

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
Жылу энергетика және басқару жүйелері институты
Жылу энергетикалық қондырғылар кафедрасы

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі т.ғ.к., А.А. Кибарин
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандық агрегатын жаңғырту

Мамандығы 5B071700 – Жылуэнергетика

Орындаған Султанов Азамат Жанибекулы Тобы ТЭ(ТЭС)к-17-1
(Т.А.Ж.)

Ғылыми жетекшісі: доцент Туманов Мусакул Елегенович
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

Кеңесшілер: экономикалық бөлім бойынша: э.ғ.к., Абильдина Айнұр Шахизадина
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімі бойынша: аға оқытушы, Абдрешов Шамиль Аскарлович
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

Нормобақылаушы: аға оқытушы, PhD докторы Олжабаева Карлыгаш Сериковна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

Пікір беруші: бас инженер ЖЭО-2 атындағы А.Жакутова Калиев Бауыржан Болатович
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)

_____ « ____ » _____ 202__ ж.
(қолы)

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
«Ғ. Дәукеев атындағы АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ

Жылуэнергетика және басқару жүйелері институті

Жылу энергетикалық қондырғылар кафедрасы

Мамандығы 5B011700-Жылу энергетикасы

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Султанов Азамат Жанибекулы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы: Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандық агрегатын жаңғырту

2020 ж. «27» қазан айындағы №217 университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «30» маусым 2021 ж.

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

БКЗ-220-100 бу қазандығы - бұл табиғи айналымы бар, барабанды, тік су түтікті қазандық, қатты қожды кетіретін Екібастұз тас көмірін және табиғи газды жағу кезінде жоғары қысымды бу алуға арналған. Қазандықтың орналасуы II-тәрізді схема бойынша жасалған.

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

Рудный қаласындағы жылу электр станциясын пайдалану кезінде халықтың қажеттілігі үшін жылу энергиясын аз өндіру проблемасы және Соколовско-Сорбай кен-байыту комбинатының технологиялық қажеттіліктері ыстық су түрінде технологиялық бу формасы пайда болды. Бұл мәселені жою

үшін мұнда орнатылған БКЗ-220-100 қазандық қондырғыларын олардың бу сыйымдылығын 220 т / сағ-тан 260 т/с-қа дейін арттыру үшін жаңарту ұсынылды, бұл кезде әр қазандықтың жылу өнімділігі 23,73 Гкал / -ге артады

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

1. БКЗ-220-100 қазандық қондырғысының сызбасы
2. ЖЭО технологиялық схемасы
3. Стандартты ауа шығынын өлшеуіштің көрсеткіштеріне байланысты төменгі үрлеу үшін ауа ағынының нақты жылдамдығы
4. Жұмыс секциясындағы оңтайлы артық ауаның қазандық жүктемелеріне тәуелділігі
5. Газдың температурасын пештің биіктігі бойынша бөлу

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. 1. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод под редакцией Кузнецова; М. : Энергия, 1973.
2. Б.К. Алияров, Г.А. Дорошин. Вихревой факел Экибастузского угля. «Наука» Алматы 1988г.
3. Плетнев Г.П. Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок. М.: Энергия, 1976.
4. Тепловые и атомные электрические станции (дипломное проектирование) под общей редакцией Леонкова М.Н.: Высшая школа, 1990.

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
<i>Экономикалық бөлім</i>	Абильдина А. Ш.	19.04.2021ж- 03.05.2021ж.	
<i>Өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімі</i>	Абдрешов Ш. А.	10.05.2021ж- 24.05.2021ж.	
<i>Жылу сұлбасын есептеу</i>	Туманов М. Е.	15.03.2021ж- 17.05.2021ж	

Диплом жобасын дайындау
К Е С Т Е С І

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
БКЗ-220-100 қазандық қондырғысын сипаттамаларын есептеу және құру	10.02.2021 ж.	
Жану өнімдерінің көлемі, газдардың көлемдік үлесі и күл бөлшектерінің концентрациясы есептеу	24.02.2021 ж.	
БКЗ-220-100 қазандық қондырғыларын олардың бу сыйымдылығын 220 т / сағ-тан 260 т / с-қа дейін арттыру үшін жаңарту	10.03.2021 ж.	
ЖЭО жабдықтарын технологиялық автоматты бақылау және басқаруды қарастыру	31.03.2021 ж.	
Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандықтың қоршаған ортаға әсері және көмір жанған кездегі шығарынды қуаттылығын есептеу	06.05.2021 ж.	
Жобаның экономикалық тиімділігі және қоршаған ортаға тигізетін әсерін зерттеу	31.05.2021 ж.	

Тапсырманың берілген уақыты «11» Қаңтар 2021ж..

Кафедра меңгерушісі _____ (Қолы) (Кибарин А.А.)
(Т.А.Ж.)

Жобаның ғылыми жетекшісі _____ (Қолы) (Туманов М.Е)
(Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ (Қолы) (Сәбитбек А.М.)
(Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Берілген жобада ПТ-65/75-130/13 турбинаның 30-ші сатысының есеп қарастырылады, солсебепте турбинаны нашарланған вакуумды жұмыс тәртібіне ауыстыру мүмкін. Бұл шықтағышта айналып келетін сумен жылудың шығының толық турбинаып тастау негізінде өзінің турбинаның жалпы үнемділік етеді.

Аннотация

Данный проект рассматривает расчет последней ступени турбины ПТ-65/75-130/13 в результате которого турбина переводится на режим работы с ухудшенным вакуумом. Это позволяет повысить общую экономическую эффективность самой турбины за счет полного исключения потерь тепла с циркуляционной водой в конденсаторе.

Annotation

The given project examines the of account thirtieth step of the turbine ПТ-65-130/13 in result of which the turbine, is trans lated on a mode of operation with worsened vacuum. It allows to raise a common economic efficiency of the turbine at the expense of full exceptions of losses of a heat with circulating water in the capacitor.

Мазмұны

Кіріспе.....	6
1 Негізгі және қосалқы жабдықтың сипаттамасы.....	7
1.1 Қазандық.....	9
1.2 Қазандықтың қосалқы жабдықтары.....	13
1.3 ЖЭО технологиялық схемасы.....	15
2 Жылулық есебі.....	17
3 БКЗ-220-100 қазандық қондырғысын жаңарту.....	47
3.1 Қазандықтың ауа шығынын анықтау.....	48
3.2 Төменгі үрлеу саптамаларының геометриялық өлшемін анықтау..	50
3.3 Артық ауа мөлшерін анықтау.....	51
3.4 Жану режимінің сипаттамалары.....	53
3.5 Ұнтақтаудың әдісі.....	54
3.6 Газ-ауа жолының жұмыс сипаттамасы.....	54
3.7 Техникалық-экономикалық көрсеткіштер.....	56
3.8 Қазандықтың экологиялық көрсеткіштері.....	62
4 Автоматты реттеу жүйесі басқару	65
4.1 АРЖ туралы жалпы ақпарат.....	65
4.2 АРЖ элементтерінің статикалық сипаттамалары.....	65
4.3 АРЖ элементтерінің динамикалық сипаттамалары.....	66
4.4 АРЖ параметрлерін есептеу.....	67
5 Жүргізілген модернизациядан жылдық экономикалық нәтижесі.....	68
6 Қоршаған ортаны қорғау.....	79
6.1 Қазандықтың қоршаған ортаға әсері.....	79
6.2 Көмір жанған кездегі шығарынды қуаттылығын есептеу.....	83
Қорытынды.....	89
Пайдаланылған ақпарат көздерінің тізімі.....	90

					ДЖ.5В071700.КО.ТЖ			
Өзг.	Парақ	Документ №	Қолы	Күні				
Орындаған	Сұлтанов А.				Мазмұны	Әдеб.	Парақ	Парақ
Жетекшісі	Туманов М.Е.							
Реценз.	Калиев Б.Б.					АЭЖБУ, ЖЭҚ каф.		
Каф. Менг.	Кибарин А.А.							
Н.контр.	Олжабаева К.С							

Кіріспе

Рудный жоғары қысымды ЖЭО — станциясы 1961 жылғы тамыздан бастап пайдалануда, Орал энергия жүйесімен қатарлас жұмыс істейді. Электр және жылу энергиясының негізгі тұтынушылары Рудный қаласы, Соколов-Сарыбай тау-кен байыту комбинаты, "Темірбетонстройдеталь", "Соколоврудстрой" және өнеркәсіптік тораптың басқа да өнеркәсіптік кәсіпорындары болып табылады.

Станцияның энергетикалық қазандықтарындағы негізгі отын-Екібастұз тас көмірі және Қарағанды өнеркәсіптік өнімі, жағу отыны — мазут. Су жылытатын қазандықтар үшін негізгі отын — жағатын мазут. Сондай-ақ, су жылытатын және энергетикалық қазандықтарда артық табиғи газды жағу мүмкіндігі қарастырылған. Циркуляциялық суды салқындату үшін 1600 м² суару алаңы бар пленкалы градирня орнатылған. Циркуляциялық суды толтыру Тобыл өзенінен жүзеге асырылады.

Станцияда 3 түтін құбыры салынған, бірінші биіктігі 90 м бір ТП-170 қазандығы, екінші биіктігі 180 м — қалған энергетикалық қазандар, үшінші биіктігі 120 м құбыр—су жылыту қазандықтары үшін жұмыс істейді.

Станция Орал энергия жүйесімен және Қазақстанның БЭЖ-мен қатар базистік режимде жұмыс істейді және электр жүктемесінің салыстырмалы біркелкі тәуліктік кестесіне ие. 1985 жылы ЖЭО — ның орташа жүктемесі қыста 80-ден 120 МВт-қа дейін, жазда 15-тен 40-қа дейін болды.

Станция-Рудный қаласының өнеркәсіптік және тұрмыстық тұтынушыларын жылумен жабдықтаудың негізгі көзі. ЖЭО жылуды екі автономды схема бойынша — қала мен өнеркәсіптік аймаққа жібереді. Екі жағдайда да ыстық сумен жабдықтау ашық су схемасы бойынша жүзеге асырылады. Техникалық қажеттіліктерге жылу пр-34-90/20/0,9 турбинасының реттелетін өндірістік таңдауынан бу параметрлері 6-12 кгс/см² және 260-290°С босатылады.

Станцияны пайдалану кезеңінде (1961 жылдан 1985 жылға дейін) электр энергиясын өндіру 8,3 есеге, жылу беру 33 есеге артып, тиісінше 536,7 млн.кВт — сағ және 1,85 млн. Гкал жетті. Сонымен қатар, қарастырылып отырған кезеңнің соңында жылу тұтынудағы электр энергиясын өндіру 72%, пайдаланылған бумен жылу беру — 63% құрады.

Станция жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері айтарлықтай жақсарды: электр энергиясын босатуға жұмсалатын отынның үлестік шығыны 619-дан 289 г/кВт — сағатқа дейін, жылу беруге-189-дан 175,7 кг/Гкал-ға дейін азайды. Өз мұқтаждарына электр энергиясын өндіруге жұмсалатын электр энергиясының шығыны 6,56% — ға, жылу беруге жұмсалатын шығын-45 кВт-сағ/Гкал.

Тұтынылатын отын құрылымында 1986 жылы Екібастұз көмірінің үлес салмағы 54,4%—ды, мазутты — 1,2% - ды, табиғи газды-44,4% - ды құрады.

Станцияда ТП-170 станц типті 2 энергетикалық қазандық орнатылған. Таганрог қазандық зауытының № 1 және 2. 100 кгс/см² және 510сс параметрлеріне табиғи айналымы бар, қайта жаңартудан кейінгі өнімділігі-190 т/сағ, тік — су құбырлы, барабанды, тозақ-көмір оттықтары бар қазандар

Станц қазандық агрегаттары. № 3 және 4-типті тиісінше БКЗ - 160-100Ф және БКЗ-220-100-4 Барнаул қазандық зауытының өнімділігі сағатына 180 және 220 тонна бу, параметрлері 100 кгс / см² және 510°с.

Брянск машина жасау зауытының № 1 және 2 типті ВТ — 25-4 бу турбиналары, конденсациялық, бір реттелетін жылыту таңдауына ие, номиналды бу таңдауы 100 т/сағ.бастапқы бу параметрлері-90 кгс/см және 500 С, электр қуаты — 27,5 МВт, жылу — 64,4 Гкал/сағ.

Орал турбомоторлы зауыты дайындаған ПР-25-90/10/0,9 үлгісіндегі № 3 бу турбины өндірістік іріктеуден 100, қысымға қарсы — 95 т/сағ, будың бастапқы параметрлері — 90 кгс/см² және 500 будың максималды шығынына ие:с.Турбина қуаты 30 мың кВт, кернеуі 6300 В, сутегімен салқындатылатын ТВС-30 генераторымен жұмыс істейді. Турбинаның максималды жылу қуаты-112 Гкал/сағ.

1964 жылға қарай станцияның электр қуаты 75 МВт — қа жетті, жылу турбины-203 Гкал/сағ.

Станцияның электр және жылу қуатын арттыру мақсатында барлық бу қазандықтары мен турбиналары қайта жаңартылды және ЖЭО-ны су жылыту қазандықтарымен кеңейту жүргізілді.

Станциялардың бу қазандықтарының қуаты. № 1 және 2 турбиналар электр қуатын 25 — тен 50 МВт — қа дейін, жылу қуатын 54-тен 97,6 Гкал/сағ-қа дейін ұлғайтып, турбогенераторларды ауыстырумен № 1 (1981 ж.) және № 2 (1978 ж.) турбиналары қайта құрылды.

№ 3 Турбина 1980 жылы қайта құрылды, оның электр қуаты 25 — тен 34 МВт-қа дейін, жылу қуаты 84-тен 109,8 Гкал/сағ-қа дейін өсті (кестені қараңыз. 94).

1964 жылдан 1976 жылға дейінгі кезеңдегі ең жоғары жылу жүктемелерін жабу үшін станцияда ПТВМ-100 би, Дорогобужск және Белгород қазандық зауыттары үлгісіндегі 5 су жылыту қазандықтары орнатылды.

1 Негізгі және қосалқы жабдықтың сипаттамасы

1.1 Қазандық

БКЗ-220-100 бу қазандығы (1.1-сурет) - бұл табиғи айналымы бар, барабанды, тік су түтікті қазандық, қатты қожды кетіретін Екібастұз тас көмірін және табиғи газды жағу кезінде жоғары қысымды бу алуға арналған.

Қорғаулар мен бұғаттау қолданыстағы барлық ережелерге сәйкес жасалады.

Қазандықтың орналасуы II-тәрізді схема бойынша жасалған. От ошағы бірінші (көтеретін) газ өткізгіш. Екінші қыздырғыш (көлденең) газ өткізгіште орналасқан. Үшінші (төмен қарай) газ өткізгіште экономайзер және «кесуге» орнатылған ауа қыздырғыш бар.

Оттық. Ашық типтегі оттық, призматикалық, құбыр осьтері бойымен 6730x9340 мм өлшемдерге ие. Пештің қабырғалары 60x4, болат 20 құбырлардан, 6x20 жолағында дәнекерленген.

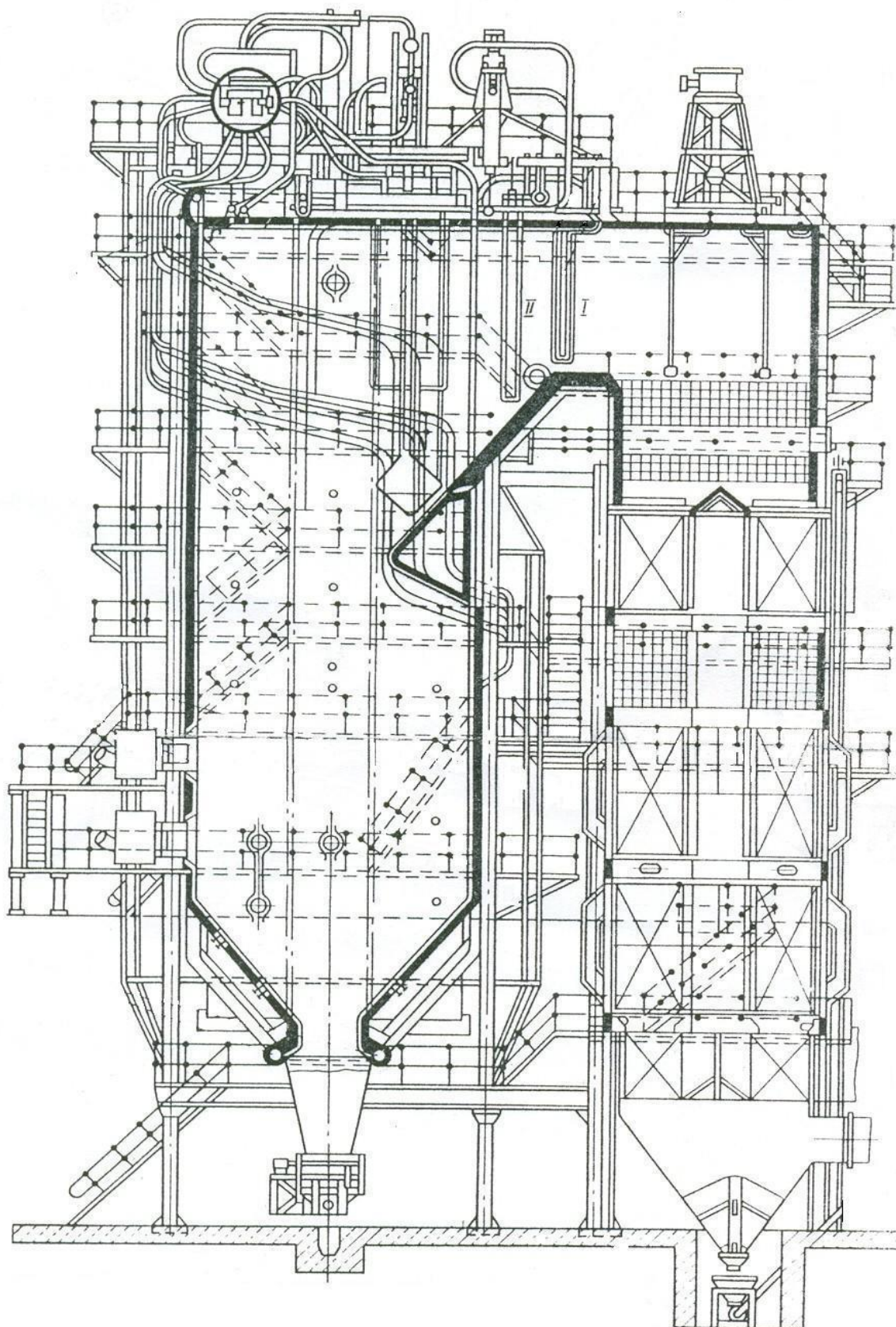
Төменгі бөліктегі алдыңғы және артқы экрандар 50 ° бұрышпен суық шұңқырлы беткейлерді құрайды. Артқы экранның оттық бөлігінің жоғарғы бөлігінде аэродинамикалық шығыңқы түзіледі, ол өрттен шығатын жердегі газ ағынының аэродинамикасын жақсартуға және қыздырғыштың (ширмань) екінші сатысының бетін жартылай көлеңкелеуге арналған.

Пештің көлденең және айналмалы газ каналдарының төбесі 6x38 жолақты дәнекерлеумен 40x4, болат 20 құбырларынан жасалған төбелік қыздырғыш панельдермен қорғалған. Төбелік панельдердегі құбырлардың қадамы 80 мм.

Көлденең түтіннің бүйір қабырғалары (аэродинамикалық шығыңқы артта) қазандықтың циркуляция жүйесіне кіретін буландырғыш панельдермен экрандалған. Панельдер 42x5, болат 20 құбырлардан, 6x38 жолақты дәнекерлеумен жасалған, панельдердегі құбыр қадамы - 80 мм.

Оттық қондырғылары. Жану процесін ұйымдастыру үшін, пеш үш бұрышты қалыпта жоғарыдан төмен қаратып, пештің бүйір қабырғаларында орналасқан алты құйынды (1.2 сурет) шаң және газ қыздырғыштарымен жабдықталған (әр қабырғаға 3 оттық). Екібастұз көміріне арналған оттықтардың өнімділігі 10 т / сағ.

Шаңды және газды оттық айналмалы осьтік айналдырғышпен перифериялық екінші реттік ауа каналын құрайтын ауа қорабынан тұрады. Ауа жәшігінде бекітілген осьтік айналдырғышы бар ауа қоспасы құбыры бар. Диаметрі 273 мм болатын орталық құбыр ауа қоспасы құбырының осі бойында орналасқан, оған форсунка мен тұтандырғыш орнатылады. D = 100 мм екі тесік арқылы ауа құбырының салқындату үшін ауа қорапшасының қуысынан ауа ағады.



1.1 сурет - БКЗ-220-100 қазандық қондырғысы

ДЖ.5В071700.КО.ТХ

Қазандықты табиғи газбен де, мазутпен де пайдалануға болады.

От жағу үшін әр шаңды және газды оттықта ФПМ -1300 типті будың механикалық мазутты саптамасы орнатылған. Барлық мұнай инжекторларының жалпы қуаты қазандықтың жылу жүктемесінің шамамен 30% -ын қамтамасыз етеді. Саптамалар алдындағы мазуттың қысымы $P=1,8$ МПа ($18 \text{ кгс} / \text{см}^2$), атомдануға арналған будың қысымы $P = 1,96$ МПа ($20 \text{ кгс} / \text{см}^2$), будың температурасы $250-280^\circ \text{C}$ құрайды. Мазутты инжекторларға жұмсауды реттеу мазут инжекторынан кейінгі екінші қолмен клапанмен жүзеге асырылады.

«Төменгі» үрлеу жүйесі. Пештің қождануын болдырмау, жалынның күйін реттеу, механикалық жанбай жылу шығынын азайту және азот оксидтерінің шығарындыларын азайту үшін ұйымдастырылған ауаның бір бөлігі пештің төменгі бөлігіне «түбінің» саптамалары арқылы жеткізілді. Шығын өлшегішпен және клапанмен «төменгі» үрлеуге арналған ыстық ауаны таңдау отынды кептіруге арналған қолданыстағы ауа желісінен жүзеге асырылады. Диаметрі 426×3 мм болатын «төменгі» үрлеуге ыстық ауа беруге арналған жеке шүмектер алдыңғы көлбеуде 4 дана, ал артында 5 дана мөлшерінде орналасқан. Саптамалар қарсы ығысу арқылы шамамен 7 метрге орнатылады. Саптамалардың бағыты көлденеңінен 10° жоғары.

Бу қыздырғыш. Қазандықтың бу қыздырғышы радиациялық-конвективті типтегі жылуды қабылдау сипатына негізделген.

Радиациялық бөлік төбенің жоғарғы қыздырғышымен ұсынылған, ол оттықтың жоғарғы бөлігін қорғайды.

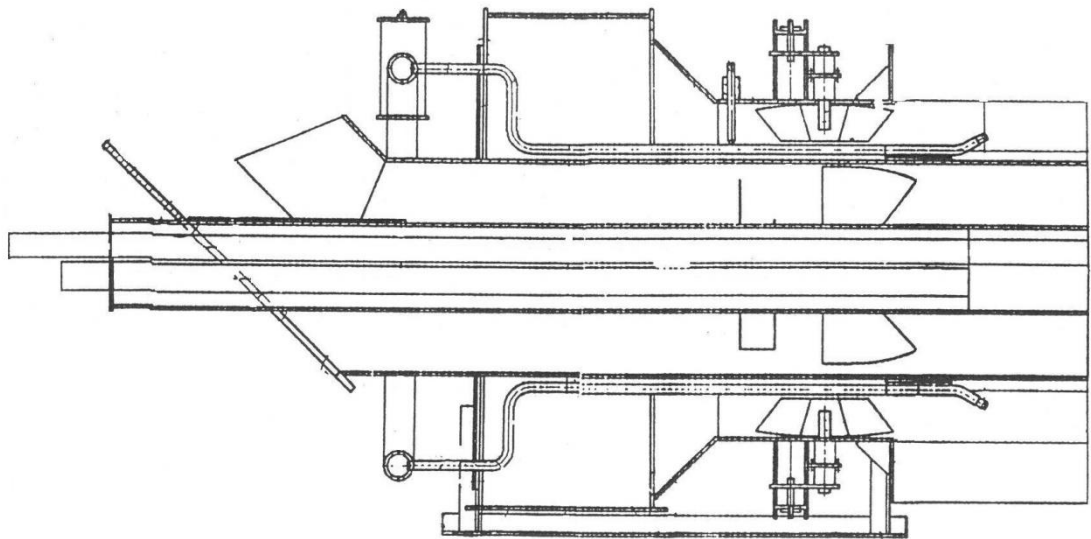
Жартылай радиациялық бөлік пештен шығатын газдардың шығуында орналасқан экрандармен ұсынылған.

Бу қыздырғыштың конвективті бөлігі I, III, IV кезеңдерден тұрады. Будың жылытқыштағы қозғалысы екі бөлек ағындарда жүреді. Әр ағынның газ өткізгіштің ені бойынша бірнеше өтпелері бар және I және II сатылардағы коллекторларында және экрандардан кейінгі коллекторларда толық араластыру бар. Мұның бәрі ағындардағы және олардың арасындағы температураны қолайлы деңгейге дейін төмендетуге мүмкіндік береді. Құйылатын конденсаттың есептік мөлшері I сатысында $8,7 \text{ т/сағ}$, II сатысында $3,8 \text{ т/сағ}$. Реттейтін жылу қабылдау мәні 17 Гкал/сағ құрайды, ол 38°C құрайды.

Будың қыздырғыш тракт бойымен қозғалуы келесідей:

Қазандық барабанынан 133×10 сегіз құбыр арқылы бу, болат 20, төбелік қыздырғыштың кіріс бөлігіне түседі. Осы коллекторлардан 116 төбелік құбырлар арқылы 38×4 , болат 20, төбеге арналған жоғары қыздырғыштың шығатын коллекторларына бу кіреді, ол жерден сегіз құбыр 133×10 , болаттың 20-дан 4-ке дейінгі коллекторлары арқылы жіберіледі. Сұйық қыздырғыштың бірінші кезеңінің 16 пакетін қарсы ағынмен 70 мм қадаммен өтіп, шығыс коллекторына енеді.

Бу қыздырғышының I сатысы 38×4 , болат 20 құбырларынан жасалған. Сұйық қыздырғыштың I сатысының шығыр коллекторларынан 133×10 сегіз құбыры арқылы бу, 12X1МФ болаты 8 орта экрандарға енеді (қыздырғыштың II сатысы).



1.2 сурет – Құйынды ұнтақталған көмір қыздырғышы

Бу салқындатқышта бу салқындатылып, қазандықтың ені бойынша сол жақ орта экрандардан шеткі оң жақ экрандарға және орта оң жақ экрандардан сол жақ экрандарға беріледі. Тікелей ағынмен 8 экрандардан өтіп, екі қабатты араластырғыш колонкаларға енеді, мұнда будың қайталама берілуі солдан оңға және керісінше жүреді. Барлық экрандар 32x4 болат 12X1МФ құбырларынан жасалған.

Араластыру үстіңгі бөліктерінен бу кіріс колонкаларына түседі. Түтіннің шеттерінде орналасқан және 38x5 құбырлардан жасалған, болат 12X1МФ қыздырғыштың III сатысы. Бу тікелей ағынмен олардың арасында және шығыс коллекторларынан аралықтары 135 мм қадамы бар III сатыдағы 28 орам арқылы өтеді, ол будың екіншілік салқындауы жүретін II сатыдағы инжекциялық десуператорларға бағытталады. Бұл жағдайда бу газ өткізгіштің ені бойынша солдан оңға және керісінше беріледі. Бу салқындатқыштан кейін бу түтіннің ортасында орналасқан қыздырғыштың IV сатысының кіріс қақпаларына түседі. Тікелей ағынмен IV деңгейдің 30 пакетін арасынан 135 мм қадаммен өтіп, 38x5 болаттан жасалған 12X1МФ құбырларынан өткізіп, бу осы сатыдағы шығыс коллекторларына енеді. Шығу үстіңгі бөліктерінен бу бу жинау камерасына түседі. Бу жинау камерасынан шыққан бу бір жақты.

Жұмыс кезінде будың температурасын бақылау, экрандардың бөлінуінде және қыздырғыштың IV сатысынан кейін сәйкесінше орналасқан I және II сатылардағы бу салқындатқыш «меншікті» конденсатты айдау арқылы жүзеге асырылады.

Шашуға арналған «өзіндік» конденсат қондырғыларында қаныққан буды салқындату арқылы алынады.

Түтін арнасының төменгі ағысы. Төменгі арнаға экономайзер және құбырлы ауа қыздырғыш орналастырылған.

Екінші (су ағысы бойымен) экономайзер сатысы газ өткізгіштің бүкіл тереңдігін алады, содан кейін төменгі газ құбыры екі симметриялы газ арнасына бөлінеді. Олардың әрқайсысы ауа жылытқышының ауа ағыны сатысында екіншісін, экономайзердің бірінші сатысында және ауа қыздырғыштың бірінші сатысында дәйекті орналасады.

Мембраналық типтегі су үнемдегіш 32x5, болаттан жасалған 20 құбырдан жасалған. Мембраналық экономайзердің жылытылатын беткі қабаты әдетте түтікшенің ауданына сәйкес келеді, бірақ сонымен бірге түтін газдарының шығыны көбейеді экономайзердің күл тозуын азайту үшін.

1.2 Қазандықтың қосалқы жабдықтары

Шаңды дайындау жүйесі. Қазандық өндірістік бункері бар екі жеке шаң дайындау жүйесімен жабдықталған.

Шикі көмір бункерлерінен ПС 700x4000 типті шикі көмір қоректендіргіштермен отын диірмендерге жіберіледі.

- өнімділік - 40 т / сағ дейін;
- электр қозғалтқышының айналу жиілігі - 1500-500 айн/мин;
- қуат - 3,35 кВт;
- кернеу - 380 В.

Отын беруді реттеу отын қабатының қалыңдығын реттегішті қолдана отырып (учаскеде), сондай-ақ электр қозғалтқышының айналу жиілігін өзгерту арқылы (диірменнің тиеу реттегішімен қашықтықтан немесе автоматты түрде) жүзеге асырылады.

Көмірді ұнтақтау және кептіру келесі конструктивті сипаттамалары бар ШБД 287/410 (Ш-12) типті екі шарлы барабан диірменінде жүзеге асырылады:

- Екібастұз көмірі үшін өнімділік - 20,2 т/сағ;
- барабанның айналым саны - 19 айн/мин;
- желдетуге ауа шығыны - 42000 м³/сағ;
- электр қозғалтқыш түрі – ДАЗОЧ -450У-8У1;
- қуат - 500 кВт;
- кернеу - 6 кВ;
- айналу жиілігі - 750 айн/мин.

