

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Калымов Калымжан Багланович

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын
ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і

5В071700 – «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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ Кафедра меңгерушісі
НАО «КазНТУ им.К.И.Сәтбаев» докторы, қауым., профессор
Институт энергетики Е.А. Сарсенбаев
и машиностроения «16» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың
қазандықты шағын ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і»

5B071700-«Жылу энергетикасы»

Орындаған

Калымов К.Б.

Тексеруші

Ғылыми жетекші

PhD докторы, қауым., профессор

PhD докторы, қауым., профессор

Б. Онгар

Е.А. Сарсенбаев

05 2022 ж.

«18» 05 2022 ж.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

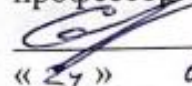
5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

« 24 » 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Калымов Калымжан Багланович

Тақырыбы: Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і

Университет ректорының 2021 жылғы «24» желтоқсандағы №489-ПӨ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2022 жылғы «20» мамыр .

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) ДКВР типті қазандықтың жылулық есептеу жүргізу;

б) Жану камерасын есептеу жүргізу;

в) Бу турбинасын есептеп, таңдау;

г) Қайта құрудан бұрын және кейінгі энергия құнын есептеу.

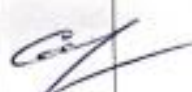
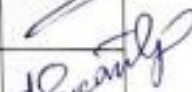
Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 6 атау

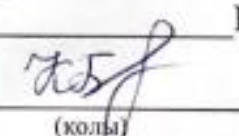
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
ДКВР-20-13-250 қазандық қондырғысының жылулық есебі	30.01.2022	Жоқ
Қазандықтың меншікті қажеттіліктерін есептеу	11.02.2022	Жоқ
Турбинаның жылулық есебі	30.03.2022	Жоқ
Шағын ЖЭО қазандығын қайта құрудың экономикалық тиімділігі	10.04.2022	Жоқ

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
ДКВР-20-13-250 қазандық қондырғысының жылулық есебі	Е.А. Сарсенбаев PhD, қауымдастырылған профессор	30.03.2022	
Қазандықтың меншікті қажеттіліктерін есептеу	Е.А. Сарсенбаев PhD, қауымдастырылған профессор	11.04.2022	
Турбинаның жылулық есебі	Е.А. Сарсенбаев PhD, қауымдастырылған профессор	16.04.2022	
Шағын ЖЭО қазандығын қайта құрудың экономикалық тиімділігі	Е.А. Сарсенбаев PhD, қауымдастырылған профессор	5.05.2022	
Норма бақылау	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	19.05.2022	

Ғылыми жетекші  Е. А. Сарсенбаев
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  К. Б. Калымов
(қолы)

Күні " 24 " 01 2022 ж.

АНДАТПА

«Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і» атты дипломдық жобада шағын ЖЭО-дағы өнеркәсіптік аймақтың қазандығын қайта құру қарастырылды. Қайта құрудың өзі электр энергиясын өндіру үшін қазандыққа бу турбинасын қосуды қамтиды. Жобада шағын ЖЭО-ның техникалық-экономикалық негіздемелері есептелді.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте под названием «ТЭО реконструкции котельной в мини-ТЭЦ промзоны на севере Казахстана» была рассмотрена реконструкция котельной промзоны в мини-ТЭЦ. Сама реконструкция подразумевает добавление к котельной паровой турбины, для вырабатывания электрической энергии. В проекте были рассчитаны технико-экономические обоснования мини-ТЭЦ.

ANNOTATION

In the diploma project entitled «Feasibility study of the reconstruction of a boiler room in a mini-CHP of an industrial zone in the north of Kazakhstan», the reconstruction of a boiler room of an industrial zone in a mini-CHP was considered. The reconstruction itself implies the addition of a steam turbine to the boiler room to generate electrical energy. In the project, feasibility studies of mini-CHP were calculated.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	ДКВР-20-13-250 қазандық қондырғысының жылулық есебі	8
1.1	Қазандық және жану құрылғысының конструкциясын сипаттау	8
1.2	Қазандық қондырғының жылулық есебі	9
1.2.1	Қазандық агрегатының жылу есебі	9
1.2.2	Жану өнімдерінің энтальпиясы	12
1.3	1 кг жанған отын үшін жылулық балансы	14
1.4	Жану камерасының жылулық есебі	16
2	Қазандықтың меншікті қажеттіліктерін есептеу	22
3	Турбинаның жылулық есебі	24
3.1	Бу турбинасына сипаттама	24
3.2	Турбина үшін шамамен бу шығынын анықтау	25
3.3	Ағын бөлігін жылу есептеу	26
4	Шағын ЖЭО қазандығын қайта құрудың экономикалық тиімділігі	30
4.1	Қайта құруға дейінгі энергия бірлігінің өзіндік құнын есептеу	30
4.2	Қайта құрудан кейін энергия бірлігінің өзіндік құнын есептеу	32
5	Экономикалық бөлім бойынша қорытынды	35
	Қорытынды	36
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Энергия тұтынатын кәсіпорындардың басты проблемасы ол тарифтердің үнемі өсуі болып табылады, электр энергиясын сатып алуға жұмсалатын шығындарды отын шығыны орташа деңгейден аз меншікті электр энергиясын өндіретін технологияларды енгізу арқылы азайтуға болады. Зерттеу нәтижелері көптеген қазандықтарда жеке электр энергиясын өндіру үшін айтарлықтай артықшық бар екенін көрсетеді. Бұған редукциялық-салқындату қондырғысымен қатар орнатылатын қысымға қарсы бу турбинасы есебінен қол жеткізіледі.

1980-ші жылдардың ортасында типтік жоба бойынша салынған, өнімділігі 20 т/сағ бу қазандығы сүт өнеркәсібі зауытының қажеттіліктерін қамтамасыз етеді. Қазандық көмір отынымен жұмыс істейді. Электр энергиясы желіден сатып алынады. Турбинаны енгізу қазандықты шағын ЖЭО-ға айналдырады, оның қуаты 100 кВт-тан 50 МВт-қа дейін өзгереді. Шағын ЖЭО-бұл электр және жылу энергиясын аралас өндіретін электр станциялары. Шағын ЖЭО-да осы қазандықты қайта құру ең жақсы таңдау болып табылады, өйткені қазандық энергия тұтынушыларына жақын орналасқан. Шағын ЖЭО-ның артықшылықтарына мыналар жатады: энергия беру кезіндегі шығындардың алдын алу, үздіксіз беру және электр энергиясының жоғары сапасы, ұзақ пайдалану ресурсы - жабдықтың өмірлік циклі 20-25 жылға жетеді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты: Қазақстанның солтүстік аймағының жағдайлары үшін шағын ЖЭО-да бу қазандығын қайта құруға техникалық-экономикалық негіздемесін жүргізу. Қайта құру қазандықтың жеке қажеттіліктерін жабу үшін Р типті жаңа турбинаны енгізуді қамтиды. Осылайша, желіден электр энергиясын сатып алудың қажеті болмайды. Турбиналық цех қосылады, ал қазандық элементтері барынша пайдаланылады. Бұл неғұрлым тиімді шешім болып табылады, ал жаңғырту арзанырақ болады. Жобада қазандық агрегатының, жану камерасының, Р турбинасының есептері және қазандықтың меншікті қажеттіліктері орындалды.

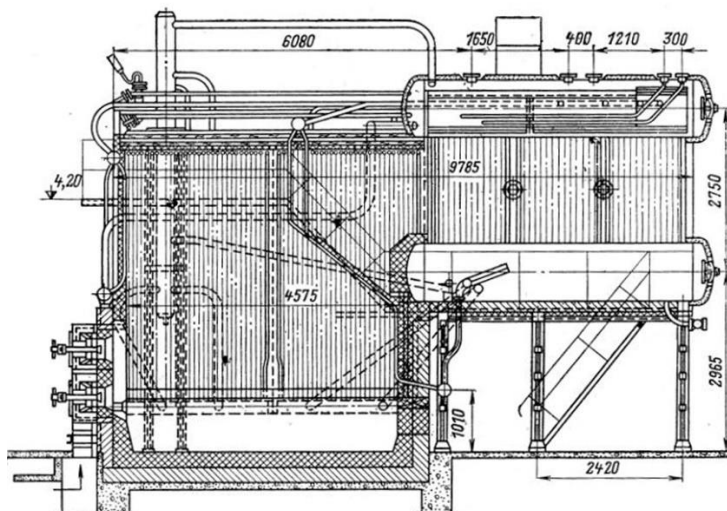
1 ДКВР-20-13-250 қазандық қондырғысының жылулық есебі

1.1 Қазандық және жану құрылғысының конструкциясын сипаттау

Шағын ЖЭО-ын жобалау қазандықта жүзеге асырылады, мұнда қатты отынға арналған ДКВР типті 2 бу қазандығы жұмыс істейді. Бұл бөлімде осы қазандықтардың жылулық есебі берілген. Төменде қазандықтың қысқаша сипаттамасы берілген.

Қатты отын бу қазандығы ДКВР-20-13-250 - қос барабанды, тік су құбырлы қазан, 20 - бу өнімділігі (т/сағ), 13 - абсолютті бу қысымы (кгс/см²), өнеркәсіптік кәсіпорындардың технологиялық қажеттіліктері үшін, жылыту, желдету және ыстық сумен жабдықтауға арналған. Қос барабанды, тік су құбырлы қазандық қатты отын жағу арқылы қаныққан буды өндіруге арналған.

