

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Алчурин Ермахан Асылбекұлы

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Ақтөбе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі

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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ ДИПЛОМНОГО РАБОТЫ  
КАФЕДРА МЕНЕДЖЕРА  
НАО «КазНУТ им.К.И.Сатпаева» Институт энергетика и машиностроения  
Кафедра менгерушісі  
PhD, қауымдастырылған профессор  
Е.А. Сарсенбаев  
«17» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Ақтөбе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі»

5B071700-«Жылу энергетикасы»

Орындаған

Алчурин Е.А.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

PhD, АЭЖБУ аға оқытушысы

PhD, қауымдастырылған профессор

К.А. Яманбекова

Е.А. Сарсенбаев

«17» 05 2022 ж.

«17» 05 2022 ж.

Қолтаңбаны растаймын  
Подпись заверяю  
Қызметі аты-жөні  
«17» 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ 1 ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

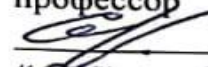
Энергетика кафедрасы

5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған  
профессор

 Е.А. Сарсенбаев  
«24» 01 2022ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Алчурин Ермахан

Тақырыбы «Ақтөбе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі»

Университет ректорының 2022 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «12» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Ақтөбе қаласында жылу электр станциясын салудың техника – экономикалық негіздемесін жасау.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Негізгі жабдықтарды таңдау ;

ә) Бу турбиналық қондырғының есебі ;

б) Принципиалдық жылудық есебі;

в) Экономикалық бөлім талдау.






Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 13 атау


Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Ақтөбе қаласы туралы негізі мәлімет	31.03.2022	Жок
ЖЭО жүйесінің есебі	7.04.2022	Жок
Негізгі және қосымша жабдықтарды таңдау	5.05.2022	Жок
ЖЭО-ның экономикалық көрсеткіштерін анықтау	5.05.2022	Жок

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
Ақтөбе қаласы туралы негізі мәлімет	Е.А.Сарсенбаев PhD қауымдастырылған профессор	11.05.2022	
ЖЭО жүйесінің есебі	Е.А.Сарсенбаев PhD қауымдастырылған профессор	11.05.2022	
Негізгі және қосымша жабдықтарды таңдау	Е.А.Сарсенбаев PhD қауымдастырылған профессор	12.05.2022	
ЖЭО-ның экономикалық көрсеткіштерін анықтау	Е.А.Сарсенбаев PhD қауымдастырылған профессор	12.05.2022	
Норма бақылаушы	Бердібеков Ә.О. сениор-лектор	17.05.2022	

Ғылыми жетекші \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Е.А.Сарсенбаев  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Алчурин Е.А.

Күні \_\_\_\_\_ « 24 » 01 2022 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыстың мақсаты ЖЭО-ны салуда оның жүктеме есептерін жүргізіп , қондырғылар орнатып , сол қондырғылардың техника-экономикалық көрсеткіштерін анықтап, оның қаншалықты тиімді екенін бағалау болып табылады.

Зерттеу пәні: Ақтөбе қаласында ЖЭО-ны құрылысының техника-экономикалық негіздемесі.

Зерттеу нысаны: Ақтөбе ЖЭО.

## **АННОТАЦИЯ**

Целью дипломной работы является проведение расчетов его нагрузки на ТЭЦ , установка установок , определение технико-экономических показателей этих установок и оценка их эффективности.

Предмет исследования: технико-экономическое обоснование строительства ТЭЦ в г. Актобе.

Объект исследования: Актюбинская ТЭЦ.

## **ANNOTATION**

The purpose of the thesis is to conduct calculations of the load on the construction of a CHPP , install installations , determine the technical and economic indicators of these installations and evaluate their effectiveness.

Subject of research: feasibility study of the construction of a CHPP in Aktobe.

Object of research: Aktobe CHPP.

## МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	7
1	Жалпы мәлімет	8
1.1	Ақтөбе қаласына қысқаша мәлімет	8
1.2	Ақтөбе қаласын жылумен қамту	9
2	ЖЭО жылулық жүйесін есептеу	10
2.1	ЖЭО-ның жылу схемасын құрастырып есептеу	12
2.2	Көмекші қондырғыларды таңдаудың техникалық сипаттамасы	18
2.3	T-110/120-130/13 бу турбиналық қондырғы	19
2.4	ПТ-80/100-130/13 бу-турбиналық қондырғы	21
2.5	БКЗ-420-140 қазандығының қысқаша сипаттамасы	22
3	Принципиалдық жылулық жүйесін есептеу	23
3.1	Нақты ағымды есептеме	30
3.2	Жылужелісінің температуралық графигі	31
3.3	ЖЭО құрылысы мен жұмыс істеуін экономикалық бағалау	32
	ҚОРЫТЫНДЫ	36
	ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	37
	ҚОСЫМШАЛАР	38

## КІРІСПЕ

Дипломдық жобаның мақсаты: жылу электр орталығының салудың тиімділігі, құрылысы бойынша зерттеулер жүргізу. Жылулық жүйеде жалпы есептеулер жүргізіліп негізгі жабдықтар таңдалған. Жылу электр орталығының соның ішінде жылулық жүйе есебінде жылуландырудың негізгі төрт кезеңін жұмысын анықталды. Соның ішінде энергия үнемдеу жөніндегі іс-шараларды ескере отырып, зерттеу нәтижелерін есептік-графикалық бөлікпен және техникалық-экономикалық талдаумен растау.

ЖЭС-ның тұрақты жұмыс істеп тұруы үшін жабдықтар уақытымен жөндеуден өткізіліп тұруы қажет. Пайдалану және жөндеу жұмыстары сапалы жүргізілуі үшін өндірісті ұйымдастыруға керекті мамандар дайындалу, керекті аспаптар мен жабдықтар қамтамасыз етілу керек және ірі материалдар қосындысын қолдану қажет.

Қазіргі кезде Қазақстан өндірісінің дамуының негізгі бағыттары энергетика саласының өркендеуіне міндетті талап қояды. Жылу электр станцияларына (ЖЭС) электр тоғын шығаруымен қатар өндіріс пен тұрғын үйлерді арзан жылу көзімен қамтамасыз ету жүктеледі.

Қазіргі өндірістерде және тұрмыс саласында будың, ыстық судың қайратын пайдаланады. Жылу электр станциялары тұтынушыларды электр қайратымен, бу және ыстық сумен қамтамасыз етеді. Отынның жылуымен істейтін электрстанцияларды жылу электрстанциялар (ЖЭС) деп атайды. Жылу электр станцияларының екі түрі болады:

- тек электр қуатын өндіретін ЖЭС – шықтық электрстанциялар (КЭС);
- электр қуатын мен жылу өндіретін ЖЭС – жылу электр орталығы (ЖЭО). ЖЭС-дың негізгі екі жабдықтары болады – бу өндіргіші және бу шығыры.

*Өзектілігі:* Жалпы ЖЭО-да электр энергиясының біркелкі емес тұтынылуының артуы, сыни критикалық бу параметрлерінің енгізілуі, белгіленген қуаттылықтың тез өсуі және ЖЭО жабдығының күрделенуі, олардың жұмыс істеу сапасына жоғары талаптарды қояды. Оның басты талаптары: сенімді, тиімді және қауіпсіз жұмыс және қоршаған ортаны қорғау болып табылады.

Диплом жобасында, Ақтөбе қаласында салынатын ЖЭО-ның жабдықтарын орнату жобасы берілген. Жағылатын отыны мазут пен газ.

Диплом жобасында жылу жүктемелер есептелген, негізгі жабдықтар таңдап алынған. Қазандардың химиялық жұмыс тәртібін ұйымдастыруы көрсетілген.