Диірмендерден кейін ауа қоспасы орталықтан тепкіш шаң бөлгіштерге (сеператорға) түседі:

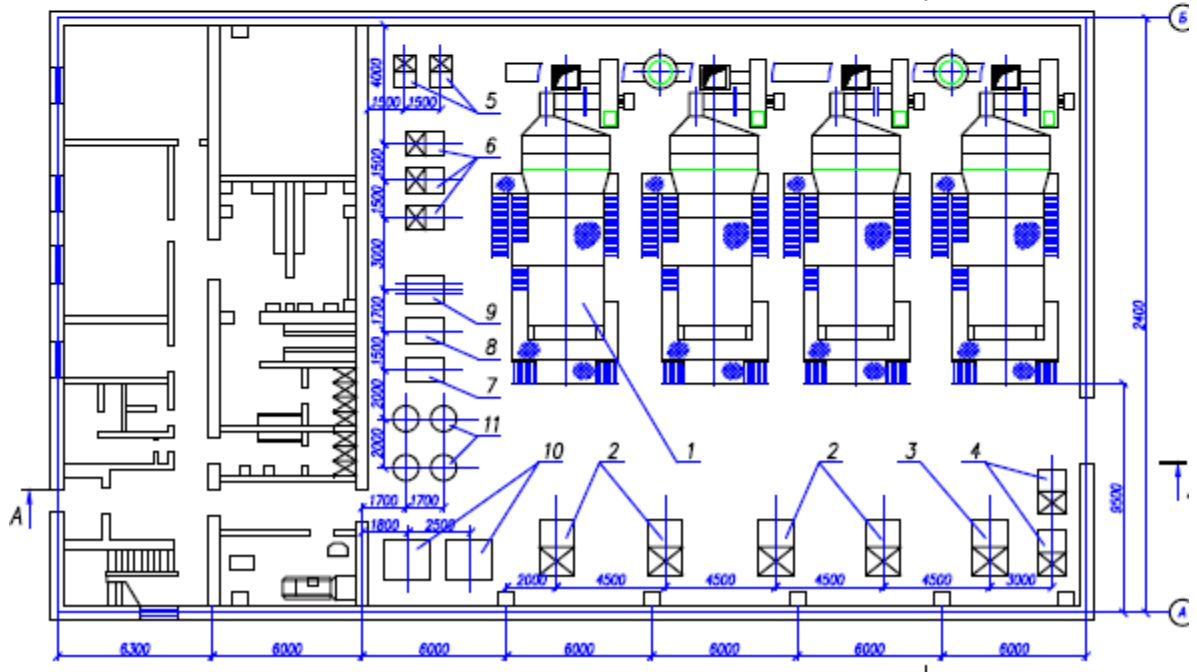
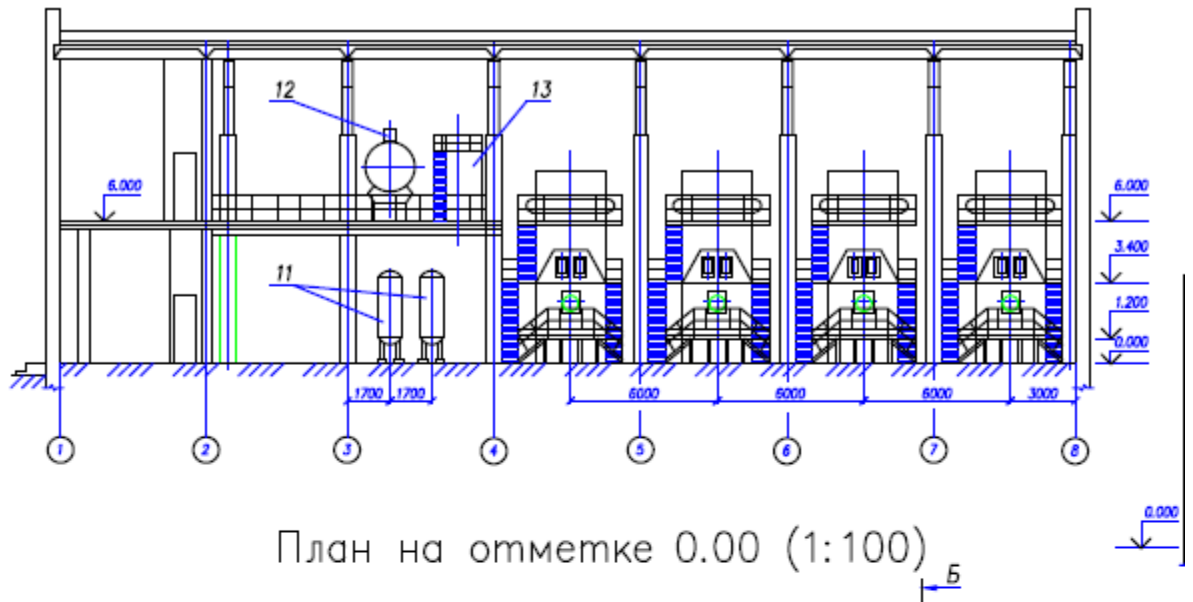
- түрі –СПЦВ 3300/1000;
- диаметрі - 3300 мм;
- кептіру желдеткіш агентінің шығыны - 11,4-20,9 м³/с;

мұнда шаңның ірі фракциялары ауа қоспасының ағынынан бөлініп, диірмендерге түпкілікті ұнтақтауға оралады.

Осыдан кейін, кептірілген агенттен шаңды одан әрі бөлу жүзеге асырылатын, қуаттылығы 51-61 мың м³ / сағ болатын ЦП 15-2360 типті 2360 мм екі циклонға енеді.

Босатылған шаң шұңқырлар арқылы шаң контейнеріне келеді.
 Бункерден шаң мөлшерленеді және келесі сипаттамаларға ие ППЛ-7 типті алты қалақша тозаңдатқыш арқылы шаң құбырларына таратылады:

- максималды өнімділік - 10 т/сағ;
- номиналды - 7 т/сағ;
- минималды өнімділік - 2,8 т/сағ;
- айналым саны - 1500-300 айн/мин.



1.3 сурет - ЖЭО орналасу схемасы

Шаң оттықтарға қолданылған кептіру агентімен жеткізіледі. Жұмсалған кептіру агентін тасымалдау үшін әрқайсысы жұмыс режимінде сипаттамасы бар ВМ-17 типті екі диірмен желдеткіштері орнатылған:

- өнімділік - $52,6 \times 10^3 \text{ м}^3/\text{сағ}$;
- жұмыс ортасының температурасы 70° С және белгіленген өнімділік - 9600 Па (960 кгс/м^2);

- айналу жиілігі - 1480 айн/мин.

Диірмен барабандарының желдетілуін арттыру үшін кептіру агентінің циркуляциялық желілері қарастырылған.

Үрлеу қондырғылары. Қазандық жұмыс режимінде келесі сипаттамаға ие ВДН-24-ПУ типті екі жылдамдықты желдеткішпен жабдықталған:

- өнімділігі - $214 \times 10^3 \text{ м}^3 / \text{сағ}$;

- жұмыс ортасының температурасы 30°C және белгіленген өнімділігі - 4400 Па ($440 \text{ кгс} / \text{м}^2$);

- айналу жиілігі - 980/750 айн / мин.

Желдеткіштің жұмысы осьтік бағыттағыш қалқандармен немесе айналу жылдамдығын өзгерту арқылы басқарылады. Үрлеу желдеткішінің суық бөлігінің корпусында білік тіректері ретінде қызмет ететін радиалды-сфералық екі мойынтіректер бар, оларда желдеткіштің дөңгелегі консольденген. Жүргізу подшипниктері осьтік және радиалды жүктемелерді сіңіре алады және маймен салқындатылады.

Суық ауаны 30°C -ден 60°C -қа дейін жылыту ыстық ауаның бір бөлігін үрлеу желдеткішінің қабылдауына дейін рециркуляциялау арқылы жүзеге асырылады.

Қазандықтан түтін газдарын шығару үшін ДН-22x2-0.62 типті екі түтін шығарғыш жұмыс режимінде келесі сипаттамалармен орнатылған:

- өнімділігі- $288 \times 10^3 \text{ м}^3 / \text{сағ}$;

- жұмыс ортасының температурасы 81°C өнімділікпен - 2940 Па ($294 \text{ кгс} / \text{м}^2$) толық бас;

- айналу жиілігі - 745 айн / мин.

Түтін шығарғыштың жұмысы қашықтықтан басқарылатын осьтік типті бағыттаушы құрылғы арқылы басқарылады.

Күл жинау. Түтін газдарын күлден тазарту үшін қазандық МВ-УО ОРГРЭС типті тік Вентури құбырлары бар төрт күл жинағышпен жабдықталған.

Үнемі күл шығаратын қондырғы

Күл тазарту қондырғысы келесі қондырғылардан тұрады:

- арматурасы мен бекітетін бөліктері бар қож бункері;

- жетегі бар бұрандалы конвейер - 2 дана.

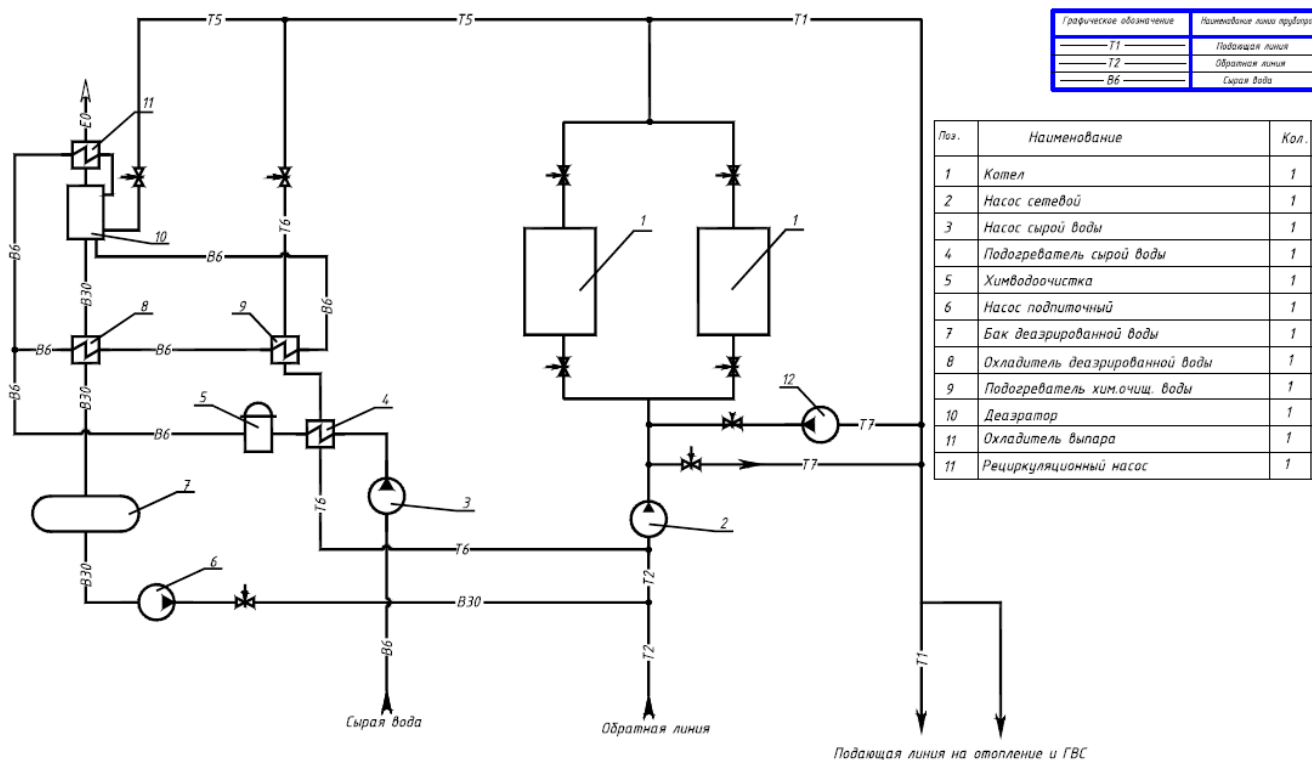
1.3 ЖЭО технологиялық схемасы

Екібастұз көмірі ЖЭО-ға темір жол арқылы арнайы ашық вагондарда жеткізіледі. Көмірі бар жартылай вагондар вагон шкаласы бойынша өлшенеді және көмір қоймасының түсіру сөресіне жеткізіледі.

Екібастұз көмірі көмір қоймасынан кран-қайта тиегішпен жеткізіледі, көмір теміржол вагондарына тиеледі және түсіру сарайына жіберіледі, сонда қабылдау бункерлеріне түседі. Түсіру сарайының немесе көмір қоймасының қабылдау бункерлерінен көмір конвейерлермен ұсатқыш корпусына түседі, содан кейін ол отын беру конвейерлері бойымен шаң жүйелерінің шикі көмір бункерлеріне бөлінеді.

Әр қазандық шар тәрізді барабан диірмені бар екі шаң жүйесімен жабдықталған, онда ұсақталған көмір ұнтақталып, алдын ала қыздырылған ыстық ауамен кептіріледі.

Дайын көмір шаңы қазандық оттықтарына диірменнің желдеткішімен жеткізіледі.



1.4 сурет- ЖЭО технологиялық схемасы

Қазандық пен шаң жүйелеріне арналған ыстық ауа келесідей түрде дайындалады: үрлеу желдеткіші қазандық бөлмесінің жоғарғы бөлігінде (жазда) немесе тікелей ауада (қыста) ауа сорғыш құрылғы арқылы ауаны сорып, оны қазандықтың конвекция бөлігінде орналасқан ауа жылытқышы, содан кейін ауа желісі арқылы ыстық ауаны шаң жүйелеріне және оттықтарға жеткізеді. Энергетикалық қазандықтарында - мазут қолданылады. Мазут станцияға теміржол вагон-цистерналарында жеткізіледі, олар шығарылғанға дейін турбиналық бумен қыздырылады. Мазутты цистерналардан циркуляциялық сорғылармен тартып, мазут қыздырғыштар арқылы қыздырғыштарға қуатты және ыстық су қазандықтарында орнатылған мазут саптамаларына айдалады.

Отын (көмір, мазут) жағылған кезде қож бен күл пайда болады. Қож пештің астына шығарылады, ал күлді түтін газдары қазандықтың газ жүретін жолына жібереді, дымқыл күл жинағыштарға Вентури құбырлары арқылы түседі, сонда оны ұстап алады, гидравликалық күлді кетіру арналарына сумен жуады, ал қож осы арналарға енеді. Күл-қож қоспасы ГЗУ каналдары арқылы суды ағызу арқылы, сорғыштың шұңқырына жеткізіледі, олар оны ЖЭО-дан солтүстік-шығыста 8,5 км қашықтықта,

Васильевка ауылының маңында орналасқан күл үйіндісіне айдайды. Күл үйіндісінде күл мен қож жиналады, ал тазартылған су ЖЭО гидро-күлді тазарту

жүйесіне тазартылған су сорғыларымен қайтарылады. Күл үйіндісіндегі үрлеу суы Васильевский буландырғыш-аккумуляторына жіберіледі

Қуат қазандығына кіретін қоректендіретін суды су үнемдегіште қазандық барабанындағы қанығу температурасына дейін қыздырады, барабанға кіреді, онда бу бу-су қоспасынан бөлінеді.

Содан кейін бу қыздырғышқа жіберіледі, ал барабаннан шыққан су, су түсіретін құбырлар арқылы қабырға түтіктерінің төменгі коллекторларына қайтарылады. Бу-су қоспасы түтін газдарымен жуылған барабанға (табиғи айналымы бар қазандар) қабырға түтіктері арқылы енеді. Өте қыздырғыштан кейін қыздырылған бу турбинаға беріледі, онда будың жылу энергиясы торлар мен ротор қаалақтарындағы турбинаның айналуының кинетикалық энергиясына айналады.

Турбина ағынының жолынан өтіп. Ст. N 3 буы қазандықтардағы жылу жүйесінің суын жылыту үшін 1,2 атм коллекторына бағытталған. Турбиналардан кейінгі будың бір бөлігі ст. N 1.2 турбина конденсаторына түседі, мұндағы циркуляциялық насостар арқылы салқындатқыш мұнарадан (техникалық айналымалы сумен жабдықтау) тасымалданатын циркуляциялық сумен салқындатылады. Турбина конденсаторынан, конденсатты конденсат сорғысы арқылы регенерация жүйесінің төмен қысымды қыздырғыштары арқылы деаэраторларға айдайды. Деаэратордан қоректендіру сорғысы арқылы жоғары қысымды қыздырғыштар арқылы қоректенетін қазандықтар үнемдеушіге су жіберіледі. Регенеративті жылытқыштардың қыздыру ортасы - бұл турбиналардың реттелмеген ортасы. (ПВД, ПНД, деаэраторлар үшін).

Тұтынушыларға бумен жылу беру РОУ-100 / 8-13 төмендету және салқындату қондырғысы жүзеге асырылады. ... Жылытуға және ыстық сумен қамтамасыз етуге арналған ыстық сумен жылу бөлу турбиналардың жылу шығаруынан және буландырғыштардың екінші буынан жасалады. Шыңдық жылу жүктемелері ыстық су қазандықтарымен жабылады.

дейін тасымалданады. Ыстық суды беру схемасы жылу желісінен ашық. Технологиялық схема жылу желісіне арналған ауыз суды дайындауды қарастырады: шикі су сорғысы- ауыз су немесе шикі су қазандығы арқылы (мұнда 45-50 ° С дейін қыздырылған) химиялық цехқа тасымалдау үшін қолданады. Химиялық цехта шикі су ішінара алдын-ала тазартылады және Na-катион алмасу сүзгілерінде толығымен жұмсартылады.

Бу мен конденсаттың сыртқы және зауыт ішіндегі шығындарын толтыру үшін технологиялық схемада И-600 буландырғышы қарастырылған. Химиялық цехтағы температурасы 40-50 ° С болатын шикі су (ішетін немесе техникалық) механикалық сүзгілерде тазартылады, Na-катионды алмасу сүзгілерінде 2 сатылы схемада жұмсартылады, турбина цехына химиялық тазартылған деаэраторға түседі. Буландырғыштың екінші буы станция циклындағы бу-су шығынын толтыру үшін 1,2 атм коллекторына бағытталған.

Турбина генераторы байланыс трансформаторы бар ГРУ-6кВ(негізгі тарату қондырғысы) блокпен қосылады - станцияның өзіндік электр қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін, ал тұтынушыларға 110 және 35 кВ бойындағы 110 кВ ашық тарату қондырғылары арқылы таратады.

2 БКЗ-220-100 қазандық қондырғысының термиялық есебі

БКЗ -220-100 бу қазандығы келесі параметрлермен жұмыс істейтін етіп қалпына келтірілді:

- номиналды бу өндірісі – 260 т/ч;
- барабандағы бу қысымы – 11,1 Мпа;
- будың номиналды қысымы - 9,8 МПа;
- будың номиналды температурасы - 540 ° С;
- судың номиналды температурасы - 230 ° С.

Қазандық келесі сипаттамалары бар Екібастұз көмірін жағуға арналған:

- бір жұмыс массадағы күл мөлшері, A^p - 36,9%;
- бір жұмыс массадағы ылғал, W^p - 6,5%;
- бір жұмыс массадағы көміртегі, C^p - 44,8%;
- бір жұмыс массадағы сутегі, H^p - 3%;
- бір жұмыс массадағы оттегі, O^p - 7,3%;
- бір жұмыс массадағы азот, N^p - 0,8%;
- бір жұмыс массадағы күкірт, S^p - 0,7%;
- жанудың ең төменгі қызуы, $Q^p_{н-}$ 16587 кДж / кг;
- ұшпа заттардың шығуы, V^r - 25%.

Отынның ылғалдылығы: $W^n=0,37$ %кг/кДж.

Отынның күлділігі: $A^n = 2,14$ %кг/кДж.

Ауаның теориялық көлемі: $V^o_v=4,55$ м³/кг.

Үш атомды газдардың теориялық көлемі: $V_{RO_2}=0,840$ м³/кг.

Азоттың теориялық көлемі: $V^o_{N_2}=3,6$ м³/кг.

Су буының теориялық көлемі: $V^o_{H_2O}=0,487$ м³/кг.

Газдың теориялық көлемі: $V^o_r=4,92$ м³/кг.

Екібастұз көмірінің күлдік сипаттамалары:

- $t_1=1300$ °С;
- $t_2=1500$ °С;
- $t_3=1500$ °С.

Осыған байланысты қатты қожды кетіру қолданылады.

Қазандық қондырғысы аралық бункер және шар барабан диірмені бар екі шаң жүйесімен жабдықталған.

Жобалық температура:

- түтін газдарының температурасы, $V_{yx} - 130$ °С;
- суық ауа температурасы, $t_{xb} - 30$ °С;
- ыстық ауа температурасы, $t_{tb} - 420$ °С.

2.1 кесте - Жылыту беттеріндегі ауаның, күлдің және газдардың энтальпиялары

V, °C	H ^o _B , кДж/к Г	H ^o _Г , кДж/к Г	H ^o _{Зл} , кДж/к Г	Топка, ширмы	КП II ст.	КПП I ст.	ВЭ II ст.	ТВП II ст.	ВЭ I ст.	ТВП I ст.
				α=1,2	α=1,2 3	α=1,2 6	α=1,28	α=1,3 1	α=1 ,33	α=1, 36
100	604,84	686,9	28,32	-	-	-	-	-	-	933, 02
200	1216,9	1392,2	59,28	-	-	-	-	-	185 3,1	1889 ,6
300	1836,8	2120,1	92,55	-	-	-	2726,9	2782	281 8,8	2873 ,93
400	2470,4	2865,5	126,2	-	-	3634	3683,5	3757, 6	380 7	-
500	3122,2	3633,1	160,55	-	-	4605,4	4667,9	4761, 6	482 4	-
600	3783,1	4421,2	196,31	-	548 8	5601,5	5677,2	5790, 6	-	-
700	4462,2	5228,8	232	-	648 7,2	6621	6710,3	-	-	-
800	5145,9	6049,9	268,87	-	750 2,3	7656,7	-	-	-	-
900	5847,8	6890,2	306,73	8366,5	854 1,9	-	-	-	-	-
1000	6554,3	7742,7	344,94	9398,5	959 5,2	-	-	-	-	-
1100	7269,9	8599	384,55	10437,5	-	-	-	-	-	-
1200	7994,6	9473,1	422,76	11494,8	-	-	-	-	-	-
1300	8723,9	10328	477,1	12550,7	-	-	-	-	-	-
1400	9462,3	11216	554,92	13664	-	-	-	-	-	-
1500	10205	12112	616,62	14769,7	-	-	-	-	-	-
1600	10953	13014	657,63	15862,4	-	-	-	-	-	-
1700	11700	13926	723,54	16990	-	-	-	-	-	-
1800	12452	14841	766,3	18098,1	-	-	-	-	-	-

2.1 кестенің жалғасы

190 0	13213	157 57	836, 78	19237,1	-	-	-	-	-	-
200 0	13974	166 80	880, 58	20355,3	-	-	-	-	-	-
210 0	14740	176 08	-	-	-	-	-	-	-	-
220 0	15506	185 36	-	-	-	-	-	-	-	-
230 0	16276	194 70	-	-	-	-	-	-	-	-
240 0	17046	204 06	-	-	-	-	-	-	-	-

Қазандық қондырғысын есептеу әдістеме бойынша жүзеге асырылады, ал нәтиже төмендегі кестелерде келтірілген

2.2 кесте- Жану өнімдерінің көлемі, газдардың көлемдік үлесі и күл бөлшектерінің концентрациясы

Шамасы және есептеу формуласы	және						
	Пеш ширма	КПП II сағысы	КПП I сағысы	ВЭ II сағысы	ТВП II сағысы	ВЭ I сағысы	ТВП I сағысы
1	2	3	4	5	6	7	8
Қыздыру бетінің артындағы артық ауа коэффициенті, $\alpha^{\text{II}} = \alpha_{\text{T}} + \sum \Delta \alpha_i$	1,2	1,23	1,26	1,28	1,31	1,33	1,36
Қыздыру бетіндегі артық ауаның орташа коэффициенті, α_{cp}	1,2	1,215	1,245	1,27	1,295	1,32	1,345
Су буының көлемі, $\text{м}^3/\text{кг}$, $V_{\text{H}_2\text{O}} + V^0_{\text{H}_2\text{O}} + 0,0161 \cdot (\alpha_{\text{cp}} - 1) \cdot V^0_{\text{B}}$	0,501	0,502	0,505	0,506	0,508	0,510	0,512

2.2 кестенің жалғасы

Газдардың толық көлемі, м ³ /кг, $V_r = V_r^0 + 1,0161 \cdot (\alpha_{cp} - 1) \cdot V_B^0$	5,84	5,91	6,05	6,16	6,27	6,39	6,50
Үш атомды газдардың көлемдік үлесі, $\gamma_{RO_2} = V_{RO_2} / V_r$	0,14 3	0,142	0,139	0,136	0,133	0,131	0,129
Су буының көлемдік үлесі, $\gamma_{H_2O} = V_{H_2O} / V_r$	0,08 3	0,082	0,08	0,079	0,077	0,076	0,074
Үш атомды газдар мен су буларының үлесі, $\gamma_{H_2O} = \gamma_{RO_2} + \gamma_{H_2O}$	0,22 7	0,224	0,219	0,215	0,211	0,207	0,204
Күл бөлшектерінің өлшемсіз концентрациясы, кг/кг, $\mu_{эл} = A^P \cdot \alpha_{уп} / 100 \cdot V_r$	0,04 5	0,044	0,043	0,042 7	0,042	0,041	0,0405

2.3 кесте - Қазандық агрегатының пәк есептеу

Атауы	Белгісі, өлшем бірлігі	Формуласы	Есептеу
1	2	3	4
ПӘК	$\eta_{пг}, \%$	$100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$	$100(5,6+0+11+0,48+0,06) = 93,35$
Химиялық күйіктен болатын шығындар	$Q_3, \%$	/1, с.36, кесте 4.6/	0
Механикалық күйіктен болатын шығындар	$Q_4, \%$	/1, с.36, кесте 4.6/	1
Сыртқы салқындату шығындары	$Q_5, \%$	/2, с.21, сурет 5.1/	0,48
Шлактардың физикалық жылуымен болған шығындар	$Q_6, \%$	$\frac{d_{ул} \cdot (C_t)_{ул}^* \cdot A^0}{Q_p^P}$	$\frac{0,05 \cdot 560 \cdot 36,9}{16613} + 0,06$

2.3 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Қож температурасы	$T_{ш}^*$, °С	$T_3 + 100$	600
Оттықтағы қожды ұстау үлесі	$D_{шл}$, %	$1 - d_{ун}$	$1 - 0,95 = 0,05$
Алып кету үлесі	$D_{ун}$, %	/1, с.36, кесте 4.7/	0,95
Отынның қолдағы жылуы	$Q_{р,кДж/кг}$	$Q_{рн} + Q_{тл}$	$16587 + 25,84 = 16613$
Физикалық жылу	$Q_{тл,кДж/кг}$	$C_{тл} \cdot t_{тл}$	$1,292 \cdot 20 = 25,84$
Отын температурасы	$T_{тл}$, °С	/1, с. 26/	20
Отынның жылу сыйымдылығы	$C_{тл,кДж/(кгК)}$	$0,042 \cdot W_o^p + C_{тл}^c \cdot (1 - 0,01 \cdot W_o^p)$	$0,042 \cdot 6,5 + 1,09(1 - 0,01 \cdot 6,5) = 1,292$
Құрғақ отынның жылу сыйымдылығы	$C_{тл}^c$, кДж/(кгК)	/1, с.26/	1,09
Ауаның теориялық көлемінің энтальпиясы	$H_{от}^o$, кДж/кг	/Кесте 2.2 есептеу/ $t_{воз} = 30^\circ\text{C}$	181,45
Шығатын газдардың энтальпиясы	H_{yx} , кДж/кг	/Кесте 2.2 есептеу/ $t_{yx} = 130^\circ\text{C}$	1220
Артықау коэффициенті	α_{yx}	/Кестеден 2.1 есептеу/	1,36
Шығатын газдармен жылудың жоғалуы	Q_2 , кДж/кг	$\frac{(H_{yx} - \alpha_{yx} \cdot H_{от}^o) \cdot (100 \cdot Q_4)}{Q_p^p}$	$\frac{(1220 - 1,36 \cdot 179,72) \cdot 100}{16613} = 5,6$

2.4-кесте-Отын шығынын анықтау

Атауы	Белгісі, өлшем бірлігі	Формуласы	Есептеу
1	2	3	4
Қыздырылған будың энтальпиясы	$I_{пп}$, кДж/кг	/3, $t_{пп}$ и $P_{пп}$ /	3476,36
Қоректік су энтальпиясы	$I_{пв}$, кДж/кг	/3, $t_{пв}$ и $P_{пв}$ /	1039

2.4 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Отын шығыны	B , кг/с	$\frac{D_{nc} \cdot (i_{nl} - i_{ng})}{Q_P^P \cdot \eta_{nc}}$	$\frac{72,22 \cdot (3476 - 1039)}{16613 \cdot 0,933}$ = 11,35
Отынның есептік шығыны	B_p , кг/с	$B \cdot (1 - 0,01 \cdot Q_4)$	$11,35 \cdot (1 - 0,01 \cdot 1) = 11,22$

2.5 кесте - Жану камерасының жылу сипаттамалар

1	2	3	4
Пештегі пайдалы таңдау	Q_T , кДж/кг	$\frac{Q_P^P \cdot 100 - q_5 - q_4}{100} + Q_B$	$\frac{16613 \cdot 100 - 0,06}{100}$ +3017,2 =19614
Ауа жылуы	Q_B , кДж/кг	$(\alpha_T - \Delta\alpha_T - \Delta\alpha_{шл}) \cdot H_{ГВ}^0 + \Delta\alpha_{шл}) \cdot H_{XB}^0$	$(1,2 - 0,05 - 0,1) \cdot 2600 + (0,05 + 0,1) \cdot 181,45$ =3017,2
Оттыққа ауа сору	$\Delta\alpha_T$	1, с.19, кесте 1.8/	0,05
Шаңсорғышқа ауа сору	$\Delta\alpha_{па}$	/1, с.18 /	0,1
Ыстық энтальпиясы ауа	$H_{ГВ}^0$, кДж/кг	1, параграф 6/	2600
Суық энтальпиясы ауа	H_{XB}^0 , кДж/кг	/1, с. 15 / t_{XB}	181,45
Адиабатты жану температурасы	$V_{ст}$, °C	/1, с. 15 /	1992
Пештен шыққан кездегі температура	V_T^II , °C	/1, с.28, кесте.4.7/	1250
Газ энтальпиясы	H_T^II , кДж/кг	/Кесте 2.2 есептеу/	12022
Оттықтағы меншікті жылу қабылдау	$Q_{пт}$, кДж/кг	$\varphi \cdot (Q - H_T^II)$	$0,99(19614 - 12022) = 8169,2$
Жылуды сақтау коэффициенті	φ	$1 - \frac{q_5}{\eta_{np} + q_5}$	$1 - \frac{0,48}{93,3 + 0,48}$ =0,99