Жану камерасын шоғырдан бөлетін бір шамотты қалқаны және екі газ құбырын құрайтын бір шойын қалқаны орнату шоқдарда газдардың көлденең кері айналуы жасалады. Қатты қыздырғышы бар қазандықтарда құбырлар қазандықтың сол жағындағы бірінші түтін құбырына қойылады. 13 қысымға арналған қазандық барабандары болаттан жасалған және ішкі диаметрі 1000 мм, қалыңдығы 13 мм болады. Барабандарды және оларда орналасқан құрылғыларды тексеру, сондай-ақ құбырларды тазалау үшін артқы түбінде люктер бар. Бұл қазандықтарда экран түтіктерінің аралығы 80 мм, жоғарғы барабанның қабырғалары бүйір торлардың түтіктерінен және конвективті шоғырдың сыртқы түтіктерінен шығатын бу-су қоспасының ағындарымен жақсы салқындатылады. Тармақ құбырлары сақтандырғыш клапандарды, негізгі бу клапанын немесе ысырма клапанын, бу сынамаларын алу клапандарын, өз қажеттіліктері үшін бу сынамасын алу (үрлеу) жоғарғы барабанның жоғарғы құбырлар дәнекерленген. ДКВР-20-13-250 қазандығының конструкциясы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет-ДКВР-20-13-250 қазандығының конструкциясы

Жоғарғы барабанның су кеңістігінде қоректендіру құбыры, бу көлемінде бөлу құрылғылары бар. Төменгі барабанда үрлеуге арналған перфорацияланған құбыр, жағу кезінде барабанды жылытуға арналған құрылғы (қуаты 6,5 т/сағ және одан жоғары қазандар үшін) және суды ағызу үшін штуцер бар. Жоғарғы барабандағы су деңгейін бақылау үшін екі деңгей көрсеткіші орнатылған. Жоғарғы барабанның алдыңғы түбінде автоматтандыру үшін су деңгейінің импульстарын таңдау үшін $D = 32 \times 3$ мм екі фитинг орнатылған. Экрандар мен конвективті құбырлар $D=51 \times 2,5$ мм болаттан жасалған. Барлық қазандықтарға арналған бүйірлік экрандар 80 мм қадамға ие; артқы және алдыңғы экрандардың қадамы 80-130 мм. Төменгі құбырлар мен бу шығаратын құбырлар бағандарға да, барабандарға да (немесе барабандардағы штуцерлерге) дәнекерленген. Жану камерасын сәуледен бөлетін шамот бөлімі шойын тірегіне сүйенеді, бірақ төменгі барабанға қойылады. Бөлікте стационарлық үрлеу құрылғысының құбырының өтуіне арналған тесік бар. Экрандар мен бумаларды тазалау бүйір қабырғалардағы люктер арқылы будың қысымы 7-10 кгс/см² жоғары болмаған кезде қолмен тасымалданатын үрлеу аспаптарымен жүргізілуі мүмкін.

1.2 Қазандық қондырғының жылулық есебі

Есептеу үшін бастапқы деректер:

- 1) Қазандық бу өнімділігі, $D = 20$ т/сағ;
- 2) Қазанның шығысындағы бу қысымы, $P = 1,3$ МПа;
- 3) Будың шығыс температурасы – 250 °C;
- 4) Азық суының температурасы, $t_{п.в} = 110$ °C;
- 5) Түгін газының температурасы, $t_{yx} = 130$ °C;
- 6) Суық ауаның температурасы, $t_{х.в} = 30$ °C;
- 7) Есептік отын – тас көмір (сипаттамалары төменде келтірілген).

Қарағанды бассейні, отын маркасы - К, класы немесе байыту өнімі - Р, електен өткізілген, $V_0^H = 4,78$ м³/кг, $V_{RO_2}^H = 0,88$ м³/кг, $V_{O.N_2}^H = 3,78$ м³/кг, $V_{O.H_2O}^H = 0,51$ м³/кг, $V_{O.Г}^H = 5,17$ м³/кг, $\alpha = 1$ және 0 °C температурасында $p=101,3$ кПа.

Отынның жұмыс массасы: $W_t^p = 9\%$, $A^p = 34,6\%$, $S_{p+o}^p = 0,7\%$, $C^p = 46,8\%$, $H^p = 2,9\%$, $N^p = 0,8\%$, $O^p = 34,6\%$. Төменгі жану жылуы $Q_i^p = 18,3$ Мдж/кг=4330 ккал/кг. Құрғақ массаға күл $A^d = 38,0\%$, шекті мәндер $W_t^p = 12\%$, $A^d = 40,0\%$.

1.2.1 Қазандық агрегатының жылу есебі

Қазандық агрегатының жылулық есебін орындау үшін жылу беттеріне сәйкес ауа сору мөлшерін қолдана отырып орындалады. Суық ауаның есептелген сорылуы 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте - Суық ауаның есептелген сорылуы

Жылыту беті	Сору мөлшері, $\Delta\alpha$
Жану камерасы, α_T	1,2
Конвективті шок, $\alpha_{кп}$	1,2+0,05
Су экономайзері, $\alpha_{ВЭК}$	1,25+0,1

Отынның толық жануы үшін қажетті құрғақ ауаның теориялық мөлшері (артық ауа қатынасы $\alpha = 1$):

$$V_0^H = 0.0889(C^p + 0.375S_{p+o}^p) + 0.265H^p - 0.0333O^p, \frac{м^3}{кг} \quad (1)$$

$$V_0^H = 0.0889(46,8 + 0.375 \cdot 0,7) + 0.265 \cdot 2,9 - 0.0333 \cdot 34,6 = 3,8 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$L_0^H = 0.115(C^p + 0.3375S_{p+o}^p) + 0.342H^p - 0.0431O^p, \frac{кг}{кг} \quad (2)$$

$$L_0^H = 0.115(46,8 + 0.3375 \cdot 0,7) + 0.342 \cdot 2,9 - 0.0431 \cdot 34,6 = 4.909 \text{ кг/кг}$$

Теориялық қажетті ауа мөлшерімен ($\alpha=1$) отынның толық жануы нәтижесінде алынатын жану өнімдерінің теориялық (ең төменгі) көлемі:

Азот үшін

$$V_{0.N_2}^H = 0.79V_0^H + 0.8 \frac{N^p}{100}, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (3)$$

$$V_{0.N_2}^H = 0.79 \cdot 3,8 + 0.8 \frac{0,8}{100} = 3,066 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Үш атомды газдар үшін

$$V_{RO_2}^H = 1.866 \frac{C^p + 0.375S_{p+o}^p}{100}, \frac{м^3}{кг} \quad (4)$$

$$V_{RO_2}^H = 1.866 \frac{46,8 + 0.375 \cdot 0,7}{100} = 0,88 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Су буы үшін

$$V_{0.H_2O}^H = 0.111H^p + 0.0124W_t^p + 0.0161V_0^H, \text{ м}^3/\text{кг} \quad (5)$$

$$V_{0.H_2O}^H = 0.111 \cdot 2,9 + 0.0124 \cdot 9 + 0.0161 \cdot 3,8 = 0.494 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Бу шығыны G_{ϕ} , кг/кг, мазутты бұмен айдау немесе бұмен тозаңдау кезінде $V_{0.H_2O}^H$ мәніне $1,24G_{\phi}$ мәні қосылады.

Артық ауа $\alpha > 1$ кезінде есептеу келесі формулалар бойынша жүзеге асырылады:

Су буының көлемі

$$V_{H_2O}^H = V_{0.H_2O}^H + 0.0161(\alpha - 1)V_0^H, \frac{m^3}{kg} \quad (6)$$

Түтін газдың көлемі

$$V_r^H = V_{RO_2}^H + V_{0.H_2O}^H + V_{H_2O}^H + (\alpha - 1)V_0^H, m^3/kg \quad (7)$$

Үш атомды газдардың көлемдік үлестері

$$r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}^H}{V_r^H} \quad (8)$$

$$r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}^H}{V_r^H} \quad (9)$$

Төмендегі кестеде отынның жану өнімдерінің көлемдерін есептеу нәтижелері берілген.

2-кесте - Отынның жану өнімдерінің көлемдерін есептеу

Атауы	Белгіленуі		Жылыту беттері		
			Жану камерасы	Конвективті шоқ	Су экономайзері
			α	1,2	1,25
Су буының нақты көлемі	$V_{H_2O}^H$		0,518	0,524	0,535
Жану өнімдерінің нақты көлемі	V_r^H		3,4	3,78	4,64
Жану өнімдеріндегі үш атомды газдардың көлемдік үлесі	r_{RO_2}		0,25	0,232	0,197

2-кестенің жалғасы

Атауы	Белгіленуі	α	Жылыту беттері		
			Жану камерасы	Конвективті шоқ	Су экономайзері
			1,2	1,25	1,35
Жану өнімдеріндегі су буының көлемдік үлесі	Γ_{H_2O}		0,152	0,154	157

1.2.2 Жану өнімдерінің энтальпиясы

1 кг немесе 1 м³ отынға түтін газдарының энтальпиясы

$$I = I_{0.г} + (\alpha - 1)I_{0.в}, \text{ кДж/кг (кДж/м}^3\text{)} \quad (10)$$

Газдардың энтальпиясы ауаның артық мөлшері $\alpha=1$ және температура ϑ , °C

$$I_{0.г} = V_{RO_2}^H (c\vartheta)_{CO_2} + V_{0.N_2}^H (c\vartheta)_{N_2} + V_{0.H_2O}^H (c\vartheta)_{H_2O}, \text{ кДж/кг (кДж/м}^3\text{)} \quad (11)$$

Теориялық қажетті ауа мөлшерінің энтальпиясы ϑ , °C температурада

$$I_{0.в} = V_0^H (c\vartheta)_в, \text{ кДж/кг (кДж/м}^3\text{)} \quad (12)$$

1 м³ ылғалды ауаның $(c\vartheta)_в$, көмірқышқыл газы $(c\vartheta)_{CO_2}$, азот $(c\vartheta)_{N_2}$ және су булар $(c\vartheta)_{H_2O}$ энтальпиясы төмендегі 3-кестеден анықталады.