## **1 Жалпы мәлімет**

### **1.1 Ақтөбе қаласына қысқаша мәлімет**

Қазақстан елінің ұлттық даму жолы, әлемдегі дамыған 30 елінің қатарына қосылу бағдарын ұстанады. Бұның орындалу жолында Республиканың төрт қаласына аса көңіл бөлінген. Бұл төрт қала өзінің экономикалық, геополитикалық және табиғи байлықтары бойынша таңдалған, және соның бірі Ақтөбе қаласы.

Ақтөбе қаласы 1869 жылы, Ақтөбе бекінісі ретінде қаланған, 1891 жылы, қала атын емденді. Ақтөбе қаласы Ақтөбе обылысының солтүстік бөлігінде орналасқан. Илек және Карғалы өзендерінің қосылған бөлігінде орналасқан және облыс орталығы болып саналады.

Қаланың ауданына 5 аудандық округымен, 22 ауылдық аймақтары кіреді. Жалпы қаланың ауданы 2,3 мың.кв.км. алып жатыр, бұл облыс аймағының 0,8 пайызын құрайды. Батыс Қазақстан қалаларының ішінде Ақтөбе қаласы, тұрғындар саны бойынша алдыңғы орында тұр. Ал Қазақстан бойынша бесінші орында. Он жыл ішінде қала тұрғындарының саны 57 пайызға өскен, 2015 жылдың 1 қыркүйегі бойынша халық саны 447 922 адамды құрады. Қала аумағы су қорымен бай аймақ болып табылады. Қала Илек өзені Қарағалы өзеніне құйатын жерде орналасқан, оның ұзындығы 15 км-ге созылған. Қаланың ортасымен, Илек өзенінің сол жақ ағысы Сазды деген су қоймасына, ал солтүстік-батысында жіңішке өзеніне ағады. Қаланың бойымен одан басқа тағыда, Тамды, Песчанка және Бутак өзендері ағады. Қалада Ақтөбелік және Сазды деген екі су қоймасы орналасқан. Бұдан бөлек ауыз судың негізгі бөлігін жер астынан алады. Қаланың климаты континентальдық, тәуліктік, мерзімдік және жылдық болып келеді және ауаның температурасының ауытқуы үлкен болып табылады. Бұдан бөлек Ақтөбе қаласы үлкен индустриалдық орталық болып табылады. Қаланың шығысына қарай үлкен қазба байлықтары орналасқан, оған гипс, құм, құрылыс тастары, әк, минералдық сумен тұздар тағыда басқа заттарды атап көрсетуге болады. Жалпы қала маңында облыстық қордың 21 пайыздан астам қазба байлығы бар. Қаланың үлкен өндіріс орындарына Ақтөбелік ферросплав зауыты АЗФ жатады. Мұнда ел бойынша ферросплавтың 22 пайызы өндіріледі. Энергетикалық комплекс, ОАО Ақтөбе ТЭЦ, ОАО Феррохром және электр энергиясымен қамтамасыз ету, ТОО Ақтөбе ЭнергоСнаб кәсіпорындары қамтамасыз етеді. АО КазТрансГаз Аймақ компаниясы газбен қамтамасыз етеді. Ақтөбе қаласының басты ыстық сумен жылу беру операторы болып – АО ТрансЭнерго. Басты жылу және ыстық су көзі болып АО Ақтөбе ТЭЦ болып табылады және оның қуаты 1139 Гкал



## 1.2 Ақтөбе қаласын жылумен қамту

Қаланы жылумен қамдау жүйесін АО жылуэнерго жүзеге асырады. Қарамағына 219,7 км магистральдік жылу жүйесі, жалпы қуаты 79 жылу пункті, 23 қазандықтары кіреді.

2018 жылы статистика департаменті бойынша Ақтөбе облысының жылу өндірісі 3292,7 мың Гкал, оның ішінде 1868,3 мың Гкал – жылу электр станцияларына тиесілі, 467,3 мың Гкал – қазандықтарға, сырттан 1771,7 мың Гкал жылу алынады.