2.6 кесте - Жану камерасында, қыздыру беттегі жылу алмасуды есептеу

Атауы	Белгісі, өлшем бірлігі	Формула	Есептеу
1	2	3	4
Құбырлардың диаметрі мен қалыңдығы	$D \times б, мм$	Құрылымдық деректер	60 x 4
Құбыр қадам	$S, мм$	Құрылымдық деректер	4,7
Жалпы беті	$\bar{h}_{ст}, м^2$	Құрылымдық деректер	748
Жану камерасының көлемі	$V_T, м^3$	Құрылымдық деректер	1087
Абсолютті адиабатты жану температурасы	$T_a, К$	$V + 273$	1992 +273= 2265
Абсолютті температура оттықтан шығатын газдар	$T_T'', К$	$V_T'' + 273$	1250 +273= 1523
Экранның жылу тиімділігі коэффициенті	ψ	$\xi \cdot X \quad /1, с.40 /$	$0,4 \cdot 0,9 = 0,36$
Экран беттерінің ластану коэффициенті	ξ	$/1, с.41, кесте 4.8/$	0,4
Пеш экрандарының бұрыштық коэффициенті	X	$/1, с.41/$	0,9
Оттықтың биіктігі бойынша алаудың жағдайын ескеретін коэффициент	H	$0,56 - 0,5 \cdot X_T$	0,56 - $0,5 \cdot 0,39 = 0,36$
Ең жоғары температура аймағы салыстырмалы биіктігін	X_T	$H_{гор} / h_T$	0,39
От камерасының жағу қаралау дәрежесі	ε_T	$/2, с.35, сурет 1.13/$	0,9

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
RO2 көлемдік үлесі	T_{RO_2}	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,143
Оттықтағы газдардың орташа температурасы	$V^T, ^\circ C$	$\frac{V_0'' + V_T}{2}$	$\frac{1992 + 1250}{2} = 1621$
Сәулелі қабаттың тиімді қалыңдығы	$S, м$	Мәліметтен	5,23
Ұшатын күл бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_{эл}$	/1, с.140/	60
Кокс бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	K_k	/1, с.43/	0,5
Күл бөлшектерінің концентрациясы	$M_{эл}$	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,045
Оттықты экрандау дәрежесі	χ	/2, с.67/	0.97
Пештің бетін сәулемен қабылдау	$F_n, м^2$	$F_{ст} \cdot \chi$	$748 \cdot 0,97 = 725,5$
Пештегі температураны тексеру	$V_T'', ^\circ C$	/1, с.45, сурет 4.4/	1250
Жану камерасының жылу кернеуі	$Q_{V,T}^T, кВт/м^2$	$\frac{B_p \cdot Q_H^P}{V_T}$	$\frac{11,42 \cdot 16613}{1087} = 174,5$
Жану камерасының көлемі	$V_T, м^3$	Мәліметтен	1087
От экрандарының орташа сәулелік кернеуі	$Q_{л}, кВт/м^2$	$\frac{B_p \cdot Q_{ТЛ}}{F_x}$	$\frac{11,42 \cdot 8169}{725,5} = 128,5$

Ширмалық бу қыздырғышы:

Ширма құбырларының диаметрі-40x4

Ширмалар саны-16

Ширмалардағы катушкалар саны-36

Жылыту беті-330

Ширмалар арасындағы орташа қадам-700

Бойлық қадам-44

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Салыстырмалы көлденең қадам	$\sigma_1, \text{ мм}$	S_1/d	17,5
Салыстырмалы бойлық қадам	$\sigma_2, \text{ мм}$	S_2/d	1,1
Параллель қосылған құбырлар саны	n, шт.	Мәліметтен	9
Кіру терезесінің бет	$F_{\text{вх}}, \text{ м}^2$	Мәліметтен	89
Ширмалардың сәуле қабылдайтын беті	$F_{\text{лш}}, \text{ м}^2$	Мәліметтен	89
Сәулелі қабаттың тиімді қалыңдығы	$S, \text{ м}^3$	$\frac{1,8}{1/A + 1/B + 1/C}$	0,838
Экранның кіреберісіндегі газдардың температурасы	$V_u^I, \text{ }^\circ\text{C}$	$V_{\text{ш}} = V_T^{\text{II}}$	1250
Осы газдардың энтальпиясы	$H_{\text{ш}}, \text{ кДж/кг}$	$H_{\text{ш}}^I = H_T^{\text{II}}$	12022
Экранның кіру терезесінің ауданын қабылдау	$Q_{\text{п.вх.}}, \text{ кДж/кг}$	$\frac{\beta \cdot \eta_\beta \cdot q_l \cdot F_{\text{вх}}}{B_p}$	$\frac{0,88 \cdot 0,8 \cdot 181 \cdot}{8911,42} = 993$
Температура коэфф	A	/1,с.36/	1250
Пеш пен экрандар арасындағы өзара жылу алмасуды Коэффициент	β	/2, сурет 6,4/	0,88
Әркелкілік коэффиц	η_β	/1,с.47, кесте 4.10/	0,8
От жағу экрандарын ыңортасәулелік кернеуі	$Q_{\text{л}}, \text{ кВт/м}^2$	есептеу от жағу	181
Түзету коэффициенті	$\xi_{\text{п}}$	/1,с.55/	0,5
Ширмалардың артындағы газдардың температурасы	$V_{\text{ш}}^{\text{II}}, \text{ }^\circ\text{C}$	/1,с.38, кесте 4.7/	1160
Ширмалардағы газдардың орт. Темп.	$V_{\text{ш}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\frac{V_u^{\text{II}} + V_u}{2}$	$\frac{1250 + 1160}{2} = 1205$
Оптикалық қалыңдығы	KPS	KPS	$3.38 \cdot 0,1 \cdot 0,838 = 0,283$

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Газ ортасы сәулелерінің әлсіреу коэффициенті	$K, 1/(\text{МПа})$	$K_r \cdot \eta_n + K_{зл} \cdot \mu$	$4,8 \cdot 0,143 + 60 \cdot 0,044 = 3.38$
Таза газ ортасы сәулелерінің әлсіреу коэффициенті	K_r	/1,с.138, сурет 6.12/	4,8
Ұшатын күл бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_{зл}$	/1,с.140, сурет 6.13/	60
Үш атомды газдардың көлемдік үлесі	$R_{го2}$	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,143
Газ ортасының сәулелену коэффициенті	$\varepsilon_{ш}$	/1,с.44, сурет 4.3/	0,24
Кірісшығысбұрыштық коэффициент	$\varphi_{ш}$	/1,с.140, сурет 4.3/	0.199
Ширмалар артындағы сәулені қабылдайтын бет	$F_{лввых}, \text{м}^2$	$h_{гх} \cdot a$	$6.7 \cdot 9.34 = 62.6$
Газдардың абсолютті орташа темп.	$T_{ш}, \text{К}$	$V_{ш} + 273$	$1205 + 273 = 1478$
Жылулық, сәулелену оттықтан ширма бетіне үшін қалқа	$Q_{лввых}, \text{кДж/кг}$	$\frac{Q_{лвх} \cdot (1 - \varepsilon_{ш}) \cdot \varphi_{ш}}{\beta} + \frac{5,7 \cdot 10^{11} \cdot F_{нвш} \cdot T_{ш}^4 \cdot \xi_n}{B_p}$	$\frac{993 \cdot (1 - 0.24) \cdot 0.199}{0.88} + \frac{5.7 \cdot 10^{11} \cdot 62,6 \cdot 1478^4 \cdot 0.5}{11,42} = 150$
Ширма сәулемен жылу қабылдау	$Q_{лш}, \text{кДж/кг}$	$Q_{лвх} - Q_{лввых}$	$993 - 150 = 843$
Ширма газдардың энтальпиясы	$H_{ш}^{\text{II}}, \text{кДж/кг}$	/Кесте 2.2 есептеу/	11071
Ширма бойынша жылу қабылдау	$Q_{бш}, \text{кДж/кг}$	$\varphi \cdot (H_{ш}^{\text{I}} - H_{ш}^{\text{II}})$	$0,99 \cdot (12022 - 11077) = 941$
Ширмакіре.энтал.өсу	$\Delta h_{ш}, \text{кДж/кг}$	$\frac{(Q_{бш} + Q_{лш}) B_p}{D_{ПЕ}}$	$\frac{(941 + 843) \cdot 11,42}{72,22} = 282$
Ширмакіреберісіндегі энтальпия жұбы	$h_{ш}^{\text{I}}, \text{кДж/кг}$	/3, кесте 3/ $t_{ш}^{\text{I}}$ и $P_{ш}^{\text{I}}$	2701.4

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Ширма кіреберісіндегі бу температурасы	$t_{ш}^I, ^\circ\text{C}$	/3, кесте 3/ $t_{ш}^I$ и $P_{ш}^I$	320
Ширма шыққан энтальпия буы	$h_{ш}^II, \text{кДж/кг}$	$h_{ш}^I + \Delta h_{ш}$	$2701,4 + 282 = 2983$
Ширма шыққан будың температурасы	$t_{ш}^II, ^\circ\text{C}$	/3, кесте 3/ $h_{ш}^II$	375
Ширма будың орташа температурасы	$t_{ш}, ^\circ\text{C}$	$\frac{t_{ш}^I - t_{ш}^{III}}{2}$	$\frac{320 + 375}{2} = 347$
Ширма орта шекараларындағы температураның үлкен айырмашылығы	$\Delta t_{\delta}, ^\circ\text{C}$	$V^I - t^II$	$1250 - 320 = 930$
Ширма бет ластану коэффициенті	ε	/1,с.143, граф и 6.15/	0,006
Ширмадағы орта шекараларындағы температураның аз айырмашылығы	$\Delta t_m, ^\circ\text{C}$	$V^II - t^I$	$1160 - 375 = 785$
Ширмадағы температура қысымы	$\Delta t_{ш}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t < 1,7 = \frac{\Delta t_{\delta} + \Delta t_m}{2}$	$\frac{930 + 785}{2} = 857$
Ширмадағы газдардың жылдамдығы	$W_{ш}, \text{м/с}$	$\frac{B_p \cdot V_r^0 \cdot (V_{ш} \cdot 273)}{273 \cdot F_{зш}}$	$\frac{11,22 \cdot 4,95 \cdot (1205 + 273)}{273 \cdot 68,73} = 7,8$
Газдардың өтуіне арнаған тірі бөлім	$F_{гш}, \text{м}^2$	$a \cdot h_{ш} - z_1 \cdot h_{ш} \cdot d$	$9,34 \cdot 7,9 - 16 \cdot 7,9 \cdot 0,04 = 68,73$
Газдардан ширмаға конвекция арқылы жылу беру коэффициенті	$\alpha_k, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$C_s \cdot C_z \cdot C_{\phi} \cdot \alpha_n$	33,74
Сәуленің орналасуына түзету	C_s	/1,с.122-123/	0,91
Құбырлардың көлденең қатарларының санына түзету	C_z	/1,с.122/	0,9
Түзету	C_{ϕ}	/1,с.122/	0,98

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Газдардан ширмаға жылу берудің қалыпты коэффициенті	$\alpha_n, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	/1,с.122/	40
Ластанудың сыртқы бетінің температурасы	$t_3, \text{°C}$	$t + (\varepsilon_{III} + \frac{1}{\alpha_2}) \cdot B_p \cdot \frac{(Q_{mu} + Q_{nu}) \cdot 10^3}{2800}$	$\frac{347 + (0,006 + \frac{1}{2800}) \cdot 11,42 \cdot (941 + 843) \cdot 10^3}{330} = 738$
Сәулемен жылу беру коэффициенті	α_l	$\alpha_n \cdot \varepsilon$	$350 \cdot 0,24 = 76$
Экран беттерін пайдалану коэффициенті	ξ	/1,с.146, сурет 6.17/	0,9
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	$\alpha_1, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$(\alpha_k \cdot \frac{\pi \cdot d}{2 \cdot S_2 \cdot X_{uu}} + \alpha_l) \cdot \xi$	$(33,74 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,04}{2 \cdot 0,044 \cdot 0,96} + 76) \cdot 0,9 = 70$
Қабырғадан буға жылу беру коэффициенті	$\alpha_2, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	/1,с.139, сурет 12.6/	2800
Экрандар үшін жылу беру коэффициенті	R_{III}	$\frac{\alpha_1}{1 + (1 + \frac{Q_{mu}}{Q_{ou}}) \cdot (\varepsilon + \frac{1}{\alpha_2}) \cdot \alpha_1}$	$\frac{70}{1 + (1 + \frac{843}{941}) \cdot (0,006 + \frac{1}{2800}) \cdot 70} = 38$
Будың кинематикалық тұтқырлығы	$\nu, \text{м}^2/\text{с}$	/1,с.127, кесте 6.2/	0,563
Будың жылу өткізгіштігі	$\lambda, \text{Вт}/(\text{мК})$	/1,с.127, кесте 6.2/	$6,75 \cdot 10^{-2}$
Прандтл Критерийі	Pr	/1,с.127, кесте 6.2/	1,32
Экрандардағы бу жылдамдығы	$W_p, \text{м}/\text{с}$	$\frac{D_{ne} \cdot V_{nu}}{f_{nu}}$	$\frac{72,22 \cdot 0,0199}{0,463} = 3,1$
Экрандардағы будың орташа үлес көлемі	$V_{III}, \text{м}^3/\text{кг}$	/3, кесте 3/	0,0199
Теңдеу бойынша ширмаларды жылу қабылдау жылу беру	$Q_{TIII}, \text{кДж}/\text{кг}$	$\frac{R_{III} \cdot F_u \cdot \Delta t_u}{B_p}$	$\frac{38 \cdot 330 \cdot 857}{11,22} = 957$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	$\Delta Q, \%$	$\left \frac{Q_{BIII} - Q_{TIII}}{Q_{BIII}} \right \cdot 100\%$	$\left \frac{941 - 957}{941} \right \cdot 100 = 1,7 < 5$

2.6 кестенің жалғасы

Фестон:

Газ жүрісі бойынша құбырлар саны	z_1 , шт	Мәліметтен	2
Құбырлардың көлденең қадамы	S_1 , мм	Мәліметтен	60
Құбырлардың бойлық қадамы	S_2 , мм	Мәліметтен	30
Құбырлардың сырқы диаметрі	$d \times б$, мм	Мәліметтен	114 x 6
Фестонның жылу алмасу беті	F_{Φ} , м ²	Мәліметтен	71,63
Сәулемен қабылдайтын қыздыру беті	$F_{л\Phi}$, м ²	Мәліметтен	58,37
Газдардың өтуіне арналған тірі бөлім	$F_{г\Phi}$, м ²	Мәліметтен	46,97
Сәулелі қабаттың тиімді қалыңдығы	S , м	есептеу топки	5,23
Фестонға кіретін газдардың температурасы	V^I_{Φ} , °C	$V^I_{\Phi} = V^II_{ш}$	1160
Фестонға кіретін газдардың энтальпиясы	H^I_{Φ} , кДж/кг	/Кесте есептеу/ 2.2	11071
Фестоннан шығатын газдардың температурасы	V^II_{Φ} , °C	Қолданамыз	1140
Фестоннан шығатын газдардың энтальпиясы	H^II_{Φ} , кДж/кг	/Кесте есептеу/ 2.2	10860,5
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_{б\Phi}$, кДж/кг	$\varphi \cdot (H^I - H^II)$	$0,99 \cdot (11071 - 10860) = 213$
Газдардың орташа температурасы	V_{Φ} , °C	$\frac{V^I_{\Phi} + V^II_{\Phi}}{2}$	$\frac{1160 + 1140}{2} = 1150$
Түтін газының жылдамдығы	$W_{г\Phi}$, м/с	$\frac{B_p \cdot V_g^0 (V_{\Phi} + 273)}{273 \cdot F_{\Phi}}$	$\frac{11,42 \cdot 4,95 \cdot (1150 + 273)}{273 \cdot 46,97} = 6,23$
Сәулемен жылу қабылдау	$Q_{л}$, кДж/кг	$\frac{Q_{львхш} \cdot F_{л}}{F_{львхш}} \cdot (1 - \varphi_{ш})$	873,3

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Конвекциямен жылу беру коэффициенті	α_k , Вт/(м ² К)	$\alpha_n \cdot C_s \cdot C_z \cdot C_\phi$	43 · 0,94 · 0,91 · 0,60=24,27
Су буының көлемдік үлесі	R _{H2O}	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,083
Сәуленің орналасуына түзету	C _s	$(1 + (2\delta_1 - 3)(1 - \frac{\delta_2}{2})^3)^{-2}$	$(1 + (2 \cdot 5,2 - 3)(1 - \frac{2,63}{2})^3)^{-2} = 0,60$
Құбырдың салыстырмалы көлденең қадамы	b ₁	Мәліметтен	5,2
Құбырдың салыстырмалы бойлық қадамы	b ₂	Мәліметтен	2,63
Құбырдың көлденең қатарының санына түзету	C _z	0,91 + 0,0125 · (z ₂ - 2)	0,91 + 0,0125(2-2)=0,91
Түзету	C _φ	/1, с.123/	0,94
Конвекция арқылы жылу берудің нормативтік коэффициенті	α_n , Вт/(м ² К)	/1, с.122, сурет 6.4/	43
Фестонның ластанған қабырғасының темп.	t ₃ , °C	t _{нп} + Δt Δt=80 °C	320+80=460
Сәулеленумен жылу берудің норм. Коэфф.	$\alpha_{нл}$, Вт/(м ² К)	/1, с.141, сурет 6.14/	260
Сәулемен жылу беру коэффициенті	α_l , Вт/(м ² К)	$\alpha_{нл} \cdot \epsilon_\phi$ $\epsilon_\phi = \epsilon_T = 0,24$	260 · 0,24=62
Фестонды жылу беру теңдеуі бойынша жылу қабылдау	Q _{тф}	$\frac{(\alpha_k + \alpha_l) F_\phi (V_\phi - t_3)}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{(24,27 + 62) \cdot 41,2 \cdot (1150 - 460)}{10^3 \cdot 11,42} = 214$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	ΔQ, %	$\frac{ Q_{БФ} - Q_{ТФ} }{Q_{БФ}} \cdot 100\%$	$\frac{ 213 - 214 }{213} \cdot 100 = 0,46 < 5$

КПП 2 сатысы

Құбыр диаметрі	d, м	Мәліметтен	0,04
Құбырлардың көлденең қадамы	S ₁ , м	Мәліметтен	0,12

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Құбырлардың бойлық қадамы	$S_2, \text{ м}$	Мәліметтен	0,1
Салыстырмалы көлденең қадам	b_1	$S1/d$	3
Салыстырмалы бойық қадам	b_2	$S2/d$	2,5
Қатардағы құбырлар саны	Z_1	Мәліметтен	101
Газдардың жүрісі бойынша қатарлар саны	Z_2	Мәліметтен	3
Бу қозғалыстарының саны	Z_x	Мәліметтен	8
Жылыту беті	$F_{\text{пп}2}, \text{ м}^2$	$Z_x \cdot \pi \cdot d \cdot h_{\text{пп}2} \cdot Z_1 \cdot Z_2$	$8 \cdot 3,14 \cdot 0,44 \cdot 5,5 \cdot 101 \cdot 3 = 1385$
Бу қыздыр биіктігі	$h_{\text{пп}2}, \text{ м}$	Мәліметтен	4,55
Сәулемен қабылданатын бет	$F_L, \text{ м}^2$	$a \cdot h_r$	$26,43 \cdot 6,5 = 171,1$
Газ құбырының биіктігі	$h_r, \text{ м}$	Мәліметтен	5.26
Кіретін газдардың температурасы	$V_{\text{пп}2}^I, \text{ }^\circ\text{C}$	$V_{\text{пп}2}^I = V_{\text{ф}}^I$	1140
Кіріс газ энтальпиясы	$H_{\text{пп}2}^I, \text{ кДж/кг}$	$H_{\text{пп}2}^I = H_{\text{ф}}^I$	10860
Шығатын газдардың температурасы	$V_{\text{пп}2}^{II}, \text{ }^\circ$	Қолданамыз	930
Шығу газдардың энтальпиясы	$H_{\text{пп}2}^{II}, \text{ кДж/кг}$	/Кесте 2.2 есептеу/	8857
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_{\text{БПП}2}, \text{ кДж/кг}$	$\varphi(H_{\text{пп}2}^I - H_{\text{пп}2}^{II} + \Delta\alpha \cdot H_{\text{пр}})$	$0,99(10860 - 8857 + 0,03 \cdot 181,4) = 1988$
Суық ауаны сору	$\Delta\alpha$	/Кесте есептеу/ 2.1	0,03
Сорылатын ауа энтал	$H_{\text{пр}}, \text{ кДж/кг}$	/Кесте есептеу/ 2.2	181,4
Сәулемен жылу қабылдау	$Q_{\text{ЛПП}2}, \text{ кДж/кг}$	$\frac{Q_{\text{ЛШ.ВЫХ}} \cdot F_L}{F_{\text{ЛШ.ВЫХ}}} (1 - X_\phi)$	$\frac{150 \cdot 49,12}{62,6} (1 - 0,85) = 53,7$
Бу қабылдаған жылу	$\Delta h_{\text{пп}2}, \text{ кДж/кг}$	$\frac{B_p \cdot (Q_{\text{БПП}2} + Q_{\text{ЛПП}2})}{D_{\text{ПЕ}}}$	$\frac{11,42 \cdot (1988,3 + 53,7)}{72,22} = 322,8$

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Бу салқындатқышқа будың энтальпиясын төмендету	Δh кДж/кг	, /1,с.71/	70
Шығу кезіндегі бу температурасы	$t_{\text{III}2}^{\text{II}}$, °C	$t_{\text{III}2}^{\text{II}}=t_{\text{пе}}$	540
Шығу кезіндегі энтальпия буы	$h_{\text{III}2}^{\text{II}}$, кДж/кг	/3,кесте 3/	3476,43
Кіре берістегі энтальпия буы	$h_{\text{III}2}^{\text{I}}$, кДж/кг	$h_{\text{III}2}^{\text{II}}-\Delta h_{\text{III}2}+\Delta h$	3476,43- 322,8+70=3223,63
Кіретін будың температурасы	$t_{\text{III}2}^{\text{I}}$, °C	/3, кесте 3/	443
Будың орташа температурасы	$t_{\text{III}2}$, °C	$\frac{t_{\text{III}2}^{\text{I}} + t_{\text{III}2}^{\text{II}}}{2}$	$\frac{540 + 443}{2} = 491$
Будың үлес көлемі	V , м/кг	/3, кесте 3/	0,0354
Бу жылдамдығы	$W_{\text{п}}$, м ³ /кг	$\frac{D_{\text{пе}} \cdot V}{f_n}$	$\frac{72,22 \cdot 0,0354}{0,243} = 10,5$
Бу өтуге арналған бөлім	$f_{\text{п}}$, м ²	$\frac{Z1 \cdot Z2 \cdot \pi \cdot d_{\text{өту}}^2}{4}$	$\frac{101 \cdot 3 \cdot 3,14 \cdot 0,032^2}{4} = 0,243$
Газдардың өтуіне арналған қима	F_{Γ} , м ²	$a \cdot h_{\text{III}2} - Z1 \cdot h_{\text{III}2} \cdot d$	$9,34 \cdot 4,55 - 101 \cdot 4,55 \cdot 0,04 = 24$
Газдардың орташа температурасы	$V_{\text{III}2}$, °C	$\frac{V_{\text{III}2}^{\text{I}} \cdot V_{\text{III}2}^{\text{II}}}{2}$	$\frac{1140 + 930}{2} = 1035$
Түтін газының жылдамдығы	W_{Γ} , м/с	$\frac{B_{\text{р}} \cdot V_{\Gamma}^0 \cdot (V_{\text{III}2} + 237)}{237 \cdot F_{\Gamma}}$	$\frac{11,42 \cdot 4,92(1035 + 273)}{273 \cdot 24} = 11,21$
Газдардан сәулеге конвекция арқылы жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{к}}$, Вт/(м ² К)	$C_s \cdot C_z \cdot C_{\text{ф}} \cdot \alpha_{\text{н}}$	$0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 63 = 36,4$
Сәуленің орналасуына түзету	C_s	/1,с.122/	0,85
Құбырлардың көлденең қатарларының санына түзету	C_z	/1,с.122/	0,85

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Түзету	C_ϕ	/1,с.123/	0,8
Су буының көлемдік үлесі	R_{H_2O}	/Кестеден2.1 есептеу/	0,083
Газдардан конвекция арқылы жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_{нт}, \text{Вт/м}^2$	/1,с.122/	63
Ластанған қабырғаның температурасы	$t_3, \text{°C}$	$t_{шт2} + (\varepsilon + \frac{1}{\alpha_2}) \cdot \frac{B_p \cdot (Q_b + Q_{il}) \cdot 10^3}{F_n}$	$491 + (0,0038 + \frac{1}{2000}) \cdot \frac{11,42 \cdot (1988,3 + 53,7) \cdot 10^3}{1385} = 563$
Ластану коэффициенті	$\varepsilon, (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$	/1,с.142/	0,0038
Жылу беру коэффициенті конвекциямен қабырғадан буға	$\alpha_2, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	/1,с.123, графика6.7/ $Cd \cdot \alpha_n$	2000
Сәулемен жылу беру коэффициенті	$\alpha_{л}, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\alpha_{нл} \cdot \varepsilon_{п}$	22
Газ ортасының сәулелену коэффициенті	$\varepsilon_{п}$	/1,с.44, сурет 4.3/	0,110
Сәулеленумен жылу берудің норм.коэффи	$\alpha_{нл}, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	/1,с.141, сурет 6.14/	200
Сәулелі қабаттың тиімді қалыңдығы	$S, \text{м}$	$0,9 \cdot d \cdot \frac{4 \cdot S_1 \cdot S_2}{\pi \cdot d^2} - 1$	$0,9 \cdot 0,04 \cdot (\frac{4 \cdot 0,12 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 0,04^2} - 1) = 0,3$
Таза газ ортасында сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_r, 1/(\text{м} \cdot \text{Мпа})$	/1,с.138, сурет 6.12/	9
Үш атомды газдардың көлемдік үлесі	R_{H_2O}	/Кестеден2.1 есептеу/	0,143
Күл бөлшектерінің концентрациясы	$\mu_{зл}$	/Кестеден2.1 есептеу/	0,044

2.6 кестенің жалғасы

Оптикалық қалыңдығы	$KPS, 1/(m \cdot MPa)$	$(K_T \cdot R_{H_2O} + K_{3Л} \cdot \mu_{3Л}) \cdot P \cdot S$	0.129
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	$\alpha_1, Вт/(m^2K)$	$\alpha_k + \alpha_{п}$	$36.4 + 22 = 58.4$
Жылу беру коэффициенті	$k_{п}, Вт/(m^2K)$	$\psi \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$	$0,6 \cdot \frac{58,4 \cdot 2000}{58,4 + 200} = 34$
Жылу тиімділігінің коэффициенті	Ψ	/1, с.145, кесте 6.4/	0,6
Температураның үлкен айырмашылығы	$\Delta t_6,$	$V^I - t^I$	697
Төмен температура айырмашылығы	$\Delta t_m, ^\circ C$	$V^{II} - t^{II}$	390
Температура қысымы	$\Delta t, ^\circ C$	$\Delta t = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2}$	530
Жылу қабылдау кезеңі	$Q_{пп2}, кДж/кг$	$\frac{F_n \cdot k_n \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{1385 \cdot 34 \cdot 530}{1000 \cdot 11,42} = 2185$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	$\Delta Q_{пп2}, \%$	$\frac{Q_6 - Q_{пп2}}{Q_6} \cdot 100\%$	$\left \frac{1988 - 2185}{1988} \right \cdot 100 = 9 > 5$
$V^{II}_{пп2} - t^I 930 ^\circ C$ –қа дейін төмендетеміз	$H^{II}_{пп2}, кДж/кг$	/Кесте 2.2 есептеу/	8752
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_{БПП2}, кДж/кг$	$\varphi(H^I_{пп2} - H^{II}_{пп2} + \Delta \alpha \cdot H_{пр})$	$0,99(10860 - 8752 + 0,03 \cdot 181,45) = 2092$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	$\Delta Q_{пп2}, \%$	$\frac{Q_6 - Q_{пп2}}{Q_6} \cdot 100\%$	$\left \frac{2092 - 2185}{2092} \right \cdot 100 = 4,4 < 5$

КПП 1 сатысы

Құбыр диаметрі-0,04

Құбырлардың көлденең қадамы-0,12

Құбырлардың бойлық қадамы-0,1

Салыстырмалы көлденең қадам-3

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Салыстырмалы бойлық қадам	b_2	S_2/d	2,5
Қатардағы құбырлар саны	Z_1	Мәліметтен	77
Газдардың жүрісі бойынша қатарлар саны	Z_2	Мәліметтен	3
Бу қозғалыстарының саны	Z_x	Мәліметтен	22
Жылыту беті	$F_{\text{тп2}}, \text{ м}^2$	$Z_x \cdot \pi \cdot d \cdot h_{\text{тп2}} \cdot Z_1 \cdot Z_2$	$22 \cdot 3,14 \cdot 0,04 \cdot 4,55 \cdot 77 \cdot 3 = 1190$
Бу қыздырғыштың биіктігі	$h_{\text{тп2}}, \text{ м}$	Мәліметтен	4,55
Газ құбырының биіктігі	$h_r, \text{ м}$	Мәліметтен	5.26
Газдардың өтуіне арналған қима	$F_r, \text{ м}^2$	Мәліметтен	25
Кіретін газдардың температурасы	$V^I, \text{ }^\circ\text{C}$	$V^I_{\text{кпп1}} = V^{\text{II}}_{\text{кпп}}$	920
Кіріс газ энтальпиясы	$H^I, \text{ кДж/кг}$	$H^I_{\text{кпп1}} = H^{\text{II}}_{\text{кпп2}}$	8752
Кіре берістегі энтальпия буы	$h^I_{\text{тп1}}, \text{ кДж/кг}$	$h^I_{\text{тп1}} = h^{\text{II}}_{\text{ш}}$	2983
Шығу кезіндегі энтальпия буы	$h^{\text{II}}_{\text{тп1}}, \text{ кДж/кг}$	$h^{\text{II}}_{\text{тп1}} = h^I_{\text{тп2}}$	3223
Кіретін будың температурасы	$t^I_{\text{тп1}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t^I_{\text{тп1}} = t^{\text{II}}_{\text{ш}}$	375
Шығу кезіндегі бу температурасы	$t^{\text{II}}_{\text{тп1}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t^{\text{II}}_{\text{тп1}} = t^I_{\text{тп2}}$	443
Бу қабылдаған жылу	$\Delta h, \text{ кДж/кг}$	$h^{\text{II}}_{\text{тп1}} - h^I_{\text{тп1}}$	$3223 - 2983 = 240$
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_6, \text{ кДж/кг}$	$\frac{D_{\text{пе}} \cdot \Delta h}{B_p}$	$\frac{72,22 \cdot 240}{11,42} = 1517,7$
Шығу кезіндегі газдардың энтальпиясы	$H^{\text{II}}_{\text{тп1}}, \text{ кДж/кг}$	$H^I_{\text{тп1}} + \Delta \alpha \cdot H^{\circ}_{\text{np}} - \frac{Q_6}{\phi}$	$8752 + 0,03 \cdot 181,45 - \frac{1517,7}{0,99} = 7240,4$
Будың орташа температурасы	$t_{\text{тп2}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$\frac{t^I + t^{\text{II}}}{2}$	$(375 + 443)/2 = 394$
Будың үлес көлемі	$V, \text{ м}^3/\text{кг}$	/3, кесте 3/	0,0284