3-кесте-1 м³ ылғалды ауаның $(c\vartheta)_в$, көмірқышқыл газы $(c\vartheta)_{CO_2}$, азот $(c\vartheta)_{N_2}$ және су булар $(c\vartheta)_{H_2O}$ энтальпиясы

ϑ , °C	$(c\vartheta)_{CO_2}$	$(c\vartheta)_{N_2}$	$(c\vartheta)_{H_2O}$	$(c\vartheta)_B$	ϑ , °C	$(c\vartheta)_{CO_2}$	$(c\vartheta)_{N_2}$	$(c\vartheta)_{H_2O}$	$(c\vartheta)_B$
	$\kappa \text{Дж/М}^3$					$\kappa \text{Дж/М}^3$			
100	171,7	130,1	150,5	132,7	1100	2458	1551	1925	1595
200	360	261	304	267	1200	2717	1705	2132	1754
300	563	394	463	403	1300	2977	1853	2344	1914
400	776	529	626	542	1400	3239	2009	2559	2076
500	999	667	795	685	1500	3503	2166	2779	2239
600	1231	808	969	830	1600	3769	2324	3002	2403

3-кестенің жалғасы

$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$(c\vartheta)_{\text{CO}_2}$	$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$(c\vartheta)_{\text{H}_2\text{O}}$	$(c\vartheta)_{\text{B}}$	$\vartheta, ^\circ\text{C}$	$(c\vartheta)_{\text{CO}_2}$	$(c\vartheta)_{\text{N}_2}$	$(c\vartheta)_{\text{H}_2\text{O}}$	$(c\vartheta)_{\text{B}}$
	кДж/м ³					кДж/м ³			
700	1469	952	1149	979	1700	4036	2484	3229	2567
800	1712	1098	1334	1129	1800	4305	2644	3458	2732
900	1961	1247	1526	1283	1900	4574	2804	3690	2899
1000	2213	1398	1723	1438	2000	4844	2965	3926	3066

Кіріктірілген күл жинағыштар болса, күл жинағыштың артында орналасқан қыздыру беттері үшін түтін газдарындағы күлдің азаюын ескеру қажет.

Төменгі кестеде ауаның және жану өнімдерінің энтальпияларын есептеу жүргізгеннен кейінгі мәндері көрстеілген.

4-кесте - Ауаның және жану өнімдерінің энтальпияларын есептеу

t	$I_{0,r}$	$I_{0,B}$	$I = I_{0,r} + (\alpha - 1)I_{0,B}$		
$^\circ\text{C}$	кДж/кг (кДж/м ³)		кДж/кг (кДж/м ³)		
1	2	3	4	5	6
$t_{x,B}$		389,1	Жану камерасы	Конвективті шок	Су экономайзері
100	624,33	504,26			967,2268
200	1267,2	1014,6			1957,128
300	1932,17	1531,4			2973,522
400	2614,038	2059,6			4014,566
500	3316,87	2603			5086,91
600	4039,3	3154		5616,3	
700	4779,16	3720,2		6639,26	
800	5532,024	4290,2		7677,124	
900	6302,83	4875,4	8252,99	8740,53	
1000	7084,9	5464,4	9270,66	9817,1	
1100	7869,37	6061	10293		
1200	8671,698	6665,2	11337,78		
1300	9458,994	7273,2	12368,27		
1400	10274,06	7888,8	13429,58		
1500	11096,422	8508,2	14499		

4-кестенің жалғасы

t	$I_{0.r}$	$I_{0.b}$	$I = I_{0.r} + (\alpha - 1)I_{0.b}$		
°C	кДж/кг (кДж/м ³)		кДж/кг (кДж/м ³)		
1	2	3	4	5	6
$t_{x.b.}$		389,1	Жану камерасы	Конвективті шок	Су экономайзері
1600	11925,092	9131,4	15577,65		
1700	12762,75	9754,6	16664,59		
1800	13603,156	10381,6	17755,8		
1900	14445,044	11016,2	18851,52		
2000	15292,854	11650,8	19953,17		

1.3 1 кг жанған отын үшін жылулық балансы

Ол қазандыққа берілетін Q_p^p жылу мөлшері және Q_1 пайдалы жылу мен Q_2 , Q_3 , Q_4 , Q_5 , Q_6 жылу шығынының қосындысы арасындағы теңдікті анықтайды. Жалпы жылу балансының теңдеуі абсолютті түрде (ккал/кг):

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (13)$$

немесе салыстырмалы түрде (пайызбен)):

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (14)$$

Жылу балансының негізінде қазандық қондырғының брутто ПӘК $\eta_{ка}^{бр}$ %-бен, В және V_p отынының шығыны (кг/сағ, нм³/сағ) анықталады.

Қол жетімді жылу Q_p^p көмір жағу кезінде (ккал/кг) $Q_p^p = 4330$ ккал/кг.

Түтін газдарымен жылуды жоғалту, %, қазаннан шығатын түтін газының белгіленген температурасына тәуелді және мына формуламен анықталады:

$$q_2 = \frac{(I_{yx} - \alpha_{yx} I_{xb}^0)(100 - q_4)}{Q_p^p}, \quad (15)$$

мұндағы I_{yx} - түтін газдарының энтальпиясы, ккал/кг, түтін газының температурасымен анықталады $I_{yx} = I_{0.r} + (\alpha - 1)I_{0.b} + I_{3л}$;

I_{xb}^0 - берілген температурадағы суық ауаның энтальпиясы t_{xb} және 4-кестеден анықталады.

$$q_2 = \frac{(4053.09 - 1,2 \cdot 389,1)(100 - 1,5)}{18300} = 6,37\%$$

Химиялық күйдіру q_3 және механикалық күйдіру q_4 арқылы жылу шығыны анықталады [қосымша 5, 44 бет] пеш пен отын түрі туралы деректер үшін:

$$\begin{aligned} q_3 &= 5\%, \\ q_4 &= 1,5\%. \end{aligned}$$

Қоршаған ортаға жылу шығыны q_5 қазандық қондырғысының өнімділігіне байланысты [қосымша 4, 3.3-сурет] және $q_5 = 1\%$ қабылданады.

Жылу сақтау коэффициенті:

$$\varphi = 1 - \frac{q_5}{100}, \quad (16)$$

$$\varphi = 1 - \frac{1}{100} = 0.99$$

Қатты отын қабатының жануы кезінде қождардың физикалық жылуымен q_6 жылу жоғалтулары

$$q_6 = \frac{A^p \cdot a_{\text{шл}}(\text{с}\vartheta)_{\text{зл}}}{Q_p^p} \quad (17)$$

мұндағы A^p - жұмыс отынының күлділігі.

$$q_6 = \frac{34,6 \cdot 0.05 \cdot 560}{4330} = 0,27\%$$

Қазандық қондырғыдағы жылу шығынының суммасы (%)

$$\sum q_i = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 \quad (18)$$

$$\sum q_i = 6.37 + 5 + 1.5 + 1 + 0.27 = 14.14\%$$

Қазандық қондырғының жалпы тиімділігі кері баланспен анықталады:

$$\eta_{\text{ка}}^{\text{бp}} = 100 - \sum q_i \quad (19)$$

$$\eta_{\text{ка}}^{\text{бp}} = 100 - 14,14 = 85,86\%$$

Қазандық қондырғының пайдалы жылуы, ккал/кг:

$$Q_1 = D(i'' - i_{пв}) + D_{пр}(i_{пр} - i_{пв}) \quad (20)$$

мұндағы D - буға арналған қазандықтың белгіленген бу сыйымдылығы (кг/сағ) (аса қыздырылған немесе қаныққан);

$$D_{пр} = \frac{P}{100} D - \text{үрлеу суының мөлшері (кг/сағ); } D_{пр} = \frac{2,5}{100} 20000 = 500 \text{ кг/сағ}$$

$i_{пр}=i_n$ - қазандық барабанындағы қысымдағы қанығу температурасына тең қабылданған үрлеу суының энтальпиясы, ккал/кг;

$i_{пв}$ - берілген абсолютті қысымда, бу және қоректендіргіш су температураларында қазандық барабанына немесе су экономайзеріне кіретін жердегі аса қызған бу мен қоректік судың энтальпиясы (ккал/кг).

$$Q_1 = 20000(2788,92 - 460,9) + 500(546,31 - 460,9) = 46603105 \text{ ккал/кг}$$

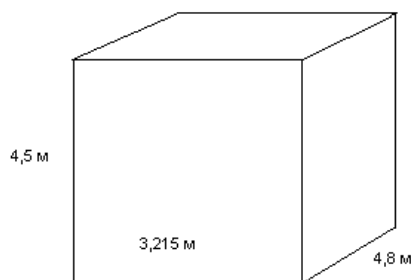
Жалпы отын шығыны (кг/сағ)

$$B = \frac{Q_1}{Q_p^p \eta_{ка}}, \quad (21)$$

$$B = \frac{46603105}{4330 \cdot 0,8586} = 12535 \text{ кг/сағ}$$

1.4 Жану камерасының жылулық есебі

Жану камерасының есебін жүргізу үшін, бізге ең алдымен жану камерасының өлшемдері қажет, яғни ұзындығы, ені және биітігі. Осы өлшемдер 2-суретте көрсетілген.