Қаланы жылуландыру бойынша негізгі жүктемені жылу электр орталықтары қамтамасыз етеді. 2017 жылы бойынша ЖЭО-да өндірістік жүктеме – 459,7 Гкал/сағ, қазандықтарда – 181,8 Гкал/сағ. ЖЭО – 56,7 пайыз барлық жылу энергиясын, қазандықтар – 14,2 пайыз, басқа көздер – 29,1 пайызды құраған.

2018 жылғы есеп бойынша жеке тұрғындардың жылу көздері мөлшеріне 41,2 пайызды көрсетіп отыр.

2018 жылы есеп бойынша өндіріс орындары 3287,8 мың Гкал жылу энергиясы өндірілген. Барлық жіберілген энергиядан 989,6 мың Гкал тұрғындарға берілді. Кәсіпорындардың өзіндік қажеттіліктеріне 762 мың Гкал жылу берілді. Жылулық энергия шығындарына – 362,4 мың Гкал, ішінен 359 мың Гкал жылулық және бу желілерінің меншігінде болып табылады.

Жылу жүйесінің басым бөлігі аса ауыр халде боп саналады, 64,4 пайызы оң нәтижеде, ал ауыстыруға 59,9 пайызы жатады. Қала бойынша Модернизация ЖКХ бағдарламасы бойынша жылу жүйелерін жөндеу жұмыстары жасалуда. 2016 жылы 13,6 пайыз, 2018 жылы – 9 пайыз, 2019 жылы – 13 пайыз жылу жүйесі жөнделді. Жылда авариялық жағдайларды азайту үшін, реконструкциялық жұмыстар, тозған бөлшектерді ауыстыру жұмыстары орындалуда.

Қаланың жылуландыру жүйесі біртіндеп жер үсті жүйесінен жер асты жүйесіне ауыстырылуда.

## 2 ЖЭО жылулық жүйесін есептеу

Жылулық жүйе Ақтөбе қаласын энергиямен қамдау мәселелерін шешуге арналған. Қала бойынша берілген мәліметтер А кестесінен анықталды (Қосымша А). Жылу электр орталығы жылуландыру кезеңінде төрт есептік жылу режимімен жұмыс жасайды.

- 1) Максимальды режим,
- 2) Ең суық айдағы орташа режим,
- 3) Орташа жылуландыру режимі,
- 4) Жаздық режим.

Тұрғын үйлерге жылуландыру үшін кететін шығынды есептеу:

$$Q_{\text{жылу}} = X_0 \cdot Y \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}), \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{жылу}} = 0,53 \cdot 12361800 \cdot (18 + 32) = 327,66 \text{ МВт.}$$

мұндағы  $X_0$  – ғимараттардың жылуландыру қасиеті;  
 $t_{\text{нар}}$  – есептік сыртқы ауа температурасы;  
 $t_{\text{вн}}$  – есептік ішкі ауа температурасы.

Тұрғын үй және қоғамдық ғимараттың көлемі келесі кейіптемемен анықталады:

$$V = f_n \cdot n \cdot V_{\text{уд}}, \quad (2.2)$$

$$V = 11 \cdot 187300 \cdot 6 = 12361811.$$

мұндағы  $f_n = 9/12 - 1$  адам үшін стандарт бойынша тұрғын аудан көлемі.

Қоғамдық ғимараттарды жылуландыруға кететін жылу шығыны:

$$Q_{\text{от}}^{\text{общ}} = k \cdot Q_{\text{от}}^{\text{ж}}, \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{от}}^{\text{общ}} = 0,25 \cdot 328,55 = 83,81 \text{ МВт.}$$

Қоғамдық ғимараттарды желдету үшін кететін шығыны:

$$Q_{\text{в}}^{\text{общ}} = k \cdot Q_{\text{от}}^{\text{общ}}, \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{в}}^{\text{общ}} = 0,4 \cdot 83,81 = 32,77 \text{ МВт.}$$

Қоғамдық және тұрғын үй ғимараттарын ыстық сумен қамдау шығындары:

$$Q_{г.в.с}^3 = n \cdot a \cdot c_p \cdot (t_2 - t_x) / 24 \cdot 3600, \quad (2.5)$$

$$Q_{г.в.с}^3 = 187300 \cdot 130 \cdot 4.19 \cdot (60 - 5) / 24 \cdot 3600 = 64.96 \text{ МВт},$$

мұндағы, а – ыстық суды пайдалану нормасы.

