, кВт	6500	6500
Кернеу, кВ	11	11
Суыту қуаты, кВт	12000	12000
Су көзінің кірістегі/шығыстағы ыстықтығы, °C	10 / 4	20 / 4



20-сурет. Тасталынған жылу көзінің ыстықтығы кірісі/шығысындағы – 18/12°C кезінде Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғысының өзгеруінің есептеулік еселеуіші.



21-сурет. Жұмыс істеп тұрғанб- ЖЭО-на жылулық сорғыларды қосу сұлбесі:  
 ЦВД – жоғарғы қысымы цилиндр; ЦСД-1 – орташа қысымды бірінші цилиндр;  
 ЦСД-2 – орташа қысымды екінші цилиндр; ЦНД –төменгі қысымды цилиндр;  
 ЕГ – электр өндіргіш; К – шықтағыш; ОЭ, ЭУ-120 – ілестіргіштер;  
 ПН-8 – қыздырғыштар; ДН – қыздырғыштардың ағызу сорғылары; Д – газсыздандырғыш;

Б1, 2 – №1, 2 құрама жылытқыштары; ДНБ – жылытқыштардың ағызу сорғылары;  
 КН – шықтағыш сорғылары; БН – көмекші сорғы; ПН – қоректік сорғы; ОМ1-4 – №1-4 кері жылулық бас жолдары; ТМ1-4 – №1-4 тура жылулық бас жолдары;  
 ПСН1-9 – №1-9 тартушы желілік сорғылар; СН1-8 –№1-8 екінші сатылы желілік сорғылар; ВК1-6 – су қыздыру қазандары  
 КВГМ-180 №1-6; ТН1-5 – № 1-5 Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғылары;  
 ЦН1-4 – №1-4 айнымалы сорғылары; Г1, 2 – №1, 2 градирня .

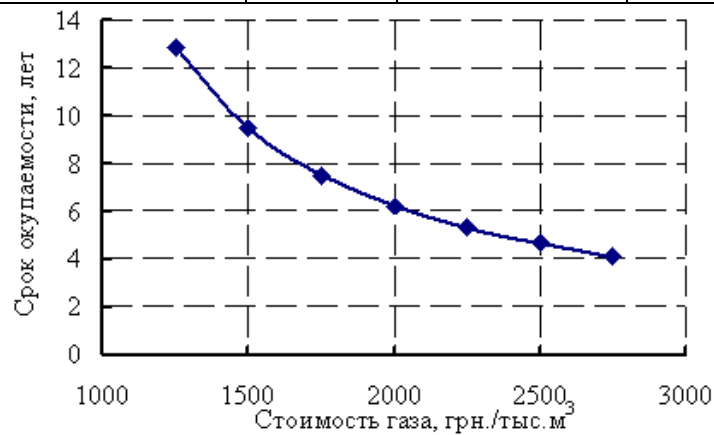
8-Кесте. Бес Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғыларын қосқандағы ЖЭО-6-ның төрт жұмыс тәртібінде отынның үнемделуі

Көрсеткіштер	Тәртіп 1	Тәртіп 2	Тәртіп 3	Тәртіп 4
Жылулық сорғылар пайдаланатын электрлік жүктеме, МВт	32,5	32,5	32,5	32,5
ЖС өндіретін орташа жылулық қуат, МВт	117	117	117	117
Жылулық сорғыға қажет электр қайратын өндіру үшін отын мөлшері, т	7,98	6,43	7,15	6,06

у.т./ч				
ЖС арқылы жылуды өндірудегі отынды, т у.т./ч	17,52	17,18	17,52	17,18
ЖС үшін электр қайраты мен жылуды өндіруге қажет отындар мөлшерінің айырмашылығы, т у.т./ч	9,54	10,74	10,37	11,12
Табиғи газды үнемдеу, тыс. м3/ч	8,14	9,17	8,85	9,49

9-Кесте. ЖЭО-6 технологиялық сұлбесіне бес Unitop 50FУ жылулық сорғысын қосудың техника-үнемиеттік көрсеткіштері

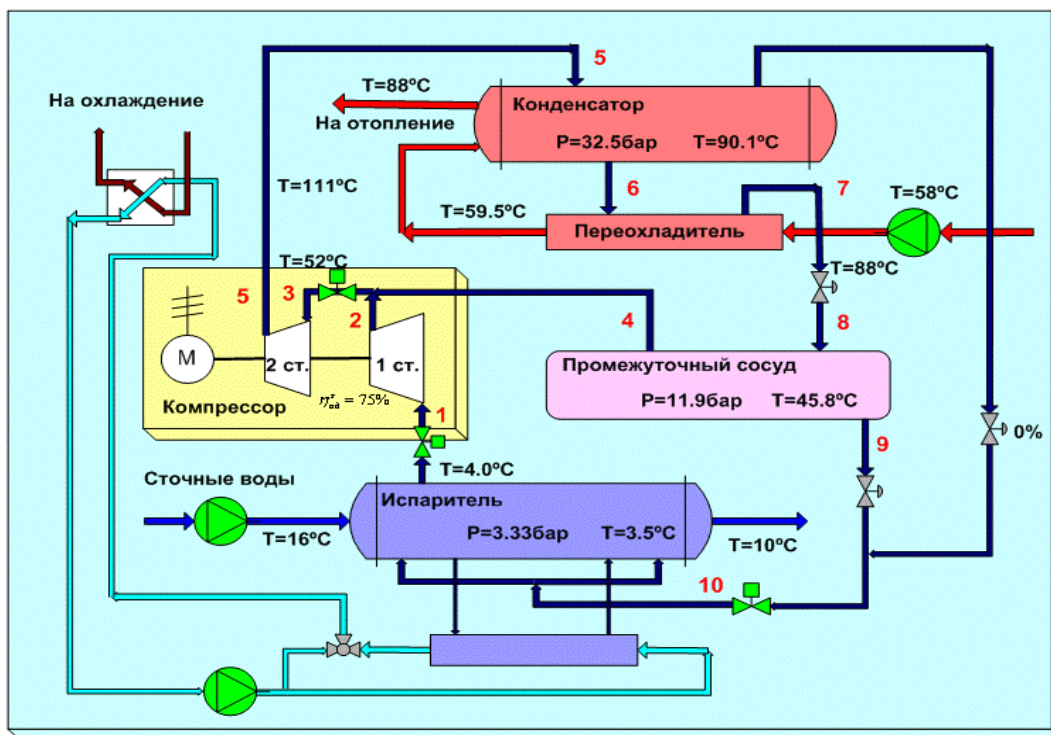
№	Көрсеткіштер атауы	Өлшем бірлігі	Көрсеткіштер		
1.	Жылулық сорғылардың орташа қосынды қуаты	МВт	117		
2.	Қондырғының және монтаждау жұмыстарының құны	млн. тенге	6975		
3.	Жалпы пайдалану шығындары	млн. тенге	426,87		
4.	Газ бағасы	тенге./м ың. м3	23250	31000	38750
5.	Газ шығындарын жылдық үнемі	млн. тенге	1162,5	1550	1937,5
6.	Таза үнемдеу	млн. тенге	735,63	1123,13	1510,63
7.	Өтелу мерзімі	жыл	9,5	6,2	4,6



22-Сурет. Газға тәуелді өтелу мерзімінің өзгерісі

### 1.7.3 Ағын суларына арналған жылулық сорғы есебі

Мысал ретінде жылулық қуаты 17 МВт аралық түтікше мен екі сатылы ортадан тепкіш сығымдағыштың жылулық сорғы жұмысын қарастырайық. 23-Суретте осындай, буландырғышта 3,5 °С және шықтағышта 90,1 °С температуралы, жылулық сорғысының сұлбесі көрсетілген. Жылулық сорғыда жұмыстық дене ретінде озон қабатына әсер етпейтін, шыңдық нүктеде қысымы 40,603 бар және температурасы 101,08 °С тең R-134a (1,1,1,2-тетрафторэтан  $\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$ ) хладагенті қолданылады.



23-Сурет. Ағын суларының жылуын қолданудағы жоғары қысымды жылулық сорғы жылулық сұлбесі.

Нақты газ ретінде зерттелінетін хладагент жұмыстық үрдістердің (қысым  $P$ , температура  $T$ , молярлық көлем  $V$ , жылу сыйымдылық  $c_p$ , қажыр  $H$  және энтропия  $S$ ) барлық нүктелеріндегі термодинамикалық көрсеткіштерінің өзара байланысын анықтау үшін мейлінше шыңдық нүктеге жақын аймақтағы болып саналатын, Пенга–Робинсон күй теңдеуі қолданылады:

$$P = \frac{RT}{V-b} - \frac{aa}{V(V+b)+b(V-b)};$$

Мұнда,  $P$  – қысым (МПа),  $T$  – температура (К),  $V$  – молярлық көлем ( $\text{м}^3/\text{кмоль}$ ),  $R = 0,0083144 \text{ МПа} \cdot \text{м}^3/\text{кмоль} \cdot \text{К}$  [кДж/(моль К)],  $a$ ,  $b$ ,  $\alpha$  – еселеуіштер, шыңдық нүктедегі хладагенттің термодинамикалық қасиеттері

негізінде анықталынатын.  $Z$  сығылу заттың нақты газ күй теңдеуіне  $Z = \frac{PV}{RT}$  түрінде кіретін еселеуіш.



Жұмыстық үрдістің бір нүктесінен басқасына ауысу тізбектілігі кезіндегі Т температура мен Р қысым үшін энтальпия  $H_{P,T}$  [Дж/моль] және энтропии  $S_{P,T}$  [Дж/(моль·К)] мәндерінің өзгеруі, термодинамикалық есептеулер негізінде анықталады. Кестелік мәліметтермен салыстырғанда көрсетілген алгоритімдерге сәйкес термодинамикалық көрсеткіштердің қателігінің анықталуы 2%-дан аспайды. Төменгі  $G_L$  және жоғарғы қысым  $G_H$  контурларында хладагент шығындары екісатылы дросселдену мен аралық түтіктері бар екісатылы жылулық сорғы есебі адиабаттық қондырғылардағы аралық түтіктерге арналған энергетикалық тепе-теңдіктен анықталады:

$$G_H \cdot (h_4 - h_8) = G_L \cdot (h_4 - h_9);$$

Мұнда  $h_4$ ,  $h_8$  және  $h_9 = 4$ , және 9 үрдістердің жұмыстық нүктелеріндегі меншікті қажырлары [кДж/кг] (23-суретті қарау). Онда төмен қысымды  $G_L$  контурының шығынына жоғары қысым  $G_H$  контуры хладагентінің шығынының қатынасы ағады:

$$\frac{G_H}{G_L} = \frac{(h_4 - h_9)}{(h_4 - h_8)} = \frac{1 + \delta}{1} = \frac{(422.7 - 262.5) \text{ кДж/кг}}{(422.7 - 340.7) \text{ кДж/кг}} = 1.954;$$

Мұнда  $\delta$  – сығымдағыштың 1-ші сатысындағы буға қатысы бойынша аралық түтіктен алынған бу бөлігі, онда  $1 + \delta$  – сығымдағыштың 2-ші сатысындағы бу шығыны.  $\delta = 0.954$  мәнін аламыз. Жоғары қысымды сығымдағыштың 2-ші сатысына түсетін, 3 нүктедегі бу энтальпиясы, төмен қысымды сығымдағыш 1-ші сатысынан (нүкте 2) және аралық түтіктен (нүкте 4) шығатын, аралық бу теңдеулерінен анықталынады:

$$h_3 = \frac{h_2 + \delta \cdot h_4}{1 + \delta} = \frac{439.8 + 0.954 \cdot 422.7}{1.954} = 431.4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}};$$

