

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы өндірісті автоматтандыру және цифрландыру институты

Энергетика кафедрасы

Сапарғалиев Иманғали Бахытғалиұлы

Өскемен ЖЭО-1-ң газ тазалау жүйесін модернизациялау  
**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

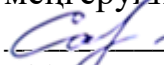
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы өндірісті автоматтандыру және цифрландыру институты

Энергетика кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

«Энергетика» кафедрасының  
меңгерушісі, PhD

 Е.А.Сарсенбаев  
«08» маусым 2020 ж.

## **ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Өскемен ЖЭО-1-ң газ тазалау жүйесін модернизациялау»


5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған:

Сапарғалиев И.Б.

Ғылыми жетекші

ассоц. профессор

 Умышев Д.Р.  
«08. » маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

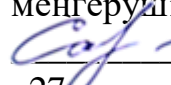
Ә.Бүркітбаев атындағы өндірісті автоматтандыру және цифрландыру институты

Энергетика кафедрасы

5B071700 – «Жылу энергетикасы»

**БЕКІТЕМІН**

«Энергетика» кафедрасының  
менгерушісі, PhD

 Е.А. Сарсенбаев  
«27» қараша 2020 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сапарғалиев Иманғали

Тақырыбы Өскемен ЖЭО-1-ң газ тазалау жүйесін модернизациялау

Университет ректорының 27.01.2019 ж. № 672-6 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021 жылғы 9-шы маусым

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

А);

Б).

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)




Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атау

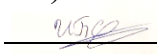
Дипломдық жұмысты дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Е-160-9,8 қазандық агрегатын модернизациялау сипаттамалары	11.03.21 – 24.03.21 ж.	
Қуатты арттыру мақсатында Е-160-9,8 энергетикалық қазандықтардың реконструкциясы	07.04.21 – 25.04.21 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған  
**қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Е-160-9,8 қазандық агрегатын модернизациялау сипаттамалары	Умышев Д.Р. ассоц.профессор	01.06.21	
Қуатты арттыру мақсатында Е-160-9,8 энергетикалық қазандықтардың реконструкциясы	Умышев Д.Р. ассоц.профессор	02.06.21	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О., сениор-лектор	05.06.21	

Ғылыми жетекшісі  /Д.Р.Умышев/  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  /И.Б.Сапарғалиев/  
(қолы)

Күні «27» қараша 2020 ж.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада Өскемен ЖЭО-ның жылу қуатын 1300 Гкал-ға дейін арттыру мақсатында бу қазандықтарын (бу өндіру) 190 т/сағ-қа дейін ұлғайтумен қайта құру орындалды. Тапсырманың арнайы бөлімінде БКЗ-190-

100 үшін шаң дайындау жүйесін есептеу жүргізілді, қазандыққа отын шығынын арттыру жағдайында диірмен жабдықтарының жұмыс көрсеткіштерін анықтау.

## **АННОТАЦИЯ**

В данном дипломном проекте выполнена реконструкция паровых котлов с увеличением отпуска пара (паропроизводительности) до 190 т/ч БКЗ-160-100Ф, с целью повышения располагаемой тепловой мощности Усть-Каменогорской ТЭЦ до 1300 Гкал. В специальной части задания произведен расчет системы пылеприготовления для БКЗ-190-100 с определением показателей работы мельничного оборудования в условиях повышения расхода топлива на котел.

## **ANNOTATION**

In this diploma project, the reconstruction of steam boilers with an increase in steam output (steam capacity) to 190 t/h BKZ-160-100F, in order to increase the thermal capacity of the Stepnogorsk CHP to 1300 Gcal. In the special part of the task, the calculation of the dust preparation system for the BKZ-190-100 with the determination of the performance of the mill equipment in terms of increasing fuel consumption for the boiler.

In the section "life Safety" considered the calculation to determine the hazard class of the enterprise, the calculation of harmful emissions and defined sanitary protection zone.

## МАЗМҰНЫ

### Кіріспе

1	Өскемен ЖЭО-ғы туралы негізгі мәліметтер .....	2
1.1	Өскемен ЖЭО-ң негізгі жабдықтарының орнатылуы.....	7
1.2	Е-160-9,8 қазандық агрегатын модернизациялау сипаттамалары-----	10
1.3	Өскемен ЖЭО-ң негізгі жабдықтарының сипаттамалары .....	10
1.4	Е-160-9,8 және Е-220-9,8 характеристикалары.....	10
1.5	ПТ-25-90/10М и ПТ-60-90/10 турбиналарының негізгі және техникалық сипаттамалары.....	14
2	Қуатты арттыру мақсатында Е-160-9,8 энергетикалық қазандықтардың реконструкциясы.....	18
2.1	Ауа көлемінің есебі және жану өнімдерінің энтальпиясы .....	19
2.1.1	Отынның жану өнімдерінің құрамы және ауа көлемінің есебі .....	20
2.1.2	Екібастұз көмірінің жануы барысындағы жылу беттерінің арасындағы жану өнімдерінің энтальпиясының есебі.....	20
2.2	Е-160-9,8 қазандық агрегатының жылу балансы ... ..	22
2.3	Е-160-9,8 қазандық агрегатының модернизациясы жағдайындағы Е-190-9,8 қазандық агрегатының тозаң дайындау жүйесінің есебі .....	26
	Е-160-9,8 қазандығында орнатылған ШБД-250-390 диірменінің ұнтақтау өнімділігін анықтау .....	29
	Е-190-9,8 қазандығы үшін керекті тозаң дайындау диірменінің есебі.....	30
	Е-160-9,8 бу қазандығының модернизация жағдайындағы отын шығысын анықтау .....	31
	Конструктивті өзгерістерді ескере отырып, төмен температуралы жылу беттерінің есебі.....	32
	Төменгі сатылы ауа қыздырғыштың есебі.....	32
	Төменгі сатылы су экономайзерінің есебі .....	33
	Жоғарғы сатылы ауа қыздырғыштың есебі .....	33
	Қорытынды .....	
38		
	Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	39
	А қосымшасы	
40		



## КІРІСПЕ

Өнеркәсіптік өндіріс кез-келген қаланың дамуына негіз болады. Ақмола облысының құрылымында өнеркәсіп өндірісінің 21,1% Өскемен қаласын қамтамасыз етеді.

Өскемен қаласы үшін ең маңыздысы-ЖЭО - дан жылу және электр энергиясын уақытылы алу болып табылады.

Бұл жағдайда жылу энергиясын беруді арттыру үшін қазандық - агрегаттарын қайта құру өте өзекті болып табылады және бұл тұтынушыларға жіберілетін жылу энергиясының өсуіне байланысты жаңа және таңдалған бу бойынша баланстың белгілі бір бөлігін жауып, 120-160 т/сағ және 1025-1300 Гкал жылу қуаты бойынша толық қазандықты орнатудан бас тартуға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты дипломдық жұмыста Өскемен ЖЭО-да орнатылған Е-160-9,8 энергетикалық қазандықтарын олардың бу өнімділігін арттыра отырып қайта құру жоспарлануда.

Осы жобаның мақсаты Екібастұз көмірін жағу үшін Е-160-9,8 Барнаул қазандық зауытының қазандықтарының бу өнімділігін 160 т/сағ-тан 190 т/сағ - қа дейін арттыруды қамтамасыз ететін шешімдерді әзірлеу болып табылады.

Ұсынылған жаңғырту жобасы болашақта жылу энергиясы бойынша дефицитті жабу мақсатында Өскемен ЖЭО-ғын қайта құрудың бір нұсқасы ретінде қарастырылуы мүмкін.

## **1 Өскемен ЖЭО-ғы туралы негізгі мәліметтер**

Өскемен ЖЭО 1966 жылы 22 желтоқсанда пайдалануға берілді, Өскемен қаласы үшін жылу және электр энергиясын өндірудің негізгі көзі болып табылады.

Белгіленген қуат Өскемен ЖЭО-ны құрайды:

- жылу бойынша: 1020 Гкал
- электр энергиясы бойынша: 150 МВт

ЖЭО орналасқан: ШҚО облысы, Өскемен қаласы, 6 өндірістік аймақ, 151 кешен, Заводской кентінің жанында.

Дипломдық жұмыста станцияның жылуы мен құрылыс базасының өнеркәсіптік жоспарының бас жоспары ғана қарастырылған.

" Өскемен ЖЭО" ЖШС өндірістің құрамдастырылған түрі бар станциямен жылу энергиясын өндіруді жүзеге асырады.

Жылу қуатын " Өскемен ЖЭО" ЖШС өндіреді, оның орнатылған жылу қуаты 1002 мың Гкал құрайды. 2017 жылы жылу өндіру 911 мың Гкал, тұтынушыларға жылу беру 826 мың Гкал құрады. Тарифтік сметада 890 мың Гкал көлемі көзделген.

Электр және жылу энергиясын аралас жеткізудің ерекше айырмашылығы - меншік бөлігіндегі станцияның жылу тиімділігі жылу тұтынуындағы электр энергиясын өндірудің бір бөлігімен белгіленеді. Сонымен бірге, станцияның аз жүктемесімен жылу және электр орталықтары нарықтық тауарлардың өзіндік құнындағы шығындар салыстырмалы түрде өзгермейді, олар елу пайызға жетуге тырысады, бірақ жалған жүктемелермен жұмыс істегенде олар қырық пайызға дейін азаяды.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, ЖЭО-ның электр және жылу қуатына жүктемесінің артуы станцияның жылу және экономикалық тиімділігінің едәуір артуына ықпал етеді.

Өскемен жылу электр орталығының қоршалған өндірістік аумағында:

- ЖЭО бас корпусы;
- көмекші корпус;
- мазуттік өндіріс;
- қатты отын қоймасы, отын дайындауға арналған корпус;
- екі градирня;
- трансформаторлық қосалқы станция;
- ашық тарату құрылғылары;
- әкімшілік-тұрмыстық корпус.

ЖЭО аумағының шамасы санитарлық - техникалық және өртке қарсы себептер бойынша жалпыға бірдей қабылданған ережелерімен құрылыстар мен құрылыстар арасындағы қажетті ең аз саңылауларға сәйкес алынады.

### **1.1 Өскемен ЖЭО-ң негізгі жабдықтарының орнатылуы**

Негізгі қондырғыларды орналастыру жоспары отын мен жылуды жағудан жылуды түрлендірудің негізгі технологиялық процестерін жүзеге асыратын қазандық қондырғысы мен қосалқы жабдықты орналастыруды қамтиды.

Тараулардың орналасуы мынадай негізгі талаптарды қамтамасыз етеді:

- жабдықты сенімді, апатсыз, қауіпсіз және ыңғайлы пайдалану;
- қондырғылар істен шыққан кезде жөндеу мүмкіндігі;
- жабдықты орнатудың тиімділігі;
- барлық негізгі жұмыстарды механикаландыру;
- санитарлық-гигиеналық және өртке қарсы талаптарды сақтау;
- құрылыстың үнемділігі;
- станцияны кеңейту ыңғайлылығы.

Қазандық цехына мыналар кіреді: қазандық станциясы, отын-шаң дайындау жүйесімен беру. Бу қазандығы үшін энергетикалық шикізат: қазандықтарды жағуға арналған мазут және негізгі отын ретінде қатты отын-көмір.

Қазандық цехының өнімі - бұл турбинаға қажет электр энергиясын өндіру үшін өткір бу, өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін қажет өнеркәсіптік бу және қазандық үшін қажет бу алу. Қазандық цехында алты бу қазандығы орнатылған.

№1-3 қазандықтың бірінші кезегі қатты отынмен жұмыс істейтін 160 т/сағ бу босатумен, ал екінші кезегі - ст. № № 4-6 220 т/сағ көмір шаңымен.

Қазандық цехында Барнаул қазандық зауытының Е-160-9,8 және Е-220-9,8 әр типке үш-үштен орнатылды. Бұл қазандықтар құрылымдық ерекшелігін пайдаланады, бұл газ қозғалысының П-тәрізді жүйесі, негізінен шаңды күйде Екібастұз көмірін жағуға арналған.

