

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

кафедрасы Менеджерлік және қаржылық

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Қыбарин А.А. Т.ғ.к. доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

« » 20 ж.

(колы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: АЖЭО-2-ге дiбағаттaн кoшiрiн тaрaу
кeрeтi тeмiнaмeн тeмiнaмeн тeмiнaмeн

Орындаған 58091700 - Менеджерлік мамандығы бойынша
Сипанов Курлан Аманжолұлы ТЭУК-13-1

(аты - жөні)

(тобы)

Жетекші Тышанов М.Е., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Кеңесшілер :

Экономикалық бөлім бойынша :

Аға оқытушы: Тышанова С.К.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 30 » 05 20 16 ж.

(колы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Аға оқытушы: Бекмуратова Н.С.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« 24 » 05 20 16 ж.

(колы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

Мөлшер бақылаушы:

Т.ғ.к. доцент Тышанов М.Е.

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

Пікір жазушы :

(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

« » 20 ж.

(колы)

Алматы 2016

Бет

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТИ

Менеджментіка факультеті
5B071400 - Менеджментіка мамандығы
Менеджментікаменгі кафедрасы кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Силамов Нурман Аманжолұлы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы АЖЭО-2-ге екібастұз көшірін жарған
кердегі меншікші меншікші жарған
ректордың «19» 10.2015 ж. № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « » 20 ж.

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

№90-ның орналасуы - Алматы қаласы
Алматы 2-№90-ның Т-110/120-130 тилті
Турбинасын орнату

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

АЖЭО-2-ге екібастұз көшірін жарған кердегі меншікші
меншікші жарған қарастырыл және иштір
қолданысымен, қарастырыл және иштір
Солмен қатар төмен меншікші сұбалы және иштір

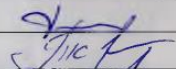
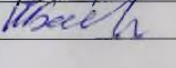
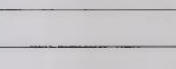
Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Бас жоспар
2. Қазанның көрнекті сұлбасы
3. Қазанның бейнесі сұлбасы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

Нормы Технологического проектирования Тепловых электрических станций, М 1981г. (теЭС-рп жобалау ереже).
Ромкин В.Я. Тепловые электрические станции. М. Энергостроиздат, 1984г. (оқулық).
Никитина И.К. Справочник по трубопроводам ТЭС. М Энергия 1983г. (Ашықтамашы).
Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М. Энергостроиздат. 1992г. (жобалауға пайдалану ережесі).
И.Б. Барытманов. Динамика жобалау жүйесінің құрау - Алматы АТЖБҮ, 2007.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Негізгі бөлім	Түлекенов Н.Е.	01.12.15-10.05.16	
Экономиканың бөлімі	Түлекенова С.К.	20.05-30.05.16	
ӨТКН бөлімі	Бекмуратова И.С.	13.05-24.05.16	

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1	№70-ның жылулық тұтынушылары	26.01.2016	
2	БКЗ-420-140 қарапайым техникалық сипаттамасы мен мінездемесі	12.02.2016	
3	Негізгі және қосалқы конструкцияларды таңдау	29.02.2016	
4	№70-ның ағын шаруашылығы	4.03.2016	
5	БКЗ-420-140 қарапайым жылулық есептемесі	14.03.2016	
6	Әйбәтсүз көпірінің қысқаша сипаттамасы	29.03.2016	
7	Өмір тіршілік қауіпсіздігі	4.04.2016	
8	Экология жағдайы қоршаған ортаға әсері	18.04.2016	
9	Экономикалық бағам	25.04.2016	
10	№70-ң пайдаланушылық шарттарын анықтау	12.05.2016	

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20__ ж.

Кафедра меңгерушісі _____
 (колы) Қыбарин А.А. Т.Ф.К. доцент
 (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____
 (колы) Трипанов Н.Е. Т.Ф.К. доцент
 (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____
 (колы) Силаев И.А.
 (аты-жөні)

Аннотация

В данной дипломной работе рассматривается производительность АТЭЦ-2 при нанесении на уголь Экибастузского для нагрева. В работе были рассчитаны параметры котла и турбоагрегата, а также рассчитана полная тепловая схема. Было рассмотрено технологическое описание и характеристика устанавливаемого турбоагрегата. Был произведен экономический расчет и разработан бизнес план. И поэтому обеспечивает тепло и электричеством жители города и области.

Annotation

In this thesis work is considered ACHP-2 performance when applied to the Ekibastuz coal to heat. In this paper, we calculated parameters of the boiler and turbine unit, as well as targeted full thermal scheme. Was examined technological description and characterization of the turbine unit installed. Economic calculation was made and developed a business plan. And therefore provides heat and electricity for city residents and the region.

Андатпа

Дипломдық жұмыс бойынша Алматы 2-ЖЭО қайта Екібастұз көмірін жаққан кездегі жылулық жұмысын жақсартуды қарастырамыз. Жұмыс барысында шығыр қондырғысының және қазандықтың есептеулері жүргізілді. Сонымен қатар толық жылулық сұлбасы есептелді. Орнатылатын шығыр қондырғысының техникалық сипаттамасы қаралып, мінездеме келтіріледі. Орнатуға қажет қаражат жағы қарастырылып, тиімді жоспар құрылмақшы. Соның негізінде қала мен облыс тұрғындарын электр және жылу энергиясымен толықтай дерлік қамтамасыз етеді.

Кіріспе

Жылуэнергетика халықтық шаруашылықтың қазіргі заманға сай индустриалды дамыған жүргізуші сала болып табылады. Энергетиканың дамуында негізгі бағыт өндірістің, қалалардың және елді, мекенді энергиямен камдау орталықтандыру болып табылады.

Алматылық 2-ЖЭО Алматы қаласының батысына қарай, 15км кашықтықта, Қарасай ауданы, Алғабас ауылында орналасқан. 2-ЖЭО екі кезекте құрылған.

Бірінші кезегінде құрылыс 1978-1983 жылдары жүзеге асырылды. Үш БКЗ-420-140-7с типті бу қазандары және үш ПТ-80/100-130/13 типті бу шығырлары пайдалануға енгізілген болған.

Құрылыстың екінші кезегі 1985-1989 жылдары іске асқан.

Пайдалануға тағы да БКЗ-420-140-7с типті төрт бу қазандары, бір Р-50-130/13 типті бу шығыры және екі Т-110/120-130 типті бу шығырлары енгізілді.

1995 жылдан үшінші кезекті құрылыс осы күнге дейін қарастырылып отыр, онда тағы бір БКЗ-420-140-7с типті қазанды қосу, Вентури түтікшелері бар скрубберлерді жанарту, жаңа күл төгіндісінің құрылысы, БКЗ-420-140-7с қазандардың ағындық шахталарының жанартылуы болжалануда.

2-ЖЭО-дан жылу жіберілу Алматы қаласының жылуландыру аймағы үшін ыстық суда іске асады.

АлЭС 2-ЖЭО-да электр энергияны жіберу ПокВ кернеуде өндіріледі және таратылады. 110 кВ таратқыш қондырғысының сұлбесі екі қабатты жұмыстық және шинаның жүріп өту жүйесімен, бір ажыратқышпен орындалған. Екі жұмыстық шина жүйелері бөлімдендірілген.

2005 жылдың басында 2-ЖЭО-ның орнатылған қуаты келесі мәндерді құрады:

- электрлік-510 МВт;
- жылулық-1176 Гкал/сағ.

1 Бөлім. ЖЭО-ның жылулық жүктемелері

1.1. 2-ЖЭО-ның жылулық жүктемесі

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

Алматы қаласы үшін қажетті мәліметтер

Сыртқы ауа ыстықтығы:

- Есептік жылыту $t^p_c=-25^0\text{C}$
- Суық айдың орташа ыстықтығы $t^{\text{ca}}_{\text{н}}=-7,4^0\text{C}$
- Жылытулық кезеңнің орташа ыстықтығы $t^{\text{cp}}_{\text{н}}=-2,1^0\text{C}$
- Жаздық кезеңнің орташа ыстықтығы $t=+20^0\text{C}$

Тәртіптер бойынша жылулық жүктемелерді есептеу:

I-тәртіп, максималды-қыстық:

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

II-тәртіп, есептік-бақылаулық:

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

III-тәртіп, орташа жылытулық:

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

IV-тәртіп, жазғы:

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

Негізгі қондырғылардың жылулық қуаты

Шығырлардың жылуландырулық алуы

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

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

Алулардың қосынды қуаты:

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

Шыңдық жылытқыштар қуаты:

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

$$\text{P-50-130}, \Sigma Q_{\text{иэж}}^{\text{P}} = 230 \text{ Гкал/сағ}$$

Шыңдық жылытқыштардың қосынды қуаты:

$$\Sigma Q_{\text{иэж}} = \Sigma Q_{\text{иэж}}^{\text{nm}} + \Sigma Q_{\text{иэж}}^{\text{P}} = 390 + 230 = 620 \text{ Гкал/сағ}$$

Алматы қаласы үшін қалып бойынша жылуландыру еселеуіші ұсынылады:

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

1.2. Жылуландыру еселеуішін есептеу

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

Шығыр алуының жүктемесі:

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

АлЭС 2-ЖЭО-ның шындық жүктемесі:

$$Q_{шын} = Q^I - Q_{алу} = 1065 - 554 = 551 \text{ Гкал/сағ}$$

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	-

2 Бөлім. БК3-420-140 қазанының техникалық сипаттамасы мен мінездемесі

БК3-420-140-7С қазаны бір дағралы, тік су құбырлы табиғи айналымды, П-тәрізді орналастырылған.

Қазан ошағы газбен тығыздалған, түгел дәнекерленген экранмен, құбыр $d=60\text{мм}$ адымы 80мм –ден орнатылған. Ошақ көлемі 2660м^3 , есептеулік жылу кернеуі $103,5 \text{ Гкал/м}^3$.

Ошақтың алдыңғы қабырғасында алты құйындық екі ошақтық тозаң газдың жанарғы орнатылған, екі қатар. (бір қатарға үштен). Шеткілері ошақтың ортасына қарай 8 градусқа бұрылған. Бір оттықтың өндірулігі – Қарағанды өнеркәсіптік өнімімен $12,35 \text{ т/сағ}$ және газбен $5166\text{м}^3/\text{сағ}$. Қож шығару қатты түрде. Әр қазанға су ваннасынан 4 шнектан келеді.

Ошақтың жоғарғы жағында және көлденең газ жолында 4 сатыдан тұратын радиациялы – конвективті бу қыздырғыш орнатылған. Қыздырылған будың температурасын реттеу екі сатыда өзінің конденсатын шашырату

арқылы орындалады. Қазан дағырасы пісіріліп құрастырылған, ішкі қосөресі 1600мм, қабырғасының қалыңдығы 112 мм (ст. 16 ГНМА)

Буқыздырғыш сәулелі-ағындық.

Төмендегі шымылдықтан $d \times S = 42 \times 5$ мм (ст. 12 X 1 МФ)

және құбырдың ағындық бөлігінен тұрады:

$d \times S = 38 \times 4$ мм ; $38 \times 4,5$ мм ; 38×5 мм ; 38×6 мм
(бет . 20 ; 12 X 1 МФ) .

Қызған бу температурасы бүркігішті бусалқындатқыш арқылы реттеліп, буқыздырғыштың сатыларының арасында бөлгішке орналасқан.

Ағындық шахтада сулы үнемдегіш пен «бөлгішке» үйлестірілген ауақыздырғыш орналасқан.

Сулы үнемдегіш иілгіш жұмсақ, 20 с болаттан тұрады:

$d \times S = 32 \times 4$ мм.

Текше ауақыздырғыштары құбырлардан тұрады:

$d \times S = 40 \times 1.5$ мм, болат 3.

Конвективті шахтада сулы үнемдегішінің 2-ші сатысы, құбырлы ауа қыздырғыштың екінші сатысы, сулы үнемдегішінің 1-ші сатысы, құбырлы ауа қыздырғыштың 1-ші сатысы газ жолында орналасқан.

Отынды бөліп ұсату үшін төрт жеке СПУ 700/6000 типті шаң дайындау қондырғысы, балғалы диірменмен ММТ-2000/2600/730 типті және ВГДН-15 типті ыстық ауа үрлейтін желдеткіш орналасқан. Желдеткіш диірменге ауа беру үшін орналасқан. Суық ауа қазанға екі ДН-26ГМ типті желдеткіштер арқылы беріледі, олардың айналу жиілігі 740/600 айн/мин.

Қазаннан газдың кетуі екі жылдам ДН-26-2 -0,62 типті түтін сорғыш арқылы орындалады, (745/590 айн/мин).

Қазанды тұтату үшін өндірулігі 0,8 т/сағ мазут болатын 6 механикалық мазуттық форсунка қарастырылған.

Түтін газдарынан тазарту сулы күл ұстағыштармен атқарылады. Түтін газдарының температурасын жоғарылату үшін күл ұстағыш қондырғыдан кейін таза газ жинау қорабына 70 °С де ауа қыздырғыштан кейін ыстық ауа жіберіледі.

Ауа қыздырғыш алдындағы ауа температурасы үрлегіш желдеткіштің сору қорабына ыстық ауаның қайтарумен реттеледі.

Дайындау зауытымен келісімде шымылдықтың 1-ші сатысын, толғымен алып тастап барлық қазан қондырғыларында бу қыздырғыштар орнатылған.

Күлділігі жоғары Борлин, Куучекин, Екібастұз көмірлерін жағу үшін және қазан қондырғысының артқы үстіңгі жағының күлден тозуын төмендету үшін «Казтехэнерго» жобасымен және дайындау зауытының келісімі бойынша қазан агрегатында қайта құру жасалынған, ал өзгерістер мыналар:

2-ші сатылы сулы үнемдегіш ауыстырылған, жаңаға, құбыр диаметрі 32x4 және металл (сталь 20) және құбырдың көлденең және тік адымдары үлкейтілген, 75 және 46 мм ден 111 және 55 мм-ге дейін.

Ол газ жылдамдығын азайту үшін жжәне құбырдың күлден тозуын азайту үшін жасаған. Осыған байланысты газдың кескіні азайды. 38,6 м² тан 50,3 м³ ке дейін, ал сулық үнемдегіштің жоғарғы жағының қызуы 32% ға кеміді, 1790 нан 1220 м² қа дейін.

Аталып өткен өзгерістер станцияның №1,2,3,4,5 қазан қондырғыларында орындалды және ол қазан қондырғыларының жұмысында өзін жақсы көрсетті, су үнемдегіштің бұзылуының төмендеуі және ҚАҚ-тың тозуын төмендетті. Қазанның жүктемесін 280 т/сағ қа дейін көтерді, бірақ аз ғана тиімділігі төмендеді, өзгерісті барлық қазан қондырғыларында өткізуді ойластыруда.

Қазанның жоғарғы қыздыру ауданы:

- | | | |
|--|----------------------|---------------------|
| - буды қайта қыздырғыш | 2987 м ² | |
| - 1-ші және 2-ші су үнемдегіш: өзгеріске дейін | | 4150 м ² |
| | өзгерістен кейін | 3580 м ² |
| - 1-ші және 2-ші сатылы ауа қыздырғыш | 26868 м ² | |

3 Бөлім. Негізгі және қосалқы қондырғыларды таңдау

3.1. 2-ЖЭО-да орнатылған негізгі қондырғылардың сипаттамалары

а) 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) 2-ЖЭО-да 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	Эксплуатацияға қосылған жылы	Кезек
ст№1 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1980	1
ст№2 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1981	1
ст№3 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1983	1
ст№4 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1984	2
ст№5 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1985	2
ст№6 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1987	2
ст№7 БКЗ-420-140-7с типті бу қазаны	420 т/сағ	13,8 МПа 560 ⁰ С	1988	2
ст №1 ПТ-80/100-130/13 бу турбинасы	80 МВт	12,8 МПа 555 ⁰ С 1,3 МПа 270 ⁰ С	1980	1
ст №2 ПТ-80/100-130/13 бу турбинасы	80 МВт	12,8 МПа 555 ⁰ С 1,3 МПа 270 ⁰ С	1981	1
ст №3 ПТ-80/100-130/13 бу турбинасы	80 МВт	12,8 МПа 555 ⁰ С 1,3 МПа 270 ⁰ С	1982	1
ст №4 Р-50-130/13 бу турбинасы	50 МВт	12,8 МПа 555 ⁰ С 1,3 МПа 270 ⁰ С	1986	2
ст №5 Т-110/120-130-5 бу турбинасы	110 МВт	12,8 МПа 555 ⁰ С 1,3 МПа 270 ⁰ С	1988	2
ст №6 Т-110/120-130-5 бу турбинасы	110 МВт	12,8 МПа 555 ⁰ С 1,3 МПа 270 ⁰ С	1990	2

3.1.1. Шығырдың техникалық сипаттамасы мен мінездемесі.

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

ПТ-80/100-130/130 типті шығыр саптамалық бұды 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.

Жылыландыру 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 айналматірекепмен 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_0	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

$$D_{\min} \quad 420 \text{ т/сағ}$$

P-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:

$$\text{қысымы,} \quad P_0 \quad 12,75 \text{ МПа}$$

$$\text{температурасы,} \quad t_0 \quad 555^\circ \text{ C}$$

Қарсықысымды шығырдан кейінгі қысым,

$$P_n \quad 1,3 \text{ МПа}$$

Реттелетін таңдама саны, қысым P :

$$\text{I, ЖҚҚ-3} \quad 3,63 \text{ МПа}$$

$$\text{II, ЖҚҚ-2} \quad 2,16 \text{ МПа}$$

$$\text{III, ЖҚҚ-1} \quad 1,3 \text{ МПа,}$$

Шығырға кеткен будың максималды шығыны

$$D_{\max} \quad 470 \text{ т/сағ}$$

Шығырға кеткен будың номиналды шығыны,

$$D_{\text{nom}} \quad 385 \text{ т/сағ}$$

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.

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

$$\text{қысымы,} \quad P_0 \quad 12,75 \text{ МПа}$$

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 3.1 кестеде келтірілген.

1.1 – кесте. T-110/120-130 типті шығырдың реттелмейтін таңдамасының көрсеткіштері

Таңда ма №	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

3.1.2. Т-110/120-130 бу шығырының жылулық есебі

Турбинаның төмен қысымды цилиндріндегі (ТҚЦ) ішкі келтірілген ПӘК $\eta_{oi}^{пнд} = 0,70$.