Сығу үрдісін есептеудегі сығымдағыш сатыларының тиімді меншікті энтальпиялар  $h_2$  және  $h_5$  кезінде изоэнтропты ПӘЕ 0,75 тең деп қабылданады. Шықтағыш пен салқындатқыштағы жылулық сорғы жылулық қуаты  $Q_{\text{конд}} = 17000$  кВт және су қыздырулығы  $t_{\text{гв1}} = 58$  °С тан  $t_{\text{гв2}} = 88$  °С дейінгі көрсете алады. Жоғары контурдағы хладагент шығыны келесіге тең:

$$G_H = \frac{Q_{\text{конд}}}{h_5 - h_7} = \frac{17000 \text{ кВт}}{(462.5 - 340.7) \text{ кДж/кг}} = 139.6 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 502.5 \frac{\text{т}}{\text{ч}};$$

Төменгі контурдағы хладагент шығыны:

$$G_L = \frac{G_H}{1 + \delta} = \frac{139.6 \text{ кг/с}}{1.954} = 71.44 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 257.2 \frac{\text{т}}{\text{ч}};$$

Сығымдағыш пен 1-ші, 2-ші сатылы жетегіне қолданылған механикалық қайраты келесіге тең:

$$N_{к1} = G_L \cdot (h_2 - h_1) = 71.44 \text{ кг/с} \cdot (439.8 - 403.5) \text{ кДж/кг} = 2593 \text{ кВт},$$

$$N_{к2} = G_H \cdot (h_5 - h_3) = 139.6 \text{ кг/с} \cdot (462.5 - 431.4) \text{ кДж/кг} = 4341 \text{ кВт},$$

$$N_{к\Sigma} = N_1 + N_2 = 2593 \text{ кВт} + 4341 \text{ кВт} = 6934 \text{ кВт},$$

Сығымдағыш құрамасында электрқозғалтқыш электрмеханикалық ПӘЕ  $\eta_{эм} = 0.98$ -ге тең деп алынады. Сығымдағыш жетегіне қолданылатын электрлік қайрат келесіге тең:

$$N_3 = \frac{N_{к\Sigma}}{\eta_{эм}} = \frac{6934 \text{ кВт}}{0.98} = 7075 \text{ кВт};$$

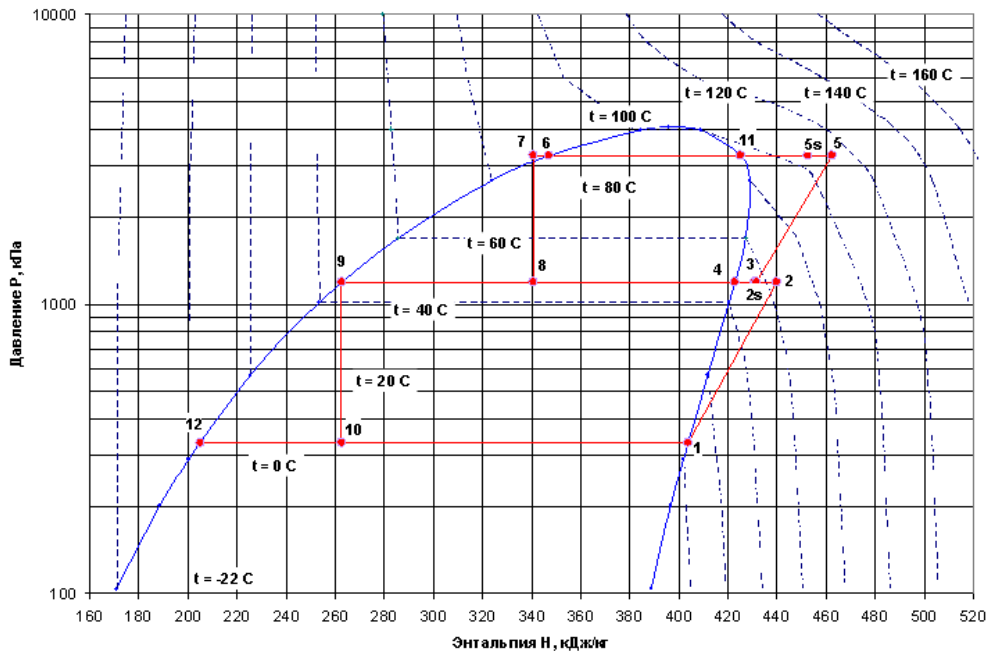
Жылу трансформация еселеуіші келесі кейіптемемен анықталады:

$$\mu = \frac{Q_{қонд}}{N_3} = \frac{17000 \text{ кВт}}{7075 \text{ кВт}} = 2.40;$$

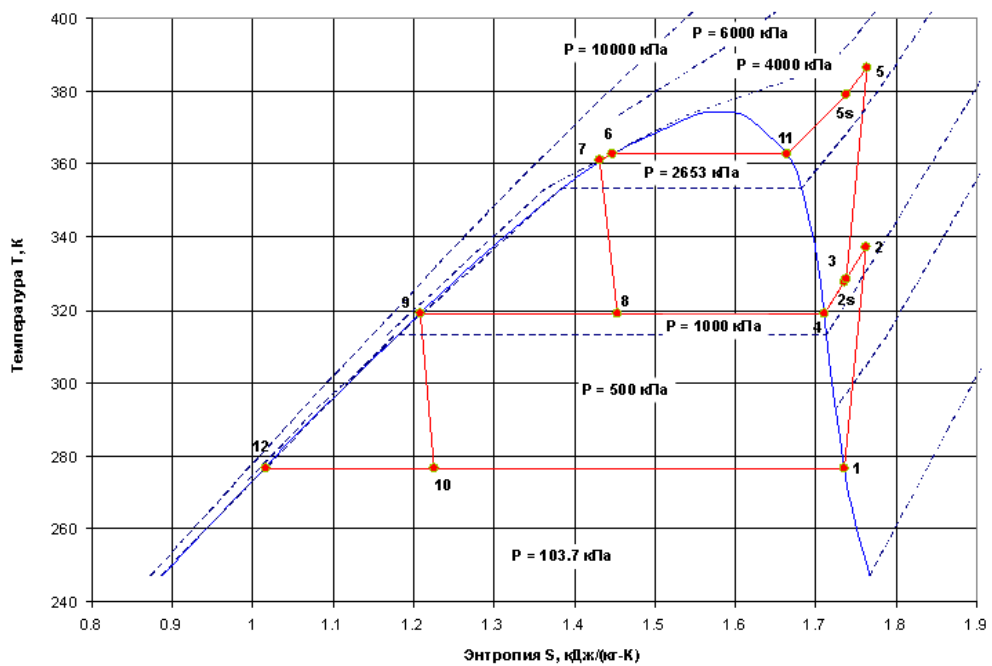
Жазғы кезеңде буландырғышқа ағын суларының орнына салқындату суын беру кезінде, жылулық сорғы шықтандыру жүйелері үшін жылудан бөлек салқынды да өндіре алады, осы жағдайда оның салқынөндірулігі келесіге тең болады:

$$Q_{исп} = G_L \cdot (h_1 - h_{10}) = 71.44 \text{ кг/с} \cdot (403.5 - 262.5) \text{ кДж/кг} = 10073 \text{ кВт},$$

Есептеу негізінде (қысым Р-қажыр Н) және (тепература Т-энтропия S) жылулық үрдістер диаграммасы тұрғызылған және 24;25-суреттерде көрсетілген [8].



24-Сурет. R-134a хладагентінде ағын суларында жұмыс атқаратын екі сатылы жылулық сорғы жылулық үрдісінің РН-диаграммасы.



25-Сурет. R-134a хладагентінде ағын суларында жұмыс атқаратын екі сатылы жылулық сорғы жылулық үрдісінің TS-диаграммасы.

Жылу трансформация еселеуіші  $\mu = 2.4$  қажетінше үлкен болмайды, бірақ, басқа үлкен жылулық сорғылар түрлері үшін қол жетімсізшықтағыштар мен буландырғыштарға:

$$\Delta t = t_{\text{конд}} - t_{\text{исп}} = 90.1 - 3.5 = 86.6 \text{ } ^\circ\text{C};$$

Хладагент температурасының үлкен диапазондық айырмашылығы бар жылулық сорғы есебінің нұсқасы арнайы таңдалатынын ескеру қажет.

1.7.4 Озон қабаты мен жаһандық жылуына әсер етпейтін, жылулық сорғылары үшін хладагенттерді шығару мәселелері

R-134a озон қабатына ( $ODP = 0$ ) әсер етпейтін, бірақ  $CO_2$  мен салыстырғанда  $GWP = 1340$  жаһанды жылыну потенциалы бар парниктік әсерге әсер етуші, үшінші ұрпақ хладагенті болып саналады. Қазіргі таңда  $GWP < 150$  болатын 4-ші ұрпақ хладагенттерінің өндірулері жүруде. Негізгі тағайындалуы автомобиль кондиционерлерінде қолданылатын,  $GWP = 4$  және  $ODP = 0$  бар фторлы пропилендердің (3,3,3,2-тетрафторпропилен) изомері болып саналатын, R-1234yf ( $CF_3-CF=CH_2$ ) хладагенті алынды.

Жылудың өзгеру қағидасына негізделген R-1234yf хладагентті жүйесінің барлық қажеттілігін қамтамасыз етпейді. Салыстыру үшін оның критикалық температурасы  $96\text{ }^\circ\text{C}$  R-134a температурасына қарағанда 5 градусқа төмен, сәйкесінше температуралық жылулық сорғы жұмыстарының шарттарында R-1234yf таңдау тиімді болмайды. Сондықтан жаңа хладагенттер іздеу және ол  $GWP < 150$  екенін дәлелдеу қажет, және де уытты емес және жарылысқа қауіпсіз екенін анықтау қажет [9].

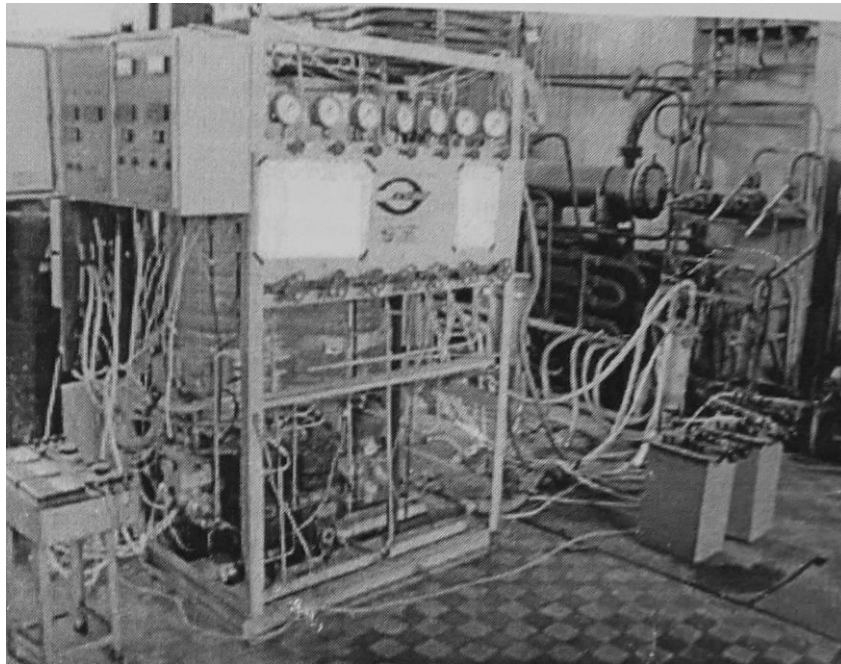
Осылайша жаңа 4-ші ұрпақтық хладагенттерді табу қажет, олардың термодинамикалық қасиеттерін талдау және қолдау қажет, технологиялар мен олардың өндірісінің шығарылуы, олардың энергетикалық және экологиялық тиімділігін бағалау, 3-ші ұрпақ хладагенттерінің алмастыруы ретінде қолдану қажет.

1.7.5 R744 көміртегі оксидіндегі жылулық сорғылардың жаңа түрлері

Қазіргі таңда әлемде суыту машиналарының (СМ) және жылулық сорғылардың (ЖС) жұмыстық заты ретінде көміртегі оксидіне ( $CO_2$ , R744) ерекше көңіл бөлініп жатыр.