2-сурет - Жану камерасының өлшемдері

Олар пештің ϑ_m'' шығысындағы жану өнімдерінің температурасының алдын ала мәні бойынша белгіленеді. $\vartheta_m'' = 900^\circ\text{C}$.

Камераның барлық қабырғаларының ауданын анықтайды, м^2

$$F_{\text{ст}} = \sum F_{\text{ст}}, \quad (22)$$

мұндағы $F_{\text{ст}}$ - бүйір қабырғаларының, төбенің, ошақтың, камераның артқы және алдыңғы қабырғаларының, айналмалы экрандардың аудандары және т.б., м^2 ;

$F_{\text{б.с.}} = 21,6 \text{ м}^2$ - жану камерасының бүйір қабырғалары;

$F_{\text{п.с.}} = 14,4675 \text{ м}^2$ - жану камерасының алдыңғы және артқы қабырғалары;

$F_{\text{п}} = 15,432 \text{ м}^2$ - жану камерасының төбе және от асты.

$$F_{\text{ст}} = 21,6 \cdot 2 + 14,4675 \cdot 2 + 15,432 \cdot 2 = 102,999 \text{ м}^2$$

Пештің сәуле қабылдаушы бетін анықтау, м^2

$$H_{\text{л}} = \sum F_{\text{пл}} \cdot x \quad (23)$$

мұндағы F – экрандардың ауданы, м^2

$$H_{\text{л}} = (2 \cdot 21,6 + 2 \cdot 14,4675) \cdot 0,91 = 65,64 \text{ м}^2$$

x – экрандардың бұрыштық коэффициенттері осы формуламен анықталады:

$$x = -0,013 \left(\frac{s}{d} \right) - 0,1412 \left(\frac{s}{d} \right) + 1,1597 \quad (24)$$

мұндағы d – экран құбырларының сыртқы диаметрі, мм;

s – экран құбырының қадамы, мм; қазандықтың сипаттамасында келтірілген.

$$x = -0,013 \left(\frac{80}{51} \right) - 0,1412 \left(\frac{80}{51} \right) + 1,1597 = 0,91$$

Экрандардың жылу тиімділігінің орташа коэффициентін анықтау:

$$\psi_{cp} = \frac{\xi \cdot H_l}{F_{ct}} \quad (25)$$

мұндағы ξ – экранның ластануын ескеретін коэффициент, ашық тегіс түтікшелі экрандар үшін 5-кестеден алынған.

$$\psi_{cp} = \frac{0,6 \cdot 65,64}{102,999} = 0,38$$

5-кесте - Экранды ластау коэффициенті

Отын түрі	Коэффициент ξ
Газ тәрізді	0,65
Сұйық	0,55
Қатты	0,6

Пештің көлемін V_T табу, м³. Деректер болмаған жағдайда, олар камераның геометриялық өлшемдері бойынша анықталады.

$$V_T = a \cdot b \cdot h \quad (26)$$

$$V_T = 3.215 \cdot 4.8 \cdot 4.5 = 69.444 \text{ м}^3$$

Сәулелену қабатының тиімді қалыңдығын анықтау, м:

$$S = 3.6 \frac{V_T}{F_{ct}} \quad (27)$$

$$S = 3.6 \frac{69.444}{102.999} = 2.427 \text{ м}$$

Қатты отынды жағу кезінде алаудың сәулеленуі

$$a_\phi = 1 - e^{-(k_\Gamma \cdot r_\Pi + k_{3л} \cdot \mu_{3л} + k_{\text{кокс}} \cdot \chi_1 \cdot \chi_2) \cdot p \cdot S} \quad (28)$$

мұндағы $k_{3л}$ – сәулелердің күл бөлшектермен әлсіреу коэффициенті;

$\mu_{3л}$ - түтін газдарындағы күлдің өлшенген концентрациясы;

$k_{\text{кокс}}$ – сәулелердің кокс бөлшектерімен әлсіреу коэффициенті ($k_{\text{кокс}} = 1$).

$$k_{3л} = \frac{4300 \cdot 1,3}{\sqrt[3]{T_T''^2 \cdot d_{3л}^2}} \quad (29)$$

$$k_{3л} = \frac{4300 \cdot 1,3}{\sqrt[3]{1173^2 \cdot (20)^2}} = 6,821$$

мұндағы $d_{3л}$ – күл бөлшектерінің диаметрі, мкм ($d_{3л}=20$ мкм).

$$k_r = \left(\frac{0,78 + 1,6 \cdot r_{H_2O}}{\sqrt{p \cdot r_n \cdot S}} - 0,1 \right) \cdot \left(1 - 0,37 \frac{T''_T}{1000} \right) \quad (30)$$

$$k_r = \left(\frac{0,78 + 1,6 \cdot 0,152}{\sqrt{1 \cdot 0,42 \cdot 2,427}} - 0,1 \right) \cdot \left(1 - 0,37 \frac{1173}{1000} \right) = 0,573$$

Қатты отынды жағу кезінде (антрациттерден басқа) $\chi_1 = 0,5$.

$$a_\phi = 1 - e^{-(0,573 \cdot 0,42 + 6,821 \cdot 0,002 + 1 \cdot 0,5 \cdot 0,1) \cdot 1 \cdot 2,427} = 0,522$$

Камералық оттықта жағу кезінде $\chi_2 = 0,1$.

Камераның қаралық дәрежесін анықтау

$$a_T = \frac{a_\phi + (1 - a_\phi) \cdot \theta}{1 - (1 - a_\phi) \cdot (1 - \psi_{cp}) \cdot (1 - \theta)} \quad (31)$$

мұндағы θ – жану айнасы ауданының пештің жалпы бетіне қатынасы:

Камералық пештер үшін $\theta = 0$.

$$a_T = \frac{0,522 + (1 - 0,522) \cdot 0}{1 - (1 - 0,522) \cdot (1 - 0,38) \cdot (1 - 0)} = 0,741$$

Пештегі пайдалы жылууды анықтау, ккал/кг (ккал/м³)

$$I_{т.г.} = Q_p \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q_{г.в.} - Q_{в.вн} \quad (32)$$

мұндағы p – отынның қолжетімді жылуы, ккал/кг (ккал/м³);

Q – жылу, ккал/кг (ккал/м³), ауа қыздырғыштан және суық ауаны сорғаннан кейін ыстық ауамен пешке енгізілген.

$$Q_{г.в.} = (\alpha_T - \Delta \alpha_T) \cdot I_{вп}^0 + \Delta \alpha_T \cdot I_{xb}^0 \quad (33)$$

$$Q_{г.в.} = (1,2 - 0,05) \cdot 389,1 + 0,05 \cdot 389,1 = 466,92 \text{ ккал/м}^3$$

мұндағы $I_{\text{вп}}^0$ - ауа жылытқыштан кейінгі температурадағы ауаның теориялық көлемінің энтальпиясы $t_{\text{вп}}''$ (ауа жылытқышы болмаған кезде $I_{\text{вп}}^0 = I_{\text{хв}}^0$);
 $I_{\text{хв}}^0$ - суық ауаның теориялық көлемінің энтальпиясы, ккал/кг (ккал/м³).

$$I_{\text{т.г.}} = 4330 \frac{100 - 5 - 1,5 - 0,27}{100 - 1,5} + 466,92 - 0 = 4565,25$$

Тас және қоңыр көмірді қабатты жағу кезінде $t_{\text{вп}}$ ауа жылытқышынан кейінгі ауа температурасы 150-200°C аралығында қабылданады;

$$I_{\text{вп}}^0 = V^0 \cdot 0,32 \cdot t_{\text{вп}}, \frac{\text{ккал}}{\text{кг}} \quad (34)$$

Түтін газының энтальпиясынан $I_{\text{тг}}$ жану өнімдерінің I_v диаграммасын (немесе жылу мөлшерінің кестесін) пайдалана отырып, адиабаталық температураны ϑ_a анықтау.

Абсолют адиабаталық температураны табамыз, К

$$T_a = \vartheta_a + 273 \quad (35)$$

$$T_a = 1090 + 273 = 1363 \text{ K}$$

Камераның шығысындағы бұрын қабылданған температураға v_m'' сәйкес жану өнімдері үшін I_v диаграммасын (немесе жылу мөлшерінің кестесін) пайдалана отырып, пештің шығысындағы түтін газдарының энтальпиясын I_m'' анықтаймыз.

$$I_m'' = 4150 \text{ ккал/кг}$$

Жану өнімдерінің орташа жалпы жылу сыйымдылығын анықтау, ккал/(кг · °С)

$$V_{c_{\text{cp}}} = \frac{I_{\text{тг}} - I_m''}{\vartheta_a - v_m''} \quad (36)$$

$$V_{c_{\text{cp}}} = \frac{4565,25 - 4150}{1090 - 900} = 2,18$$

Пештің шығысындағы температураны анықтау, °С

$$v_m'' = \frac{T_a}{M \cdot \left(\frac{4.9 \cdot \psi_{cp} \cdot F_{ct} \cdot a_T \cdot T_a^3}{10^8 \cdot \varphi \cdot B_p \cdot V_{c_{cp}}} \right)^{0.6} + 1} - 273 \quad (37)$$

$$v_m'' = \frac{1363}{0.5 \cdot \left(\frac{4.9 \cdot 0.38 \cdot 102.99 \cdot 0.741 \cdot 1363^3}{10^8 \cdot 0.967 \cdot 12535 \cdot 2.18} \right)^{0.6} + 1} - 273 = 911^\circ\text{C}$$

Егер бұрын қабылданған және алынған температуралар арасындағы айырмашылық есептеу аяқталғаннан кейін $\pm 100^\circ\text{C}$ аз болса, онда камераның шығысындағы энтальпияның I_m'' мәні алынған температураны ϑ_m'' пайдалана отырып көрсетіледі және пештегі жылуды сіңіру анықталады, ккал/кг

$$Q_{\text{л}} = \varphi \cdot (I_{\text{тг}} - I_m'') \quad (38)$$

$$Q_{\text{л}} = 0,967 \cdot (4565.25 - 4150) = 401,54 \text{ ккал/кг}$$

2 Қазандықтың меншікті қажеттіліктерін есептеу

Станцияның қажеттіліктерін қанағаттандыратын қолайлы турбинаны таңдау үшін жеке қажеттіліктерді анықтау керек.