Максималды режим бойынша есептік жылу шығыны:

$$Q^I = Q_{от} + Q_{от}^{общ} + Q_B^{общ} + Q_{г.в.с}^3 + Q_{пр}, \quad (2.6)$$

$$Q^I = 327,66 + 83,81 + 32,77 + 64,96 + 60 = 569,2 \text{ МВт}.$$

Ең суық айдағы орташа режимі бойынша жылу шығыны:

$$Q^{II} = Q^I \cdot (t_{вр} - t_{ср}^{хм}) / (t_{вр} - t^{н0}), \quad (2.7)$$

$$Q^{II} = 567.3 \cdot (18 + 15.2) / (18 + 32) = 376.68 \text{ МВт}.$$

Орташа жылуландыру режимі бойынша жылу шығыны:

$$Q^{III} = 375.58 \cdot (18 + 6.9) / (18 + 32) = 187.04 \text{ МВт}.$$

Жаздық режимі бойынша жылу шығыны:

$$Q^{IV} = 0,8 \cdot Q_{г.в.с}^3, \quad (2.8)$$

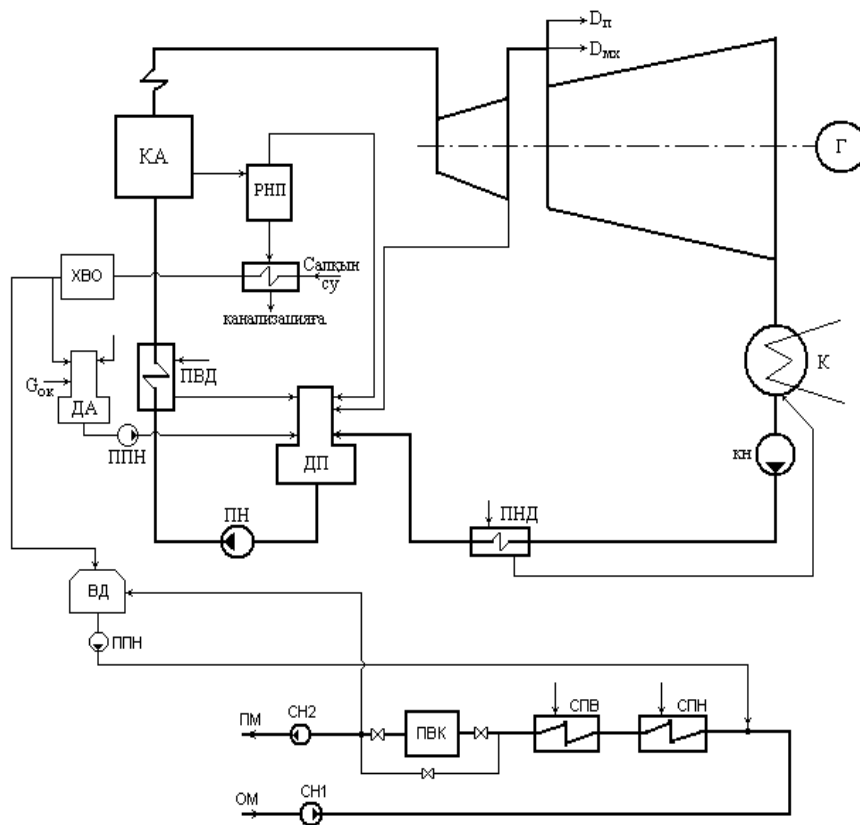
$$Q^{IV} = 0,8 \cdot 64,96 = 52 \text{ МВт}.$$