R744 жанбайтын, улы емес, озон қабатын бұзбайды және де қолданылып жүрген жұмыс заттардың арасында жаһандық жылынуға ең төменгі әсер етеді. Онымен қоса ол кез келген мөлшерде қолжетімді және арзан.

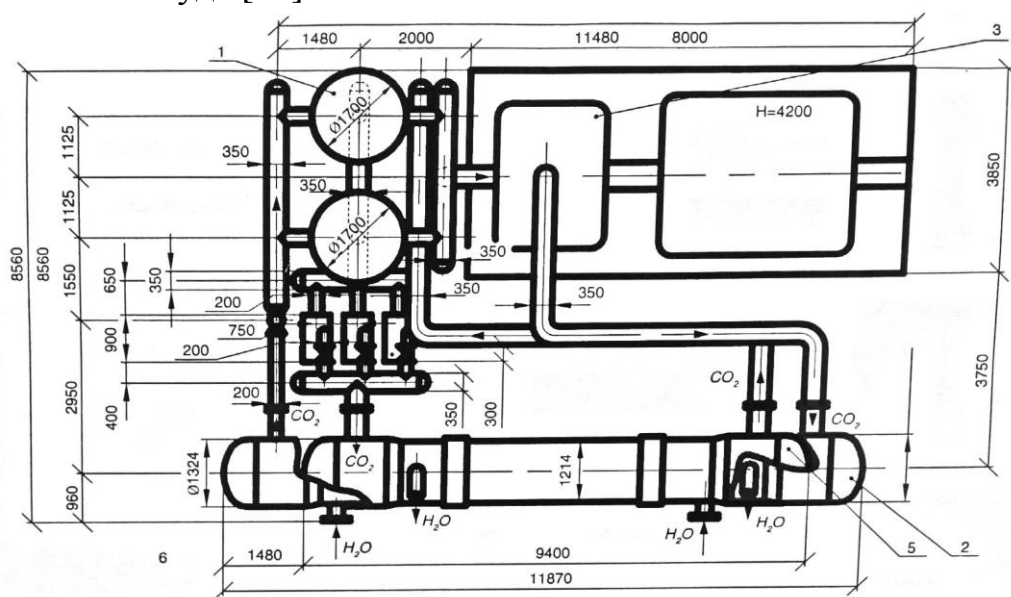
Көміртегі оксидіндегі жылулық сорғылар (ЖССО<sub>2</sub>) - жаңа ағымдағы машиналар. 2002-2006 жж аралығында ЖССО<sub>2</sub> қатысты ғылыми-зерттеулік, тәжірибелік-құрылыдық жұмыстар мен жобалық жұмыстар жүргізілді. «НПО Гелиймаш» акционерлік қоғамында жылулық қуаты 20кВт ЖССО<sub>2</sub> жасалып сынақтан өткілген (26-сурет).



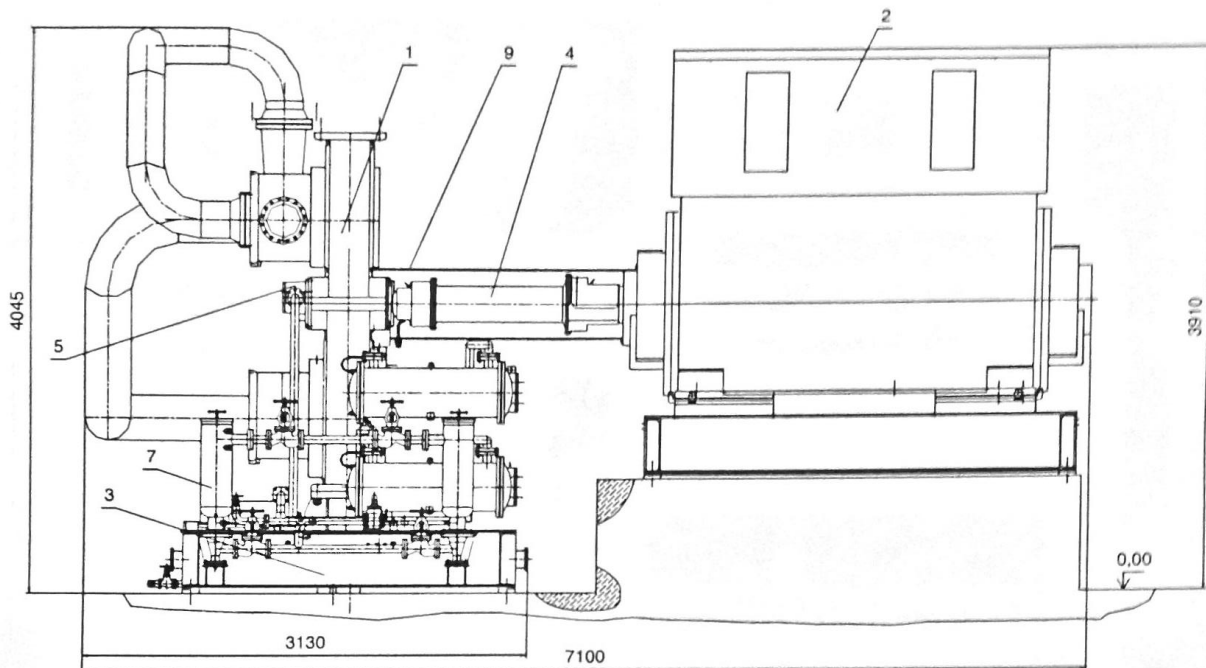
26-Сурет. 20 кВт көміртегі оксидіндегі жылулық сорғы

Көміртегі диоксидіндегі жылулық сорғы өзінің газсұйықтық жылуқозғалымының арқасында бастапқы қайратты (органикалық отын) 1,8 есе аз қолданады. ЖЭС құрамында жылулық сорғы жылуландыру жүйесін қоректендіретін суды, жылуландыру суының өзін де және ыстық сумен қамту суын да жылыта алады.

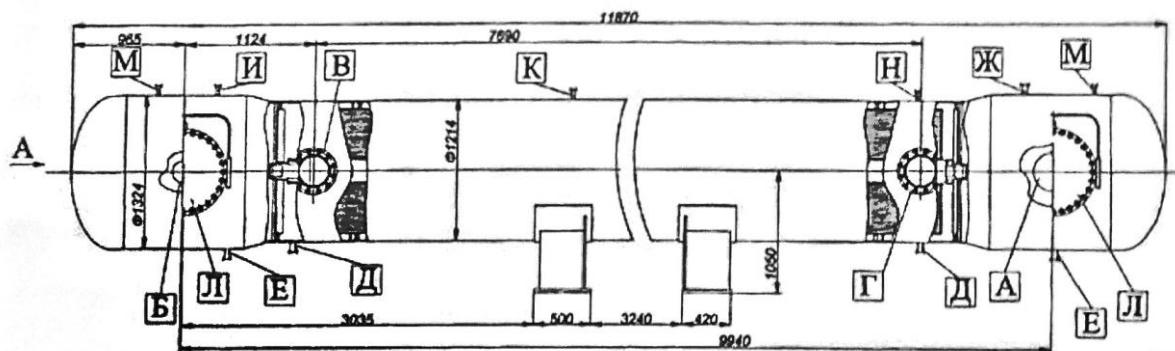
Қазіргі таңда жылулық қуаты 23 МВт-қа дейінгі жылулық сорғысының (ЖССО2-23000) құрылымдық құжаттамасы жасалған. Жасалған ЖССО2-23000 негізгі элементтері: құбырсығымдағыш агрегаты (28-Сурет), құрылғы агрегаты (27,29,30,31-Суреттері), автоматты басқару жүйесі, қосымша қондырғылар, құбырлар. Соңғы кезеңде жалпы жылулық қуаты 35 МВт-қа дейін жететін екі ЖССО2-23000 сорғысынан тұратын және өндірістік нысандарды жылумен қамдау үшін арналған жылулық сорғысының жобалық құжаттамасы жасалуда [10].



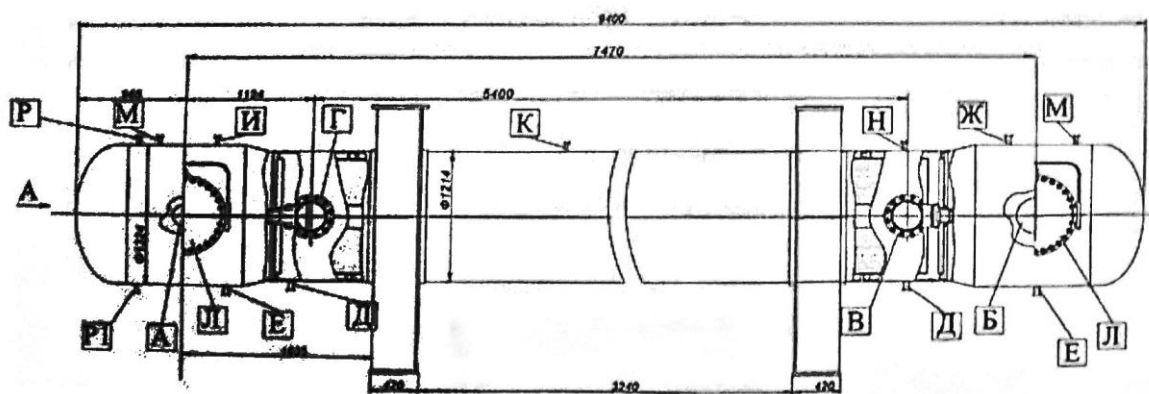
27-Сурет. ЖССО2-23000 орналастыру



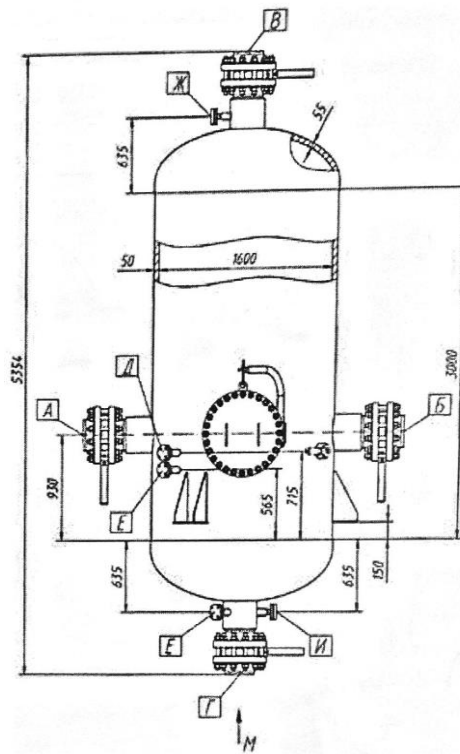
28-сурет. ЖССО2-23000 құбырсығымдағыш агрегаты



29-Сурет. ЖССО2-23000 газсуытқышы



30-Сурет. Буландырғыш



31-Сурет. ЖССО2-23000 сұйық бөлгіші

#### 1.7.6 R744 жылу сорғыларын қолданудың масштабы және келешектегі қолданылуы

Көміртек диоксиді (R744) алғашқы табиғи жұмыс заттарының бірі ретінде тоназытқыш техникасында қолданылған. Уақыт өте ол аммиакпен және фреондармен шығарылып, технологиялық және әмбебап хладагенттер ретінде әртүрлі температурлық деңгейлерде суықты өндіру үшін қолданылған.

