

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

Энергетика кафедрасы

Мальгиждарова Камила Канатовна

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың
төмен шығысы бар жанарғыларды әзірлеу және енгізу жобасы

5B071700 – Жылу энергетикасы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
Д.Р. Умышев
«20» 05 2022 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетик
и машиностроения

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына
зиянды заттардың төмен шығысы бар жанарғыларды әзірлеу
және енгізу жобасы»

5B071700-«Жылу энергетикасы»

Орындаған

Мальгиждарова К.К.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

PhD докторы, қауым., профессор

PhD докторы, қауым., профессор

Б. Оңгар

Д.Р. Умышев

(колы)

(колы)

» 05 2022 ж.

» 05 2022 ж.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

18.05.2022



Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5В071700 – Жылу энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы,

кауым., профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«24» 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: *Мальгиздарова Камила Канатовна*

Тақырыбы: *Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың төмен шығысы бар жанаңарғыларды әзірлеу және енгізу жобасы*

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) ЖЭО-ның жалпы сипаттамалары;

б) БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылудық есебі;

в) Таңдалған жанаңарғы түрлері;

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдта көрсетілген.

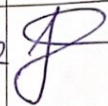
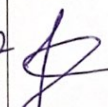
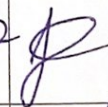
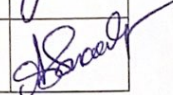
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 10 атау.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
ЖЭО-ның жалпы сипаттамалары	13.02.2022	тсд
БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылулық есебі	25.02.2022	тсд
Таңдалған жаңарғы түрлері	31.03.2022	тсд

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қазандықтың сипаттамалары	PhD докторы, қауым., профессоры Умышев Д.Р.	13.02.2022	
БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылулық есебі	PhD докторы, қауым., профессоры Умышев Д.Р.	25.02.2022	
БКЗ-75-39ФБ қазандығындағы жаңарғы құрылғыларының есептелуі	PhD докторы, қауым., профессоры Умышев Д.Р.	24.03.2022	
Энергетикалық қазандықтарға жаңарғыларды енгізу	PhD докторы, қауым., профессоры Умышев Д.Р.	31.03.2022	
Норма бақылаушы	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	20.05.2022	

Ғылыми жетекші  Умышев Д.Р.
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Мальгиздарова К.К.

Күні " " маусым 2022 ж.

24.01.2022

АНДАТПА

Бұл жұмыстың өзектілігі Текелі қаласының ЖЭО қазандықтарындағы отын жануынан кейін азот оксидтерінің улы шығарындыларын азайту және қоршаған ортаның ластануын алдын алу болып табылады. Текелі қаласының ЖЭО-да табиғи газ бен мазуттың қолдануы аясында улылығы аз оттықтардың үш түрлі сипаттамалары мен сынақ көрсеткіштері қарастырылған. Белгілі бір оттықтарды қолдану арқылы модернизациялау кезінде азот оксидтерінің пайда болуын азайту зерттелді. Бұл оттықтарды пайдалану техникалық және экономикалық көрсеткіштерді жақсартуға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

Актуальностью данной работы является снижение токсичных выбросов оксидов азота после сжигания топлива в котлах на ТЭЦ-2 города Текели и предотвращение загрязнения экологии. Рассмотрены описания и показатели испытаний трех разновидностей низкотоксичных газомазутных горелок, которые возможно использовать при сжигании природного газа и мазута. Изучена модернизация газомазутных котлов при использовании внутритопочных мероприятий по подавлению оксидов азота. Установка данных горелок позволит нам усовершенствовать экономические и технические показатели котлов.

ANNOTATION

The relevance of this work is the reduction of toxic emissions of nitrogen oxides after fuel combustion in boilers at the CHPP-2 of the city of Tekeli and the prevention of environmental pollution. The descriptions and test indicators of three types of low-toxic oil-gas burners that can be used when burning natural gas and fuel oil are considered. The modernization of oil-gas boilers with the use of in-furnace measures to suppress nitrogen oxides was studied. The installation of these burners will allow us to improve the economic and technical performance of the boilers.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	ЖЭО-ның жалпы сипаттамалары	8
1.1	Негізгі және қосалқы аппараттар	8
2	Қазандықтың сипаттамалары	9
2.1	Жану камерасы	9
2.2	Барабан	9
2.3	Бу қыздырғыш	10
2.4	Экономайзер	10
2.5	Ауа қыздырғыш	10
3	БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылулық есебі	11
4	БКЗ-75-39ФБ қазандығындағы жаңарғы құрылғыларының есептелуі	30
4.1	Қайта құрылуға дейінгі жаңарғы құрылғыларының есептелуі	30
4.2	Қайта құрылудан кейінгі жаңарғы құрылғыларының есептелуі	32
5	Энергетикалық қазандықтарға улылығы аз газ-мазутты жаңарғыларды дайындау және енгізу	34
5.1	Таңдалған жаңарғы түрлері	34
	Қорытынды	36
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Жылу электр станциялары мен қазандықтарды жаңғырту Қазақстан қалаларындағы ауаның ластану мәселесін шешуге көмектесе ме? Еліміздің энергетика саласы қоршаған ортаны ластау бойынша көшбасшы болып калуда. Ол атмосфераға парниктік шығарындылардың шамамен 82% құрайды. Біздің еліміздегі барлық қазандықтардың жартысы дерлік елу жылдан астам бұрын салынған және негізінен көмірде, ескірген жабдықта жұмыс істейді. Ескі станциялар типтік жобалар бойынша салынған және көбінесе мұржаның жақындығы күкірт оксидтерін немесе азот оксидтерін тазартуға арналған жабдықты орналастыруға мүмкіндік бермейді.

Сол себепті газ және мазут негізінде жұмыс істейтін қазандықтарды азот оксидтерінің түзілуін азайту үшін орнату дұрыс деп есептеймін.

1 ЖЭО-ның жалпы сипаттамалары

1.1 Негізгі және қосалқы аппараттар

ЖЭО-да келесі негізгі жабдықтар орнатылған:

- БКЗ-75-39Ф Барнаул қазандық зауытының үш қазандық агрегаты;
- АТ-12-35 Брянск зауытының бу турбинасы;
- АК-12-1 Брянск зауыты бу турбинасы;

БКЗ-75-39ФБ параметрлері:

- қыздырылған бу қысымы - 39 кгс/см^2 ;
- барабандағы қысым - 44 кгс/см^2 ;
- өнімділігі - 75 т/ч ;
- коректік судың температурасы - 145°C ;
- қызған будың температурасы - 440°C ;
- электр қуаты - 24 МВт ;
- орнатылған жылу қуаты - 42 Гкал/сағ ;

ЖЭО-ның негізгі құрылымдық бөлімшесі жылу энергиясын өндіретін және бу шығаратын қазандық және турбиналық цех болып табылады. Бу өндіру қазандықтарда Екібастұз көмірін жағу арқылы жүзеге асырылады. Отын пойыздармен жүк түсіру құрылғысына беріледі, онда вагондардан арнайы дірілдеуіш пластина арқылы түсіру шұңқырларына түсіріледі. Станция аумағында лебедкамен қызмет көрсетілетін көмір қоймасы бар. Қазандыққа барар жолда көмір ұнтақтау қондырғысынан өтеді. Қазандықтағы отын қоры шикі көмір бункерлерінде жасалады. Оның ішінде отын шарлы диірменге шикі көмірді коректендіргіш арқылы беріледі. Көмір шаңы диірмен желдеткішімен сепаратор және циклон арқылы көмір шаңы бункеріне пневматикалық жолмен тасымалданады, ол жерден шаң коректендіргіштер мен оттықтар арқылы қазандық қондырғының жану камерасына беріледі. Жанармайдың жану нәтижесінде өнеркәсіптік қалдықтар күл және шлак түрінде түзіліп, гидравликалық күл шығару жүйесі арқылы «ТЭК» ЖШС күл үйіндісіне жіберіледі.

2 Қазандықтың сипаттамалары

2.1 Жағу камерасы

Жағу камерасында 12 айналмалы контур бар және тағы 3 контурдан тұрады. Қазандықтың кез келген контуры қаңқадан оған орнатылатын құбырдың жүйесінен құралған тік құрылым болып есептеледі. Қаңқасы 4 қалқанды: көлденең, тік, суық құйғыш, көлбеу төбелік. Қалқандарды біріктіру тіректер және құламалардың көмегімен жүзеге асады. Көтергіш құбырлардың диаметрлері 60мм және 90мм. Төменгі ұштары $d=219$ мм төмендегі камерасына орналасқан. $D=83$ мм су өткізу құбырлары сыртынан енгізіледі. Фронттық экранның құбырлар саны 68, сол жағынан 26, орташа есеппен 16. Экрандарға қоректену 3 құбырдан келеді $d=83$ ММ, орталық контурға 2 құбырмен жеткізіледі.

2.2 Барабан

Ішкі диаметрі 1500 мм және қабырғасының қалыңдығы 40 мм қазандық барабаны 20К болаттан жасалған. Барабанда барабан ішілік циклондармен жабдықталған барабанның ұштары бойында буланудың бірінші кезеңіне арналған бөлік және екінші буландыру кезеңіне арналған екі бөлімше бар. Буланудың үшінші кезеңі диаметрі 337 мм болатын екі қашықтағы циклоннан тұрады. Циклондардан шыққан бу барабанға түседі. Азық суы мен будың сапасы ГОСТ талаптарына сәйкес болуы керек. Қуаттылықтың 5% тең үрлеумен жұмыс істегенде қоректік судағы тұздың концентрациясы жалпы тұз құрамында 250 мг/кг аспауы керек, соңғы булану дәрежесінде қазандық судың тұз мөлшері 6000 мг дейін /кг және таза бөлімде 1000 мг/кг дейін.

Барабанда барабан ішілік циклондармен жабдықталған барабанның ұштары бойында буланудың бірінші кезеңіне арналған бөлік және екінші буландыру кезеңіне арналған екі бөлімше бар. Буланудың үшінші кезеңі диаметрі 337 мм болатын екі қашықтағы циклоннан тұрады. Циклондардан шыққан бу барабанға түседі. Азық суы мен будың сапасы ГОСТ талаптарына сәйкес болуы керек. Қуаттылықтың 5% тең үрлеумен жұмыс істегенде қоректік судағы тұздың концентрациясы жалпы тұз құрамында 250 мг/кг аспауы керек, соңғы булану дәрежесінде қазандық судың тұз мөлшері 6000 мг дейін /кг және таза бөлімде 1000 мг/кг дейін.

2.3 Бу қыздырғыш

Бу қыздырғышы конвективті, вертикальді, құбырлардың бір қатардағы орналасуымен $d = 38 \times 3$ мм (болат 20) пеш пен конвективтік түтін құбырының арасындағы айналмалы сымда скрабтың артында орналасқан екі блоктан жасалған. Будың қатты қыздыру температурасы қатты қыздырғыш бөлімінде орналасқан үстіңгі қыздырғыш арқылы басқарылады.

2.4 Экономайзер

Экономайзер - қайнау типті, тегіс құбырлы змеевикті, диаметрі 32×3 мм құбырлардан жасалған және қазандықтың конвективтік түтін құбырында орналасқан үш блоктан тұрады. Суды үнемдейтін ауа жылытқышы «кесуге» бекітілген 2 кезеңнен тұрады. Судағы бірінші қадам екі блоктан жасалған: төменгі мен ортаңғы. Бір блокта 2-ші кезең. Сақтағыш өзі $d = 32$ құбырдан жасалады. Құбырлар тоқтатылады, катушкалар алдыңғы шетіне параллель. Кіріс пен аралық камералар қазандықтың он жағынан, екі жағында 2 шығыс камерасы орнатылады. Бірінші кезеңнен екіншісіне 6 дәнекерленген құбыр арқылы $d = 60$ мм су беріледі. Әр блок алдыңғы және артқы қалқандардан қорап тәріздес болып металдан жасалады. Екі жағынан төменгі белдеуден қорап секілді арқалықтар еркін түрде орнатылады, оның үстіне түтік қаптамаларының қашықтық тіректері орналасады.

2.5 Ауа қыздырғыш

Болаттан жасалған, құбырлы, $40 \times 1,5$ мм құбырлардың сатылы орналасуымен жасалған, төрт жүрісті. Құбырлардың көлденең қадамы: бірінші кезең - 70 мм, екіншісі - 60 мм; бойлық қадам: бірінші саты - 45 мм, екіншісі - 42 мм. Бу генераторының техникалық және негізгі конструктивтік сипаттамалары кестеде келтірілген.

3 Есептік бөлім: БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылулық есебі

Таңдалған отын түрі: Екібастұз қаласының көмірі $W < 30\%$,

$$\begin{array}{lll} W^p = 8,0\% & A^p = 36,8\% & S^p = 0,8\% \\ C^p = 44,2\% & H^p = 2,9\% & N^p = 0,8\% \\ O^p = 6,5\% & V_r = 31\% & Q^p = 16,9 \text{ МДж/кг.} \end{array}$$

Күлдің балқу температурасы: $t=1300^\circ\text{C}$; $t=1500^\circ\text{C}$; $t=1500^\circ\text{C}$.

Қоғш шығарудың тәсілдерін және отынды ұнтақтайтын диірмендердің түрін анықтау

Жанармайдың күл құрамын осы формуламен анықтаймыз:

$$A^n = A^p / Q^p > 1, \text{ \%кг/МДж} \quad (3.1)$$
$$A^n = 36,8 / 16,9 = 2,17 > 1$$

Күлдің балқу температурасы және отынның күл мөлшерінің төмендеуіне қарай, қатты қоғшдарды кетіріп, балғалы болып келетін көмірді тартатын диірмендерді таңдаймыз.

Түтін газдары және ауаның есептік температурасын анықтау
Берілген отынның ылғалдылығы:

$$W_n = W^p / Q_n^p, \text{ \%кг/МДж} \quad (3.2)$$

$$W_n = 8,0 / 16,9 = 0,47\% \text{кг/МДж}$$

Түтін газының температурасы:

$$V_{yt} = 130^\circ\text{C},$$

Ауаны жылыту температурасы:

$$t_{rv} = 310^\circ\text{C},$$

Ауа қыздырғышқа кіретін ауа температурасы $t_{вп} = 30^\circ\text{C}$.