Үшінші режимнің мәндері бойынша негізгі қондырғыларды таңдаймыз: Т-110/120-130 шығырымен ПТ-80/100-130 шығыры, және оларға Е - 420-140НГМ мен Е-320-13,8-560ГМ қазандарын аламыз. ЖЭО өзіндік шығындарды қамтамасыз ететіндей және шығырлардың бу қажеттілігін толығымен қамтамасыз етеді. Пиктік жүктеме бойынша КВГМ-100 қазандарынан 3 дана аламыз. Егер ЖЭО авариялық жағдайда жұмыс жасаған жағдайда, қалған қазандар ЖЭО ның жалпы қуатының 70 пайызын қамтамасыз ете алады.

## 2.1 ЖЭО-ның жылу схемасын құрастырып есептеу

### ЖЭО жылулық схемасы

ЖЭО конденсациялау әдісімен электр қуаты, өндірістің бұрынғы жылу кестесіне сәйкес жұмыс істейді. ЖЭО-ның жылу схемасы көлденең қимасы бар секциялық принцип бойынша бұмен және судың қосылыстары арқылы жасалады. Оның сұлбасы 1-ші суретте келтірілген. ЖЭО циклындағы шығындарды химиялық тұрғыда су арқылы тұзсыздандырады. Қазандықтар мен жылу желілерін қоректендіру үшін бастапқы су ретінде ауыз судың ылғалдылығы қолданылады. ЖЭО негізгі базалық режимде жұмыс істейді. Жылу  $D_y = 600$  және  $800$  мм екі құбырдың жылу магистралі арқылы шығарылады. Ыстық сумен жабдықтау жүйесі – жабық жүйе болып табылады. Судың температурасы бар жылумен жабдықтаудың температуралық кестесі қыста -  $150$  С, жазда -  $70$  С.



1-сурет- ЖЭО-ның жылу схемасы

ЖЭО-ның жылу схемасының есебі барлық жылу шығыстарының балансын шығарып анықтауға жасалады. Бу қазандарында мазут жағылады. Мазут дайындауға будың жылуы шығынданады. Сондықтан осы жылу мөлшерін есептеу қажет.

Мазутты негізгі отын ретінде қолданғанда кететін шығын:

$$V_{в.к} = Q_{в.к} / Q_{н.р} \cdot \eta_{в.к} \cdot \eta_{реж} , \quad (2.9)$$

$$V_{в.к} = 116 / 38.84 \cdot 0.913 \cdot 0.97 = 3.372 \text{ (т/сағ)}.$$

Мазутты тұтату кезіндегі шығыны:

$$V_{э.к} = D_{раст} (h_{н/п} - h_{п/в}) / Q_{н.р} \cdot \eta_{э.к} \cdot 103 \cdot \eta_{реж} , \quad (2.10)$$

$$V_{э.к} = 252(3474.6 - 990.3) / 38.84 \cdot 0.92 \cdot 103 \cdot 0.97 = 14.51 \text{ т/сағ}.$$

Цистернаны ағызғандағы, қыздыруға кеткен бу шығыны:

$$D_{сл} = 0,636 - 0,0106(\pm t_{н.в}) ,$$

$$D_{сл}^1 = 0,636 - 0,0106(-32) = 0,9752 \times 5 = 4,77 \text{ т/сағ} ,$$

$$D_{сл}^2 = 0,636 - 0,0106(-15,2) = 0,79712 \times 5 = 3,88 \text{ т/сағ} ,$$

$$D_{сл}^3 = 0,636 - 0,0106(-6,9) = 0,70914 \times 5 = 3,44 \text{ т/сағ} ,$$

$$D_{сл}^4 = 0,636 - 0,0106(24,2) = 0,37948 \times 5 = 1,886 \text{ т/сағ} . \quad (2.11)$$