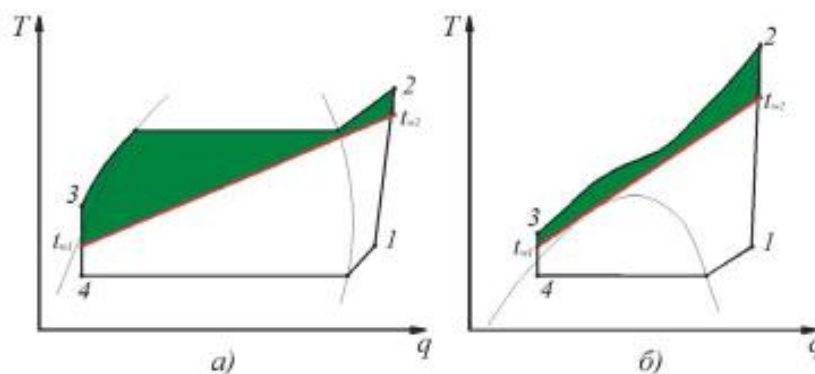
Өткен ғасырдың 80-шы жылдарында көміртек диоксиді хладагент ретінде қайта талап етілді, әсіресе экологиялық қауіпсіздің тұрғысынан қарастырылса, қазіргі таңда кең көлемде қолдануда жалғасын тапты. Әмбебап термодинамикалық, жылу физикалық және көміртек диоксидтерінің басқа да ерекшеліктері арнайы базалық қондырғылар мен тоназытқыш машиналарының толымдаушы элементтерінің құруды талап етті. Қазіргі таңда бір қатар фирмалар (Bitzer, Dorin, Bock, Emerson, Embraco, Carrier и др.) сериялы поршенді және кір жуғыш (Sanyo, Bitzer, Daikin, Emerson) компрессорлары шығаруда, олар 140 барға ейінгі ауа қысымына арналған. 2012 жылдың тамыз айында поршенді ортагерметикалық компрессордың сынағы ойдағыдай өткізілді.

R744 тоназытқыш техникасында қолданудағы өзгешілігі ол ең алдымен оның қайнау кезіндегі температурасының төмен болуы (сублимация  $-78,4^{\circ}\text{C}$ ) және тығыз байланыста болған төмен температуралық ( $31,1^{\circ}\text{C}$ ) деңгейде ерекше атап көрсетуге болады. Біріншісі жүйедегі жоғары деңгейдегі қысымды көрсетсе, екіншісі булық сұйық термодинамикалық (БСК) кезеңін кең көлемде қолданылады. Сонымен қатар кең көлемде қолданылып келе жатқан БСК дәстүрлі жұмыс заттарындағы конденсаттар процесінде R744

бу газымен алмастырылған. Тоңазытқыш машиналарында БСК іске асыруда R744 энергияның артық шығындары толыққанды теңелту мүмкін емес, себебі ол көптеген орны толмас шығындармен байланысты болғандықтан көміртек диоксидінен құрылатын газ аралас жылудың берілуі қамтамасыз етіледі. Мұндай тоңазытқыш машиналарды қолдану энергетикалық тиімділігі басқа мәселелерге қарағанда орынды болып табылады. Ал енді керісінше газ сұйық кезеңдерін жылу сорғылары арқылы іске асыру олардың жоғары тиімдімі болуына жағдай жасайды.

Жылу сорғыларының газ сұйық кезеңінің ерекшеліктері

Жылу берушінің қыздыру кезеңдегі қажетті температурасы 40.....110<sup>0</sup>С аралығында болады және ондағы температуралардың айырмашылықтары шығу және кіру кезеңде 15.....60К құрайды. R744-дегі ГСК энергиялық тиімділігі фреондағы БСК жағдайынан жоғары болады. R744 қыздыру кезінде ГСК қысымымен байланысты емес, сондықтан да температураның өзгеруі мұздату кезінде болып, кіші диапазонда қарастырылады. ГСК-ның R744 жағдайындағы басқа да ерекшеліктерінің қатарында ерекше атап өтетін мәселе ол қыздыру қысымы мен қайнаудың төменгі арақатынасын көрсетіп, жылу өнімділігінің жоғары меншікті салмағын білдіріп, компрессорлардың тиімділігін айқындап береді. Нәтижесінде қысымның жоғары деңгейі мен R744 газ тәрізді тығыздықтың жылу алмасу аппараттарындағы жылу беруі көбейе түседі.



32-Сурет. Жылулық сорғының жылуқозғалымдық кезеңдері:

а – бусұйықты; б – газ сұйықты

СО<sub>2</sub> ЖС алғашқы тәжірибелік үлгілері.

Сонымен газ сұйықтары кезеңін пайдаланудың көміртек диоксидіндегі жылу сорғысы бойынша ой пікір Густав Лорентценке қатысты болып отыр. Бұл пікірдің басты мәні жылу сорғыларын іске асыру барысында экологиялық тұрғыдан қауіпсіз жұмыс орнының болуы энергетикалық тиімділікке зиян келтірмей жүргізіледі. 1989 жылғы патент жылу сорғысының техникасын көміртек диоксидінде әзірленеді.

Көміртек диоксидінде негізінде жасалған жылу техникалардың алғашқы тәжірибелік үлгілерін жасау бойынша жұмыстар Норвегияда, Жапонияда және Ресейді жүргізілді. ЖС 50 КВт жылу өнімділігінің алғашқы прототипі 1998 жылы Норвегия техникалық институтының ұжымымен ұсынылған болатын. Осы жылы жапондық өндірушілерімен Denso компаниясының компрессордары негізінде 6 кВт жылу өнімділігі әзірленді, олар бұған дейін



СО<sub>2</sub> автокөлік кондиционерлерін әзірлеуде Лорентценмен бірлесе жұмыс жасаған болатын.

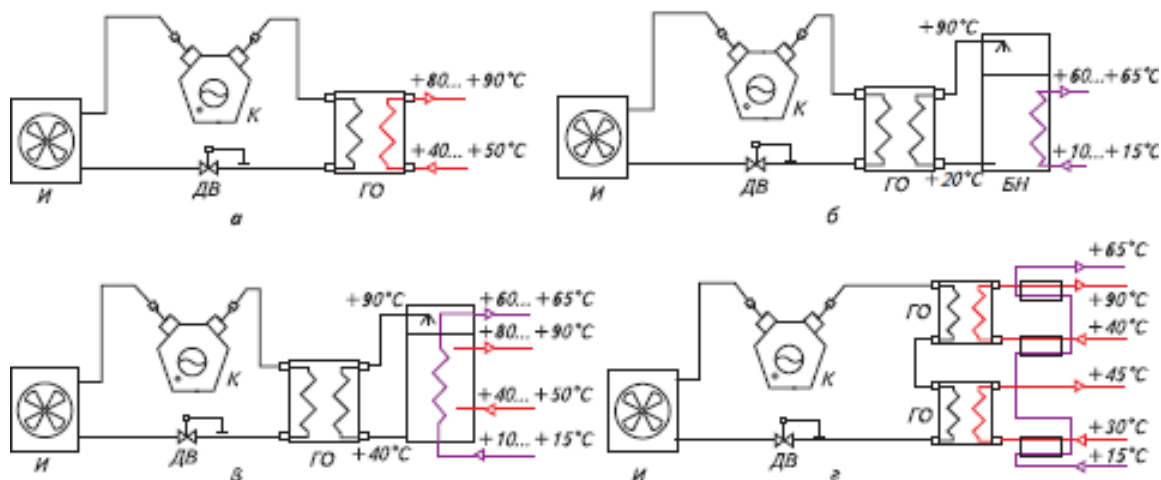
Ресейде көміртек диоксиді негізінде 20 кВт қуаттылығымен жылу насосының пилоттық үлгісі 2004 жылы «ЭКИП»НПФ, МГУИЭ және «гелиймаш» НПО»ААҚ ұжымдарымен ұсынылған болатын. ЖН негізгі техникалық шешімдері патентпен қорғалған және онда ғылыми-техникалық жұмыстардың нәтижелері арқылы қарастырылған.

Жылумен қамту жүйесінде ГСК-мен ЖС-ның негізгі сызбаларын қолдану және пайдалылық критерийлері.

Пайдалылық критерийлерінің жалпы жағдайында жылу сорғыларын жылумен қамту жүйесінде қолдану соған балама жылу қайнар көздерімен салыстырудың нәтижелері, яғни ұзақтықтардың болуы. Сонымен газ қазандықтарын ПӘК-0,8 қажетті ЖС энергиясының ең төменгі температурада пайда болуы төменгі тиімділік жылуының температурасы 2,5 кем емес болуы тиіс; ал енді электрі бойлерді ауыстыру кезінде -1,5 кем емес болуы қажет. ГСК іске асыратын жылу сорғыларының ерекшеліктері келесі сызбаны қолдануға жетелейді, яғни «су-су» және «ауа-су» мұндағы олардың өнімділігі 100 кВт дейін болады. ЖС бірінші тобының өнімділігі өсе түседі [11].

Көміртегі оксидіндегі жылулық сорғылардың тәжірибелік сүлебелері 33-суретте көрсетілген.

R744 жылулық сорғысындағы жылулық сорғылы жылуландыру жүйесінде әр түрлі төменгі тиімділіктегі жылу көздері қолданылуы мүмкін: топырақты сулар, топырақ, су қоймалары, техногенді көздері және тағы басқалар. Осыған орай төменгі тиімділікті жылу көздерінің әрқайсысына жылулық сорғының жеке техникалық шешімі қажет.



33-Сурет. Көміртегі оксидіндегі жылулық сорғысының жылу жіберу сұлбесі: а – жылу алмасу құрылғысымен жылумен қамдау; б – жинау – күбілі ыстық сумен қамту; в – жинау-күбілі стық сумен қамту және жылумен қамдау; г – екі деңгейлі ыстықтықта жылумен қамдау және ЫСҚ; К – сығымдағыш; ГО – газ суытқыш; И – буландырғыш; ДВ – «өзіне дейінгі» кедергілік вентиль; БН – жинау күбісі; қара сызықтар – R744; қызыл – жылыту суы; бозғылт көк – ЫСҚ суы.

## II ӨМІРТІРШІЛІК ҚАУІПСІЗДІК бөлім

### 2.1 Жылутехникалық сипаттама

Мен дипломдық жобамда жылулық сорғылы ЖЭС-ті жобалауды қарастырдым. Яғни, Алматы 2-ші Жылуэлектрорталығында градирняны жылулық сорғымен алмастыру. Алматы 2-ші Жылуэлектрорталығы Қазақстан бойынша электр және жылу энергиясын өндіретін, ең үлкен шаңды көмірлі станция болып табылады. 2-ЖЭО Алматы қаласы Қарасай ауданы Алғабас ауылында орналасқан.

2-ЖЭО-да орнатылған негізгі қондырғылар:

- алты бу шығыры

ПТ-80/100-130/13 типті үш шығыр;

Р-50-130 типті бір шығыр;

Т-100/120-130 типті екі шығыр.

- БКЗ-420-140-7с типті жеті қазан орналасқан, олар жалпы 140 ата жинағышқа жұмыс істейді.

2-АЖЭО негізгі 7 функционалды жүйесі: энергетикалық қазандар, бу турбиналар және жылулық қондырғылардан тұратын негізгі корпус; қазандар мен жылу желіні толықтыратын суды химиялық тазалау бөлімі; отындық шаруашылық; салқындатушы жүйелер; гидрокүлқожшығару жүйесі; сорғы станциясы; технологиялық құбырлар комплексі.

2-АЖЭО жер сілкініс қауіпсіздік шараларын алдын-алу мақсатында 12 м тереңдікте орналастырылған. Негізгі қолданатын отын түрі – Екібастұз көмірі. Тұтандырушы отын мазут болып табылады. 2-ЖЭО-де бөлінетін зиянды заттар мен шығындарды азайту үшін тиімділігі жоғары күлұстағыштар орнатылған. Ал түтін газдар биіктігі  $H = 129$  м және диаметрі  $D_y = 6$  м (1 құбыр) және  $D_y = 6,6$  м (2 құбыр) болатын түтін құбырлары арқылы тазартылады. №1 құбыр 1-4 қазанға жалғанған, №2 құбыр 5-7 қазандарға жалғанған. Зиянды заттарды тастау ай сайын есептеліп, қатаң қадағаланып отырылады.  $NO_x$  және  $CO_2$  түтін газдарының концентрациясы химиялық жолмен анықталады.