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Бу өтуге арналған тірі бөлім	$f_{пп1}, м$	$f_{пп1} = f_{пп2}$	0,243
Бу жылдамдығы	$W_{п}, м/с$	$\frac{D_{не} \cdot V}{f_{пп1}}$	$(72,22 \cdot 0,0284) / 0,243 = 8,44$
Газдардан жылы жылу беру коэфф	α_k	$C_s \cdot C_z \cdot C_{\phi} \cdot \alpha_{нг}$	$0,85 \cdot 0,85 \cdot 0,93 \cdot 70 = 47,03$
Сәуленің орналасуына түзету	C_s	/1, с.125, графика 6.5/	0,85
Құбырлардың қатарсанына түзету	C_z	/1, с.125, графика 6.5/	0,85
Түзету	C_{ϕ}	/1, с.124,	0,93
Су буының көлемдік үлесі	R_{H_2O}	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,08
Түгін газының жылдамдығы	$W_r, ^\circ C$	$\frac{B_p \cdot V^o_r \cdot (V_e + 237)}{237 \cdot F_r}$	$\frac{11,42 \cdot 4,92(840 + 273)}{273 \cdot 25} = 9,16$
Газдардың орташа температурасы	$V_r, ^\circ C$	$\frac{V^I + V^{II}}{2}$	$(920 + 760) / 2 = 840$
Газдардан буға конвекция арқылы жылу берудің нормативтік коэффиценті	$\alpha_{нг}, Вт/(м^2К)$	/1, с.125, графика 6.54/	70
Ластанған қабырғаның температурасы	$t_3, ^\circ C$	$t_{пп2} + (\varepsilon + \frac{1}{\alpha_2}) \frac{B_p \cdot Q_B \cdot 10^3}{F_n}$	$394 + (0,0048 + \frac{1}{1700}) \cdot \frac{11,42 \cdot 1514 \cdot 10^3}{1190} = 471$
Ластану коэффиценті	$\varepsilon, (м^2К)/Вт$	/1, с.142/	0,0048
Қабырғадан буға жылу беру коэффиценті	$\alpha_2, Вт/(м^2К)$	/1, с.132, графика 6.7/	1700
Сәулемен жылу беру коэффиценті	$\alpha_{л}, Вт/(м^2К)$	$\alpha_{нг} \cdot \varepsilon$	$145 \cdot 0,160 = 11,5$
Сәуле қабатының қалыңдығы	$S, м$	есептеу КПП 2 сатысы	0,3
Таза газ ортасында сәулелердің әлсіреу коэффиценті	$K_r, 1/(МПа)$	/1, с.138, сурет 6.12/	10

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Ұшатын күл бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_{зл}$	/1,с.140, сурет 6.13/	78
Үш атомды газдардың көлемдік үлесі	R_{RO2}	/Кестеден2.1 есептеу/	0,139
Күл бөлшектерінің өлшемсіз концентрациясы	$\mu_{зл}$	/Кестеден2.1 есептеу/	0,043
Сәулелі қабаттың оптикалық қалыңдығы	$KPS, 1/(ММПа)$	$(K_{Г} \cdot R_{H2O} + K_{зл} \cdot \mu_{зл}) \cdot P \cdot S$	$(10 \cdot 0,139 + 78 \cdot 0,043) \cdot 0,1 \cdot 0,3 = 0,142$
Газ ортасымен сәулелену коэффициенті	ε	/1,с.44, сурет 4.3/	0,1
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	$\alpha_1, Вт/(м^2К)$	$\alpha_к + \alpha_л$	$47,03 + 11,5 = 58,53$
Жылу беру коэффициенті	$k, Вт/(м^2К)$	$\psi \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$	$0,6 \cdot \frac{58,53 \cdot 1700}{58,53 + 1700} = 33,9$
Жылу тиімділігінің коэффициенті	ψ	/1,с.145, кесте 6.4/	0,6
Температураның үлкен айырмашылығы	$\Delta t_6, ^\circ C$	$V_{III1}^I - t_{III1}^I$	545
Төмен температура айырмашылығы	$\Delta t_m, ^\circ C$	$V_{III1}^{II} - t_{III1}^{II}$	317
Температура қысымы	$\Delta t, ^\circ C$	$\frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{2,3 \cdot \lg(\Delta t_6 / \Delta t_m)}$	421
Жылу қабылдау	$Q_T,$	$\frac{F_1 \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{1190 \cdot 33,9 \cdot 421}{1000 \cdot 11,42} = 1487$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	$\Delta Q_T, \%$	$\left \frac{Q_B - Q_T}{Q_B} \right \cdot 100\%$	$\left \frac{1517 - 1487}{1517} \right \cdot 100 = 1,9 < 5$

ВЭК 2 сатысы

Құбырдың сыртқы диаметрі	d, мм	Мәліметтен	32
--------------------------	-------	------------	----

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Құбырлардың ішкі диаметрі	$d_{\text{внут}}$, мм	Мәліметтен	25
Көлденең қадам	S_1 , мм	Мәліметтен	80
Бойлық қадам	S_2 , мм	Мәліметтен	64
Сәулелі қабаттың иімді қалыңдығы	S , м	Мәліметтен	0,154
Коллектордан шығатын құбыр қатарларының саны	Z_p , шт	Мәліметтен	2
Коллектордың параллель орналасуы бар қатардағы құбырлар саны	Z_1 ,шт	Мәліметтен	173
Судың өтуіне арналған бөлім	$f_B, \text{м}^2$	Мәліметтен	0,225
Судың орташа үлес көлемі	V , $\text{м}^3/\text{кг}$	/3, кесте 2/	0,0191
Су жылдамдығы	W_B , м/с	$(D_{\text{пе}} \cdot V)/f_B$	$(72,22 \cdot 0,0134)/0,225=6,13$
Газ жүрісі бойынша құбыр қатарларының саны	Z_2 , шт	Мәліметтен	2
Конвективті шахтаның тереңдігі	B , м	Мәліметтен	4.20
Газдардың өтуіне арналған тірі бөлім	F_T , м^2	Мәліметтен	26,07
Конвективті құбырлардың ұзындығы	L , м	Мәліметтен	3,8
Жылыту беті	F , м^2	Мәліметтен	1010
Кіретін газдардың температурасы	$V_{\text{вэ}2}^I$, °C	$V_{\text{вэ}2}^I = V_{\text{пп}1}^{\text{II}}$	760
Кіріс газ энтальпиясы	$H_{\text{вэ}2}^I$, кДж/кг	$H_{\text{вэ}2}^I = H_{\text{пп}1}^{\text{II}}$	7240,4
Шығатын газдардың температурасы	$V_{\text{вэ}2}^{\text{II}}$, °C	Қолданамыз	590

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Шығу газдардың энтальпиясы	$H_{вэ2}^{II}$, кДж/кг	/Кесте 2.2 есептеу/	5576,2
Шығу кезіндегі су энтальпиясы	h^{II} , кДж/кг	/3, кесте 3/ $t_{к\text{ ип}}$	1507,2
Шығу кезіндегі судың температурасы	t^{II} , °C	$t^{II} = t_{к\text{ ип}} - P_{пе}$	319
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_б$, кДж/кг	$\varphi \cdot (H^I - H^{II} + \Delta\alpha + H_{np}^0)$	$0,99(7240,4 - 576,2 + 0,02 \cdot 181,45) = 1650,7$
Артық ауаның өзгеруі	$\Delta\alpha$	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,02
Сорылатын ауаның энтальпиясы	H_{np}^0 , кДж/кг	/1, с.52/	181,45
Кіріс су энтальпиясы	h^I кДж/кг	$h^I = \frac{Q_б \cdot B_p}{D_{ПЕ}}$	$1507 - \frac{1650,7 \cdot 11,42}{72,22} = 1246$
Кіре берістегі судың температурасы	t^I , °C	/3, кесте 3/	282
Температураның айырмашылығы	$\Delta t_б$, °C	$V^I - t^I$	441
Төмен температура айырмашылығы	$\Delta t_м$, °C	$V^{II} - t^{II}$	308
Температура қысымы	Δt , °C	$(\Delta t_б + \Delta t_м) / 2$	$(441 + 308) / 2 = 374$
Газдардың орташа температурасы	$V_э$, °C	$\frac{V_r^{II} + V_r^I}{2}$	$(760 + 590) / 2 = 675$
Судың орташа температурасы	$t_э$, °C	$\frac{t^I + t^2}{2}$	$(319 + 282) / 2 = 300$
Ластанған температурасы	$t_з$, °C	/1, с.140/	325
Газдардың орташа жылдамдығы	W_r , м/с	$\frac{B_p \cdot V_r^0 \cdot (V_э + 273)}{273 \cdot F_r}$	$\frac{11,42 \cdot 4,92(675 + 273)}{273 \cdot 26,07} = 7,78$
Газдардан жылу беру коэффициенті	α_k , Вт/(м²К)	$C_s \cdot C_z \cdot C_\phi \cdot \alpha_{нг}$	$0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,96 \cdot 75 = 61,56$
Салыстырмалы көлденең қадам	b_1 ,	S_1/d	2,5
Салыстырмалы бойлық қадам	b_2 ,	S_2/d	2

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Сәуленің орналасуына түзету	C_s ,	/1,с.125/	0,95
Кұбырлардың көлденең қатарларының санына түзету	C_z ,	/1,с.124/	0,9
Түзету	C_ϕ ,	/1,с.125/	0,96
Су буының көлемдік үлесі	R_{H_2O}	/Кестеден2.1 есептеу/	0,079
Газдардан конвекция арқылы жылу берудің нормативтік коэфф	α_{HK} , Вт/(м ² К)	/1,с.124/	75
Сәулемен жылу беру коэффициенті	α_l , Вт/(м ² К)	$\alpha_{HЛ} \cdot \varepsilon$	6
Таза газ ортасында сәулелердің әлсіреу коэффициенті	K_r , 1/(МПа)	/1,с.138, сурет 6.12/	9
Ұшатынкүлбөлшект ерімен сәулелердіңәлсіреу коэффициенті	$K_{зл}$,	/1,с.140, сурет 6.13/	90
Үш атомды газдардың көлемдік үлесі	R_{RO2}	/Кестеден2.1 есептеу/	0,136
Күл бөлшектерінің концентрациясы	$\mu_{эл}$	/Кестеден2.1 есептеу/	0,0427
Сәулеліоптикалық қалыңдығы	KPS , 1/(м · МПа)	$(K_r \cdot R_{RO2} + K_{зл} \cdot \mu_{эл}) \cdot P \cdot S$	$(9 \cdot 0,136 + 90 \cdot 0,0427) \cdot 0,1 \cdot 0,154 = 0,078$
Газ сәулелену коэффициенті	ε	/1,с.44, сурет 4.3/	0,08
Сәулеленумен жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_{HЛ}$, Вт/(м ² К)	/1,с.141, сурет 6.14/	78
Газдардан жылу беру коэффициенті	α_1 , Вт/(м ² К)	$\alpha_k + \alpha_l$	$61,56 + 6 = 67,5$
Жылу беру коэффициенті	k , Вт/(м ² К)	$\frac{\alpha_1}{1 + \varepsilon \cdot \alpha_1}$	$67,65 / (1 + 0,0048 \cdot 67,5) = 51,13$

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Ластану коэффициенті	$\varepsilon, (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$	/1,с.143, сурет 6.16/	0,0048
Жылу қабылдау	$Q_T, \text{кДж/кг}$	$\frac{F \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{1010 \cdot 51,13 \cdot 374}{1000 \cdot 11,42} = 1691$
Жылу қабылдағыштың жақындығы	$\Delta Q, \%$	$\frac{Q_{\delta} - Q_m}{Q_{\delta}} \cdot 100$	$\left \frac{1650 - 1691}{1650} \right \cdot 100 = 2,4 < 5$

ТВП 2 сатысы

Құбырлардың сыртқы диаметрі	$d, \text{мм}$	Мәліметтен	50
Құбырдың диаметрі	$d_{\text{вн}}, \text{мм}$	Мәліметтен	47
Көлденең қадам	$S_1, \text{мм}$	Мәліметтен	60
Бойлық қадам	$S_2, \text{мм}$	Мәліметтен	42
Құбыр ұзындығы	$L, \text{м}$	Мәліметтен	2,5
Жылыту беті	$F_{\text{ТВП2}}, \text{м}^2$	Мәліметтен	5200
Газдардың өтуіне арналған қима	$F_T, \text{м}^2$	Мәліметтен	15,7
Кіретін газдардың температурасы	$V_{\text{ТВП2}}^I, \text{°C}$	$V_{\text{ТВП2}}^I = V_{\text{ә2}}^{\text{II}}$	590
Кіріс газ энтальпиясы	$H_{\text{ТВП2}}^I, \text{кДж/кг}$	$H_{\text{ТВП2}}^I = H_{\text{ә2}}^{\text{II}}$	5576,2
Кіріс ауа энтальпиясы	$h^I, \text{кДж/кг}$	/Кесте 2.2 есептеу/	1464
Шығу кезіндегі ауа энтальпиясы	$h^{\text{II}}, \text{кДж/кг}$	/Кесте 2.2 есептеу/	2600
Кіреберістегі ауа температурасы	$t^I, \text{°C}$	Қолданамыз	240
Шығу кезіндегі ауа температурасы	$t^{\text{II}}, \text{°C}$	$t^I = t_{\text{ГВ}}$	420
Баланс ТВП жылу қабылдау	$Q_{\delta}, \text{кДж/кг}$	$(\beta + \Delta\alpha/2) (h^I - h^{\text{II}})$	$(1,09 + 0,03/2)(2600 - 1464) = 1255$
Шығу газдардың энтальпиясы	$H^{\text{II}}, \text{кДж/кг}$	$H^I - (Q_{\delta}/\varphi) + \Delta\alpha \cdot H^{\circ}_{\text{пр}}$	$5576,2 - (1255/0,99) + 0,03 \cdot 81,45 = 4313,5$

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Шығатын газдардың температурасы	$V^{II}, ^\circ\text{C}$	/Кесте 2.2 есептеу/	455
Газдардың орташа температурасы	$V, ^\circ\text{C}$	$\frac{V^I + V^{II}}{2}$	$\frac{590 + 455}{2} = 522$
ТВП-дағы газдардың орташа жылдамдығы	$W, \text{м/с}$	$\frac{V_p \cdot V_r^0 \cdot (V + 273)}{273 \cdot F_r}$	$\frac{11,42 \cdot 4,92(522 + 273)}{273 \cdot 15,7} = 10,3$
Газдардан жер бетіне конвекция жылу беру коэффициенті	$\alpha_k, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$C_1 \cdot C_\phi \cdot \alpha_n$	31,68
Жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_n, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	/1,с.130, сурет 6.6/	33
Түзету	C_ϕ	/1,с.136, графика5.6/	0,96
Су буының көлемдік үлесі	R_{H_2O}	/Кестеден2.1 есептеу/	0,077
Түтіктердің салыстырмалы ұзындығына түзету	C_1	/1,с.138/	1
Газдардан жер бетіне жылу беру коэффициенті	α_l	$\alpha_{лэ2}/2$	$6/2=3$
Коэффициент	$\alpha_2, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\alpha_k - C_1 \cdot C_\phi \cdot \alpha_n,$ $C_\phi^1=0,95$	34,9
Коэффициент	$\alpha_1, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\alpha_l + \alpha_k$	$3+31,68=34,68$
Жылберу коэффициенті	k	$\xi \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$	$0,85 \cdot \frac{34,68 \cdot 34,9}{34,8 + 34,9} = 15$
Пайдалану коэффициенті ВП	ξ	/1,с.147, кест 6.6/	0,85
Кіреберістегі температура қысымы	$\Delta t^I, ^\circ\text{C}$	$V^I - t^{II}$	$590 - 420 = 170$
Шығудағы температуралық қысым	$\Delta t^{II}, ^\circ\text{C}$	$V^{II} - t^I$	$455 - 240 = 215$
Орташа температура қысымы	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\frac{\Delta t^I + \Delta t^{II}}{2}$	190

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Жылу қабылдау	$Q_T, \text{ }^\circ\text{C}$	$\frac{F \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{5200 \cdot 15 \cdot 190}{1000 \cdot 11,42} = 1311$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	$\Delta Q_T, \%$	$\left \frac{Q_\delta - Q_m}{Q_\delta} \right \cdot 100\%$	$\left \frac{1255 - 1311}{1255} \right \cdot 100 = 4,4 < 5$

ВЭК 1 сатысы

Құбырлардың сыртқы диаметрі	d, мм	Мәліметтен	32
Құбырлардың ішкі диаметрі	d, мм	Мәліметтен	25
Құбырлардың көлденең қадамы	S ₁ , мм	Мәліметтен	75
Құбырлардың бойлық қадамы	S ₂ , мм	Мәліметтен	46
Коллектордан шығатын құбыр қатарларының саны	Z _p , шт	Мәліметтен	2
Коллектордың параллель орналасуы бар қатардағы құбырлар саны	Z ₁ ,шт	Мәліметтен	180
Газ жүрісі бойынша құбыр қатарларының саны	Z ₂ , шт	Мәліметтен	20
Газдардың өтуіне арналған тірі бөлім	F _T , м ²	Мәліметтен	26,07
Жылыту беті	F, м ²	Мәліметтен	2146
Кіретін газдардың температурасы	V _{вэ2} ^I , °C	V _{вэ1} ^I = V _{твп2} ^{II}	455
Кіріс газ энтальпиясы	H _{вэ2} ^I , кДж/кг	H _{вэ1} ^I = H _{твп2} ^{II}	4313,5
Кіріс су энтальпиясы	h ^I , кДж/кг	/3, кесте 3/	1039
Кіре берістегі судың температурасы	t ^I , °C	t ^I =t _{пв}	230
Шығу кезіндегі су энтальпиясы	h ^{II} , кДж/кг	/3, кесте 3/	1246

2.6 кестенің жалғасы

1	2	3	4
Шығу кезіндегі судың температурасы	$t^{\text{II}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t^{\text{II}} = t_{\text{B}\text{Э}2}^{\text{I}}$	282
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_6, \text{ кДж/кг}$	$D_{\text{не}}(h^{\text{II}} - h^{\text{I}})/B_{\text{P}}$	72,22(124 61039)/11,42=1309
Шығу кезіндегі газдардың энтальпиясы	$H^{\text{II}}_{\text{B}\text{Э}2}, \text{ кДж/кг}$	$H^{\text{I}} + \Delta\alpha \cdot H^{\text{o}}_{\text{пр}} - (Q_6/\phi)$	4313+0,0 2·181,45(1 309/0,99) =2994,4
Шығатын газдардың температурасы	$V^{\text{II}}_{\text{B}\text{Э}2}, \text{ }^\circ\text{C}$	/Кесте 2.2 есептеу/	317
Температураның үлкен айырмашылығы	$\Delta t_6, \text{ }^\circ\text{C}$	$V^{\text{I}} - t^{\text{II}}$	173
Төмен температура айырмашылығы	$\Delta t_{\text{M}}, \text{ }^\circ\text{C}$	$V^{\text{II}} - t^{\text{I}}$	87
Температура қысымы	$\Delta t, \text{ }^\circ\text{C}$	$(\Delta t_6 + \Delta t_{\text{M}})/2$	$(173 + 87)/2 = 130$
Газдардың орташа температурасы	$V_3, \text{ }^\circ\text{C}$	$\frac{V_r^{\text{II}} + V_r^{\text{I}}}{2}$	$(455 + 317)/2 = 386$
Судың орташа температурасы	$t_3, \text{ }^\circ\text{C}$	$\frac{t^{\text{I}} + t^2}{2}$	$(282 + 230)/2 = 256$
Газдардың орташа жылдамдығы	$W_{\text{r}}, \text{ м/с}$	$\frac{B_p \cdot V_r^0 \cdot (V_3 + 237)}{237 \cdot F_r}$	$\frac{11,42 \cdot 4,92(386 + 273)}{273 \cdot 26,07} = 5,2$
Газдардан жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{к}}, \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$	$C_s \cdot C_z \cdot C_{\phi} \cdot \alpha_{\text{нГ}}$	$0,95 \cdot 0,9 \cdot 1,23 \cdot 84,1 = 53,35$
Сәуленің орналасуына түзету	$C_s,$	/1,с.125/	0,95
Құбырлардың көлденең санына түзету	$C_z,$	/1,с.124/	0,9
Түзету	$C_{\phi},$	/1,с.125/	1,23
Су буының көлемдік үлесі	$R_{\text{H}_2\text{O}}$	/Кестеден 2.1 есептеу/	0,076
Газдардан нормативтік коэффициенті	$\alpha_{\text{нК}}, \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$	/1,с.124/	84,1

2.6 кестенің жалғасы

Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	$\alpha_1, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\alpha_1 = \alpha_k$	84,1
Жылу беру коэффициенті	$k, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\frac{\alpha_1}{1 + \varepsilon \cdot \alpha_1}$	$84,1 / (1 + 0,007 \cdot 84,1) = 53,2$
Ластану коэффициенті	$\varepsilon, (\text{м}^2\text{К})/\text{Вт}$	/1, с.143, сурет 6.16/	0,007
Жылу қабылдау	$Q_T, \text{кДж}/\text{кг}$	$\frac{F \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{2146 \cdot 53,2 \cdot 130}{1000 \cdot 11,42} = 1300$
Жылу қабылдағыш жақындығы	$\Delta Q, \%$	$\frac{Q_o - Q_m}{Q_o} \cdot 100$	$\left \frac{1309 - 1300}{1309} \right \cdot 100 = 0,6 < 5$

ТВП 1 сатысы

Жылыту беті	$F_{\text{ТВП2}}, \text{м}^2$	Мәліметтен	15520
Газдардың өтуіне арналған қима	$F_T, \text{м}^2$	Мәліметтен	15,7
Кіретін газдардың температурасы	$V_{\text{ТВП2}}^I, \text{°C}$	$V_{\text{ТВП1}}^I = V_{\text{ә1}}^{\text{II}}$	317
Кіріс газ энтальпиясы	$H_{\text{ТВП2}}^I, \text{кДж}/\text{кг}$	$H_{\text{ТВП1}}^I = H_{\text{ә1}}^{\text{II}}$	2994,4
Кіріс ауа энтальпиясы	$h^I, \text{кДж}/\text{кг}$	/Кесте есептеу/ 2.2	181,45
Шығу кезіндегі ауа энтальпиясы	$h^{\text{II}}, \text{кДж}/\text{кг}$	/Кесте есептеу/ 2.2	1464
Кіреберістегі ауа температурасы	$t^I, \text{°C}$	$t^I = t_{\text{хв}}$	30
Шығу кезіндегі ауа температурасы	$t^{\text{II}}, \text{°C}$	$t^{\text{II}} = t_{\text{гв}}$	240
Жылу қабылдау ТВП	$Q_o, \text{кДж}/\text{кг}$	$\Phi(h^{\text{II}} - h^I)$	$0,99(1464 - 181,45) = 1269$
Шығатын газ темп.	$V^{\text{II}}, \text{°C}$	$V^{\text{II}} = V_{\text{уг}}$	130
Газдардың орташа температурасы	$V, \text{°C}$	$\frac{V^I + V^{\text{II}}}{2}$	$\frac{317 + 130}{2} = 209$
Газдардың орташа жылдамдығы	$W, \text{м}/\text{с}$	$\frac{B_p \cdot V_r^0 \cdot (V + 273)}{273 \cdot F_r}$	$\frac{11,42 \cdot 4,92(209 + 273)}{273 \cdot 15,7} = 6,3$

2.6 кестенің жалғасы

Конвекциямен жылу беру коэффициенті газдардан бетіне	$\alpha_k, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$C_1 \cdot C_\phi \cdot \alpha_n$	$20 \cdot 1,15 \cdot 1 = 23$
Жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_n, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	/1, с.130, сурет 6.6/	20
Түзету	C_ϕ	/1, с.136,	1,15
Су буының көлемдік үлесі	R_{H_2O}	/Кестеден2	0,074
Түтіктердің салыстырмалы ұзындығына түзету	C_1	/1, с.138/	1
Коэффициент	$\alpha_2, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\alpha_2 = \alpha_k$	23
Коэффициент	$\alpha_1, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$	$\alpha_1 = \alpha_k$	23
Жылу беру коэффициенті	k	$\xi \cdot \frac{\alpha_1 \cdot \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$	$0,9 \cdot \frac{23 \cdot 23}{23 + 23} = 10,35$
Пайдалану коэффициенті	ξ	/1, с.147, кесте 6.6/	0,9
Кіреберістегі температура қысымы	$\Delta t^I, \text{°C}$	$V^I - t^II$	$590 - 420 = 170$
Шығудағы температуралық қысым	$\Delta t^{II}, \text{°C}$	$V^{II} - t^I$	$455 - 240 = 215$
Орташа температура қысымы	$\Delta t, \text{°C}$	$\frac{\Delta t^I + \Delta t^{II}}{2}$	88,5
Жылу қабылдау	$Q_T, \text{°C}$	$\frac{F \cdot k \cdot \Delta t}{10^3 \cdot B_p}$	$\frac{15520 \cdot 10,35 \cdot 88,5}{1000 \cdot 11,42} = 1244,8$
Жылу қабылдағыштардың сәйкес келмеуі	$\Delta Q_T, \%$	$\left \frac{Q_\sigma - Q_m}{Q_\sigma} \right \cdot 100\%$	$\left \frac{1269 - 1244,8}{1269} \right \cdot 100 = 1,9 < 5$

Жылу есебінің дұрыстығын тексеру:

$$\Delta Q = ((Q_T \cdot \eta_{\text{шт}} - \Sigma Q) / (Q_T \cdot \eta_{\text{шт}})) \cdot 100, \quad (3.3)$$

мұндағы ΣQ – қазандық қыздыру бетінің жиынтық жылу қабылдауы, кДж / кг;

$$\Sigma Q = Q_{\text{лт}} + Q_{\text{ш}} + Q_{\phi} + Q_{\text{шт2}} + Q_{\text{шт1}} + Q_{\text{вэ2}} + Q_{\text{твп2}} + Q_{\text{вэ1}} + Q_{\text{твп1}}, \quad (3.4)$$

$$\Sigma Q = 8169 + 941 + 213 + 2092 + 1517 + 1650 + 1255 + 1309 + 1269 = 18415,2,$$

$$\Delta Q = ((19614 \cdot 0,935 - 18415,2) / (19614 \cdot 0,935)) \cdot 100 = 0,48\% < 0,5\%.$$

Есептеу аяқталды.

3 БКЗ-220-100 қазандық қондырғысын жаңарту

Рудный қаласындағы жылу электр станциясын пайдалану кезінде халықтың қажеттілігі үшін жылу энергиясын аз өндіру проблемасы және Соколовско-Сорбай кен-байыту комбинатының технологиялық қажеттіліктері ыстық су түрінде технологиялық бу формасы пайда болды. Бұл мәселені жою үшін мұнда орнатылған БКЗ-220-100 қазандық қондырғыларын олардың бу сыйымдылығын 220 т / сағ-тан 260 т / с-қа дейін арттыру үшін жаңарту ұсынылды, бұл кезде әр қазандықтың жылу өнімділігі 23,73 Гкал / -ге артады h (термиялық есептеу).

Модернизациялаудың басты шарты - қазандық пешінің өлшемдерін және қосалқы жабдықтың құрамын сақтау. Осы шарттар орындалған кезде, кейбір қондырғылардың құрылымын сәл өзгерте отырып, қазандық қондырғысының жұмыс режимін реттеуге көп көңіл бөлінеді, бұл модернизацияға аз материалдық және қаржылық шығындарға әкеледі.

Қайта құру барысында келесілерді жүзеге асыру қажет:

- қыздырғыш құрылғыларды жылу қуаты жоғары қыздырғыштарға ауыстырыңыз;

- жағымсыз сорғыштарды болдырмау үшін оттықты газбен тығыздалған түрде орындау;

- газдардың өту қимасын ұлғайту және күлдің тозуын азайту мақсатында I және II сатылардағы су үнемдегіштерді кәдімгі құбыр үнемдегіштерден мембраналыққа ауыстыру;

- барабанның сепаратор құрылғыларын анағұрлым өнімді құрылғыларға ауыстыру;

- жоғары ауа жылдамдығында дірілді болдырмау үшін төменгі ТВП текшелеріне парақтарды орнатыңыз;

- ТВП II сатысына кіре берісте құбыр тақтасын шығатын газдардың жоғары температурасынан, ал ауа жылытқыш құбырларын жоғары жылдамдықта күл тозуынан қорғауға арналған саптамаларды орнатыңыз;

- «төменгі үрлеу» жүйесін енгізу.

"Төменгі үрлеу " жүйесі оттықтың қождануына жол бермейді, алаудың жағдайын реттейді, механикалық күйікпен жылу шығынын азайтады және қазандықтағы азот оксидтерінің шығарындыларын азайтады.

Бұл жүйе үшін ұйымдастырылған ауаның бір бөлігі пештің төменгі бөлігіне «төменгі» үрлеу саптамалары арқылы жеткізіледі. Ыдыс өлшегішпен және клапанмен «төменгі» үрлеу үшін ыстық ауаны таңдау отынды кептіруге арналған қолданыстағы ауа желісінен жүзеге асырылады. Диаметрі 426x3 мм болатын «төменгі» үрлеу ыстық ауа беруге арналған жеке шүмектер алдыңғы көлбеуде 4 дана, ал артында 5 дана мөлшерінде орналасқан. Саптамалар қарсы ығысу арқылы шамамен 7 метрге орнатылады.

Саптамалардың бағыты көлденеңінен 10 ° жоғары тұрады.

Қайта жаңартудан кейін жану режимін реттеу жұмыстарын жүргізу қажет.

Қазандық агрегатының бу өнімділігінің артуымен отын шығыны 36 т/сағ-тан 43 т/сағ-қа дейін артады, бұл пеш экрандарының жылу кернеуінің 174 кДж/м²-ге дейін артуына, сондай-ақ шығатын газдардың көлемі мен жылдамдығының артуына әкеледі.