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

3.1.3. 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 $q = 65 \text{ м}^3/\text{Гкал/сағ}$

Ыстық сумен қамтамасыздандыруға ыстық су шығысы

$$D_{гвс} = Q_{гв} \cdot 10^3 / (t_{гв} - t_{хв}) \cdot C = 40 \cdot 10^3 / (60 - 5) \cdot 4,19 = 174 \text{ т/сағ}$$

3) ХСТ-ға алғашқы су шығысы

$$D_B = 1,25 \cdot D_{хов}^{тс} + 1,4 \cdot D_{хов}^{бл} = 1,25 \cdot 290 + 1,4 \cdot 35 = 411 \text{ т/сағ}$$

4) ХСТ-ға алғашқы суды қыздыруға жылу мөлшері

$$Q_B = D_B \cdot C \cdot (t_{ввых} - t_{вх}) = 411 \cdot 4,19 \cdot (30 - 5) = 41 \text{ ГДж/сағ}$$

5) Турбина шықтағышындағы жылу мөлшері

Диафрагма толық жабық кезінде [4] бойынша

$$Q_k^{вент} = 184 - 175 = 9 \text{ Гкал/сағ} = 9 \cdot 4,19 = 38 \text{ ГДж/сағ}$$

Желдету бу ағынымен жылудан бөлек қосымша жылу мөлшері

$$Q'_k = Q_B - Q_k^{вент} = 41 - 38 = 3 \text{ ГДж/сағ}$$

Жылумен және ыстық сумен қамтамасыздандыруға жылуландыру бу алымынан берілетін жылу мөлшері

$$Q'_{от} = Q_{от} - Q'_k = 733 - 3 = 730 \text{ ГДж/сағ}$$

Желі су шығысы

$$D_{св} = Q'_{от} \cdot 10^3 / C \cdot (t_{пм} - t_{ом}) + D_{хов}^{тс} = 730 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) + 290 = 2468 \text{ т/сағ}$$

6) Үрлеу судың кеңейткішінің (РНП) есебі

Бу қазан дағырасындағы (барабандағы) қысым $P_6 = 15,5$ МПа.

Үрлеу судың мөлшері

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

мұнда $p = 0,01$ – үрлеудің бөлігі;

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

РНП қосылу сұлбесі 4 - суретте келтірілген.

РНП-1 бөлініп шыққан бу мөлшері

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

мұнда бөлініп шығу еселеушісі

$$K_{c1} = (h_{пр} \cdot \eta_{c1} - h'_{пр1}) / (h_{c1} - h'_{пр1}) = (1630 \cdot 0,98 - 670,5) / (2757 - 670,5) = 0,44;$$

мұнда үрлеу судың энтальпиясы $h_{пр}$ дағырадағы қысым $P_6 = 15,5$ МПа мөлшерімен су мен бу кестелері арқылы табылады, $h_{пр} = 1630$ кДж/кг.

РНП-1 қысымы $P_{c1} = 0,6$ МПа кезінде, қаныққан құрғақ будың энтальпиясы $h_{c1} = 2757$ кДж/кг;

$h'_{пр1} = 670,5$ кДж/кг – үрлеу судың энтальпиясы;

РНП-1 ПӘК мөлшері $\eta_{c1} = 0,98$.

РНП-1 ден РНП-2 берілетін су мөлшері

$$D'_{пр} = D_{пр} - D_{c1} = 5 - 2,2 = 2,8 \text{ т/сағ};$$

РНП-2 ден бөлініп шыққан бу мөлшері

$$D_{c2} = K_{c1} \cdot D'_{пр} = 0,616 \cdot 2,8 = 2,2 \text{ т/сағ};$$

мұнда бөлініп шығу еселеушісі

$$K_{c2} = (h'_{пр1} \cdot \eta_{c1} - h'_{пр2}) / (h_{c2} - h'_{пр2}) = (670,5 \cdot 0,98 - 483,2) / (2699 - 483,2) = 0,616;$$

РНП-2 дегі қысым бойынша су мен будың энтальпиялары

$P_{c2} = 0,17$ МПа, $h_{c2} = 2699$ кДж/кг; $h'_{пр2} = 483,2$ кДж/кг; $h'_{пр1} = 670,5$ кДж/кг.

РНП-2 ден шығатын су мөлшері

$$D''_{пр} = D'_{пр} - D_{c2} = 2,8 - 0,22 = 2,58 \text{ т/сағ}.$$

7) Турбинадағы кеңею құбылысты h_s -диаграммада салу

Турбина кірісіндегі бу сипаттамалары ($P_0 = 12,75$ МПа, $t_0 = 555$ °С) ескеріліп оның энтальпиясы $h_0 = 3488$ кДж/кг табылады.

Турбинаның регенеративті бу алымдарының сипаттамалары арқылы

$$P_1 = 3,32 \text{ МПа, } t_1 = 379 \text{ °С; } P_2 = 2,28 \text{ МПа, } t_2 = 337 \text{ °С;}$$

$$P_3 = 1,22 \text{ МПа, } t_3 = 266 \text{ °С; } P_d = 0,6 \text{ МПа, } t_d = 200 \text{ °С;}$$

$$P_4 = 0,52 \text{ МПа, } t_4 = 160 \text{ °С; } P_5 = 0,32 \text{ МПа, } t_5 = 130 \text{ °С;}$$

h_s -диаграммада кеңею құбылыста нүктелер табылып, энтальпиялары 5 - кестеге толтырылады.

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

Төмен қысымды цилиндрдың ПӘК-ін $\eta_{oi}^{мнд} = 0,70$ ескеріп, шықтағышқа берілген бу энтальпиясының 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 $P_6 = 0,10$ МПа мен $P_7 = 0,038$ МПа арқылы 6 және 7 нүктелерде энтальпия мөлшерлері табылады $h_6 = 2600$ кДж/кг және $h_7 = 2520$ кДж/кг.

8) Су мен шықтың сипаттамаларын анықтау

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

Қыздырғыштардан шыққан су температуралары t_{bi} судың қызбау мөлшері Δt_n арқылы табылады. Судың қызбау мөлшері ЖҚҚ да $\Delta t_n = 1-3$ °С, ТКҚ да $\Delta t_n = 4-5$ °С, сонымен

$$t_{bi} = t_{ni} - \Delta t_n, \text{ °С}.$$

Судың (шықтың) энтальпиясы қысым мен температураға байланысты табылады, ал қоректендіру судың қысымы $P_{пв} = 18,5$ МПа тең, ал нагізгі шықтың қысымы $P_{кн} = 2,5$ МПа тең. Табылған мәліметтер 5 кестеге жазылады.

Турбинаның бу алымдарының жылулық құламасы

$$H_i = h_i - h_k, \text{ кДж/кг}$$

Турбина бу алымдарының электр энергияны өндірмеу коэффициенттері табылады. Электр энергияны өндірмеу коэффициенттер мөлшері

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

мұнда h_i – бу алымындағы энтальпия, h_k – турбина кірісіндегі бу энтальпиясы, h_o – турбинада жұмыс атқарып шыққан будың энтальпиясы.

T-110/120-130 бу турбинаның жылулық сұлбесі 13 - суретте келтірілген.

9) Жылулық сұлбенің есебі

Турбинаға берілетін болжамалы будың шығысы

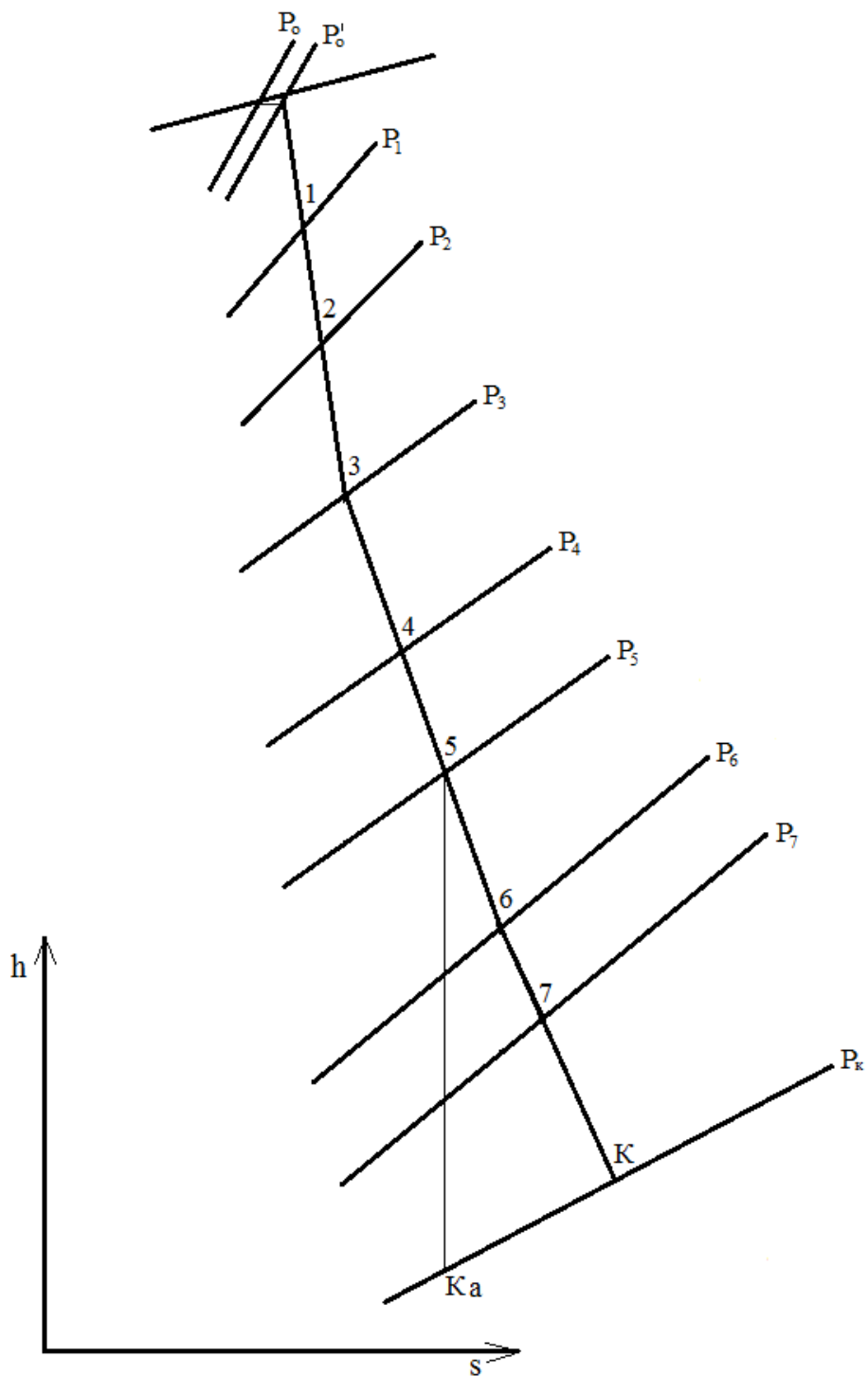
$$D_o = \beta \cdot [N/((h_o - h_k) \cdot \eta_m \cdot \eta_g) + y_6 \cdot D_{спв} + y_7 \cdot D_{спн}] = 1,2 \cdot [110 \cdot 10^3 / ((3488 - 2400) \cdot 0,98 \cdot 0,98) + 0,211 \cdot 28,3 + 0,143 \cdot 40] = 140 \text{ кг/с}$$

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

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

$h_o = 3488$ кДж/кг - турбина кірісіндегі бу энтальпиясы;

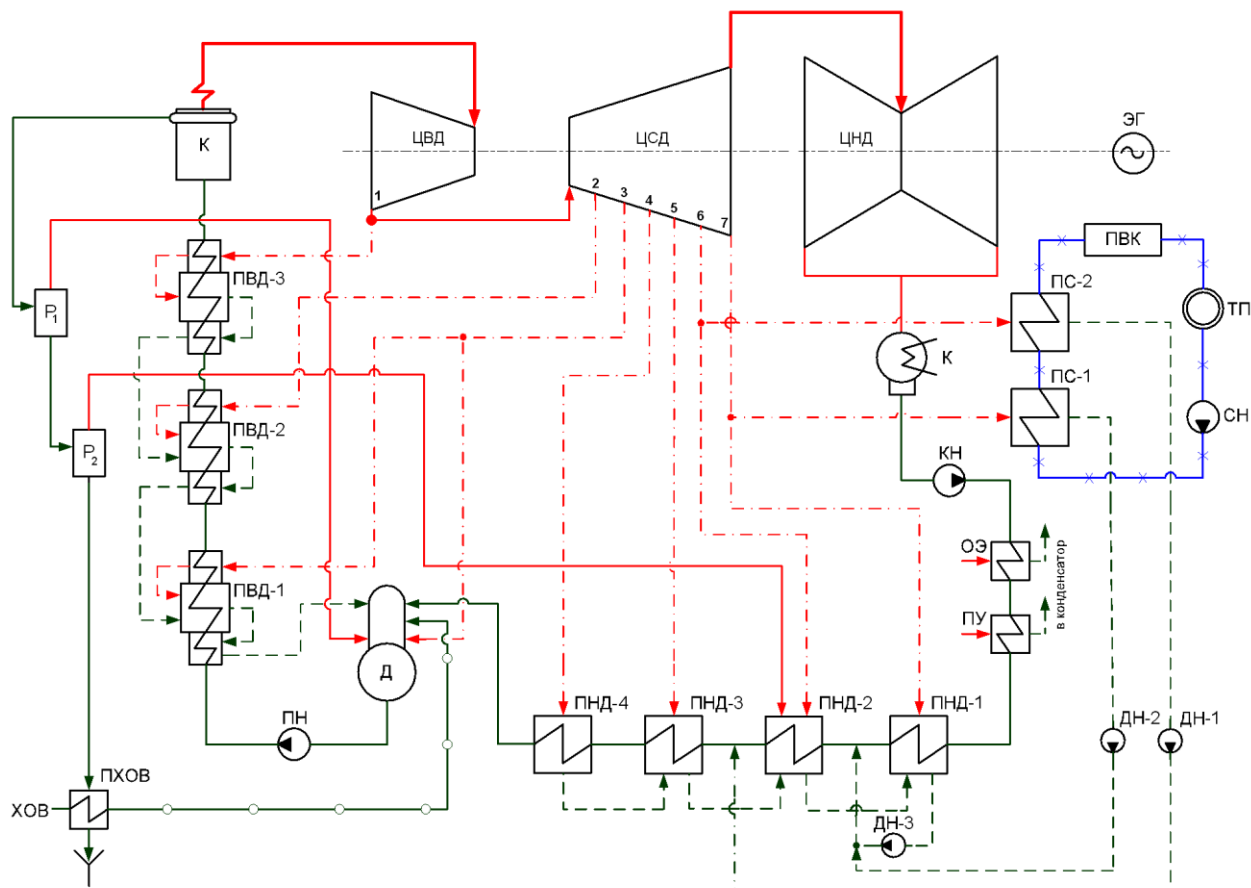
$h_k = 2400$ кДж/кг - жұмыс атқарған будың энтальпиясы.



3.1 Сурет – h - s -диаграммада турбинадағы кеңею құбылысы

5 Кесте - Су мен будың көрсеткіштері

№	Көрсеткіштер	Белгі	Нақты нүктелер										
			0	1	2	3	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 _{ни}	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 _{нi}		242	224	184	165	155	126	102	63	26	
5	Дренаж энтальпиясы, кДж/кг	h _{дрi}		1039	940	770	693	654	527	429	265	110	
6	Қыздырғыштан соңғы су температурасы, град	t _{вi}		240	223	181	165	150	120	98	58	26	
7	Қыздырғыштан соңғы су қысымы, МПа	P _{вi}		18,5	18	17,5	0,7	1,8	1,9	2	2,2		
8	Қыздырғыштан соңғы су энтальпиясы, кДж/кг	h _{вi}		1016	925	760	693	634	504	410	245	110	
9	ОК-дан соң шық температурасы, град	ток		230	212	174	-						
10	ОК-дан соң шық энтальпиясы, кДж/кг	нок		987,5	889,6	728,2	-						
11	Жылуқұлама, кДж/кг	H _i		780	700	572	572	432	328	230	156	1088	
12	Өндірілмеу коэффициенті	у _i		0,717	0,643	0,526	0,526	0,397	0,301	0,211	0,143	-	



3.2 Сурет – Т-110/120-130 бу турбинаның 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

$$G_{\text{СВ}} = Q_T / c_{\text{в}} (t_{\text{пм}} - t_{\text{ом}}) = 204 \cdot 10^3 / 4,19 \cdot (150 - 70) = 608 \text{ кг/с} = 2189 \text{ т/сағ};$$

$t_{\text{СПВ}} = 118 \text{ }^\circ\text{C}$ – 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

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

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

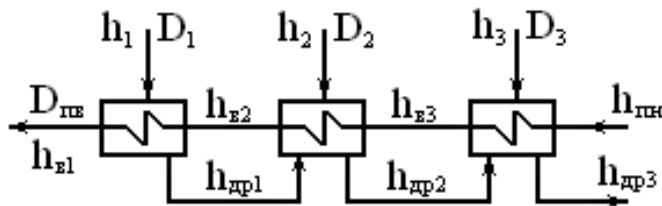
Қоректендіру су шығысы

$$D_{пв} = (1 + \alpha_{пр}) \cdot D_{ка} = (1 + 0,01) \cdot 147 = 149 \text{ кг/с};$$

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

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

ЖҚҚ тобының сұлбесі 3.3 - суретте келтірілген.



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:

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

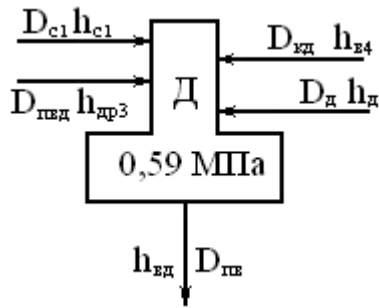
ЖҚҚ тобынан газсыздандырғышқа берілетін шық мөлшері

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

Газсыздандырғыштың есебі

Газсыздандырғыштың сұлбесі 3.4 - суретте келтірілген.