Ауаның, жану өнімдерінің көлемдерін анықтау

Теориялық ауа көлемін анықтау:

$$V_{в}^o = 0,0889 * (C^p + 0,375 * S^p) + 0,265 * H^p - 0,0333 * O^p, \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_n^0 = 0,0889 * (44,2 + 0,375 * 2,9) + 0,265 * 2,9 - 0,0333 * 6,5 = 4,51 \quad (3.3)$$

Жану өнімдерінің теориялық көлемін табу:

$$V_{ro2} = 0,0186 * (C^p + 0,375 * S^p), \text{м}^3/\text{кг} \quad (3.4)$$

$$V_{ro2} = 0,0186 * (44,2 + 0,375 * 0,8) = 0,83$$

$$V_{n2} = 0,79 * V_n^0 + 0,008 * N^p, \text{м}^3/\text{кг} \quad (3.5)$$

$$V_{n2} = 0,79 * 4,51 + 0,008 * 3,57$$

$$V_{n20} = 0,111 * H^p + 0,0124 * W^p, \text{м}^3/\text{кг} \quad (3.6)$$

$$V_r^0 = V_{ro2} + V_{n2} + V_{n20}, \text{м}^3/\text{кг} \quad (3.7)$$

$$V_r^0 = 0,83 + 3,57 + 0,5 = 4,9$$

3.1-кесте - Қыздыру беттерінде жану өнімдерінің көлемін анықтау

Саны мен есептеу лаларының атауы	Өлшем бір.	Фестоны бар оттық	П/П1 ст.	П/П2 ст.	ВЭК 2ст.	ВЗП 2ст.	ВЭК 1ст.	ВЗП 1ст.
Қыздыру бетінің артындағы артық ауаның коэффициенті $\alpha'' = \alpha_T + \sum \alpha_i$	-	1,2	1,225	1,25	1,27	1,32	1,34	1,39
Ауаның орташа асып кету коэффициенті $\alpha_{ср1} = \alpha_i - 1'' + \alpha_i / 2$	-	1,2	1,212	1,237	1,26	1,295	1,33	1,365
Су буының мөлшері $V_{n20} =$ $\text{м}^3/\text{кг}$ $V_{n2}^0 + 0,016 * V_n^0$ $(\alpha_{ср1} - 1) * V_n^0$		0,51	0,515	0,517	0,519	0,521	0,524	0,527
Газдың жалпы көлемі $V_r =$ $\text{м}^3/\text{кг}$ $V_r^0 + 0,016 * (\alpha_{ср1} - 1) * V_n^0$		5,81	5,87	5,58	6,092	6,25	6,41	6,57
Көлемдік үлесі 3-х ат. Газов $r_{ro2} = V_{ro2} / V_r$	-	0,143	0,141	0,139	0,136	0,134	0,129	0,126

3.1-кесте жалғасы

Саны мен есептеу лаларының атауы	Өлшем бір.	Фестоны бар оттық	П/П1 ст.	П/П2 ст.	ВЭК 2ст.	ВЗП 2ст.	ВЭК 1ст.	ВЗП 1ст.
Су буының көлемдік үлесі $\gamma_{H2O} = V_{H2O} / V_T$	-	0,0883	0,087	0,086	0,0853	0,083	0,081	0,08
Жиынтық көлемдік үлес $\gamma_H = \gamma_{H2O} + \gamma_{O2}$	-	0,231	0,229	0,225	0,221	0,216	0,211	0,206
Саны мен есептеу лаларының атауы	Өл шем бір.	Фестоны бар оттық	П/П 1ст.	П/П 2ст.	ВЭК 2ст.	ВЗП 2ст.	ВЭК 1ст.	ВЗП 1ст.
Эеол бөлшектерінің өлшемсіз концентрациясы	г/кг	0,0355	0,034	0,033	0,033	0,032	0,032	0,0315

Ауа мен жану өнімдері бойынша теориялық көлемдердің
энтальпияларын, күлдің энтальпияларын келесідей анықтай аламыз :

$$H_v^0 = V_v^0 * C_v * V_T, \quad (3.8)$$

$$H_T^0 = (V_{T_{O2}} * C_{T_{O2}} + V_{H2O}^0 * C_{H2O} + V_{H2}^0 * C_{H2}) * V_T, \quad (3.9)$$

$$H_{3L} = 0,01 a_{ун} * A^p + C_{3L} * V_T, \quad (3.10)$$

Бұл жердегі, C_v , $C_{T_{O2}}$, C_{H2O} , C_{H2} , C_{3L} - судың буы, азот пен күл, ауа жылу сыйымдылығы, триатомды газдар болып саналады.

Ауа мен жану өнімдерінің энтальпиялары 3.2 кестеде келтірілген.
Қазандықтағы ПЭК және де оның жылулық ысырабын анықтау нәтижелері 3.3 кестеде көрсетілген.

Отын шығынын есептеу [1, б. 28-29] ұсынымға сәйкес жасалып, 3.4 кестеде есебі орындалған.

От жағу камерасындағы жылулық сипаттамалар [1, Б. 37-39] ұсынымға сәйкес жасалып, нәтижелері 3.5 кестеге енгізілді.

Оттық камерасындағы жылу алмасуды анықтау [1, б. 39-49] ұсынысқа сәйкес жасалды, есептеудің нәтижелері 3.6 кестеде келтірілген.

Фестонның жылулық есебі [1, б. 39-49] ұсынысқа сәйкес жасалды, есептің нәтижелері 3.7 кестеде келтірілген.

1-ші сатыдағы конвективті бу қыздырғышын анықтау [1, б. 92-98] ұсынымға сәйкес жасалды, есептің нәтижелері 3.8 кестеге жинақталған.

[illegible]

3.3 – Кесте-Қазандықтағы ПӘК және де оның жылулық ысырабын анықтау

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
ПӘК	$\eta_{пр}$	%	$\eta_{пр} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6)$	$\eta_{пр} = 100 - (8,35 + 0,5 + 1,5 + 0,17 + 0,75) = 88,17$
Химиялық күйдіру кезінде жылуы жоғалту	q_3	%	[1, с.36, кесте 4.6]	$q_3 = 0,5$
Механикалық күйіп қалу	q_4	%	[1, с.36, кесте 4.6]	$q_4 = 1,5$
Сыртқы салқындатудан болатын шығын	q_5	%	$q_5 = (60/D_{не})^{0,5} / \lg D_{не}$	$q_5 = (60/20,8)^{0,5} / \lg 20,8 = 0,75$
Шлақтың физикалық жылуын жоғалту	q_6	%	$q_6 = a_{шл}(Ct)_{шл} A^P / Q^P$	$q_6 = 0,05 * 560 * 36,8 / 16925,12 = 0,17$
Қождың энтальпиясы	$(Ct)_{шл}$	°C	Қолданамыз	$(Ct)_{шл} = 600$
Қож температурасы	$C_{шл}$	кДж/кг К	[1, с.23, кесте 2.2]	$C_{шл} = 1,06$
Оттықтағы қож ұстау үлесі	$a_{шл}$	-	$a_{шл} = 1 - a_{уш}$	$a_{шл} = 1 - 0,95 = 0,05$
Ұшатын күлді шығару үлесі	$a_{уш}$	-	[1], с.36, кесте 4.6.	$a_{уш} = 0,95$
Бір реттік жылу	Q^{pp}	кДж/кг	$Q^P = Q^{pp} + Q^{тл}$	$Q^P = 16,9 * 10^3 + 25,12 = 16925,12$
Отынның физикалық жылуы	$Q_{тл}$	кДж/кг	$Q_{тл} = C_{тл} * t_{тл}$	$Q_{тл} = 1,256 * 20 = 25,12$
Жанармай температурасы	$t_{тл}$	°C	[1, с.26]	$t_{тл} = 20$
Құрғақ отын массасының жылу сыйымдылығы	$C_{отл}$	кДж/кг К	[1, с.26]	Тас көмір үшін, $C_{отл} = 1,09$
Ауа жылытқышына кіретін ауаның теориялық көлемін энтальпия	$H_{отл}$	кДж/кг К	[1, кесте 6.1 с.26]	$H_{отл} = 150,7$
Кететін газдардың артық коэффициенті	$\alpha_{ух}$	-	[1, кесте 5.1]	$\alpha_{ух} = 1,39$

Отынның жылу сыйымдылығы	$C_{\text{тл}}$	кДж/кг К	$C_{\text{тл}} = 0,042 * W^p + C_{\text{тл}}^* (1 - 0,01 * W^p)$	$C_{\text{тл}} = 0,042 * 8,0 + 1,09(1 - 0,01 * 8,0) = 1,256$
Құрғақ отын массасының жылу сыйымдылығы	$C_{\text{тл}}^c$	кДж/кгК	[1, с.26]	Тас көмір үшін, $C_{\text{тл}} = 1,09$
Суық ауаның теориялық көлемінің энтальпиясы	$H_{\text{вп}}^o$	кДж/кгК	$H_{\text{вп}}^o = (Ct)_{\text{хв}}^* V_{\text{в}}^o$	$H_{\text{вп}}^o = (33 * 4,5) = 148,83$
Түтін газымен жылуды жоғалту	q_2	%	$q_2 = (H_{\text{yx}} - \alpha_{\text{yx}} * H_{\text{вп}}^o) (100 - q_2) / Q^p$	$q_2 = (1255,238 - 1,39 * 150,7) * (100 - 1,5) / 16925 = 8,35$
Шығатын газдың энтропиясы	H_{yx}	кДж/кгК	[1, кесте 3.1]	$H_{\text{yx}} = 1255,238$

3.4- кесте- Отын шығынын есептеу

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Отын шығыны	B	кг/с	$B = D_{не}(h_{не} - h_{пв}) / Q_{p} \cdot \eta_{от}$	$B = 20,8 \cdot (3311,35 - 612,99) / 1439654,89 = 3,8$
Қазан шығысындағы қыздырылған бұдың энтальпиясы	$h_{не}$	кДж/кг	Бұдың берілген параметрлері негізінде, [7, кесте 3]	$h_{не} = 3311,35$
Коректік судың энтальпиясы	$h_{пв}$	кДж/кг	Берілген параметрлер негізінде	$h_{пв} = 612,99$
Отынның есептік шығыны	B_p	кг/с	$B_p = B \cdot (1 - 0,01 \cdot q_4)$	$B_p = 3,7 \cdot (1 - 0,01 \cdot 1,5) = 3,7$

3.5- кесте - От жағу камерасындағы жылулық сипаттамалар

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Пешке ауа жіберу	$\Delta \alpha_r$	-	[1, с.19, кесте 1.8]	$\Delta \alpha_r = 0,04$
Оттықтағы пайдалы жылу бөлу	Q_r	кДж/кг	$Q_r = Q_p \cdot (100 - q_3 - q_4 / 100) + Q_{в}$	$Q_r = 16925 \cdot (100 - 0,5 - 0,17 / 100) + 2270,32 = 18703,5$
Ауа жылуы	Q_a	кДж/кг	$Q_r = (\alpha_r - \Delta \alpha_r - \Delta \alpha_{пл}) \cdot H^{o+}_{гв} + (\Delta \alpha_r + \Delta \alpha_{пл}) \cdot H^{o}_{хв}$	$Q_r = (1,2 - 0,04 - 0,08) \cdot 1891,94 + (0,04 + 0,08) \cdot 150,8 = 2270,32$
Шаңсорғышка ауа жіберу	$\Delta \alpha_{пл}$	-	[1, с.18, кесте 1.8]	$\Delta \alpha_{пл} = 0,08$
Ауа жылытқыштан кейінгі ыстық ауаның энтальпиясы	$H^{o+}_{гв}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	$H^{o+}_{гв} = 1891,94$
Суық ауа энтальпиясы	$H^{o}_{хв}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	$H^{o}_{хв} = 150,8$
Адиабатты жану температурасы	V_a	°C	[1, кесте 6.1]	$V_a = 1810$
Оттыктан шығатын газдардың температурасы	V_r	°C	[1, с.38, кесте 4.7]	$V_r = 1025$
Оттыктан шығатын газдардың энтальпиясы	H_r	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	$H_r = 9415,74$
Жылу тұтыну оттықтары	$Q_{от}$	кДж/кг	$Q_{от} = \varphi(Q_r - H_r)$	$Q_{от} = 0,99 \cdot (18703,5 - 9415,74) = 9194,88$
Жылууды сақтау коэффициенті	φ	-	$\varphi = q_5 / \eta_{от} - q_5$	$\varphi = 0,75 / 88,73 - 0,75 = 0,99$

3.6 кесте - Оттық камерасындағы жылу алмасуды анықтау

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Жанудың абсолютті аднабатты температурасы	T_a	K	$T_a = V_a + 273$	$T_a = 1810 + 273 = 2083$
Оттықтан шығатын газдардың абсолюттік температурасы	T_r	K	$T_r = V_a + 273$	$T_r = 1025 + 273 = 1298$
Экрандардың жылу тиімділігінің орташа коэффициенті	Ψ_{cp}	-	[1, с.40-41]	$\Psi_{cp} = 0,88$
Бұрыштық коэффициент	χ	-	[1, с.41]	0,99
Ең жоғары температура аймағы жағдайының салыстырмалы биіктігін сипаттайтын	X_r	-	Қабылдаймыз, оттық эскизі	$X_r = 0,71$
Оттық камерасының қара түсті дәрежесі	ε_r	-	Қабылдаймыз	$\varepsilon_r = 0,8$
Жану ортасының сәулелерінің түсу коэффициенті	K	1/МПа	$K = K_r * T_n + K_{3л} * \mu_{3л} + K_k$	$K = 1,5 * 0,231 + 47 * 0,0355 + 0,5 = 2,5$
Газ тәрізді ортадағы сәулелердің түсу коэффициенті	K_r	-	[1, с.138, сурет 6.12]	$K_r = 1,5$
Пештің биіктігі бойымен алау өзегінің салыстырмалы жағдайын ескеретін коэффициент	ξ	-	[1, с.41, кесте 4.8]	$\xi = 0,45$
Су буының көлемдік үлесі	Γ_{n20}	-	[1, кесте 5.1]	$\Gamma_{n20} = 0,0883$
Оттықтағы газдардың орташа температурасы	V_r	$^{\circ}\text{C}$	$V_r = V_a + V_r / 2$	$V_r = 1810 + 1025 / 2 = 1554$
Пештегі радиациялық қабаттың тиімді қалыңдығы	S	M	Қабылдаймыз	$S = 4,42$