3.1 Қазандықтың ауа шығынын анықтау

Жанармай шығынының артуына байланысты қазандық пешіне берілетін ауа шығыны артады:

$$V \approx B_p \cdot V_B^0 \cdot \alpha, \quad (3.1)$$

мұндағы B_p - отынның шығыны, кг / сағ;

V_B^0 - 1 кг Екібастұз көмірін жағу үшін теориялық тұрғыдан қажетті ауа мөлшері, $V_B^0 = 4,55$ м³ / кг (жылу есебін қараңыз);

α - пештегі артық ауа коэффициенті, $\alpha = 1,2$.

Демек, VI, м³/сағ жаңартылғанға дейін ұйымдасқан түрде пешке берілетін ауа көлемі:

$$V^I \approx 36000 \cdot 4,55 \cdot 1,2 = 196560,$$

модернизациядан кейін, VII, м³ / сағ:

$$V^{II} \approx 43000 \cdot 4,55 \cdot 1,2 = 234780.$$

Ауа арналарын тексеріп және ұйымдастырылған ауаның шығынын анықтау қажет: диірмендерге кептіру үшін ыстық, қыздырғыштарға қосалқы және төменгі жарылыс жүйесіне үшінші реттікті таңдаймыз.

біз ауа балансының келесі коэффициентін таңдаймыз:

- жалпы ауа - 100%;

- кептіруге және отын тасымалдауға арналған алғашқы ауа - 23%;

- оттықтарға екінші реттік ауа - 75,84%;

- төменгі жарылыс саптамаларындағы үшінші ауа - 18,7%.

Демек, VI бастапқы ауа көлемі, м³ / сағ, тең болады:

$$V_I = V^{II} \cdot 0,23. \quad (3.2)$$

$$V_I = 234780 \cdot 0,23 = 534000,$$

Екінші реттік ауа, V_{II} , м³/сағ:

$$V_{II} = V^I \cdot 0,578. \quad (3.3)$$

$$V_{II} = 234780 \cdot 0,578 = 135703,$$

Үшінші реттік ауа, V_{III} , м³/сағ:

$$V_{III} = V^I \cdot 0,187 \quad (3.4)$$

$$V_{III} = 234780 \cdot 0,187 = 44000$$

Термиялық есептеуден көрініп тұрғандай, модернизациядан кейінгі ыстық ауа температурасы 420 ° С құрайды, бұл есептелген температурадан (390 ° С) 30 ° С жоғары.

Диірмендерге отынды кептіруге арналған ыстық ауаның шығыны есептелгенге қарағанда төмен, себебі ыстық ауа температурасы (нақты) есептелгеннен жоғары, өйткені ауа қоспасының қалыпты температурасын ұстап тұру үшін қазандықтың шлаксыз жұмысын қамтамасыз ету үшін төменгі үрлеу үшін ауа шығыны аздап жоғарылайды, ал ыстық ауа аз қажет.

Ауа балансының баптары бойынша ауа шығыны ауа өткізгіштерінде орнатылған көбейткіштердің көрсеткіштері бойынша, жылу қалқаны бойынша шиберінің көрсеткіштері бойынша, ал төменгі жарылыс үшін - орнатылған шығын өлшегіші бойынша анықталады.

3.1-суретте төменгі үрлеу үшін ауа ағынының нақты жылдамдығының № 4 басқарудың жылу қалқанына орнатылған төменгі үрлеуге ауа шығыны құралының көрсеткіштеріне тәуелділігі көрсетілген.

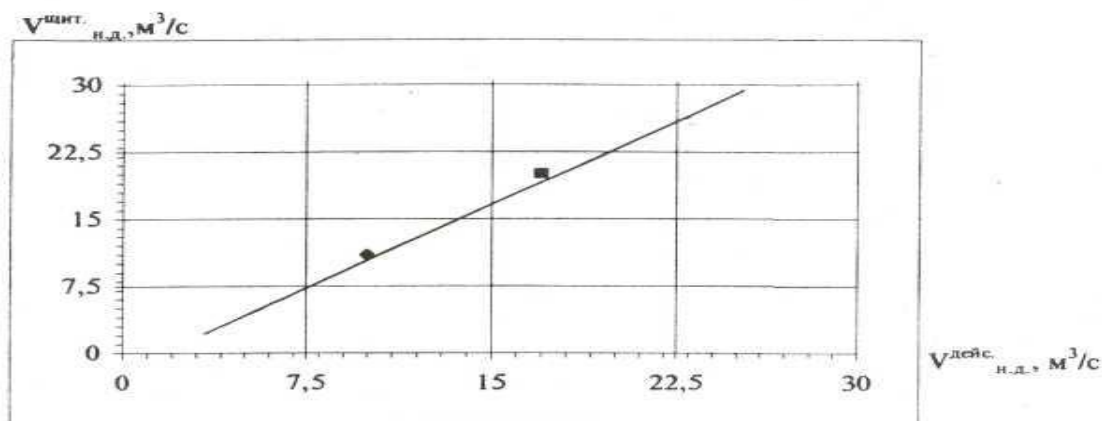
Қайта жаңартылған қазандық оттығы үшін есептелген ауа жылдамдығы / 5 / сәйкес:

- бастапқы ауа үшін, W_I , м/с - 17,1;
- екінші реттік ауа үшін, W_{II} , м/с - 25,79;
- төменгі үрлеу саптамаларында, W_{III} , м/с - 29.2.

Қыздырғыш каналдарындағы ауа жылдамдығының қатынасы:

$$\omega = \frac{W_{II}}{W_I}, \quad (3.5)$$

мұндағы W_I және W_{II} - сәйкесінше ауа қоспасындағы және екінші реттік ауа арнасындағы жылдамдықтар.



3.1 сурет - Стандартты ауа шығынын өлшеуіштің көрсеткіштеріне байланысты төменгі үрлеу үшін ауа ағынының нақты жылдамдығы

$$\omega = \frac{25,79}{17,1} = 1,5.$$

Екібастұз көмірі үшін оңтайлы (1,4-1,7) болып табылады.

3.2 Төменгі жарылыс саптамаларының геометриялық өлшемдерін анықтау

Ауа ағынының шығару қуатын арттыру үшін үшіншілік ауа ағынының жеткілікті қарқындылығын қамтамасыз ету үшін оны қазандық пешіне шамамен 28-30 м/с жылдамдықпен беру керек. Мұны істеу үшін сізге құрылымдық өлшемдерді, атап айтқанда, берілген ұшақтың жылдамдығы (30м/с) үшін саптаманың қажетті диаметрін есептеу керек.

Біріншіден, V_{III}^1 саптамасына ауа шығынын анықтау қажет, м³/сағ:

$$V_{III}^1 = \frac{V_{III}}{m}, \quad (3.6)$$

мұндағы V_{III} - үшінші реттік ауа ағынының жылдамдығы, м³/сағ;
 m - саптаманың таңдалған саны, дана, $m = 9$.

$$V_{III}^1 = \frac{44000}{9} = 4889.$$

Саптаманың шығыс ауданы, F_{III} , м², келесі формула бойынша есептеледі:

$$F_{III} = \frac{V_{III}^1}{W_{III} \cdot 3600}, \quad (3.7)$$

мұндағы W_{III} – берілген ағын жылдамдығы, м/с.

$$F_{III} = \frac{4889}{30 \cdot 3600} = 0,0452$$

Саптама диаметрі, d , мм, тең болады:

$$d = \sqrt{\frac{F_{III} \cdot 4}{\pi}} \cdot 1000. \quad (3.8)$$

$$d = \sqrt{\frac{0,0452 \cdot 4}{3,14}} \cdot 1000 = 240$$

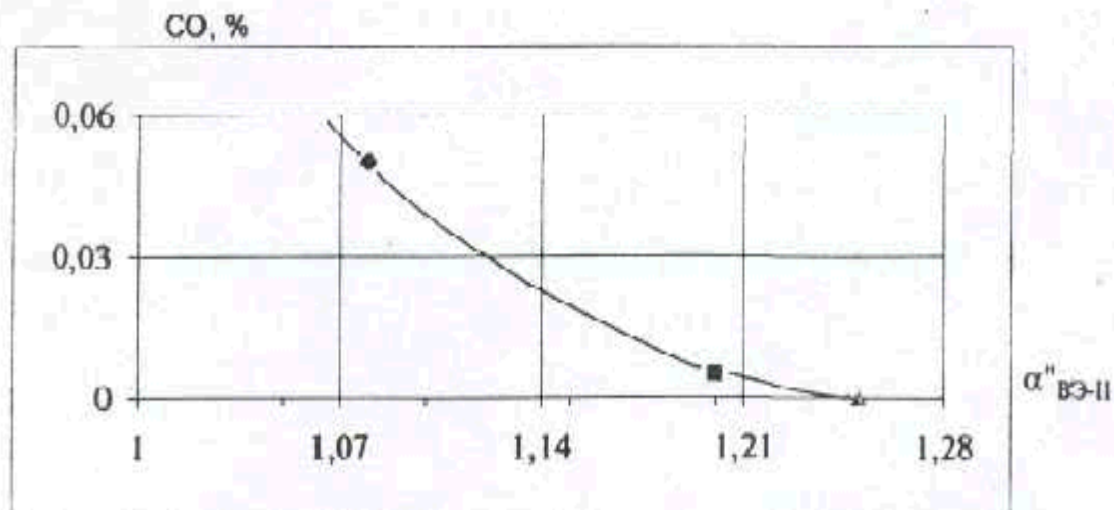
Біз $d = 219$ мм ең жақын стандартты құбыр диаметрін таңдаймыз.

3.3 Артық ауа

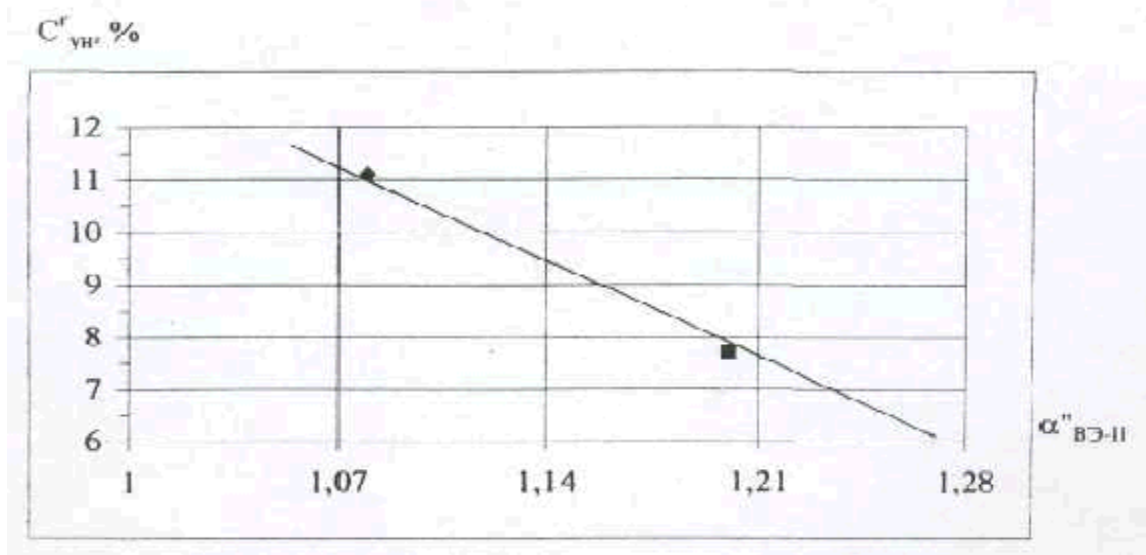
Зауыттық есептеулерге сәйкес режимдік қимадағы ауаның 260 т/сағ номиналды жүктемеде артығы 1,01 құрайды. Режимдік қимадағы (ВЭ II сатыдан кейін) ауаның 1,08; 1,20 және 1,25 артық ауа диапазонында 260 т/қазандықтың жүктемесі кезінде ұқсас жабдықта оңтайлы артығын анықтау бойынша тәжірибелер жүргізу кезінде оңтайлы артықтық 1,20-1,21 ($O_2=3,5-3,6\%$) құрады.

Тәжірибелерде артық ауа 1,15-тен төмендеген кезде түтін газдарында көміртегі оксиді жоғарылайды, ал кетулерде жанғыш заттар сәйкесінше химиялық және механикалық күйзеліспен жылу шығыны артады, артық ауа 1,23-тен жоғары және одан жоғары болған кезде тарту мен үрлеу кезінде жылудың шартты жоғалуы артады.

3.2 және 3.3 суреттерінде сәйкесінше, 260 т / сағ қазандықтың есептік жүктемесі кезінде, түтін газдарындағы көміртегі оксидтері мен артық ауадан өту кезінде жанғыш отын компоненттерінің құрамына тәуелділік көрсетілген.



3.2 сурет - $D_{пр} = 260$ т/сағ болғанда, түтін газдарындағы көміртегі оксиді CO-ның жұмыс бөліміндегі ауаның артық мөлшеріне тәуелділігі



3.3 сурет - $D_{пр} = 260$ т/сағ жұмыс жасайтын бөліктегі ауаның артық бөлігінен алынатын жанғыш отын компоненттерінің құрамына тәуелділігі

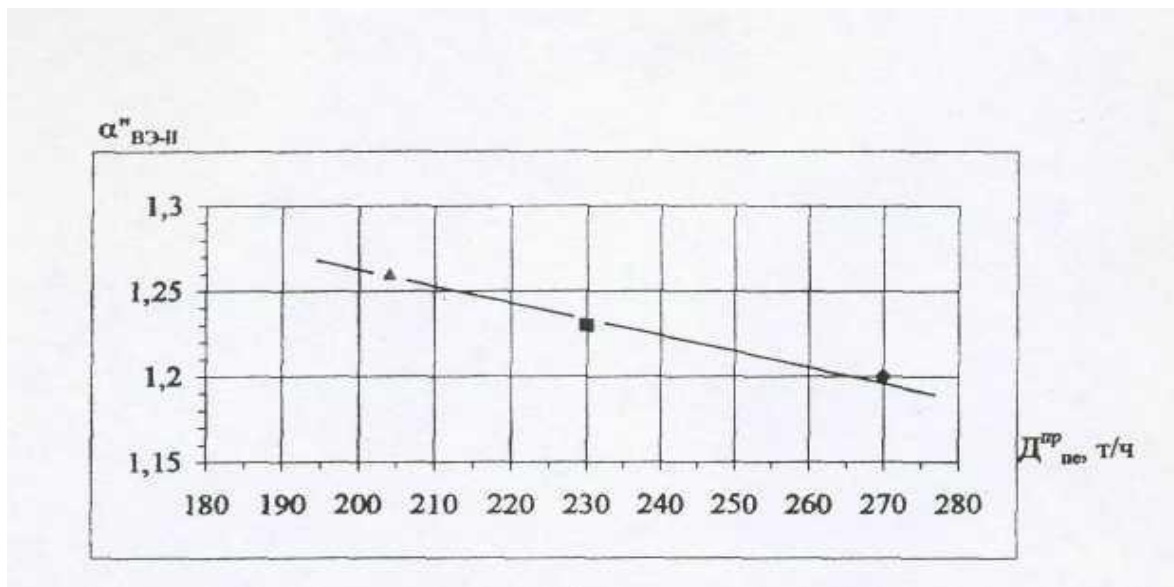
Оңтайлы артық ауаның қазандық жүктемесіне тәуелділігі 3.4-суретте көрсетілген.

260 т / сағ қазандық жүктемесі кезінде оттықтардағы ауаның артық коэффициенті:

- $\alpha_r = 0,98$.

Төмен жүктемелер кезінде α_r

1-1.02 дейін ұлғайтылуы керек.



3.4 сурет - Жұмыс секциясындағы оңтайлы артық ауаның қазандық жүктемелеріне тәуелділігі

3.4 Жану режимінің сипаттамалары

Қазандықты сынау бағдарламасына сәйкес қазандыққа ұйымдастырылған ауаның шығынын анықтағаннан кейін және ауа балансының баптары бойынша таратылғаннан кейін оттықтардың шеткі каналында қайталама ауаны айналдыру арқылы оттық камерасындағы алаудың оңтайлы жағдайын анықтау бойынша тәжірибелер жүргізу қажет.

Факелге әсер ету айналмалы осьтік қалақтарды айналдыру арқылы жүзеге асырылады. Алаудың оңтайлы жағдайы оның ядросы оттықтың барлық қабырғаларынан жанарғылар деңгейінде шоғырлануымен тең болғанда, алаудың өзі оттықты барынша толтыруы және суық воронканың ортасынан төмен түспеуі тиіс. Факелдің жану камерасында орналасу сапасы және жану камерасының биіктігі бойындағы газдардың температуралық деңгейі оптикалық пирометрлермен өлшеу және өлшеу арқылы көзбен бағаланады.

Тәжірибелер ауаның тұрақты артықтығымен, шаңды ұнтақтаудың ұсақтылығымен және қазандықтың номиналды жүктемесімен 260 т/сағ жүргізілуі керек, екінші реттік ауаның бұралу дәрежесі 0° -дан $+12^{\circ}$ аралығында айналмалы регистр көмегімен өзгертілді.

Ұқсас модернизациясы бар жабдықта "СибЦКТИ-БКЗ" жақ жүргізген сынақтардың нәтижелері бойынша тұрақты жану және оттықты алаумен біркелкі толтыру қалақтарды -9° дейін бұрау кезінде, оттықтың ортаңғы бөлігінде әлсіз бұрау кезінде алаудың температурасы оттықтардың 2-ші деңгейі деңгейінде белсенді жану аймағында 1560°C -қа жақындайды, ал оттықтың ортаңғы бөлігінде шеттерінде шамамен $1210-1230^{\circ}\text{C}$ болды.

Ауыз қуысының оңтайлы жағдайында ($+9^{\circ}$) пештің ортаңғы бөлігіндегі температура $30-40^{\circ}\text{C}$ -қа төмендеді, ал шеттерінде шамамен бірдей мөлшерде өсті.

Құрылымы бойынша алаудың өзегі тығыз, ақ-сары, қара дақтар мен түтін жолақтарының болуы керек, 14 м белгісінен жоғары алау біркелкі түсті құрылымы бар мөлдір ортаға көтерілуі керек, ал көлденең газ құбырының алдында газ ортасы мөлдір болады.

Айта кету керек, қалақтардың бастапқы күйінде (0°) қатты қызған будың температурасы 525-530 °С, екінші ауаның бұрылуының жоғарылауы қазандықтың артындағы қатты қызған будың температурасын 512-515 °С-қа дейін төмендетуге мүмкіндік береді. айналмалы камерадағы бу қыздырғыштан кейінгі түтін газдарының температурасы 730 °С-тан 650-670 °С-қа дейін төмендеді, ал газ өткізгіштің бүйірлеріндегі температура төмендеді.

Екінші ауаның оңтайлы бұралуы алау ядросындағы температураны біршама төмендетуге, жану камерасының қабырға аймақтарындағы газдардың температуралық деңгейін жоғарылатуға, сонымен бірге экрандардың жылу қабылдауын арттыруға және пештің шығысындағы температураны төмендетуге мүмкіндік береді.

3.5-суретте жану камерасының биіктігі бойынша газдар температурасының таралуы көрсетілген. Белсенді жану аймағы қыздырғыштардың 2-ші деңгейінде шоғырланған, онда температура деңгейі 1530 ± 10 °С құрайды.

0° және + 9° пышақтарды бұрау кезінде шаң-көмір алауының дамуын көзбен бақылау 0° кезінде жануды қатайту процесі жүретінін көрсетті, бұралудың + 9° дейін жоғарылауы алаудың оттықтың аузына тартылуын қамтамасыз етті, ал алау көлемін толтыру және сәйкесінше отын бөлшектерінің жану процесі артты.

3.5 Шаңды ұнтақтаудың жіңішкелігі

Жұмыс бағдарламасы R90 бойынша шаңды ұнтақтаудың оңтайлы жіңішкелігін анықтауға арналған тәжірибелерді жүзеге асыруды қарастырады. Оңтайлы нақтылық механикалық жанбайтын шығындардың минималды қосындысы (q4) және ұнтақтау мен отынды тасымалдау үшін шартты жылу шығыны (qрт) ескеріле отырып анықталады. Тәжірибелердегі R90 мәні шамамен 11-ден 18% -ға дейін өзгерді, ал механикалық жанбайтын шығындар мөлшері 4,2-ден 8,9% -ке дейін өзгерді. Ұнтақтауға және тасымалдауға арналған қондырғы шығындарын ескере отырып, БКЗ - 220-100 қазандық қондырғысы үшін R90 сәйкес шаңды ұнтақтаудың оңтайлы ұсақтылығы 15,0-16,0% құрайды.

3.6 Газ-ауа трассасының жұмыс сипаттамасы

Жанармай шығынының артуына және пешке берілетін ұйымдасқан ауаны тұтынудың артуына байланысты түтін газдарының көлемі ұлғаяды.3

Бұл сорғыштың жетіспеушілігіне әкелуі мүмкін, егер сорғыштың қуаты түтін газының көлемінен төмен болса.

Түтін газдарының қалыпты жағдайдағы сағаттық шығыны, V_{Γ} , $\text{Нм}^3/\text{сағ}$, мына формула бойынша есептеледі:

$$V_{\Gamma} = V_{\Gamma}^0 \cdot B_p, \quad (3.9)$$

мұндағы V_{Γ}^0 – жану өнімдерінің теориялық көлемі, $\text{м}^3/\text{кг}$,
 B_p – отынның жұмыс шығыны, $\text{кг}/\text{сағ}$.

$$V_{\Gamma} = 4,92 \cdot 43000 = 211560$$

Бұл ағынды түтін сорғанға дейін газдардың температурасына жеткіземіз, V_{yx} , $\text{м}^3/\text{сағ}$:

$$V_{yx} = \frac{273 + t_{\text{дс}}}{273} \cdot V_{\Gamma}, \quad (3.10)$$

мұндағы $t_{\text{дс}}$ - түтін сорар алдында шығатын газдардың температурасы, $^{\circ}\text{C}$,
 $t_{\text{дс}}=80^{\circ}\text{C}$.

$$V_{yx} = \frac{273 + 80}{273} \cdot 211560 = 273555$$

Қазандыққа орнатылған д-22х2-0,62 түтін сорғыштың паспорттық өнімділігі 285000 $\text{м}^3/\text{сағ}$ тең.

Жылу есептеуіне сәйкес, қазандықтың номиналды жүктемесі 260 т/с болатын пештің шығысындағы түтін газының температурасы 1250°C құрайды.

Буды қыздырғыштан кейінгі газдардың температурасы (айналмалы камерада) есептеу бойынша 760°C -қа тең.

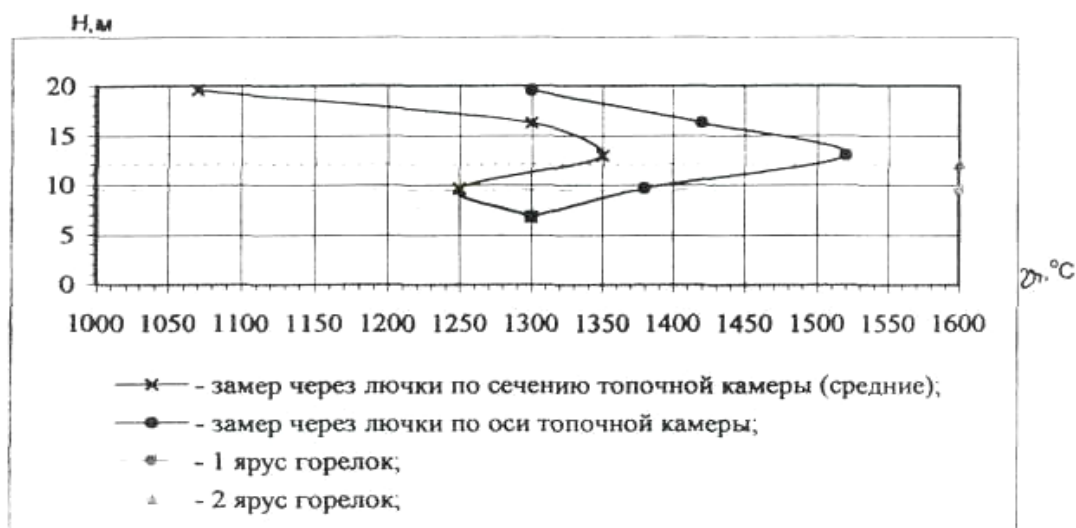
Қазанды баптаудың бастапқы кезеңінде бұрылу камерасында (ВЭ-II сатының алдында) газ температурасының қазандық жақтары бойынша $40-50^{\circ}\text{C}$ дейін елеулі ауытқулары туындауы мүмкін.

Ауа шығындарын ауа балансының баптары бойынша бөліп, қыздырғыштардың оңтайлы бұралуын орнатқаннан кейін газдардың температурасы (орташа) $720-750^{\circ}\text{C}$ аралығында өзгереді, ал газ өткізгіштің бүйірлерінде жүгіру шамалы болады.

Конвективті шахтаның кедергісі (газ жағы бойынша) қазандықтың номиналды жүктемесінде $128 \text{ кгс}/\text{м}^2$ құрайды және есептелген мәннен сәл асады, $\text{күн}=122,1 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

Ауа жылытқыштың алдында суық ауаны алдын ала жылыту үшін үрлемелі желдеткіштің (ыстық ауаны рециркуляциялау) қыздырылған ауаны беру ұйымдастырылған. Ауа жылытқыштың алдындағы қыздырылған ауаның температурасы $45-50^{\circ}\text{C}$ құрайды.

Қазандықтың 260 жүктемесіндегі ауа жылытқыштың есептелген кедергісі 65,2 кгс/м құрайды, шын мәнінде I және II сатылардың ТВП кедергісі есептелген мәннен екі есе асады.



3.5 сурет - Газдың температурасын пештің биіктігі бойынша бөлу

Оттықтардың есептік кедергісі:

- бастапқы ауа үшін $\text{HГ} = 51,4 \text{ кгс} / \text{м}^2$;
- екінші реттік ауа үшін $\text{HГ} = 59,3 \text{ кгс} / \text{м}^2$

3.7 Техникалық-экономикалық көрсеткіштер

Әр түрлі ауа режимінде қазандықтың тиімділігін анықтау режимдік бөлімде (ВЭ-II сатыдан кейін) 1,08-1,25 артық ауа болған кезде және қазандықтың жүктемесі кезінде $D_{\text{пр}} = 250 - 270 \text{ т/сағ}$.

3.6-суретте жаңғыртылатын қазандықтың тиімділігіне ауа режимінің әсерін көрсететін графикалық материал көрсетілген. сәйкес номиналды жүктемедегі оңтайлы артық ауа болуы керек 1,20-5-1,21.

Режимдік қимадағы оттегінің құрамы бойынша қазандықтың ауа режимі 1,4-тен 4,3%-ке дейін өзгерген кезде

- шығатын газдармен жылу шығыны (келтірілген) 0,69% - ға артады ;
- жанармайдың химиялық толық жанбауымен жылу шығыны, яғни CO түзілуі ауаның артық болуымен аяқталады.
- отынның жануы механикалық толық емес болған кезде жылу шығыны 9,99-дан 5,47% - ға дейін төмендейді, артық ауа көбейеді;
- электр қуатын тарту және үрлеу шығыны шамамен 140 кВт-қа артты;

Қазандықтың ТЭП-тің жүктемеге тәуелділігі. Оңтайлы ауа режимі бар қазандықтың нормативтік энергетикалық сипаттамаларын анықтау қазандықтың номиналды жүктемесінде орындалуы мүмкін, ал 200 және 230 т/сағ жүктемелер экстраполяция әдісімен есептеледі.

Қазандықтың техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің жүктемеге графикалық тәуелділігі 3.7 суретте көрсетілген. Графиктерден көруге болады:

- жүктемелердің барлық диапазонында шлактардың физикалық жылуымен (q6) жылу шығыны 0,07% құрады

- қазандықтың қоршауларын сыртқы салқындатудан (q5) жылу шығыны жүктеменің жоғарылауымен 0,67%-ден 0,5%-ке дейін азаяды

- механикалық отын жануының толық емес жылу шығыны (q4) жүктемені төмендетумен азаяды;

- отынның химиялық толық жанбауымен (q3) жылу шығыны, 1,20 артық ауа болған кезде іс жүзінде жоқ, СО шамалы іздері бар;

- шығатын газдармен (q2) жылу шығыны жүктеменің өсуімен 7,70%-тен 7,98%-ге дейін артады

- "Брутто" қазандығының пәк (келтірілген) номиналды жүктемеде 86,59% (есептеу бойынша 93%) құрайды.

Қазанды баптаудың бастапқы кезеңінде бұрылу камерасында (ВЭ-II сатының алдында) газ температурасының қазандық жақтары бойынша 40-50 оС дейін елеулі ауытқулары туындауы мүмкін.

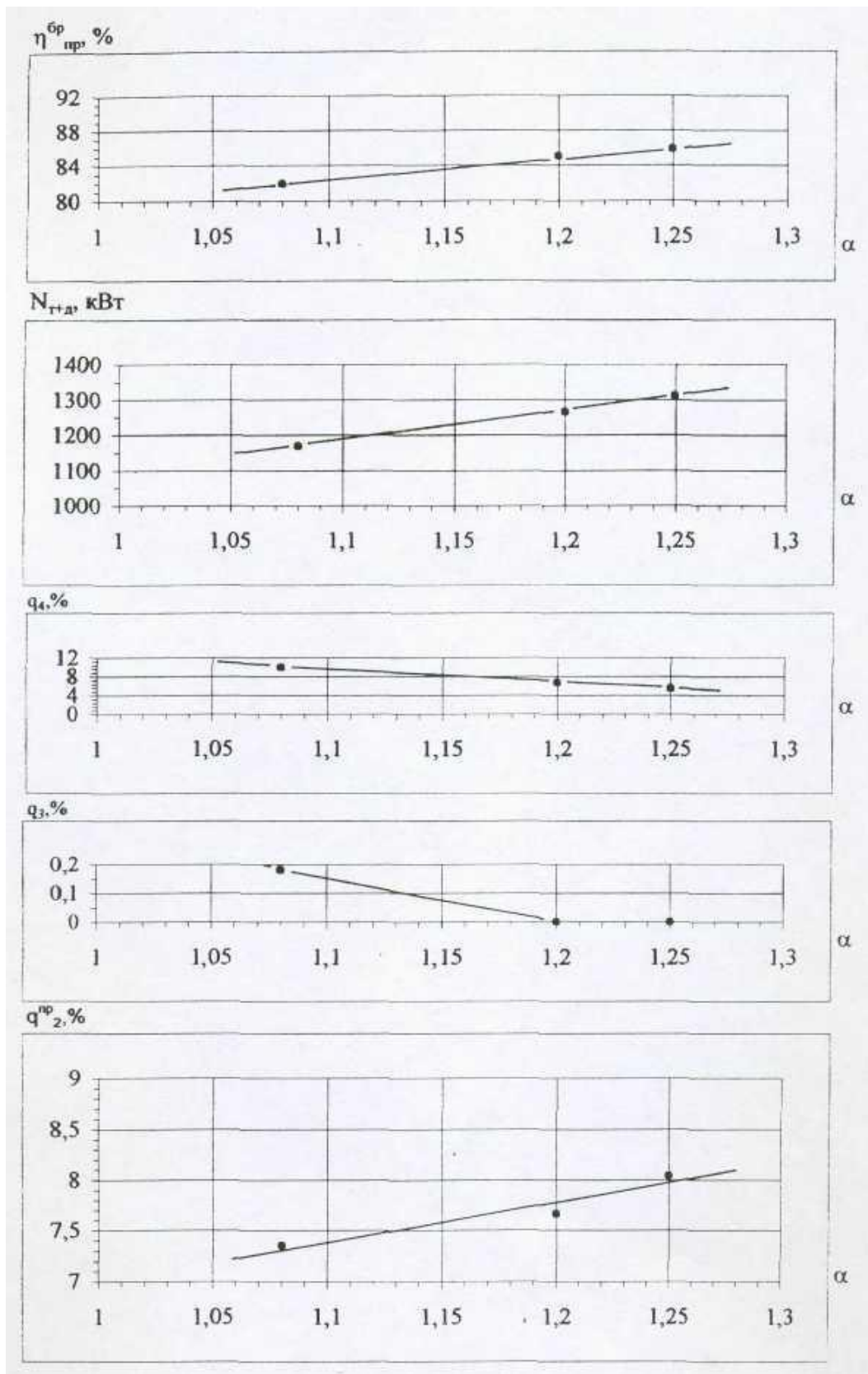
Ауа шығындарын ауа балансының баптары бойынша бөліп, қыздырғыштардың оңтайлы бұралуын орнатқаннан кейін газдардың температурасы (орташа) 720-750 °С аралығында өзгереді, ал газ өткізгіштің бүйірлерінде жүгіру шамалы болады.