Шаң бункерінен көмір шаңы шаң қоректендіргіш арқылы оттыққа түседі. Отын жанған кезде оттықта белгілі бір жылу мөлшері бөлінеді, бұл мән конвекция мен сәулеленуі бар газдардағы жылу жылытылатын ортаға беріледі. Ол қазандық агрегатының құбырларында араласып, аса қызған буға айналады. Отын шаң тәрізді күйде жанғаннан кейін отынның кейбір бөлігі, оған қоса күл вакуумның пайда болуына байланысты ВД-18 типті түтін сорғыштың көмегімен түтін құбырына арқылы қоршаған ортаға шығарылады.

Турбина цехының өнімі электр энергиясы, өнеркәсіптік және жылыту буы, сондай-ақ қала мен зауыттарды жылумен жабдықтау үшін ыстық сумен жабдықтау болып табылады. Турбина цехында 5 турбоагрегат, редукционды салқындатқыш қондырғы, деаэроторлар, желілік суды қыздыруға арналған бойлер және әртүрлі мақсаттарға арналған сорғылар орнатылған.

Турбина цехында: машина бөлімшесіндегі турбоқондырғылар "Арал қағидасы" бойынша құрастырылады. Турбина қондырғысы мен электр тогының генераторы бір іргетасқа орналастырылады, ал бұл іргетас вибрацияның берілуіне жол бермеу үшін басқа өндірістік блоктармен байланысты емес.

Қазандықтар мен турбиналық бөлімшелер арасында шаң бункерлеріне, деаэроторларға және отын беру конвейерлеріне арналған орындар көзделген.

Жанғыш шикізат ғимараттың бас ғимаратына жеткізіледі, ал градирня суы

салқындату үшін беріледі. Бас ғимараттан конденсатордың артындағы салқындатқыш су, бу генератор (түтіндік), сондай-ақ бу мен ыстық су бар жылу электр станциясы бар.

Басты ғимараттан конденсатордан шыққан салқындатқыш су, түтін құбырына баратын газдар, жылу және электр энергиялары мен жылу су таралады.

Орнатылған және қосалқы жабдықтар тұтынушыларға жылу беруді, сондай - ақ электр станциясының жеке қажеттіліктері үшін буды пайдалануды; ЖЭО жұмысының тиімділігін арттыру мақсатында қоректік суды жылытуды қамтамасыз етеді.

Қосалқы жабдыққа мыналар жатады:

- қазандықтың отын беру жүйесі;
- ауасыздандырғыш және қоректік жабдықтар;
- конденсациялық қондырғы, жылуландыру қондырғысы (ЖЭО үшін);
- қазандықты сумен жабдықтау: қоректік сорғылар, желілік сорғылар және т. б;
- қоректік судың регенеративті жылытқыштары, химиялық су дайындау, электр энергиясын жіберу.

Су жылыту қазандығы КВТК - 100 типті бес қазандықтан және қаланы жылумен жабдықтауға келетін желілік суды жылытуды жүзеге асыратын қазандықтан тұрады. Ыстық су қазандықтары тозаң күйде қатты отынмен жұмыс істейді, ұнтақтау жүйесі 3 балғалы диірмендерден тұрады. Бес су жылыту қазандығының жалпы жылу қуаты 500 Гкал құрайды. Тұтынушыларға жылу беру коллекторлардан жүзеге асырылады.

## **1.2 Е-160-9,8 қазандық агрегатын модернизациялау сипаттамалары**

Е-160-9,8 қазандық агрегатын модернизациялау жобасы Екібастұз көмірінде жұмыс істеу барысында оның бу өнімділігін 160 т/сағ-тан 190 т/сағ-қа дейін арттыру мақсатында әзірленді.

Екібастұз көмірінің күлі өте абразивті болып табылатыны белгілі, сондықтан бу өнімділігін арттыру мәселесін шешу кезінде ұсынылған мәндерді алу үшін конвективті қыздыру беттеріндегі газдардың жылдамдығын қамтамасыз ететін шешімдер қабылданды.

Бұдан басқа, қазандықтың қосалқы жабдықтарының жүктемесі жоғары қазандықтың жұмысын қамтамасыз ету мүмкіндігіне тексеру жүргізілді және қажет болған жағдайларда су жабдығын оны қайта құрусыз пайдалануға мүмкіндік беретін шешімдер әзірленді.

Төменде қазандық агрегатының жеке тораптары бойынша модернизациялауды сипаттау жүргізіледі.

## 2 Өскемен ЖЭО-ң негізгі жабдықтарының сипаттамалары

### 2.1 Е-160-9,8 и Е-220-9,8 сипаттамалары

*Е-160-9,8 қазандық агрегатының сипаттамасы:*

Табиғи айналымы бар бір барабанды Е-160-9,8 қазандығы буланудың тастаулы екі сатылы булану схемасы бойынша жұмыс істейді.

Қазандықта келесі есептеу сипаттамалары бар:

- қазандық барабанындағы қысым  $P_6=10.7$  МПа;
- қатты қызған бу температурасы  $t_{\text{тп}} = 540$  °С;
- бу өнімділігі  $D=160$  т / сағ;
- су көлемі  $v_{\text{су}} = 29$  м<sup>3</sup>;
- бу көлемі  $v_{\text{бу}} = 48$  м<sup>3</sup>;
- қоректік судың температурасы  $t_{\text{тв}} = 215$  °С.

Жану камерасы: ашық типтегі, қатты шлак шығаратын, газ тығыз емес, 60 × 5 мм құбырлармен толығымен экрандалған, 64 мм қадаммен бүйір экрандардың шеткі блоктарында тангенциалды жағу әдісімен оттыққа бағытталған тікелей ағынды оттықтар орнатылған. Оттық қабырғалары оттық деңгейінде кей жерлерде жандырғыш белдіктермен жабылады .

Оттықтың көрінетін жылу кернеуі 139,103 ккал / м<sup>3</sup>\*сағ.

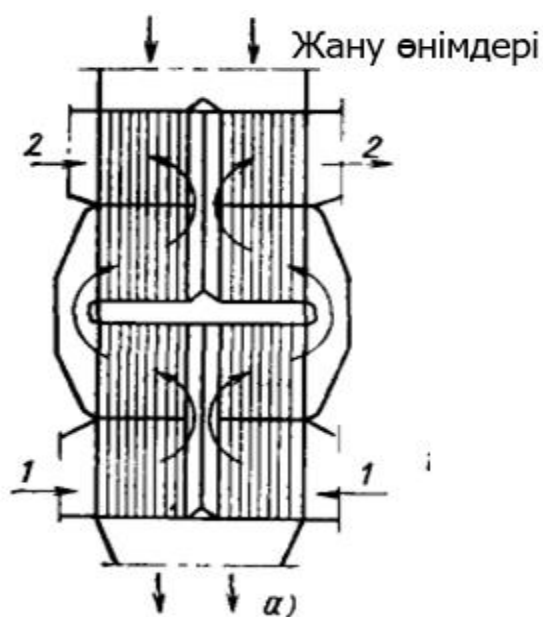
Бу қыздырғыш: қазандықта радиациялық-конвективті бу қыздырғыш орнатылған. Бу қыздырғыштың радиациялық бөлігі оттықта орналасқан экрандық беттер және қазандық төбесінің құбырлары түрінде жасалады. Конвективті беттер айналмалы газ құбырында орналасқан. "суық" пакеттер және бу қыздырғыштың жоғарғы бөлігі 38x4 құбырлардан жасалған; ыстық пакеттер және шымылдық бу қыздырғыш - 38x4,5/ 12x80/маркалы болаттан жасалған.

Буқыздырғышта будың температурасын реттеудің екі кезеңі бар. Реттеу бүрку реттегіштерінің көмегімен жүзеге асырылады. Реттегіштер мынадай орындарда орналасқан: бірінші саты – бу қыздырғыштың "суық" пакетінің артында; екінші саты – бу қыздырғыштың "ыстық" бөлігінің шеткі пакеттерінің артында. Шашылуға температурасы 215 °С қоректік су беріледі.

Конвективті шахта: конвективті шахта-бұл экономайзер мен ауа қыздырғышының қыздыру беттерін бөліп орналастыратын қазандықтың газ шығыны.

Су экономайзері: су экономайзерінің жоғарғы бөлігі 764 м<sup>2</sup> қыздыру беті бар бір пакет түрінде жасалған.

Ауа жылытқышы: құбырлы ауа жылытқышы 40x1,5 құбырларынан екі ағынды схемаға сәйкес жасалған және 2.1-суретте көрсетілген. 3960 м<sup>2</sup> жылыту беті бар ауа жылытқыштың "суық бөлігі" - ауа арқылы екі жақты. Блоктардағы құбырлар "ыстық" бөлігінде 60 және 42 мм, ауа жылытқыштың "суық" бөлігінде 60 және 42 мм қадамдармен орналастырылған.



**2.1 - сурет - қазандықтағы екі ағынды ауа қыздырғышының компоновка сұлбасы**

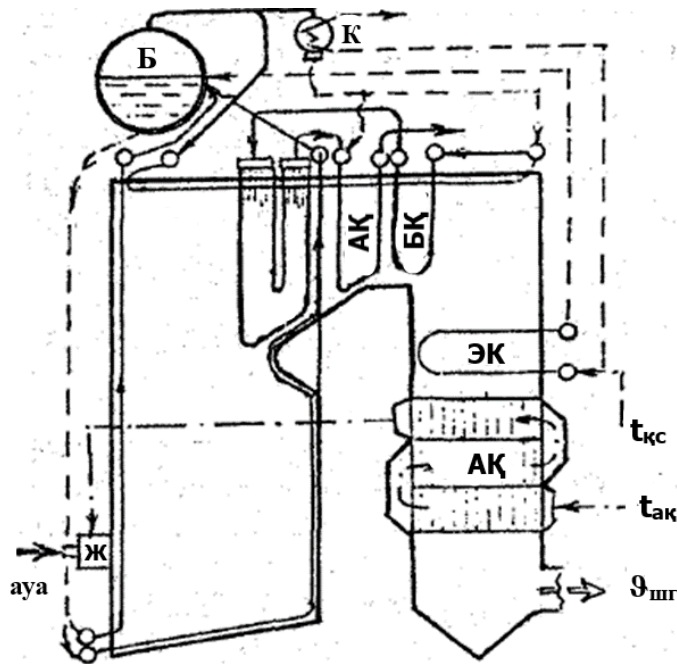
*Ауа жылытқышы:* ауа арқылы екі ағынды болып келеді және ыстық ауа мен ауа қыздырғышы екі жақты шығарылады. Ауа қыздырғыш екі сатысының арасында төменгі су экономайзері орнатылған.

*Шлак шахтасы:* бір жақты жуылатын шлак шахтасы қазандыққа су бекітпесі арқылы қосылады, бұл қазандықтың төменгі бөлігінің тығыздығын реттеуге көмектеседі. Мерзімді қожды жою, ауысымына 2-3 рет.

Қож аулау қондырғысы диаметрі 2500 мм төрт кн - ВТИ күлтұтқыштарынан тұрады.

Тартып-үрлеу қондырғысы Д-18х2 типті екі түтін сорғыштан және ВД-18 типті екі желдеткіштен тұрады. Бір түтін сорғыштың есептік өнімділігі 133000 м<sup>3</sup> / сағ және қысым 238 мм су.580 айн/мин. әр желдеткіштің есептік өнімділігі 84600 м<sup>3</sup>/сағ, қысымы 251 мм.су. 585 айн/мин. кезінде.

Шаң дайындау тәулік аралық бункермен орындалған екі шаң жүйесінен тұрады. Әрбір шаң жүйесі шикі көмірді қоректендіргішпен, диаметрі 250/390 ШБМ типті барабанды шарлы диірменмен 2850 сепаратормен жабдықталған. диаметрі 1860 нниогаз циклонымен және ВП 50 - 1060 типті диірмен желдеткішімен. Оттыққа тозаңды беру үшін қалақ түріндегі 8 шаң қоректендіргіш орнатылған.



Ә Г-тік ағынды оттықтар; ВЭ-су экономайзері; ТВП- регенеративті ауа қыздырғыш; Ш-ширмалар; КПП- конвективті бу қыздырғыш; Б- бу қазандығының барабаны; ВПП- бу қыздырғыш.

## 2.2 - сурет - Е-160-9,8 қазандық агрегатының принципіалды сұлбасы

*Е-220-9,8 қазандық агрегатының техникалық сипаттамасы:*

Жану камерасындағы отынның жану процесі факелді тәсілмен жүзеге асады. Отын тозаңы өндірістік бункерден тозаң тракты арқылы бір қазандық қондырғысына екі ШБД диірмен арқылы түседі.