3.6- кесте жалғасы

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Жану камерасындағы газ қысымы	P	Мпа	Үрлемейтін қазандықтар үшін	P=0,1
Күлдің концентрациясы	$\mu_{\text{зл}}$	кг/кг	[1, кесте 5.1]	$\mu=0,0355$
Тексеру үшін шама	V_T''	кВт/м ³	$V_T''=B_p * Q_p / F_{\text{сг}}^p$	$V_T''=3,7 * 18763 / 370 = 187,6$
3 атом газдарының көлемдік үлесі	Γ_n	-	[1, кесте 5.1]	$\Gamma_n=0,231$
Ұшатын күл бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_{\text{зл}}$	-	[1, с.140, сурет 6.13]	$K_{\text{зл}}=47$
Оттықты экрандау дәрежесі	χ	-	Қабылдаймыз	$\chi=0,8$
Кокс бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	K_k	-	с.43	$K_k=0,5$
Оттық сәулелік қабылдау беті	F_n	м ²	$F_n = F_{\text{сг}}^p * \chi$	$F_n = 370 * 0,8 = 335,6$
Тексеру V_T''	V_T''	°C	с.45, рис.4.4	$V_T''=1025$
Оттық көлемінің жылу кернеуі	$q^{\text{тв}}$	кВт/м ³	$q^{\text{тв}} = B_p * Q_p / V_T''$	$q^{\text{тв}} = 3,7 * 16,9 / 454 = 137,7$
Оттық экрандарының орташа сәулелі кернеуі	q_v	кВт/м ²	$q_v = B_p * Q_{\text{пт}} / F_n$	$q_v = 3,7 * 9194,88 / 325,6 = 104$

3.7 кесте - Фестонды есептеу

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Құбырлардың диаметрі мен қалыңдығы	d	м	Сызба	$D=0,06$
Құбырлардың көлденең қадамы	S_1	м	Сызба	$S_1=0,3$
Құбырдың ұзынша қадамы	S_2	м	Сызба	$S_1=0,24$
Салыстырмалы көлденең қадам	δ_1	-	$\delta_1=S_1/d$	$\delta_1=5,0$
Салыстырмалы ұзын қадам	δ_2	-	$\delta_2=S_2/d$	$\delta_1=4$
Газ жүрісі бойынша құбырлар қатарының саны	Z_2	шт.	Сызба	$z_2=4$
Қатардағы құбырлар саны	Z_1	шт.	Сызба	$z_1=16$
Жылу алмасу беті	F_ϕ	m^2	$F_\phi=\pi*d*\delta_1*z_1*z_2$	$F_\phi=50,6$
Сәулелік қабылдау беті	$F_{лф}$	m^2	Сызба	$F_{лф}=58,9$
Фестон биіктігі	h_ϕ	м	Сызба	$h_\phi=4,2$
Газдардың өтуі үшін тірі қима	F_ϕ	m^2	Қабылдаймыз	$F_\phi=21,5$
Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы	S	м	Оттық есебінен	$S=4,4$
Фестонға кіретін газдардың температурасы	V_ϕ	$^{\circ}C$	Қабылдаймыз	$V_\phi=1025$
Фестонға кіретін газдардың энтальпиясы	H_ϕ	кДж/кг	Қабылдаймыз	$H_\phi=9494,88$
Фестонның артындағы газ температурасы	V_ϕ	$^{\circ}C$	Келесі нақтылаумен қабылдаймыз	$V_\phi=974$
Фестонның артындағы газдардың энтальпиясы	H_ϕ	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	$H_\phi=9276,8$
Баланс бойынша фестонның жылу қабылдауы	$Q_{бф}$	$^{\circ}C$	$Q_{бф}=\phi*(H_\phi-H_\phi)$	$=0,99*(9494,88-9276,8)=215$
Фестонның бұрыштық коэффициенті	X_ϕ	-	[1, с.122, граф. 5.19. а, кысық 2]	$X_\phi=0,45$
Газдардың орташа температурасы	V_ϕ	$^{\circ}C$	$V_\phi=(V_\phi+V_\phi)/2$	$V_\phi=(1025+974)/2=999,5$
Газдардан фестонға конвекцияның жылу беру коэффициенті	α_k	Вт/м ² К	$\alpha_k=C_s*C_z*C_\phi*\alpha_n$	$\alpha_k=0,94*0,62*0,95*34,6=19$

Газдардың орташа температурасы	V_{ϕ}	$^{\circ}\text{C}$	$V_{\phi} = (V + V_{\phi})/2$	$V_{\phi} = (1025 + 974)/2 = 999,5$
Шоғыр компановкасына түзету	C_s	-	[1, с.123, график]	$C_s = 0,62$
Газдардан фестонға конвекцияның жылу беру коэффициенті	α_k	$\text{Вт/м}^2\text{К}$	$\alpha_k = C_s * C_z * C_{\phi} * \alpha_n$	$\alpha_k = 0,94 * 0,62 * 0,95 * 34,6 = 19$
Су буының көлемдік үлесі	Γ_{n20}	-	[1, кесте 5.1]	0,0883

Түтін газдарының жылдамдығы	W_{ϕ}	м/с	$W_{\phi} = (V_{\phi} + 273)/273 * F_{\phi}$	$W_{\phi} = 3,7 * 4,9(999,5 + 273) / 273 * 21,5 = 4,56$
Газдардан фестонға конвекцияның жылу беру коэффициенті	α_k	$\text{Вт/м}^2\text{К}$	$\alpha_k = C_s * C_z * C_{\phi} * \alpha_n$	$\alpha_k = 0,94 * 0,62 * 0,95 * 34,6 = 19$
Су буының көлемдік үлесі	Γ_{n20}	-	[1, кесте 5.1]	0,0883
Шоғыр компановкасына түзету	C_s	-	[1, с.123, график]	$C_s = 0,62$
Құбырлардың көлденең қатарының санына түзету	C_z	-	[1, с.123, график]	$C_z = 0,94$
Түзету	C_{ϕ}	-	[1, с.123, график]	$C_{\phi} = 0,95$
Газдардан фестонға жылу берудің нормативтік коэффициенті	α_n	$\text{Вт/м}^2\text{К}$	[1, с.122, график 64]	$\alpha_n = 34,6$
Фестонның ластанған қабырғасының температурасы	t_3	$^{\circ}\text{C}$	Қабылдаймыз, [1, с.140]	$t_3 = 422$
Жылу беру коэффициенті нормат. сәуле	$\alpha_{nл}$	$\text{Вт/м}^2\text{К}$	[1, с.141, график 6,14]	$\alpha_{nл} = 200$
Фестонның сәулеленуімен жылу беру коэффициенті	α_n	$\text{Вт/м}^2\text{К}$	$\alpha_n = \alpha_{nл} * \epsilon_{\phi}$	$\alpha_n = 200 * 0,175 = 35$

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Жылу беру теңдеуі бойынша фестонның жылу қабылдауы	$Q_{\text{тф}}$	кДж/кг	$Q_{\text{тф}} = (\alpha_k + \alpha_n) * F_{\text{ф}} * (V_{\text{ф}} - t_3) / 10^3 * B_p$	$Q_{\text{тф}} = (19 + 35) * 50,6 * 999 - 422 / 10^3 * 3,7 = 22,6$
Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_{\text{тф}}]$	%	$[\delta Q_{\text{тф}}] = ((Q_{\text{сф}} - Q_{\text{тф}}) / Q_{\text{сф}}) * 100$	$[\delta Q_{\text{тф}}] = ((215 - 226) / 215) * 100 = 5\%$

3.8 кесте- 1-ші сатыдағы конвективті бу қыздырғышын анықтау

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Құбырлардың сыртқы диаметрі	d	м	Сызба	$d=0,038$
Қадамды ұзартыңыз	S_1	м	Сызба	0,11
Салыстырмалы көлденең қадам	S_2	м	Сызба	0,1
Салыстырмалы бойлық қадам	δ_1	-	$\delta_1 = S_1 / d$	$\delta=2,89$
Құбырлардың орналасуы	δ_2	-	$\Delta_2 = S_2 / d$	$\delta=2,77$
Бірінші сатыға кіретін газ температурасы	V_{n1}'	$^{\circ}\text{C}$	Дәліздік	
Бірінші сатыға кіретін газдардың энтальпиясы	H_{n1}'	кДж/кг	$V_{n1}' = V_{\phi}''$	974
Бірінші сатыға кіретін бу энтальпиясы	h_{n1}'	кДж/кг	$H_{n1}' = H_{\phi}''$	92776,8
Бірінші сатыдан шығудағы бу энтальпиясы	h_{n1}''	кДж/кг	Қабылдаймыз	2740
Бүмен қабылданған жылу	Δh_{n1}	кДж/кг	Қабылдаймыз	3287
Баланс бойынша газдардан жылу қабылдау	$Q_{\text{бн1}}$	кДж/кг	$\Delta h_{n1} = h_{n1}' - h_{n1}''$	$\Delta h_{n1} = 3287 - 2787 = 547$
Бірінші сатыға ауа жіберу	$\Delta \alpha$	-	$Q_{\text{бн1}} = (D_{\text{пе}} * \Delta h_{n1}) * B_p$	$Q_{\text{бн1}} = (20,8 * 547) / 3,7 = 3$
Бірінші сатыдан шығудағы газдардың энтальпиясы	H_{n1}''	кДж/кг	[1, кесте 5.1]	367
1 сатыға кіретін будың температурасы	t_{n1}'	$^{\circ}\text{C}$	$H_{n1}'' = H_{n1}' + \Delta \alpha * H_{\text{нр}}^{\circ} - (Q_{n1} / \phi)$	$H_{n1}'' = 9276,8 + 0,025 * 200$
Будың орташа температурасы	t_n	$^{\circ}\text{C}$	$t_{n1}' = t_{\phi}''$	(3367/0,99)=6370,8
2-ші сатыдан шығатын будың температурасы	t_{n1}''	$^{\circ}\text{C}$	$t_n = (t_{n1}' + t_{n1}'') / 2$	255
Будың үлес көлемі	$V_{\text{нн1}}$	м ³ /кг	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	$t_n = (255 + 347) / 2 = 301$
Будың бір жүрісіндегі құбырлар қатарының саны	z_2	шт.	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	347
			Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	0,055
			Конструктивті қабылданды	10

Бірінші сатыдан шығатын газдардың температурасы	V_{n1}	°C	Келесі нақтылаумен қабылдаймыз	414
Газдардың орташа температурасы	V_{n1}	°C	$V_{n1} = V_{n1} + V_{n1}/2$	$V_{n1} = 974 + 814/2 = 894$
Қатардағы құбырлар саны	Z_1	шт.	Конструктивті қабылданды	16
Тікелей бөлім	f_{m1}	м²	$f_{m1} = f_{m2}$	0,0587
Бу жылдамдығы	W_{m1}	м/с	$W_{m1} = (D_{ге} * V_{m1}) / f_{m1}$	$W_{m1} = (20,8 * 0,055) / 0,0587 = 19,6$
Конвекцияның газдан бұға жылу беру коэффициенті (дәліздік)	α_k	Вт/м²К	$\alpha_k = C_s * C_z * C_\phi * \alpha_{гр}$	$\alpha_k = 1 * 0,99 * 0,97 * 39 = 37,4$
Шоғыр компоновкасына түзету	C_s	-	[1, с.122, график]	1
Құбырлардың көлденең қатарының санына түзету	C_z	-	[1, с.122, график]	0,99
Түзету	C_ϕ	-	[1, с.123, график]	0,97
Су буының көлемдік үлесі	Γ_{n20}	-	[1, кесте 5.1]	0,0877
Түтін газдарының жылдамдығы	W_{m1}	м/с	$W_{m1} = B_p * V_r^{0.8} * (V_{n1} + 273) / 273 * F_{m1}$	$W_{m1} = 3,7 * 5,2(894 + 273) / 273 * 17,9 = 5,1$
Ластанған қабырға температурасы	t_3	°C	$t_3 = t_{n1} + (\Sigma + 1 / \alpha_2) * (B_p * Q_{сн1} * 10^3 / F_{n1})$	$t_3 = 301 + (10,0157 + 1/1260) * (3106 * 3,7 * 10^3 / 1008) = 354$
Қабырғадан бұға жылу беру коэффициенті	α_2	Вт/м²К	[1, с.132, график 6.7]	1260
Шығарындыларды конвекциялаудың жылу берудің стандартты коэффициенті	$\alpha_{гр}$	Вт/м²К	[1, с. 122, график 6.4]	39
Газдардың өтуі үшін тірі қима	F_{m1}	м²	Конструктивті қабылданды	17,9
Ластану коэффициенті	Σ	Вт/м²К	[1, с.142]	0,0157
Жылуудың жылу алмасу сенімділігі	F_{n1}	м²	Конструктивті қабылданды	1008
Жүріс саны	Z_x	шт.	Конструктивті қабылданды	12