Айта кету керек, қазандықтың тиімділігі негізінен q2 және q4 сияқты жылу жоғалтудың екі компонентіне әсер етеді. Шығатын газдармен (q4) жылудың жоғалуына шығатын газдардың есептік температурасына қатысты жоғары әсер етеді.

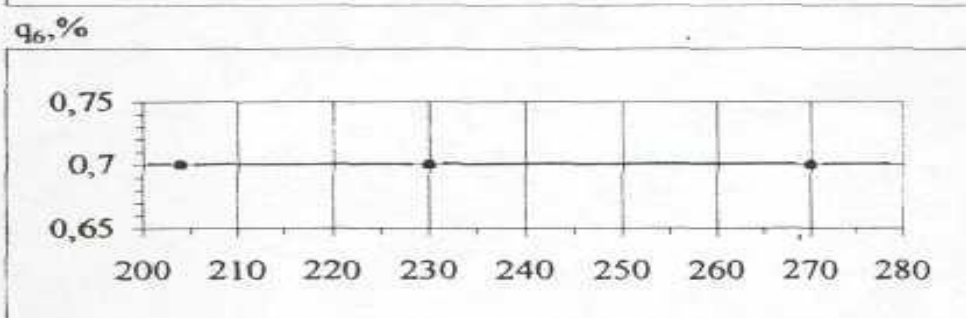
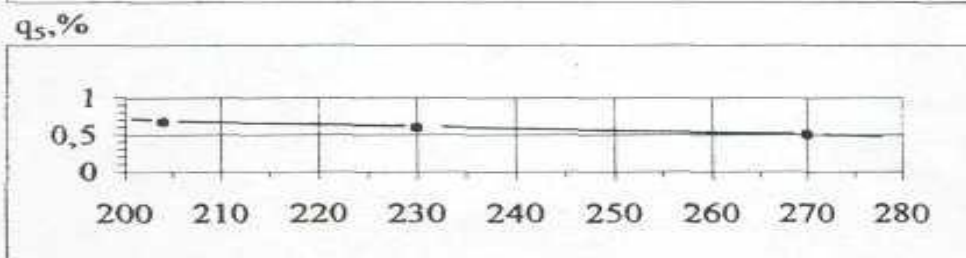
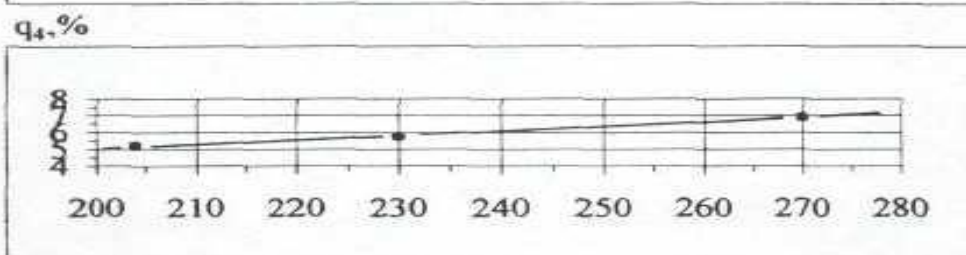
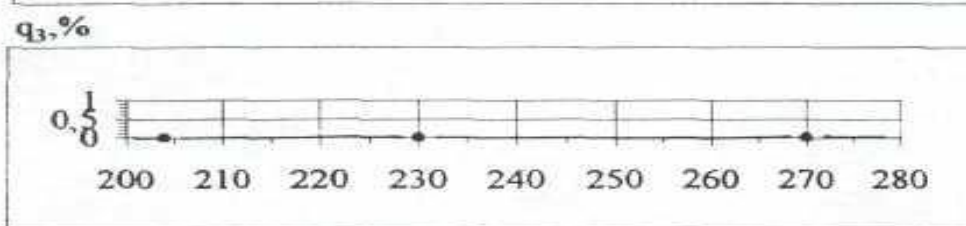
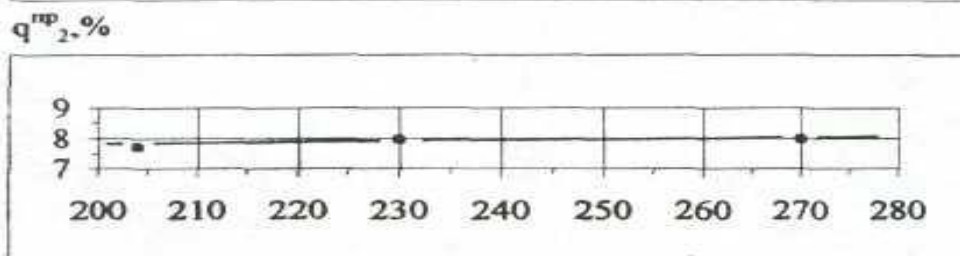
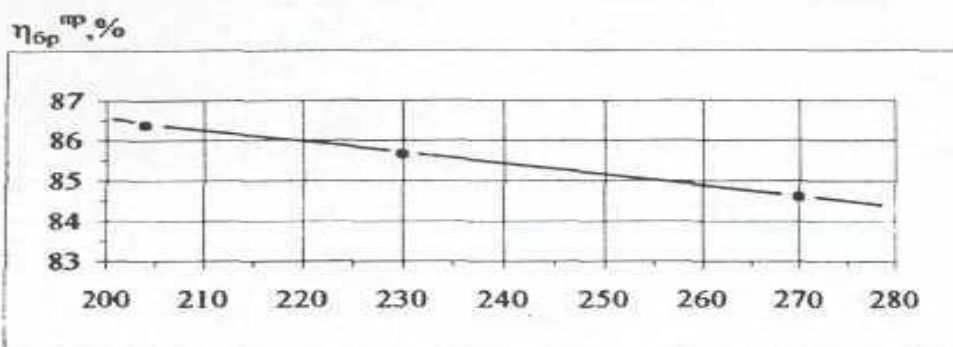
Отынның механикалық күйуімен (q4) жылудың жоғалуы отынның күйіп кетпеген компоненттерінің құрамымен байланысты. Артық ауаның есепіден жоғары ұлғаюы алып кетудегі жанармайдың құрамын төмендетуге мүмкіндік береді, бірақ екінші жағынан қазандықтың өз қажеттіліктеріне (тарту және үрлеу) электр энергиясының шығыны артады.

Қазандықтың қосалқы қажеттіліктері үшін шығындар мен электр энергиясының меншікті шығыны.

3.8 және 3.9 суреттерде электр қуатын тұтынуға, үрлеуге, ұнтақтауға және тасымалдауға, жүктеме, қыздыру қабілеті және отын шығыны үшін графикалық тәуелділіктер көрсетілген.

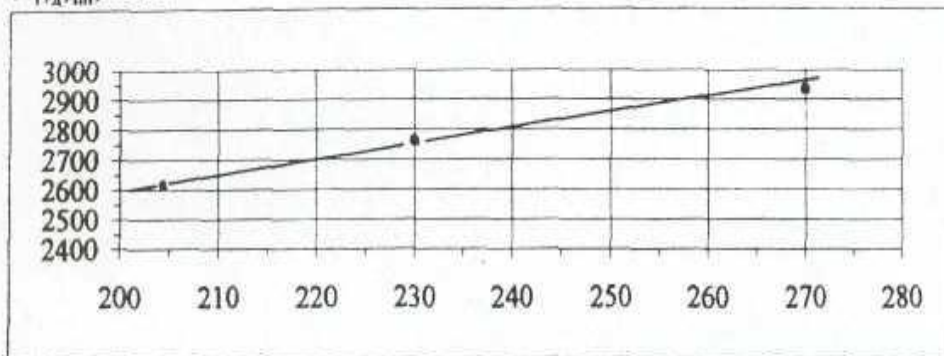


3.6 сурет - Қазандық жұмысының негізгі параметрлерінің ауаның артық коэффициентіне тәуелділігі (ВЭ-П -ден кейін), қазандық жүктемесі $D_{пе} = 250-270$ т / сағ

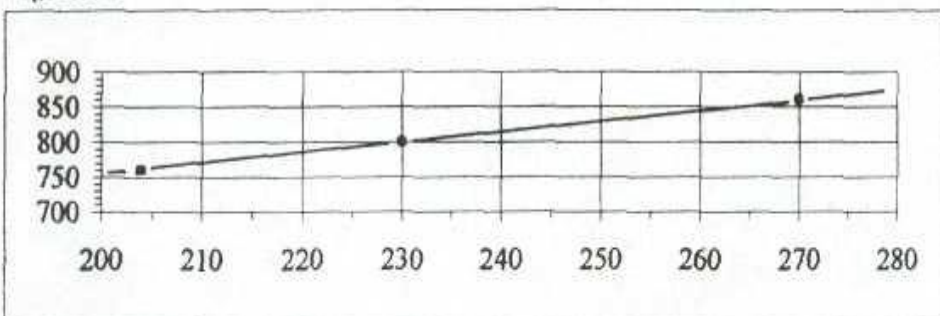


3.7 сурет - Қазандық жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің төмендеген жүктемеге тәуелділігі. Дпр, т / сағ

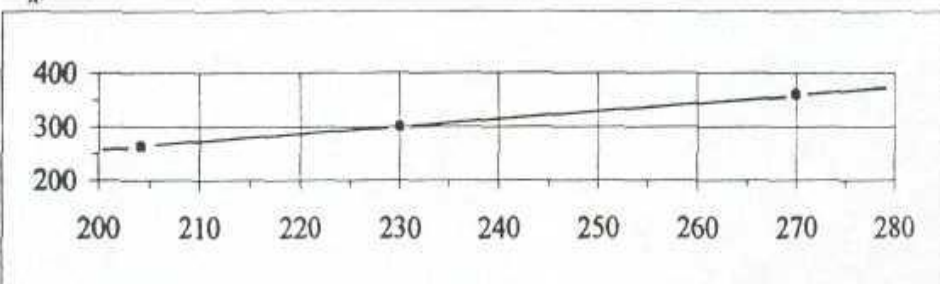
$N_{\Gamma+Д+м}, \text{кВт.ч}$



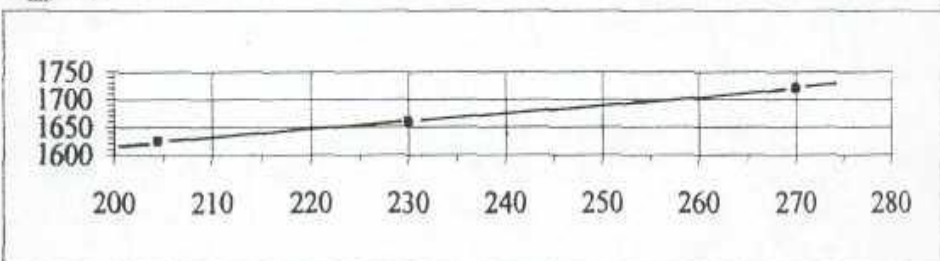
$N_{\Gamma}, \text{кВт.ч}$



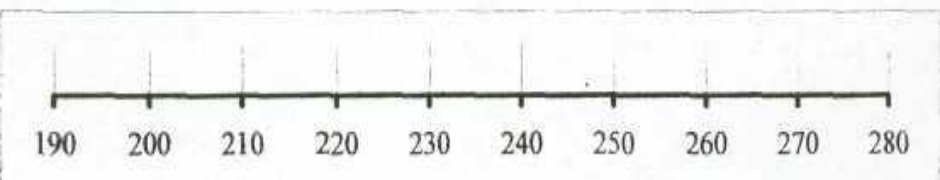
$N_{Д}, \text{кВт.ч}$



$N_{м}, \text{кВт.ч}$

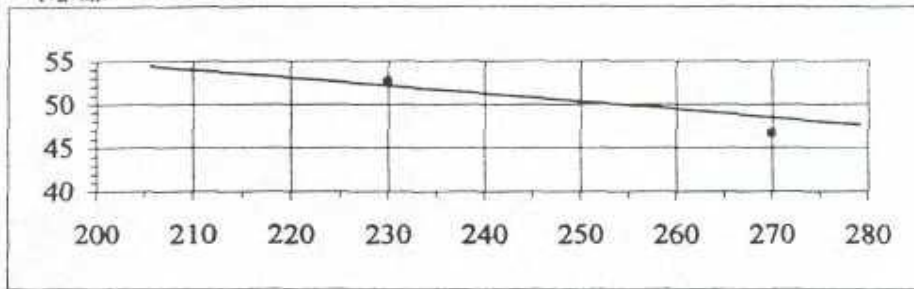


$D_{\text{ис}}^{\text{пр}}, \text{т/ч}$

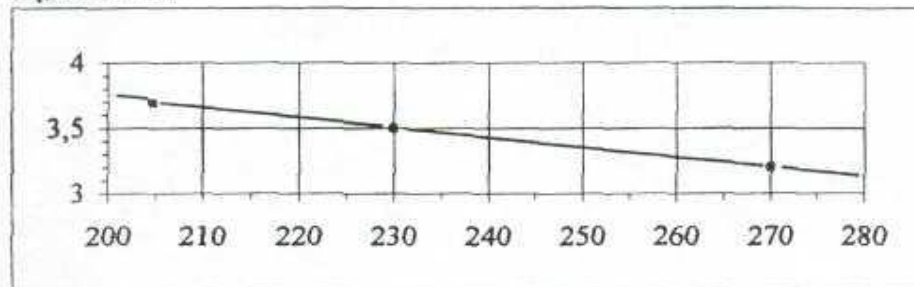


3.8 сурет - Қазандықтың қосалқы қажеттіліктері үшін электр энергиясын тұтынудың жүктеме (төмендетілген) және қазандықтың қыздыру қуатына тәуелділігі

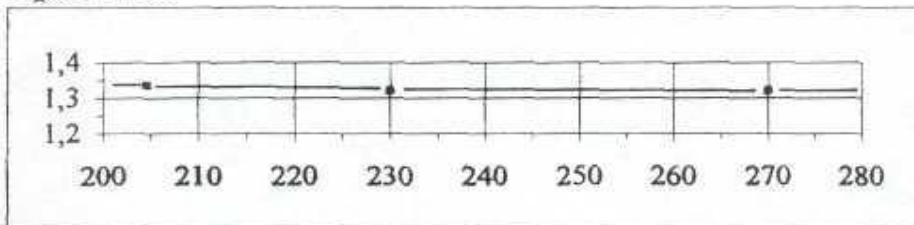
$\Sigma_{т+д+пп}$ кВт.ч/т.п.т



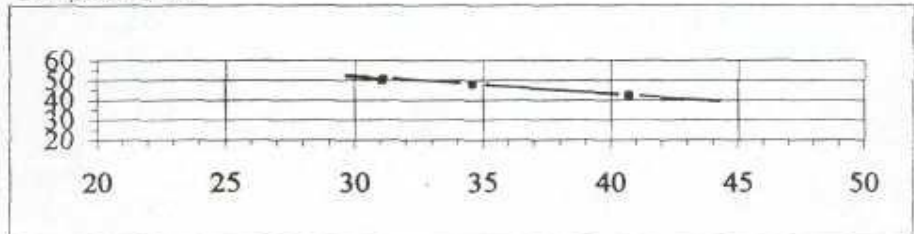
$\Sigma_{т}$ кВт.ч/т.п.



$\Sigma_{д}$ кВт.ч/т.п.

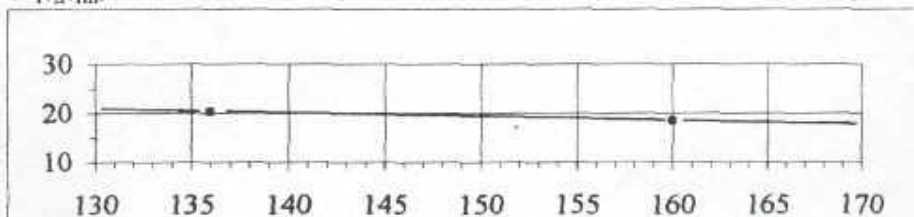


$\Sigma_{пп}$ кВт.ч/т.т.



Расход топлива

$\Sigma_{т+д+пп}$ кВт/Гкал



3.9 сурет - Қазандықтың қосалқы қажеттіліктері үшін электр энергиясының меншікті шығынының жүктемеге (азайтылған) және жылу қазандығына тәуелділігі. Қазанның жылу қуаты, $Q^{бр}$ Гкал / сағ

Графиктерден көріп отырғанымыздай, қазандықтың жүктемесінің артуымен электр энергиясының өзіндік қажеттілігі үшін тұтынуы азаяды. Номиналды жүктеме кезінде тарту және үрлеу үшін нақты шығындар, сәйкесінше, бір тонна буды өндіру үшін 3,20 және 1,32 кВтсағ кұрайды.

3.8 Қазандықтың экологиялық сипаттамасы

Қайта құруға дейінгі қазандықтың экологиялық сипаттамасы. шығарындылары бойынша салыстырмалы талдау жүргізу мақсатында қайта құруға дейін және одан кейін № 4 ст.қазандықтың түтін газдарында NO концентрацияларын өлшеу жүргізілді. Өлшеу жүргізу кезінде қазандықта Екібастұз көмірі басқа отынмен жарықтандырылмай жағылды. Қазандықтың жұмыс режимі режим картасына сәйкес жұмыс істейді. Өлшеу нәтижелері төменде келтірілген:

- қазандықтың номиналды бу өнімділігі, т/сағ - 220;
- өлшеу кезіндегі бу өнімділігі, Т /сағ -2 13;
- қыздырылған будың температурасы, °С - 495;
- қатты қызған будың қысымы, кгс/см²-98;
- теңгерімдік қимадағы артық ауа-1,76;
- NOx концентрациясы ($\alpha = 1,4$ -ке келтірілген), мг / нм³ - 722.

NOx технологиялық басу құралдарымен жабдықталмаған № 4 қазандық бойынша келтірілген деректерден көріп отырғанымыздай, азот оксидтері концентрациясының шамасы қазандықтың осы түрі үшін 470 мг/нм³ тең қолданыстағы нормативтік шамалардан едәуір асады (ГОСТ Р 50831-95 талаптарына сәйкес).

Қайта жаңартылған қазандықтың түтін газдарындағы NOx концентрациясы.

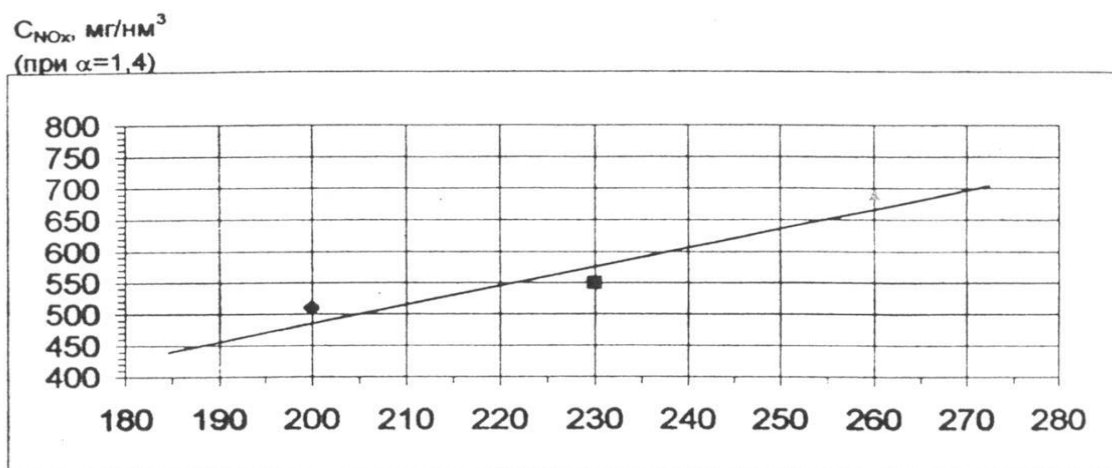
Қазандықты қайта құрудың негізгі мақсаты қолданыстағы жану өлшемдерін сақтай отырып, қазандықтың бу өнімділігін 220-дан 260 т/сағ-қа дейін арттыру болды, бұл ретте жану камерасы мен қимасы көлемінің есептік жылу кернеулері (шамамен 25% - ға) және, тиісінше, белсенді жану аймағындағы температуралық деңгей ұлғаяды.

Қазандыққа енгізілген төменгі үрлеу жүйесі белсенді жану аймағын созуға, оны төмен, суық ваннаның жоғарғы бөлігіне жылжытуға және ондағы температураның жалпы деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді. Төменгі соққы түрінде ұйымдастырылған ауаның бір бөлігін (шамамен 20 %) беру схемасы-бұл қыздырғыштардағы артық ауа коэффициенті аз немесе оған тең болатын қадамдық жану түрі. Сонымен қатар, пештің төменгі бөлігін және қазандықтың суық шұңқырын қож мәселелерін шешті.

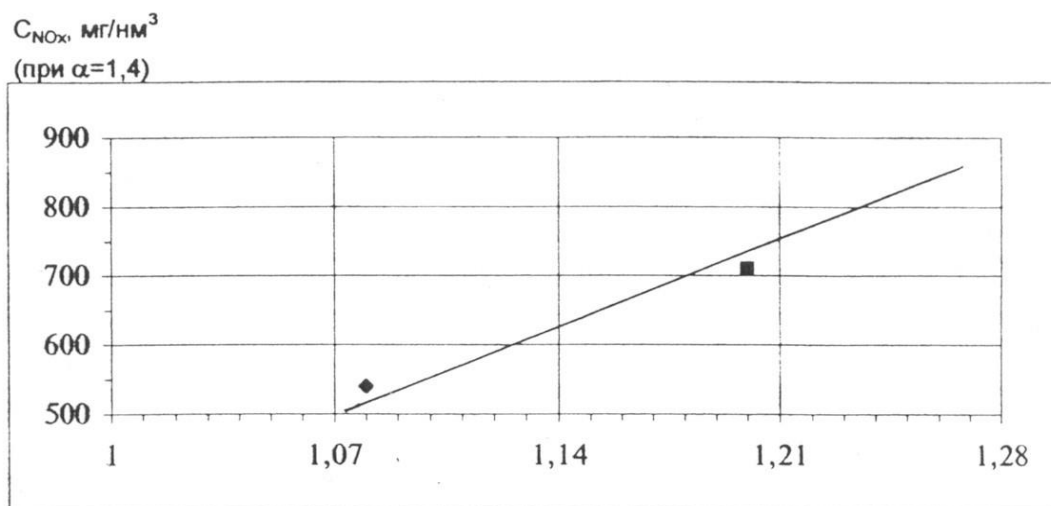
"СиБЦҚТИ-БКЗ" жақ деректері бойынша 200-260 т/сағ қазандық жүктемелерінде сатылы жағу және режимдік қимадағы ($\alpha = 1,20-1,25$) ауаның оңтайлы артық болуы кезінде NOx концентрациясы ($\alpha=1,4$ -ке келтірілген) 490-600 мг/нм³ құрайды.

NOx концентрациясы сынақ кезінде TESTO -342-3 немесе MSI-150 Comract (Германия) типті газ талдағышпен өлшенеді. 3.10-суретте

NOx концентрациясының қазандық жүктемелеріне тәуелділігі көрсетілген.



3.10 сурет - Азот оксидтерінің концентрациясының қазандық жүктемесіне тәуелділігі (азайтылған)



3.11 сурет - $D_{пр} = 255-260$ т / сағ жұмыс бөліміндегі азот оксидтерінің концентрациясының ауадағы артық ауаға тәуелділігі

250-260 т/сағ есептелген жүктеме кезіндегі оңтайлы артық ауаны анықтауға арналған эксперименттерде NOx шығарындыларына артық ауаның әсерін анықтау үшін NOx концентрациясының өлшемдері жүргізілді.

3.11-суретте NOx концентрациясының артық ауаға тәуелділігі көрсетілген. 3.11-суреттен көрініп тұрғандай, жұмыс бөліміндегі ауаның артық мөлшері 1,25-тен 1,08-ге дейін азаюымен, азот оксидтері 860-тан 540 мг /нм³-қа дейін азаяды.

Суретте көрсетілген тәуелділік. 3.10 жүктеме диапазонында 200-260 т/сағ, сызықтық болып табылады, сондықтан $D_{пе} = 215$ т/сағ кезінде түтін газдарындағы азот оксидтерінің концентрациясы 530-540 мг/нм³ құрайды деп болжауға болады. 215 т/сағ қазандық жүктемелеріндегі NOx концентрациясының мәндерін, қайта жаңартудан бұрын және кейін, сәйкесінше 720 және 540 мг/нм³ салыстыра отырып, салыстырмалы төмендеу шамамен 25% құрады.

4 Рудный қаласындағы ЖЭО жабдықтарын технологиялық автоматты бақылау және басқаруды қарастырады

4.1 Командалық-басқару жүйесінің құрылымы

Қабылданған басқару жүйесі тәулік бойына технологиялық жабдықтың жұмыс режимін станциядағы тұрақты жеке құрамның бақылауымен және қосалқы қондырғыларда мерзімді бақылаумен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Суды тазарту станциясының технологиялық жабдықтарын басқаруды ұйымдастыру жергілікті басқару панелдерінен және қазандықпен жабдықталған аспаптық панельден қамтамасыз етілген.

Қосалқы қондырғыларда орналасқан технологиялық жабдықты басқару және тиісті процестің параметрлерін бақылау жергілікті бақылау-өлшеу аспаптары тақталарынан жүзеге асырылады.

Бақылау және бақылау жүйелерінің технологиялық құралдары

Бұл бөлімде келесі параметрлерді басқару қаралады:

Регенеративті жүйе үшін температура, қысым, бу қысымы;

Деаэратордағы температура, қысым;

Деаэратор ыдысындағы су деңгейі;

Қазандықтың суды тұтынуы мөлшерін.

Қазандыққа берілетін судың шығынын өлшеуге арналған құрылғысын есептеу

Бастапқы мәліметтер

- өлшенген орта - су;

- суды тұтыну мөлшері – $Q_n=260000$ кг/ч;

- саңылау алдындағы су қысымы – $P_n = 13$ кгс/см²;

- саңылау алдындағы судың температурасы – $T_n=45$ °С;

- құбырдың ішкі диаметрі – $D_{20}=311$ мм;

- құбыр материалы - болат маркасы 12ХМФ.

Есептеу үшін жетіспейтін деректерді анықтау

Құбырдың термиялық кеңеюі үшін түзету коэффициенті $\kappa_t'' = 1,0071$.

Құбырдың ішкі диаметрі $D_{вн}$, мм формула бойынша анықталады

$$D_{вн} = \kappa_t'' * D_{20} \quad (4.3.1)$$

$$D_{вн} = 1,0071 * 311 = 313,2, \text{ мм.}$$

Жұмыс жағдайындағы судың динамикалық тұтқырлығы $\mu = 10 * 10^{-6}$ кгс/см²

Адиабаталық көрсет. $\chi = 1,4$

Тар құрылғының түрі - диафрагма, материал 1X18Н9Т.

Дифференциалды манометрдің түрі мен түрі - мембраналық дифференциалды манометр ДМ. $D_{мп}$, м³/ч

Дифференциалды манометрді өлшеудің жоғарғы шегі $D_{мп}$, м³/ч

$$Q_{мп} = Q_{п} * \nu, \quad (4.3.2)$$

$$Q_{мп} = 260000 * 0,0011 = 300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Мұндағы ν - судың меншікті көлемі $\nu = 0,001 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Дифференциалды манометрдің номиналды дифференциалды қысымын анықтау C көмекші мәні формула бойынша анықталады

$$C = \frac{Q_{мп} * \sqrt{\rho}}{0,01252 * D^2}, \quad (4.3.3)$$

$$C = \frac{300 * \sqrt{997}}{0,2109 * 311^2} = 7,82$$

Өлшеудің таңдалған жоғарғы шекарасына тең ағын жылдамдығындағы рұқсат етілген қысымның жоғалуы $\Delta P_{п}$, кгс/см², өрнектен табамыз

$$\Delta P_{п} = 0,5 * \left(\frac{Q_{мп}}{Q_{п}} \right)^2, \quad (4.3.4)$$

$$\Delta P_{п} = 0,5 * \left(\frac{300}{260000} \right)^2 = 0,6.$$

Дифференциалды манометрдің максималды номиналды дифференциалды қысымы $\Delta P_{п} = 2500 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

Модульдің шамамен мәні $m = 0,2494$, номограмма бойынша.