Қазандық қондырғының бу шығысы 220 т/сағ, су құбырлары тік орналасқан. Е-160-9,8 бу қазандығы П-бейнелі конструкциясы бойынша жасалған. Бір барабанды, тік ағынды су циркуляциясы бойынша жұмыс жасайды. Жану камерасындағы отын тозаңы жанып біткеннен соң, қож қатты қож шығару аппараттары арқылы шығарылады.

*Е-220-9,8 қазандық агрегатының номиналды сипаттамасы:*

- максималды бу шығысы  $D_{II} = 220$  т/ч;
- барабандағы бу қысымы  $P_6 = 100$  атм;
- аса қызған бу температурасы  $t_{акб} = 550$  °С;
- қоректік су температурасы  $t_{кc} = 215$  °С.

*Жану камерасы:* жану камерасы ашық, тік бұрышты конструкциялы,  $V_{тк} = 1040$  м<sup>3</sup> көлемді құрайтын, құбырларының арасы  $S = 65$  мм құрайтын, толықтай стал 20 маркалы құбырлармен экрандалған.

Артқы және фронттық экрандар қазандық эксплуатациясының кезінде қож түсіріліп және шығарылатын шұңқырды құрайды. Сол секілді алдыңғы және артқы экрандар құбырлары шұңқыр құрайды.

Қазандық жану камерасының әр қабырғасында бір-бірден орналасқан 4 оттықпен жабдықталған.

Қазандықтың жоғарғы бөлігінде тез қыздыру және салқындату механизмдерімен жабдықталған, массасы  $P=47,5$  Т құрайтын барабан орналасқан. Булану процесі 2 сатылы.

Буланудың бірінші сатысы барабанда жүзеге асырылады және ішкі барабандық циклондар мен шаю құрылғаларының комбинацияларынан тұрады.

Буланудың екінші сатысы шеткі қабырғалардың ортаңғы циркуляциялық экрандарында орналасқан және өзіндік су жеткізуші және бу айдаушы системалы шығарылатын бу сепарациялы циклондарға қосылған.

*Бу қыздырғыш:* бу қыздырғыш жылу энергиясын конвекция және сәулелену арқылы қабылдайды. Сол себепті жылу беттерінің радиациялық қабылдауы құбырлары  $d=38$  мм құрайтын пакеттер арқылы жүзеге асады. Бу қыздырғыштың ширмалары қазандықтың төбесін және конвективті шахтасын толықтай жабады. Жартылай радиациялық пакеттер қазандықтың жоғарғы бөлігінде орналасқан  $d=32$  мм және  $S=585$  мм радиациялық сәулелерден оқшауланған құбырлардан тұрады.

Бу қыздырғыш газдар жылуын конвективті шахтаның кірісінде, қызу беттерінің төмен температуралық бөлігінде алады. Бірінші пакеттер құбырлар арасы  $d=38$  мм құрайды.

Бу қыздырғыш тракті араласпайтын екі бөлек ағындардан тұрады. Аса қызған будың температурасы конденсатордан алынатын, екі сатылы өзіндік конденсаттың бүркуі арқылы реттеледі. Бүрку конденсатор мен бүрку нүктесі арасындағы қысымның төмендеуінің арқасында жүзеге асады.

Қазандықтың конвективті бөлігінде төмен температуралы жылу беттері экономайзер және ауа қыздырғыш орналасқан. Су экономайзері мен ауа қыздырғыш жылу беттерінің сатыларының сатылы компоновкалы. Экономайзер мен ауа қыздырғыш екі сатылы болып табылады.

## **2.2 ПТ-25-90/10М и ПТ- 60-90/10 турбиналарының негізгі және техникалық сипаттамалары**

ПТ-25-90/10 типті, конденсациялық және,  $N_{\text{ном}}=25$ МВт, 3000 айн/мин, бу турбиначы екі реттелетін алымы бар:

1) Өндірістік:  $P_{\text{п}}=0.8-1.3$  МПа;  $D_{\text{п}}=53$  т/сағ

2) Теплофикациялық:  $P_{\text{т}}=1.2-2.5 \cdot 10^5$  МПа  $D_{\text{т}}=24$  т/сағ генератор жетегіне арналған.

ПТ-25-90/10 турбиначының эксплуатациялық сипаттамалары қысымы  $P_{\text{т}}=9$  МПа,  $t_{\text{т}}=500^{\circ}\text{C}$  аспайтын, турбинаның кірісінде өлшенген бумен жұмыс жасауға арналған. Турбина сатысының аяғындағы мәні  $t=25^{\circ}\text{C}$ .

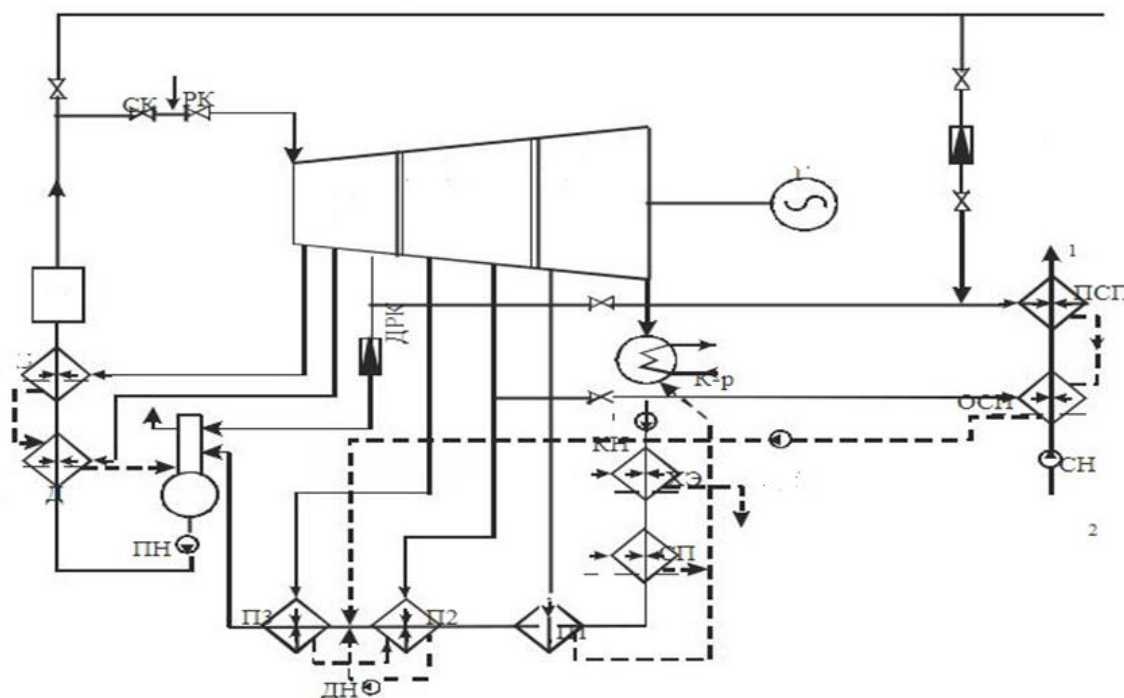
Турбина ПТ-25-90/10 бір цилиндрлік, турбина бу тракті 19 сатылы.

Турбинаның жоғарғы цилиндрі 10, ортаңғы цилиндрі 5, төмен цилиндрі 4 сатыдан тұрады.

Основные обозначения на рисунке 2.2 представлены: где К-бу қазандығы;



Т-турбина; РОУ- редукционды салқындатқыш қондырғы, К-р- конденсатор; ПСП –шыңды желілік жылытқыш; ОСП-негізгі желілік жылытқыш; ПН- қоректік сорғы; КН- конденсациялық сорғы; ДН- дренажды сорғы; П1(ПНД)- төмен қысымды жылытқыш; П2- төмен қысымды жылытқыш (ПНД№2); П3- төмен қысымды жылытқыш (ПНД№3); Д-деаэратор ; П4,П5 – төмен қысымды жылытқыш (ПВД№4,5); РК-реттелетін клапан; ДРК-дрессельду клапан; РД1- орта қысымды реттелетін диафрагма; РДРД1- төмен қысымды реттелетін диафрагма.



**2.3 - сурет - ПТ-25-90/10 турбинасының жылулық сұлбасы**

ПТ-25-90/10 турбинасы 20%-дан аспайтын, турбинаның белгілі бір бөлігінің ағынды бөлігін, тазарту қондырғысымен жабдықталған.

Турбина желілік суды ПНД және ПВД жылытқыштарындағы суды жылытатын, реттелмейтін 3 бу алымдарымен, және 2 түзелетін бу алымдарымен, оның 1-уі 0.8-1.3 МПа жұмыс жасайтын өндірістік, 2-сі желілік суды жылытады.

*ПТ-60-90/13 турбогенераторлық қондырғының сипаттамасы*

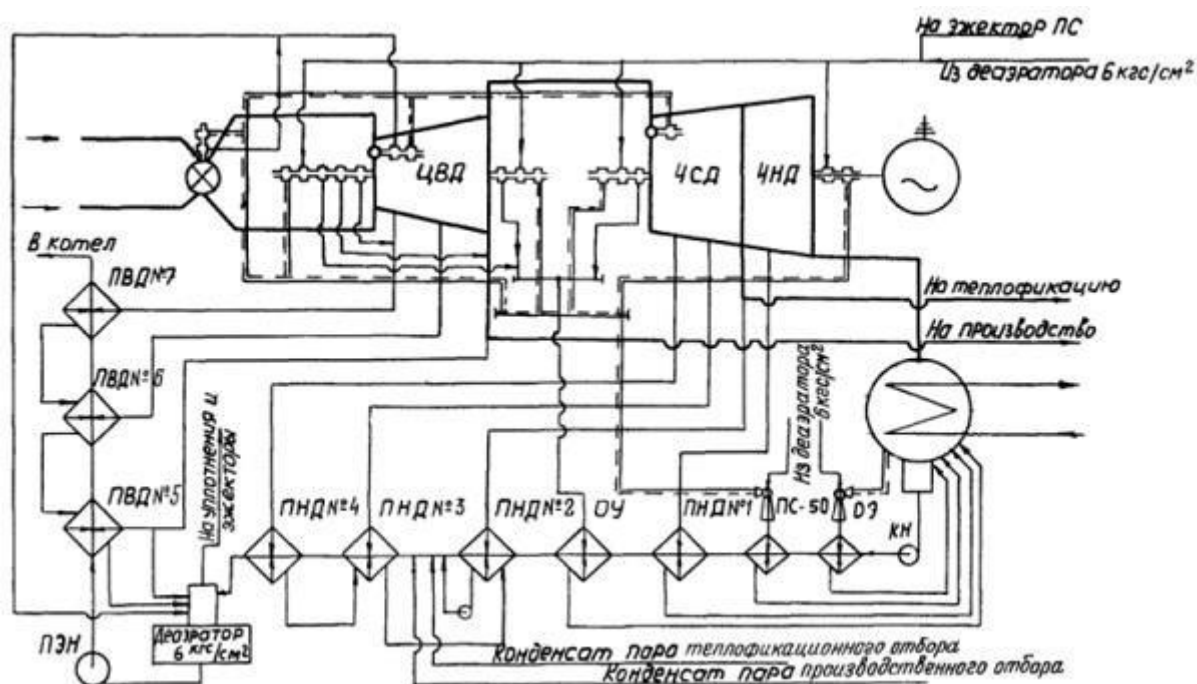
ПТ-60-90/13 турбинасы теплофикациялық, реттелетін 2 алымы бар: теплофикациялық және өндірістік.

$N_{\text{ном}}=60\text{МВт}$ ,  $N=63\text{ МВт}$  электр энергиясын өндіретін ТВФ-63-2 генераторының жетегіне арналған.