3.8- кесте жалғасы

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Конвективті будың биіктігі	$h_{\text{мн}}$	м	Конструктивті қабылданды	4,4
Сәулеленумен жылу беру коэффициенті	α_n	Вт/м ² К	$\alpha_n = \alpha_{\text{нп}} \cdot \varepsilon_{\text{нп}}$	$\alpha_n = 110 \cdot 0,1 = 11$
Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы	S	м	$S = 0,9 \cdot 0,038 (4 \cdot S_1 \cdot S_2 / \pi \cdot d^2 - 1)$	$S = 0,9 \cdot 0,038 (4 \cdot 0,11 \cdot 0,1 / 3,14 - 1) = 0,25$
3 атом газының көлемдік үлесі	γ_n	-	[1, кесте 5.1]	0,229
Таза газды ортадағы сәулелердің түсу коэффициенті	K_r	1/мПа	[1, с.138, сурет 6.12]	2,25
Шыбын күлінің бөлшектерімен сәулелердің түсу коэффициенті	$K_{\text{зп}}$	1/мПа	[1, с.140, сурет 6.13]	75
Күл бөлшектерінің концентрациясы	$\mu_{\text{зп}}$	кг/кг	[1, кесте 5.1]	0,0336
Оптикалық қалыңдығы	KPS	1/мПа	$KPS = K_r \cdot \gamma_n + K_{\text{зп}} \cdot \mu_{\text{зп}}$	$KPS = 2,25 \cdot 0,229 + 75 \cdot 0,0336 = 0,093$
Газ ортасының сәулелену коэффициенті	$\varepsilon_{\text{нп}}$	-	[1, с.44, сурет 43]	0,1
Сәулеленумен жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_{\text{нп}}$	Вт/м ² К	[1, с. 141, сурет 6.14]	110
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	α_1	Вт/м ² К	$\alpha_1 = \alpha_n + \alpha_{\text{к}}$	$\alpha_1 = 37,4 + 12 = 49,4$
Жылу берудің нормативтік коэффициенті	$K_{\text{нп}}$	Вт/м ² К	$K_{\text{нп}} = \Psi \cdot (\alpha_1 \cdot \alpha_2 / \alpha_1 + \alpha_2)$	$K_{\text{нп}} = 0,99 \cdot (49,4 \cdot 1260 / 49,4 + 1260) = 47$
Температураның үлкен және аз айырмашылығы	Δt_6 Δt_m	°C	Қабылдаймыз	627559
1-сатының жылу қабылдауы	$Q_{\text{мн}}$	кДж/кг	$Q_{\text{мн}} = F_{\text{нп}} \cdot K_{\text{нп}} \cdot \Delta t_{\text{нп}} / 10^3 \cdot B_p$	$Q_{\text{мн}} = 1008 \cdot 47 \cdot 232 / 10^3 = 3,7 = 3341$

Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_r]$	%	$[\delta Q_r] = ((Q_{\text{снл}} - Q_{\text{тп}}) / Q_{\text{снл}}) \cdot 100$	$[\delta Q_r] = ((3367 - 3341) / 3367) \cdot 100 = 0,77$
Жылу тиімділігінің коэффициенті	Ψ	-	[1, с. 145, кесте 6.4]	0,99

3.9 кесте- 2-ші сатыдағы конвективті бу қыздырғышын анықтау

Атауы		Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Екінші сатыға кіретін газ температурасы		V_{n2}'	°C	$V_{n2}' = V_{n1}$	814
Кіретін газдардың энтальпиясы		H_{n2}'	кДж/кг	$H_{n2}' = H_{n2}''$	
Екінші сатыға кіретін бу энтальпиясы		h_{n2}'	кДж/кг	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	7628,8
Екінші сатыдан шығатын бу энтальпиясы		h_{n2}''	кДж/кг	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	3287
Бүмен қабылданған жылу		Δh_{n2}	кДж/кг	$\Delta h_{n1} = B_p \cdot (Q_{\text{бон2}} + Q_{\text{м2}}) / D_{\text{не}}$	3160
Баланс бойынша газдардан жылу қабылдау		$Q_{\text{бон2}}$	кДж/кг	$Q_{\text{бон2}} = \varphi \cdot (H_{n2}' - H_{n2}'' + \Delta \alpha \cdot H_{\text{нр}}^0)$	$\Delta h_{n1} = 3,7 \cdot (1828 + 273,9) / 20,8 = 373$
$t = 30$ °C ауа сорғысы		$\Delta \alpha$	-	$[1, \text{кесте } 5.1]$	$Q_{\text{бон2}} = 0,99 \cdot (7628,9 - 5789 + 0,04 \cdot 150,7) = 1828$
Сорылатын ауаның энтальпиясы		$H_{\text{нр}}^0$	кДж/кг	$[1, \text{кесте } 6.1]$	0,04
Екінші сатыдан шығатын газдардың энтальпиясы		H_{n2}''	кДж/кг	$[1, \text{кесте } 6.1]$	150,7
Будың орташа температурасы		t_n	°C	$t_n = (t_{n1} + t_{n2}') / 2$	$H_{n2}'' = 5789$
2-ші сатыға кіретін будың температурасы		t_{n2}'	°C	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	$t_n = (324 + 440) / 2 = 382$
2-ші сатыдан шығатын будың температурасы		t_{n2}''	°C	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	324
Будың үлес көлемі		$V_{\text{мн1}}$	м³/кг	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	440
Бір жүрістігі құбырлар қатарының саны		Z_2	шт.	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	0,07052
Қатардағы құбырлар саны		Z_1	шт.	Конструктивті қабылданды	10
				Конструктивті қабылданды	95

Бу жылдамдығы	W_{m2}	м/с	$W_{m2}=(D_{ne}*V_{m1})/f_{m2}$	$W_{m2}=(20,8*0,07052)/0,0587=24,9$
Бу өту үшін тірі күш	f_{m2}	м ²	$f_{m2}=f_{m1}$	0,0587
Конвекцияның газдан бұға жылу беру коэффициенті (деліздік)	α_k	Вт/м ² К	$\alpha_k=C_s*C_z*C_\phi*\alpha_{nr}$	$\alpha_k=1*0,92*0,98*48,2=43$
Шоғыр компоновкасына түзету	C_s	-	[1, с.122, график]	1
Құбырлардың көлденең қатарының санына түзету	C_z	-	[1, с.122, график]	0,92
Түзету	C_ϕ	-	[1, с.123, график]	0,98
Су буының көлемдік үлесі	Γ_{n2o}	-	[1, кесте 5.1]	0,0864
Бірінші сатыдан шығатын газдардың температурасы	V_{n2}	°C	200 °C-қа қабылдаймыз	614
Газдардың орташа температурасы	V_{n2}	°C	$V_{n2}=V_{n2}'+V_{n2}''/2$	$V_{n1}=814+614/2=714$
Түтін газдарының жылдамдығы	W_{m2}	м/с	$W_{m2}=B_p*V_r^{o*}(V_{n2}+273)/273F_r$	$W_{m1}=3,7*5,2(714+273)/273*41,4=6,8$
Газдардың өтуі үшін тірі кима	F_{m2}	м ²	Конструктивті қабылданды	11,9
Шығарындыларды конвекциялаудың жылу берудің стандартты коэффициенті	α_{nr}	Вт/м ² К	[1, с. 122, график 6.4]	48,2
Ластанған қабырға температурасы	t_3	°C	$t_3=t_{n2}+(\Sigma+1/\alpha_2)*(B_p*Q_{6n2}*10^3/F_{n2})$	$t_3=301+(10,0157+1/1260)*(1912+273,9)*3,7*10^3/1008=41$
Ластану коэффициенті	Σ	Вт/м ² К	[1, с.142]	0,0157

3.9-кесте жалғасы

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Жылуудың жылу алмасу сәнімділігі	F_{n2}	m^2	Конструктивті қабылданды	1008
Қабырғадан бұға жылу беру коэффициенті	α_2	$Вт/м^2К$	[1, с.132, график 6.7]	1210
Жүріс саны	z_x	шт.	Конструктивті қабылданды	12
Конвективті бұдың биіктігі	h_{nm2}	м	Конструктивті қабылданды	4,4
Сәулеленумен жылу беру коэффициенті	α_n	$Вт/м^2К$	$\alpha_n = \alpha_{n1} * \epsilon_{n2}$	$\alpha_n = 134 * 0,23 = 27,7$
Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы	S	М	$S = 0,9 * 0,038 (4 * S_1 * S_2 / \pi * d^2 - 1)$	$S = 0,9 * 0,038 (4 * 0,11 * 0,11 * 0,1 / 3,14 * 0,03^2 - 1) = 0,25$
3 атом газдарының көлемдік үлесі	γ_n	-	[1, кесте 5.1]	0,225
Таза газды ортадағы сәулелердің түсу коэффициенті	K_r	1/мПа	[1, с.138, сурет 6.12]	2,7
Шыбын күлінің бөлшектерімен сәулелердің түсу коэффициенті	$K_{зл}$	1/мПа	[1, с.140, сурет 6.13]	80
Күл бөлшектерінің концентрациясы	$\mu_{зл}$	кг/кг	[1, кесте 5.1]	0,0345
Оптикалық қалыңдығы	KPS	1/мПа	$KPS = K_r * \gamma_n + K_{зл} * \mu_{зл}$	$KPS = 2,7 * 0,225 + 80 * 0,0345 = 0,118$
Газ ортасының сәулелену коэффициенті	ϵ_{n1}	-	[1, с.44, сурет 43]	0,23
Сәулеленумен жылу берудің нормативтік коэффициенті	α_{n1}	$Вт/м^2К$	[1, с. 141, сурет 6.14]	134
Жылу беру коэффициенті	α_2	$Вт/м^2К$	$\alpha_2 = \alpha_n + z_x$	$\alpha_1 = 43 + 27,2 = 69,3$
Температуралық ағын	Δt_{n2}	$^{\circ}C$	$\Delta t_{n2} = \Delta t_6 - \Delta t_m / 2,3 * l_q \Delta t_6 / \Delta t_m$	$\Delta t_{n2} = 490 - 174 / 2,3 * l_q 490 / 174 = 166$
Жылу берудің нормативтік	K_{n1}	$Вт/м^2К$	$K_{n1} = \Psi * (\alpha_1 * \alpha_2 / \alpha_1 + \alpha_2)$	$K_{n1} = 0,99 * (69,3 * 1210 / 69,3 + 1210) = 1008$

коэффициенті					
2-сатының жылу қабылдауы	Q_{m2}	кДж/кг		$Q_{m1} = F_{n2} \cdot K_{n2} \cdot \Delta t_{n2} / 10^3 \cdot B_p$	$Q_{m1} = 1008 \cdot 38,9 \cdot 166 / 10^3 \cdot 3,7$ $= 1759$
Жылу тиімділігінің коэффициенті	ψ	-		[1, с.145, кесте 6.4]	0,97
Температураның үлкен және аз айырмашылығы	Δt_6 Δt_m	°C		Қабылдаймыз	490 174
Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_r]$	%		$[\delta Q_r] = ((Q_{6n2} - Q_{m2}) / Q_{6n2}) \cdot 100$	$[\delta Q_r] = ((1759 - 1828) / 1759) \cdot 100 = -3,8$

3.10 кесте- Су экономайзерінің екінші сатысын есептеу

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Құбырдың сыртқы диаметрі	d	мм	Сызба	0,032
Құбырлардың ішкі диаметрі	d _{внут}	мм	Сызба	0,025
Көлденен кадам	S ₁	мм	Сызба	0,08
Бойлық кадам	S ₂	мм	Сызба	0,064
Қабаттың сәулеленуінің тиімді қалыңдығы	S	м	$S = 0,9 * 0,032 * (4/\pi * (S_1 * S_2/d^2 - 1))$	$S = 0,9 * 0,032 * (4/3,14 * (0,08 * 0,064 / 0,032^2 - 1)) = 0,122$
Коллектордан шығатын құбыр қатарының саны	z _p	шт.	Сызба	4

Параллельно коллекторларының орналасуы бар қатардағы құбырлардың саны	z ₁	шт.	[1, с.99]	170
Газ жүрісі бойынша құбырлар қатарының саны	z ₂	шт.	Қабылдаймыз	4
Газдардың өтуі үшін тірі қима	F _{жкв}	м ²	Конструктивті қабылданды	8,13
Су өтуге арналған қима	f _{вз}	м/с	$f_{вз} = z_p * z_1 (\pi * d_{внут}^2 / 4)$	$f_{вз} = 4 * 170 * (3,14 * 0,032^2 / 4) = 0,296$
Су жылдамдығы	W _{вз}	м/с	$W_{вз} = D_{пс} * V_{вз} / f_{вз}$	$W_{вз} = 20,8 * 0,00134 / 0,296 = 0,094$
Судың орташа үлес көлемі	V _{вз}	м ³ /кг	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	0,00134
Қыздыру беті	F _{вз}	м ²	Конструктивті қабылданды	240
Су экономайзердің 2-ші сатысына кіретін газ температурасы	V _{вз}	°C	$V_{вз} = V_{II}$	614
Кіретін газдардың энтальпиясы	H _{вз}	кДж/кг	$H_{вз} = H_{II}$	4861,2

2-ші ст. шығатын газдардың температурасы	$V_{вэ}$	°C	Қабылдаймыз	471
2 сатыдан шығатын газдардың энтальпиясы	$H_{вэ}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	4279,9
Су экономайзерінен шығатын судың энтальпиясы	$h_{вэ}$	кДж/кг	$h_{вэ} = h + \Delta h_{по}$ $(Q_{пт} + Q_{ф} + Q_{п1} + Q_{п2}) * B_p / D_{пе}$	$h_{вэ} = 3287 + 70(9115,7 + 226 + 1759 + 3341) * 3,7/20,8 = 1062$ 260
Су экономайзерінен шығатын судың температурасы	$t_{вэ}$	°C	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	260
Артық ауа өзгеруі	$\Delta \alpha_{вэ}$	-	[1, кесте 5.1]	0,02
Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_{вэ2}$	кДж/кг	$Q_{вэ2} = q * (H_{вэ} - H_{вэ}^{н} + \Delta \alpha_{вэ} * H_{гпр}^0)$	$Q_{вэ2} = 0,99 * (4861,2 - 4279,9 + 0,02 * 180,6) = 670$
Экономайзерге кіре берістегі судың энтальпиясы	$h_{вэ}$	кДж/кг	$h_{вэ} = h - (Q_{вэ2} * B / D_{пе})$	$h_{вэ} = - (670 * 3,7/20,8) = -942$
Экономайзерге кіре берістегі су температурасы	$t_{вэ}$	°C	Қабылдаймыз, [7, кесте 3]	205
Судың орташа температурасы	$t_{вэ2}$	°C	$t_{вэ2} = (t_{вэ} + t_{вэ}^{н}) / 2$	$t_{вэ2} = 205 + 260 / 2 = 232$
Кіре берістегі температуралық арын және шыққан газдар	$\Delta t_{вэ}^6$ $\Delta t_{вэ}^M$	°C °C	Қабылдаймыз	409 266
Газдардың орташа температурасы	$V_{вэ2}$	°C	$V_{вэ2} = (V_{вэ} + V_{вэ}^{н}) / 2$	$V_{вэ2} = 637 + 471 / 2 = 554$