Мен осы дипломдық жобада өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі бойынша келесі мәселелерді қарастырдым: станциядан шығатын зиянды қоспалардың атмосферада сейілуін есептеу, санитарлы-қорғаныс аймағын анықтап, графигін тұрғызу және де ауадағы шаңның зияны мен одан қорғану.

### 2.2 Жалпы станцияның санитарлы-қорғаныс аймағын анықтап және зиянды қоспалардың әуеде сейілуін есептеу

Станция айналасындағы ластанған аймақты анықтау керек.

Бастапқы деректер (кесте 1,2) келтірілген.

1 - кесте. Бастапқы деректер

Түтін құбырының биіктігі, Н, м	129
Саға диаметрі, м	6
Газдың шығу жылдамдығы $W_0$ , м/с	6

$T_r, ^\circ\text{C}$	180
$T_b, ^\circ\text{C}$	23
Шыққан ванадий оксидінің тотығы $M_{V_2O_5}, \text{г/с}$	0,211
Шыққан күкірт қос тотығы $M_{\text{so}_2},$ г/с	210
Шыққан азот тотығы $M_{\text{NO}_x}, \text{г/с}$	34,1
Шыққан қатты заттар мөлшері $M_{\text{қз}}, \text{г/с}$	165,7
Ауданның орналасуы	Алматы

2 – кесте. Жел бағытының орташа жылдағы қайталануының мәндері, Р, %

Бағыты Қала	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
Алматы	12,4	16,2	12,9	10,0	11,9	11,9	13,3	11,4

Зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәнін анықтау керек.

$$C_m = \frac{AxMxFx\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 x \Delta T}}$$

Мұнда, А- стратификациялық температураның коэффициенті Қазақстан үшін А=200

М – уақыт бірлігінде шығарылатын зиянды заттардың массасы, г/с,

F – заттарға сінудің жылдамдығын анықтайтын коэффициент,

$F_1 = 1$  газ тәріздес заттарға тазартылған шығарылымдадың орташа эксплуатациялық коэффициенті 90% - дан үлкен болғанда 2, ал 75-90 болса 2,5, 75-тен аз болғанда 3.

$\eta$  - аймақтық рельеф коэффициенті;  $\eta = 1$  түзу жазықтық үшін;

H – биіктік, м

$V_1$  – газды ауа қоспасының шығыны, м<sup>3</sup>/с;

$\Delta T = T_r - T_b, ^\circ\text{C}$

m және n коэффициенттерінің мәндері f,  $v_m, v'_m$  және fe параметрлеріне тәуелді анықталады ( онда  $\Delta T = T_r - T_b = 180 - 23 = 157 ^\circ\text{C}$  )

$$f = 1000 \cdot \frac{D \cdot \omega_0^2}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{6^2 \cdot 6}{129^2 \cdot 157} = 0,082;$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 36}{4} \cdot 6 = 169,56 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{169,56 \cdot 157}{129}} = 3,841;$$

$$v_m^1 = 1.3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H} = 1.3 \cdot \frac{6 \cdot 6}{129} = 0,362;$$

$$f_e = 800 \cdot (v_m^1)^3 = 800 \cdot (0,362)^3 = 38,2;$$

m –ді табамыз ( $f < 100$  болғандағы):

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.341 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{0,08} + 0.341 \cdot \sqrt[3]{0,08}} = 1,18$$

$$n = 4.4 \cdot v_m = 4,43 \cdot 3,841 = 17,015, \text{ себебі } v_m > 2;$$

Зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәнін табамыз:

SO<sub>2</sub> үшін:

$$C_{MSO_2} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 210 \cdot 17,015 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{169,56 \cdot 157}} = 2,57 \text{ мг/м}^3;$$

$$\text{ШПК}_{\text{м.р}(SO_2)} = 0,5 \text{ мг/м}^3;$$

$$\frac{C_{MSO_2}}{\text{ШПК}_{\text{м.р}(SO_2)}} = \frac{2,57 \text{ мг/м}^3}{0,5 \text{ мг/м}^3} = 5,14;$$

Көздерден шығарылған заттардың аралығы  $X_M$ (м) жердегі концентрациясы  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) жағымсыз жағдай кезде метрологиялық шарттағы мәні  $C_M$ , мына формуламен анықталады:

$$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H;$$

Мұнда өлшемсіз коэффициент  $d$  келесі формуламен анықталады:

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 7 \cdot \sqrt{3,84} \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{0,082}) = 15,38 \text{ м};$$

$$X_{MSO_2} = \frac{5-1}{4} \cdot 15,38 \cdot 129 = 1984,02 \text{ м};$$

NO<sub>x</sub> үшін:

$$C_{MNO_x} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 34,1 \cdot 17,015 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{169,56 \cdot 157}} = 0,275 \text{ мг/м}^3;$$

$$X_{MNO_x} = \frac{5-1}{4} \cdot 15,38 \cdot 129 = 1984,02 \text{ м};$$

$$\text{ШПК}_{\text{м.р}(NO)} = 0,6 \text{ мг/м}^3;$$

$$\frac{C_{MNOx}}{ШРК_{м.р(NO)}} = \frac{0,275 \text{ мг/м}^3}{0,6 \text{ мг/м}^3} = 0,46;$$

Ванадий (V) оксиді үшін:

$$C_{MV_2O_5} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 0,211 \cdot 17,015 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{169,56 \cdot 157}} = 0,0017 \text{ мг/м}^3;$$

$$X_{MV_2O_5} = \frac{5-1}{4} \cdot 15,38 \cdot 129 = 1984,02 \text{ м};$$

$$ШРК_{м.р(V_2O_5)} = 0,002 \text{ мг/м}^3;$$

$$\frac{C_{MV_2O_5}}{ШРК_{м.р(V_2O_5)}} = \frac{0,0017 \text{ мг/м}^3}{0,002 \text{ мг/м}^3} = 0,85;$$

Қатты бөлшектер үшін:

$$C_{Mкз} = \frac{A_x \cdot M_x \cdot F_x \cdot m_x \cdot n_x \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{200 \cdot 165,7 \cdot 17,015 \cdot 1,18 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{169,56 \cdot 157}} = 1,339 \text{ мг/м}^3;$$

$$X_{Mкз} = \frac{5-1}{4} \cdot 15,38 \cdot 129 = 1984,02 \text{ м};$$

$$ШРК_{м.р(кз)} = 0,15 \text{ мг/м}^3;$$

$$\frac{C_{Mкз}}{ШРК_{м.р(кз)}} = \frac{1,339 \text{ мг/м}^3}{0,15 \text{ мг/м}^3} = 8,9;$$

Желдің қауіпті жылдамдығында  $U_M$  зиянды қоспалардың жердегі концентрациясы  $C$ , ( $\text{мг/м}^3$ ) атмосферада факел осі бойынша шығарылым көздерінен әр түрлі аралықтағы қоспасы мына формулалар арқылы анықталынады:

$$C = S_i C_M;$$

Мұндағы  $S_i$  – өлшемсіз коэффициент, ол  $X/X_M$  қатынас және  $F$  коэффициенті бойынша анықталады:

$$S_i = 3 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2, \text{ кезде } \frac{X}{X_M} \leq 1;$$

$$S_i = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1}, \text{ кезде } 1 \leq \frac{X}{X_M} \leq 8;$$

$$\chi = 50 \text{ м}, \quad \frac{\chi}{\chi_m} = \frac{50}{1984,02} = 0,025;$$

$$S_1 = 3 * \left(\frac{\chi}{\chi_m}\right)^4 - 8 * \left(\frac{\chi}{\chi_m}\right)^3 + 6 * \left(\frac{\chi}{\chi_m}\right)^2 = 3 * 0,025^4 - 8 * 0,025^3 + 6 * 0,025^2 = 0,003684;$$

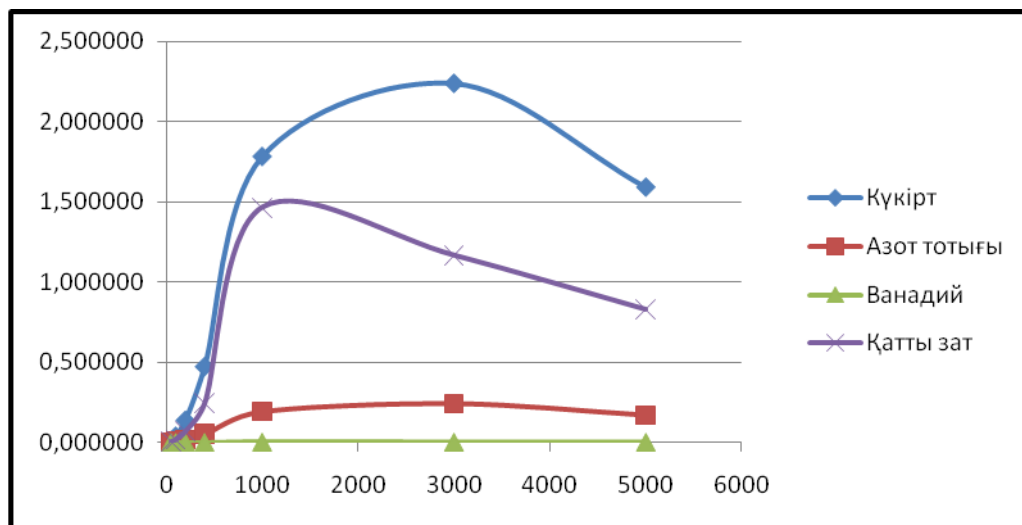
$$\chi = 1000 \text{ м}, \quad \frac{\chi}{\chi_m} = \frac{1000}{1984,02} = 0,5;$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 * \left(\frac{\chi}{\chi_m}\right)^2 + 1} = \frac{1,13}{0,13 * (0,5)^2 + 1} = 0,69;$$

3 - Кесте. Есептеулер нәтижесі

X	Xm	X/Xm	S1	Cso2	C NOx	C(V2O5)	C (к. зат)
50	1984,02	0,0252	0,003684	0,009467	0,001013	0,000006	0,004933
100	1984,02	0,0504	0,014238	0,036591	0,003915	0,000024	0,019064
200	1984,02	0,100805	0,053085	0,136429	0,014598	0,000090	0,071081
400	1984,02	0,20161	0,183279	0,471028	0,050402	0,000312	0,245411
1000	1984,02	0,5040271	0,693516	1,782337	0,190717	0,001860	1,464697
3000	1984,02	1,5120815	0,871086	2,238692	0,239549	0,001481	1,166385
5000	1984,02	2,5201358	0,618961	1,590729	0,170214	0,001052	0,828788

3 – кесте негізінде келесі графикті тұрғызамыз:



1 - сурет. Зиянды заттар концентрациясының арақашықтыққа тәуелділігі

$$\frac{C_{MNOx}}{ШРК_{MP(NO)}} = 0,46; \quad \frac{C_{MSO2}}{ШРК_{MP(SO2)}} = 5,14; \quad \frac{C_{MV2O5}}{ШРК_{MP(V2O5)}} = 0,85; \quad \frac{C_{MKZ}}{ШРК_{MP(KZ)}} = 8,9;$$

$$C_1/ШРК_1 + C_2/ШРК_2 + \dots + C_n/ШРК_n \leq 1$$

$$0,46 + 5,14 + 0,85 + 8,9 = 15,35 > 1$$

Кәсіпорындағы санитарлы – қорғаныс зона (СҚЗ) шекарасын мына формуламен анықтайды:

$$L=L_0*P/P_0;$$

мұндағы  $L_M$  - СҚЗ есептік өлшемі;

$L_0(m)$  – берілген жердегі жергілікті аймақты есептейтін өлшем, мұнда зиянды заттардың концентрациясы ШРК – дан асады.