ПТ-60-90/13 турбинасының максималды жұмыс жасау қысымының мәні 5,88 МПа. ПТ-60-90/13 турбинасы будың келесі сипаттамалармен жұмыс жасауға арналған :

- тоқтату клапанының алдындағы будың абс. қысымы: 8,82 МПа;

- тоқтату клапанының алдындағы будың температурасы: 535 °С;
  - конденсатордағы номиналды қысым: 5 кПа в жылыту мезгілінде, 8 кПа жаз мезгілінде;
  - тоқтату клапаны арқылы өтетін будың максималды шығысы: 398 т/сағ;
  - турбинаның конденсаторы арқылы өтетін суытатын циркуляциялық судың номиналды шығысы: 8000 м<sup>3</sup>/сағ.
- ПТ-60-90/13 екі цилиндрден тұрады: ЦНД және ЦВД. ЦНД 3 сатылы, ЦВД 8 сатыдан тұрады.



ПНД- төмен қысымды жылытқыш; ПВД- жоғары қысымды жылытқыш; ЦВД- жоғары қысымды цилиндр; ЦНД и ЦСД- төмен және орта қысымды цилиндрлер.

## 2.4 -сурет – ПТ-60-90/13 турбиасының принципіалдық сұлбасы

## 2.3 Е-160-9,8 қазандық агрегатын модернизациялау

Е-160-9,8 қазандығының модернизациялау проекті қазандық бу шығысын 160 т/сағ-тан 190 т/сағ-қа дейін жоғары қожды Екібастұз көмірінде жұмыс жасауын ұлғайту мақсатында негізделген.

*Бу қыздырғыш:* газдар жылдамдығын азайту мақсатында, бу қыздырғыштың бірінші «суық» сатысында пакеттердің көлденең қадамын 90 мм-ден 180 мм-ге дейін ұлғайтуымен разрядтау жүргізіледі. Осыған орай бу қыздырғыштың суық сатысы 190 т/сағ жүктемесінде 1,5 МПа құрайтын бу және газ бөліктеріне бөлінеді.

*Оттық құрылғылар:* 190 т/сағ жүктемеде 1-ші реттік ауада тік ағынды

оттықтардың кедергісі өзгермейді, екінші реттікте бірнеше артады. Тасталатын ауа кедергісінің трактын азайту үшін, тасталатын оттықтардың шығатын қималарын ұлғайту қажет. Тасталатын соплолардың модернизациясын қазандықтың сынақ ретінде қосылуынан соң өткізу қажет.

*Конвективті шахта:(төменді экономайзер)* экономайзердің төменгі блогындағы 190 т/сағ кезіндегі газдардың жылдамдығы 160 т/сағ-тан кіші. Қосымша блоктың қызу беті 220 м<sup>2</sup> құрайды.

*Ауа қыздырғыш:* конвективті шахтада орналасқан қызу беттеріндегі газдардың жылдамдығын азайту үшін ауа қыздырғыштың жылуалмастырғыш қызу беттерінен өтетін тірі қима ұлғайтылды. Модернизациялау проекті бойынша екі ағынды сұлба бойынша жұмыс жасайтын ауа қыздырғыш, бір ағынды сұлба бойынша жұмыс атқарады. Модернизациялау сұлбасы 2,4 суретінде көрсетілген.

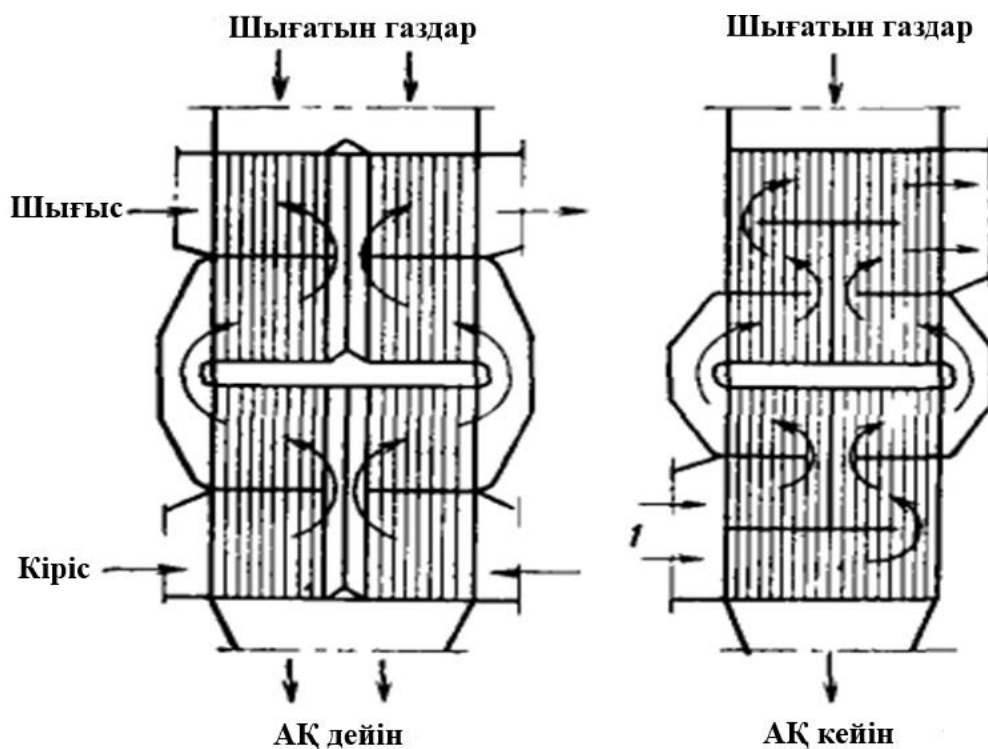
Қазандықтың бу шығысын арттыру барысындағы төменгі ауа қыздырғыштың кедергісі бір ауалық бағытта қатты өспейді. Жоғарғы ауа қыздырғыштың кедергісі төменгі ауа қыздырғыштан кейінгі 20% ауаның ыстық ауа қорабына байпастауы арқылы артады. Ауа қыздырғыштың ыстық секциясынан шығатын ыстық ауаның температурасы 417 °С құрайды. Аз қыздырылған ауамен ығыстырылған ауаның температурасы 365 °С құрайды.

## 2.1- кесте – Қазандықтардың салыстырмалы көрсеткіштері

Жылдамдықтар	Газдардың жылдамдығы		Қоршаған ортаның жылдамдығы	
	160 т/сағ	190 т/сағ	160 т/сағ	190 т/сағ
Жылу бетінің аты				
Бу қыздырғыштың суық сатысы	9,9	8,6	14,8	18,9
Жоғарғы су экономайзері	6,1	7,4	1,05	1,6
Жоғарғы ауа қыздырғыш	11,2	11,1	4	8,1
Төменгі су экономайзер	6,1	5,2	0,713	0,7
Төменгі ауа қыздырғыш	10,6	9,4	5,6	6

*Сепарациялық құрылғылар:* Модернизациялау проекті бойынша екі сатылы булануы бар ішкі-барабандық құралғылардың принципіалдық сұлбасы өзгермейді.

Қазандықтың бу өнімділігінің өсірілуіне байланысты ішкі барабанды және шығарылатын циклондарға жүктеменің өсірілуі ВПУ цехы ұсынған шектеулі мәндерден аспайды.



**2.5- сурет - Е-160-9,8 қазандығының ауа қыздырғышының сұлбасындағы конструктивті өзгерістер**

*Тозаң дайындау жүйесі:* тозаң дайындау жүйесінің есебі қазіргі қондырғы қазандықтың бу өнімділігін 190 т/сағ-қа дейін арттыруын қамтамасыз ете алмайтынын көрсетті. Бу қазандығының қажеттілігінің өсуіне байланысты жаңа диірмен жобаланды.

Жоба бойынша алты ШБД 250-390 диірмендерін, өнімділігі жоғары ШБД 320-570 диірменіне алмастыру шешімі қабылданды.

*Тартып-үрлеу қондырғысы және қож аулау:* қазандық қондырғыда электр қозғалтқышы бар екі  $N=200$  кВт и  $\Pi=580$  айн/мин Д-18х2 түтін сорғы орнатылған. Модернизацияға байланысты қазандық жүктемесінің 190 т/сағ-қа дейін өсуіне байланысты, түтін сорғысының айналым санын 730 айн/мин-қа дейін өсірілуі қажет.

Ауа жағындағы қазандық қондырғының есептік кедергісі бір желдеткіштің  $95,5 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup>/сағ өнімділігімен бірге 362 мм құрайды. Сонымен қатар, ВД-18 желдеткіштерінде орнатылған электр қозғалтқыштарын  $N=200$  кВт и  $\Pi=735$  айн/мин алмастыру қажет.

### 3 Қуатты арттыру мақсатында Е-160-9,8 энергетикалық қазандықтардың реконструкциясы

#### 3.1 Е-160-9,8 қазандығын модернизациялау жобасы

Е-160-9,8 қазандығын модернизациялау проекті, Екібастұз көмірін жағу барысында, оның бу өнімділігін 160 т/сағ-тан 190 т/сағ-қа дейін ұлғайтуын қарастырады.

Жоғары жүктемеде жұмыс істеу барысында, жылу беттерінің қож әсерінен тозуын алдын алу үшін конвективті шахта екі жану камерасының орнына бір жану камерасы орнатылады. Бұл шешім қосымша ауа жылытқыш және су экономайзерін орнатып, жылу беттерінің демонтажынсыз газдардың өтуі үшін қиманы арттыруға мүмкіндік береді.

«Суық» бу қыздырғышында жылу беттерінің мәндерінің сақтауымен пакеттердің разрядталуы жүреді. Қазандық қондырғының оттық жүйесі және тартып-үрлеу қондырғылары қазандық бу өнімділігінің 190 т/сағ-қа дейін артуын қамтамасыз етеді. Кететін газдар температурасының азаюының арқасында қазандықтың ПӘК-і 1,3 %-ға артады.

#### 3.2 Ауа көлемінің есебі және жану өнімдерінің энтальпиясы

##### 3.1.1 Отынның жану өнімдерінің құрамы және ауа көлемінің есебі

1) 1 кг Екібастұз көмірінің толықтай жану үшін, құрғақ ауаның теориялық мөлшері анықтаймыз, м<sup>3</sup>/кг:

$$V_0 = 0,00889(C^o + 0,375 \cdot S^p_{(op+k)} + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot O^p), \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3.1)$$

$$V_0 = 0,00889(40,52 + 0,375 \cdot 0,73) + 0,265 \cdot 2,66 - 0,0333 \cdot 5,96 = 0,86 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 V^0 + 0,8 \cdot N^p / 100, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3.2)$$

2) N<sub>2</sub> жану өнімдеріндегі екі атомды газдардың теориялық көлемінің анықтаймыз:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot 4,13 + 0,8 \cdot 0,73 / 100 = 3,27 \text{ м}^3/\text{кг}$$

3) CO<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub> жану өнімдеріндегі үш атомды құрғақ газдардың көлемі, келесі формула бойынша анықталады:

$$V_{RO_2} = 1,866 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S^p_{op+k}) / 100, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3.3)$$

$$V_{RO_2} = 1,866(40,52 + 0,375 \cdot 0,73) / 100 = 0,761 \text{ м}^3/\text{кг}$$

4) Жану өнімдеріндегі сутек буының теориялық көлемін анықтаймыз:

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^o, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3.4)$$

$$V_{H_2O} = 0,111 \cdot 2,66 + 0,0124 \cdot 8 + 0,0164 \cdot 0,86 = 0,408 \text{ м}^3/\text{кг}$$

### 3.1 - кесте - Екібастұз кен орындары отынының жануы және жану өнімдерінің құрамы үшін ауа көлемінің есебі

Аты	Есептік формула	Өлшем бірлік	Мән
Отынның толықтай жануы үшін ауаның теориялық көлемі	$V^0 = 0,00889(C^o + 0,375 \cdot S_{(ор+к)} + 0,265 \cdot H_p - 0,0333 \cdot O_p)$	м <sup>3</sup> /кг	4,13
Жану өнімдерінің теориялық көлемі			
а) азот	$V_{N_2} = 0,79 \cdot V_o + 0,8 \cdot N_p / 100$	м <sup>3</sup> /кг	3,27
б) үш атомды	$V_{RO_2} = 1,866 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S^p) / 100$ ор+к	м <sup>3</sup> /кг	0,761
в) сутек буы	$V_{H_2O} = 0,111 \cdot H^p + 0,0124 \cdot W^p + 0,0161 \cdot V^o$	м <sup>3</sup> /кг	0,461

3.1.2 Екібастұз көмірінің жануы барысындағы жылу беттерінің арасындағы жану өнімдерінің энтальпиясының есебі:

Жану өнімдерінің энтальпиясы келесі формула бойынша анықталады:

$$I = I_{\Gamma}^o + (\alpha - 1) \cdot I_{B}^o, \text{ кДж/кг} \quad (3.5)$$

мұндағы  $I^o$  –жану өнімдерінің энтальпиясы, кДж/кг (кДж/м<sup>3</sup>);

$I^o$ -ауа энтальпиясы, кДж/кг (кДж/м<sup>3</sup>).