3.10 -кесте жалғасы

Атауы	Белгі.	Өлш. б.	Формуласы	Нәтижесі
Экономикалық сәулеттің ауаның энтальпиясы	$H_{\text{пр}}^0$	кДж/кг	[1, с.52]	180,6
Температураның орташа арифметикалық айырмашылығы	$\Delta t_{\text{вс2}}$	°C	$\Delta t_{\text{вс2}} = \Delta t_{\text{вс}}^6 - \Delta t_{\text{вс}}^M / 2.3 * \lg \Delta t_{\text{вс}}^6 / \Delta t_{\text{вс}}^M$	$\Delta t_{\text{вс2}} = 409 - 266 / 2.3 * \lg 409 / 266 = 175$
Ластанған қабырға температурасы	$t_{\text{вс2}}$	°C	$t_{\text{вс2}} = t_{\text{вс2}} + \Delta t$	$t_{\text{вс2}} = 232 + 60 = 292$
Газдардан құбырлардың шахматтық буына жылу беру коэффициенті	α_k	Вт/м²К	$\alpha_k = S_s * C_z * C_{\phi} * \alpha_n$	$\alpha_k = 1,19 * 0,99 * 0,99 * 64,5 = 74,5$
Салыстырмалы көлденең қадам	σ_1	-	$\sigma_1 = S_1 / d$	$\sigma_1 = 0,08 / 0,032 = 2,5$
Салыстырмалы ұзын қадам	σ_2	-	$\sigma_2 = S_2 / d$	$\sigma_2 = 0,64 / 0,32 = 2$
Шоғыр компоновкасына түзету	C_s	-	[1, с.125, график]	1,19
Құбырлардың көлденең қатарының санына түзету	S_z	-	[1, с.124, график]	0,99
Газдардың орташа жылдамдығы	$W_{\text{вс2}}$	м/с	$W_{\text{вс2}} = B_p * V_{\text{г}}^0 * (V_{\text{с2}} + 273) / 273 * F_{\text{вс2}}$	$W_{\text{вс2}} = 3,7 * 4,9 * (554 + 273) / 273 * 8,13 = 8,1$
Су буының көлемдік үлесі	$\Gamma_{\text{н2о}}$	-	[1, кесте 5.1]	0,0853
Газдан конвекциямен жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_{\text{нк}}$	Вт/м²К	[1, с.124]	64,5
Сәулеленумен жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{ср}}$	Вт/м²К	$\alpha_{\text{ср}} = \alpha_{\text{нл}} * \varepsilon_{\text{н2}}$	$\alpha_{\text{ср}} = 67 * 0,1 = 6,7$
Сәуле шығару қабатының тиімді қалыңдығы	S	м	$S = 0,9 * 0,038 (4 * S_1 * S_2 / \pi * d^2 - 1)$	$S = 0,9 * 0,038 (4 * 0,08 * 0,06 / 3,14 * 0,032^2 - 1) = 0,156$
3 атом газдарының көлемдік үлесі	Γ_n	-	[1, кесте 5.1]	0,221
Ұшатын күл бөлшектерімен сәулелердің әлсіреу коэффициенті	$K_{\text{сд}}$	1/мПа	[1, с.140, сурет 6.13]	90

Күл бөлшектерінің концентрациясы	$\mu_{\text{кл}}$	кг/кг	[1, кесте 5.1]	0,033
Оптикалық қалыңдығы	KPS	1/мПа	$KPS = K_r \cdot r_n + K_{\text{эл}} \cdot \mu_{\text{эл}}$	$KPS = 13 \cdot 0,221 + 90 \cdot 0,033 = 0,08$
Жылу сәулесінің нормативтік коэффициенті	$\alpha_{\text{нл}}$	Вт/м ² К	[1, с. 141, сурет 6.14]	67
Түзету	$C_{\text{ф}}$	-	[1, с. 124, график]	0,99
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	α_1	Вт/м ² К	$\alpha_1 = \alpha_k + \alpha_{\text{л}}$	$\alpha_2 = 74,5 \cdot 6,7 = 81,2$
Ластану коэффициенті	Σ	Вт/м ² К	[1, с. 143, сурет 6.16]	0,006
Жылу беру коэффициенті	$K_{\text{вз2}}$	Вт/м ² К	$K_{\text{вз2}} = \alpha_1 / (1 - \Sigma \cdot \alpha_1)$	$K_{\text{вз2}} = 81,2 / (1 + 0,006 \cdot 81,2) = 54,8$
Су экономайзерінің екінші сатысының жылу қабылдауы	$Q_{\text{т2}}$	кДж/кг	$Q_{\text{вз2}} = F_{\text{вз2}} \cdot K_{\text{вз2}} \cdot \Delta t_{\text{вз2}} / 10^3 \cdot B_p$	$Q_{\text{вз2}} = 240 \cdot 54,8 \cdot 175 / 3 \cdot 7 \cdot 10^3 = 662$
Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_{\text{т}}]$	%	$[\delta Q_{\text{т}}] = ((Q_{\text{вз2}} - Q_{\text{т2}}) / Q_{\text{вз2}}) \cdot 100$	$[\delta Q_{\text{т}}] = ((670 - 662) / 670) \cdot 100 = 1,1$

3.11 кесте - Ауа жылытқыштағы 2-ші сатыны есептеу

Атауы	Белгі.	Өлш. б.	Формуласы	Нәтижесі
Құбырдың сыртқы диаметрі	d	мм	Сызба	0,04
Құбырлардың ішкі диаметрі	$d_{\text{нут}}$	мм	Сызба	0,034
Көлденең кадам	S_1	мм	Сызба	0,06
Бойлық кадам	S_2	мм	Сызба	0,045
Ауа жылытқыштың құбырларын орнату тереңдігі	$b_{\text{вп}2}$	м	Сызба	42
Қатардағы құбырлар саны	z_1	шт.	$z_1 = (a - S_1) / S_1$	$z_1 = (12 - 0,06) / 0,06 = 92$
Құбырлар қатарының саны	z_2	шт.	$z_2 = (l_{\text{вп}2} - S_2) / S_2$	$z_2 = (2,5 - 0,045) / 0,045 = 45$
Ауа жылытқыштың құбыр ұзындығы	$l_{\text{вп}2}$	м ²	Сызба	2,5
Қыздыру беті	$F_{\text{вп}2}$	м ²	Конструктивті қабылданды	1300
Кіретін газдардың энтальпиясы	$H'_{\text{вп}}$	кДж/кг	$H'_{\text{вп}} = H'_{\text{вз}2}$	4279,9
Ауа жылытқыштың 2-ші сатысына кіретін газ температурасы	$V'_{\text{вп}}$	°C	$V'_{\text{вп}2} = V'_{\text{вз}2}$	421
Ауа жылытқыштың 2-сатысынан шығатын ауа температурасы	$t'_{\text{вп}2}$	°C	Қабылдаймыз	310
Ауа энтальпиясы	$h'_{\text{вп}2}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	1946,6
Ауа жылытқыштың 2-ші сатысына кіре берістегі ауа температурасы	$t'_{\text{вп}2}$	°C	Соңғы нақтылаумен қабылдаймыз	160
Газдардың өтуі үшін қима	$F_{\text{г.вп}2}$	м ²	Конструктивті қабылданды	4,45
Ауа жылытқыштың 2-ші сатысына кіре берістегі ауа температурасы	$t'_{\text{вп}2}$	°C	Соңғы нақтылаумен қабылдаймыз	160
Ауа энтальпиясы	$h'_{\text{вп}2}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	1072

Ауа жылытқыштың 2-сатысының жылу қабылдауы	$Q_{\text{вп2}}$	кДж/кг	$Q_{\text{вп2}} = (B_{\text{вп2}} + \Delta\alpha_{\text{вп}}/2) * (h_{\text{вп2}} - h_{\text{вп2}})$	$Q_{\text{вп2}} = (1,125 + 0,03/2) * (1946,6 - 1072) = 841$
Ауа жылытқыштың ауасы санының теориялық тұрғыдан қажетт	$B_{\text{вп2}}$	-	$B_{\text{вп2}} = \alpha_{\text{г}} - \Delta\alpha_{\text{г}} - \Delta\alpha_{\text{пл}} + 0,5 * \Delta\alpha_{\text{вп}}$	$B_{\text{вп2}} = 1,2 - 0,08 - 0,04 + 0,5 * 0,03 = 1,125$
Пешке ауа жіберу	$\Delta\alpha_{\text{г}}$	-	[1, с.19, кесте 1.8]	0,08
2 сатыдан шығатын газдардың энтальпиясы	$H_{\text{вп2}}$	кДж/кг	$H_{\text{вп2}} = H_{\text{вп2}} - Q_{\text{вп2}} / \varphi + \Delta\alpha_{\text{вп}} * H_{\text{хв}}^0$	$H_{\text{вп2}} = 4279,9 - 841 / 0,99 + 0,03 * 180,6 = 3425,4$
Бұл газдардың температурасы	$V_{\text{вп2}}$	°C	[1, кесте 6.1]	357
Газдардың орташа температурасы	$V_{\text{вп2}}$	°C	$V_{\text{п2}} = V_{\text{вп2}} + V_{\text{вп2}}/2$	$V_{\text{п2}} = 471 + 357/2 = 414$
Түтін газдарының жылдамдығы	$W_{\text{вп2}}$	м/с	$W_{\text{вп2}} = B_{\text{г}} * V_{\text{г}}^{0,5} * (V_{\text{п2}} + 273) / 273 * F_{\text{вп}}$	$W_{\text{вп2}} = 3,7 * 4,9 * (2,5 + 273) / 273 = 3 * 4,45 = 12,2$
Конвекциямен газдан бетке жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{к}}$	Вт/м²К	[1, с.128-131, сурет 6.6]	41,5
Түзету	$C_{\text{ф}}$	-	[1, с.124, график]	1
Ауа жылытқыштағы ауаны сору	$\Delta\alpha_{\text{вп}}$	-	[1, с.19, кесте 1.8]	0,03
Жылу берудің нормативтік коэффициенті	$\alpha_{\text{н}}$	Вт/м²К	[1, с.130, сурет 6.6]	41,5
Су буының көлемдік үлесі	$r_{\text{н2о}}$	-	[1, кесте 5.1]	0,0834
Түтіктердің салыстырмалы ұзындығына түзету	C_1	-	Қабылдаймыз	1
Сәулеленумен жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{л}}$	Вт/м²К	$\alpha_{\text{л}} = \alpha_2 * 0,1$	$\alpha_{\text{л}} = 41,5 * 0,1 = 4,15$
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	α_1	Вт/м²К	$\alpha_1 = \alpha_2 + \alpha_{\text{л}}$	$\alpha_1 = 33 + 4,15 = 37,15$
Жылу беру коэффициенті	K	Вт/м²К	$K = \xi * (\alpha_1 * \alpha_2 / \alpha_1 + \alpha_2)$	$K = 0,75 * (37,15 * 33 / 37,15 + 33)$

Ауа жылытқышты пайдалану коэффициенті	ξ	-	[1, с.147, кесте 6.6]	=15,7
Кіре берістегі температуралық арынжәне шыққан газдар	$\Delta t_{\text{вн2}}'$ $\Delta t_{\text{вн2}}''$	°C °C	Қабылдаймыз	161 179
Орташа температуралық арын	$\Delta t_{\text{вн2}}$	°C	$\Delta t_{\text{вн2}} = \Delta t_{\text{вн2}}' + \Delta t_{\text{вн2}}'' / 2$	$\Delta t_{\text{вн2}} = 161 + 179 / 2 = 179$
Бетінен ауаға жылу беру коэффициенті	α_2	Вт/м²К	[1, с.117, кесте 6.2]	33
2-сатының жылу қабылдауы	$Q_{\text{тн2}}$	кДж/кг	$Q_{\text{тн1}} = F_{\text{вн2}} \cdot K \cdot \Delta t_{\text{вн2}} / 10^3 \cdot B_p$	$Q_{\text{тн1}} = 15,7 \cdot 1300 \cdot 179 / 10^3 \cdot 3 = 943$
Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_r]$	%	$[\delta Q_r] = ((Q_{\text{вн2}} - Q_{\text{тн2}}) / Q_{\text{вн2}}) \cdot 100$	$[\delta Q_r] = ((983 - 943) / 943) \cdot 100 = 4$