1) Біріншіден, біз қазандықтың белгіленген қуатын анықтаймыз, МВт:

$$Q_{уст} = [D_{ном}(i'' - i_{пв}) + D_{пр}(i_{пр} - i_{пв})] \cdot n \cdot 10^{-3} \quad (39)$$

мұндағы $D_{ном}$ – ДКВР 20-13 бу қазанының номиналды өнімділігі, кг/с;

i'' – қазандықтың шығысындағы бу энтальпиясы, кДж/кг;

$i_{пв}$ – қоректік су энтальпиясы, кДж/кг;

$i_{пр}$ – ағынды судың энтальпиясы, кДж/кг;

n – қазандықтардың саны.

$$Q_{уст} = [5.55(2788,92 - 460,9) + 0.139(546,31 - 460,9)] \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 12,9 \text{ МВт}$$

2) Жабдықты экстенсивті пайдалану коэффициенті - $K_{экс}$.

Ол жабдықтың жұмыс уақытының жылдық уақытқа қатынасы ретінде табылады:

$$K_{экс} = \frac{7320}{8760} = 0,835$$

3) Қуатты интенсивті пайдалану коэффициенті – $K_{инт}$.

Ол қазандықтың орташа қуатының (номиналдықтан 60%) номиналдыққа қатынасы ретінде табылады:

$$K_{инт} = \frac{7,74}{12,9} = 0,6$$

4) Содан кейін орнатылған қуатты пайдалану коэффициентін табамыз. Ол $K_{экс}$ пен $K_{инт}$ -тің көбейтіндісіне тең:

$$K_{уст} = 0,835 \cdot 0,6 = 0,501$$

5) Жылдық электр энергиясын өз қажеттіліктеріне тұтыну, кВт/жыл:

$$\mathcal{E}^{CH} = N_{уст}' \cdot T_{жыл} \cdot K_{эл} \cdot K_{уст} \quad (40)$$

мұндағы $T_{жыл}$ - 7320 сағатқа тең бір жылдағы қазандықтың жұмыс сағатының саны;

$K_{уст}$ - орнатылған қуатты пайдалану коэффициенті;

$K_{эл}$ - орнатылған электр қуатын пайдалану коэффициенті. (0,7

деп есептеледі).

$N_{уст}$ – ток қабылдағыштардың орнатылған қуаты, кВт;

$$N_{уст} = N_n \cdot N_{уст} \quad (41)$$

$$N_{уст} = 30 \cdot 12,9 = 387 \text{ кВт}$$

$$\mathcal{E}^{CH} = 387 \cdot 7320 \cdot 0,7 \cdot 0,501 = 993476 \text{ кВт/жыл}$$

мұндағы N_n – 30 кВт/МВт деп есептелетін өз қажеттіліктеріне арналған электр қуатының үлестік шығыны;

6) Қазандықтардың бірлік қуаты, кВт:

$$\mathcal{E}_{ед} = \frac{993476}{7320} = 135,72 \text{ кВт}$$

Демек, электр энергиясының өз қажеттіліктеріне жұмсалғаны қуаттылық бірлігінің 135,72 кВт. Бұл таңдалған турбинаның қуаты осы мәннен жоғары болуы керек дегенді білдіреді.

3 Турбинаның жылулық есебі

3.1 Бу турбинасына сипаттама

Бұл дипломдық жобандағы қайта құру қуаттылығы аз бу турбинасын орнатуды қамтиды. Алдыңғы бөлімге сәйкес, қазандықтың жеке қажеттіліктері үшін кемінде 136 кВт тұтынылады. Бұл таңдалған турбинаның қуаты осы мәннен жоғары болуы керек дегенді білдіреді. Шағын және орта қуатты турбиалар шығаратын көптеген компаниялардың ішінде біреуі белгілі - ООО «ЮТрон производство».

ООО «ЮТрон производство» (ТУРБОПАР) бу қазандығында өзінің арзан электр энергиясын өндіру үшін 20 МВт-қа дейінгі маркалы бу турбиналары мен турбогенераторларын шығарады. Конденсациялық және кері қысымды турбиналардың кең ауқымы бар. 1000 кВт-тан 6000 кВт-қа дейінгі кері қысым (шығарумен және онсыз) бір мезгілде электр және жылу энергиясын өндіру үшін қызмет етеді. Бірақ мұндай турбиналардың негізгі соңғы өнімі жылу болып табылады. Барлық шығатын бу технологиялық немесе жылыту мақсатында пайдаланылады. Осындай бу турбинасы бар турбиналық қондырғының өндіретін электр қуаты өндірістің қажеттілігіне немесе буды жылытуға арналған жылыту жүйесіне байланысты және онымен бірге өзгереді.

Жоғары сенімділік пен пайдаланудың қарапайымдылығы ақпараттық технологияларды дамытудың қазіргі деңгейімен үйлескенде бу турбиналары негізінде автоматтандырылған электр станцияларын құруға мүмкіндік береді. Мұндай кешендердің жұмысына іс жүзінде ешбір адам қатыспайды, осылайша жұмыс сенімділігін арттырады, өйткені қате болу мүмкіндігін жояды және операциялық шығындарды азайтады.

Компанияда әртүрлі параметрлердегі бу турбиналарының үлкен таңдауы бар. Шағын ЖЭО-ның өндірістік тұтынушысы 0,5-0,7 МПа параметрлері бар буға мұқтаж сүт өнеркәсібі кәсіпорны болып табылады. Тұтынушы мен жеке қажеттіліктерді ескере отырып, компанияның каталогына сәйкес ең оңтайлы таңдау Р-1,2-1,4/0,65 типті турбина болады. Бұл турбинаның келесі параметрлері бар:

- Турбина білігіндегі тиімді қуат $N = 1200$ кВт;
- Турбина білігінің айналу жиілігі $n = 3000$ айн/мин;
- Турбинаның алдындағы бу қысымы $p'_0 = 1,4$ МПа;
- Турбина алдындағы бу температурасы $t'_0 = 250$ °С;
- Турбинаның соңындағы бу қысымы (шығару құбырының шығысындағы) $p'_k = 0,65$ МПа.

Осы мәліметтер негізінде бу шығынын анықтау үшін турбинаның жылулық есебі жүргізіледі. Есептеу [4] әдістемесі бойынша жүргізіледі.

3.2 Турбина үшін шамамен бу шығынын анықтау

Сопло алдындағы бу қысымы:

$$p_0 = 0,95 \cdot p_0^* = 0,95 \cdot 1,4 = 1,33 \text{ МПа} \quad (42)$$

$\lambda=0,06$ кезінде шығатын қораптағы және турбина шығару құбырындағы қысымның төмендеуі:

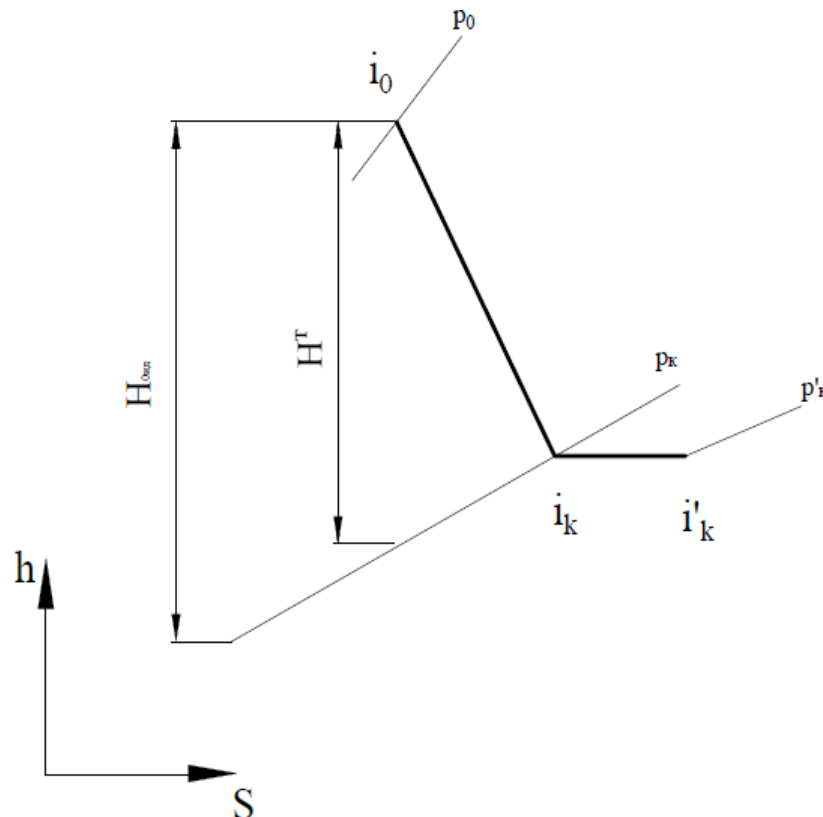
$$\Delta p = p_k^* \cdot \lambda \cdot \left(\frac{c_{\text{вп}}}{100} \right)^2 \quad (43)$$

$$\Delta p = 0,65 \cdot 0,06 \cdot \left(\frac{60}{100} \right)^2 = 0,014 \text{ МПа}$$