Жану өнімдерінің энтальпиясы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{\Gamma}^o = V_{RO_2} \cdot (cU)_{CO_2} + V_{NO_2}^o \cdot (cU)_{N_2} + V_{H_2O}^o \cdot (cU)_{H_2O} \quad (3.6)$$

$(cU)_{CO_2}$ ,  $(cU)_{N_2}$ ,  $(cU)_{H_2O}$ -су, азот, көмірқышқыл газының 1 м<sup>3</sup> көлеміндегі энтальпиясы.

Қож энтальпиясын есебі мына формула бойынша анықталады:

$$I_{эл} = 0,01 \cdot \alpha_{ун} \cdot A^p \cdot (Ct)_{эл} \quad (3.7)$$

Қазандықтың әр элементі үшін  $100^{\circ}\text{C}$ -дан  $2000^{\circ}\text{C}$ -ге дейін температуралар интервалын қоямыз.

- қазандық көлемі үшін температура интервалы  $2000-800^{\circ}\text{C}$ ;
- конвективті бет үшін  $1000-400^{\circ}\text{C}$ ;
- төменгі қызу беттерінің бас жағындағы элементтер үшін  $500^{\circ}\text{C}$  және  $200^{\circ}\text{C}$ ;

### 3.2 - кесте – Жылу беттерінің арысындағы жану өнімдерінің энтальпиясы

t, 0C	I <sub>г</sub> кДж/кг	I <sub>г</sub> кДж/кг	I <sub>зл</sub> кДж/кг	I = I <sub>г</sub> + (α + 1) · I <sub>в</sub> + I <sub>зл</sub> , кДж/кг												
				α=1,2		α=1,2525		α=1,25		α=1,27		α=1,32		α=1,34		α=1
				I <sub>г</sub>	ΔI/Δt	I <sub>г</sub>	ΔI/Δt	I <sub>г</sub>	ΔI/Δt	I <sub>г</sub>	ΔI/Δt	I <sub>г</sub>	ΔI/Δt	I <sub>г</sub>	ΔI/Δt	I <sub>г</sub>
2000	3528	3023	224	4458												
1900	3428	2858	212	4212	2,45											
1800	3227	2693	194	3960	2,52											
1200	2053	1730	107	2506												
1100	1865	1574	98	2278	2,28											
1000	1679	1417	88	2050	2,28	2086										
900	1494	1264	78	182	2,25	1856	2,3									
800	1310	1115	68	1621	2,24	1629	2,27	1657								
700	1131	966	59			1407	2,22	1432	2,25							
600	958	819	50					1212	2,2							
500	787	675	41							1010		1044				
400	621	634	32							797	2,13	584	2,2	835	2,18	
300	459	397	23									609	2,15	517	2,11	
200	302	263	15											406		
100	149	131	7													





### 3.3 Е-160-9,8 қазандық агрегатының жылу балансы

Қазандық қондырғының жылу балансы-буды өндіруге жұмсалған жылумен қоса жылу алмасудағы және жағу процесіне байланысты жылудың жоғалуын есепке ала отырып, қазандық агрегатқа кіретін барлық сандық теңдігі:

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (3.8)$$

Қазандық агрегатының жылу есебі отынның шығысы және Брутто ПӘК-ін анықтау үшін құрылған.

#### 3.3 - кесте – Е-160-9,8 жылу есебі үшін бастапқы мәндер

Мәннің аты	Әріптік мән	Өлшем бірлік	Мән
Бу өнімділігі	D	кг/сағ	160000
Барабандағы қысым	P <sub>б</sub>	атм	112
Жапқыш артындағы қысым	P	МПа	10
Қоректік су температурасы	t <sub>кc</sub>	С	215
Қоректік су энтальпиясы	h <sub>кc</sub>	ккал/кг	220,6
Қанығу температурасы	t <sub>к</sub>	°С	318
Қаныққан бу энтальпиясы	h <sub>кб</sub>	ккал/кг	646,2
Аса қызған температурасы	t <sub>акб</sub>	°С	540
Қаныққан бу энтальпиясы	h <sub>кб</sub>	ккал/кг	831,7
Қаныққан будың меншікті көлемі	V <sub>кб</sub>	м <sup>3</sup> /кг	0,016
Аса қызған будың меншікті көлемі	V <sub>пп</sub>	-	0,03541
Суық ауаның температурасы	T <sub>хв</sub>	°С	30
Шығатын газдардың температурасы	T <sub>ух</sub>	°С	143
Қайнаған судың энтальпиясы	t <sub>кип</sub>	ккал/кг	346,2
Бу суытқышқа шашылатын су температурасы	t <sub>впр</sub>	°С	318

#### 3.3 – кесте - Ауаның артықшылық коэффициенті

Оттықтағы II-ші сатылы бу қыздырғыштан соң	α <sub>пп</sub>	1,2
III-ші және IV-ші сатылы бу қыздырғыштан соң	α <sub>III IV пп</sub>	1,225
I-ші сатылы бу қыздырғыштан соң	α <sub>I пп</sub>	1,25
II-ші сатылы экономайзердан соң	α <sub>II эк</sub>	1,27
II-ші сатылы ауа қыздырғыштан соң	α <sub>II вп</sub>	1,32
I-ші сатылы экономайзердан соң	α <sub>I эк</sub>	1,34
I-ші сатылы ауа қыздырғыштан соң	α <sub>I вп- α<sub>ух</sub></sub>	1,39
Оттықтағы сору	Δα <sub>т</sub>	0,05
Тозаң дайындау жүйесіндегі сору	Δα <sub>ппу</sub>	0,06

1. Отынның жылуын мына өрнек бойынша анықтаймыз:

$$Q_p^p = Q_p^H = 3700 \text{ ккал/кг.} \quad (3.9)$$

2. Ауа қыздырғыштан шығатын газдардың температурасы  $t_{yx} = 143 \text{ }^\circ\text{C}$  құрайды.

3. Механикалық жағуды аяқтамаудан жылудың жоғалуы:  $q_4 = 1,5 \%$ ,

4. Шығатын газдармен жылудың жоғалуы мына формула бойынша анықталады:

$$q_2 = (I_{yx} + \alpha_{yx} + I_{x.v.}^0) * (100 - q_4) / Q_p^p \quad (3.10)$$

$$q_2 = (299 - 1,39 * 39,3) * 100 - \frac{1,5}{3700} = 6,5\%$$

5. Жанатын отынды және оттық құралғысының түрін ескере отырып, химиялық жағуды аяқтамаудан жылудың жоғалуы:  $q_3 = 0,5\%$

6. Қоршаған ортаға кету арқылы жоғалатын жылу:  $q_5 = 0,6\%$

7. Жылуды сақтау коэффициенті мына формула бойынша анықталады:

$$Y = 1 - q_5 / 100 \quad (3.11)$$

$$Y = 1 - \frac{0,6}{100} = 0,994$$

- Қож арқылы жоғалатын жылу мына формула бойынша есептеледі:

$$q_6^{\text{шл}} = \frac{q_{\text{шл}}(Ct)_{\text{шл}} A_p}{Q_p^p}, \% \quad (3.12)$$

$$q_6^{\text{шл}} = 0,1 * 133,8 * \frac{41,4}{3700} = 0,15\%$$

8. Жылу жоғалуларының суммасын анықтаймыз:

$$\sum q = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6^{\text{шл}} \quad (3.13)$$

$$\sum q = 6,5 + 0,5 + 1,5 + 0,6 + 0,15 = 9,25 \%$$

9. Қазандық агрегатының ПӘК-ін мына формула арқылы анықтаймыз:

$$\eta_{\text{ка}} = 100 - \sum q = 100 - 9,25 = 90,75 \% \quad (3.14)$$

10. Агрегаттағы пайдалы қолданылған жылу анықталады:

$$Q_{\text{ка}} = D(i_{\text{кр}} - i_{\text{кв}}), \text{ ккал/сағ} \quad (3.15)$$

$$Q_{\text{ка}} = 160 \cdot 10^3 \cdot (831,7 - 220,6) = 97,78 \cdot 10^6 \text{ ккал/сағ}$$

Отынның толық шығысы мына формула бойынша анықталады:

$$B_k = Q_{ка} * \frac{100}{Q_p^p * \eta_{ка}}, \text{ кг/сағ}$$

$$B_k = (97,78 \cdot 10^6 \cdot 100) / (3700 \cdot 90,7) = 29200 \text{ кг/сағ}$$

11. Отынның есептік шығысы (толықтай жанған) мына формула арқылы анықталады:

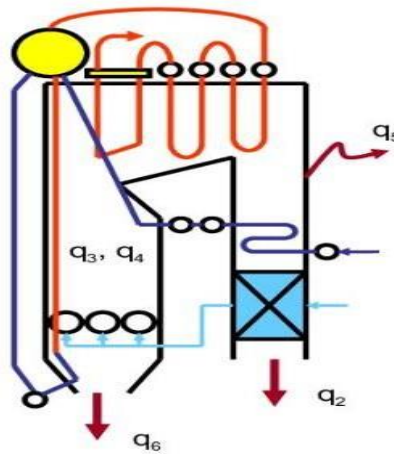
$$B_p = B(100 - q_4) / 100, \text{ кг/сағ} \quad (3.16)$$

$$B_p = 29200(100 - 1,5) / 100 = 28700 \text{ ,кг/сағ}$$

Е-160-9,8 бу қазандығының реконструкциясына дейін, бу өнімділігін ұлғайту мақсатында оттықта жанған отынның есептік шығысы кететін газдар температурасы  $J_{yx} = 143 \text{ }^\circ\text{C}$  ескере отырып,  $B_p = 28700 \text{ кг/сағ}$  құрайды.

### 3.4 - кесте – Е-160-9,8 жылу есебі

Аты	Формула	Өлшем бірлік	Мән
Отын жылуы	$Q_p^p = Q_p^H$	ккал/кг	3700
Кететін газдардың температурасы	$J_{yx}$	$^\circ\text{C}$	143
Механикалық жағуды аяқтамаудан жылудың жоғалуы	$q_4$	%	1,5
Шығатын газдармен жылудың жоғалуы мына формула	$q_2$	%	6,5
Химиялық жағуды аяқтамаудан жылудың жоғалуы	$q_3$	%	0,5
Қоршаған ортаға кететін жылу	$q_5$	%	0,5
Жылуды сақтау коэффициенті	$\gamma = 1 - q_5 / 100$	-	0,994
Қож арқылы жоғалатын жылу	$q_{шл}^5$	%	0,15
Жоғалатын жылу суммасы	$\sum q$	%	9,3
Қазандық агрегатының ПӘК-і	$\eta_{ка}$	%	90,7
Агрегаттағы пайдалы қолданылған жылу	$Q_{ка}$	ккал/сағ	$98 \cdot 10^6$
Толық отын шығысы	$B_k$	кг/сағ	29200
Есептік отын шығысы (толығымен жанған)	$B_p$	кг/сағ	28700



3.1 - сурет - Е-160-9,8 қазандығының жылулық балансы

Е-190-9,8 қазандығы үшін тексеру есебі:

$$Q_{\text{ка}} = \eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} * Q_{\text{р}}^{\text{р}} * B_{\text{р}}, \quad (3.17)$$

$$Q_{\text{ка}} = 0,91 \cdot 15540 \cdot 34,4 \cdot 1000 / 3600 = 135129 \text{ кДж/кг}$$

Мұндағы:

$Q_{\text{ка}}$  - толық жылу мөлшері, кДж/кг;

$\eta_{\text{ка}}^{\text{бр}}$  - қазандықтың брутто ПӘК-і, %;

$Q_{\text{р}}^{\text{р}}$  - жылу мөлшері, кДж/кг.