3.12 кесте- Су экономайзеріндегі І-ші сатыны есептеу

Атауы	Белгі.	Өлш. б.	Формуласы	Нәтижесі
Құбырдың сыртқы диаметрі	d	мм	Сызба	0,032
Құбырлардың ішкі диаметрі	$d_{\text{нут}}$	мм	Сызба	0,025
Бойлық қадам	S_2	мм	Сызба	0,064
Көлденең қадам	S_1	мм	Сызба	0,08
Колектордан шығатын құбыр қатарының саны	Z_p	шт.	Сызба	4
Газ жүрісі бойынша құбырлар қатарының саны	Z_2	шт.	Келесі нақтылаумен қабылдаймы	40
Қатардағы құбырлар саны	Z_1	шт.	[1, с.99]	170
Газ жүрісі бойынша құбырлар қатарының саны	Z_2	шт.	Келесі нақтылаумен қабылдаймы	40
Газдардың өтуі үшін тірі кима	$F_{\text{жвз}}$	м^2	Конструктивті қабылданды	6,9
Қыздыру беті	$F_{\text{вз}}$	м^2	Конструктивті қабылданды	540
Су экономайзердің І-ші сатысына кіретін газ температурасы	$V_{\text{вз}}$	$^{\circ}\text{C}$	$V_{\text{вз1}} = V_{\text{вз2}}$	357
Кіретін газдардың энтальпиясы	$N_{\text{вз}}$	кДж/кг	$N_{\text{вз1}} = N_{\text{вз2}}$	3157
І сатыдан шығатын газдардың температурасы	$V_{\text{вз}}$	$^{\circ}\text{C}$	Қабылдаймыз	234
І сатыдан шығатын газдардың энтальпиясы	$N_{\text{вз}}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	1525
Атауы	Белгі.	Өлш. б.	Формуласы	Нәтижесі
Су экономайзерінен шығатын судың температурасы	$t_{\text{вз}}$	$^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вз1}} = t_{\text{вз2}}$	205

Баланс бойынша жылу қабылдау	$Q_{б\text{эл}}$	кДж/кг	$Q_{б\text{эл}} = D_{\text{ис}} * (h_{\text{в3}} - h_{\text{в3}}') / B_p$	$Q_{б\text{эл}} = 20,8 * (1062 - 865) / 3,7 = 1668$
Су экономикаіерінен шығатын судың энтальпиясы	$h_{\text{в3}}$	кДж/кг	$h_{\text{в3}}' = h_{\text{в3}}''$	$h_{\text{в3}}'' = 1062$
І сатыда артық ауаның өзгеруі	$\Delta a_{\text{в3}}$	-	[1, кесте 5.1]	0,02
Судың орташа температурасы	$t_{\text{в3}}$	°C	$t_{\text{в3}} = t_{\text{в3}}' + t_{\text{в3}}'' / 2$	$t_{\text{в3}} = 159 + 202 / 2 = 181$
Газдардың орташа температурасы	$V_{\text{в3}}$	°C	$V_{\text{в3}} = V_{\text{в3}}' + V_{\text{в3}}'' / 2$	$V_{\text{в3}} = 357 + 234 / 2 = 295$
Газдардың орташа жылдамдығы	$W_{\text{в3}}$	м/с	$W_{\text{в3}} = B_p * V_{\text{г}} * (V_{\text{3}} + 273) / 273 * F_{\text{в3}}$	$W_{\text{в3}} = 3,7 * 4,9 * (295 + 273) / 273 * 6,9 = 7$
Газдардан құбырлардың шахматтық буына жылу беру коэффициенті	α_k	Вт/м²К	$\alpha_k = S_s * C_z * C_{\text{ф}} * \alpha_{\text{н}}$	$\alpha_k = 1,18 * 0,99 * 1,01 = 6$
Шоғыр компоновкасына түзету	C_s	-	[1, с.125, график]	1,18
Құбырлардың көлденең қатарының санына түзету	S_z	-	[1, с.124, график]	1,01
Сәулеленумен жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{н}}$	Вт/м²К	$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{н1}} * \varepsilon_{\text{н1}}$	$\alpha_{\text{н}} = 67 * 0,1 = 6,7$
Су буының көлемдік үлесі	$\Gamma_{\text{н20}}$	-	[1, кесте 5.1]	0,0853
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	α_1	Вт/м²К	$\alpha_1 = \alpha_k$	$\alpha_1 = 68$
Ластану коэффициенті	Σ	Вт/м²К	[1, с.143, сурет 6.16]	0,006
Жылу беру коэффициенті	$K_{\text{в3}}$	Вт/м²К	$K_{\text{в3}} = \alpha_1 / (1 - \Sigma * \alpha_1)$	$K_{\text{в3}} = 68 / (1 + 0,006 * 68) = 56$
Кіре берістері температуралық арын және шыққан газдар	$\Delta t_{\text{в3}}^{\text{б}}$ $\Delta t_{\text{в3}}^{\text{м}}$	°C °C	Қабылдаймыз	152 75

Орташа температуралық арын	$\Delta t_{\text{вс1}}$	$^{\circ}\text{C}$	$\Delta t_{\text{вс1}} = \Delta t_{\text{вс1}} + \Delta t_{\text{вс1}} / 2$	$\Delta t_{\text{вс2}} = 152 + 75/2 = 133,5$
Су экономайзерінің екінші сатысының жылу қабылдауы	$Q_{\text{тс1}}$	кДж/кг	$Q_{\text{вс2}} = F_{\text{вс1}} * K_{\text{вс1}} * \Delta t_{\text{вс1}} / 10^3 * B_p$	$Q_{\text{вс1}} = 540 * 56 * 133,5 / 3,7 * 10^3 = 1087$
Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_t]$	%	$[\delta Q_t] = ((Q_{\text{вс1}} - Q_{\text{тс1}}) / Q_{\text{вс1}}) * 100$	$[\delta Q_t] = ((1668 - 1087) / 1087) * 100 = 1,8$

3.13- кесте - Ауа жылытқышындағы Іші сатыны есептеу

Атауы	Белгі.	Өлш.б.	Формуласы	Нәтижесі
Қыздыру беті	$F_{\text{вп1}}$	м^2	Конструктивті қабылданды	2320
Газдардың өтуі үшін қима	$F_{\text{г,вп1}}$	м^2	Конструктивті қабылданды	3,46
2-ші ст. кіре берістегі газдардың температурасы	$V_{\text{вп1}}$	$^{\circ}\text{C}$	$V_{\text{вп1}} = V_{\text{вз}}''$	234
Кіретін газдардың энтальпиясы	$H_{\text{вп1}}$	кДж/кг	$H_{\text{вп1}}' = H_{\text{вз}}''$	3157
Ауа жылытқыштың 2-сатысынан шығатын ауа температурасы	$t_{\text{вп1}}''$	$^{\circ}\text{C}$	Қабылдаймыз	160
Ауа энтальпиясы	$h_{\text{вп1}}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	1946,6
Газдардың орташа температурасы	$V_{\text{вп1}}$	$^{\circ}\text{C}$	$V_{\text{п1}} = V_{\text{вп1}}' + V_{\text{вп1}}''/2$	$V_{\text{п2}} = 234 + 130/2 = 182$
Ауа жылытқыштың 1-ші сатысына кіре берістегі ауа температурасы	$t_{\text{вп1}}$	$^{\circ}\text{C}$	Соңғы нақтылаумен қабылдаймыз	30
Ауа энтальпиясы	$h_{\text{вп1}}$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	235
Ауа жылытқыштың 1-сатысының жылу қабылдауы	$Q_{\text{вп1}}$	кДж/кг	$Q_{\text{вп2}} = (V_{\text{вп1}} + \Delta\alpha_{\text{вп1}}/2) * (h_{\text{вп1}}'' - h_{\text{вп1}}')$	$Q_{\text{вп1}} = (1,125 + 0,03/2) * (1946,6 - 235) = 725$
Ауа жылытқыштың ауасы санының теориялық тұрғыдан қажетті	$V_{\text{вп1}}$	-	Ауа жылытқыштың 2-сатысы есебінен	$V_{\text{вп1}} = 1,125$
Ауа жылытқышқа ауа сору	$\Delta\alpha_{\text{вп1}}$	-	$\Delta\alpha_{\text{вп1}} = \Delta\alpha_{\text{вп2}}$	0,08
Ауа жылытқыштағы ауаны сору	$\Delta\alpha_{\text{вп}}$	-	[1, с.19, кесте 1.8]	0,07
Ауа жылытқыштың 1-сатысынан шығатын газ температурасы	$V_{\text{вп1}}''$	$^{\circ}\text{C}$	$V_{\text{вп1}}'' = V_{\text{ут}}$	130
Су буының көлемдік үлесі	$\Gamma_{\text{н2о}}$	-	[1, кесте 5.1]	0,08
1 сатыдан шығатын газдардың энтальпиясы	$H_{\text{вп1}}''$	кДж/кг	[1, кесте 6.1]	$H_{\text{вп1}}'' = 955$
Конвекциямен газдан бетке жылу беру коэффициенті	$\alpha_{\text{к}}$	$\text{Вт/м}^2\text{К}$	[1, с.128-131, сурет 6.6]	30

Жылу берудің нормативтік коэффициенті	α_n	Вт/м²К	[1, с.130, сурет 6.6]	26
Түзету	C_ϕ	-	[1, с.124, график]	1,1
Түтіктердің салыстырмалы ұзындығына түзету	C_l	-	Қабылдаймыз	1
Газдардан қабырғаға жылу беру коэффициенті	α_1	Вт/м²К	$\alpha_1 = \alpha_k$	$\alpha_1 = 30$
Жылу беру коэффициенті	K	Вт/м²К	$K = \xi * (\alpha_1 * \alpha_2 / \alpha_1 + \alpha_2)$	$K = 0,75 * (30 * 30 / 30 + 30) = 16$
Бетінен ауаға жылу беру коэффициенті	α_2	Вт/м²К	с.117, кесте 6.2	30
Ауа жылытқышты пайдалану коэффициенті	ξ	-	С.147, кесте 6.6	0,75
Кіре берістегі температуралық арын және шыққан газдар	$\Delta t_{вн2}'$ $\Delta t_{вн2}''$	°C °C	Қабылдаймыз	74 100
Орташа температуралық арын	$\Delta t_{вн1}$	°C	$\Delta t_{вн1} = \Delta t_{вн1}' + \Delta t_{вн1}'' / 2$	$\Delta t_{вн2} = 74 + 100 / 2 = 87$
1-сатының жылу қабылдауы	$Q_{тн1}$	кДж/кг	$Q_{тн1} = F_{вн1} * K * \Delta t_{вн1} / 10^3 * B_p$	$Q_{тн1} = 16 * 116 * 3,46 / 10^3 * 3,7 = 709$
Жылу қабылдаудың болмауы	$[\delta Q_T]$	%	$[\delta Q_T] = ((Q_{вн1} - Q_{тн1}) / Q_{вн1}) * 100$	$[\delta Q_T] = ((725 - 709) / 709) * 100 = 2,2$

Ыстық ауа температурасы кезінде орталық ауаның шығысы	$Q_{\text{и}}$	$\text{м}^3/\text{сағ}$	$Q_{\text{и}} = Q^{\circ} * (273 + t_{\text{и.в.}} / 273)_{\text{и}}$	$Q_{\text{и}} = 0,59 * (273 + 310 / 273) = 1,622$
Орталық ауа құбыр қимасы	$F_{\text{и}}$	м^3	$F_{\text{и}} = 0,785 * (D_{\text{и}}^2 - 2 * S_{\text{сг}})^2$	$F_{\text{и}} = 0,785 * (0,273 - 2 * 0,007)^2 = 0,052$
Орталық ауаның жылдамдығы	$W_{\text{и}}$	м/с	$W_{\text{и}} = Q_{\text{и}} / 3600 * F_{\text{и}}$	$W_{\text{и}} = 1,622 / 3600 * 0,052 = 0,0023$
Жанарғыдан шығатын қоспаның температурасы	$t_{\text{см}}$	$^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{см}} = (r_2 + r_{\text{и}}) * t_{\text{и.в.}} + r_1 * t_{\text{аэп}}$	$t_{\text{см}} = (0,55 + 0,1) * 310 + 0,35 * 110 = 240$
Жанарғыдан шығардағы қоспаның шығысы	$Q_{\text{гор}}$	$\text{м}^3/\text{сағ}$	$Q_{\text{гор}} = Q_{\text{гор}}^{\circ} * (273 + t_{\text{см}} / 273)$	$Q_{\text{гор}} = 5,9 * (273 + 240 / 273) = 16,15$
Амбразураның қимасы	$F_{\text{вых}}$	м^2	$F_{\text{вых}} = 0,785 * D_{\text{а}}^2$	$F_{\text{вых}} = 0,785 * 0,9^2 = 0,63$
Жанарғыдан шығардағы қоспаның жылдамдығы	$W_{\text{вых}}$	м/с	$W_{\text{вых}} = Q_{\text{гор}} / 3600 * F_{\text{вых}}$	$W_{\text{вых}} = 16,15 / 3600 * 0,63 = 0,028$

2-ші сатыдағы конвективті бу қыздырғышын анықтау ұсынысқа сәйкес орындалады, есептеу нәтижелері 3.9- кестеде келтірілген.

Су экономайзеріндегі 2-ші сатыны есептеу [1, б. 56 және с 98-101] ұсыным бойынша сәйкес жасалды, есептеу нәтижелері 3.10- кестеде келтірілген

Ауа жылытқыштағы 2-ші сатыны есептеу [1, Б. 58-59, б. 102-105] ұсынысқа сәйкес жасалды, есептің нәтижелері 3.11- кестеде келтірілген.

Су экономайзеріндегі 1-ші сатыны есептеу [1, б. 56 және б 98-101] ұсынымға сәйкес жасалды, есептің нәтижелері 3.12- кестеде келтірілген.

Ауа жылытқышындағы 1-ші сатыны есептеу [1, Б. 58-59, б. 102-105] ұсынымға сәйкес жасалды, есептің нәтижелері 3.13- кестеде көрсетілген.

4 БКЗ-75-39ФБ қазандығындағы жаңарғы құрылғыларының есептелуі

4.1 Қайта құрылуға дейінгі жаңарғы құрылғыларының есептелуі

Бастапқы деректер:

-отын екібастұз тас көмірі СС маркалы;

- Q^p -16,9МДж/кг;

- A^p -36,8 %, W^p -8 %;

-ауаның теориялық шығыны -4,51 Нм³/кг;

-қайта құрудан кейінгі қазандықтың тиімділігі $\eta_{к/а}^{бр}$ -86 %;

-қазандықтың жылу сыйымдылығы $Q_{к/а}$ -48,6 Гкал/ч;

-ыстық ауа температурасы $t_{г.в.}$ -310 °С;

-қоспа температурасы $t_{аэр.}$ -110 °С;

-механикалық күйдіру q_4 -6 %;

-есептеу нәтижесі 4.1 кестеде келтірілген.