Екінші сатыдағы жұмыс қалақтарының артындағы қысым:

$$p_k = p_k^* + \Delta p = 0,65 + 0,014 = 0,664 \text{ МПа} \quad (44)$$

Нs-диаграммасынан i'_0 , i'_k нүктелеріндегі бу энтальпиясын және идеалды турбинаның бар жылулық төмендеуін анықтаймыз (3-суретті қараңыз):



3-сурет - Нs-диаграммасындағы будың кеңею процесі

Біз деректерді аламыз:

$$i'_0 = 3040,6 \text{ кДж/кг}$$

$$i'_k = 2845 \text{ кДж/кг}$$

$$H_{0ид}^T = i'_0 - i'_{k1} = 3040,6 - 2845 = 195,6 \text{ Кдж/кг} \quad (45)$$

Сатыдағы орналасқан (қайта өңдеуге жарамды) жылу төмендеуі

$$i'_{k1} = 2863 \text{ кДж/кг}$$

$$H_0^T = i'_0 - i'_{k1} = 3040,6 - 2863 = 197,6 \text{ Кдж/кг} \quad (46)$$

Турбинаның салыстырмалы тиімді ПӘК өрнекпен анықталады

$$\eta_{oe} = \eta_{др} \cdot \eta_{oi} \cdot \eta_{ввр} \cdot \eta_m \quad (47)$$

мұндағы η'_{oi} — ішкі салыстырмалы тиімділік, 0,76-ға тең;
 η_m - турбинаның механикалық ПӘК, 0,98-ге тең.

$$\eta_{др} = H_0^T / H_{0ид}^T = 197,6 / 195 = 0,91 \quad (48)$$

Ішкі жұмыстың шығу коэффициенті $\eta_{ввр} = 1,0$ (турбинадан бу шығару болмаған жағдайда), онда

$$\eta_{oe} = 0,91 \cdot 0,76 \cdot 1 \cdot 0,98 = 0,75$$

Турбинаға есептелген бу шығыны

$$G = \frac{N}{\left(\frac{H_{0ид}^T}{\eta_{oe}} \right)} \quad (49)$$

$$G = \frac{1200}{\left(\frac{195,6}{0,745} \right)} = 8,24 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 29,653 \frac{\text{т}}{\text{ч}}$$

3.3 Ағын бөлігін жылу есептеу

Реактивтілік дәрежесін $\rho_{p1}=0,02$, $\rho_n=0,02$, $\rho_{p2}=0,02$ алайық. Соплодағы жылу төмендеу өңделу керек:

$$H_{011} = H_0^T \cdot (1 - \sum \rho) = 177,6 \cdot (1 - 0,06) = 166,9 \text{ кДж/кг} \quad (50)$$

Соплолардың артындағы қысым hs-диаграмма арқылы

$$p_{11} = 0,76 \text{ МПа}$$

Жұмыс және бағыттаушы торларда өңделген жылу тамшылары:

$$H_{021} = H_{012} = H_{022} = 177,6 \cdot 0,02 = 3,55 \text{ кДж/кг} \quad (51)$$

Бірінші жұмыс торының артындағы бу қысымы $p_{21}=0,706 \text{ МПа}$.

Бағыттаушы тордың артындағы бу қысымы $p_{12}=0,696 \text{ МПа}$.

Екінші жұмыс торының артындағы бу қысымы $p_{22}=0,664 \text{ МПа}$.

Саптама массиві үшін жылдамдық коэффициентін $\varphi=0,96$ орнатып, саптамалардағы шығын $h_{11}=h_0-H_{01}+H_{c1}$ энтальпиясында p_{11} изобарындағы a_{11} нүктесінде саптамалардың артындағы бу күйін анықтаймыз

$$H_{c1} = (1 - \varphi^2) \cdot H_{01} = (1 - 0,96^2) \cdot 166,9 = 13,09 \text{ кДж/кг} \quad (52)$$

$$h_{11} = 3040,6 - 166,9 + 13,09 = 2886,74 \text{ кДж/кг} \quad (53)$$

Осы нүктедегі меншікті көлем $v_{11}=0,26 \text{ м}^3/\text{кг}$.

Саптамалардан будың шығуының шартты жылдамдығын анықтаймыз

$$c_{из} = \sqrt{2000 \cdot H_0^T} = 596 \text{ м/с} \quad (54)$$

$u/c_{из}$ мәндерін 0,2 деп аламыз. Айналмалы жылдамдық $u=(u/c_{из}) \cdot c_{из} = 0,2 \cdot 596 = 119,2 \text{ м/с}$.

Қадамның орташа диаметрі $d=u/(\pi \cdot n)=0,76 \text{ м}$.

Жарамды жылдамдық жұп үстінде саптаманың шығысы(алдын ала)

$$c_{11} = \varphi \cdot \sqrt{2000 \cdot H_0^T} \quad (55)$$

$$c_{11} = 0,96 \cdot 596 = 554,7 \text{ м/с}$$

Саптама массивінің шығыс бөлігі үшін астындағы теңдеуінен анықтаймыз

$$\varepsilon \cdot l_{11} = \frac{G \cdot v_{11}}{\pi \cdot d \cdot c_{11} \cdot \sin \alpha_{11}} \quad (56)$$

$$\varepsilon \cdot l_{11} = \frac{8,2 \cdot 0,26}{3,14 \cdot 0,76 \cdot 554,7 \cdot \sin 11^\circ} = 0,0085$$

$\varepsilon \cdot l_{11} < 0,02$ м болғандықтан, ротор қалақтарына буды ішінара беруді қабылдаймыз және парциалдылықтың оңтайлы дәрежесін табамыз:

$$\varepsilon_{\text{опт}} = 3 \cdot \sqrt{\varepsilon \cdot l_{11}} \quad (57)$$

$$\varepsilon_{\text{опт}} = 3 \cdot \sqrt{0,0085} = 0,277$$

Саптама қалақшасының ұзындығы

$$l = \varepsilon \cdot \frac{l_{11}}{\varepsilon_{\text{опт}}} = 0,0308 \text{ м} \quad (58)$$

Біз саптама қалақтарының енін $b_{11} = 0,05$ м қабылдаймыз.

Сопло торының нақты жылдамдық коэффициентін $b_{11}/l_{11} = 0,05/0,0308 = 1,62$ және $\alpha_{11} = 11^\circ$ арқылы анықталады

$$\varphi = 0,964.$$

Сопло торының нақты жылдамдығы

$$c_{11} = 0,964 \cdot 2000 \cdot 166,9 = 557 \text{ м/с} \quad (59)$$

Сопло торының нақты энергия шығыны

$$H_c = (1 - \varphi^2) \cdot H_{011} \quad (60)$$

$$H_c = (1 - 0,964) \cdot 166,9 = 11,8 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Саптама қалақтарының өлшемдері өзгеріссіз қалады. Алынған мәліметтердің нәтижелері бойынша ішкі салыстырмалы тиімділікті анықтаймыз $-\eta_{\text{oi max}} = 0,76$. Турбина бір сатылы болғандықтан, турбинаның ішкі салыстырмалы ПӘК оңтайлы кезең ПӘК-іне тең: $\eta_{\text{oi}} = \eta_{\text{oi max}} = 0,76$, ал турбинаның салыстырмалы тиімді ПӘК:

$$\eta_{oe} = 0,91 \cdot 0,76 \cdot 1 \cdot 0,98 = 0,75$$

Оның көмегімен турбинаға түзетілген бу шығынын анықтаймыз

$$G' = \frac{N}{\left(\frac{H_{0ид}^T}{\eta_{oe}} \right)} \quad (61)$$

$$G' = \frac{1200}{\left(\frac{195,6}{0,745} \right)} = 8,24 \text{ кг/с} = 29,653 \text{ т/сағ}$$

Осылайша турбина үшін бу шығыны 8,24 кг/с болып шықты. Бұл қазандықтың номиналды жұмыс параметрлерінде. Қазандықтардан түсетін жүктеме, тиісінше, турбина басына шаққандағы ағын жылдамдығы да өзгеруі мүмкін, өйткені Р типті турбина орнатылған.

4 Шағын ЖЭО қазандығын қайта құрудың экономикалық тиімділігі

Бұл дипломдық жоба шағын ЖЭО-да қолданыстағы өндірістік және жылыту қазандығын қайта құруды қарастырады. Кәсіпорын Қазақстанның солтүстігіндегі өнеркәсіптік аймақта орналасқан (Көкшетау қ.). Станция қатты отынмен (көмірмен) жұмыс істейді. Бу тұтынушы - сүт өндірісі саласындағы кәсіпорын.

Бұл бөлімде қайта құруға дейін және кейін энергия бірлігінің өзіндік құнының есебі келтіріледі және салыстырылады.

4.1 Қайта құруға дейінгі энергия бірлігінің өзіндік құнын есептеу

Қайта құруға дейін қазандықтың келесі деректері бар:

1. Қазандықтың орнатылған қуаты, $N_{уст}=19,376$ МВт;
2. Меншікті қажеттіліктері - $\mathcal{E}_{CH}=1,735 \cdot 10^6$ кВт·сағ жылына.