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



3.4 Сурет – Газсыздандырғыштың сұлбесі

Газсыздандырғыштың материалды баланс теңдеуі

$$D_{пв} - D_{д} - D_{c1} - D_{пвд} = D_{кд},$$

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

$$D_{кд} = D_{пв} - D_{д} - D_{c1} - D_{пвд} = 149 - D_{д} - 2,2 - 6,46 - 11,36 - 3,25 = (125,8 - D_{д});$$

Газсыздандырғыштың жылулық баланс теңдеуі

$$D_{пв} \cdot h_{вд} / \eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + D_{кд} \cdot h_{в4} + D_{c1} \cdot h_{c1} + D_{пвд} \cdot h_{др3};$$

Теңдеулердің есебі өткізіледі

$$D_{пв} \cdot h_{вд} / \eta_{д} = D_{д} \cdot h_{д} + (108,52 - D_{д}) \cdot h_{в4} + D_{c1} \cdot h_{c1} + D_{пвд} \cdot h_{др3};$$

$$149 \cdot 693 / 0,99 = D_{д} \cdot 2972 + (125,8 - D_{д}) \cdot 634 + 2,2 \cdot 2757 + 21,01 \cdot 770;$$

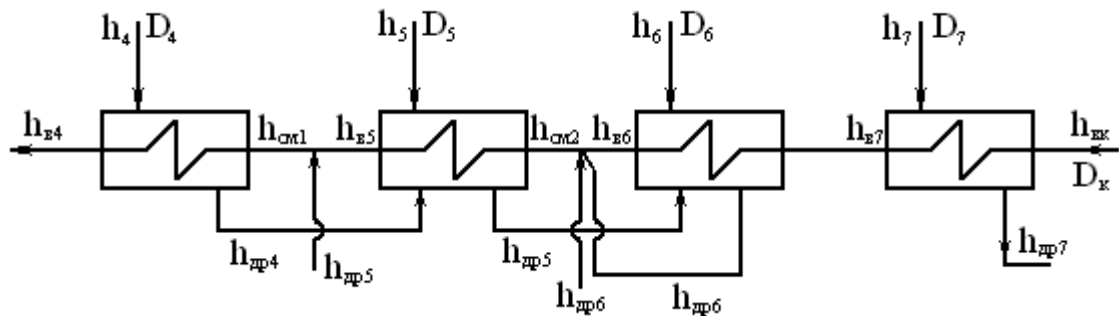
Газсыздандырғышқа бу шығысы $D_{д} = 0,98$ кг/с ;

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 3.5 - суретте келтірген. Сұлбе бойынша шық жолында ағын қосылуының екі нүктесі бар, сондықтан әр қосылу нүктелерден соңғы шық ағынның энтальпиясын табу қажет.



3.5 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, энтальпиясы $h_{др5} = 527$ кДж/кг, сондықтан ТҚҚ-4 қыздырғыш кірісіндегі (1 қосылу нүктедегі) энтальпия 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

$$D_{к2} \cdot h_{см2} = D_{к1} \cdot h_{в5} + (D_{но}^T + D_4 + D_5 + D_6) \cdot h_{др6};$$

$$D_{к} = D_{к2} - (D_{но}^T + D_4 + D_5 + D_6) = 106,14 - 47,3 - D_5 - D_6 = (58,84 - D_5 - D_6) \text{ кг/с.}$$

$$106,14 \cdot h_{см2} = (58,84 - D_5 - D_6) \cdot 504 + (40 + D_5 + D_6) \cdot 429$$

$$h_{см2} = (441 + 8,8 \cdot D_5 + 8,8 \cdot D_6) \text{ кДж/кг.}$$

ТҚҚ-5 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі

$$D_5 \cdot (h_5 - h_{др5}) \cdot \eta_{п} + D_4 \cdot (h_{др4} - h_{др5}) \cdot \eta_{п} = D_{к2} \cdot (h_{в5} - h_{см2});$$

$$D_5 \cdot (2728 - 527) \cdot 0,99 + 7,3 \cdot (654 - 527) \cdot 0,99 = 106,14 \cdot (504 - 441 - 8,8 \cdot D_5 - 8,8 \cdot D_6);$$

$$3113 \cdot D_5 = 6687 - 934 \cdot D_6;$$

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

ТҚҚ-6 қыздырғыштың жылулық балансының теңдеуі

$$D_6 \cdot (h_6 - h_{др6}) \cdot \eta_{п} + (D_4 + D_5) \cdot (h_{др5} - h_{др6}) \cdot \eta_{п} = D_{к} \cdot (h_{в6} - h_{в7});$$

$$D_6 \cdot (2630 - 429) \cdot 0,99 + (7,3 + 2,15 - 0,3 \cdot D_6) \cdot (527 - 429) \cdot 0,99 = (58,84 - D_5 - D_6) \cdot (410 - 245);$$

$$2315 \cdot D_6 + 916,8 = (58,84 - 2,15 + 0,3 \cdot D_6 - D_6) \cdot 165; 2594,3 \cdot D_6 = 9353,8;$$

$$D_6 = 3,6 \text{ кг/с}$$

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

$$D_7 = D_{к} \cdot (h_{в7} - h_{вк}) / (h_7 - h_{др7}) \cdot \eta_{п} = 44,17 \cdot (245 - 110) / (2556 - 265) \cdot 0,98 = 0,86 \text{ кг/с.}$$

Қуаттар баланс теңдеуі

Турбинадағы бу ағынының қуаты

Бірінші бу алымының

$$N_1^I = D_1 \cdot (h_0 - h_1) = 6,46 \cdot (3488 - 3180) = 1990 \text{ кВт;}$$

Екінші бу алымының

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

Үшінші бу алымының

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

Төртінші бу алымының

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

Бесінші бу алымының

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

Алтыншы бу алымының

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

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

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

Электр генератордың қуаты

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

3.1.4. 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:

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

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

3.1.5. 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.

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

3.1.6. Желілік сорғыларды таңдау

Желілік сорғылар тегеурін және өндірулік бойынша таңдалады, егер біреуі істен шықса, қалғандары есептеулік су шығынының 70%-ін қамтамасыздандыру қажет. Желілік сорғылардың минималды саны-2.

Тегеурінін есептегенде 10-20 бар деп алынады

Беретін магистральды желілік судың шығыны (максималды):

$$G = \sqrt{G_{\text{жыл+жел}}^2 + G_{\text{жыл+жел}} * G_{\text{ыс}} + 0,5G_{\text{ыс}}^2},$$

мұндағы, $G_{\text{жыл+жел}}$ - желілік судың жылытуға және желдетуге кететін есептелген қосынды шығыны;

$G_{\text{ыс}}$ -беретін құбырдан ыстық сумен қамту құбырына баратын желілік

$$G_{\text{жыл+жел}}=158,2*26+(67,4+0,2522)*13=4993 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

судың есептеулік шығыны;

$$G_{\text{ыс}}=5*136=680 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

$$G = \sqrt{4993^2 + 4993 * 680 + 0,5 * 680^2} = 5344 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

3СЭ-1250-100 сорғысын және I сатылы СУ -1600-80 сорғысын таңдаймын.

$$G=1250*3+1600=5350 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

3.2. Қосалқы қондырғы сипаттамасы мен оны таңдау.

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 энтальпиялары:

-ҮҮК-дан шығардағы $h_{\text{р}}''=2763$ кДж/кг

егер $P_{\text{ҮҮК}}=0,7$ мПа;

-ҮҮК-дағы су $h_{\text{р}}'=697,1$ кДж/кг

- қазандық судағы $h_{\text{кв}}=1620$ кДж/кг

Үздіксіз үрлеу коэффициентінің ПӘК-і:

$$\eta_{\text{сеп}}=0,98$$

ҮҮК қалыптасқан бу өлшемі:

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

ҮҮК қалыптасқан бу көлемі:

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

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

Кеңейткіштің қажетті көлемі:

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

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 қорсетілген.

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

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

мұндағы, α, β - сәйкесінше, қоректік судың өзіндік қажет пен үрлеудегі шығын үлестері.

Газдан тазарту күбісінің төменгі пайдалы сыйымдылығы (ПГК)

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

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

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

Газдан тазартқыш бағанындағы толық қысымы $0,6 \text{ МПа}$.

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:

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

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

Сорғының есептік қысымы $17,5 \text{ МПа}$ тегеуріннен кем болмауы керек.

Қоректік судың көлемдік шығыны:

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

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

берісі	$580 \text{ м}^3/\text{сағ}$
сорғы қысымы	$18,1 \text{ МПа}$
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:

$$V_{\text{са}} = V \cdot V_{\text{в}}^0 (\alpha_{\text{т}} - \Delta\alpha_{\text{т}} - \Delta\alpha_{\text{кк}} + \Delta\alpha_{\text{вп}}) \frac{t_{\text{хв}} + 273}{273} = 72618 \cdot 4,25 (1,2 - 0,05 - 0 + 0,03)$$

$$\frac{30 + 273}{273} = 404200 \frac{\text{м}^3}{\text{сағ}}$$

мұндағы, $V_{\text{в}}^0 = 4,25 \text{ м}^3/\text{кг}$ бір килограмм отынды жаққандағы ауа шығыны; суық ауа температурасы $t_{\text{са}} = 30^\circ\text{C}$; қазаннан шығардағы ауаның артықтық еселеуіші $\alpha_{\text{т}} = 1/2$; қазан оттығындағы сорма $\Delta\alpha_{\text{т}} = 0,05$; күлжүйесінде $\Delta\alpha_{\text{кк}} = 0$, ҚАҚ-дағы ағындар $\Delta\alpha_{\text{вп}} = 0,03$.

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

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

берісі	260300 м ³ /сағ
тегеуріні	4,12 кПа
біліктегі қуаты	403 кВт

б) Түтін сорғыны таңдау

Түтін сорғыға кететін газ шығыны:

$$V_{\text{д}} = B[V_{\text{г}}^0 + [(\alpha_{\text{кет}} - \Delta\alpha) - 1] V_{\text{а}}^0] \frac{V_{\text{г}} + 273}{273} = 72618 [4.56 + [(1.33 - 0.05) - 1]4.25]$$

$$\frac{130 + 273}{273} = 616300 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

мұнда, газ көлемі $V_{\text{г}}^0 = 4,56 \text{ м}^3/\text{кг}$

ауа көлемі $V_{\text{а}}^0 = 4,25 \text{ м}^3/\text{кг}$

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 м ³ /сағ
тегеуріні	4,668 кПа
біліктегі қуаты	749 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:

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

мұндағы, $V = 2,618$ т/сағ қазанға кететін отын шығыны;

шанақтағы отын қоры $m = 8$ сағ;

Отынның себулік салмағы $\gamma = 1,0$ т/м³

Қазандағы шанақтар саны $Z_{ш} = 2$.

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:

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

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.

3.3. ЖЭО-ның отын шаруашылығы

2-ЖЭО-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.

3.3.1. Отын қоймасының сыйымдылығы

Қойманың сыйымдылығы қоймадағы 30 тәуліктік отын қорын есептеумен таңдалынады.

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

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

3.3.2. Отын қоймасының ауданы

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/м³.

Қойманың брутто ауданы, яғни жүру, өту есебімен.

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

3.4. Техникалық сумен қамтамасыздандыру

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

ЖЭО-да техникалық судың шығыны

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

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 $W_{\text{гс}}=140$ м³/сағ

- май салқындатқыш $W_{\text{мс}}=550$ м³/сағ

- айналым тірек $W_{\text{айнал}}=1160$ м³/сағ

Суытқыш беті 648 м²/с екі секциялы және қоршаған ауаның параметрі болғанда, градирняның бір секциясы арқылы судың шығыны 4000 м³/сғ 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 тегуріні, бос тегеурінді шашыратқыш саптаманың алдында есептеу арқылы анықталады.

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

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:

Берілуі $6300 \text{ м}^3/\text{сағ}$

Тегеурін 27 м.су.ст

3.4.1. Химиялық суды тазалау

ЖЭО-да суды химиялық тазалаудың (СХТ) өндірулігі қазанды қоректендіру мен жылулық желілерді қоректендіруінен жиналады. Қазанды қоректендіру 2% өлшемдегі шықтағыштың жабық жойылуының есепке алып, қазанның бу өндірулігімен СХТ-ның өзіндік қажетіне орналастыру арқылы анықталады.

Бу қазандарының қоректендірудегі СХТ-дағы өндірулігі

$$D_{\text{СХТ}}^{\text{кор/каз}} = 0,02 \cdot \Sigma D_{\text{каз}} + D_{\text{сн}}^{\text{косм}} = 0,02 \cdot 2940 + 25 = 83,8 \text{ т/сағ}$$

мұнда қазандардың буөндірілулігінің қосындысы

$$\Sigma D_{\text{каз}} = n_{\text{каз}} D_{\text{каз}} = 7 \cdot 420 = 2940 \text{ т/сағ}$$

Жылумен қамтамсыздандыру жүйесінде жылулық желідегі желілік судың шығыны үшін жылулық желілерді қоректендіруде СХТ өндірулігі анықталады.

$$D_{\text{СХТ}}^{\text{кор/жж}} = G_{\text{жел.су}} = 8875 \text{ т/сағ}$$

СХТ өндірулігі

$$D_{\text{СХТ}} = D_{\text{СХТ}}^{\text{кор/каз}} + D_{\text{СХТ}}^{\text{кор/жж}} = 84 + 8875 = 8959 \text{ т/сағ}$$

СХТ-ға шикі судың шығыны

$$G_{\text{шс}} = 1,25 \cdot D_{\text{СХТ}} = 1,25 \cdot 8959 = 11188 \text{ т/сағ}$$

ЖЭО-да дағыралы қазанагрегаты қондырылған, сондықтан жобалауда қалыпқа сәйкес мөлдірлеткішті судайындау сұлбесі мен толық химиялық тұзсыздандыру таңдалынады.

СХТ сұлбесінің мөлдірлеткішінде ізбесті коагуляциясы мен магнезиалды кремнийсіздендіру жүреді. Мөлдірленген су мөлдірленген суы бар күбіге беріледі де, ары қарай I сатылы Н-катионитті механикалық сүзгіден өтіп ОН-анионитті сүзгілері арқылы декарбонизаторға беріледі. CO_2 -ны судан жойғаннан кейін II және III сатылы Н-катионитті және ОН-анионитті сүзгілерде тазартылады. Химиялық тазаланған су химиялық тазаланған таза су күбісіне беріліп, одан айналымды қоректендіру мен жылулық желіге берілуі мүмкін.

4. БКЗ – 420 – 140 қазанының жылулық есептемесі.

4.1. Екібастұз көмірінің қысқаша сипаттамасы

Екібастұз бассейні Қазақстанда негізгі көмір шығаратын өнеркәсіп.

Екібастұз көмірінің күлділігі өте жоғары болып келеді.

Энергетикалық мақсаттарда, яғни ЖЭС және қазандықтар үшін күлділігі жоғары тас көмірлер, өнеркәсіптік өнім және қалдықтар қолданылады.

Екібастұз көмірінің сапасының нормасы шаң түрінде жағу (ГОСТ 8154-73) анықталады. Шаң түрінде жағу үшін К, К2 көмір маркілері қолданылады. Көмірдің күлділігі 25 % дан 38 % ға дейін. Жұмыстық ылғалдылығы өндіріс өнімі үшін 12,5 % дан жоғары болуы керек.

4.2. БКЗ - 420-140 қазандық қондырғысында Екібастұз көмірін жаққандағы қысқартылған жылулық есептемесі

1.2-кесте. Екібастұз көмірінің құрамы

$W_T^p, \%$	$A_T^p, \%$	$S_{o+k}^p, \%$	$C_T^p, \%$	$H_T^p, \%$	$N_T^p, \%$	$O_T^p, \%$	$Q_H^p, \%$
10	38,1	0,8	41,8	2,7	0,6	5,4	16240

Күлділігінің және ылғалдылығының берілген мәндері:

$$A_k^p = 39,6\%; \quad W_k^p = 11\%;$$

Қайта есептеу еселеуіші анықталады:

$$A_s^p = \frac{100 - (W_s^p - A_s^p)}{100 - (W^p + A^p)} = \frac{100 - (11 + 39,6)}{100 - (10 + 38,1)} = 0,952$$

Отын құрамының қайта есептеуін шығару:

$$C^p = k \cdot C_m^p; \quad S_{o+k}^p = S_{o+k}^p \cdot k; \quad O^h = k \cdot O_m^p; \quad H^p = k \cdot H_m^p; \quad N^p = k \cdot N_m^p$$

Отын жануының жылулығы:

$$Q_H^p = (Q_{HT}^p + 0,025W_m^p) \cdot k - 0,025W_3^p = (16,24 + 0,025 \cdot 10) \cdot 0,952 - 0,025 \cdot 11 = 15,425 \text{ МДж/кг};$$

1.3 – кесте. Отын құрамының есептелген мәндері

$W^p, \%$	$A^p, \%$	$S_{o+k}^p, \%$	$C^p, \%$	$H^p, \%$	$N^p, \%$	$O^p, \%$	$Q_H^p, \%$
11	39,6	0,76	39,8	2,57	0,57	5,14	15425

4.3. Ауа көлемінің және жану өнімдерінің есептемесі

Көлем есептеу жану өнімінің қажырын анықтауға қажет.

Теориялық ауа көлемі:

$$V_b^o = 0,0889(C^p + 0,375 \cdot S^p) + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot O^p = 0,0889(39,8 + 0,375 \cdot 0,767) + 0,265 - 0,0333 \cdot 5,14 = 4,07 \text{ м/кг}$$

Жану өнімінің теориялық көлемі:

$$V_{RO_2}^o = 0,0187(C^p + 0,375 \cdot S^p) = 0,0187(39,8 + 0,375 \cdot 0,76) = 0,75$$

$$V_{N_2}^o = 0,79 \cdot V_b^o + 0,008 \cdot N^p = 0,79 \cdot 4,07 + 0,008 \cdot 0,57 = 3,22$$

$$V_{H_2O}^o = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V_b^o = 0,111 \cdot 2,57 + 0,0124 \cdot 11 + 0,0161 \cdot 4,07 = 0,49$$

$$V_r^o = V_{RO_2}^o + V_{N_2}^o + V_{H_2O}^o = 0,75 + 3,22 + 0,49 = 4,46$$

Газ жолында артық ауа кезіндегі жану өнімінің нағыз көлемі $\alpha_i > 1$ мына

кейіптемемен анықталады:

$$V_r = V_r^o + 1,016 (\alpha_i - 1) V_r^o$$

Қыздыру жоғарғысында жану өнімінің көлеміннің есептемесін 2.3 - кестеде келтіреміз

4.3.1 Сорма ауаны және артық шығынының еселеуішінің есептемесі

Нағыз көлемді және жану өнімінің қажырын есептеу үшін жоғарғы газ жолындағы жоғары артық ауа еселеуішін анықтауымыз қажет.