4.1 кесте- Қайта құрылуда дейінгі жаңарғы құрылғыларының есептелуі

Аты	Белгі	Өл.бір.	Формуласы	Нәтижесі
Қазандыққа отын шығыны	B_K	т/сағ	$B_K = Q_{K, \text{от}} \cdot 10^3 / Q_{\text{от}} \cdot 10^3 \cdot \eta_{\text{от}}$	$B_K = 48,6 \cdot 10^3 / 16,9 \cdot 10^3 \cdot 86 = 3,3$
Болжамды отын шығыны	B_p	т/сағ	$B_p = B_K \cdot (100 - q_4 / 100)$	$B_p = 3,2 \cdot (100 - 6 / 100) = 3,102$
Оттыққа ұйымдасқан түрде берілетін ауа шығыны	$Q_{\text{отт}}^0$	$\text{Нм}^3/\text{сағ}$	$Q_{\text{отт}}^0 = \alpha_{\text{отт}} \cdot B_p \cdot V^0$	$Q_{\text{отт}}^0 = 1,1 \cdot 3,102 \cdot 4,51 = 15,389$
Ауаның бастапқы үлесі	Γ_1	%	Қабылдаймыз	0,35
Ауаның бастапқы ағымы	Q_1^0	$\text{Нм}^3/\text{сағ}$	$Q_1^0 = \Gamma_1 \cdot Q_{\text{отт}}^0$	$Q_1^0 = 0,35 \cdot 3,84 = 1,34$
Ауаның бастапқы температурасы, қоспаның температурасында	Q_1	$\text{Нм}^3/\text{сағ}$	$Q_1 = Q_1^0 \cdot (273 + t_{\text{аэрт}} / 273)$	$Q_1 = 1,34 \cdot (273 + 110 / 273) = 1,87$
Ауаның екінші үлесі	Γ_2	%	Қабылдаймыз	0,55
Ауаның екінші ағымы	Q_2^0	$\text{Нм}^3/\text{сағ}$	$Q_2^0 = \Gamma_2 \cdot Q_{\text{отт}}^0$	$Q_2^0 = 0,55 \cdot 3,84 = 2,112$
Ыстық ауа температурасы кезінде қайталама ауа шығыны	Q_2	$\text{Нм}^3/\text{сағ}$	$Q_2 = Q_2^0 \cdot (273 + t_{\text{аэрт}} / 273)$	$Q_2 = 2,112 \cdot (273 + 310 / 273) = 4,51$
Екінші ауа терезесінің қимасы	F_2	м^2	Қабылдаймыз	0,112
Терезедегі ауа жылдамдығы	W_2	м/с	$W_2 = Q_2 / 3600 \cdot F_2$	$W_2 = 4,46 / 3600 \cdot 0,112 = 0,011$
Орталық ауаның үлесі	$\Gamma_{\text{ц}}$	%	$\Gamma_{\text{ц}} = 1 - \Gamma_1 - \Gamma_2$	$\Gamma_{\text{ц}} = 1 - 0,35 - 0,55 = 0,1$
Орталық ауаның шығыны	$Q_{\text{ц}}^0$	$\text{Нм}^3/\text{сағ}$	$Q_{\text{ц}}^0 = \Gamma_{\text{ц}} \cdot Q_{\text{отт}}^0$	$Q_{\text{ц}}^0 = 0,1 \cdot 3,81 = 0,384$
Ыстық ауа температурасы кезінде орталық ауаның шығысы	$Q_{\text{ц}}$	$\text{м}^3/\text{сағ}$	$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{ц}}^0 \cdot (273 + t_{\text{р.в.}} / 273)$	$Q_{\text{ц}} = 0,384 \cdot (273 + 310 / 273) = 0,820$
Орталық ауа құбыр қимасы	$F_{\text{ц}}$	м^2	$F_{\text{ц}} = 0,785 \cdot (D_{\text{ц}} - 2 \cdot S_{\text{сг}})^2$	$F_{\text{ц}} = 0,785 \cdot (0,273 - 2 \cdot 0,007)^2 = 0,052$
Орталық ауаның жылдамдығы	$W_{\text{ц}}$	м/с	$W_{\text{ц}} = Q_{\text{ц}} / 3600 \cdot F_{\text{ц}}$	$W_{\text{ц}} = 0,820 / 3600 \cdot 0,052 = 0,0043$
Оттықтан шығатын қоспаның температурасы	$t_{\text{см}}$	°C	$t_{\text{см}} = (\Gamma_2 + \Gamma_{\text{ц}}) \cdot t_{\text{р.в.}} + \Gamma_1 \cdot t_{\text{аэрт}}$	$t_{\text{см}} = (0,55 + 0,1) \cdot 310 + 0,35 \cdot 110 = 240$
Оттықтан шығардағы қоспаның шығысы	$Q_{\text{отт}}$	$\text{м}^3/\text{сағ}$	$Q_{\text{отт}} = Q_{\text{отт}}^0 \cdot (273 + t_{\text{см}} / 273)$	$Q_{\text{отт}} = 3,84 \cdot (273 + 240 / 273) = 7,2$

Амбразураның қимасы Оттықтан шығардағы қоспаның жылдамдығы	$F_{\text{ВЫХ}}$	м^2	$F_{\text{ВЫХ}} = 0,785 * D_a^2$	$F_{\text{ВЫХ}} = 0,785 * 0,9^2 = 0,63$
	$W_{\text{ВЫХ}}$	м/с	$W_{\text{ВЫХ}} = Q_{\text{ГРП}} / 3600 * F_{\text{ВЫХ}}$	$W_{\text{ВЫХ}} = 7,1 / 3600 * 0,63 = 0,003$

4.2 Қайта құрылудан кейінгі жанарғы құрылғыларының есептелуі

Бастапқы мәліметтер:

-Газ отыны $Q_{н\ p}=34,10\text{МДж/кг}$,

-Мазут $Q_{н\ p}=39,9\text{МДж/кг}$;

-Бу шығыны $-4,51\text{ Нм}^3/\text{кг}$;

-Қайта жаңартудан кейінгі қазандықтың ПӘК

$\eta_{к/а}^{бр}(\text{газды жағу кезінде})=93,7\%$; $\eta_{к/а}^{бр}$

-Мазутты жағу кезінде $=93,9\%$;

-Қазандықтың жылу сыйымдылығы $Q_{к/а}=48,6\text{ Гкал/ч}$;

-Ыстық ауа температурасы $t_{г.в.}=310\text{ }^\circ\text{C}$;

-Қоспа температурасы $t_{аэр.}=110\text{ }^\circ\text{C}$;

-Механикалық күйдіру $q_4=0,4\%$;

Есептеу нәтижесі 4.2 кестеде келтірілген

4.2 кесте- Қайта құрылудан кейінгі жаңарғы құрылғыларының есептелуі

Аты	Белгі.	Өл.бі.	Формула	Нәтижесі
Қазандыққа отын шығыны	B_k	т/сағ	$B_k = Q_{k/a} \cdot 10^5 / Q_p \cdot 10^3 \cdot \eta_{k/a}$	$B_k = 48,6 \cdot 10^5 / 34,1 \cdot 10^3 \cdot 93,7 = 1,5$
Болжамды отын шығыны	B_p	т/сағ	$B_p = B_k \cdot (100 - q_d / 100)$	$B_p = 1,5 \cdot (1 - 4 / 100) = 1,49$
Оттыққа ұйымдасқан түрде берілетін ауа шығыны	Q_{opt}^o	Нм ³ /сағ	$Q_{opt}^o = \alpha_{гор} \cdot B_p \cdot V^o$	$Q_{opt}^o = 1,1 \cdot 1,49 \cdot 4,51 = 5,9$
Бастапқы ауаның үлесі	r_1	%	Принимаем	0,35
Бастапқы ауаның шығыны	Q_1^o	Нм ³ /сағ	$Q_1^o = r_1 \cdot Q_{opt}^o$	$Q_1^o = 0,35 \cdot 5,9 = 2,065$
Аэроқоспаның температурасы кезінде бастапқы ауаның шығыны	Q_1	Нм ³ /сағ	$Q_1 = Q_1^o \cdot (273 + t_{аэп} / 273)_{11}$	$Q_1 = 2,065 \cdot (273 + 110 / 273) = 5,64$
Екінші реттік ауа үлесі	r_2	%	Принимаем	0,55
Екінші реттік ауа шығыны	Q_2^o	Нм ³ /сағ	$Q_2^o = r_2 \cdot Q_1^o$	$Q_2^o = 0,55 \cdot 5,9 = 3,245$
Ыстық ауа температурасы кезінде қайталама ауа шығыны	Q_2	Нм ³ /сағ	$Q_2 = Q_2^o \cdot (273 + t_{аэп} / 273)_{22}$	$Q_2 = 3,245 \cdot (273 + 310 / 273) = 8,89$
Екінші ауа терезесінің қимасы	F_2	м ³	Принимаем	0,112
Терезедегі ауа жылдамдығы	W_2	м/с	$W_2 = Q_2 / 3600 \cdot F_2$	$W_2 = 8,89 / 3600 \cdot 0,112 = 0,027$
Орталық ауаның үлесі	r_u	%	$r_u = 1 - r_1 - r_2$	$r_u = 1 - 0,35 - 0,55 = 0,1$
Орталық ауаның шығыны	Q_u^o	Нм ³ /сағ	$Q_u^o = r_u \cdot Q_{opt}^o$	$Q_u^o = 0,1 \cdot 5,9 = 0,59$

Ыстық ауа температурасы кезінде орталық ауаның шығысы	Q_u	m^3/car	$Q_u = Q^{o*}(273 + t_{r.b.}/273)_u$	$Q_u = 0,59 * (273 + 310/273) = 1,622$
Орталық ауа құбыр қимасы	F_u	m^3	$F_u = 0,785 * (D_u^2 * S_{cr})^2$	$F_u = 0,785 * (0,273 - 2 * 0,007)^2 = 0,052$
Орталық ауаның жылдамдығы	W_u	m/c	$W_u = Q_u / 3600 * F_u$	$W_u = 1,622 / 3600 * 0,052 = 0,0023$
Жанарғыдан шығатын қоспаның температурасы	t_{cm}	$^{\circ}C$	$t_{cm} = (r_2 + r_u) * t_{r.b.} + r_1 * t_{air}$	$t_{cm} = (0,55 + 0,1) * 310 + 0,35 * 110 = 240$
Жанарғыдан шығардағы қоспаның шығысы	$Q_{гор}$	m^3/car	$Q_{гор} = Q^{o*}(273 + t_{cm}/273)$	$Q_{гор} = 5,9 * (273 + 240/273) = 16,15$
Амбразураның қимасы	$F_{вых}$	m^2	$F_{вых} = 0,785 * D_a^2$	$F_{вых} = 0,785 * 0,9^2 = 0,63$
Жанарғыдан шығардағы қоспаның жылдамдығы	$W_{вых}$	m/c	$W_{вых} = Q_{гор} / 3600 * F_{вых}$	$W_{вых} = 16,15 / 3600 * 0,63 = 0,028$

5 Энергетикалық қазандықтарға улылығы аз газ-мазутты жаңарғыларды дайындау және енгізу

5.1 Таңдалған жаңарғы түрлері

Энергетикалық қазандықтар үшін зиянды заттардың төмен шығысы бар жаңарғылардың үш түрі әзірленді:

- орталық газды беретін жылу қуаты 4, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 45, 60 МВт ГМУ-м ГАЗ-мазутты жаңарғылардың түрі;

- жылу қуаты 20, 30, 40, 45 МВт реттегіш құбырлы газ беретін жаңарғылардың түрі;

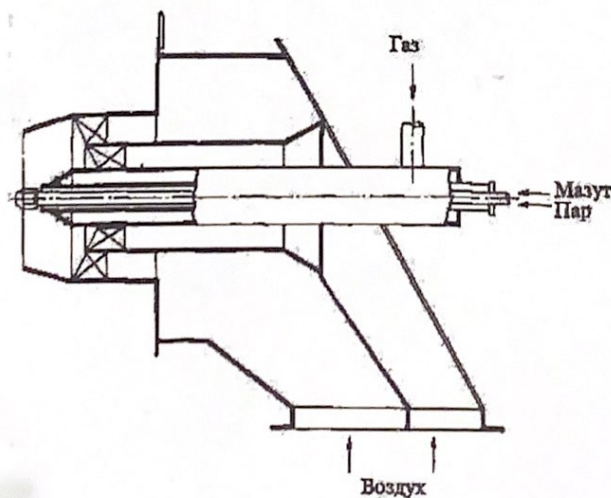
- жылу қуаты 20, 30, 40, 50 МВт 3 секциялы және тік ағынды-құйынды жаңарғылардың түрі.

1-ші типті жаңарғылардың конструкциясы "5.1 суретте" бейнеленген. Бұл екі жақты құйынды және корпус пен ауаны екі арнаға тарататын экраны бар ауа камерасынан тұрады. Перифериялық канал арқылы ауаның 60%, ал ішкі канал бойынша- 40% кіреді. Ауаның 5%-індей газ тарату коллекторының қайта іске қосу терезелері бойынша өтеді және саптама білігі мен газ тарату шүмегін салқындату үшін орталық ауа құбырына беріледі.

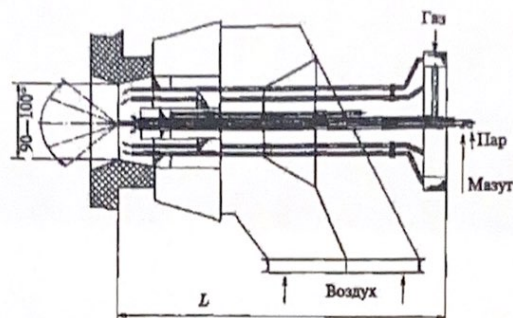
2-ші типті жаңарғылардың конструкциясы "5.2 суретте" бейнеленген.