Кәсіпорындарды салу үшін капиталды шығындар қажет. Күрделі салымдар негізгі өндірістік қорларды құрайды.

$$K = \bar{K} \cdot N_{уст} \cdot k \quad (62)$$

мұндағы $\bar{K}$ - қазандық құрылысына үлестік капитал салу, млн теңге. ДКВР 20-13 қазандық үшін бойынша қабылданады - 55,4 млн теңге/МВт;

$N_{уст}$ - қазандықтың орнатылған қуаты дипломдық жұмыстың 2-бөлімінен алынады;

k - қазандықтардың тозуын ескеретін коэффициент.

$$K = 55,4 \cdot 10^6 \cdot 12,9 \cdot 0,3 = 214,4 \text{ млн теңге}$$

Амортизациялық аударымдар - бұл жылу энергиясын өндіруге арналған шығындарға, олардың құнының бір бөлігін қосу арқылы қазандықтың негізгі активтерінің физикалық және моральдық тозуын ақшалай өтеу. Күрделі салымдар шамасының 4% - ын құрайды.

$$I_{AO} = 0,04 \cdot K \quad (63)$$

мұндағы 0,04 – амортизациялық аударымдардың үлесі;

K – күрделі салымдар;

$$I_{AO} = 0,04 \cdot 214,4 = 8,6 \text{ млн теңге}$$

Қазандықтың пайдалану шығындары келесі компоненттерді қамтиды:

$$I_{\text{ЭКС}} = I_{\text{ТОП}} + I_{\text{Э}} \quad (64)$$

Құрамдастары тиісінше-отынға, сатып алынатын электр энергиясына, суға, ағымдағы жөндеуге, жалақыға, өзге де шығыстарға және шығарындыларға арналған шығындар.

Біз осы компоненттерді анықтаймыз.

Өз қажеттіліктеріне жылу энергиясы өндірілетін жылудың 4,5%-ын құрайды. Сонда шығарылатын жылу энергиясының мөлшері:

$$Q_{\text{ОТП}} = Q_{\text{ГОД}} \left(1 - \frac{4,5}{100} \right) \quad (65)$$

мұндағы $Q_{\text{ГОД}}$ – қазандықтан өндірілетін жылу энергиясының мөлшері, мың Гкал

$$Q_{\text{ОТП}} = 86,24 \left(1 - \frac{4,5}{100} \right) = 82,35 \text{ мың Гкал}$$

Шығындардың отын компоненті, млн теңге:

$$I_{\text{ТОП}} = B_{\text{ГОД}} \cdot C_{\text{ТОП}} \quad (66)$$

мұндағы $B_{\text{ГОД}}$ – жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның жылдық шығысы, мың. м^3 . (бастапқы деректерден алынады);

$C_{\text{ТОП}}$ – отын бағасы, теңге/т. 1 тонна Қарағанды көмірінің құны 7500 теңге (Шубаркуль);

$$I_{\text{ТОП}} = 109806 \cdot 7500 = 823,545 \text{ млн теңге}$$

Электр энергиясына жылдық шығындар, млн теңге:

Қазандық электр энергиясын тариф бойынша сатып алады:

$$I_{\text{Э}} = \mathcal{E}_{\text{ГОД}}^{\text{СН}} \cdot C_{\text{Э}} \quad (67)$$

мұндағы $\mathcal{E}_{\text{ГОД}}^{\text{СН}}$ – қазандықтың меншікті қажеттіліктері, млн кВт·ч, (бастапқы деректерден алынады);

$C_{\text{Э}}$ – электр энергиясының құны, теңге/кВт·сағ. Көкшетау үшін электр энергиясының құны 25,82 теңге/кВт·сағ құрайды;

$$I_{\text{Э}} = \mathcal{E}_{\text{ГОД}}^{\text{СН}} \cdot C_{\text{Э}} = 993476 \cdot 25,82 = 25,6 \text{ млн теңге}$$

Жиынтық пайдалану шығындары жалпы пайдалану шығындары мен амортизациялық аударымдардың сомасы ретінде айқындалады:

$$I_{\text{сум}} = I_{\text{ЭКС}} + I_{\text{АО}} \quad (68)$$

$$I_{\text{сум}} = 849,145 + 8,6 = 857,745 \text{ млн теңге}$$

Жылу энергиясының өзіндік құны жалпы пайдалану шығындарының босатылатын жылу энергиясының шамасына қатынасы ретінде табылады:

$$C_{\text{T2}} = \frac{I_{\text{сум}}}{Q_{\text{отп}}} \quad (69)$$

$$C_{\text{T2}} = \frac{857,745}{82,35} = 10415 \text{ теңге/Гкал}$$

Осылайша, қайта құруға дейін жіберілетін жылу энергиясының өзіндік құны 10415 теңге/Гкал шығады.

4.2 Қайта құрудан кейін энергия бірлігінің өзіндік құнын есептеу

Қайта құрудан кейін Р-1,2-1,4/0,65 типті қысымға қарсы турбина енгізілді. Жаңа турбины бар шағын ЖЭО жылу схемасын шешу нәтижесінде келесі мәліметтер алынды:

- 1) Қосымша қуатты енгізу – $N=1,2$ МВт;
- 2) Электр энергиясын жылдық өндіру – $\text{Э}_{\text{год}} = 8,78$ млн кВт·сағ;
- 3) Жылу энергиясын жылдық өндіру – $Q_{\text{год}} = 86.24$ тыс. Гкал, (жылу энергиясын өндіру бірдей болып қалады, өйткені бірдей жұмыс тәртібі);

Кәсіпорынды кеңейтуге күрделі салымдар, млн теңге:

Қайта құруға арналған күрделі салымдарға қазандықты күрделі салу, сондай-ақ кәсіпорынды кеңейтуге арналған күрделі салымдар кіреді. Жаңа турбинаны іске қосу үшін үлестік күрделі салымдар кВт·сағ үшін 1000 АҚШ долларды құрайды, АҚШ доллардың теңгеге қатысты бағамы - 446 теңге:

$$K_2 = K_1 + K_{\text{уд}} \cdot N_{\text{турб}} \quad (70)$$

мұндағы $N_{\text{турб}}$ – турбинаның қуаты, кВт

K_1 – қазандыққа капиталды салымдар;

$K_{\text{уд}}$ – үлестік капиталды салымдар;

$$K_2 = 214,4 + 1000 \cdot 446 \cdot 1200 = 749,6 \text{ млн теңге}$$

Амортизацияға жылдық шығындар, млн теңге:

$$И_{АО} = 0,04 \cdot K_2 \quad (71)$$

мұндағы 0,04 – амортизациялық аударымдардың үлесі;
 K_2 – күрделі салымдар;

$$И_{АО} = 0,04 \cdot 749,6 = 29,984 \text{ млн теңге}$$

Пайдалану шығындары электр энергиясы үшін төлемді қоспағанда, қазандық үшін сол құрамдас бөліктер бойынша болады:

$$И_{\text{эксп2}} = И_{\text{ТОП}} \quad (72)$$

Сол сияқты компоненттерді табамыз.

Бастапқы деректерге сәйкес $\mathcal{E}_{\text{год}}^{\text{CH}} = 993476$ кВт/жыл өз қажеттіліктеріне кетеді. Яғни, өндірілетін энергияның 25%-дан азы қажеттілікті жабуға жұмсалады. Сондықтан босатылған электр энергиясының мөлшері өз қажеттіліктері үшін аз болады:

$$\mathcal{E}_{\text{ОТП}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - \mathcal{E}_{\text{год}}^{\text{CH}} \quad (73)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ОТП}} = 8,78 - 0,993 = 7,787 \text{ млн кВт} \cdot \text{сағ}$$

Өз қажеттіліктеріне жылу энергиясы өндірілетін жылудың 4,5% - ын құрайды. Сонда шығарылатын жылу энергиясының мөлшері:

$$Q_{\text{ОТП}} = Q_{\text{год}} \left(1 - \frac{4,5}{100} \right) \quad (74)$$

$$Q_{\text{ОТП}} = 86,24 \left(1 - \frac{4,5}{100} \right) = 82,35 \text{ мың Гкал}$$

Отынға шығыны, млн теңге:

$$И_{\text{ТОП}} = B_{\text{год}} \cdot Ц_{\text{ТОП}} \quad (75)$$

мұндағы $B_{\text{год}}$ – жылу энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның жылдық шығысы, тыс. м³. (бастапқы деректерден алынады)
 $Ц_{\text{ТОП}}$ – отын бағасы, теңге/т. Қарағанды көмірінің құны 1 тонна үшін 7500 теңгені құрайды (Шубаркуль);

$$И_{\text{ТОП}} = 109806 \cdot 7500 = 823,545 \text{ млн теңге}$$

Табылған компоненттерді алмастыра отырып, біз шағын ЖЭО-ның операциялық шығындарын табамыз:

$$I_{\text{эксп2}} = I_{\text{ТОП}} \quad (76)$$

$$I_{\text{эксп2}} = 823,545 \text{ млн теңге}$$

$$I_{\text{сум}} = I_{\text{ЭКС}} + I_{\text{АО}} \quad (77)$$

$$I_{\text{сум}} = 823,545 + 29,984 = 853,529 \text{ млн теңге}$$

Электр энергиясының өзіндік құны жалпы пайдалану шығындарының босатылатын электр энергиясының шамасына қатынасы ретінде болады:

$$C_{\text{э}} = \frac{I_{\text{э}}}{\Xi_{\text{отп}}} \quad (78)$$

$$C_{\text{э}} = \frac{25,6}{7,787} = 3,287 \text{ теңге/кВт} \cdot \text{сағ}$$

Жылу энергиясының құны жиынтық энергияның қатынасы ретінде жіберілетін жылу энергиясының шамасына пайдалану шығасылары:

$$C_{\text{Т2}} = \frac{I_{\text{сум}}}{Q_{\text{отп}}} \quad (79)$$

$$C_{\text{Т2}} = \frac{853,529}{82,35} = 10000 \text{ теңге/Гкал}$$

Осылайша, жылу энергиясының өзіндік құны: қайта құру 10000 теңге/Гкал, ал электр – 3,287 теңге/кВт · сағ құрайды.