Ошақтан кейін орналасқан әрбір жоғарғыдағы артық ауа еселеуіші:

$$\alpha_i = \alpha_m + \sum \Delta \alpha_i$$

мұнда, $\alpha_m = 1,2$ – артық ауа еселеуіші

$\Delta \alpha_i$ – сорма

Орташа артық ауа еселеуіші:

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \frac{\Delta \alpha_i}{2} = \frac{\Delta \alpha_{i-1} + \alpha_{i-1}}{(150 - 30)l}$$

Есептеме нәтижесін 2-кестеге саламыз

Атаулар	Ошақ	СҰ 2 сат	АБАҚ	АҚ 2сат	СҰ 1сат	АҚ 1сат	Қазанның артында
Ошақтағы ауа артықтық еселеуіші	1,2	-	-	-	-	-	-
Газ жолының сормасы	0	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	-

Газ жолының аяғындағы ауа артықтық еселеуіші	-	1,25	1,26	1,28	1,30	1,33	1,327
Ауа артықтығының орташа мәні	1,2	1,24	1,255	1,265	1,29	1,32	1,327

4.3.2. Ауа көлемінің, парциалды қысым және күл бөлшегінің еселеуішінің есептемесі

Кестеде жану өнімінің көлемі, ұшатомды газ көлемі және күл бөлшегінің еселеуішінің нәтиже есептемесі көрсетілген.

3-кесте

Шама және есептемелік кейіптеме	Ошақ	СҰ 2сағ	АБАҚ	АҚ 2сағ	СҰ 1сағ	АҚ 1сағ	Қазанның артында
α_i	1,2	1,24	1,255	1,26	1,29	1,32	1,32
$V_{H_2O} = V_{H_2O} + 0,0$ $(\alpha_i - 1) V_b^o$	0,5	0,506	0,507	0,49	0,51	0,511	0,5114
$V_r = V_r^o + 1,016$ $(\alpha_i - 1) V_b^o$	5,29	5,45	5,52	5,56	5,66	5,78	5,81
$R_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_c}$	0,095	0,093	0,919	0,088	0,090	0,088	0,087
$R_{R_2O} = \frac{V_{R_2O}}{V_c}$	0,144	0,138	0,136	0,135	0,133	0,1296	0,129
$r_n = r_{R_2O} + r_{H_2O}$	0,237	0,23	1,055	0,2226	0,2224	0,2179	0,2169
$G_r = 1 - 0,01 \cdot A^p$ $+ 1,306 \cdot (\alpha_i - 1)$ V_b^o	6,983	7,195	7,275	7,328	7,4608	7,6203	7,6575

$\mu_{3Л} = \frac{A^p \cdot \alpha_{yH}}{100 \cdot G_2}$	0,054	0,052	0,052	0,0517	0,0504	0,0499	0,0491
--	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

4.3.3. Ауа қажырының және жану өнімінің есептемесі

Есептемелік температурада ауа қажыры және жану өнімінің анықтаймыз:

$$H^o_B = V^o_B \cdot C_B \cdot v = 4,34 \cdot C_B \cdot v$$

$$H^o_G = (V_{RO_2} \cdot C_{RO_2} + V_{H_2O} \cdot C_{H_2O} + V_{N_2} \cdot C_{N_2}) \cdot v$$

Жану өнімінің қажыры $\alpha > 1$:

$$H_G = H^o_G + (\alpha_i - 1) \cdot H^o_B + H_{күл}$$

$$Күл қажыры: H_{күл} = 0,11 \cdot \alpha_{yH} \cdot A^p \cdot C_{күл} \cdot v$$

Мұнда: $\alpha_{yH} = 0,95$ – әкетінді

$A^p = 44\%$ - отын күлділігі

$C_{күл}$ – күл жылусыйымдылығы

$C_B, C_{RO_2}, C_{H_2O}, C_{N_2}$ – ауа, ұшатомды газ, сулы пар және азот жылусыйымдылығы

4-кесте.

$v,$	$H^o_G,$ кДж/кг	$H^o_B,$ кДж/кг	$H_{күл},$ кДж/кг	$H_G = H^o_G + (\alpha_i - 1) \cdot H^o_B + H_{күл},$ кДж/кг						
				Ошақ $\alpha'' =$ 1,2	СҰ $\alpha'' = 1,2$ 5	АБАҚ $\alpha'' = 1,2$ 6	АҚ $\alpha'' = 1,2$ 7	СҰ $\alpha'' =$ 1,3	АҚ $\alpha'' =$ 1,33	Қазан артында $\alpha'' =$ 1,327
2000	15203	13280	1040	18899	19563	19696	19962	20227	20692	20586
1900	14470	12553	976	17953	18581	18706	18957	19207	19646	19546
1200	8710	7629	511	10748	11129	11205	11358	11511	11778	11717
1100	7912	6970	459	9766	10115	10184	10324	10463	10707	10651
1000	7109	6271	411	8775	9089	9151	9277	9402	9622	9571
900	6323	5585	364	7805	8084	8140	8251	8363	8562	8514
800	5544	4912	321	6848	7093	7169	7241	7339	7511	7472
700	4785	4253	277	5913	6126	6143	6254	6339	6488	6454
600	4053	3606	234	5008	5189	5225	5297	5369	5495	5466
500	3336	2972	192	4123	4272	4302	4361	4421	4525	4501
400	2634	2352	150	3255	3372	3369	3443	3490	3572	3553
300	1949	1744	110	2408	2495	2513	2548	2582	2670	2669
200	1279	1154	70	1580	1638	1650	1673	1696	1736	1727
100	623	572	33	780	809	815	826	838	858	853

4.3.4. Жылу баланс және отын шығынының есептемесі

Кесте бойынша және кететін газ температурасы бойынша аламыз. Қажыр мәнін табамыз:

$$t_{к.г} = 148 \quad t_{к.г} = 1276,73$$

Кететін газбен бірге жылудың шығындануы

$$q_2 = \frac{(H_{к.г} - \alpha_{к.г} \cdot H_{с.а}^0)}{Q_p^p} = \frac{(1276,73 - 1,327 \cdot 161,17) \cdot (100 - 3)}{15425} = 6,68$$

мұнда, $H_{с.а}^0$ - салқын ауа қажыры, кДж/кг

$$H_{с.а}^0 = 1,32 \cdot t_{с.а} \cdot V_b^0 = 1,32 \cdot 30 \cdot 4,07 = 161,17 \text{ кДж/кг}$$

Химиялық кем жанудан кеткен шығын:

$$q_3 = 0 \%$$

Механикалық кем жанудан кеткен шығын:

$$q_4 = 3 \%$$

Сыртқы суытуға кеткен шығын:

$$q_5 = 0,4 \%$$

кож жылулығына кеткен шығын:

$$q_6 = 0,07 \%$$

Қазандық қондырғының пайдалы әсер еселеуіші:

$$\eta_k = 100 - \sum_{i=1}^5 q_i = 100 - (6,68 + 0 + 3 + 0,4 + 0,07) = 89,85 \%$$

Қазандық қондырғыға пайдалы жылу мөлшері беру:

$$Q_{кк} = D(h_{nn} - h_{nb}) = 42 \cdot 10^4 \cdot (3486,9 - 992,9) = 290800,4$$

мұнда: D - өндірілген бу мөлшері, кг/ч

h_{nn} ; h_{nb} - аса қызған бу және қоркеті су қажыры, кДж/кг

$$t_{nn} = 560^0 C \quad h_{nn} = 3486,9$$

$$t_{nb} = 230^0 C \quad h_{nb} = 992,9$$

Ошаққа жіберілетін отын шығыны:

$$B = \frac{Q_{кк}}{Q_p^p \cdot \eta_k} = \frac{290088,4}{15425 \cdot 0,903} = 20,88 \text{ кг/с}$$

Отын шығынының есептемесі:

$$B = B \cdot (1 - 0,01 \cdot q_4) = 20,88 \cdot (1 - 0,01 \cdot 3) = 20,25 \text{ кг/с}$$

Жылу сақтау еселеуіші:

$$U = 1 - \frac{q_3}{\eta_k - q_5} = 1 - \frac{0,4}{89,85 - 0,4} = 0,995$$

Ошақ құтысының есептемесі

$$V_T'' = 1179^0 C : H_T'' = 10657,5 \text{ кДж/кг}$$

Ошаққа пайдалы жылу бөлу:

$$Q_T = Q_p \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q_{\text{ы.а}} = 16123,2 \cdot \frac{100 - 0 - 3 - 0,07}{100 - 3} + 3225,97 = 18719,79$$

мұнда, Q_p – жағатын отынның орнатылған жылу

Ыстық ауа жылуы:

$$Q_{\text{ы.а}} = \alpha_T \cdot H_{\text{ы.а}}^0 + H_{\text{с.а}}^0 = 1,2 \cdot 2545,09 + 171,86 = 3225,97$$

$H_{\text{ы.а}}^0 ; H_{\text{с.а}}^0$ – ыстық және салқын ауа қажыры $t_{\text{ы.а}} = 338$ -да

$$^0 C : H_{\text{ы.а}}^0 = 2545,09 \text{ кДж/кг}$$

Ошақтағы және шаң жүйесіндегі сорма $\Delta \alpha_T = \Delta \alpha_{\text{шж}} = 0$.

Жану өнімінің орташа жылусыйымдылық қосындысы:

$$V_{C_{ок}} = \frac{Q_T - H_T''}{T_a - T_T''} = \frac{18719,79 - 10657,5}{1945 - 1179} = 2,5 \text{ кДж/кг}^0 C$$

Q_T мәні арқылы T_a мәнін анықтаймыз кестеден

$$2000^0 C - 18899 \text{ кДж/кг} \quad \frac{18899 - 17953}{100} = 9,46 \text{ кДж/}^0 C$$

$$1900^0 C - 17953 \text{ кДж/кг} \quad \frac{18719 - 17953}{9,46} = 45^0 C$$

Онда жылуалмасусыздық температурасы құрайды:

$$t_a = 1900 + 45 = 1945^0 C$$

$$T_a = 1945 + 273 = 2218 K$$

Ошақтан шыққандағы газ температурасын анықтаймыз:

$$V_T'' = \frac{T_a}{M \left(\frac{4,9 \cdot H_c \cdot \alpha_o \cdot T_a^3}{10^8 \cdot \varphi \cdot B_p \cdot V \cdot C_{ок}} \right)^{0,6} + 1} - 273 = \frac{2218}{0,394 \cdot \left(\frac{4,9 \cdot 1007 \cdot 0,982 \cdot 2218^3}{10^8 \cdot 0,995 \cdot 69736,7 \cdot 2,5} \right)^{0,6} + 1} = 1179^0 C$$

Ошақтан шыққандағы газ температурасын есептемеде

$V_T'' = 1179^0 C$ аламыз, мұнда ошақтағы максималды температура есепке алатын еселеуіш:

$$M = 0,56 - 0,5 X_T = 0,56 - 0,5 \cdot 0,23 = 0,394$$

X_T – оттық осінің биіктігі, м

H_T – ошақ биіктігі, м

$$X_T = \frac{h_T}{H_T} = \frac{4,16}{17,96} = 0,23$$

H_c – ошақтың сәулеқабылдау беті, м

a_o – ошақтың қаралық дәрежесі:

$$a_o = \frac{a_a}{a_a + (1 - a_a) \cdot \varphi \cdot \zeta} = \frac{0,956}{0,956 + (1 - 0,956) \cdot 0,424} = 0,982$$

мұнда, a_a – алаудың қаралық дәрежесі:

$$a_a = 1 - e^{-kps} = 1 - e^{-4,7 \cdot 0,1 \cdot 6,65} = 0,956$$

P – ошақ құтысындағы газ қысымы, МПа

K – газ ортасындағы әлсіз сәуле еселеуіші

$$K = K_T \cdot \alpha_n + K_{кл} \cdot \alpha_{кл} + K_k = 0,681 + 3,519 + 0,5 = 4,7$$

$K_T \cdot \alpha_n$ – ошақ ортасындағы әлсіз сәуле еселеуіші:

$$K_T \cdot \alpha_n = \left(\frac{7,8 + 16 \cdot r_{H_2O}}{\sqrt{a_n} \cdot S} - 1 \right) \cdot \left(1 - 0,37 \cdot \frac{T_T''}{1000} \right) \cdot \alpha_n = \left(\frac{7,8 + 16 \cdot 0,0832}{\sqrt{0,2276} \cdot 6,65} - 1 \right) \cdot \left(1 - 0,37 \cdot \frac{1452}{1000} \right) \cdot 0,2276 = 0,681$$

мұнда: $\alpha_n = \alpha_{RO_2} + \alpha_{H_2O}$

T_T'' – ошақтан шыққандағы абсолютті газ температурасы, К

S – сәулелену қабатының эффективті қалыңдығы:

$$S = \frac{3,6 \cdot V_T}{F_k} = \frac{3,6 \cdot 2660}{1439} = 6,65$$

V_T – ошақ көлемі, м³

F_{CT} – қабырға жоғарғысы, м²

$K_{күл} \mu_{күл}$ – ошақтағы күл бөлшектер сәулесінің әлсіздену еселеуіші:

$$K_{күл} \mu_{күл} = \frac{43 \cdot \rho_T \cdot \mu_{күл}}{(T_T'' \cdot \rho_{күл})^{0,67}} = \frac{43 \cdot 1300 \cdot 0,053}{(1452 \cdot 16)^{0,67}} = 3,519$$

$\rho_{күл}$ – м³тмосфералық қысымдағы түгін газдарының тығыздығы, г/м³

$d_{күл}$ – күл бөлшектерінің тиімді диаметрі, мкм;

$$K_k = 0,5$$

Ошақтың меншікті жылуқабылдағыш

$$Q_a = \varphi \cdot (Q_T - H_T^{\text{II}}) = 0,995 \cdot (18719,7 - 10657,5) = 8022 \text{ кДж/кг}$$

4.3.5. Ауақыздырғыш қосылған есептемесі

Құбыр диаметрі: $d/d_2 = 40/37 \text{ мм}$

Көлденең және бойлық аралығы: $S_1/S_2 = 120/60$

Қыздырғыш үсті: $H = 1039 \text{ м}^2$

Газ және ауа шығу қимасы: $F_r = 3,85 \text{ м}^2$ $F_a = 19 \text{ м}^2$

Газ және ауа шығу қимасы: $t_2^{\text{I}} = 471^{\circ} \text{ C}$

Кіредегі газ қажыры: $H_2^{\text{I}} = 4039,5 \text{ кДж/кг}$

Шығардағы газ температурасы: $t_2^{\text{II}} = 221^{\circ} \text{ C}$

Кіредегі газ қажыры: $H_2^{\text{II}} = 1841,8 \text{ кДж/кг}$

Кіредегі ауа температурасы: $t_a^{\text{I}} = 30^{\circ} \text{ C}$

Кіредегі ауа қажыры: $H_a^{\text{I}} = 233,2 \text{ кДж/кг}$

Шығардағы газ температурасы: $t_a^{\text{II}} = 75^{\circ} \text{ C}$

Шығардағы ауа қажыры: $H_a^{\text{II}} = 581 \text{ кДж/кг}$

Ауа арқылы қабылдаған жылу:

$$O_o = \beta \varepsilon_p (H_a^{\text{II}} - H_a^{\text{I}}) = 0,82 \cdot (581 - 233,2) = 286,1 \text{ кДж/кг}$$

Газбен бірге жіберілген жылу:

$$O_o = \varphi (H^{\text{I}} - H^{\text{II}} + \Delta \alpha H_{\text{эpc}}^0) = 0,9950 \cdot (4039,5 - 1841,8 + 0,03 \cdot 407) = 2198,9 \text{ кДж/кг}$$

Орташа газ және ауа температурасы:

$$t_2 = \frac{t_2^{\text{I}} + t_2^{\text{II}}}{2} = \frac{471 + 221}{2} = 346^{\circ} \text{ C}$$

$$t_a = \frac{t_a^{\text{I}} + t_a^{\text{II}}}{2} = \frac{30 + 75}{2} = 52,5^{\circ} \text{ C}$$

Орташа ауа температурасы арқылы сорма ауа қажырын табамыз:

$$H_{\text{сн}}^0 = 407,1 \text{ кДж/кг}$$

Газ және ауа жылдамдығы:

$$w_2 = \frac{B_p V_2 (t_2 + 273)}{273 F_2} = \frac{19,73 \cdot 0,9 (346 + 273)}{273 \cdot 3,85} = 10,2 \text{ м/с}$$

$$w_a = \frac{B \varepsilon_p B_p V_a^0 (t_a + 273)}{273 F_2} = \frac{0,82 \cdot 19,37 \cdot 4,34 (346 + 273)}{273 \cdot 3,85} = 5,5 \text{ м/с}$$

мұнда $V_2 = 0,9 \text{ м}^3/\text{кг}$ - сулы үнемдегіштен кейін АБАҚ 16% газ алу жүзеге асады.