Толық жылу мөлшері тең:

$$Q_{\text{ка}} = D_{\text{к}}(I_{\text{к}} - I_{\text{кв}}) + \frac{P}{100}(I_{\text{кв}} - I_{\text{кв}}), \quad (3.18)$$

$q_4$  кемуі әсерінен брутто ПӘК-ң өсуін ( $\eta_{\text{ка}}^{\text{бр}} = 91\%$ ) және оның әсерін ескере отырып, бұ бойынша өнімділіктің өзгеруін анықтаймыз:

$$D_{\text{к}} = (Q_{\text{ка}} - \frac{P}{100}(I_{\text{кв}} - I_{\text{кв}})) / (I_{\text{к}} - I_{\text{кв}}), \text{ кг/с} \quad (3.19)$$

$$D_{\text{к}} = (135129 - 14,6) / 2554 = 53 \text{ кг/с (191 т/сағ)}$$

### 3.5 - кесте – Е-160-9,8 оттығының есебі

Аты	Формула	Өлшем бірлік	Мән
Оттық көлемі	$V_T$	$m^3$	752
Жылу бетінің толықтай сәуле қабылдауы	$H_L$	$m^2$	539
Оттық қабырғаларының толық беті	$F_{CT}$	$m^2$	559
Оттықтың экрандау дәрежесі	$\psi = H_L / F_{CT}$		0,965
Сәулелену қабатының эффективті қалыңдығы	$S = 3,6 \cdot V_T / F_{CT}$	м	4,01
Шартты кірлену коэффициенті	$\zeta$		0,45
Факелдың қаралық эффективтік дәрежесі	$A_\phi = m \cdot A_{CB}$		0,8
Түзету коэффициенті	$m$		1
Оттық ортасының қаралық дәрежесі	$A_{CB}$		0,8
Оттықтың қаралық дәрежесі	$A_r = A_\phi / (A_\phi + (1 - A_\phi) + \zeta)$		0,902
Ыстық ауа температурасы	$t_{ГВ}$	$^{\circ}C$	388
Ауа қыздырғыш шығысындағы ауаның теориялық қажетті ауаға қатынасы	$B_{ВП}$		0,92
Ауа арқылы оттыққа кіретін жылу	$Q_B$	ккал/кг	487
Оттықтағы 1 кг отынан шығатын жылу	$Q_t$	ккал/кг	4163
Жанудың теориялық температурасы	$J_a$	$^{\circ}C$	1881
Оттық шығысындағы газдар температурасы	$J_m$	$^{\circ}C$	1092
Оттық шығысындағы энтальпия	$I_m^r$	ккал/кг	2260
Оттықтағы сәулелену арқылы берілген жылу	$Q_k^T = (Q_T - I_m^r)$	ккал/кг	1892
Оттық көлемінің көрінетін жылу кернеулігі	$q_v = B_p \cdot Q_p^H / V_T$	ккал/кг * $m^3$	139000

### 3.2 Е-160-9,8 қазандық агрегатының модернизациясы жағдайындағы Е-190-9,8 қазандық агрегатының тозаң дайындау жүйесінің есебі

3.1.3 Е-160-9,8 бу қазандығының модернизация жағдайындағы отын шығысын анықтау

Бу қазандығының бу бойынша 190 т/сағ-қа дейін модернизациясынан соң, жанатын отынның шығысы артады және бу қазандығының отын тұтууы қаншалықты артатынын есептеу қажет. Отын тұтынудың артуын қатты отынды дайындау жүйесінің жұмысында ескеру қажет.

**3.6 - Кесте – Қазандықтың реконструкциясынан соң шығындарды есептеуге арналған бастапқы мәндер**

Аты	Әріптік мән	Өлшем бірлік	Есептік мән
Бірінші бу бойынша қазандық өнімділігі	$D_{пс}$	т/сағ	190,00
Аса қызған бу энтальпиясы	$h_{пп}$	кДж/кг	3475,00
Қоректік су энтальпиясы	$h_{пв}$	кДж/кг	920,60
Екіншілік бу бойынша қазандық энтальпиясы	$D_{вт}$	т/сағ	0,00
Аралық бу қыздырғыш кірісіндегі екіншілік аса қызған бу энтальпиясы	$h'_{вт}$	кДж/кг	0,00
Аралық бу қыздырғыш шығысындағы екіншілік аса қызған бу энтальпиясы	$h''_{вт}$	кДж/кг	0,00
Отынның қолданыстағы жылуы	$Q_{р=н}^p$	кДж/кг	15503,00
Қазандық агрегатының ПӘК-і	$\eta$	-	0,91

Реконструкциядан өткен Е-190-9,8 қазандық агрегатының есептік отын шығысын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$B_p = D_m * (h_{пп} - h_{пв}) + P * 0,01 * \frac{h_{кв} - h_{пв}}{Q_n^p * \eta_{ка}^{бр}},$$

$$B_p = 190 * 10^3 (3475 - 920,6) + 3 * 0,01 * \frac{(1408,6 - 920,6)}{(3,20)} 14107,73 = 34,4 \text{ т/сағ}$$

мұндағы  $D_m$ - модернизациядан кейінгі қазандықтың бу өнімділігі;  
 $h_{пп}$ -аса қызған будың энтальпиясы, кДж/кг;  $h_{пв}$ -қоректік су энтальпиясы, кДж/кг;  $h_{кв}$ -қазандық суының энтальпиясы  
 $\eta_{ка}^{бр}$ -брутто ПӘК-і, %;

Q P-Екібастұз көмірінің төменгі жану жылуы, кДж/кг.

### 3.1.4 Е-160-9,8 қазандығында орнатылған ШБД-250-390 диірменінің ұнтақтау өнімділігін анықтау

Қазіргі таңда Өскемен станциясында бір Е-160-9,8 қазандығында екі ШБД-250-390 ШБД диірмендері орнатылған.

Бу өнімділігін арттыру мақсатында Е-160-9,8 қазандығының бу бойынша 190 т/сағ-қа дейін реконструкциясынан соң, оттықтағы шынайы жанған отын шығысы  $V_p=34,4$  т/сағ-қа дейін артты.

ШБД қолданылуымен бірге ортадан тепкіш центрифуга монтаждау кезіндегі тас көмірі бойынша ұнтақтау өнімділігі анықталады:

$$V_p^M = \frac{0,11 * D_6^{2,4} * L_6 * n_6^{0,8} * \psi_6^{0,6} * K_{ло} * P_{ВЛ1} * P_{ВЛ1} * K_{вен} * K_{бр} * K_{эк}}{P_{др} * \sqrt{\ln \frac{100}{R_{90}}}},$$

$D_6$ -диірмен барабанының ішкі диаметрі, м;

$L_6$ -диірмен барабанының ішкі ұзындығы, м;

$n_6$ -барабанның айналу жылдамдығы, айн/мин;

$\psi_6$ - барабанның шармен толтырылуы;

$G_{ш}$ -диірменнің шарлармен толтырылуы, т;

$\gamma_{ш.нас}$ -шарлардың меншікті салмағы (4,9 т/м<sup>3</sup> деп қабылданады);

$V_6$ -барабанның ішкі көлемі, м<sup>3</sup>;

$K_{ло}$ -ВТИ шкаласы бойынша отынның ұнтақталу көрсеткіші;

$P_{ВЛ1}$ -ылғалдылықтың отынның ұнтақтауына әсер етуін ескеретін түзету коэффициенті;

$P_{ВЛ2}$ -Ішікі отынның салмағына орта ылғалдылықпен көмір салмағының қайта есептеу коэффициенті;

$K_{вен}$ -барабанның желдетілуі ШБД өнімділігіне әсер етуін ескеретін коэффициент;

$K_{бр}$ -кұрыш моделін ескеретін коэффициент;

$K_{эк}$ -эксплуатационды жағдайда жабысқылардың артуының, отын сапасының төмендеуінің салдарынан өнімділіктің төмендеуін ескеретін көрсеткіш;

$P_{др}$ -торларда орныққан мөлшері 5 ке 5 мм ұяшықтарда орнатылатын, көмірді ұнтақтау шамасынан ауытқуынан қуаттың ауытқуын ескеретін, түзетуші коэффициент;

$n_{кр}$ -барабанның максималды айналу жылдамдығы, формула бойынша анықталады:

$$n_{кр} = 42,3^{1,2}, (3.22)$$

$$n_{кр}=42,3/2,5^{1,2}=26,8 \text{ об/мин}$$



Түзету коэффициентін формула бойынша анықтаймыз:

$$\Pi_{ВЛ1} = \sqrt{\frac{K^2 - W^{cp}W^{cp}}{K^2 - W^{ги}W^{ги}}} = \frac{12.48^2 - 2.08^2}{12.48^2 - 1.3^2} = 0,98 \quad (3.23)$$

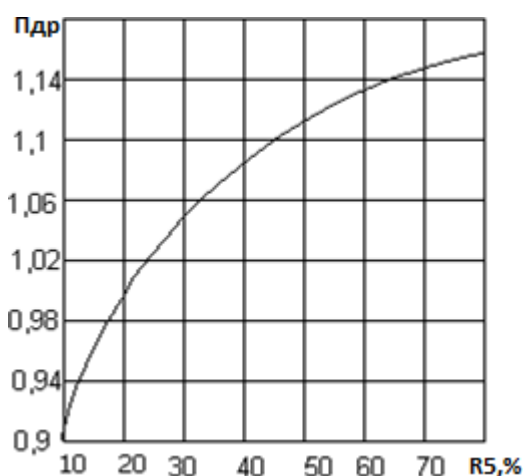
мұнда К-отынның максималды ылғалдылығын көрсететін мәндер,

$$K = W^p = 12,48 \%$$

$W^{ги}$ -отынның это гироскоптық ылғалдылығы,  $W^{ги} = 1,3$ ;

$W^{cp}$ -отынның орта ылғалдылығы,  $W^{cp} = 2,08 \%$  ;

Көмірдің ұнтақталуының сатысына тәуелді өнімділіктің өзгеруін ескеретін коэффициент,  $R_5$   $\Pi_{др}$ -дан тәуелділігіне қарай анықталады, және суретте көрсетілген тәуелділікке қарай анықталады. ( $R_2 = 25 \%$  кезде  $\Pi_{др} = 1,068$ ):



### 3.2 - сурет - 5 x 5 мм електегі қалдықтан $\Pi_{др}$ коэффициентінің тәуелділігі

Диірменнің ұнтақтау өнімділігі тең:

$$B_p^M = 386 \cdot 0,435 \cdot 1,3 \cdot 0,992 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,065 / 1,068 \cdot 1,161 = 14,8 \text{ т/сағ}$$

Е-160-9,8 қазандығының реконструкциясына дейін отынның тұтынуы  $B_p = 28700$  кг/сағ құрады, сонымен қатар есептеу бойынша бір диірменнің ұнтақтау қуаты  $B_p^M = 14,8$  т/сағ болса, бір қазандыққа екі ШБД-250-390 диірмені сәйкестігін ескере отырып, диірмендердің суммалық ұнтақтау қуаты  $\sum B_p^M = 29,6$  т/сағ құрайды.

Бу қазандығының реконструкциясынан соң қазандықтың бу өнімділігі 160 т/сағ-тан 190 т/сағ-қа дейін артты. Осыған байланысты оттық камерасындағы жанатын отын көлемі  $B_p = 34,4$  т/сағ дейін ұлғайды.

Өскемен ЖЭО-ң тозақ дайындау жүйесі алты ШБД-250-390 бірлік жұмыстық өнімділігі  $B_p^M = 14,8$  т/сағ диірмендерінен тұрады және ұзақ эксплуатация әсерінен тозып барады. Барабанның ішкі корпусының бетіне металл шарлардың периоддық соққыларының әсерінен, барабан тозуға ұшырады.

Сонымен қатар диірмен бу қазандығының тозаң түріндегі отынның тұтынуын қамтамасыз етуі қиын, екі диірмен өнімділігі  $\sum B_p^m=29,6$  т/сағ, қазандықтың отын тұтынуы  $B_p=34,4$  т/сағ, осыған байланысты Е-19-9,8 қазандықтары үшін ескі тозаң дайындау жүйесін, ұнтақтау өнімділігі  $>34,4$  т/сағ-тан артық, жаңа тозаң дайындау жүйесіне алмастыру қажет.