$P$  (%) – бұл қарастырылған румбтағы орташа жылдағы жел бағытының қайталануы;

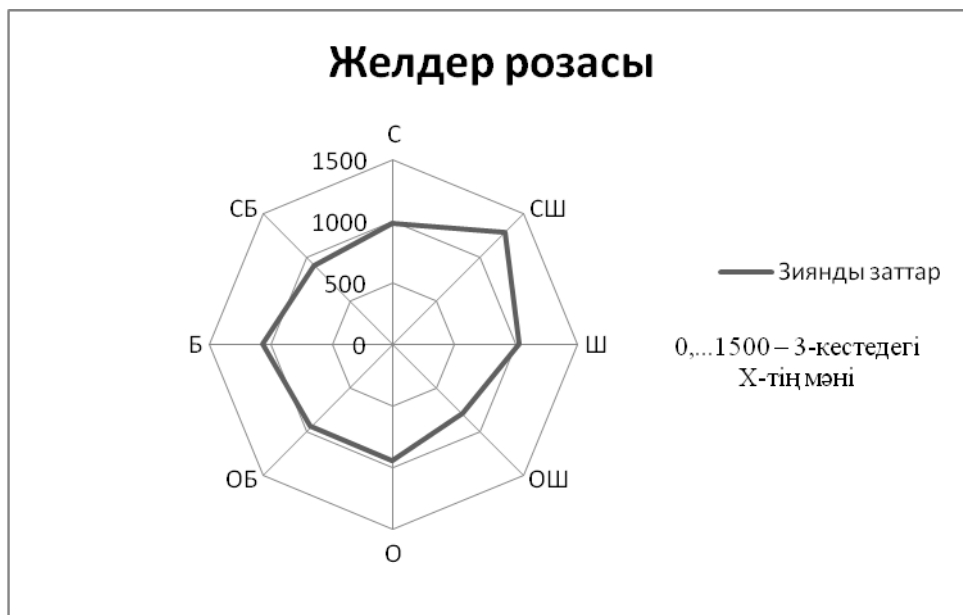
$P_0(\%)$ - Роза желдерінің шеңберіндегі бір румбтағы жел бағытының қайталануы.

4 - кесте. Жел тармақтарының мәндері

Сипаттама	Жел бағыты							
	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
Бағыттың қайталануы, $P(\%)$	12,4	16,2	12,9	10,0	11,9	11,9	13,3	11,4
Жылдық жел тармағы бойынша бір румбтағы жел бағытының қайталануы, $P_0$	12,5							
Қатынас $P/ P_0$	0,99	1,3	1,03	0,8	0,95	0,95	1,06	0,91
Өлшем СҚЗ, $L_0, m$	1000							
Өлшем $L, m$	990	1300	1030	800	950	950	1060	910

5 - кесте. Желдер розасы

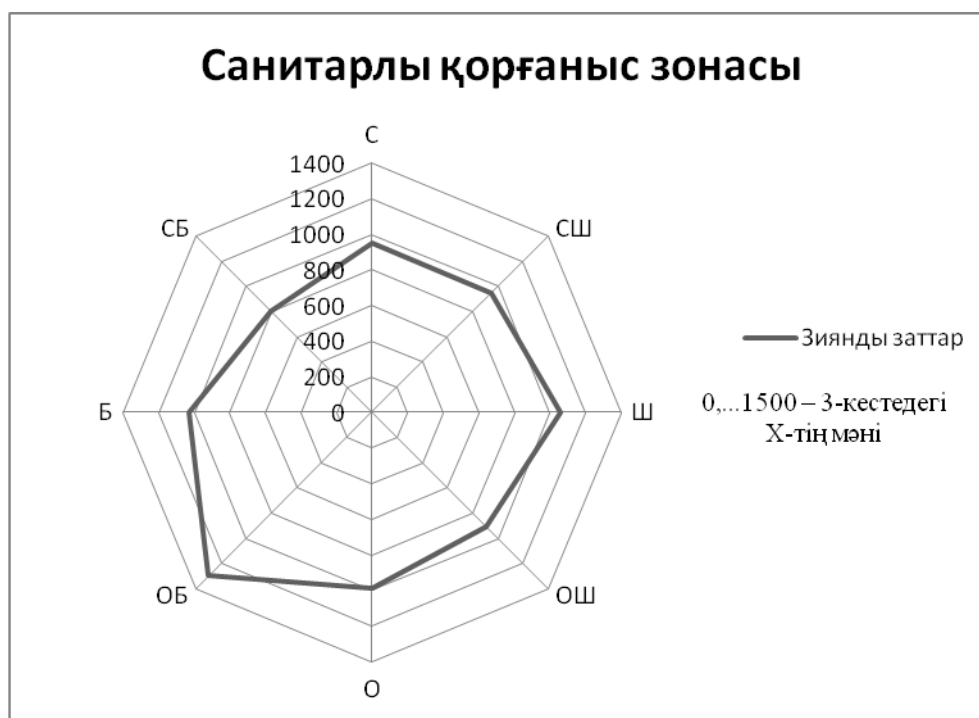
С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
990	1300	1030	800	950	950	1060	910



2 – сурет. Желдер розасы

6 - кесте. Санитарлы қорғаныс зонасы

С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
950	950	1060	910	990	1300	1030	800



3 - сурет. Жел тармақтары

### 2.3 Ауадағы шаңның зияны мен одан қорғану

Өнеркәсіп және құрылыстағы көптеген технологиялық үрдістер, адам ағзасына және негізінен оның тыныс алу мүшелеріне жағымсыз әсер ететін шандарды шығарумен байланысты. Шаң – қатты заттың майда бөлшектері, олар өндірісте қатты заттарды бөлу және ұсақтау кезінде, бұйымдарды дайындау, оларды өңдеу және тасымалдау кезінде пайда болады.



Адам ағзасына шаңның зиянды әсер ету дәрежесі тыныс алу кезінде жұтқан ауа мөлшеріне байланысты. Шаңның дисперсиялық дәрежесі, олардың пішіндері және химиялық құрамына тәуелді. Адам ағзасына әсерінің сипаты бойынша шаң уытты және тітіркендіргіш болып бөлінеді. Уытты шаң биологиялық орталарда таралып, ағзаға енгізілген у ретінде әсер етеді де улануға алып келеді. Уытсыз шаң газдарды адсорбциялауы мүмкін, соның әсерінен ол улы болып шығуы ықтимал.

Мысалы, көмір шаңы мен күлі көміртегі қышқылына адсорбациялануы мүмкін.

Өкпеге ұзақ уақыт бойы енген шаң олардың созылмалы ауруға – пневмокониозға шалдықтыруы мүмкін, ол өкпенің тыныс алу беттерінің шектелуіне және адамның барлық ағзасында өзгерістер туындауына әкеліп соқтырады. Әсіресе өлшемдері 1 – ден 10 микронға дейінгі тозаңдар қауіпті. Себебі олар өкпеге терең ене алады. Біршама ірі тозаңдар жоғарғы тыныс алу жолдаының шырышты қабатында қалып қояды, ал біршама ұсағы шығып кетеді. Шаңның тікелей әсері тітіркендіргіш болуы мүмкін, асқазан және шырышты қабаттағы, көздегі басқалай өзгерістерге, бронхиалды астмаға себепкер болуы мүмкін.

Пішіні бойынша жиектері үшкір ұшталған және инелі тозаңдар өте қауіпті (асбест, шыны, металдар). Шаңда электрлік заряд болуы мүмкін, ол оның өкпеге шөгілуін жеңілдетіп, ағзада қалатын шаңның мөлшерін жоғарылатады.

Шаңның болатын аурулардың алдын-алу үшін зиянды заттардың концентрациясын нормалаудың мағынасы өте зор, ол ГОСТ 12.1.005 – 88 бойынша жүзеге асырылады. Жұмыс аумағындағы ауаның жалпы синитарлы-гигиеналық талаптарымен шекті жіберілетін концентрация (ШЖК) бекітіледі. ШЖК ретінде күнделікті жұмыс, аптасына 8 сағат аралығында немесе басқаша ұзақтылық кезінде, аптасына 41 сағаттан көп емес аралықтағы барлық жұмыс, уақытында ауруға шалдықпайтын немесе денсаулықтың нашарлануына әкелмейтін концентрацияны қарастырады.

Жұмыс аумағындағы ауаның ШЖК көбеюі шаң әсерінен қорғайтын іс-шараларды жүзеге асыруды қажет етеді. Оған жататындар:

- Өндірістік үрдістерді механикаландыру және автоматтандыру, қашықтықтан басқару;
- Қондырғылар мен технологиялық үрдістерді герметизациялау;
- Өндірістік желдету қондырғысы;
- Ғимараттарды тиянақты жүйелі тазарту;
- Жекелеген қолданыс құралдарын қолдану;
- Шаңды басу;

Тыныс алудан жұтқан шаңның мөлшері ғимараттағы шаң дәрежесіне байланысты, сондықтан жұмыскерлер мен қызметкерлердің денсаулығын сақтау үшін өндірістік ғимарат ауасындағы шаңның шекті жіберілген концентрациясы нормаларының талаптарын орындау міндетті болып табылады.

Өндірісегі ауа ортасының тозаңдануын анықтау таразылық, есептік, радиоизотопты немесе фотоэлектрлік әдістермен жүзеге асырылады. Таразылау тәсілі жүзеге асыруы қарапайым, жасалатын өлшемдердің тура және жылдам алынатындықтан кеңінен таралған. Тәсіл сүзгінің салмағын 2 – 4 минут аралығында шаңды ауаның белгілі бір көлемін өткізгенге дейін және кейін өлшеуге негізделген. Тәсілдің кемшілігі шаңның сапалық сипаттамаларын анықтауға болмайды, яғни оның физико-химиялық қасиеттері анықталмайды.

Есептік тәсіл арнайы кониметр аспаптарының көмегімен ауаның бірлік көлеміндегі шаңды анықтауға негізделген. Шаңды ауа насоспен дымқылданған құбыр арқылы қабылдау камерасына сорылады. Мұнда ол кеңейеді, қысымы түседі, температурасы төмендейді, су булары тозаңда конденсацияланады және олармен бірге заттық шыныға түседі. Шыныдағы су буланғаннан кейін тозаңдар жабысып қалады, оларды микроскоппен масштабты торды қолданып есептеуге болады. Бұл жағдайда шаңның сандық сипаттамасымен қатар сапалық құрамын да анықтауға болады. Тәсілдің кемшілігіне үрдістің ұзақтығы жатады.

Шаңды және фотоэлектрлік үрдістерді сәулелендіру негізінде ПРИЗ – ЖТШӨ (жылжымалы радиоизотопты шаң өлшегіш) және ИКП – ШКӨ (шаңның концентрациясын өлшегіш) аспаптары жұмыс істейді.

Жұмыс аймақтарының ауасындағы шаңның болуына дұрыс жобаланған желдетумен қатар шаңтұтқыш қондырғылар да әсер етеді, олар атмосфераға шаңның шығуының алдын алып, сонымен ағынды желдету жүйесімен жұмыс орындарына берілетін ауа тазалығын қамтамасыз етеді.

Шаңтұтқыштар ретінде гравитациялық (шаң шөккіш камералар), инерциялық (жалюзилі, радиалды, циклонды), ортадан тепкіш әсерлі (ротациялық, ортадантепкіш, құйынды), дымқыл тазалау құрылғылары (скрубберлер, барботажды – көбікті құрылғылар және т.б.), кеуекті сүзгілер (СК), электрсүзгілер қолданылады.

Жетілдірілген шаңтұтқыштардың бірі электрсүзгілер болып табылады. оның жұмысның принципі – коронациялық заряд аймағындағы гаға соққылық ионизация, иондардың зарядын өоспаның бөлшектеріне беру және соңғысын шөгу және короналық электродтарда шөгіндіру.

Электрсүзгілеріндегі шаңды газ шөгу электродтарына түзілген арналармен қозғалады, олардың белгілі бір қашықтық арқылы короналық электродтар орналасқан. Электродтарғы жоғары кернеулі тұрақты ток беріледі [12].