Ағындық жылу беру еселеуіші бетінен қыздырғыш ортаға:

$$\alpha_2 = \alpha_\kappa = \alpha_n \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{op} = 59 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 = 57,9 \text{ Вт/м}^2$$

Ағындық жылу беру еселеуіші газдан жоғарыға:

$$c'.177: \alpha_1 = \alpha_\kappa = \alpha_n \cdot C_{op} \cdot C_e = 58 \cdot 0,73 \cdot 1 = 42,1 \text{ Вт/м}^2$$

Жылу беру еселеуіші:

$$k = \zeta \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = 0,8 \frac{42,1 \cdot 57,9}{42,1 + 57,9} = 19,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Тегеурін температурасы:

$$\Delta t^I = t_2^I - t_a^II = 471 - 75 = 396^\circ\text{C}$$

$$\Delta t^II = t_2^II - t_a^II = 221 - 30 = 191^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t^I - \Delta t^II}{2,31g \frac{\Delta t^I}{\Delta t^II}} = \frac{396 - 191}{2,31g \frac{396}{191}} = 279^\circ\text{C}$$

Жылу алмасу теңдеуі:

$$Q_T = \frac{H \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p} = \frac{1039 \cdot 19,5 \cdot 279}{10^3 \cdot 19,37} = 291,8$$

4.3.6. II-сатылы ауақыздырғыш есептемесі

Құбыр диаметрі: $d/d_2 = 40/36,8 \text{ мм}$

Көлденең және бойлық аралығы: $S_1/S_2 = 60/42$

Қыздырғыш үсті: $H = 8550 \text{ м}^2$

Газ және ауа шығу қимасы: $t_2^II = 341^\circ\text{C}$

Шығардағы газ қажыры: $H_2^II = 2930,2 \text{ кДж/кг}$

Кіредегі ауа температурасы: $t_a^I = 212^\circ\text{C}$

Кіредегі ауа қажыры: $H_a^I = 1604,1 \text{ кДж/кг}$

Шығардағы газ температурасы: $t_a^II = 338^\circ\text{C}$

Шығардағы ауа қажыры: $H_a^II = 2545,1 \text{ кДж/кг}$

Ауа арқылы қабылдаған жылу:

$$Q_a = \left(\alpha_m + \frac{\Delta \alpha_a''}{2} \right) (H_a'' - H_a') = \left(1,2 + \frac{0,03}{2} \right) (2545,1 - 1604,1) = 1143,3 \text{ кДж/кг}$$

Шығардағы ауа қажыры:

$$H_z' = H_z'' + \frac{Q_o}{\varphi} - \Delta \alpha H_{nrc}^0 = 2930,2 + \frac{1143,3}{0,995} - 0,03 \cdot 1587,5 = 4039,5 /$$

Орташа газ және ауа температурасы:

$$t_z = \frac{t_z' + t_z''}{2} = \frac{471 + 341}{2} = 406^{\circ}C$$

$$t_a = \frac{t_a' + t_a''}{2} = \frac{212 + 338}{2} = 275^{\circ}C$$

$H_{cn}^0 = 471^{\circ}C$ - шығардағы газ температурасы

Орташа ауа температурасы арқылы сорма ауа қажырын табамыз:

$$H_{cn}^0 = 1587,5 \text{ кДж/кг}$$

Ауа және газдың табиғи ағын:

$$F_r = 0,785 \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot n = 0,785 \cdot 0,0368^2 \cdot 20856 = 22,2 \text{ м}^2$$

$$F_r = e \cdot 2(B - d_c \cdot n) = 3,4 \cdot 2(14,52 - 0,04 \cdot 237) = 34,2 \text{ м}^2$$

Газ және ауа жылдамдығы:

$$w_z = \frac{B_p V_z (t_z + 273)}{273 F_z} = \frac{19,37 \cdot 4,8(406 + 273)}{273 \cdot 22,2} = 10,5 \text{ м/с}$$

$$w_a = \frac{B \varepsilon_p B_p V_a^0 (t_a + 273)}{273 F_z} = \frac{1,215 \cdot 19,37 \cdot 4,34(275 + 273)}{273 \cdot 34,2} = 6,4 \text{ м/с}$$

$V_z = 4,8 \text{ м}^3/\text{кг}$ - АБАҚ газ алу ескере отырып.

Ағындық жылу беру еселеуіші бетінен қыздырғыш ортаға:

$$\alpha_2 = \alpha_k = \alpha_n \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{op} = 80 \cdot 0,92 \cdot 0,93 \cdot 0,91 = 62,1 \text{ Вт/м}^2$$

Ағындық жылу беру еселеуіші газдан жоғарыға:

$$\alpha_1 = \alpha_k = \alpha_n \cdot C_{op} \cdot C_e = 49,5 \cdot 0,85 \cdot 1 = 42,1 \text{ Вт/м}^2$$

Жылу беру еселеуіші:

$$k = \zeta \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = 0,8 \frac{42,1 \cdot 62,1}{42,1 + 62,1} = 17,4 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^{\circ}C$$

Тегеурін температурасы:

$$\Delta t' = t_z' - t_a'' = 471 - 338 = 133^{\circ}C$$

$$\Delta t'' = t_z'' - t_a'' = 341 - 212 = 129^{\circ}C$$

	Бет

$$\Delta t = \psi \frac{\Delta t^I - \Delta t^{II}}{2} = \frac{133 - 129}{2} = 279^{\circ}C$$

Жылу алмасу теңдеуі:

$$Q_T = \frac{H \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p} = \frac{8550 \cdot 17,4 \cdot 118}{10^3 \cdot 19,37} = 1123,6$$

4.3.7. I-сатылы сулы үнемдегіш есептемесі.

Құбыр диаметрі: $d/d_2 = 32/24_{мм}$

Көлденең және бойлық аралығы: $S_1/S_2 = 74,9/46,1$

Қыздырғыш үсті: $H = 2360_{м^2}$

Шығардағы газ температурасы: $t_z^{II} = 278^{\circ}C$

Шығардағы газ қажыры: $H_z^{II} = 2398,6_{кДж/кг}$

Кіредегі су температурасы: $t_a^I = 230^{\circ}C$

Кіредегі су қажыры: $H_a^I = 972_{кДж/кг}$

Шығардағы су температурасы: $t_a^{II} = 246^{\circ}C$

Шығардағы су қажыры: $H_a^{II} = 1066_{кДж/кг}$

Жұмысшы ортадан қабылдаған жылу:

$$Q_b = \frac{D}{B_p} (H_a^{II} - H_a^I) = \frac{166,6}{19,37} (1066 - 972) = 565,8$$

Кіредегі газ қажыры:

$$H_z^I = H_z^{II} + \frac{Q_b}{\varphi} - \Delta \alpha_{ув} \cdot H_{ав} = 2398,6 + \frac{565,8}{0,995} - 0,02 \cdot 171,86 = 2930,2$$

Орташа газ және су температурасы:

$$t_z = \frac{t_z^I + t_z^{II}}{2} = \frac{341 + 278}{2} = 310^{\circ}C$$

$$t_a = \frac{t_a^I + t_a^{II}}{2} = \frac{230 + 246}{2} = 238^{\circ}C$$

Су және газдың табиғи ағын:

$$F_c = 0,785 \cdot d_{вн}^2 \cdot n = 0,785 \cdot 0,024^2 \cdot 3 \cdot 8 = 0,112_{м^2}$$

$$F_r = (a - d_n \cdot n) \cdot 2h = (2,04 - 0,032 \cdot 0,25,2) \cdot 2 \cdot 14,36 = 35_{м^2}$$

Газ және ауа жылдамдығы:

$$w_z = \frac{B_p V_z (t_z + 273)}{273 F_z} = \frac{19,37 \cdot 4,9(310 + 273)}{273 \cdot 35} = 5,8 \text{ м/с}$$

$$w_a = \frac{DV}{F_a} = \frac{116,6 \cdot 0,0013}{0,112} = 1,3 \text{ м/с}$$

Қабырғаның ластану температурасы:

$$t_n = 25 + t_a = 25 + 238 = 263^\circ \text{C}$$

Ағындық жылу беру еселеуіші газдан жоғарыға:

$$\alpha_k = \alpha_n \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{op} = 68 \cdot 1 \cdot 1,02 \cdot 0,99 = 69 \text{ Вт/м}^2$$

Жылу беру еселеуішінің еселеуіші:

$$\alpha_c = \alpha_n \cdot \zeta = 60 \cdot 0,091 = 5,5 \text{ Вт/м}^2$$

$$\text{мұнда } \zeta = 1 - e^{-10,01 \cdot 0,1 \cdot 0,095} = 0,091$$

Сәулелену ортасының әлсіз еселеуіші:

$$k = K_z \cdot r_n + K_{\text{күл}} \cdot \mu_{\text{күл}} + K_{\kappa} = 5,99 + 3,52 + 0,5 = 10,01$$

Газдық ортадағы әлсіз сәуле еселеуіші:

$$K_z r_n = \left(\frac{7,8 + 16 \cdot r_{H_2O}}{\sqrt{r_n \cdot S}} - 1 \right) \left(1 - 0,37 \frac{T_T''}{1000} \right) \alpha_n = \left(\frac{7,8 + 16 \cdot 0,079}{\sqrt{0,2014 \cdot 0,095}} - 1 \right) \left(1 - 0,37 \frac{1452}{1000} \right) \cdot 0,2014 = 5,99$$

мұнда:

$$S = 0,9 \cdot d \left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{S_1 \cdot S_2}{d^2} - 1 \right) = 0,9 \cdot 0,032 \left(\frac{4}{3,14} \cdot \frac{74,9 \cdot 46,1}{32^2} - 1 \right) = 0,095$$

Ұшпа күл бөлшегінің әлсіз сәуле еселеуіші:

$$K_{\text{күл}} \alpha_{\text{күл}} = \frac{43 \cdot \rho_{\Gamma} \cdot \mu_{\text{күл}}}{(T_T'' \cdot d_{\text{күл}})^{0,67}} = \frac{43 \cdot 1300 \cdot 0,053}{(1452 \cdot 16)^{0,67}} = 3,52$$

Жылу беру еселеуіші:

$$k = \frac{\alpha_k \cdot \alpha_l}{1 + \varepsilon(\alpha_k + \alpha_l)} = \frac{69 + 6,7}{1 + 0,0033(69 + 5,5)} = 52,2 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Тегеурін температурасы:

$$\Delta t^I = t_z^I - t_a^{\text{II}} = 341 - 246 = 95^\circ \text{C}$$

$$\Delta t^{\text{II}} = t_z^{\text{II}} - t_a^{\text{II}} = 278 - 230 = 48^\circ \text{C}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t^I - \Delta t^{\text{II}}}{2,31g \frac{\Delta t^I}{\Delta t^{\text{II}}}} = \frac{95 - 48}{2,31g \frac{95}{48}} = 70,4^\circ \text{C}$$

Жылу алмасу теңдеуі:

$$Q_T = \frac{H \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p} = \frac{2360 \cdot 52,2 \cdot 70,4}{10^3 \cdot 19,37} = 556,2$$

4.3.8. I-сатылы ауақыздырғыш есептемесі

Құбыр диаметрі: $d/d_2 = 40/36,8 \text{ мм}$

Көлденең және бойлық аралығы: $S_1/S_2 = 60/42$

Қыздырғыш үсті: $H = 18286 \text{ м}^2$

Шығардағы газ температурасы: $t_z'' = 135^\circ \text{C}$

Шығардағы газ қажыры: $H_z'' = 1172,1 \text{ кДж/кг}$

Кіредегі ауа температурасы: $t_a' = 75^\circ \text{C}$

Кіредегі ауа қажыры: $H_a' = 581,0 \text{ кДж/кг}$

Шығардағы ауа температурасы: $t_a'' = 212^\circ \text{C}$

Шығардағы ауа қажыры: $H_a'' = 1604,1 \text{ кДж/кг}$

Ауа арқылы қабылдаған жылу:

$$Q_o = \left(\Delta \alpha_{en}^2 + \frac{\Delta \alpha_{en}'}{2} \right) (H_a'' - H_a') = \left(0,03 + \frac{0,03}{2} \right) (1604,1 - 581) = 1273,7 \text{ кДж/кг}$$

Кіредегі газ қажыры:

$$H_z' = H_z'' + \frac{Q_o}{\varphi} - \Delta \alpha \cdot H_{nrc}^0 = 1172,1 + \frac{1273,7}{0,995} - 0,03 \cdot 828,7 = 2398,6$$

$t_z' = 278^\circ \text{C}$ кіредегі газ температурасы

Орташа газ және су температурасы:

$$t_z = \frac{t_z' + t_z''}{2} = \frac{278 + 135}{2} = 207^\circ \text{C}$$

$$t_a = \frac{t_a' + t_a''}{2} = \frac{212 + 75}{2} = 144^\circ \text{C}$$

$H_{cn}^0 = 828,7 \text{ кДж/кг}$ орташа ауа температурасы арқылы сорма ауа қажырын анықтаймыз.

Су және газдың табиғи ағыны:

$$F_r = 0,785 \cdot d_{en}^2 \cdot n = 0,785 \cdot 0,0368^2 \cdot 12780 = 13,6 \text{ м}^2$$

$$F_a = 2,3 \cdot 2(13,08 - 0,04 \cdot 213) = 21 \text{ м}^2$$

$$F_r = 0,785 \cdot d_{en}^2 \cdot n = 0,785 \cdot 0,0368^2 \cdot 18012 = 19 \text{ м}^2$$

$$F_r = e \cdot 2(B - d_c \cdot n) = 3,4 \cdot 2(14,52 - 0,04 \cdot 237) = 34,2 \text{ м}^2$$

Жалпы қатар үшін:

$$F_r = \frac{H}{\frac{H_{1k}}{F_2} + \frac{H_{2,3k}}{F_2}} = \frac{18286}{\frac{3542}{13,6} + \frac{14744}{19}} = 17,64 \text{ м}^2$$

$$F_r = \frac{H}{\frac{H_{1k}}{F_2} + \frac{H_{2,3k}}{F_2}} = \frac{18286}{\frac{3542}{21} + \frac{14744}{34,2}} = 30,4 \text{ м}^2$$

Газ және ауа жылдамдығы:

$$w_2 = \frac{B_p V_2 (t_2 + 273)}{273 F_2} = \frac{19,37 \cdot 5,3(207 + 273)}{273 \cdot 17,64} = 10,3 \text{ м/с}$$

$$w_a = \frac{B \varepsilon_p B_p V_a^0 (t_a + 273)}{273 F_2} = \frac{1,245 \cdot 19,37 \cdot 4,34(144 + 273)}{273 \cdot 30,4} = 5,3 \text{ м/с}$$

Ағындық жылу беру еселеуіші бетінен қыздырғыш ортаға:

$$\alpha_2 = \alpha_k = \alpha_n \cdot C_z \cdot C_s \cdot C_{op} = 60 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,97 = 58,2 \text{ Вт/м}^2$$

Ағындық жылу беру еселеуіші газдан жоғарыға:

$$\alpha_1 = \alpha_k = \alpha_n \cdot C_{op} \cdot C_e = 60 \cdot 1,12 \cdot 1 = 42,7 \text{ Вт/м}^2$$

Жылу беру еселеуіші:

$$k = \zeta \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = 0,7 \frac{42,7 \cdot 58,2}{42,7 + 58,2} = 19,7 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Тегеурін температурасы:

$$\Delta t^I = t_2^I - t_a^{II} = 278 - 212 = 66^\circ\text{C}$$

$$\Delta t^II = t_2^{II} - t_a^{II} = 135 - 75 = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = \psi \frac{\Delta t^I - \Delta t^II}{2} = 0,9 \frac{66 - 60}{2} = 56,7^\circ\text{C}$$

Жылу алмасу теңдеуі:

$$Q_T = \frac{H \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p} = \frac{18286 \cdot 19,7 \cdot 56,3}{10^3 \cdot 19,37} = 1253,4 \text{ кДж/кг.}$$

4.4. Ошақты аймақтық есептеу

Қарастырылған сәулелік жылуалмасуды есептеу әдісі ошақ құтысынан шығудағы ыстықтықты, яғни ошақ қабырғасының тек орташа жылу қабылдауын анықтауға мүмкіндік береді. Жиі, әсіресе тура ағынды қазандар үшін құбырлардың ыстықтық жұмыс тәртібін (мысалы ТСБ, ОСБ.ЖСБ) бағалау үшін ошақтың әр аймағындағы жылу қабылдауды білу қажет. Бұл үшін аймақтық есептеу әдісін қолданады. Ошақ биіктігі бойынша шартты бірнеше (4-6) аймаққа бөлінеді. Біріншісі максимал жылу бөлу аймағы (оттықтар орналасқан аймақ), қалған ошақ бөлігі әр қайсысының биіктігі 3-6 м аймақтарға бөлінеді.

Аймақтың жылулық есептеуі әр аймақтан шығудағы ыстықтықты анықтаудан тұрады, сосын аймақтағы жылу ағыны анықталады.

Қайрат теңдеуі әрбір аймақ үшін жазылады. Мұнда аймақтағы қажырдың өзгеруі жылу бөлу мен сәулелік жылуалмасу айырмасына тең екені есепке алынады

$$H'' - H' = (\beta''_{жсд} - \beta'_{жсд}) Q_T^{жс} - \frac{C_0 a_{0ш}}{Be} (F\psi)_{нсер} T_{нсер}^4 \cdot 10^{-11}$$

мұнда H'' , H' — сәйкесті газдардың аймақтан шығудағы және аймаққа кірудегі қажырлары, кДж/кг; ($\beta''_{жсд}$, $\beta'_{жсд}$ — жану дәрежелері; $T_{вс}$ — газдың аймақтағы әсерлік ыстықтығы, К.