**3.1.4 Е-190-9,8 қазандығы үшін керекті тозаң дайындау диірменінің есебі**

Бу қазандығының тозаң түріндегі отын тұтынуының өсуін ескере отырып, жаңа ұнтақтау диірменін жобалау қажет. Диірмендердің өнімділігін тозаң бункерімен бірге келесі өрнек бойынша есептейміз:

$$B_k = \frac{K_3 \sum Z_k B_k}{\sum Z_m}, \quad (3.24)$$

мұндағы  $K_3$ -ШБД-і бар қондырғылардағы қор коэффициенті  $K_3=1,1$ ;

$\sum Z_k$ -станциядағы қазандықтар саны,  $\sum Z_k$ ;

$B_k$ - қазандықтың нормалды жұмысы кезіндегі отын шығысы, т/сағ;

$\sum Z_m$ - диірмендердің жалпы саны;

$Z_m$ -1 бу қазандығына тиісті диірмендер саны.

120-170 т/сағ интервалындағы бу қазандықтарының өнімділігіне байланысты ШБД ұсынылған диірмендердің саны, тозаң бункерімен бірге  $Z_m=2$  екі қондырғыны құрайды, ал диірмендердің жалпы саны  $\sum Z_m=6$ , себебі станция үш Е-190-9,8 қазандықтарымен жабдықталған.

Диірменге керекті өнімділікті анықтаймыз:

$$B_p^m = 1,1 \cdot 3 \cdot 34,4 / 6 = 18,9 \text{ т/сағ.}$$

Диірменге керекті өнімділікті ұнтақтау өнімділігін анықтағаннан соң  $B_p^m=18,9$  т/сағ, қолда бар маркалы номиналды қуаты бойынша диірмендерді таңдаймыз, сонымен қатар бір диірмен істен шыққан сәтте екіншісі бу қазандығының жақсы сапалы отынның 75% жүктемесін қамтамасыз етуі тиіс.

**3.6 - кесте – Е-190-9,8 қазандықтары үшін номиналды өнімділігі бойынша диірмен қондырғысын таңдау**

<i>Тип</i>	<i>Диірмен типі</i>	<i>Номиналды өнімділік, В, т/сағ</i>
ШБМ 320/570	Ш-25А	25

Жобалау барысында диірмен қуаты артығымен таңдалады. Бу қазандығына орнатылуы барысында, екі диірменнің әрқайсысы қазандықтың 60 % номиналды өнімділігін қамтамасыз ете алатындай, және соңғысы нормалды сападағы отынмен жұмыс жасалатындай етіп таңдалады.

### 3.7 – кесте – ШБМ 320/570 диірменінің сипаттамасы

Диірмен түрі	ШБД 320/570	
	Өлшем	Мән
Қазандыққа келетін диірмен саны	дана	2
Барабан өлшемі		
а)диаметр $D_6$	мм	3200
б)ұзындық $L_6$	мм	5700
в)кұбырдың қалыңдығы $S_6$	м	0,078
г)көлем $V_6$	м <sup>3</sup>	45,8
Барабанның айналу жылдамдығы	айн/мин	17,8

Диірменнің құрғақтық өнімділігінің анықталуы барысында,  $V_c$  есептіктен үлкен немесе тең болуы қажет, яғни  $V_c \geq V_p$ . Диірменнің құрғақтық өнімділігі өрнек бойынша анықталады:

$$V_c = \frac{V_2}{1000 * V_{вд.см}}, \quad (3.25)$$

мұнда  $V_{вд.см}$ -ылғалды ауаның саны, кестеден  $V_{вд.см} = 1,55$  м<sup>3</sup>/кг.

$V_2$  – соңғы кезеңдегі ылғалды агенттің көлемі, м<sup>3</sup>/сағ.

$$V_c = 108185 / 1,55 = 69,6 \text{ т/сағ}$$

#### *Көмекші қондырғыларды таңдау*

Қазандық қондырғыдағы тозаң бункерлерінің сыйымдылығы қазандықтың 2 сағ-тан кем болмайтын жұмыс уақытына есептелуі қажет, бункердің аса сыйымдылық бөліктері, тозаң шашқыштың сенімді жұмысы үшін қажет.

Тозаң түріне дейін ұнтақтау және ұсақталу процесін өтпеген натуралды отын бункерінің көлемі мына формула бойынша анықталады:

$$V_{бун} = Z * \frac{B_k}{K_{зап} * Z * \gamma_{тл.нас}}, \quad (3.26)$$

ШБД-дан соң ұнтақталған бункердің қажетті көлемін өрнек бойынша анықтаймыз:

$$V_{бун} = Z * \frac{B_{л} * Z}{K_{зап} * Z * \gamma_{тл.нас}} = \frac{2 * 3.84}{0.8 * 2 * 0.7} = 6.85 \text{ м}^3 \quad (3.27)$$

#### *Тозаң сепараторын таңдау*

Ортадан тепкіш ТКЗ-ВТИ тозаң сепараторы желдетуі бар ШБД арналған,  $R_{90} = 5-30\%$  тозаң жіңішкелігі кезіндегі тас көмірге пайдаланылады.

Тозаң сепараторы табылған диаметр немесе сепаратордың көлемі бойынша таңдалады. Сепаратордың көлемін мына өрнек бойынша анықтаймыз:

$$V_{ce} = \frac{V_{MB}}{V_{MB}/V_{ce}} = \frac{108185}{3500} = 30,9 \text{ м}^3 \quad (3.28)$$

$V_{MB}/V_{ce}$ -сепаратор көлемінің кернеуі  $V_{MB}/V_{ce}=3500 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{сағ})$ ;

$V_{m.c}$ -диірменді желдеткіш қуаты,  $\text{м}^3/\text{сағ}$ .

Есептеу жолымен модернизация жағдайындағы диірмен жабдықтарының сипаттамалары анықталды.

-Диірмен арқылы өтетін ауа шығысы  $V_{MB,опт}=76397 \text{ м}^3/\text{сағ}$ ;

-Отын ұнтақталуына жұмсалатын электр энергиясының меншікті шығысы  $\mathcal{E}_{змл}=18,4 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}/\text{т}$ ;

-Отын жылытылуына жұмсалған жылу  $q_{тл}=6,9 \text{ ккал}/\text{кг}$ ;

-Диірменнің құрғақтық өнімділігі  $B_c=69,6 \text{ т}/\text{сағ}$ ;

- $D_{ce}=4250 \text{ мм}$  диаметрімен  $V_{ce}=33,4 \text{ м}^3$  көлемімен тозаң сепараторы.

## 3.2 Конструктивті шешемдерін ескере отырып, төмен температуралы жылу беттерінің жылу есебі

### 3.2.1 Ауа қыздырғыштың төменгі сатысының есебі

Бірінші сатылы ауа қыздырғыштың конструктивті сипаттамалары:

-саты типі-екі қадамды;

-сыртқы құбырлар диаметрі  $d_n=40 \text{ мм}$ ;

-ішкі құбырлар диаметрі  $d_{вн}=37 \text{ мм}$ ;

-құбырлардың көлденең қадамы  $S_1=60 \text{ мм}$ ;

-қатынысты көлденең қадам  $\sigma_1=1,5$

-құбырлардың бойлық қадамы  $S_2=42 \text{ мм}$ ;

-қатынасты көлденең қадам  $\sigma_2=1,05$ ;

-ауаның өтуі үшін қима  $f_b=16,4$ ;

-бірінші сатылы ауа қыздырғыштың жылу беті  $H=8056 \text{ м}^2$ .

Бірінші сатылы ауа қыздырғыштан шығатын газдардың температурасы  $t''=124 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Шығар газдардың температурасындағы бірінші ауа қыздырғыштан кейінгі энтальпиясы  $I_r''=1225 \text{ кДж}/\text{кг}$ .

Алдын-ала жылытуынсыз бірінші ауа қыздырғышқа кіретін суық ауаның температурасы  $t' = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Бірінші сатылы ауа қыздырғышқа кіретін суық ауаның энтальпиясы  $I_0' = 199$

кДж/кг.

Бірінші сатылы ауа қыздырғыштан шығатын ауа шамамен  $t''=254 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Ауа қыздырғыштан шығатын ауаның энтальпиясы  $I_0''=1445 \text{ кДж}/\text{кг}$ .

Ауаның Кіріс  $t' = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  және шығыс  $t''=254 \text{ }^\circ\text{C}$  температураларының, орта шамасы  $t_{ср.в} = 142 \text{ }^\circ\text{C}$  құрайды.

Орта температуралы ауаның энтальпиясы  $I_{\text{ср.в}}=810$  кДж/кг.

Ауа қыздырғышта жылытылатын ауаның мәні  $\beta_{\text{ВЗП}}= 1,3$ .

Ауа бойынша жылу балансының теңдеуі:

$$Q_{\text{б.в.}} = \beta_{\text{ВЗП}} * (I'' - I'_0) = 1,3(1445 - 199) = 1623 \text{ кДж/кг} \quad (3.30)$$

Құбырлар ішімен қозғалатын газдар құбырларының сыртқы беттерін жанап өтетін құбырлар қабырғаларымен өтетін газдар арқылы ауаға жылуын беруін тең деп алып, бірінші сатылы ауа қыздырғыш кірісіндегі газдардың мәндерін анықтаймыз.

$$I'_Г = I''_Г + \frac{q_{\text{б.в.}}}{\varphi} - \Delta\alpha_{\text{ВЗП}} * I_{\text{ср.в}}, \quad (3.31)$$

Мұндағы  $\varphi$ -анықталатын шама:

$\sigma_2$ '-қатынасты диагоналды қадам:

Бірінші сатылы ауа қыздырғыштағы газдардың және ауаның орта жылдамдығын анықтаймыз:

$$\sigma'_2 = \sqrt{0.25 * \sigma_1^2 + \sigma_2} = \sqrt{0.25 * 2.25 + 1.05} = 1.26 \quad (3.32)$$

$$\varphi = (\sigma_1 - 1) / (\sigma'_2 - 1) = (1.5 - 1) / (1.26 - 1) = 1.92 \quad (3.33)$$

Мәндерді қойып газар кірісіндегі энтальпиясын анықтаймыз:

$$I'_Г = 1225 + 1623 / 1.92 - 1.05 * 810 = 1680 \text{ кДж/кг.}$$

Бірінші сатылы ауа қыздырғыш кірісіндегі газдар температурасы  $t'_Г = 187$  °С.

Бірінші сатылы ауа қыздырғышындағы ауа және газдардың орта жылдамдығын анықтаймыз:

$$W_Г = B_p * \frac{V_Г^H (\vartheta_{Г.ср} + 273)}{F_Г * 273} =$$

$$34400 * \frac{6(155+273)}{3600} * 8,3 * 273 = 9,4, \text{ м/с} \quad (3.34)$$

мұндағы  $B_p$ -отын шығысы, кг/с;

$\vartheta_{Г.ср}$ -ауа қыздырғыш сатысындағы газдардың орташа жылдамдығы, °С;

$F_Г$ -газдардың қозғалыс ауданы,  $8,3 \text{ м}^2$ .

Бірінші сатылы ауа қыздырғышындағы газдардың орташа жылдамдығы:

$$\vartheta_{Г.ср} = t'_Г + \frac{t''_Г}{2} = 187 + \frac{123}{2} = 155 \text{ °С} \quad (3.35)$$

*Төменгі сатылы су экономайзерінің есебі*

Конструктивті сипаттамалары:

-төменгі экономайзер типі-эмеевиковый, шахматты, қарсы ағынды;

-сыртқы құбыр диаметрі  $d = 32$  мм.

-ішкі құбыр диаметрі  $d_{\text{вн}} = 24$  мм.

-құбырлардың көлденең қадамы  $S_1 = 75$  мм.

-құбырлардың қатынасты көлденең қадамы  $\sigma_1 = S_1/d = 2,34$ .

-құбырлардың бойлық қадамы  $S_2 = 46$  мм.

-құбырлардың қатынастық бойлық қадамы  $\sigma_2 = S_2/d = 1,44$ .

-су өтуі үшін қима  $f_{\text{в}} = 0,081$  м<sup>2</sup>.

-газ өтуі үшін қима  $F_{\text{г}} = 19,8$  м<sup>2</sup>.

-экономайзердің жылу беті  $H = 870$  м<sup>2</sup>.