Ол құйынды көп ағысты болып келеді. Қыздырғыштың ауа құбыры 2 арналы. Ауаның 60%-ға жуығы шеткі ауа құбыры арқылы, ал 40%-ы ішкі арна арқылы беріліп отырады.

3-ші типтегі пештердің қазандықтарын табиғи газдан көмірге ауыстыру кезінде, сондай-ақ физикалық және моральдық тұрғыдан ескірген газ қазандықтарын жаңарту үшін қолданылатын тангенциалды оттықтары бар қазандықтарды орнатады.



5.1 сурет - Орталықтандырылған газбен жабдықталған ГМУ-м типіндегі
газды-мазут



5.2 сурет - Реттелетін құбырлы газбен жабдықталған ГМУ-м типіндегі газ-мазутты қыздырғыш

5.1 кесте - Оттықтардың негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіші	Оттық түрі							
	ГМУ-4м	ГМУ-5м	ГМУ-Юм	ГМУ-15М	ГМУ-20м	ГМУ-30м	ГМУ-40м	ГМУ-45м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номиналды жылу қуаты, МВт	4	5	10	15	20	30	40	45
Оттықтың алдындағы газдың номиналды қысымы, кПа	10,0 ± 1,0		20,0 ± 2,0	30,0 ± 3,0	33,0 ± 3,3	35,0 ± 3,5	40,0 ± 4,0	45 ± 4,5
Мазуттың номиналды қысымы жанарғы алдында, МПа	3,5 ± 0,5 (не менее ± 2,0 0,4)							
Газдың номиналды шығыны ($Q^p = 34,10_n$ МДж/м ³), м ³ /ч	422,2	527,8	1 055,7	1 583,6	2 111,4	3 167,2	4 222,9	4 750,7
Мазуттың номиналды шығыны ($Q^p = 39,90$ МДж/кг), кг/ч	360,9	451,1	902,2	1 353,4	1 804,5	2 706,7	3 609,0	4 060,5

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жобада өнімділігі 50-ден 1000 т / сағ-қа дейін жететін қазандықтарды модернизациялау кезінде улылығы аз қыздырғыштарды қолдана отырып, газ бен мазуттың негізінде жануын ұйымдастырудың әдістері техникалық, экономикалық және экологиялық көрсеткіштері жағынан сапасын жақсартуға мүмкіндік бергенін байқадым.

- қарастырылған оттықтарды қолдану барысында NOX шығарындыларының 25%-на жуығы төмендейді;

- номиналды жүктеме бойынша рециркуляция газдарын беру кезінде, газды жағу барысында азот оксидтерінің шығарындылары 125 мг / м³ аспайтын болды, ал кезінде = 1,4-ке жуық болды

- сенімді жұмыс атқаруы, жану кезінде жоғары тұрақтылық, жүктемелердің диапазондарында отынды тұрақты түрде жағу қамтамасыз етіледі (газ қысымның төменгі шегі 2,0 кПа);

- жұмыстың реттеу диапазоны 20 құрайды... 100%;

- оттықтарды қолдану барысында газ ағындарының реттелген бағдары арқылы азот оксидтерінің шығарымдыларын төмендетіп, қыздырылған будың температурасына, жану ядросындағы температуралардың таралуы мен факелдердің эмиссиялық сипаттамаларына да септігін тигізді.;

Бұл дипломдық жұмыста әзірлеу барысында минималды шығындармен өтімділік мерзімдерін есептедік.

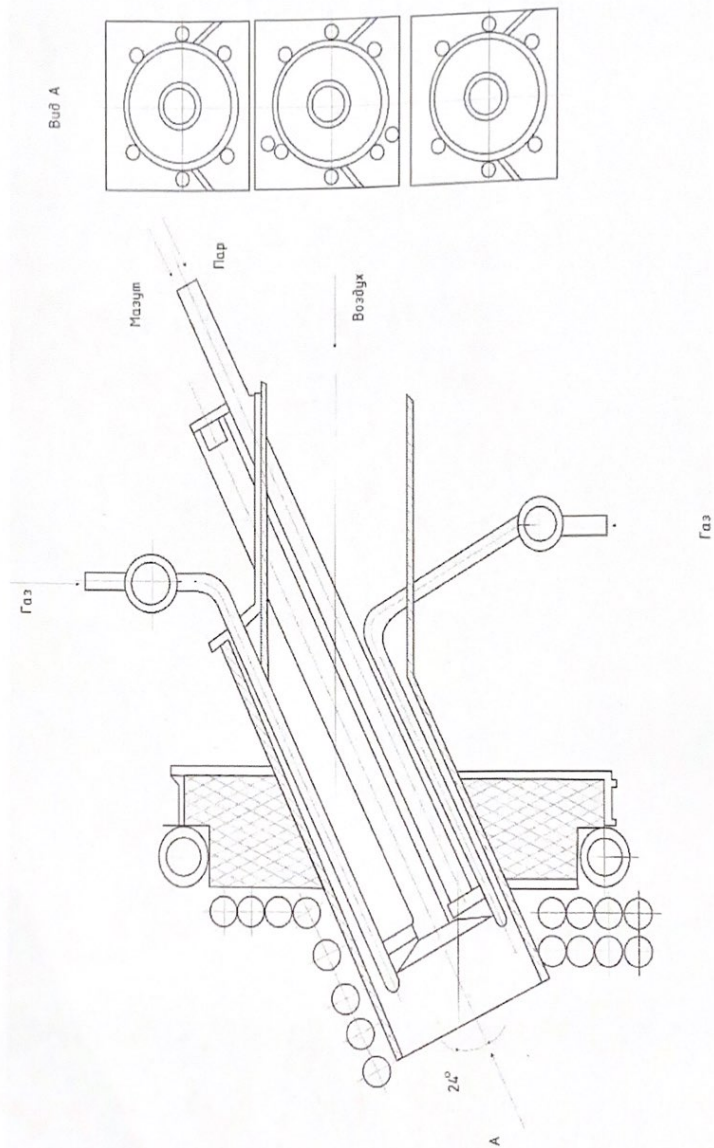
Барлық жағымды себептерді ескере отырып, Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың төмен шығысы бар жанарғыларды енгізу дұрыс деп санаймын.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

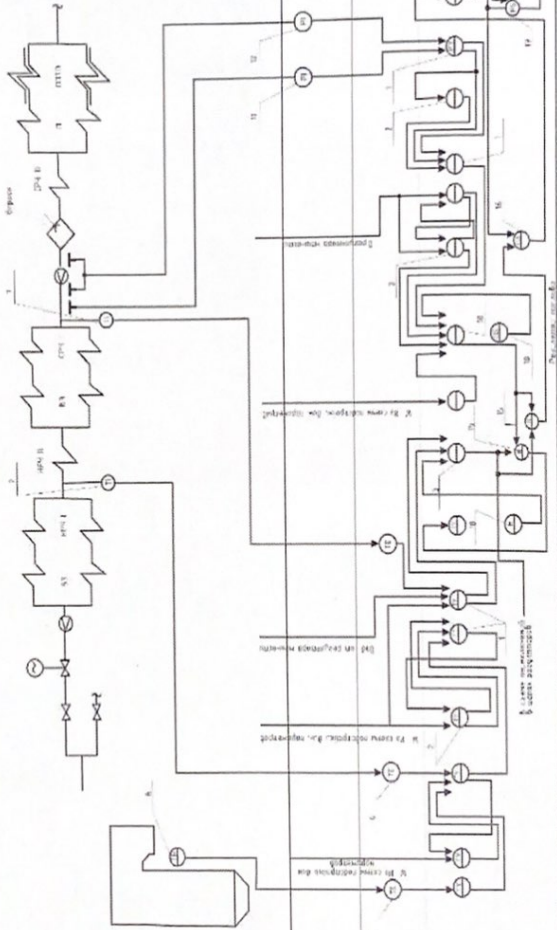
- 1 ГОСТ 27825-1998. Горелки газомазутные и амбразуры стационарных паровых котлов. Типы, основные параметры и технические требования. Конструкция и размеры. Методы расчета и проектирования, 1984.- 208С.
- 2 Методические указания по проектированию топочных устройств энергетических котлов / Под ред. Э.Х. Вербовецкого, Н.Г. Жмерика.-СПб. /: НПО ЦКТИ, 1996.- 556С.
- 3 Пат. 2076271. Устройство для сжигания газообразного топлива / Н.С. Шестаков, Г.И. Журавский, Н.Г. Жмерик и др. // Изобретения. 1997.-№9.
- 4 Боткачик И.А., Зройчиков Н.Л. Дымососы и вентиляторы тепловых электростанций.-М. : Изд. МЭИ, 1997.- 325С.
- 5 ГОСТ 27824-2000. Горелки промышленные на жидкомтопливе.Общие технические требования.М.: Изд. Стандартов, 2000.- 142С.
- 6 Экономика организация и планирование энергопроизводства. -М.: Энергия1982. - 235С.
- 7 Организация планирование управление энергетическим предприятием. Прузнер С.Л., Златопольский А.Н., Журавлев В.Г.-М.: Высшая школа,Ю1981.- 118С.
- 8 Термодинамические свойства воды и водяного пара. Ривкин, АлександровА.А.-М.: Энергия, 1975. -210С.
- 8 Нормы технологического проектирования электрических станций и тепловых сетей.
- 9 Гиршфельд В.Я. Тепловые электрические станции. -М.: Энергоатомиздат 1989. -187С.
- 10 Тепловые и атомные электрические станции.Справочник / Под ред.Григорьева, Зорина. -М.: Энергоатомиздат 1981. - 45С.

[illegible]

Ә- қосымшасы
Үш секциялы тік құйынды қыздырғыштың сызбасы



Отын берудің реттеу схемасы



СЫН – ПІКІР

Дипломдық жұмыс

Мальгиждарова Камила

5B071700 – «Жылу энергетика» мамандығы

Тақырыбы: Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың төмен шығысы бар жанарғыларды әзірлеу және енгізу жобасы

ЖОБАҒА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Берілген дипломдық жұмыста Текелі ЖЭО-2 энергетикалық қазандықтарында төмен уыттылықты газ-мазут жанарғыларын әзірлеу және енгізу қарастырылған.

Негізгі бөлімде есептік шаралар жүргізілген, ескерте кететін, есептеулер әдістемелік нұсқаулықтар бойынша шығарылған. Жұмыстың негізгі бөлімінде Текелі ЖЭО жабдықтарының сипаттамасы және БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылулық есебі көрсетілген. Белгілі бір оттықтарды қолдану арқылы модернизациялау кезінде азот оксидтерінің пайда болуын азайту зерттелді.

Экономикалық бөлімде, экономикалық тиімділік жоспары қарастырылған. Осы бөлімде Текелі ЖЭО-дағы отынның жылдық шығындары, электр энергиясының өзіндік құны және өтімділік мерзімі анықталды. Жұмыста кейбір терминдерді аудармалары дұрыс таңдалмаған және әдебиеттер тізімі аз.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «Жылу энергетика» мамандығы бойынша түлегі Мальгиждарова Камилаға аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге, ал дипломдық жұмысы 95%(А) бағалауға лайықты деп санаймын.

Сын – пікір беруші:

Логистика және көлік академиясы
«Энергетика» кафедрасының
PhD докторы, қауым... профессоры
(қолтанбасы)

Күні:



Б. Онгар

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

18.05.2022

«18» 05 2022 ж.

Мальгиждарова К.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Мальгиждарова Камила

5B071700 – «Жылу энергетика» мамандығы

Тақырыбы: Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың төмен шығысы бар жанарғыларды әзірлеу және енгізу жобасы

Аталған дипломдық Текелі ЖЭО-2 энергетикалық қазандықтарында төмен уыттылықты газ-мазут жанарғыларын әзірлеу және енгізу аясында экологияға зиян келтіретін азот оксиді мөлшерін төмендету.

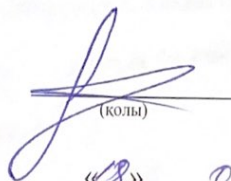
Негізгі бөлімде есептік шаралар жүргізілген, ескерте кететін, есептеулер әдістемелік нұсқаулықтар бойынша шығарылған. . Белгілі бір оттықтарды қолдану арқылы модернизациялау зерттелді. БКЗ-75-39ФБ қазандығының жылулық есебі көрсетілген. Содан кейін есептік бөлімі жүргізіледі. Экономикалық бөлімде жылу-электр орталығына кететін шығындардың мөлшері анықталып, шығарылған және сол шығындарды қарастыра отырып, электр және жылу энергиясының өзіндік құндары есептелінген.

Студент дипломдық жұмысты орындауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Мальгиждарова Камила алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатындығын көрсетті.

Дипломдық жоба 95%(А) деген бағаға, ал студент Мальгиждарова Камила 5B071700 – Жылу энергетика мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылуға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші:
«Энергетика» кафедрасының
PhD докторы, қауым., профессоры
(кызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Күні:


(қолы)

Д.Р. Умышев

«8» 05 2022 ж.

Р.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мальгиждарова Камила Канатовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың төмен шығысы бар жанарғыларды әзірлеу және енгізу жобасы

Научный руководитель: Диас Умышев

Коэффициент Подобия 1: 15.2

Коэффициент Подобия 2: 6.4

Микропробелы: 40

Знаки из других алфавитов: 57

Интервалы: 46

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☒ Обоснование:

*допускаю, плагиат не
обнаружен*

Дата

20.05.2022

Умышев Д.Р.
проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мальгиждарова Камила Канатовна

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Текелі ЖЭО -2 энергетикалық қазандықтарына зиянды заттардың төмен шығысы бар жанарғыларды әзірлеу және енгізу жобасы

Научный руководитель: Диас Умышев

Коэффициент Подобия 1: 15.2

Коэффициент Подобия 2: 6.4

Микропробелы: 40

Знаки из других алфавитов: 57

Интервалы: 46

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Допущена к защите

Дата *20.05.2022*

Заведующий кафедрой *Сергеев Е.*

[Подпись]