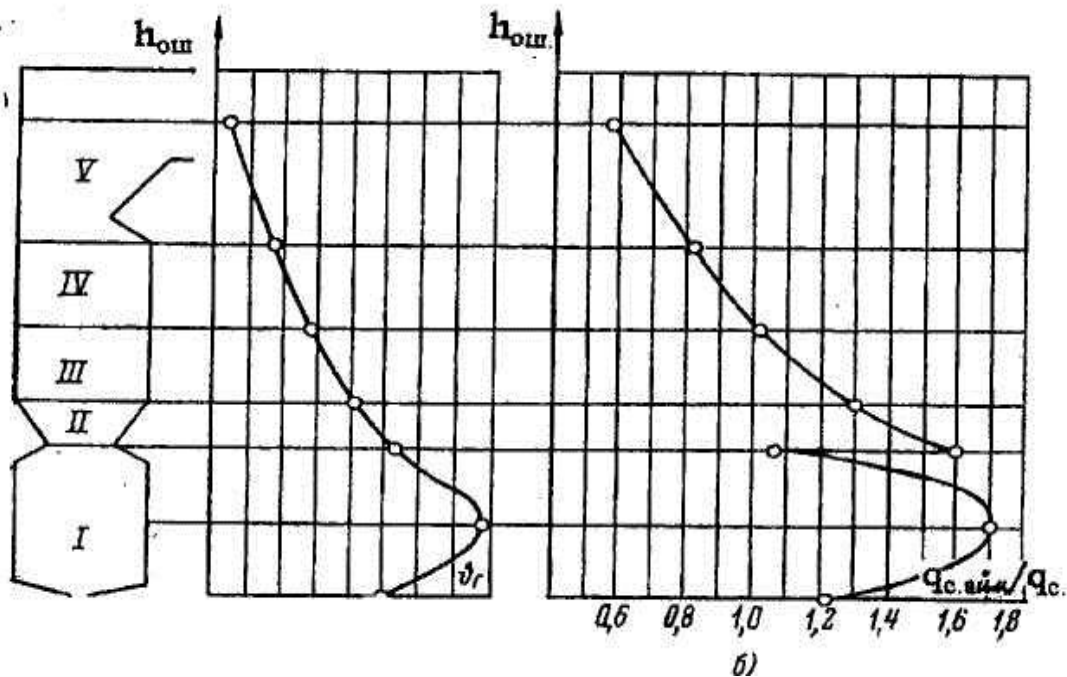
Жану дәрежесі ошақтың салыстырмалы биіктігі бойынша отынтүріне тәуелді және орташа алғанда тең:

$h/h_{0ш}$	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	1.00
$\beta_{\text{жсд}}$	0.8-0.9	0.92	0.95	0.96	0.98	0.99

4.1. Жартылай сәулелік қыздыру беттеріндегі жылуалмасу

Ошақ құтысынан кейін тікелей орналасқан қыздыру беттері жоғары ыстықтықты газдармен ағысталады және жылудың едәуір бөлігін сәулелік жылуалмасу арқылы қабылдайды. Ең көп сәулелік жылу қабылдайтын жартылай сәулелік беттер: шымалдықтық (ширмалық) буды аса қыздырғыш және әдіп (фестон), олар ошақ құтысының шыға берісінде орналасқан және алау өзегінің тікелей сәулелену жылуының көбін қабылдайды.

Шымалдық жылуды сәулелік ($Q_{шс}$ және ағындық ($Q_{ш-а}$) жылуалмасу арқылы алады:



4 сурет. Ошақты аймақтық есептеу сұлбесі

$$Q_{ш} = Q_{ш.с.} + Q_{ш.а} \text{ кДЖ/кг}$$

Шымылдық ошақтан алатын сәулелік жылу шымылдыққа кірудегі мен шығудағы сәулелік жылу ағындар айырымына тең

$$Q_{ш.с.} = Q_{с.к.у} - Q_{с.ш.у.}$$

шымылдыққа кірудегі сәулелік жылу ағыны тең

$$Q_{с.к.у} = \beta \eta_6 q_c \frac{F_{с.к.у}}{B_e}$$

Мұнда $\beta = 0.6 \div 1.0$ ошақтық ортамен шымылдық арасындағы көлемдегі газдың өзара жылуалмасуын есепке алатын еселеуіш; $F_{с.к.у}$ $F_{с.ш.у}$ — шымылдыңтың кіру және шығу қимасындағы сәуле қабылдайтын беттер, m^2 ; $\eta_6 = 0.7 \div 0.8$ - ошақ биіктігі бойынша жылу қабылдаудың таралу еселеуіші; q_c — ошақтан шымылдыққа меншікті сәулелік жылу ағыны, kW/m^2 .

($Q_{с.ш.у}$ шымылдықтан кейінгі қыздыру бетінің ошақтағы және шымылдықтағы газдардан алған сәулелік жылу. Төменде кейіптемеде бірінші мүше ошақтан шымылдық арқылы өткен сәулелік жылуды, екінші мүше шымылдықтағы газдық көлемнің келесі қыздыру беттеріне өзіндік сәулеленуін есепке алады.

Сонымен

$$Q_{с.ш.у} = \frac{Q_{с.кіру} (1 - a) \varphi_{ш}}{\beta} + \frac{5.67 \cdot 10^{-11} a F_{ш-у} T_{op}^4 \varepsilon_{миз}}{\beta_e}$$

мұнда a — шымылдық аймағындағы газдардың жылулық сәулелену еселеуіші; $\varphi_{ш}$ — шымылдыңтың кірудегі қимасынан шығудағы қимасына

бұрыштық еселеуіш; T_{op} —шымылдықтағы газдардың орташа ыстықтығы, К; Етүз—түзету еселеуіші (көмір, сұйық отын үшін $e=0,5$, табиғи газ үшін $e=0,7$, тақта тас үшін $b=0,2$).

Шымылдықтың бұрыштық еселеуіші

$$\varphi_{\phi} = \sqrt{\left(\frac{b_{\phi}}{S_1}\right)^2 + 1} - \frac{b_{\phi}}{S_1},$$

мұнда b_{ϕ} —шымылдықтың ені (газ жүрісі бойынша өлшем);
 S_1 - шымылдыктар арасындағы адым.

4.2. Ағындық қыздыру беттеріндегі жылуалмасу

Жартылай сәулелік беттерден (шымылдыктар немесе әдіп) кейін жатық газжолында орналасқан қыздыру беттер және қазанның ағындық шахтасындағы барлық қыздыру беттері ағындық бетке жатады. Олар салыстырмалы ыстықтығы төмен аймақта орналасқан, онда сәулелік жылуалмасу қарқыны тез төмендейді, жылуалмасу ағындық болады.

Қыздыру бетіне қыздыратын ыстық газдардан жылу берілгендіктен газ қажыры темендеп қыздырылатан ортаның: су, бу немесе ауаның қажыры өседі. Газ жағындағы жылу теңестігінің (балансының) теңдеуі мына түрге келеді

$$Q_T^e = \varphi \cdot (H'_e - H'' + \Delta\alpha \cdot H_{\text{сopма}}^0)$$

мұнда H^{\wedge} , H''_m - қыздыру бетіне кірудегі және шығудағы жану өнімдерінің қажыры, кДж/кг; $H^0_{\text{сopMa}}$ - сырттан сорылған ауа қажыры, салқын ауа ыстықтығы бойынша $t_{a.}=30$ °С деп, (егер ерекше нұсқау болмаса) барлық беттер үшін қабылдайды; ауа қыздырғыш үшін ауаның орташа ыстықтығы бойынша анықталады.

теңдеу бойынша қыздыру бетінің (құбырдың сыртқы бетінің) газдан алған жылуды таба аламыз. Бұл жылу құбыр қабырғасы арқылы оның ішкі бетіне өтіп қыздырылатын ортаға берілуі керек

Қыздыру бет (құбыр) қабырғасы арқылы өткен жылуды жылуөту теңдеуі бойынша анықтаймыз

$$Q_{ж} = \frac{\kappa \Delta t F}{B_e}$$

мұнда F - қарастырылатын қыздыру бетінің ауданы, м²; A_i - есептік ыстықтық тегеурін, К; B_e - есептік отын шығысы, кг/с; K - жылуөту еселеуіші.

Қыздыру бет (құбыр) қабырғасы арқылы өткен жылуды қыздырылатын орта қабылдайды. Қыздырылатын (жұмыстық) ортаның жылуқабылдау теңдеуі

$$Q_T^{ж.о} = \frac{D}{B_e} (h'' - h')$$

Қалып тасқан жағдайда мына шарт орындалуы керек

$$Q_T^2 = Q_{жс} = Q_T^{ж.о}$$

Мұнда h, h'' - қыздыру бетке кірудегі және шығудағы жұмыстық (қыздырылатын) орта қажыры, кДж/кг; O -жұмыстық орта шығысы, кг/с.

Қыздыру бетінің (мысалы, шымылдықтың) ағындық жылуалмасуын (С2ш.а) (6.28) теңдеу бойынша анықтаймыз. Тексеру үшін (6.29) теңдеуден $p_{ж}$ -ды басқа тәсілмен анықтап (6.31) шарттың орындалуын қарастырамыз.

Ауа қыздырғыштың (АҚ) жылу қабылдауын жұмыстық орта - ауа бойынша (6.30) -дың орнына мына кейіптеме бойынша анықтайды.

$$Q_{T(ауа)} = \left(\beta_{AK}'' + \frac{\Delta \alpha_{AK}}{2} + \beta_{K.K} \right) (H_{ыа}^0 - H_{с.а}^0)$$

мұнда p'' - АҚ-тан кейінгі ауа мөлшерінің теориялық қажеттіге қатынасы; Аадк- АҚ-тағы ауа сормасы; $p_{к к}$ -кері қайтарылған ауа үлесі (төмен ыстықтық тотығуға қарсы қолданылатын шара); $H_{ыа}^0, H_a^0$ -теориялық ауа келемінің ыстық және суық ауа ыстықтығында алынған қажырлары, кДж/кг.

Иірілме беттер үшін орташа алынған жылуберу (теплопередача)

еселеуіші
$$k = \frac{1}{1/\alpha_1 + \varepsilon + 1/\alpha_2}$$

ауа қыздырғыш үшін
$$k = \frac{\xi}{1/\alpha_1 + 1/\alpha_2}$$

мұнда ε -күбыр сыртындағы күл шөгінділерінің жылулық кедергісі; $\xi=0,70-0.85$ - пайдалану еселеуіші; (ластануды, толық ағысталмауды, кері ағуды есепке алады); α_1 - газдан қабырғаға жылуберу еселеуіші, кВт/м²К; α_2 - қабырғадан денеге жылуберу еселеуіші.

Шымылдық аймағына ошақтан тікелей сәулелену шымылдықтың алдыңғы қатарлардағы күбырлардың сыртқы ластануының ыстықтығын арттырады және бұл күбырларды ағыстайтын газ ағнынан жылуқабылдауды төмендетеді. Бұл жайт

$$1 + \frac{Q_{ш.с}}{Q_{ш}}$$

еселеуішін енгізіп ескеріледі. Сонда

$$\kappa = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \left(1 + \frac{Q_{ш.с}}{Q_{ш}}\right) \left(\varepsilon + \frac{1}{\alpha_2}\right)}$$

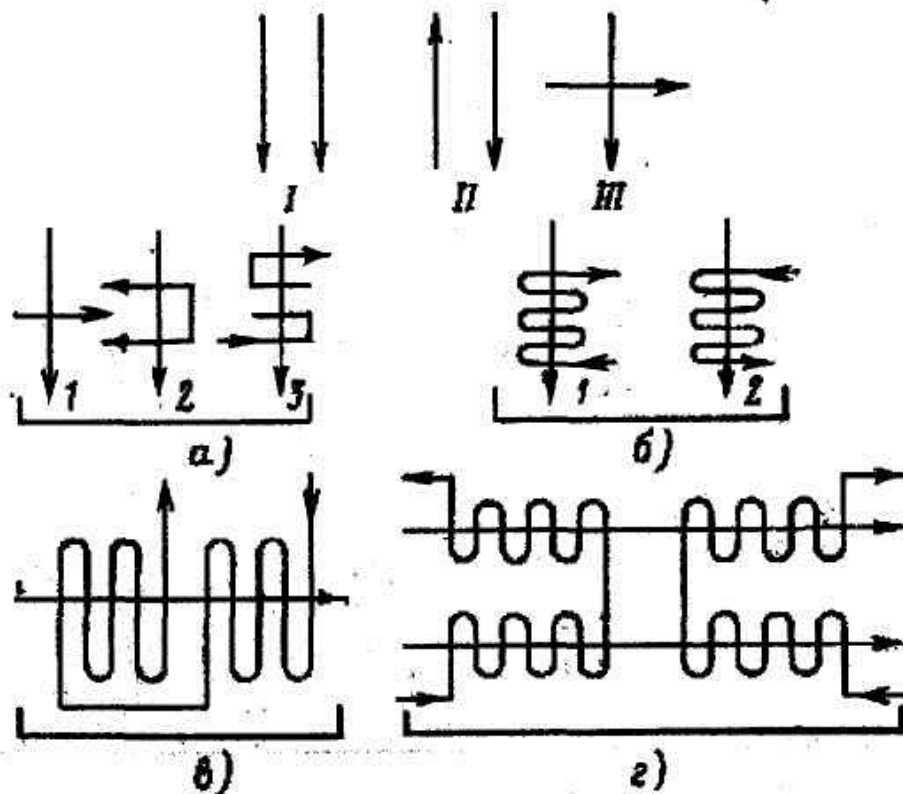
Ағындық жылу беру еселеуіштері (α_b, α_2) жылу маңыздалмасу пәнінен белгілі кейіптемеден анықталады

$$Nu = A Re^m Pr^n$$

Мұнда A, m, n - тәжірибеден анықталатын тұрақтылар, олардың мәндері қыздыру бетінің түріне, ағысталуына және т.б. байланысты. Ni, Re, Pr - сәйкесті Нуссельт, Рейнольдс, Прандталь сандары.

5-суретте бу қазанының қыздыру беттеріне қатысты қыздыратын және қызатын орталардың өзара қозғалыстарының сұлбелері келтірілген. Ыстықтық тегеурін, яғни қыздыру бет бойынша қыздыратын және қыздырылатын орталар ыстықтықтарының орташа айырмасы, тура ағын, қарсы ағын және көп ретті қиылысқан ағын (орта жүрісінің саны төрттен артық) үшін

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{улкен} - \Delta t_{кіші}}{2.31 g \Delta t_{улкен} / \Delta t_{кіші}}$$



5-сурет. Отынның жану өнімдерінің ағындық қыздыру беттерін ағыстау сұлбелері: I — тура ағын; II — қарсы ағын; III — қиылысқан ағын; а — ауа қыздырғыш: 1 — бір жүрісті қиылысқан ағын; 2 — екі жүрісті қиылысқан ағын; 3 — көп рет қиылысқан ағын; б — үнемдегіш, көп рет қиылысқан ағын: 1 — қарсы ағын; 2 — тура ағын; в — буды аса қыздырғыш, көп ретті қиылысқан ағын, тізбекті аралас ағын; г — сондай, қатарлас аралас ағын.

5. Өмір тіршілік қауіпсіздігі

ЖЭО орналасатын аймағы - Алматы қаласы.

Есепті маусым температуралары:

- жылуландыру жобасына, $t_n^p = -25 \text{ }^\circ\text{C}$,
- жылдағы ең салқын ай, $t_{\text{хм}} = -7,4 \text{ }^\circ\text{C}$,
- жылу беру уақытының орташасы, $t_n^{\text{cp}} = -2,1 \text{ }^\circ\text{C}$,
- жазғы уақыт, $t_n^{\text{лето}} = 24,2 \text{ }^\circ\text{C}$;

Тұрғын саны, $A = 330$ мың адам;

Өндіріс бу шығысы, $D_n = 180$ т/сағ;

Өндіріс бу қысымы, $P_n = 1,3$ МПа;

Өндірістен қайтып келетін конденсат коэффициенті $K = 0,8$;

Өндірістен қайтып келетін конденсат температурасы, $t_k = 80 \text{ }^\circ\text{C}$;

Ыстық сумен қамтамасыз ететін жүйе түрі – жабық;

Бір адамға жылу мен желдетуге жұмсалатын жылу, $q_1 = 1,71$ кВт/адам;

Бір адамға жұмсалатын ыстық су жылуының мөлшері, $q_2 = 0,80$ кВт/адам.

5.1. Зиянды заттардың қоршаған ортаға әсері

ЖЭС-да және қазандықтарда отынды жағу, құрамында әр түрлі улы заттарын құрайтын органикалық отынның жану өнімдерін ауаға шығуына ықпал етеді. Пайда болған зиянды заттардың саны отынның химиялық құрамына, шығынына, қолданып жатқан ауаға зиянды заттардың шығуын төмендететін тәсілдерге тәуелді.

ЖЭС аймағының периметріне сай ТҚА-ның аумағы 1000 метрге тең болады, ал ЖЭС аймағы кішкентай болса, яғни жері аз болса, аумағы 500 метрге тең болады. Кәсіпорын ШБШ нормативтерінің жобасын құрастыру керек, олардың қолданылатын мерзімі 5 жылдан аспау керек. ШБШ нормативтік жобада кәсіпорынның әр түрлі көздерінен шығатын ауаға зиянды заттар шығудың есептеулер жүргізіледі, ШБШ-ке жету үшін уақыт және шаралар қойылады, зиянды заттардың ауаға шығудың жылдық мәліметі анықталады.

Зиянды зат шығысының лимиті мынаған сәйкесті болу керек: электр станцияда орнатылған қоршаған ортаны қорғаудың жабдығын толық және тиімді пайдалану; тәсілдемелікті ұстап тұру керек; зиянды заттардың шығысын шара жобасына сай біртіндеп төмендету керек. ШБШ нормативтері мыналарға негіз болады:

- энерго кәсіпорынның ауа қорғау заңдылығынын бағасы;
- зиянды затты қоршаған ауаға шығаруға рұқсат береді;
- зиянды заттың шығынына;
- экологиялық паспорт құрастырылады.

Келесі зиянды заттардың шығыстары нормаландыруға жатады:

- азоттың екіншілік тотығы;
- азоттың тотығы;
- күкірттің ангидридi;
- қатты отынның күлі;
- ванадидің тотығы;

- көміртек тотығы.

Мазут күлі нормаландыруға жатпайтын, өйткені оның ішіндегі улы құраушысын, ванади тотығын, біз атап кеттік. Қайраттық қазандардан түтін газдармен ауаға шығатын күл үшін инертте өлшенген бөлшектер үшін $0,5 \text{ мг/м}^3$ қойылған ШШЖ-ға келесі күлдің түрлері жатпайды, өйткені олардың ШШЖ-ы зерттеу арқылы жүргізіліп келесі мәндер алынған (көмірдің күлі 30-40% кальций тотығынан тұратын және бөлшектерінің 3 мкм - ге дейін және 97%-ға дейін) $0,05 \text{ мг/м}^3$. Ванадий тотығы үшін орташа тәулік ШШЖ қойылған және максималды бірлік шоғыры келесі тәулікпен анықталады: $\text{ОЖС} < \text{ПДК}_{\text{СС}}$

Ванадий тотығы және күкірт ангидридінің бірге улану нәтижесін ескере отырып атмосфералық ауаның зиянды заттарымен ластануы бағаланады. Аспирациялық жүйені есептеу.