Тыныс алу жолдары арқылы адам ағзасына енетін шаң мен зиянды заттардан тыныс алу мүшелерін қорғау үшін шаңға қарсы, газға қарсы және оқшаулағыш противогаздарды, сонымен қатар оттекті оқшаулағыш құралдарды қолдану ұсынылады. Шаңға қарсы респираторлар ауада аэрозоль (тозаң, түгін, тұман) түрінде болатын зиянды заттардан тыныс алу мүшелеріне қорғауды қамтамасыз етеді, олар зиянды булар мен газдардан қорғамайды, заттардан тыныс алу олар аэрозольдардан қорғамайды. Олардың А,В,Г және КД маркалы патрондармен шығарады. Әмбебап РУ – 60 м

респираторлары ауада аэрозоль, булар және газдар түріндегі кездесетін зиянды заттардан тыныс алу мүшелерін қорғауды қамтамасыз етеді, олар РГП – 67 секілді патрондармен шығарылады. Респираторларды қолдануға болатын бу және газ тәрізді зиянды заттардың концентрациясы шекті жіберілетін нормасы 15 – тен аспауы тиіс.

Дипломдық жобам бойынша өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімін қорытындылай келе, станцияда зиянды қоспалардың атмосферада таралуын есептеп, зиянды заттардың жердегі концентрациясының максималды мәнін  $C_M \text{SO}_2$  үшін  $C_{MSO_2} = 2,57 \text{ мг/м}^3$ ,  $\text{NO}_x$  үшін  $C_{MNOx} = 0.275 \text{ мг/м}^3$ , Ванадий (V) оксиді үшін  $C_{MV_2O_5} = 0.0017 \text{ мг/м}^3$ , Қатты бөлшектер үшін

$C_{Mкз} = 1,339 \text{ мг/м}^3$  есептеліп ШРК-дан асатындығын анықтап шығардым, сонымен қатар санитарлы қорғаныс аймағын анықтап, графиктерін тұрғыздым және де ауадағы шаңның қоршаған ортаға зияны мен оның алдын-алу тәсілдері жайында толыққанды талқыладым.

Сонымен, көрсетіліп отырған есептеулер бойынша бұл өндіріс аймағында тұрғын үйлер, балабақшалар, мектептер және басқа да мекемелер салуға болмайды.

### III ЭКОНОМИКАЛЫҚ бөлім

#### 3.1 Бизнес-жоспар

Экономикалық бөлімде бизнес – жоспар Алматы қаласының 2-жылуэлектрорталығында градирнялар мен суытқыш буландырғыштарды жылулық сорғымен алмастыру үшін жасалды. Швециядан қуаты Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғысын сатып аламыз. Осындай сорғының бесеуі қойылады, сонда жалпы жылулық сорғылардың орташа қуаты 117 МВт-қа тең болады. Қондырғыны сатып алуға және монтаждау жұмыстарына 6975 млн тенге қажет.

#### 3.2 Маркетингтік жоспар

Алматы 2-ЖЭО тұтынушыларды электр қайратымен және жылу қайратымен тәулік бойы үздіксіз қамтамасыз етіп жатыр. Бірақ өнеркәсіптік айналымда қайта қолданылатын сулар 61% болады. Осы төменгі мүмкіндікті қайрат тасығыштар жылына 20-40<sup>0</sup>С-қа тең. Яғни, олардың жылуы қолданбай градирняда суытқыш буландырғышта суытылып, ауаға жылуымен суының бір бөлігін жібереді. Осы ауаға кететін сулардың ыстықтығын қайтадан жүйеде пайдалану үшін бүілестіргіш яғни, жылулық сорғылар қолданылады. Бұл қондырғыларды пайдаланған кезде біз жоғарыда айтылған градирнялар мен суытқыш буландырғыштардың орнына ауыстырамыз. Біз жылуқайраттық өнеркәсіпте қолданылған жылулық тастанды сулардың төменгі мүмкіндікті ыстықтығын жылулық сорғы арқылы қайтадан пайдалана аламыз. Осы қондырығыны біз станцияның бір бөлігінде қолданып, үнемділік жағынан жылуды, отынды және айналым суын үнемдей отырып, тұтынушыларды жылумен үздіксіз қамтамасыз ете аламыз.

### 3.3 Қаржылық жоспар

Есептеу үшін бастапқы берілгендер ретінде станцияға қойылатын жылулық сорғылардың қуаты және сорғының жылу қайратын жылдық өндіру көлемі және 1 Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын шартты отынның меншікті шығысы, отын түрі, оның жылу шығару қабілеті (ккал/кг көмір үшін), отынның бағасы (теңге/т.о.т. көмір үшін), қатты отынның шығарылу көзінен стансаға дейінгі тасымалданатын ара қашықтығы беріледі.

Алматы 2-ЖЭО-ның бастапқы мәліметтеріне және таңдалып алынған жылулық сорғының сипаттамаларына сүйене отырып, экономикалық есептеуді жүргіземін. NPV ЖЭО-на қажет уақытты қанағаттандырып және оның құны өсетіндей тиімді жоба қабылдау қажет. Жылулық сорғыларды сатып алуға және оларды орнатуға қажетті тиімді пайыз мөлшерімен белгілі бір уақыт мерзіміне несие алуын есептеймін және осы инвестицияның өтелу мерзімін табамын.

Алматы 2-ЖЭО-ның бастапқы көрсеткіштері және Unitop 50FY Friotherm AG жылулық сорғысының техника-экономикалық көрсеткіштері:

Жылулық сорғылардың орташа қуаты, Nэ , кВт	117000
Жылулық сорғының жылу қуаты, Q, Гкал/сағ	100
Қондырылған жылу қуатының қолданылған уақыт саны, Tжқ, сағ	5600
Жылу энергияның жылдық өндіруі, Qөнд, мың.Гкал	560
Отын көмір	
Отынның жылу өткізгіштік қабілеттілігі, Qөт, ккал/кг	3960
Отын бағасы, Бо, теңге/т.о.т	2500
Өндіруге кеткен шартты отынның меншікті шығысы:	
жылу энергиясы, бж, кг.ш.о./Гкал	170
Отынды тасымалдау қашықтығы, R, км	1100
Өзіндік мұқтаждыққа жұмсалған шығыс жылу энергиясы, Qөм. , %	0,7

#### 3.3.1 Жылулық сорғының жылдық энергия жіберуі

Жылу энергияның жылдық өндіруі:

$$Q_{\text{өнд}} = Q \cdot T_{\text{мт}} = 100 \cdot 5600 = 560 \text{ мың.Гкал};$$

Жылу қайратының жылдық жіберуі:

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} \cdot (1 - Q_{\text{ө.м.}}) = 560 \cdot (1 - 0,007) = 556,08 \text{ мың.Гкал};$$

#### 3.3.2 Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны:

$$B_{\text{ж}} = Q_{\text{өнд}} \cdot b_{\text{ж}} = 560 \cdot 170 = 952 \text{ мың ш.о.т.};$$

Жалпы отын шығыны:

$$B_{\text{ш}} = B_{\text{ж}} = 952 \text{ мың ш.о.т.};$$

Табиғи отынның шығысы:

$$B_{\text{т}} = B_{\text{ш}} / K_{\text{а}} = 952 / 0,56 = 1700 \text{ мың т.о.т.};$$

Мұндағы аудару еселеуіші:  $K_a = Q_p / Q_{орн} = 3960/7000 = 0,56$ ;  
Отынға жұмсалатын шығын құраушысы:

$$Ш_{отын} = V_t (B_{отын} + B_{тасым}) = 1700 * (2500 + 1650) = 705,5 \text{ млн.теңге.}$$

### 3.3.3 Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

Жылу энергиясының шығындарын ескергендегі отынды қолданудың ПӘЕ:

$$ПӘЕ_{ж} = 143 : b_{ж} \cdot 100\% = 143 / 170 \cdot 100\% = 84,1 \%;$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші:

$$ПӘЕ = (Q_{жіб} / 7 \cdot V) \cdot 100\% = (556,08 / 7 \cdot 1700) \cdot 100\% = 46,7 \%.$$

### 3.3.4 Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

$$Ш_c = Q \cdot 0,14 = 560 \cdot 1,4 = 0,784 \text{ млн.теңге};$$

Мұндағы суға кететін шығын: 1,4 теңге/кВтсағ.

### 3.3.5 Еңбекақы шығындарын есептеу

Жылулық сорғының орнатылған электр қуаты:

$$N_{орн} = Q_{өнд} / \Gamma_m = 560 / 5600 = 117 \text{ МВт};$$

Стансаның қызметкерлер саны:

$$ҚС = K_{ш} \cdot K_{орн} = 0,2 \cdot 117 = 23 \text{ адам};$$

Мұндағы штаттық еселеуіш:  $K = 0,2$ ;

Еңбекақының қосынды қоры:

$$Ш_{са} = Ш_{неа} + Ш_{кса} + Ш_{сса} = 21060000 + 3159000 + 5207085 = 29,42 \text{ млн.теңге.}$$

### 3.3.6 Амортизациялық аударылымдарды есептеу

ЖЭО құрылысына капсалымдар:

$$K = K_{менш} \cdot N_{орн} = 894,5 \cdot 117 \cdot 182 \cdot 1000 = 19047,09 \text{ млн.тг};$$

Амортизациялық аударылымдар:

$$Ш_a = 0,06 \cdot K = 0,06 \cdot 19047,09 = 1142,825 \text{ млн.теңге.}$$

### 3.3.7 Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

$$Ш_{a.жөң} = 0,15 \cdot Ш_a = 0,15 \cdot 1142,825 = 171,42 \text{ млн.теңге.}$$

### 3.3.8 Шығарындыларға төлемдерді есептеу

$$Ш_{шығ} = 120 \cdot V_t = 120 \cdot 1700 = 20,4 \text{ млн.теңге.}$$

### 3.3.9 Жалпы шығындарды есептеу

$$Ш_{жалпы} = 0,2 \cdot (Ш_a + Ш_{са} + Ш_{a.жөң}) = 0,2 \cdot (1142,825 + 29,42 + 171,42) = 268,74 \text{ млн.теңге};$$

1-Кесте. Шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.теңге	Шт, жылу,млн.тг
Отын, $Ш_{отын}$	705,50	705,50
Су, $Ш_{су}$	0,784	0,784

Еңбек ақы қоры $Ш_{ea}$	29,43	29,43
Амортизациялық аударымдар $Ш_a$	1142,8	1142,8
Жөндеу, $Ш_{ж}$	171,42	171,42
Жалпы стансалық, $Ш_{жа}$	268,74	268,74
Шығарындыларға төлемдер $Ш_{шығ}$	20,40	20,40
Барлық шығындар	2339,09	2339,09

### 3.3.10 Энергияны жіберудің өзіндік құнын есептеу

$$S_{ж} = Ш_{жэ} / Q_{жіб} = 2339,09 / 556,08 = 4206,40 \text{ теңге/Гкал};$$

### 3.3.11 Жобаны іске асыруды және пайдалануды экономикалық бағалау

Жылу энергиясын жіберу тарифінің рентабелділігі 20% делік, демек

$$T_{ж} = S_{ж} * 1,2 = 4206,40 * 1,2 = 5047,68 \text{ теңге/Гкал};$$

Жылу энергиясын өткізуден түсетін кірісі мынаған тең:

$$K_{іріс} = T_{ж} * Q_{жіб} = 5047,68 * 556,08 = 2806,91 \text{ млн.теңге};$$

Ал қосынды шығындар мына түрде анықталады:

$$Ш = S_{ж} * Q_{жіб} = 4206,40 * 556,08 = 2339,094 \text{ млн.теңге};$$

Олардың айырмасы пайданың мөлшерін береді:

$$П = K_{іріс} - Ш = 2806,91 - 2339,094 = 467,82 \text{ млн.теңге};$$

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

$$ТП = П * (1 - 0,2) = 467,82 * 0,8 = 374,255 \text{ млн.теңге};$$

Бұл толығымен банкке несиені қайтаруға кетеді, демек қаржылық ағынды CF-ті құрайды. Инвестициялық жобаны бағалауды тек төрт көрсеткіш пайдаланатыны белгілі:

$I_0$  – бастапқы инвестициялар;

CF - несиені қайтаруға жіберілетін қаржы ағыны;

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

n - несиенің күнтізбелік жылы.

$$I_0 = 0,25 \cdot K = 0,25 \cdot 19047,09 = 3809,42 \text{ млн. теңге};$$

### 1. Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі

Бұл инвестициялық жобаны жүзеге асыру нәтижесінде фирманың құны қаншаға көтеріле (немесе сол инвестициядан берілген мерзімде түсетін таза пайданы көрсетеді) алатындығын көрсететін инвестицияны анықтаудың әдісі және ол төмендегідей анықталады:

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0;$$

$I_0$  – бастапқы қаржылық салымдар.