Газдар температурасы бірінші сатылы ауа қыздырғыш кірісіндегі температураға тең  $t''(\text{ВЭК1})=t'(\text{ВЗП1})=187$  °С сондықтан энтальпия  $I''=2640$  кДж/кг құрайды.

Кірістегі су температурасы  $t_{\text{в}}' = 215$  °С.

Бірінші сатылы экономайзерге түсетін судың қысымы  $p_{\text{пе}}$  қысымынан 25% деп қабылданады:  $p_{\text{в}}' = 1,2$  МПа  $p_{\text{пе}} = 12$  МПа

Бірінші сатылы экономайзер кірісіндегі су энтальпиясы  $I' = 920$  кДж/кг.

Бірінші сатылы су экономайзер шығысындағы су энтальпиясы  $t'' = 226$  °С.

Судың орташа температурасы және қысымы  $t_{\text{в.ср}} = 230$  °С және  $p_{\text{в.ср}} = 11,8$  МПа.

Шу шығысы  $D_{\text{ЭК1}} = 46$  кг/с. Су бойынша жылу балансының теңдеуі:

$$Q_{\text{б.в}} = \frac{D_{\text{э}}}{B_{\text{р}}} * (I_{\text{в}}'' - I_{\text{в}}') = 46 * 3600 * \frac{1010 - 920}{28700} = 519, \text{ кДж/кг} \quad (3.36)$$

Бірінші экономайзер кірісіндегі газдардың энтальпиясын анықтаймыз:

$$I_{\text{г}}' = 2640 + 519 / 1,3 - 1,34 \cdot 600 = 2798 \text{ кДж/кг}$$

Бірінші экономайзер кірісіндегі газдар температурасы  $t_{\text{г}}' = 325$  °С.

Газдардың орташа жылдамдығы формула бойынша құрайды:

$$B_{\text{г}} = B_{\text{р}} * \frac{V_{\text{г}}^{\text{H}} (\vartheta_{\text{г.ср}} + 273)}{F_{\text{г}} * 273} = \frac{34,4 * 5,8 (288 + 273)}{3600 * 16,9} = 5,2 \text{ м/с} \quad (3.37)$$

### 3.2.2 Ауа қыздырғыштың екінші бөлігінің есебі

Екінші сатылы ауа қыздырғыш шығысындағы газдар температурасы  $t_{\text{г}}'' = 324$  °С.

Газдар энтальпиясы төменгі экономайзер энтальпиясына тең  $I_{\text{г}}'' = 3200$  кДж/кг.

Екінші сатылы ауа қыздырғыш кірісіндегі ауа температурасы  $t_{\text{в}}' = 254$  °С.

Берілген температура бойынша жоғарғы ауа қыздырғыш энтальпиясы:  $I' = 2130$  кДж/кг.

Шығатын ауа 416 °С-ге дейін қызуы мүмкін.

Екінші сатының орташа температурасы:

$$t_{\text{ср.в}} = t''_{\text{в}} + t'_{\text{в}}/2 = (416+254)/2=335^{\circ}\text{C} \quad (3.38)$$

Орташа температура бойынша ауа қыздырғыш энтальпиясы:  $I_{\text{о.прс}}=1764$  кДж/кг.

Ауа бойынша жылу балансының теңдеуі:

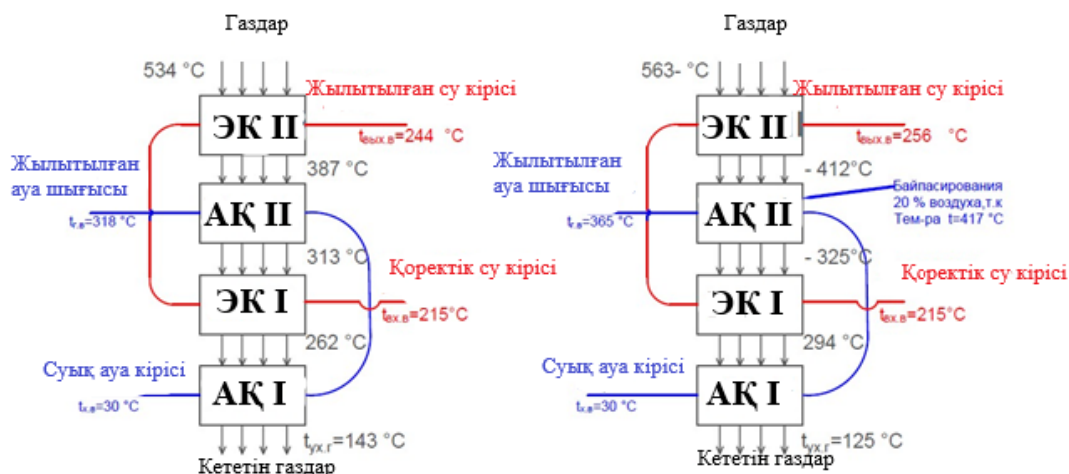
$$Q_{\text{б.в}}=1,34(2130-1440)=730 \text{ кДж/кг.} \quad (3.39)$$

### 3.7 - кесте - Жылытылатын орта мен газдар жылдамдығының өзгерісі

Жылдамдық	Газдар жылдамдығы		Қоршаған орта жылдамдығы	
	160 т/сағ	190 т/сағ	160 т/сағ	190 т/сағ
Жылу беттерінің аты				
Бу қыздырғыштың суық сатысы	9,9	8,6	14,8	18,9
Жоғарғы су экономайзері	6,1	7,4	1,05	1,6
Ауа қыздырғыштың ыстық бөлігі	11,2	11,1	4	8,1
Төменгі су экономайзері	6,1	5,2	0,713	0,7
Ауа қыздырғыштың суық бөлігі	10,6	9,4	5,6	6

Бу қазандығының модернизациясынан соң шығар газдар температурасы көтерілді, оның салдары жылытылатын ортаның температурасының артуы, сонымен қатар екінші сатылы ауа қыздырғыштың шығысындағы температурасы 318 °С-дан 417 °С-ге дейін айтарлықтай көтерілді, аз қыздырылған ауа және 20% ауаны байпастау арқылы, температура 365 °С-ге дейін төмендетілді. Шығар газдардың температурасын 143 °С-ден 125 °С-ге дейін азайтуы арқылы  $q_2$  шығар газдар арқылы жылудың жоғалуына әсер етіп, қазандық ПӘК-і 90 %-дан 91%-ға дейін артты.

Конвективті газ жолындағы реконструкцияға дейін және кейін температураның өзгеруі.



3.3 - сурет - Конструктивті шешімдерді ескере отырып, шығар газдардың және жылытылатын ортаның температураларының өзгеруі

3.8 - кесте - Е-160-9,8 модернизацияға байланысты қазандық сипаттамаларының өзгерісі

Аты	Мәні	Өлшем бірлігі	160 т/сағ	190 т/сағ
Төменгі жану жылуы	$Q_p^H$	ккал/кг кДж/кг	3700	
			15540	

1 кг отынның толықтай жану үшін қажет теориялық ауа мөлшері	$V^0$	м <sup>3</sup> /кг	4,13	4,13
Механикалық жағуды аяқтамаудан жылудың жоғалуы	$q_4$	%	1,5	1,5
Химиялақ жағуды аяқтамаудан жылудың жоғалуы	$q_3$	%	0,5	0,5
Қоршаған ортаға кететін жылу	$q_5$	%	0,5	
Шығатын газдармен жылудың жоғалуы	$q_2$	%	6,5	5,5
КПД котлоагрегата Брутто	$\eta_{ка}$	%	90	91
Отынның есептік шығысы	$B_p$	кг/сағ	28700	34400
Оттық көлемі	$V_T$	м <sup>2</sup>	752	
Сәуле қабылдау беті	$H_L$	м <sup>2</sup>	539	



3.8 – кесте жалғасы

Аты	Мәні	Өлшем бірлігі	160 т/сағ	190 т/сағ
Оттық көлемнің ауданы	$F_{ст}$	$m^2$	559	
Оттықтағы ауаның артықшылық коэффициенті	$\alpha_t$	-	1,05	
Оттық көлемінің жылу кернеуі	$q_v$	ккал/кг·м <sup>3</sup>	139000	
			168000	
Ауа қыздырғышының 1-ші сатысының жылу бетінің ауданы	$P_{ВЗП1}$	$m^2$	4000	4546
Теориялық жану температурасы	$\vartheta_{теор}$	$0_C$	1881	2153
Оттық шығысындағы газдар температурасы	$\vartheta_t''$	$0_C$	1092	1169
Ауа қыздырғышының 1-ші сатысының жылу бетінің ауданы	$P_{ВЗП2}$	$m^2$	3500	4000
Су экономайзерінің 1-ші сатылық жылу бетінің ауданы	$P_{ВЭК1}$	$m^2$	764	870
Ауа қыздырғышының 1-ші сатысының жылу бетінің ауданы	$P_{ВЗП1}$	$m^2$	4000	4546
Су экономайзерінің 2-ші сатылық жылу бетінің ауданы	$P_{ВЭК2}$	$m^2$	684	

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста Е-160-9,8 бу қазандығының бу өнімділігін 190 т/сағ-қа дейін арттыру мақсатында реконструкция жүргізілген.

Осы мақсатпен дипломдық жобаның негізгі бөлігінде Е-160-9,8 бу қазандық агрегатының жылу есебі орындалған. Төмен температуралы жылу беттерінің конструктивті есебі жазылған. Сонымен қатар, жылу беттерінің шекараларында будың және жылу ортасының температуралары қойылды, жылу беттерінің жылу қабылдауы жылу балансының теңдеуі арқылы анықталды, сонымен қатар жылу беру коэффициенті есептелді және жылу балансының теңдеуінен жылу беттерінің мәндері анықталды.

Тапсырманың негізгі бөлігінде қолданыстағы тозаң дайындау жүйесін қуаты жоғары түріне, сонымен қатар Е-190-9,8 үшін қосымша қондырғыларды ауыстыру есебі орындалған және іске асуы мүмкін аралық бункерімен индивидуалды тозаң дайындау жүйесінің сұлбасының біреуі көрсетілген.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 ПТ-60-90/13 турбоагрегатының типтік сипаттамасы  
<https://docs.cntd.ru/document/1200044598>
- 2 Согралық ЖЭО-ң БКЗ-160 қазандықтарының қож шығаруын зерттеу және оны төмендетудің іс шараларын әзірлеу  
[http://www.chipk.ru/5conf/data/93\\_Bogomolov\\_Sogr\\_TENC.pdf](http://www.chipk.ru/5conf/data/93_Bogomolov_Sogr_TENC.pdf)
- 3 Қазандық қондырғылар және бу генераторлары Ю.М. Липов, Ю.М. Третьяков
- 4 ШБД шарлы барабанды типті диірмен  
<https://www.tyazhmash.com/products/powerhouse/mill-ball-shbm/>
- 5 ЖЭО-ң негізгі жабдықтарының мақсаты, жұмыс принципі және сипаттамасы-ПТ-60-90/13 бу турбинасының жұмыс принципі  
[https://evested.clan.su/news/naznachenie\\_princip\\_raboty\\_i\\_karakteristika\\_osnovnog\\_o\\_oborudovanija\\_teploehlektrocentrali\\_princip\\_raboty\\_parovoj\\_turbiny\\_pt\\_60\\_90\\_13/2016-03-30-2](https://evested.clan.su/news/naznachenie_princip_raboty_i_karakteristika_osnovnog_o_oborudovanija_teploehlektrocentrali_princip_raboty_parovoj_turbiny_pt_60_90_13/2016-03-30-2)
- 6 Е-160-9,8 қазандығы <http://scbist.com/scb/uploaded/kotly/6-15-kotel-e-150.htm>
- 7 Желдеткіш және түтінсорғыш каталогы  
[http://betro.bz/d/668152/d/katalog2013\\_3.pdf](http://betro.bz/d/668152/d/katalog2013_3.pdf)
- 8 Қазандық және қазандық қондырғыларының конструкциясы және есебі: «Қазандық құрылысы» мамандығы бойынша техникумдар үшін оқулық, В.А. Двойшников, Л.В. Деев, М.А. Изюмов, 148 б.
- 9 Жылу техникасы, И.Н. Сушкин жеке редакциясы бойынша, 317 б.

# А ҚОСЫМШАСЫ