Ауа қолайлығын қамтамасыз ету тұрғын үй, қоғамдық және өндіріс орындары аспирация, желдету, жылумен қамтамасыз ету және ауа тазарту жүйелерінен тәуелді. Желдетумен бірлескен ауалық жылумен қамтамасыз ету ғимараттарда қанағаттанарлық климат жасайды және ондағы ауа ортасын қолайлы шартта қамтамасыздандырады. Ауа тазарту жүйесі, желдету мақсаттарын орындалуы және жылумен қамтамасыз етуден басқа, өз құрамында фреондық тоңазытқыш машинасын қолдануының арқасында жылдың жазғы, ыстық күндерінде қолайлы микроклимат жасауға рұқсат етеді.

Ауа тазарту жүйесінде ауа дайындауы оның салқындауын, қызуын, дымдауын немесе құрғатуын, тазалауын (сүзуін, иондауын) қоса алады, жүйе ғимарат ішіндегі берілген ауа параметрлерін (температураны, дымқылдықты, орын ауыстыруын, тазалықты), сонымен қатар ғимаратқа жылу және ылғалдың ауыспалы кіруіне сыртқы (атмосфералық) ауаның метеорология параметрлерінің тербелулерінен және деңгейінен тәуелсіз ұстап тұруын қамтамасыз етеді.

Ауа тазарту жүйелері өз тағайындалуы жағынан жайлы және технологиялық болып бөлінеді. Жайлы жүйелер температураны автоматты ұстап тұруына, салыстырмалы дымқылдықты, тазалықты және жылдамдықтың ауа қозғалыстарын, үйлесімді санитарлық - гигиеналық талаптарға тиістілерді жасау үшін арналған.

Ауа тазарту технологиялық жүйелері ауа параметрлерінің қамтамасыз етуіне және барынша көп дәрежеде айқын өндіріс немесе технологиялық процесс талаптарына сай етуі үшін арналған.

Ауаны тазарту мақсаты әрбір адам организмі автоматты термо реттеуі өзіндік дара жүйесінің арқасында өзін жақсы сезетіндей етіп әуедегі ортаны сондай параметрлерін ұстап тұруы, яғни сол ортаның ықпалын сезбеуінде.

5.1.1 Зиянды заттардың тасталуы мен түспе заттарының есептемесі.

ЖЭБ-нің бугенераторларынан шығатын ластайтын түспе заттарының есептемесі.

Қатты бөліктер.

Түтін газдарымен бірге тасталатын ұшпа күлдер және жанбаған отын мөлшері (г/с, т/жыл) мына формуламен есептеледі:

$$M_{TB} = 0.01B \left(a_{\text{yH}} A^p + q_4^{\text{ак}} \frac{Q_H^p}{32680} \right) (1 - \eta) = 0.01 \cdot 190000 \cdot \left(0.95 \cdot 27.6 + 1.5 \cdot \frac{15814}{32680} \right) (1 - 0.86) = 71.612 / \text{с}$$

мұндағы $q_4^{\text{ак}}$ – отынның толық жанбауынан алып кетуді жылу шығыны, %;

Q_H^p – отынның төменгі жану жылуы, кДж/кг;

$a_{\text{yH}} = 0.95$;

$\eta = 0.85$ – күлұстағышта ұсталған қатты бөлік үлесі;

$B = 190000$ г/с – табиғи отын шығыны;

$A^p = 27.6$ % - отынның ылғалдылығы;

Күкіртті ангидрид

Атмосфераға тасталатын күкіртті ангидрид (г/с, т/жыл) мына формуламен анықталады:

$$M_{SO_2} = 0.02BS^p(1 - \eta_{SO_2}') (1 - \eta_{SO_2}'') = 0.02 \cdot 190000 \cdot 0.8 \cdot (1 - 0.02) \cdot (1 - 0) = 29.2 \tilde{a} / \tilde{n}$$

B – табиғи отын шығыны (г/с, т/жыл);

S^p – жұмыс массасы отынындағы күкірт құрамы, %;

η_{SO_2}' – қатты қож шығарғыш ошақ үшін күкіртті ангидрид үлесі.

η_{SO_2}'' – құрғақ күлұстағыштарда тұтынған күкіртті ангидрид үлесі, $\eta_{SO_2}'' = 0$.

Азот оксиді

Бугенераторы түтін газдарымен бірге атмосфераға тасталатын азот оксидінің тастамасы (NO_x , т/жыл, г/с) мына формуламен анықталады:

$$M_{NO_x} = 0.34 \cdot 10^{-7} KBQ_H^p \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) (1 - \varepsilon_1 r) \beta_1 \beta_2 \beta_3 \varepsilon_2 = 0.34 \cdot 10^{-7} \cdot 6.6 \cdot 190000 \cdot 15.814 \cdot \left(1 - \frac{1.5}{100} \right) \cdot (1 - 0.01 \cdot 25) = 498.1 \cdot 10^{-4} \text{ г/с}$$

мұндағы K – шартты отынның 1 тоннасына жағылғанда азот оксидінің шығуын сипаттайтын коэффициент, кг/т:

Қатты отындар жағатын бугенераторлар үшін $T_{\phi} \geq 1500$ °С кезінде K келесі формуламен есептеледі:

β_1 – жағылатын отын сапасының азот оксидінің шығысына әсерін ескеретін өлшемсіз коэффициент:

$$\beta_1 = 0.178 + 0.47N^{\Gamma} = 0.178 + 0.47 \cdot 0.8 = 0.554$$

мұндағы $N^{\Gamma} = 0.8$ % – отындағы азот құрамы (%).

$\beta_2=1$ - оттық конструкциясын ескеретін коэффициент: вихревых оттықтар үшін $\beta_2=1$.

$\beta_3=1.0$ – қож шығару түрін ескеретін коэффициент;

$\varepsilon_1=0.01$ – ошаққа газды беру шарты тәуелділігінен рециркуляциялық газдардың тиімді әсер етуін сипаттайтын коэффициент [Ә.8, 3.1 кесте];

$\varepsilon_2=0.65$ – негізгі оттықтан былай ауа бөлігін берудегі азот оксидінің тастамасының төмендеуін сипаттайтын коэффициент [Ә.8, 3.1 сурет];

$\delta=15\%$ - негізгі оттықтардан басқа берілетін ауа үлесі.

Азот екі оксидінің тастамасы мына формуламен есептеледі:

$$M_{NO} = 0.8M_{NO_x} = 0.8 \cdot 498.1 \cdot 10^{-4} = 398.48 \cdot 10^{-4}$$

$$M_{NO} = (1 - 0.8)M_{NO_x} \frac{\mu_{NO}}{\mu_{NO_2}} = 0.13M_{NO_x} = 0.13 \cdot 498.1 \cdot 10^{-4} = 6 \cdot 10^{-4}$$

Ванадий оксидінің шығын мөлшері.

Ванадий оксидінің мөлшері қайта V_2O_5 (г/с, т/жыл) есептегенде мына формуламен анықталады:

$$M_{V_2O_5} = 10^{-6} q_{V_2O_5} B(1 - \eta_{oc})(1 - \eta_y) = 10^{-6} \cdot 159.2 \cdot 1333(1 - 0.007) = 0.2112 \text{ г/с}$$

Тастамалар ауа мәнін тұрақтылығын ұстап тұру үшін бугенераторын жаққан кезде ғана болады. Бірінші бугенераторды жағу үшін 6 механикалық мазутты бүркігіштер қарастырылған, олардың өнімділіктері 0,8 т/сағаттан.

$$B = 6 \cdot 0.8 = 0.48 \text{ м/ч} = 1333 \text{ г/с}.$$

Қолданылатын мазут Шымкенттің мұнай айдағыш заводынан алынады – $S_p=2\%$.

$q_{V_2O_5} = 95.4 \cdot S_p - 31.6 = 95.4 \cdot 2 - 31.6 = 159.2 \text{ г/с}$ - V_2O_5 г/т қайта есептегенде сұйық отындағы ванадий оксидінің құрамы.

5.1.2. ЖЭБ-де отын жанғанда түзілетін зиянды заттардың атмосфераға таралуының есебі.

Ауа бассейнін қорғау бойынша шаралар.

Бугенераторынан түтін газдары биіктігі $H=129$ м, ернеу диаметрі $D_{ш}=6$ м (1 труба) және ернеу диаметрі 7,2 м (2 труба) түтін құбырларынан лақтырылады. № 1 құбырға 1÷6, №2 құбырға 7÷16 бугенераторлары жалғанған.

Зиянды заттарға бақылау ай сайын есептеу жолымен іске асырылады. NO_x және CO_2 түтін газдарының концентрациясы химиялық жолмен анықталады.

Зиянды заттардың шекті-мүмкіндік концентрациялары.

№5.1 кесте.

Ванадийдің екі оксиді	Азот оксиді	Азоттың екі оксиді	Ванадийдің бес оксиді	Көмірқышқыл оксиді
NO ₂	NO	SO ₂	V ₂ O ₂	CO
0.085	0.4	0.5	0.002	5.0

Зиянды заттардың атмосферадағы түспе заттарының C , мг/м³ есептемесі ауаның жерге жақын қабатында осы зиянды заттардың концентрацияларын анықтауға негізделген.

Түспе көзінің минималды биіктігін анықтау.

Түтін трубасының биіктігінің мәні (H) мына формуламен анықталады:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot F \cdot \eta \cdot m \cdot n}{[ПДК - C_{\phi}] \sqrt{V_{\Gamma} \Delta T}}} = \sqrt{\frac{200 \cdot 5321.792 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0.36 \cdot 1}{(0.5 - 0) \cdot \sqrt{689 \cdot 145}}} = 185.26 \text{ м}$$

мұндағы $M = M_{SO_2} + 5.88 \cdot M_{NO_2} = 2979.2 + 5.88 \cdot 398.4 = 5321.792 \text{ г/с}$.

Атмосфералық ауада зиянды заттар концентрациясы максималдылығына, метрологиялық жағдайдың қолайсыздығына қатысты A коэффициентінің мәні Қазақстан үшін $A=200$;

$V_{\Gamma}=2756 \text{ м}^3/\text{с}$ - түтін газдарының көлемі (бекет бойынша жылдық есеп беруден алынды), бугенераторы үшін отын шығыны $B=68 \text{ т/сағ}$ кезінде.

Бір труба үшін түтін газдар көлемі:

$$V_{\Gamma}^1 = \frac{V_{\Gamma}}{16} \cdot N \cdot 2 = \frac{2756}{16} \cdot 2 \cdot 2 = 689 \text{ м}^3/\text{с}$$

$F=2$ – атмосфералық ауадағы зиянды заттардың тұнуы жылдамдығын ескеретін өлшемсіз коэффициент;

$T = T_{\text{YX}} - T_{\text{ЛЕТ}}^{\text{ср. max}} = 180^{\circ}\text{C} - 35 = 145^{\circ}\text{C}$ - бугенератордан газдардың тасталатын және жылдың анағұрлым ыстық айының сағат 13.00 сыртқы ауаның орташа максималды температурасы (СНиП 2.01.01 - 82 «Строительная климатология и геофизика») бойынша алынады.

$\eta=1$ – жергілікті бедердің әсінен есептелетін өлшемсіз коэффициент, бұл жағдайда тегіс және әлсіз кесіп өтілген жергілікті жер;

$C_{\phi} = 0$ – басқа көздермен құрылатын атмосфера ластанатынын сипаттайтын зиянды заттардың реңкті концентрациясы (берілген мәліметтер жоқ деп аламыз).

Трубадан түтін газдарының шығу шарттарын ескеретін, трубаның қабылдаған биіктігі бойынша анықталатын m және n өлшемсіз коэффициенттер.

m жән n коэффициенттер келесі параметрлерге тәуелді анықталады:

$$f = 1000 \cdot \frac{W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{(35)^2 \cdot 5.0}{(129)^2 \cdot 145} = 2.54$$

$$g_m = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{\Gamma} \cdot \Delta \Gamma}{H}} = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{689 \cdot 145}{129}} = 5.838$$

Содан:

$$m_m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.34 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{2.54} + 0.34 \cdot \sqrt[3]{2.54}} = 0.36$$

$g_m > 2$ кезде $n=1$.

ПДК $C_{SO_2} = 0.5$ мг/м³ из

Труба ернеуінің диаметрі:

$$D = \sqrt{\frac{4V_{\Gamma}}{\pi W_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 689}{3.14 \cdot 35}} = 5.0 \text{ м}$$

$W_0 = 35$ м/с – трубадан шығатын түтін газдарының жылдамдығы.

Зиянды заттардың минималды концентрациясының есебі.

Тастама көзінен X_M қашықтықта метеорологиялық шарттардың қолайсыздығында ЖЭС трубалардың дөңгелек ернеулеріндегі түтін газдарының тастама үшін C_M зиянды заттардың минималды концентрациясының шамасы.

Зиянды заттардың жерлік минималды концентрациясының мәні:

$$C_M = \frac{A \cdot M_M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{\Gamma} \cdot \Delta}} = \frac{200 \cdot 5321.8 \cdot 2 \cdot 0.36 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{689 \cdot 145}} = 1.03 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{TB} = \frac{A \cdot M_{TB} \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{\Gamma} \cdot \Delta}} = \frac{200 \cdot 7167.6 \cdot 2 \cdot 0.36 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{689 \cdot 145}} = 1.39 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{MSO_2} = \frac{A \cdot M_{MSO_2} \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{\Gamma} \cdot \Delta}} = \frac{200 \cdot 2979.2 \cdot 2 \cdot 0.36 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{689 \cdot 145}} = 1.577 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{MNO_x} = \frac{A \cdot M_{MNO_x} \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_{\Gamma} \cdot \Delta}} = \frac{200 \cdot 498.1 \cdot 2 \cdot 0.36 \cdot 1 \cdot 1}{129^2 \cdot \sqrt[3]{689 \cdot 145}} = 1.096 \text{ мг/м}^3$$

Бұдан құбырдың 129 м биіктігі кезінде концентрация мәнінің мүмкін мәнінен жоғары екенін көруге болады.

Түтін трубаларынан зиянды заттардың концентрациясының максималды мәнге жету қашықтығын анықтау.

Метеорологиялық шарттардың қолайсыздығында C (мг/м³) концентрациясы максималды мәнге жететін, тастама көзінен қашықтық X_M (м) мына формуламен анықталады:

$$X_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H = \frac{5-2}{4} \cdot 23.35 \cdot 129 = 2259.112$$

	Бет

мұндағы d өлшемсіз шама мына формуламен табылады, $\vartheta_M > 2,0$ кезінде

$$d = 7 \cdot \sqrt{g_m} (1 + 0.28 \sqrt[3]{f}) = 7 \cdot \sqrt{5.838} \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{2.54}) = 23.35_m$$

.Түтін трубаларынан әр түрлі қашықтықта зиянды заттардың концентрациясының ауадағы жалын осі бойынша тастамасын анықтау.

X (m) тастама көзінен әр түрлі қашықтықта U_M желдің қауіпті жылдамдығында, зиянды заттар концентрациясы C (mg/m^3) мына формула бойынша анықталады:

$$C = S_1 \cdot C_M$$

мұндағы S_1 – өлшемсіз коэффициент X/X_M қатынасы және F коэффициенті тәуелді анықталады:

$$S_1 = 3 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 = 3 \cdot (0.443)^4 - 8 \cdot (0.443)^3 + 6(0.443)^2 = 0.5975 \quad (5.18)$$

$$X=1000 \text{ м болғанда, және } \frac{X}{X_M} = \frac{1000}{2259.112} = 0.443$$

$$X=2259,112 \text{ м болғанда және } \frac{X}{X_M} = \frac{2259.112}{2259.112} = 1$$

$$S_1=1$$

$$X=3000 \text{ м болғанда және } \frac{X}{X_M} = \frac{3000}{2259.112} = 1,3279$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot (1.3279)^2 + 1} = 0.919$$

$$X=4000 \text{ м болғанда және } \frac{X}{X_M} = \frac{4000}{2259.112} = 1.7706$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot (1.7706)^2 + 1} = 0.8024$$

$$X=5000 \text{ м болғанда және } \frac{X}{X_M} = \frac{5000}{2259.112} = 2.213$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot (2,213)^2 + 1} = 0.69$$

$$X=7000 \text{ м болғанда} \quad \text{және} \quad \frac{X}{X_M} = \frac{7000}{2259.112} = 3,098$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot (3,098)^2 + 1} = 0.503$$

$$X=9000 \text{ м болғанда} \quad \text{және} \quad \frac{X}{X_M} = \frac{9000}{2259.112} = 3,984$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot (3,984)^2 + 1} = 0.369$$

$$X=10000 \text{ м болғанда} \quad \text{және} \quad \frac{X}{X_M} = \frac{10000}{2259.112} = 4,426$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot \left(\frac{X}{X_M}\right)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot (4,426)^2 + 1} = 0,318$$

Енгізетін кесте құрастырамыз.

№5.2 кесте.

C _i , мг/м ³	X _i , м							
	1000	2259,1 13	3000	4000	5000	7000	9000	10000
C _{SO₂+N}	0,61	1,03	0,9466	0,8665	0,7107	0,518	0,38	0,3275
O ₂								
S _{зол(ТВ)}	0,8305	1,39	1,2774	1,1153	0,9591	0,6992	0,5129	0,442

6. Экономикалық бөлім

Алматы қаласының аймағында қатты отынды жағылатын ЖЭО жобасы.
ЖЭО-тың өндірулігі және жіберілуі:

- Электрлік қайрат $682 \cdot 10^3$ МВт*сағ/жыл
- Жылулық қайрат $1777 \cdot 10^3$ МВт*сағ/жыл ($1528,2 \cdot 10^3$ Гкал/жыл)

Қазақстан экономикасының өсуінің болжауына байланысты, өндірістік базалар мен қуаттылықтарды қайта құрумен және де халық санының көбейуіне байланысты жұмыс істеп жатқан станциялардың қуаттылықтары жеткіліксіз болады да жылулық және электрлік қайраттың тапшылығы жоғарланады. Өнеркәсіп өздерін 10% жылдық несие түріндегі ақшамен қаржыландырылады.

Өндірістің өзіндік құнының өнім бірліктерін және капитал құйымын есептеу.