Рейнольдс саны Re , формула бойынша есептейміз

$$Re = 0,0361 * \frac{Q_{п} * \rho}{D_{вн} * \mu}, \quad (4.3.5)$$

$$Re = 0,0361 * \frac{300 * 997}{311 * 10 * 10^{-6}} = 9,6 * 10^6$$

Минималды Рейнольдс нөмірі $Re_{мин} = 30000$, т.к. $Re > Re_{мин}$, т.е. $9,6 * 10^6 > 30000$ сондықтан біз есептеуді жалғастырамыз.

$$\Delta P = \Delta P_H, \quad (4.3.6)$$

$$2500 = 2500 \text{ кгс/м}^2$$

Көмекші мөлшер $m\alpha$, формула бойынша есептейміз

$$m\alpha = \frac{C}{\sqrt{\Delta P}}, \quad (4.3.7)$$

$$m\alpha = \frac{7,82}{\sqrt{2500}} = 0,1564$$

Диафрагманың температурадағы ашылу диаметрі $t=20^\circ\text{C}$ d_{20} , мм, формула бойынша есептейміз

Есептеуді тексеру

Ағынның жылдамдығын табымын $\alpha = 0,627$

Қысымның ең жоғары төмендеуіне сәйкес келетін ағын өрнектен табамыз

$$Q_{\text{НОМ}} = 0,01252 * \alpha * d_{20}^2 * \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \quad (4.4.1)$$

$$Q_{\text{НОМ}} = 0,01252 * 0,627 * 155,31^2 * \sqrt{\frac{2500}{997}} = 299,84 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Есептеу қателігін анықтаймыз, %

$$\Delta = \frac{Q_{\text{мн}} - Q_{\text{НОМ}}}{Q_{\text{мн}}} * 100\%, \quad (4.4.2)$$

$$\Delta = \frac{300 - 299,84}{300} * 100\% = 0,05\%.$$

Алынған қателік рұқсат етілген мөлшерден аспайтындықтан $\Delta_{\text{доп}} = 0,2\%$, онда біз есептеудің дұрысшықты деп қорытынды жасай аламыз.

5 ЖЭО электр және жылу энергиясын жіберудің өзіндік құнын анықтау

ЖЭО-ның жылдық энергия жіберуін анықтау

Есептеу үшін бастапқы мәліметтер:

электр энергиясын өндірудің жылдық көлемі - $\mathcal{E}_{\text{өнд}} = 592$ млн. кВт * сағ;

жылу энергиясын өндірудің жылдық көлем - $Q_{\text{өнд}} = 1940$ мың. Гкал;

бір кВт сағ электр энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның үлестік шығысы - $b_{\text{э}} = 250$ ш. о. г/кВт * сағ;

бір Гкал жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның үлестік шығысы - $b_{\text{ж}} = 210$ ш. о. кг/Гкал;

Электр стансасының жұмысы кезінде өндірілетін энергияның бір бөлігі стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалады. Электр энергиясының бұл шығысы қондырғының типіне және оның бірлік қуатына, қолданатын отын түріне, негізгі және көмекші қондырғылардың техникалық жетілу дәрежелеріне және стансада техника мен қаржы саясатын дұрыс жүргізуге байланысты болады. Стансаның өзіндік мұқтажына жұмсалатын электр энергиясының шығысы - 6 дан 16%-ға дейін.

Есептерде өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр энергиясының шығынын – 7-9% ($\mathcal{E}_{\text{ө.м.}}$), ал жылу энергиясына - 0,5- 1% ($Q_{\text{ө.м.}}$) деп қабылдау керек.

Электр және жылу энергияларының жылдық жіберулері келесі кейіптемелермен анықталады.

$$\mathcal{E}_{\text{жіб}} = \mathcal{E}_{\text{өнд}} * (1 - \mathcal{E}_{\text{ө.м.}}), \text{ млн. кВтсағ}, \quad (5.1.1)$$

$$\mathcal{E}_{\text{жіб}} = 592 * (1 - 0.07) = 551 \text{ млн. кВт * сағ}$$

$$Q_{\text{жіб}} = Q_{\text{өнд}} * (1 - Q_{\text{ө.м.}}), \text{ мың Гкал}, \quad (5.1.2)$$

$$Q_{\text{жіб}} = 1940 * (1 - 0.01) = 1920 \text{ мың Гкал}$$

мұндағы: $\mathcal{E}_{\text{өнд}}$ және $Q_{\text{өнд}}$ – электр және жылу энергиясының жылдық өндірілуі.

Отынға жұмсалатын шығынды анықтау

Электр және жылу энергияларын өндіруге жұмсалатын жылдық отын шығыны

$$B_{\text{э}} = \mathcal{E}_{\text{о}} * b_{\text{э}}, \text{ мың ш.о.т.}, \quad (5.2.1)$$

$$B_{\text{э}} = 592 * 250 = 148 \text{ мың ш. о. т.}$$

$$B_{\text{ж}} = Q_{\text{о}} * b_{\text{жс}} \text{ мың ш.о.т.} \quad (5.2.2)$$

$$B_{\text{ж}} = 1940 * 210 = 407 \text{ мың ш. о. т.}$$

ЖЭО-ның жалпы отын шығыны

$$V_{\text{ш}} = V_{\text{э}} + V_{\text{ж}}, \text{ мың ш.о.т.} \quad (5.2.3)$$

$$V_{\text{ш}} = 148 + 407 = 555 \text{ мың ш. о. т.}$$

Отынға және оның тасымалына жұмсалатын шығындар табиғи отын бойынша анықталса, онда отынның шығысы бойынша анықталған шамаларды табиғи отынға айналдыру керек.

Табиғи отынның шығысы келесі түрде болады

$$V_{\text{т}} = V_{\text{ш}} : K_{\text{а}}, \text{ мың т.о.т.} \quad (5.2.4)$$

$$K_{\text{а}} = Q_{\text{б}}/7000 \quad (5.2.5)$$

$$V_{\text{т}} = 555 / \frac{5000}{7000} = 777 \text{ мың т. о. т.}$$

мұндағы: $K_{\text{а}}$ - шартты отынды табиғи отынға аудару еселеуіші шартты және табиғи отынның жылу шығару қабілетінің қатынасынан шығады .

Қатты отынның бір т.о.тоннасын тасымалдауға жұмсалатын шығындар

$$B_{\text{тасым}} = 8,5 * 1,4 = 11,9 \text{ теңге/т.о.т.}$$

Отынға жұмсалатын шығын құраушысы төмендегі кейіптемемен табылады

$$Ш_{\text{отын}} = V_{\text{т}}(B_{\text{отын}} + B_{\text{тасым}}), \text{ млн. теңге.} \quad (5.2.6)$$

$$Ш_{\text{отын}} = 777 * 11,9 = 9246,3 \text{ млн. теңге.}$$

Отынды қолданудың ПӘЕ-ін есептеу

ПӘЕ-і бірге тең құрылғыда 1 кВт×сағ электр энергиясын алуға 123 ш.о.г, ал 1 Гкал жылу энергиясына - 143 ш.о.кг қажет. Өзіндік мұқтаждыққа жұмсалатын электр және жылу энергиясының шығындарын отынды пайдалы еселеуіші

$$\text{ПӘЕ}_{\text{э}} = 123 : b_{\text{э}} * 100\%, \quad (5.3.1)$$

$$\text{ПӘЕ}_{\text{э}} = \frac{123}{250} * 100\% = 49,2\%$$

$$\text{ПӘЕ}_{\text{ж}} = 143 : b_{\text{ж}} * 100\%. \quad (5.3.2)$$

$$ПӘЕ_3 = \frac{143}{210} * 100\% = 68,09\%$$

Стансаның отынды пайдалану еселеуіші төмендегідей болады

$$ПӘЕ = \frac{0,86 * Э_{жіб} + Q_{жіб}}{7 * B} * 100\%. \quad (5.3.3)$$

$$ПӘЕ = \frac{0,86 * 551 + 1920}{7000} * 100\% = 34,21\%$$

мұндағы 0,86 – электр энергиясын жылуға аудару еселеуіші;
7 – шартты отынның жылу шығару қабілеттілігі, 7000 ккал/кг.

Суға жұмсалатын шығындарды есептеу

ЖЭО-да су шығыр шықтандырғыштарында буды салқындатуға, жылумен қамдау жүйелерін толықтыруға, генераторлар мен трансформаторлардың салқындатылуына, күлді тазалауға және т.б. шығындалады. Күрделі есептер үшін сумен қамдаудағы шығындар келесідегідей табылады

$$Ш_c = Э_c (1,4 - 1,6), \text{ млн. теңге.} \quad (5.4.1)$$

$$Ш_c = 592 * 1,5 = 888 \text{ млн. теңге}$$

Еңбекақы шығындарын есептеу

Өндірісте және қызмет көрсететін ЖЭО-ының өнеркәсіптік-өндірістік персоналға (ӨӨП) жұмсалатын еңбекақыларды анықтау үшін оның санын білу қажет. ӨӨП-лар - пайдалану, жөндеу және әкімшілік-басқару деп жіктеледі. Олардың саны негізінен негізгі энергетикалық қондырғының қуаты мен санына, қолданатын отын түріне, жөндеу жүргізу тәсілдеріне тәуелді болады.

ӨӨП санын электр стансасында 1 МВт орнатылған электр қуатына қанша адам саны кететінін көрсететін штаттық еселеуіш арқылы анықтауға болады. Стансаның орнатылған электр қуатын осы қуатты пайдаланудың максималды сағат саны және электр энергиясын жылдық өндіру шамасы арқылы анықтауға болады, яғни

$$N_{\text{орн}} = \frac{Э_{\text{өнд}}}{T_{\text{м}}}, \text{ МВт.} \quad (5.5.1)$$

$$N_{\text{орн}} = \frac{592 * 10^3}{6000} = 98,6 \text{ МВт.}$$

Орнатылған қуатты пайдаланудың максималды сағат саны T_m -ді есепте 5500 сағат деп аламыз. Жоғарыда айтылып өткендей, студенттерге нұсқа жетпеген жағдайда T_m санын 5000 сағат (оңтүстік аймақтар) және 6000 сағат (солтүстік аймақтар) деп түзетеміз. ЖЭО жылу энергиясын - жалпы тұрғын үй және қоғамдық құрылыс аймағын жылуландыру және ыстық сумен қамтамасыз етуге жібереді.

Қазақстанның кейбір стансаларындағы жұмысшылардың саны туралы әдеби және іс-жүзіндегі мәліметтер бойынша штаттық еселеуіштің орташа мәндерін алуға болады ($K_{шт}$): орнатылған қуаты 500 МВт-тан жоғары ЖЭО үшін - 1,3 - 1,5 адам/МВт, қуаты 500 МВт-тан аз болса – 1,6 - 1,8 адам / МВт. Тапсырмада көрсетілгендей ЖЭО табиғи газбен жұмыс істегенде $K_{шт}$ шамасы 15 - 20 % - ға төмендейді.

Стансаның қызметкерлер саны төмендегідей анықталады

$$ҚС = K_{шт} * K_{орн}, \text{ адам.} \quad (5.5.2)$$

$$ҚС = 1,5 * 98,6 = 148 \text{ адам}$$

Еңбекақының қосынды қорына кіретіндер:

- негізгі еңбекақы ($Ш_{неа}$), оған энергияны өндірудің технологиялық үрдісте айналысатын жұмысшылардың еңбекақысы кіреді, сонымен қатар жұмыс істелген уақытпен байланысты (тарифтік мөлшерлемелер және міндетті айлық ақылар, еңбекақы қорынан алынатын жұмысшылардың сыйақылары, мерекелік күндер мен түнгі уақыттағы жұмыс үшін төленетін қосымша төлемдер және т.б.) ақылар да кіреді.

- қосымша еңбекақыға ($Ш_{кеа}$) жұмыс уақытына байланысты емес (кезекті, қосымша және оқуға байланысты демалыстарға және мемлекеттік міндеттерді орындауға байланысты төлемдер және т.б.) төлемдер кіреді.

- еңбекақыдан алынатын төлемдерге ($Ш_{саа}$) әлеуметтік салықтар және зейнеткерлік қорға түсетін аударылымдар кіреді.

Еңбекақының қосынды қорын анықтайтын кейіптеме мынаған тең

$$Ш_{са} = Ш_{неа} + Ш_{кеа} + Ш_{саа}, \text{ млн. теңге.} \quad (5.5.3)$$

$$Ш_{неа} = 148 * 1200000 = 177,6 \text{ млн. теңге}$$

$$Ш_{кеа} = 177,6 * 0,1 = 17,76 \text{ млн. теңге}$$

$$Ш_{са} = 177,6 + 17,76 = 195,36 \text{ млн. теңге}$$

Орташа жылдық негізгі еңбекақының шамасы $Ш_{саа}$ бір қызметкерге 800-1000 мың теңге деп қабылданады. $Ш_{кеа}$ шамасы $Ш_{неа}$ шамасының 10-15 % мөлшеріне тең деп алынады.

Еңбекақыдан алынатын аударылымдар $\Pi_{\text{саа}}$ (әлеуметтік салық және зейнеткерлік қорға аударымдар) $\Pi_{\text{неа}}$ және $\Pi_{\text{кеа}}$ қосындысының 21.5% мөлшеріне тең деп қабылданады.

Амортизациялық аударылымдарды есептеу

Амортизациялық аударылымдар жабдықтардың табиғи және моральдық тозуын қаржылай орнын толтыру екені белгілі және күрделі жөндеу жүргізу мен тозған жабдықтардың орнына жаңа жабдықтар алуға (реновация) жұмсалады. Амортизациялық аударылымдар стансаның қосынды капиталдық салымдар шамасынан (әдетте әдебиеттерде аталатын: негізгі өндірістік қорлар, мекемелердің негізгі активтері, негізгі капитал) пайызбен алынады. Әрбір жабдыққа жұмыс уақытына және өндірістік үрдістегі өндірістік қорлардың тағайындалуына байланысты амортизациялаудың өз нормалары белгіленген. Амортизацияның шектік нормалары ҚР Президентінің №2235 24.04.95 ж., заң күшіне ие Қаулысына байланысты белгіленеді, амортизация нормаларын одан жоғары қолдануға болмайды.

Негізгі өндірістік қорлар (капиталдық салымдар) бағасын анықтау үшін алдын ала есептеулер жүргізгенде ТМД елдері мен шет елдерде меншікті капитал салымдары көрсеткіші $K_{\text{менш}}$ кеңінен қолданылады. Оның мәні тіпті бір типті стансалар ішінде блоктарының қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отынның түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда жатады. Есептеулерде $K_{\text{менш}}$ шамасы белгіленген қуаты 800 МВт, ЖЭО үшін - 500 \$/кВт, 200 МВт - ЖЭО үшін - 800 \$/кВт деп қабылданады. Осы қуаттары диапазонына жататын стансалар үшін $K_{\text{менш}}$ сәйкес үлесте қабылданады. АҚШ долларының бағасын есептеуде 180 -185 теңге деп қабылдау керек

$$K = K_{\text{менш}} * N_{\text{орн}}, \text{ млн. теңге.} \quad (5.6.1)$$

$$K_{\text{менш}} = 800 * 98,6 = 78 \text{ млн. теңге}$$

$$K = \frac{78 * 98,6 * 1000}{1000000} = 7,6 \text{ млн. теңге}$$

Орташа есеппен блоктардың және стансаның жалпы қуатына, пайдаланылатын отын амортизациялау нормасы 6 - 8 % болады.

$$\Pi_a = 0,07 * K, \text{ млн.теңге} \quad (5.6.2)$$

$$\Pi_a = 0,06 * 7,6 = 456000 \text{ теңге}$$

Ағымдағы жөндеу шығындарын есептеу

Бұл шығын құраушысына өндірістік жабдықтарға ағымдағы жөндеу жүргізуге кететін шығындардан басқа техникалық қарап шығуға және шығындар жатады

$$\text{Ш}_{\text{ж}} = 0,15 * \text{Ш}_{\text{а}}, \text{ млн.теңге.} \quad (5.7.1)$$

$$\text{Ш}_{\text{ж}} = 0,15 * 456000 = 68400 \text{ теңге}$$

Шығарындыларға төлемдерді есептеу

Зиянды заттарды шығаруға төленетін ақы мөлшері шығарындылар көлеміне байланысты. Біздің жағдайда, бұл құраушыны жұмыс істеп тұрған стансалармен салыстыра отырып, ұқсастық әдісімен анықтаған жөн. Екібастұз көмірін жаққан кездегі шығарындыларға төлем мөлшері бір табиғи отын тоннасы үшін 150-180 теңге шегінде болатыны анықталған, онда

$$\text{Ш}_{\text{шығ}} = (150-180) * \text{В}_{\text{т}}, \text{ млн.теңге.} \quad (5.8.1)$$

$$\text{Ш}_{\text{шығ}} = 160 * 777 = 124320 \text{ теңге}$$

Жалпы стансалық және цехтық шығындарды есептеу

Бұл құраушы әкімшілік-басқармалық шығындарды (еңбекақы, кеңселік шығындар, іс сапарлық шығындар), жалпы өндірістік (ұстап тұру, амортизация, жалпы стансалық құралдарды ағымдағы жөндеу, сынақтар, зерттеулер, ұтымды пайдалану және еңбекті қорғау), мақсатты шығындарға аударылымдар цехтарға қызмет көрсету және оларды басқару.

Ауқымды есептеулер үшін мына кейіптемені пайдалануға болады

$$\text{Ш}_{\text{жалпы}} = (0,2) * (\text{Ш}_{\text{а}} + \text{Ш}_{\text{са}} + \text{Ш}_{\text{тасым}}) \text{ млн. теңге.} \quad (5.9.1)$$

$$\text{Ш}_{\text{жалпы}} = 0,2 * (195,36 + 456000) = 45 \text{ млн. теңге}$$

Энергия жіберудің өзіндік құнын есептеу

ЖЭО-ның электр және жылу энергияны өндіруіне байланысты шығындарды осы құраушылар бойынша бөлу қажет. Бұл шығындарды бөліп тарату еселеуіштері бойынша жүргізіледі

$$K_6 = \frac{\text{В}_э}{\text{В}_ш} \quad (5.10.1)$$

$$K_6 = \frac{148}{555} = 0,26$$

5.1 Кесте - Электр және жылу энергиясын өндіруге кететін шығындар құраушылары

Шығындар құраушылары	Ш, жалпы, млн.тг	Ш _э , эл.энергиясы млн.тг	Ш _ж , жылу, млн.тг
Отын, Ш _{отын}	9246,3	2404,04	6842,26
Су, Ш _с	888	230,88	657,12
Еңбек ақы қоры, Ш _{са}	195,36	50,7936	144,5664
Амортизациялық аударым, Ш _а	0,456000	0,11856	0,33744
Жөндеу, Ш _ж	0,068400	0,017784	0,050616
Жалпы стансалық, Ш _{жс}	45	11,7	33,3
Шығарындыларға төлем, Ш _{шығ}	0,124320	0,0323232	0,0919968
Барлық шығындар	18232,12	4740,36	13491,76

Электр энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады

$$S_{\text{э}} = \frac{\text{Ш}_{\text{отын}} + \text{Ш}_{\text{с}} + \text{Ш}_{\text{са}} + \text{Ш}_{\text{а}} + \text{Ш}_{\text{ж}} + \text{Ш}_{\text{жс}} + \text{Ш}_{\text{шығ}}}{\text{Э}_{\text{жіб}}}, \text{ теңге/кВтсағ.} \quad (5.10.2)$$

$$S_{\text{э}} = \frac{4740,36}{551} = 8,603 \text{ теңге/кВт * сағ}$$

Жылу энергиясын жіберудің өзіндік құны төмендегідей анықталады

$$S_{\text{ж}} = \frac{\text{Ш}_{\text{отын}} + \text{Ш}_{\text{с}} + \text{Ш}_{\text{са}} + \text{Ш}_{\text{а}} + \text{Ш}_{\text{ж}} + \text{Ш}_{\text{жс}} + \text{Ш}_{\text{шығ}}}{\text{Q}_{\text{жіб}}}, \text{ теңге/Гкал.} \quad (5.10.3)$$

$$S_{\text{ж}} = \frac{13491,76}{1920} = 7,026 \text{ теңге/Гкал}$$

$$PP = \frac{5476,18}{2531,12} = 2,16 \text{ жыл}$$

БКЗ-220-100 қазандық агрегатын қайта жаңарту және жаңғырту оның жылу қуатын арттыру мақсатында, ал барлық бес қазандықты, жалпы станцияның жылу қуатын қайта жаңарту кезінде жүргізілді.

5.2 Кесте - Бастапқы мәліметтер

Көрсеткіштің атауы	Белгіленуі	Бірлік айн.	Мәні
1	2	3	4
Жаңғыртудан кейін қазандықтардан сағаттық жылу беруді ұлғайту	$\Delta Q_{\text{ч}}$	Гкал/ч	23,73
Жаңғыртылған қазандықтардың саны	m	шт.	5
Ғылыми-зерттеу жобалау және конструкторлық жұмыстарға арналған шығындар	$K_{\text{м}}^{\text{I}}$	тг	$2394 \cdot 10^3$
Материалдар, қосалқы бөлшектер және т. б. құны	$K_{\text{м}}^{\text{II}}$	тг	$5586 \cdot 10^3$
Амортизациялық аударымдардың нормасы	$\alpha_{\text{ам}}$	%	8
Өз мұқтаждарына электр энергиясының шығыны	$\beta_{\text{д}}^{\text{сн}}$	%	10
Жылуландыру циклі бойынша электр энергиясын үлестік өндіру	y	(кВтч/Гкал)	58,6
Жылу турбиналарының жылу қуатын пайдалану сағаттарының саны	$h_{\text{а}}$	ч/год	4571
ЖЭО орналасқан аудандағы электр энергиясының тұйықталатын шығындары: базистік аймақ маневрлік аймақ	$\Phi_{\text{б w}}$ $\Phi_{\text{пер w}}$	тг/(кВтч) тг/(кВтч)	2,8 3,1
Жылу босатуға шартты отынның үлестік шығысы	$B_{\text{д}}^{\text{а}}$	кг/Гкал	269,43
Электр энергиясын босатуға шартты отынның үлестік шығысы	$B_{\text{д}}^{\text{w}}$	г/(кВт·ч)	324,85
Энергия жүйесіндегі жылу тарифі	Ц _а	тг/Гкал	1594
Тұтынылатын электр энергиясының 1 кВт үшін тарифтік мөлшерлеме	Ц _w	тг/(кВт·ч)	4,19
1т шартты отынның нақты бағасы	Ц _{тw} =Ц _{та}	тг/т	1548
Экономикасы төмен агрегаттар орнатылған электр станциясындағы 1т шартты отынның нақты бағасы	Ц _{тмэ}	тг/т	1719
Пайдадан аударымдар	ΔH	тг/год	$7660 \cdot 10^3$

Жылыту циклы үшін электрмен жабдықтаудың өсуі $\Delta W_{\text{тф}}$, (кВтсағ) / жыл:

$$\Delta W_{\text{тф}} = \Delta Q_{\text{ч}} \cdot h_{\text{а}} \cdot y \cdot (1 - \beta_{\text{д}}^{\text{сн}}), \quad (5.11.1)$$

$$\Delta W_{\text{тф}} = 23,73 \cdot 4571 \cdot 58,6 \cdot (1 - 0,1) = 57 \cdot 10^5$$

мұндағы $\Delta Q_{\text{ч}}$ - модернизациядан кейінгі қазандықтардан сағаттық жылу берудің өсуі, Гкал / сағ;

h_a - жылу турбиналарының жылу қуатын пайдалану сағатының саны, сағ / жыл;

u - жылыту циклі үшін меншікті энергия өндірісі, (кВтсағ / Гкал);

$\beta_{\text{д}}^{\text{сн}}$ - өз қажеттіліктеріне электр энергиясын тұтыну, %.

Іс-шараларға арналған күрделі салымдар, $K_{\text{м}}$, тг:

$$K_{\text{м}} = K_{\text{м}}^{\text{I}} + m \cdot K_{\text{м}}^{\text{II}}, \quad (5.12.1)$$

$$K_{\text{м}} = 2364000 + 5 \cdot 5586000 = 60324 \cdot 10^3$$

мұндағы $K_{\text{м}}^{\text{I}}$ – зерттеу және жобалау жұмыстарының құны, тг;

$K_{\text{м}}^{\text{II}}$ - материалдардың, қосалқы бөлшектердің және т.с.с. құны;

m - жаңартылған қазандықтардың саны.

Модернизациялаумен байланысты жылдық пайдалану шығындары, $I_{\text{м}}$, тг / жыл:

$$I_{\text{м}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{м}}^{\text{II}}, \quad (5.13.1)$$

$$I_{\text{м}} = 0,08 \cdot 30324 \cdot 10^3 + 0 = 2426 \cdot 10^3$$

мұндағы $I_{\text{м}}^{\text{II}}$ - қосымша пайдалану шығындары, тг / жыл;

$I_{\text{ам}}$ - амортизациялық аударымдар, теңге / жыл:

Тұтынушыларға жылу берудің артуы, ΔQ , Гкал / жыл:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{ч}} \cdot h_a \quad (5.13.2)$$

$$\Delta Q = 23,73 \cdot 4571 = 108,5 \cdot 10^3$$

Тұтынушыларға электр энергиясын өнімді жеткізудің артуы, $\Delta W_{\text{пол}}$, (кВтсағ) / жыл:

$$\Delta W_{\text{пол}} = \Delta W_{\text{тф}} \cdot (1 - \beta_{\text{п}}), \quad (5.14.1)$$

$$\Delta W_{\text{пол}} = 57 \cdot 10^5 \cdot (1 - 0,09) = 51,8 \cdot 10^5$$

$\beta_{\text{п}}$ - электр желі шығын, %.

ЖЭО пайдалы электр қуатының артуы, $\Delta N_{\text{пол}}$, кВт:

$$\Delta N_{\text{пол}} = \frac{\Delta W_{\text{пол}}}{h_w}, \quad (5.15.1)$$

$$\Delta N_{\text{пол}} = \frac{51,8 \cdot 10^5}{5133} = 1009.$$

ЖЭО орналасқан аудандағы электр энергиясының шығындары, $\Phi_{\text{дв}}$, тг / (кВтсағ):

$$\Phi_{\text{дв}} = \frac{h_{\text{б}} \cdot (h_w - h_{\text{пер}}) \cdot \Phi_{\text{бw}} + h_{\text{пер}} \cdot (h_{\text{б}} - h_w) \cdot \Phi_{\text{перw}}}{(h_{\text{б}} - h_{\text{пер}}) \cdot h_w}, \quad (5.16.1)$$

$$\Phi_{\text{дв}} = \frac{6500 \cdot (5133 - 4000) \cdot 2,8 + 4000 \cdot (6500 - 5133) \cdot 3,1}{(6500 - 4000) \cdot 5133} = 2,92$$

Мұндағы: $h_{\text{б}}$ - теңгерім режимінде электр қуатын пайдалану сағатының саны, $h_{\text{б}} = 6500$ сағ / жыл;

$h_{\text{пер}}$ - ауыспалы режимде электр қуатын пайдалану сағатының саны, $h_{\text{пер}} = 4000$ сағ / жыл;

$\Phi_{\text{бw}}$ - электр станциясы орналасқан аймақтағы электр энергиясының жабылу шығындары, базалық аймақ, тг / (кВтсағ);

$\Phi_{\text{перw}}$ - электр станциясының орналасқан жеріндегі электр энергиясының жабылу шығындары, маневрлік аймақ, тг / (кВтсағ).

Қазандығы ауыстыруға арналған нақты төмендетілген шығындар, $Z_{\text{кот}}$ тг / жыл:

$$Z_{\text{кот}} = V_{\text{кот}} \cdot Z_{\text{т}} + \frac{Z_{\text{п}}}{h_a} \quad (5.17.1)$$

$$Z_{\text{кот}} = 296,43 \cdot 2,87 + \frac{798 \cdot 10^3}{4571} = 1025,8$$

Мұндағы: $V_{\text{кот}}$ - қазандықтан жылу беру үшін баламалы отынның меншікті шығыны, $V_{\text{кот}} = 296,43$ кг / Гкал;

$Z_{\text{т}}$ - кәдімгі отынның жабылу құны, тг / кг;

$Z_{\text{п}}$ - қазандықтың жылдық төмендетілген шығындарының шартты тұрақты бөлігі, $Z_{\text{п}} = 798 \cdot 10^3$ тг / жыл.

Модернизациядан үнемдеу, теңгерім, тг / жыл:

$$\mathcal{E}_k = \Delta W_{\text{тф}} \cdot (\varphi_{\text{дв}} - v_{\text{д}}^w \cdot z_{\text{т}}) + \Delta Q \cdot (z_{\text{кот}} - v_{\text{д}}^a \cdot z_{\text{т}}), \quad (5.18.1)$$

$$\mathcal{E}_k = 57 \cdot 10^5 (2,92 - 324,8 \cdot 2872 \cdot 10^{-6}) + 108,5(1025,8 - 296,4 \cdot 2872 \cdot 10^{-3}) = 132 \cdot 10^6$$

Мұндағы; $v_{\text{д}}^w$ - электрмен жабдықтауға арналған баламалы отынның меншікті шығыны, г / (кВтсағ);

$v_{\text{д}}^a$ - жылу беру үшін баламалы отынның меншікті шығыны, кг / Гкал;

Экономикалық тиімділік, \mathcal{E}_ϕ , тг / жыл:

$$\mathcal{E}_\phi = \mathcal{E}_k - (E_n \cdot K_m + I_m), \quad (5.19.1)$$

$$\mathcal{E}_\phi = 132 \cdot 10^6 - (0,15 \cdot 30324 \cdot 10^3 + 2426 \cdot 10^3) = 125 \cdot 10^6$$

мұндағы E_n - күрделі салымдардың экономикалық тиімділігінің стандартты коэффициенті, $E_n = 0,15$.

Өткізілген оқиғаның өтеуі, $T_{\text{ок}}$ Ағымдағы, жылдар, формула бойынша анықталады:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_m}{\mathcal{E}_\phi}, \quad (5.20.1)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{60324000}{125000000} = 0,5$$

Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

Осы жобада ұсынылған Рудный қаласының ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандық агрегатын жаңғырту жылына 125 млн. теңге экономикалық тиімділікке әкеледі, ал энергетикадағы жабдықты жаңғырту кезінде экономикалық ақталған өзін-өзі ақтау мерзімі құрайды

Ағымдағы =5 ай. Бұл халықтың тұрмыстық қажеттіліктері мен Соколов-Сорбай тау-кен байыту комбинатының технологиялық қажеттіліктеріне жылу энергиясының жетіспеушілігі проблемасын жоюға әкеледі.

6 Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандықтың қоршаған ортаға әсері және көмір жанған кездегі шығарынды қуаттылығын есептеу

Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандықтың қоршаған ортаға әсері. Қазіргі кезеңде энергия мен қоршаған ортаның өзара әрекеттесуі проблемасы жаңа сипаттамаларға ие болып, өзінің әсерін кең территорияларға, өзендер мен көлдердің көпшілігіне, Жер атмосферасы мен гидросфераның үлкен көлемдеріне таратты.