5 Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

Төмендегі кестеде қайта құруға дейінгі және кейінгі энергия бірліктің құны салыстырылады.

6-кесте -Қайта құруға дейінгі және кейінгі шығындарды салыстыру.

Аты	Бірлік өлшемдері	Мағынасы	
		Бұрын	Кейін
Жылу энергиясының құны	Теңге/Гкал	10415	10000
Электр энергиясының құны	Теңге/кВт·сағ	тарифпен сатып алынған	3,287

Қайта құруға дейін қазандық электр қуатын қазандықтың электр энергиясына арналған жылдық шығындары ескерілді. Яғни, электр энергиясының құны қазандықтың жылу энергиясының құнына қосылды. Шағын ЖЭО-дағы қазандық қайта құрудан өткеннен кейін кәсіпорын жылудан бөлек, электр қуатын да өндіре бастады. Алынған мәндерге сүйене отырып, шағын ЖЭО-дан электр энергиясының бағасы сатып алынған электр энергиясының бағасынан (казандық үшін) төмен екендігі анықталды.

Жобаның жүргізілген техникалық-экономикалық негіздемесінен жылу мен электр энергиясын бірлесіп өндіру тиімді болатынын көруге болады. Турбинаның П типті тәртібімен электр энергиясын өндіру бойынша құны 88% төмендеді. Мұны конденсациялау және қыздыру турбиналарына арналған жылу балансының теңдеулерінен түсіндіруге болады, яғни, ЖЭО-да электр энергиясын өндірудің тиімділігі қыздыру коэффициенттерімен және конденсаторға будың бір бөлігінің өтуімен анықталатынын көрсеткенде, Р типті турбина жағдайында конденсатордағы шығындар, өтпелер жоқ,. Сондықтан тұтынушы үшін шығындарды бөлудің физикалық әдісімен турбинадан алынатын жылу үлесін арттыру электр энергиясын өндіруге арналған жылу мен отын шығынын барынша азайтады.

Бу турбинасын орнату электр энергиясын өндіруге мүмкіндік берді қосымша отын шығындарынсыз, бұл соңында жылу энергиясының құнын төмендетті.

Алайда, бұл шешім тұрақты өндірістік параметрлерімен бу тұтынушысы бар болғанша тиімді болып табылады, өйткені Р типті турбина өндірілетін электр энергиясының турбинаның басына берілетін бу мөлшеріне тікелей тәуелділігі бар, бұл өз кезегінде тұтынушының талаптарына сәйкес келеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобада: Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын ЖЭО-ын қайта құру қарастырылды.

ЖЭО-на төмен қуатты бу турбинасы орнатылды. Ол біріншіден, қазандықтың қуаттылығы аз болса, екіншіден, шағын турбинаның өз қажеттіліктерін толық өтеуге қабілеттілігі ақталған. Өзіндік қажеттіліктердің құндылығын анықтау нәтижесінде, сонымен қатар өнеркәсіптік тұтынушы үшін бу параметрлері бойынша Р-1,2-1,4/0,65 турбинасы таңдалды. Оның қуаты кәсіпорынның өзіне ғана емес, желіге де электр энергиясын жеткізу үшін жеткілікті болды.

Турбинаның қарапайым құрылысы бар, бұл оны қазандыққа оңай енгізуге мүмкіндік берді.

Негізгі есеп болды номиналды жұмыс режимі, өйткені ол толығымен тұтынушыға бағытталған - яғни. Жылу және электр энергиясын өндіру толығымен тұтынушылардың жүктемесіне байланысты. Дегенмен, максималды және минималды режимдер мүмкін. Максималды режимде жабдық максималды түрде жұмыс істейді - қазандықтар толық жүктеледі, максималды мөлшерді босатады. . Ал ең аз дегенде, яғни жазда үш қазандықтың екеуі максимумның 65% қуатымен жұмыс істейді, ыстық сумен жабдықтауға жүктеме төмендейді. Сондай-ақ бүкіл тізбекті айналып өтуге болады – Р турбинаны өшірген кезде редукциялық-салқындату қондырғысы іске қосылады.

Р типті турбина тұтынушының қатысуымен үнемді таңдау болып табылады, өйткені өндірілетін электр энергиясының мөлшері толығымен тәуелді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций: Учебник для вузов, Москва, 1982.
- 2 Описание, технические характеристики, инструкция по эксплуатации котла <https://fb-ru.turbopages.org/fb.ru/s/article/466350>.
- 3 Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособ. для техникумов 1989.
- 4 Методические рекомендации по курсовому проектированию для студентов «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» г. Минск, 2011.
- 5 Каталог паровых турбин, <https://www.turbopar.ru/parovie-turbini.html>.
- 6 Каталог-справочник по Котлам малой и средней мощности и топочным устройствам: Министерство тяжелого энергетического и транспортного машиностроения. Москва 1967.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Қазақстан Республикасы

«Сәтбаев университеті»

коммерциялық емес акционерлік қоғам

Жылу энергетика мамандығы
(мамандығы)

бойынша 4 курс оқитын

Калымов Калымжан Багланович
(аты-жөні)

Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын
ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і

Тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Диплом қорғаушы студент Калымов Калымжан Багланович қорғауға ұсынылып отырған жұмысты орындауға уақытында кірісті. Осы дипломдық жұмысты орындау үшін бірқатар энергетикалық мәселелер қойылып, дипломдық жұмысқа қажетті тапсырмалар құрастырылды.

Тапсырманы орындау барысында Калымов Калымжан өзінің жанжақтылығымен көзге түсті. Университет қабырғасында алған теориялық білімін тәжірибемен ұштастыра білді.

Дипломдық жұмысты жазу барысында студент өзінің кез-келген жұмысқа өте жауапты қарайтынын және білікті маман болатынын көрсетті. Дипломдық жұмысына келетін болсақ, жұмыс барлық талаптарды қанағаттандырады.

Қорыта айтатын болсақ, жұмыс тыңғылықты орындалған. Қорғауға ұсынылып отырған дипломдық жұмыс кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Ал, Калымов Калымжан Багланович, 5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын., ал дипломдық жұмысы 95%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші
PhD, қауымдастырылған профессор



Е. А. Сарсенбаев

«19» мамыр 2022 жыл

«18» мамыр 2022 жыл

Қазақстан Республикасы

«Сәтбаев университеті»

коммерциялық емес акционерлік қоғам

Жылу энергетика мамандығы
(мамандығы)

бойынша 4 курс оқитын

Калымов Калымжан Багланович
(аты-жөні)

Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын
ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і

Тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН – ПІКІР

Бітіруші, Калымов Калымжан, диплом жұмысына қатысты жақсы материалдар жинаған.

Диплом жұмысын дайындау кезіндегі бітірушінің өз бетінше әрекеттенуі, жұмыс кезіндегі жобалау шығымы мен тәртіптілігі, әдеби материалды пайдалана алуы бітірушінің жеке ерекшелігі болып табылады.

Диплом жұмысына өз білімімен шешімдер қабылдап, озат әдістер қолданып, бітіру жұмысында тиімді нұсқаларды қолданған. Бітіруші, Калымов Калымжан, оқу бағдарламасына сәйкес барлық уақытта берілген тапсырманы дер кезінде орындай білді. Бітіруші жұмысты жобалау барысында жоба жетекшісімен ақылдасып, қажетті нормативтік құжаттарды, арнайы әдебиеттерді және анықтамалықтарды дұрыс пайдалана білген.

Бітіруші жұмыстың бөлімдері, экономика бөлімдерінің көрсеткіштері тиімді варианттардың қабылданғанын көрсеткен.

Жоба бойынша ескерту:

Пайдалаған әдебиеттер тізімі бойынша жаңа мәліметтер пайдаланылуы керек. Оған қарамастан жұмыс толықтай дайын. Мәліметтер жеткілікті.

Жұмысты бағалау

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «Жылуэнергетикасы» мамандығы бойынша түлегі Калымов Калымжан «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 95%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші

«Логистика және көлік академиясы»

«Энергетика» кафедрасының

Қауымдастырылған профессоры



Онгар Б.

Handwritten signature: Исмаилов И.С.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калымов Калымжан Багланович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і

Научный руководитель: Сарсенбаев Ерлан Алиаскарович

Коэффициент Подобия 1: 3.4

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 0

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:

допустить к защите

Дата
19.05.2022

Заведующий кафедрой *Сарсенбаев Е.А.*



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Калымов Калымжан Багланович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қазақстанның солтүстігіндегі өндірістік аймақтың қазандықты шағын ЖЭО-ын қайта құрудың ТЭН-і

Научный руководитель: Сарсенбаев Ерлан Алиаскарович

Коэффициент Подобия 1: 3.4

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 27

Интервалы: 0

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 укрывтия 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: *В данной работе нет признаков плагиата, допустить к защите.*

Дата

18.05.2022

проверяющий эксперт