ЖЭО құрылысының капитал құйымының қосындысы.

$$K_{\Sigma}^{ЖЭО} = K_{III} * N_o = 800 * 200 * 10^3 = 160 * 10^6 \$ = 23200 * 10^6 \text{ тенге}$$

мұндағы $K_{III} = 800$ \$/кВт- шартты капитал құйымы;

$N_o = 200 * 10^3$ кВт- станцианың орнатылған қуаты.

6.1 ЖЭО-ң пайдаланулық шығындарын анықтау.

1. Тәсілдемелікке қажет отын.

Қарағанды көмірі: $Q_T^{Ж} = 23250$ кДж/кг

$C_{КЕЛ} = 1200$ тенге/тонна

Жоғарғы күкіртті мазуттың М-100 маркасы: $Q_T^{Ж} = 38800$ кДж/кг

$C_{КЕЛ} = 4329$ тенге/тонна

Бір тонна отынның бағасын анықтау, көлік тасымалы шығынның ескере отырып:

$$C_{Отын} = (C_{КЕЛ} + S * C_{ТАС})$$

көмір үшін $C_K = (1200 + 1000 * 0,8) = 2000$ тенге/тонна

мазут үшін $C_M = (4329 + 800 * 1,57) = 5585$ тенге/тонна

мұндағы S- отын тасымалдайтын жерге дейін шақырым,

$C_{ТАС}$ - темір жолмен тасымалдау негізіндегі табиғи отынды тасымалдауының құны.

Отынның жылдық шығының анықтаймыз:

$$I_{Отын} = V_H^{УН} * C_K + V_H^{ШСЖК} * C_M = 424 * 10^3 * 2000 + 34 * 10^3 * 5585 = 1038 * 10^6 \text{ тенге.}$$

2. Амортизацияға кеткен шығындар.

7% норма кезінде амортизациялық шығыны тең болады:

$$I_a = 0,07 * K = 0,07 * 23200 * 10^6 = 1624 * 10^6 \text{ тенге/жыл,}$$

мұндағы K- капитал салымның абсолюттік шамасы.

3. Тәсілдемелік мақсатқа керек су.

$$I_{CV} = \alpha_1 * \left(\frac{B_H}{100}\right) + \alpha_2 * \sum D_H^K + \alpha_3 * N_o = 2000 * (424000/100) + 1500 * (34000/100) + 4500$$

$$* 840 + 120 * 200 * 10^3 = 37 * 10^6 \text{ тенге/жыл.}$$

4. Өндірістік жұмысшылардың негізгі және қосалқы жалақылары.
 $I_{НЖК} = \alpha_{кел} * M_{пайд} * N_o * ЖК_{орт} = 0,7 * 1,5 * 200 * 240000 = 50,4 * 10^6$ тенге/жыл,
 мұндағы $\alpha_{кел} = 0,7$ - барлық өндірістік қызметкерлер санынан алынған өндірістік жұмысшылардың үлесі,

$M_{пайд} = 1,5$ адам/МВт- эксплуатациялық қызметшілердің үлестік саны.

$ЖК_{орт} = 240000$ тенге/жыл- бір өндірістік жұмысшының жылдық орташа жалақысы.

$I_{кжк} = 0,07 * U_{нжк} = 0,07 * 50,4 * 10^6$ тенге/жыл.

5. Өндірістік жұмысшылардың жалақысынан әлеуметтік сақтандыруға алымдар.

$I_{эс} = 0,21 * (I_{нжк} + I_{кжк}) = 0,21 * (50,4 * 10^6 + 3,528 * 10^6) = 11,0 * 10^6$ тенге/жыл.

6.3. Цехтағы шығындар.

$I_{цех} = \beta^I * I_{пайд} = 0,09 * 0,15 * I_a = 0,09 * 0,15 * 1344 * 10^6 = 18 * 10^6$ тенге/жыл.

1. Жалпы станциалық шығындар.

$I_{жс} = ЖК_{орт} + C_{ауп} + \gamma * (I_{пайд} + I_{цех}) = 400000 * 14 + 0,6 * (0,15 * 1344 * 10^6 + 18 * 10^6) = 188 * 10^6$ тенге,

Мұндағы $C_{ауп} = 0,07 * C_{ппп} = 0,07 * 200 = 14$ адам/МВт - АУП-адам саны,
 $C_{ппп} = M_{ппп} * N_o = 1 * 200 = 200$ адам/МВт-ППП- адам саны, $\gamma = 0,6$.

6.4. ЖЭО кеткен өндірістің жалпы шығыны.

ЖЭО-ға кеткен өндірістің жалпы шығына есептелген барлық шығындары кіреді:

$\Sigma I = I_{отын} + I_a + I_{су} + I_{нжк} + I_{кжк} + I_{эс} + I_{цех} + I_{жс} = 1038 * 10^6 + 1624 * 10^6 + 37 * 10^6 + 50,4 * 10^6 + 3,528 * 10^6 + 11,3 * 10^6 + 18 * 10^6 + 188 * 10^6 = 2690 * 10^6$ тенге.

Жылу және электрлік құнының өзіндік құнының қаржылық есептеуішін құрастыру.

ЖЭО өндірістік жалпы шығыны мен бөлек статьялар шығындары бойынша электрлік қайрат пен жылулық қайрат арасындағы шартты отынның қайраттықтың екі түріне де пропорционалды шығынға таралынады.

Электрлік қайратқа кеткен шығындардың таралу еселеуіші:

$\alpha_э = 33,3\% = 0,333$

Жылуға кеткен шығындардың таралу еселеуіші:

$\alpha_ж = 66,6\% = 0,666$

Электрлік қайратын өндіруге кеткен жылдық шығындар:

$\Sigma I^э = \alpha_э * \Sigma I = 0,333 * 2690 * 10^6 = 896 * 10^6$ тенге.

Жылуды өндіруге кеткен жылдық шығындар:

$\Sigma I^ж = \alpha_ж * \Sigma I = 0,666 * 2690 * 10^6 = 1792 * 10^6$ тенге.

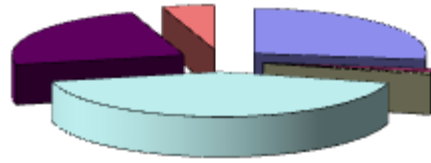
Жіберілген электр қайраттың өзіндік құны:

$S_{жіб}^э = \Sigma I^э / W_{жіб} = 896 * 10^6 / 810 * 10^6 = 1,1$ тенге/кВт*сағ.

Жылудың бірлік өзіндік құны:

$S_{жіб}^ж = \Sigma I^ж / Q_{жіб} = 1792 * 10^6 / 1,5 * 10^6 = 1125$ тенге/Гкал.

**Электр энергияның өзіндік құнын
құраушылар арасындағы қатынас.**

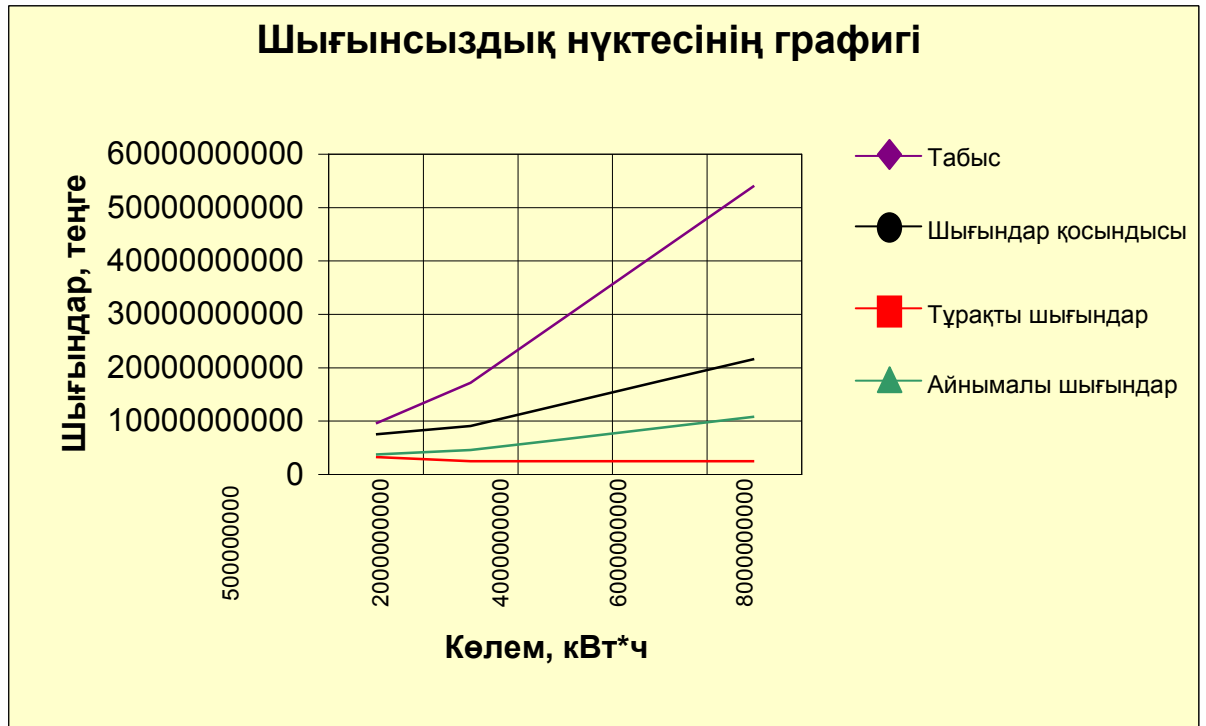


- Отын
- Жалақы
- Зиянды заттар
- Амортизация
- Электр энергия
- Басқа шығындар

Жекешелендірілген жоба талдауы

Шығынсыздық нүктесін анықтау				
Көлемі, кВт*ч	Тұрақты шығындар, теңге	Айнымалы шығындар, теңге	Шығындар қосындысы, теңге	Табыс, теңге
500000000	3225402835	523193684	3748596519	2027450000
2000000000	2439332239	2092774737	4532106976	8109800000
4000000000	2439332239	4185549474	6624881712	16219600000
6000000000	2439332239	6278324211	8717656449	24329400000
8000000000	2439332239	8371098947	10810431186	32439200000

4.4.1 Өндіріс көлемі мен өнімнің жүзеге асуының көлемі



Таза дисконттық пайда (NPV).

NPV әдісі қалыпты инвестиция мөлшері мен таза дисконттерленген ақшалай түсімнің салыстырылуымен негізделген, болжанған мерзімде өндірілген. Ақшаның келуі уақытпен орналастырылғандықтан ол жыл сайынғы пайыздың r еселеуішімен дисконтталады.

Өсуден басқа инвестормен белгіленген, капиталға немесе инвестерленуге өте алатын немесе келетін инвестиция (IC) n жылдың ішінде генерирленсе, жылдың кірісін P_1, P_2, \dots, P_n десек, онда есепке алынған (PV) жинақтың шамасы және таза келтірілген пайда (NPV) сәйкесінше келесі кейіптемемен анықталады:

$$PV = \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k},$$

$$NPV = \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k} - IC.$$

Егер $NPV > 0$ болса, онда жобаны қабылдауға болады; ал егер $NPV < 0$ болса, онда жобадан бас тарту керек.

Жылдық бойынша кірісті болжаған кезде мүмкіндігінше берілген жобамен байланыстырылуы мүмкін, өндірістік және өндірістік емес сипаттағы түсімдердің барлық түрлерін есепке алу керек.

Сонымен, егер жобаны іске асыру кезеңі аяқталған кезде, қондырғының таратушы бағасы түрінде құралдардың түсуі немесе айналымдық

құралдардың бөлігінің жітерілуі жобаланған болса, онда олар сәйкесінше кіріс ретінде есепке алынуы тиіс.

Келтірілген кейіптемелерді қолмен есептеуге қиынға ұшырайды, сондықтан осы немесе басқа да тәсілдерді қолдану ыңғайлығы дисконтталған (есепке алу) бағаға негізделген, бұл үшін арнайы теңдесулік кестесі жасалынған, бұл кестеге қиын пайыздың мәндері, яғни көбейткіштерді дисконттайтын, ақшалық бірліктің және тағы сол сияқты дисконтталған.

Кестедегі мәндері уақыттың аралығына және дисконттау мәндерінің еселеуішіне байланысты толтырылады.

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1344	1344	1344	1344	1344	1344	1344
16512	15168	13824	12480	11136	9792	8448
810	810	810	810	810	810	810
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
2	2	2	2	2	2	2
1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
3420	3420	3420	3420	3420	3420	3420
1346	1346	1346	1346	1346	1346	1346
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
2074	2074	2074	2074	2074	2074	2074
622,2	622,2	622,2	622,2	622,2	622	622
1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452
2796	2796	2796	2796	2796	2796	2796
2796	2796	2796	2796	2796	2796	2796
0,708	0,650	0,596	0,547	0,502	0,460	0,419
1981	1817	1667	1529	1403	1287	1172

Бер

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
810	810	810	810	810	810	810
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
2	2	2	2	2	2	2
1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
3420	3420	3420	3420	3420	3420	3420
1346	1346	1346	1346	1346	1346	1346
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
2074	2074	2074	2074	2074	2074	2074
622,2	622,2	622,2	622,2	622,2	622	622
1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452
1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452
1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452
0,212	0,194	0,177	0,164	0,150	0,138	0,126
308	282	257	238	218	200	184
2143,6890						

Бер

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1344	1344	1344	1344	1344	1344	
7104	5760	4416	3072	1728	384	
810	810	810	810	810	810	810
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
2	2	2	2	2	2	2
1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
3420	3420	3420	3420	3420	3420	3420
1346	1346	1346	1346	1346	1346	1346
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
2074	2074	2074	2074	2074	2074	2074
622,2	622,2	622,2	622,2	622,2	622	622
1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452
2796	2796	2796	2796	2796	2796	1452
2796	2796	2796	2796	2796	2796	1452
0,388	0,356	0,326	0,299	0,275	0,252	0,231
1038	994	912	837	768	704	335
2143,6890						

Бер

6.2 Өтелу мерзімі

Бұл тәсіл дүние жүзіндегі машықтануда ең кең тараған және ең қарапайым тәсілдердің бірі болып саналады. Ол ақшалай түсімдердің уақытша реттелуін тұспалдамайды. Қайтымдылық мерзімінің (PP)есептелу алгоритмі, инвестициядан жорамалданған кірістің теңеленген таралуымен байланысты. Егер кіріс жылдар бойынша тең таралса, онда олармен алдын-алакелісілген қайтымдылық мерзімі жылдың шығыстың бөлінумен есептеледі. Бөлшек сайын алған кезде, ол толық жақын аралыққа дейін жоғарлау бағытымен қамтылады. Егер пайда тең таралмаса, онда инвестиция кумулятивтік әдіспен өшірілген уақытта қайтымдылық мерзімі тікелей есептеледі. PP көрсеткішінің толық теңдеуін келесі түрлі болады.

$PP=n$, яғни $\sum_{k=1}^n P_k > IC$. кезінде ЖЭО құрылысы үшін қайтымдылық мерзімі- 13,2 жыл

Келтірілген есептіктен байқалғандай, таза келтірілген кіріс оң мәнін көрсетеді, берілген жобадан жекешелендіру тиімділік еселеуішін көруге болады. Энергетика саласы үшін, қайтымдылық мерзімі болып саналады. Жобаны тиімді деп санауға болады.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмысының тақырыбы АлЭС ЖЭО-2 Екібастұз көмірін жаққан кездегі жылулық жұмысын жақсарту. Бұл жұмыстың негізгі бөлімінде тексерулік есептеулер жүргізілді. ЖЭО-ның жылулық жүктемелерін, жылуландыру еселеушісін есептедім. БКЗ-420-140 қазандық қондырғысында Екібастұз көмірін жаққандағы қысқартылған жылулық есептемесін шығарып, негізгі және қосалқы қондырғыларды тандадым. Жалпы ошақты аймақтық есептеу ең тиімді әдістердің бірі болып табылды.

Экономикалық бөлімде экономикалық тиімділік жоспары қарастырылған. Осы бөлімде қайта құрастыру жүргізіп, қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділігін анықтау. Қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділік жоғарылайды. Капиталды салудың өтелу мерзімі – 13,2 ай.

Өмір тіршілік қауіпсіздік бөлімінде зиянды заттардың қоршаған ортаға әсері, шығыны есептелген.

Дипломдық жобаны қорытындылай келе, есептеулер дұрыс жасалып, барлық жағынан да тиімді екендігі анықталды.

Әдебиеттер тізімі:

1. Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций., М. 1981 г. (ЖЭС-ды жобалау ереже).
2. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М., Энергоатомиздат, 1987 г. (Оқулық).
3. Смирнов А.Д., Антипов К.М. Справочная книжка энергетика. М. Энергоатомиздат, 1984 г. (Анықтамалық).
4. Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод), под ред. Кузнецова Н.В. и др., М. Энергия, 1973 г. (Ереже тәсілдемесі).
5. Липов Ю.М. и др. Компонировка и тепловой расчет парового котла. М. Энергоатомиздат. 1988г. (Оқулық).
6. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Справочник. М. Энергоатомиздат. 1984г. (Анықтамалық).
7. Никитина И.К. Справочник по трубопроводам ТЭС. М. Энергия. 1983г. (Анықтамалық).
8. Теплотехнический справочник, под ред. В.Н. Юренева, т.1,2 М., Энергия. 1975 г. (Анықтамалық).
9. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. М. Энергоатомиздат. 1989г. (Жабдықтарды пайдалану ережесі).
10. 16. И.Б.Бақытжанов. Дипломдық жобалау. Әдістемелік нұсқау – Алматы: АЭЖБИ, 2007.
11. Рихтер Л.А. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. М. Энергоиздат. 1981 г. (Оқулық).
12. Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. М.1991 г. (Оқулық).
13. Справочная книга по технике безопасности в энергетике. Т.1, 2. М.1978г.
14. Сергеев И.В. Экономика предприятия. М.2000. (Оқулық).
15. Чернухин А.А., Флаксерман Ю.Н. Экономика энергетика. М.1985. (Оқулық).
16. 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.
17. Вентиляция производственных помещений. Ч.1. Методическое указания. "Охрана труда и окружающая среда". Дипломный проект. А86.
18. Хакімжанов Т.Е. ЕҢБЕК ҚОРҒАУ. Жоғары оқу орындары үшін оқу құралы.- Алматы: «ЭВЕРО», 2008 – 240 бет.