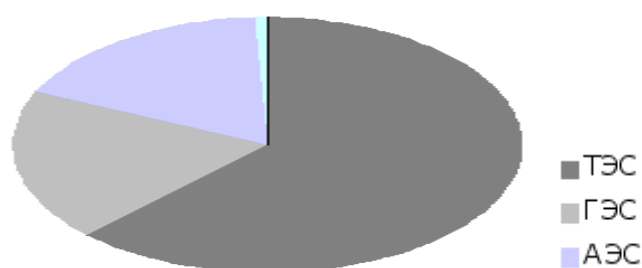
Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандықтың органикалық отынның (көмірқышқыл газы мен судың) жануы нәтижесінде пайда болатын негізгі компоненттерден басқа, ЖЭО шығарындылары құрамында әр түрлі құрамдағы шаң бөлшектері, күкірт оксидтері, азот оксидтері, фторидтер, металл оксидтері және жанармайдың толық жанбаған газ тәрізді өнімдері бар. Олардың ауаға енуі биосфераның барлық негізгі компоненттеріне де, кәсіпорындарға, қала құрылыстарына, көлікке және қала тұрғындарына үлкен зиян келтіреді.

Зиянды заттардың пайызбен алғанда:

-50% дейін күкірт диоксиді,

-30% - азот оксиді,

-25% дейін - күл.



ТЭС-63,2%

ГЭС-19,5 %

АЭС-17,3 %

Рудный қаласындағы ЖЭО-ның қоршаған ортаға әсері

ЖЭО-ның қоршаған ортаға әсері жанармай түріне байланысты айтарлықтай ерекшеленеді. Көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларына әсер ететін факторлардың бірі - сақтау, тасымалдау, ұнтақтау және күл өңдеу жүйелерінен шығарындылар.

Тасымалдау және сақтау кезінде шаңның ластануы ғана емес, сонымен қатар отынның тотығу өнімдерін шығаруы мүмкін.

Қуаты 1 ГВт = 10⁷ Вт электр қуатын өндіретін көмірден жұмыс істейтін ЖЭО жыл сайын 3 миллион көмір жұмсайды, 7 миллион тонна CO₂, 120 мың тонна күкірт диоксиді, 20 мың тонна азот оксидтері NO₂ және 750 мың тонна шығарады.

ЖЭО-ның су ортасымен өзара әрекеттесу факторларының бірі өндірістік сумен жабдықтау жүйелерімен қоса суды тұтынуы қайтарымсыз су тұтыну болып табылады. Бұл жүйелердегі су тұтынудың негізгі бөлігі бу турбиналарының конденсаторларын салқындату үшін қолданылады. Өнеркәсіптік судың басқа

тұтынушылары (күлді және қожды кетіру, суды химиялық тазарту, жабдықты салқындату және жуу жүйелері) жалпы су тұтынудың шамамен 7% -ын пайдаланады

Мысалы, қуаты 300 МВт жылу электр станциялары сериялы қондырғыларының қазандық қондырғыларының жылыту беттерін жуған кезде тұз қышқылы, каустикалық сода, аммиак, аммоний тұздарының 10000 м3 дейін сұйылтылған ерітінділері түзіледі.

Болжам бойынша Н.М. Сватков, қоршаған орта сипаттамаларының өзгеруі (ауа температурасының жоғарылауы және әлемдік мұхит деңгейінің өзгеруі) алдағы 100-200 жылда қоршаған ортаның сапалы қайта құрылуын (мұздықтардың еруі, әлемдік мұхиттың 65 метрге дейінгі деңгейі және жердің кең аумағын су басуы).

Адамдарға жылу электр станцияларынан шыққан шығындардың әсері
-SOx әсері- Күкірт оксиді

Улы заттардың әсер етуі мүмкін созылмалы аурулар, оның ішінде атеросклероз, жүрек ауруы, бронхит, бронх демікпесі және басқа.

- NOx әсері- Азот оксиді

Азот оксидтері тітіркендіргіш әсер етеді көздің шырышты қабығында. Олар терең өкпеге еніп, бронхқа зақым келтіреді.

Аэрозольдер мен канцерогендер жатады- газ тәрізді шығарындыларға негізінен көміртек, күкірт, азот қосылыстары.

Көміртегі оксидтері (CO және CO₂) іс жүзінде атмосферадағы басқа заттармен әрекеттеспейді және олардың өмір сүру мерзімі іс жүзінде шексіз. CO және CO₂ қасиеттері, басқа газдар сияқты, күн радиациясына қатысты спектрдің кішкене бөліктерінде селективтілікпен сипатталады.

Қоршаған ортаға әсер ету түрлері:

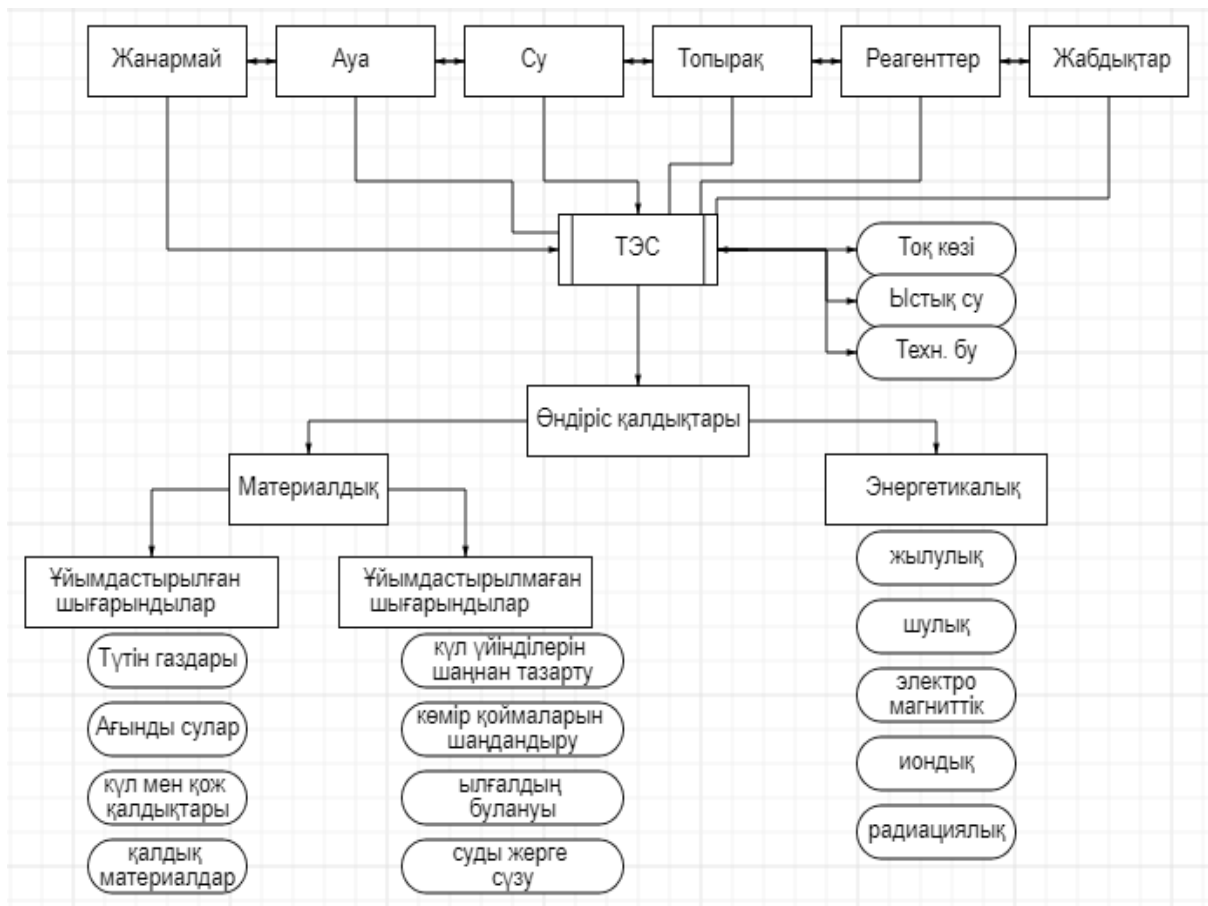
Техногендік әсер - қоршаған ортадағы технологиялық процестер болып табылады, технологиялық және табиғи арасындағы байланыс формасы ресурстар; бұл өнім алмасудың осындай процесі адамның күрделі қызметі (зат, нәтижесінде) табиғи компоненттермен олардың сапасы және шектен асатын сандық өзгерістер рұқсат етілген стандарттар.

Антропогендік әсер - бұл адам қызметінің әсері қоршаған орта туралы: атмосфераның, өзендердің

құрамы мен режимінің өзгеруі, мұхиттар, сондай-ақ топырақ технологиямен өнімдерімен ластанған кезде және радиоактивті заттар; әкелетін іс-шаралар экожүйенің құрамы мен құрылымын бұзу.

Ауаның үстіңгі қабатындағы зиянды қосылыстардың концентрациясын төмендету үшін ЖЭО қазандықтары жоғары, 100-200 метрге дейін және одан да көп түтін мұржаларымен жабдықталған.

Бірақ бұл олардың дисперсиясының ұлғаюына әкеледі. Нәтижесінде ірі өнеркәсіп орталықтары ластанған аймақтарды ондаған шақырым, ал тұрақты желмен жүздеген шақырым құрайды.



6.1 сурет - ЖЭО ресурстарды тұтыну және қалдықтарды жою схемасы

Күкірт қосылыстары үшін қазба отындарының жануынан шығатын ауа шығарындыларын минимизациялау мәселесін шешудің екі тәсілі бар:

1) отынның жану өнімдерін күкірт қосылыстарынан тазарту (түтін газдарын күкіртсіздендіру);

2) жанармайға дейін отыннан күкіртті алу.

Бүгінгі күнге дейін екі бағытта да белгілі нәтижелерге қол жеткізілді. Бірінші тәсілдің артықшылықтарының бірі - оның сөзсіз тиімділігі - күкірттің 90-95% дейін жойылады - отын түріне қарамастан оны іс жүзінде қолдану мүмкіндігі.

Кемшіліктеріне ірі инвестициялар жатады. Күкірттен тазартумен байланысты ЖЭО үшін энергия шығыны шамамен 3-7% құрайды. Екінші жолдың басты артықшылығы - тазарту ЖЭО-ның жұмыс режимдеріне қарамастан жүзеге асырылады, ал түтін газын күкірттен тазарту қондырғылары электр станцияларының экономикалық көрсеткіштерін күрт нашарлатады, өйткені олар көбіне жобадан тыс режимде жұмыс істеу.

1) ауаның артық коэффициентінің төмендеуі (осылайша сіз азот оксидтерінің мөлшерін 25-30% төмендетуге қол жеткіе аласыз,

2) кейіннен тауарлы өнімге қайта өңдеумен оксидтерді алу;

3) оксидтердің улы емес құрамға дейін жойылуы.

Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 көмір жанған кездегі шығарынды қуаттылығын есептеу

Рудный қаласының ЖЭО электр энергиясын өндіруге және жылу энергиясын босатуға арналған.

Атмосфераға зиянды заттардың шығарылу көздері:

- БКЗ-260 маркалы номиналды бу өнімділігі 260 т/сағ болатын бу қазандығы;
- вагон аударғышы және бульдозерлері бар көмір қоймасы;
- көмір беру жолы;
- маневрлік тепловоздар;
- электрмен дәнекерлеу және газбен кесу жабдығы;
- күл үйіндісі.

Атмосфераны ластаудың ұйымдастырылған көздері: отын беру трактісінің аспирациялық қондырғылары, электр доғалы дәнекерлеу мен кесудің стационарлық бекеттері, қайрау станоктары.

Ұйымдастырылмаған көздерге мыналар жатады: көмір қоймасы, күл үйінділері, бульдозерлердің, маневрлік тепловоздардың жұмысы, мазут шаруашылығы, жанар-жағармай материалдарының қоймалары, электр доғалы дәнекерлеу және газбен кесетін жылжымалы бекеттер.

Қазандық агрегаттар үшін негізгі отын Екібастұз көмірі, М-100 маркалы жағатын мазут болып табылады. Мазуттың үлесі жағылатын отынның жалпы санының 5% - нан азын құрайды.

Қазақстан Республикасының "Қоршаған ортаны қорғау туралы" Заңы атмосфераға ластаушы заттардың жол берілетін шекті шығарындыларының нормативтерін белгілеуді көздейтіндіктен, олардың кейбірін есептейміз.

Қатты зат бөлшектердің шығарындыларын есептеу

Әр қазандықтың түтін газдарымен атмосфераға шығарылатын қатты бөлшектердің жалпы мөлшері (күл және жанбаған отын), -М_{ТВ} т / жыл.

$$M_{ТВ} = B * (A^p / (100 - \Gamma_{\text{ҮН}})) * \alpha_{\text{ҮН}} * (1 - \eta_3), \quad (6.2.1.1)$$

$$M_{ТВ} = 376680 * (36,9 / (100 - 4,85)) * 0,95 * (1 - 0,985) = 2081,63 \text{ т/жыл}$$

мұндағы: В-қарастырылып отырған кезеңдегі табиғи отынның шығыны, т / жыл;

A^p - жұмыс салмағына шаққандағы отынның күлділігі, %;

$\alpha_{\text{ҮН}}$ - қазандықтан газдар әкететін күлдің үлесі (тасымалдау кезінде отын күлінің үлесі), 0,95-ке тең;

$\Gamma_{\text{ҮН}}$ - шығарылымдағы жанар заттың құрамы, %;

η_3 - күл жинағыштарда алынған қатты бөлшектердің үлесі.

Күкірт оксидтерінің шығарындыларын есептеу

Уақыт бірлігінде атмосфераға түтін газдарымен бөлінетін SO₂ (MSO₂) құрамындағы SO₂ және SO₃ күкірт оксидтерінің т / жылдағы мөлшері формула бойынша есептеледі.

$$M_{SO_2} = 0.02 * B * S^P (1 - \eta'_{SO_2}) * (1 - \eta''_{SO_2}) * \left(1 - \eta^c_{SO_2} \frac{n_{OЧ}}{n_K} \right), \quad (6.2.2.1)$$

$$M_{SO_2} = 0,02 * 376680 * 0,7 * (1 - 0,02) * (1 - 0,03) = 5013 \text{ т/жыл.}$$

мұндағы: В-табиғи отын шығыны, т / жыл;

S^P - жұмыс салмағына шаққандағы отындағы күкірттің мөлшері, %;

η'_{SO_2} - қазандықтағы күлмен байланысқан күкірт оксидтер үлесі,

η'_{SO_2} 0,02;

η''_{SO_2} - дымқыл күл жинағышта алынған күкірт оксидтерінің үлесі, η''_{SO_2} 0,03;

$\eta^c_{SO_2}$ - күкіртсіздендіру қондырғысында алынған күкірт оксидтерінің үлесі;

$\eta_{OЧ}, \eta_K$ - күкіртті ұстау қондырғысы мен қазандықтың жұмысының ұзақтығы, сағ / жыл;

Азот оксидінің шығарындыларын есептеу

Қатты отынды жағу кезінде әр қазандықтың түтін газдарымен атмосфераға шығарылатын т / жылдағы азот оксидтерінің азот диоксидіне (NO₂) тотығуының жалпы мөлшері бойынша азот оксидтерінің (NO_X) жалпы мөлшері формула бойынша есептеледі.

$$M_{NO_2} = 10^{-3} * B * K * \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) * \beta_1 * \beta_2 * \beta_3 (1 - \eta_{аз} \frac{n_{OЧ}}{n_K}), \quad (6.2.3.1)$$

$$M_{NO_2} = 10^{-3} * 191322,7 * 6,78 * \left(1 - \frac{11}{100} \right) * 0,883 * 1 * 1,6 = 1631 \text{ сағ/жыл.}$$

В-қарастырылып отырған кезеңдегі отынның баламалы шығыны, т/жыл;

К-азот оксидінің шығуын сипаттайтын коэффициент, кг / жыл стандартты отын, формула бойынша анықталады

$$K = \frac{12 D_H}{200 + D_H}, \quad (6.2.3.2)$$

$$K = \frac{12 * 260}{200 + 260} = 6,78 \text{ кг/жыл,}$$

мұндағы: D_H - қазандықтың номиналды бу сыйымдылығы, т / сағ;

q₄ - отынның жануының механикалық толымсыздығынан жылу шығыны, %;

β_1 - жанармай сапасының азот оксидтерінің шығуына әсерін ескеретін коэффициент, формула бойынша анықталады

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47 N^F, \quad (6.2.3.3)$$

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47 * 1,5 = 0,883,$$

мұндағы: N^F - жанармай құрамындағы азот мөлшері, %;

β_2 - оттықтардың құрылымын ескеретін коэффициент (құйынды оттықтар үшін - 1);

β_3 - сұйық күлді 1.6 кетіре отырып, күл шығару түрін ескеретін коэффициент;

$\eta_{аз}$ - азотты тазарту қондырғысында алынған азот оксидінің үлесі;

n_{O_2}, n_K - азотты тазарту қондырғысы мен қазандықтың жұмыс істеу ұзақтығы, сағ/жыл.

Көміртегі оксидтерінің шығарындыларын есептеу

Қатты отынды жағу кезінде әр қазандықтың түтін газдарымен бірге атмосфераға шығарылатын көміртегі оксидтерінің (M_{CO}) мөлшері т/жыл-да формула бойынша есептеледі

$$M_{CO} = 0,001 * C_{CO} * B * (1 - \frac{q_4}{100}), \quad (6.2.4.1)$$

$$M_{CO} = 0,001 * 0,595 * 376680 * (1 - \frac{11}{100}) = 199,47 \text{ т/жыл.}$$

мұндағы: C_{CO} - қазандықтың жұмыс режимінде қатты отынды жағу кезінде көміртегі оксидінің шығуы, кг / т;

B - қарастырылып отырған кезеңдегі отын шығыны, т / жыл;

q_4 - отынның жануының механикалық толымсыздығынан жылу шығыны, %.

Көміртегі тотығының (C_{CO}) мөлшері жанған отынның түріне байланысты кг/ т, арақатынасынан анықталады

$$C_{CO} = 0,01 * q_3 * \frac{R * Q_H^P * \gamma_{CO}}{Q_{CO} * 10^{-3}} = \frac{q_3 * R * Q_H^P}{1013}, \quad (6.2.4.2)$$

$$C_{CO} = \frac{0,038 * 1 * 15847}{1013} = 0,595 \text{ кг/т.}$$

мұндағы: q_3 - отынның жануының химиялық толық болмауынан жылу шығыны, %;

R - түтін газдарындағы көміртегі оксидінің толық емес жану өнімдерінің құрамына байланысты отынның жанудың химиялық толымсыздығынан жылу шығындарының үлесін ескеретін коэффициент, қатты отын үшін - 1;

Q_H^p -табиғи отынның ең төменгі жану жылуы, кДж / кг;

γ_{CO} - қалыпты жағдайда 1,25 кг / м³-ке тең көміртегі тотығының меншікті салмағы;

Q_{CO} - көміртегі оксидінің жану жылуы 12650 кДж / м³ тең;

Мазут күлінің шығарындыларын есептеу

Мазут күлінің шығарындыларын есептеу (ванадий бойынша) мына формула бойынша жүзеге асырылады:

$$M_{V2} = 10^{-6} * G_{V2} * B * (1 - q_{OC}) * (1 - q_{YЛ}), \quad (6.2.5.1)$$

$$M_{V2} = 10^{-6} * 126,666 * 1833,3 * (1 - 0,05) * (1 - 0,978) = 0,0049 \text{ т/жыл.}$$

Мұндағы: G_{V2} - сұйық отын құрамындағы ванадий мөлшері, жыл/т,

$$G_{V2} = 4000 * A_p / 1,8 \quad (6.2.5.2)$$

$$G_{V2} = 4000 * 0,057 / 1,8 = 126,666 \text{ жыл/т,}$$

мұндағы A_p - жұмыс массасына шаққандағы мазуттың күлділігі, %;

B - отын шығыны, т / жыл, $B = 1833,3$ т / жыл;

q_{OC} - ванадий оксидтерінің қазандықтардың қыздыру бетіне түсу коэффициенті, $q_{OC} = 0,05$;

$q_{YЛ}$ - сұйық отынның жану өнімдерінің қатты бөлшектерінің газдарды тазартуға арналған құрылғыларда алынған үлесі, $q_{YЛ} = 0,978$,

Зиянды заттар концентрациясының шығарындыларын есептеу

Дөңгелек аузы бар бір нүктелі көзден газдардың қыздырылған қоспасын шығару үшін зиянды заттардың ең жоғары жерге жақын шоғырлануы мынадай формула бойынша айқындалады:

$$C_{mi} = \frac{A * M_i * F * m * n}{H^2 * \sqrt[3]{V * \Delta T}}, \quad (6.2.6.1)$$

Мұндағы: A - планетаның берілген аймағындағы дисперсия шарттарын анықтайтын коэффициент (Қазақстан үшін $A = 200$);

M_i - атмосфераға шығарылатын зиянды заттардың мөлшері, т / жыл;

F - атмосферадағы зиянды заттардың шөгу жылдамдығын ескеретін коэффициент;

m және n - мұржаның аузынан газ-ауа қоспасының шығу шарттарын ескеретін өлшемсіз коэффициенттер;

V - шығарылатын түтін газдарының көлемі, м³ / с;

$$f = 1000 \frac{w_0^2 * D}{H^2 * \Delta T}, \quad (6.2.6.2)$$

$$f = 1000 \frac{26,25^2 * 7,2}{180^2 * (130 - 27)} = 1.48$$

Мұндағы: w_0 - мұндағы газдың шығудың орташа жылдамдығы, м / с;
 D - түтін мұржасының диаметрі, м;

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}. \quad (6.2.6.3)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{1,48} + 0,34\sqrt[3]{1,48}} = 0,848$$

Мұндағы: n коэффициенті параметрге байланысты

$$v_M = 0,65\sqrt[3]{\frac{V * \Delta T}{H}}, \quad (6.2.6.4)$$

$$v_M = 0,65\sqrt[3]{\frac{1068,2 * (130 - 27)}{180}} = 5,52,$$

Мұндағы: $v_M > 2$ болғандықтан, $n = 1$;

газ қоспалары үшін $F = 1$ коэффициенті.

Күкірт оксиді үшін беттік концентрациясын есептеңіз

$$C_{mSO_2} = \frac{200 * 158,96 * 1 * 0,848 * 1}{180^2 * \sqrt[3]{1068,2 * (130 - 27)}} = 0,017 \text{ мг/м}^3$$

Азот диоксиді үшін жердегі концентрация

$$C_{mNO_2} = \frac{200 * 51,72 * 1 * 0,848 * 1}{180^2 * \sqrt[3]{1068,2 * (130 - 27)}} = 0,0056 \text{ мг/м}^3,$$

Көміртек оксиді үшін жердегі концентрация

$$C_{mCO} = \frac{200 * 6,32 * 1 * 0,848 * 1}{180^2 * \sqrt[3]{1068,2 * (130 - 27)}} = 0,00069 \text{ мг/м}^3.$$

Бөлшектер үшін жердегі концентрация

$$C_{mTT} = \frac{200 * 6,32 * 2 * 0,848 * 1}{180^2 * \sqrt[3]{1068,2 * (130 - 27)}} = 0,0013 \text{ мг/м}^3.$$

Бір бағытты әсер ету қасиеті бар зиянды заттар үшін (түтін газдары үшін азот пен күкірттің оксидтері) өлшемсіз жиынтық концентрациясы бірден аспауы керек:

$$\frac{C_{mNOx}}{ПДК_{NOx}} + \frac{C_{mSO2}}{ПДК_{SO2}} \leq 1, \quad (6.2.6.5)$$

$$\frac{0,007}{0,085} + \frac{0,017}{0,5} = 0,116 < 1.$$

Көміртегі оксиді концентрациясының шекті рұқсат етілген мәнге қатынасын бірлікпен салыстырайық

$$\frac{C_{mCO}}{ПДК_{CO}} \leq 1, \quad (6.2.6.6)$$

$$\frac{0,0069}{0,5} = 0,013 < 1.$$

Қатты денелер концентрациясының шекті рұқсат етілген мәнге қатынасын бірлікпен салыстырайық

$$\frac{C_{mTT}}{ПДК_{ТВ}} \leq 1, \quad (6.2.6.7)$$

$$\frac{0,0013}{0,5} = 0,0026 < 1.$$

метеорологиялық жағдайлар кезеңінде атмосфераға зиянды заттардың үш режимде шығарылуын азайту шаралары әзірленді.

Сонымен бірге әр режим үшін бірінші режимде атмосфераның беткі қабатындағы ластаушы заттардың концентрациясын 15- дейін азайту үшін шығарындылардың станцияның мүмкін болатын шығарындыларына қатысты төмендеуін қамтамасыз ететін жүктемені азайту қарастырылған. 20%, екіншісінде 20-40%, үшіншісінде 40-60%.

Егер қолайсыз метеорологиялық жағдайлар кезеңінде станция максималды жүктемені көтермесе және егер оның шығарындылары осы мерзімде белгіленген шығарындылар режимінен аспаса, онда персонал жүктемені азайтпайды, бірақ пайдалануды жақсарту үшін ұйымдастырушылық-техникалық шараларды қабылдайды. қазандық қондырғыларының режимі және шаң мен газды тазарту жабдықтары.

Ерекше қауіпті жағдайларда, шығарындылары үлкен қазандықтардың электр жүктемесін олардың сөнуіне дейін азайту көзделуде.

Қоршаған ортаны қорғау бөлімі бойынша қорытынды

Рудный қаласындағы ЖЭО-да БКЗ-220-100 қазандықтың органикалық отынның (көмірқышқыл газы мен судың) жануы нәтижесінде пайда болатын негізгі компоненттерден басқа, ЖЭО шығарындылары құрамында әр түрлі құрамдағы шаң бөлшектері, күкірт оксидтері, азот оксидтері, фторидтер, металл оксидтері және жанармайдың толық жанбаған газ тәрізді өнімдері бар. Олардың ауаға енуі биосфераның барлық негізгі компоненттеріне де, кәсіпорындарға, қала құрылыстарына, көлікке және қала тұрғындарына үлкен зиян келтіреді.

Зиянды заттардың пайызбен алғанда:

-50% дейін күкірт диоксиді,

-30% - азот оксиді,

-25% дейін - күл.

Көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларына әсер ететін факторлардың бірі - сақтау, тасымалдау, ұнтақтау және күл өңдеу жүйелерінен шығарындылар. Тасымалдау және сақтау кезінде шаңның ластануы ғана емес, сонымен қатар отынның тотығу өнімдерін шығаруы мүмкін.

Қуаты 1 ГВт = 10 Вт электр қуатын өндіретін көмірден жұмыс істейтін ЖЭО жыл сайын

-3 миллион көмір жұмсайды,

-7 миллион тонна CO₂,

-120 мың тонна күкірт диоксиді,

-20 мың тонна азот оксидтері

-750 мың тонна күл қоршаған ортаға түседі.

Қорытынды

Рудный қаласының ЖЭО-да будың жетіспеушілігі проблемасы күні бүгінге дейін бар және станцияда орнатылған қазандық қондырғыларын жаңарту оны шешуге мүмкіндік береді. Жабдықты жетілдіру бойынша жұмыс үлкен материалдық шығындарды қажет етпейді, бұл қазіргі кезде маңызды фактор болып табылады.

Жобаның салыстырмалы түрде арзан болуымен оны іске асырудан жылдық экономикалық тиімділік 128 млн теңгені құрайды.

Қоршаған ортаны қорғау бөлімінде қоршаған ортаға шығатын зиянды заттардың мөлшері анықталды

Термиялық есептеуден көрініп тұрғандай, отын шығыны артуына байланысты пештегі газдар температурасының едәуір жоғарылауы орын алады, бұл экранның жылыту беттерінің қождануын тудыруы мүмкін. Бұл келеңсіз құбылысты жою үшін «төменгі үрлеу» жүйесі ұйымдастырылды.

Қазандыққа енгізілген төменгі үрлеу жүйесі Ресей мен Қазақстанның басқа станцияларындағы осындай қазандықтарда өзінің тиімділігін көрсетті. Әсер ыстық ауаның бір бөлігін (20-25%) суық шұңқырдың ортаңғы бөлігіне беру арқылы жүзеге асырылады, бұл белсенді жану аймағын созып, оны суық шұңқырдың жоғарғы бөлігіне төмендетіп, азайтуға мүмкіндік береді. жану камерасының түбіндегі қоршаулардың қождануын қоспағанда, алау өзегіндегі жалпы температура деңгейі. Сонымен қатар қазандық номиналды $D_{np}=260$ т/сағ және ауаның оңтайлы артықшылығы $\alpha = 1,20$ жұмыс істеген кезде азот оксидтерінің концентрациясы ($\alpha =1,4$ артық мөлшеріне дейін азаяды) 670-690 мг/нм³ құрайды. Айта кету керек, бұл қазандықтағы NO_x концентрациясы қайта құруға дейін өлшенгенде 215 т/сағ жүктеме кезінде 720 мг/Нм³ болған. Қайта құрудан кейін берілген жүктемеде концентрация 500-540 мг /нм³ құрайды деп болжауға болады, сәйкесінше төменгі жарылыс жүйесін енгізу шамамен 20-25% - ға төмендеуіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Құбырлы ауа жылытқыштар шығатын жерде ыстық ауа температурасының 420°С дейін жоғарылауы байқалады, бұл отынды кептіру үшін ауа шығынын едәуір төмендетеді.

Ұсынылып отырған қайта құруды жобалау кезінде негізгі және қосалқы жабдықтың жұмыс режимдерін реттеуге және оның дизайнын өзгертуге баса назар аударылады, бұл аз шығындарға әкеп соқтырады және қазанды алдын-ала дайындықсыз жоспарлы немесе күрделі жөндеу кезінде модернизациялауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1 Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод под редакцией Кузнецова; М. : Энергия, 1973.

2 Б.К. Алияров, Г.А. Дорошин. Вихревой факел Экибастузского угля. «Наука» Алматы 1988г.

3 Плетнев Г.П. Автоматическое регулирование и защита теплоэнергетических установок. М.: Энергия, 1976.

4 Тепловые и атомные электрические станции (дипломное проектирование) под общей редакцией Леонкова М.Н.: Высшая школа, 1990.

5 Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник Рек.Гос. Службой стандартных справочных данных-2-ое издание, переработанное и дополненное.-М.:Энергоатомиздат, 1984 г.

6 Котельные установки и парогенераторы (конструкционные характеристики энергетических котельных агрегатов): Справочное пособие для курсового и дипломного проектирования . Сост. Е.А.Бойко,Т.И.Охорзина; КГТУ. Красноярск, 2003. 223 с.

7 Карякин С.К. Котельные установки и парогенераторы. Основы и методика теплового расчета котлов: учеб. пособие / С.К. Карякин. – Томск:Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 156 с.

8 Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС: учебное пособие /В.В. Жабо. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240с.

9 Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 504 с. минальных характеристик турбинной установки ПТ-25-90/13.

10 Парамонов С.Г. Экономика энергетики. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов по специальности 5В071700 –

11 Мананбаева С.Е. Экология и устойчивое развитие. Методические указания и задания к расчетно-графической работе для студентов всех специальностей - Алматы: АУЭС, 2010 - 26 с.Теплоэнергетика. – Алматы: АУЭС; 2017.