2-Кесте - NPV есептеу

ЖЫЛ	CF	R10	PV10	R15	PV15
0	-3809,42	1,00	-3809,42	1	-3809,42
1	374,26	0,91	340,23	0,87	325,44
2	374,26	0,83	309,30	0,76	282,99
3	374,26	0,75	281,18	0,66	246,08
4	374,26	0,68	255,62	0,57	213,98
5	374,26	0,62	232,38	0,50	186,07
6	374,26	0,56	211,26	0,43	161,80
7	374,26	0,51	192,05	0,38	140,70
8	374,26	0,47	174,59	0,33	122,34
9	374,26	0,42	158,72	0,28	106,39
10	374,26	0,39	144,29	0,25	92,51
11	374,26	0,35	131,17	0,21	80,44
12	374,26	0,32	119,25	0,19	69,95
13	374,26	0,29	108,41	0,16	60,83
14	374,26	0,26	98,55	0,14	52,89
15	374,26	0,24	89,59	0,1228945	45,99
16	374,26	0,22	81,45	0,11	39,99
17	374,26	0,20	74,04	0,09	34,78
18	374,26	0,18	67,31	0,08	30,24
19	374,26	0,16	61,19	0,07	26,30
20	374,26	0,15	55,63	0,06	22,87
21	374,26	0,14	50,57	0,05	19,88
22	374,26	0,12	45,98	0,0462006	17,29
23	374,26	0,11	41,80	0,04	15,04
24	374,26	0,10	38,00	0,03	13,07
25	374,26	0,09	34,54	0,03	11,37
			412,29		-1390,18

$$R = \frac{1}{(1+r)^n}$$

NPV есептеу PV-дің бірінші оң мәніне дейін жүргізіледі. Егер есептеу берілген мерзімде жылдар бойынша тиімсіз болса, онда жобаның стратегиясын қайта қарау керек - CF-ті көбейту немесе r-і төмен банк табу керек.

Егер NPV фирмаға қажет уақытты қанағаттандырса, онда жобаның нәтижесінде фирманың құны өседі, яғни жоба тиімді, оны қабылдау қажет.

Бұл әдістің кеңінен қолданылуы бастапқы шарттардың әртүрлі комбинацияларға барлық жағдайларда экономикалық ұтымды шешімдерді табуға мүмкіндік бере алатын тұрақтылығымен түсіндіріледі.

2. Пайданың ішкі нормаларын IRR есептеу әдісі

Пайданың ішкі нормасы инвестициялау мақсатына бағытталған қаржының өтелу деңгейін көрсетеді. Бұл  $r$ -дің қандай мәнінде  $NPV=0$  болатынын көрсетеді:

$$\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0.$$

$NPV=0$  болған кездегі  $IRR$  – бұл жоба фирманың құнының өсуін қамтамасыз етпейді және оның төмендеуіне әкелмейді.

Бұл дисконттық еселеуіш ( $R= 1: (1+r)^n$ ) инвестицияларды жарамды және пайдасыз деп бөледі.  $IRR$ -ді инвестициялауға капиталды қандай бағаға алғанын және оны пайдаланғанда қандай таза пайда деңгейін алғысы келетіні (барьерлік еселеуіш) ескере отырып фирма өзіне таңдайтын салымдардың өтелу деңгейімен салыстырады.

3-Кесте –  $IRR$  есептеу

жыл	CF	R15	PV15
0	-3809,42	1	-3809,42
1	374,26	0,87	325,44
2	374,26	0,76	282,99
3	374,26	0,66	246,08
4	374,26	0,57	213,98
5	374,26	0,50	186,07
6	374,26	0,43	161,80
7	374,26	0,38	140,70
8	374,26	0,33	122,34
9	374,26	0,28	106,39
10	374,26	0,25	92,51
11	374,26	0,21	80,44
12	374,26	0,19	69,95
13	374,26	0,16	60,83
14	374,26	0,14	52,89
15	374,26	0,1228945	45,99
16	374,26	0,11	39,99
17	374,26	0,09	34,78
18	374,26	0,08	30,24
19	374,26	0,07	26,30
20	374,26	0,06	22,87
21	374,26	0,05	19,88
22	374,26	0,0462006	17,29
23	374,26	0,04	15,04
24	374,26	0,03	13,07
25	374,26	0,03	11,37
			-1390,18

$IRR$  шамасы төмендегі кейіптемемен анықталады:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \cdot (r_2 - r_1) = 10 + \frac{412,29}{412,29 + 1390,18} \cdot (15 - 10) = 15\%$$



IRR жоба бойынша тәуекел деңгейінің индикаторы болады - IRR қаншалықты фирмамен қабылданған барьерлік еселеуіштен көп болса, соншалықты жобаның беріктік қоры көп болады және соншалықты болашақтағы қаржылық түсімдерді бағалау кезіндегі қателіктер қорқынышты болмайды [13].

### 3. Инвестицияның өтелу мерзімін PP есептеу

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

$$PP = \frac{I_0}{CF_n} = \frac{3809,42}{374,26} = 10,17 \text{ жыл}$$

Өтелу мерзімі 10,17 жыл, яғни 10 жыл 2 ай.

### Қорытынды

Экономикалық бөлімде Алматы 2-ЖЭО-на жылулық сорғыларды орнатқан жағдайда жылулық сорғылардың техника-экономикалық көрсеткіштерін есептедім. Бұл есептеудің мақсаты жобаны іске асыру барысында қанша мөлшерде ақшалай қаражат қажет екендігі және ол қаражатты қайдан, сонымен қатар ол қаражаттың қанша уақытта ақталатындығы, яғни алған қарыз несие қаражаттың төлену уақытын есептедім.

## Қорытынды

Міне, осы дипломдық жобада мәліметтерге, есептеулерге қарай отырып жылулық сорғының кәсіптік өнеркәсіптерде ғана емес, жылу электр орталықтарында да қолданудың тиімді екенінен көз жеткіздік. Оның негізгі жұмыс ортасы төменгі ыстықтықты пайдалану болғандықтан, біз жылу орталықтарының кез-келген төменгі тиімділікті сулар мен булар жұмысына қоямыз. Сондықтан тәжірибе жүзінде көрсетілгендей жылулық сорғылар көптеген экономикалық пайда әкеледі. Жылулық сорғылардың тағы бір пайдалы жағына келер болсақ, ол өзіндік мұқтажға жұмсалатын суды, буды, электр энергиясын үнемдеуге үлкен үлесін қосады. Яғни қандайда болмасын жылу мен электр энергиясын өндіретін өнеркәсіптерде, өнімін өндіргенде өзіндік мұқтаж аз болуы керек. Ол осы орталықтардың өндірген өнімінің таза пайдасының құны ақталуы тиіс.

Жылу электр орталықтарында жылулық сорғының көмегімен тасталатын жылудың көп бөлігін жылу желісіне беруге болады және жұмсалатын отындарды үнемдеуге, экологиялық жағдайды жақсартуға, айналымдық судың ыстықтығы төмендегендіктен шығырдың отын шығынынсыз электрлік қуатының жоғарылауына, және де айналымдық судың шығыны мен оны айдауға қажет шығындар да азаюына ықпалын тигізеді.

Жалпы бұл қондырғыны ЖЭО-на орнату көп қаражат қажет еткенімен көптеген қосымша пайдасын тигізеді. Атап айтқанда, орталықтандырылған жылумен қамдау жүйесінде жылулық сорғылардың қолданылуы қалалық қайрат шаруашылық жүйесінің техника-экономикалық көрсеткіштерін жақсартады және төменгі тиімділікті жылудың 45 % пайдалануға мүмкіндік береді. Онымен қоса, отынның қосымша шығынынсыз шығырдың электрлік қуаты өседі, магистральды құбырлармен желілік суды тасымалдау кезіндегі шығындар төмендейді, желілік судың бастапқы мәнінің өзгеруінсіз жылыту жүктемесі өседі.

## Әдебиеттер тізімі

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М., Энергоатомиздат, 1987 г. (Оқулық).
2. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Справочник. М. Энергоатомиздат. 1984г. (Анықтамалық).
3. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод), под ред. Кузнецова Н.В. и др., М. Энергия, 1973 г. (Ереже тәсілдемесі).
4. Калнинь И.М., Легуенко С.К., Проценко В.П. Теплонасосная технология в решении крупномасштабных задач теплофикации с использованием низкопотенциальной теплоты энергоисточников // Энергосбережение и водоподготовка. - 2009 г. - № 5 (61), – с. 25-30.
5. Калнинь И.М., Проценко В.П., Пустовалов С.Б. Системы централизованного теплоснабжения на базе теплонасосных установок // Холодильная техника. – 2011 г. - № 1. – с. 20-22.
6. Лебедев П.Д. и Шукин А.А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. (Курсовое проектирование). Учеб. пособие для энергетических вузов и факультетов. М.: Энергия, 1970 г. - с. 238-255.
7. Басок Б.И. Оценка возможности использования сбросной теплоты водооборотных конденсационных циклов на основе теплонасосных технологий (на примере ТЭЦ-6 г. Киева) / М.Ю. Швец, А.А. Рутенко, А.А. Барило, Т.Г. Беляева, А.А. Лунина, О.М. Недбайло // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 35, № 6. – с. 76 – 83.
8. Проценко В.П. Система одноструйного теплоснабжения // Патент РФ № 2320930 (приоритет от 08.11.06).
9. Создание тепловых насосов нового поколения на диоксиде углерода (R744) // В мире науки. - 2006 г. - № 10.
10. Калнинь И.М., Савицкий А.И., Масс А.Н. Теплонасосная установка (варианты) // Патент РФ № 2209381 (приоритет от 29.05.2002).
11. Калнинь И.М. Масштабы и перспективы применения тепловых насосов на R744 // Холодильная техника. – 2013 г. - № 3. – с. 22-26.
12. Жандәулетова Ф.Р., Мананбаева С.Е. Еңбекті қорғау «Өндірістік шудың шама-шарттарын өлшеу», «Ауаның шаң-тозаңдылығын зерттеу». Зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар (барлық мамандықтағы студенттер үшін). – Алматы: АЭЖБИ, 2006. – 32 б.
13. С.Г. Парамонов, Б.И.Түзелбаев. 050717- Жылу энергетикасы мамандығының «Жылу электр станциялары», «Су және отын технологиясы» мамандықтары бойынша барлық оқу түрінің студенттері үшін курстық жұмысты орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар. - Алматы: АЭЖБИ, 2009. - 17 б.
14. Бакытжанов И.Б. Жылу электр станциялары. Дипломдық жобалау: Оқу құралы. Алматы, 2013.

15. Бақытжанов И.Б. Дипломдық жобалау. Әдістемелік нұсқау – Алматы: АЭЖБИ, 2007.
16. Нүрекен Е., Темірбаев Д., Алияров Б. Жылу қайратият атауларының қазақша – орысша, орысша – қазақша сөздігі., Казахско – русский, русско – казахский словарь терминов по теплоэнергетике. – Алматы: АЭЖБУ, 2009, 200 б.