Мазутты форсункаларды қыздыру үшін кеткен будың шығыны:

$$D_{раз} = 0,0665 - B_m , \quad (2.12)$$

$$D_{раз} = 0,0665 - 17,52 = 1,171 \text{ т/сағ}.$$

Станцияның ішіндегі су мен будың шығыны:

$$G_{шыг} = 0,02 \cdot D_k ,$$

$$G_{шыг}^I = 0,02 \cdot 1462,6 = 29,25 \text{ т/ч} = 8,125 \text{ кг/с} ,$$

$$G_{шыг}^{II} = 0,02 \cdot 1429,64 = 28,6 \text{ т/ч} = 7,944 \text{ кг/с} ,$$

$$G_{шыг}^{III} = 0,02 \cdot 1373 = 27,46 \text{ т/ч} = 7,630 \text{ кг/с} ,$$

$$G_{шыг}^{IV} = 0,02 \cdot 961 = 19,22 \text{ т/ч} = 5,341 \text{ кг/с} . \quad (2.13)$$

Желдетуге кеткен су шығыны:

$$G_{\text{Ж}}^{\text{I}} = 0,01 \cdot 1462,6 = 14,63 \text{ т/сағ} = 4,066 \text{ кг/с} ,$$

$$G_{\text{Ж}}^{\text{II}} = 0,01 \cdot 1429,64 = 14,3 \text{ т/сағ} = 3,972 \text{ кг/с} ,$$

$$G_{\text{Ж}}^{\text{III}} = 0,01 \cdot 1373 = 13,73 \text{ т/сағ} = 3,814 \text{ кг/с} ,$$

$$G_{\text{Ж}}^{\text{IV}} = 0,01 \cdot 961 = 9,61 \text{ т/сағ} = 2,6671 \text{ кг/с} .$$

Жылуалмастырғыштарда берілген жылу көлемі:

$$Q_{\text{сеп}}^{\text{VI}} = G_{\text{сеп}}^{\text{VI}} \cdot (h_{\text{сеп}}^{\text{B}} - h_{\text{сеп}}^{\text{B}}), \quad (2.14)$$

$$Q_{\text{сеп}}^{\text{VI}} = 0.0389 \cdot (670,4 - 209,26) = 17,84 \text{ кВт}.$$

Конденсаттың қайтпауынан болатын шығын көлемі:

$$G_{\text{кон}}^{\text{II}} = G_{\text{II}}^{\text{max}} \cdot (1 - \kappa), \quad (2.15)$$

$$G_{\text{кон}}^{\text{II}} = 190(1 - 0,7) = 57 \text{ т/сағ} = 15,84 \text{ кг/с}.$$

Жылу желісіне, қоректік судың шығыны:

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{м.с.I}} = G_{\text{Ж.Ж}}^3 + G_{\text{УТ}}^{\text{м.с.I}},$$

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{м.с.I}} = 1014,78 + 98,14 = 1112,7 \text{ т/сағ} ,$$

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{м.с.II}} = 1014,78 + 98,14 = 1112,2 \text{ т/сағ} ,$$

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{м.с.III}} = 1014,78 + 98,14 = 1112,7 \text{ т/сағ} ,$$

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{м.с.IV}} = 811,82 + 98,14 = 909,89 \text{ т/сағ} . \quad (2.16)$$

Жылу желісінің көлемі:

$$V_{\text{Ж.Ж}} = V_{\text{Ж.Ж}}^{\text{бу}} + V_{\text{Ж.Ж}}^{\text{ішкі}} = (Q_{\text{Т.В}} + Q_{\text{ГВС}})(A_1 + A_2), \quad (2.17)$$

$$V_{\text{Ж.Ж}} = 19628,18 \text{ м}^3.$$

Жылу желісіндегі су шығыны:

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{шығ}} = 0,005 \cdot V_{\text{т.с}}, \quad (2.18)$$

$$G_{\text{Ж.Ж}}^{\text{шығ}} = 98,14 \text{ т/сағ} = 27,21 \text{ кг/с}.$$

Орнатылған тетіктерден кейінгі судың температурасы:

$$\begin{aligned}
 t_{0,п}^0 &= t_{х.в} + (\Sigma Q_{в.п} \cdot 10^3) / (G_{шикі.су}^I \cdot C_p), \\
 t_{0,п}^I &= 5 + (22 \cdot 10^3) / (1501,63 \cdot 4,19) = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 t_{0,п}^{II} &= 5 + (22 \cdot 10^3) / (1500,41 \cdot 4,19) = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 t_{0,п}^{III} &= 5 + (22 \cdot 10^3) / (1498,77 \cdot 4,19) = 8,5 \text{ } ^\circ\text{C}, \\
 t_{0,п}^{IV} &= 5 + (22 \cdot 10^3) / (1234 \cdot 4,19) = 9,3 \text{ } ^\circ\text{C}.
 \end{aligned}
 \tag{2.19}$$

ХСТ-ға дейінгі суды жылытуға кеткен жылу:

$$\begin{aligned}
 Q_{шикі.су}^I &= G_{шикі.су} (t_{ш.с}^I + t_{ш.с}^I) \cdot C_{су} - Q_{септ}^I, \\
 Q_{шикі.су}^I &= 417,12(40-8,5)4,19-17,94=55,029 \text{ МВт}, \\
 Q_{шикі.су}^{II} &= 416,78(40-8,5)4,19-17,25=54,981 \text{ МВт}, \\
 Q_{шикі.су}^{III} &= 416,33(40-8,5)4,19-16,65=54,936 \text{ МВт}, \\
 Q_{шикі.су}^{IV} &= 342,78(40-8,5)4,19-11,67=44,1 \text{ МВт}.
 \end{aligned}
 \tag{2.20}$$

ХСТ-ға дейінгі су қыздырғышқа кететін бу шығыны:

$$\begin{aligned}
 \text{I. } D_{п.в.п}^{шикі.су} &= \frac{Q_{шикі.су}^I}{(h_{гр} + h_{к}) \vartheta_{пвп}} = \frac{55,036}{(2756,4 - 670,4) \cdot 0,98} = 26,92 \text{ кг/с}, \\
 \text{II. } D_{п.в.п}^{шикі.су} &= \frac{54,991}{(2756,4 - 670,4) \cdot 0,98} = 26,9 \text{ кг/с} = 96,5 \text{ т/сағ}, \\
 \text{III. } D_{п.в.п}^{шикі.су} &= \frac{54,933}{(2756,4 - 670,4) \cdot 0,98} = 26,87 \text{ кг/с} = 94 \text{ т/сағ}, \\
 \text{IV. } D_{п.в.п}^{шикі.су} &= \frac{44,081}{(2756,4 - 670,4) \cdot 0,98} = 21,56 \text{ кг/с} = 77,61 \text{ т/сағ}.
 \end{aligned}$$

ХСТ циклына қоректік судың шығыны:

$$\begin{aligned}
 G_{қорек.су}^{цикл} &= G_{сеп}^в + G_{м.х}^{шығ} + (D_{м.х} - G_{м.х}^{шығ}) + G_{кон}^п, \\
 G_{қ,с}^I &= 0,14 + 29,25 + 10,075 + 57 = 96,465 \text{ т/ч} = 26,5 \text{ кг/с}, \\
 G_{қ,с}^{II} &= 0,135 + 28,6 + 8,445 + 57 = 96,18 \text{ т/ч} = 26,11 \text{ кг/с}, \\
 G_{қ,с}^{III} &= 0,13 + 27,46 + 7,645 + 57 = 92,24 \text{ т/ч} = 25,61 \text{ кг/с}, \\
 G_{қ,с}^{IV} &= 0,091 + 19,22 + 4,632 + 57 = 80,94 \text{ т/ч} = 22,45 \text{ кг/с}.
 \end{aligned}
 \tag{2.21}$$

I саты деаэратордың су шығыны:

$$G_d = G_d^{\text{цI}} + D_K^{\text{max}} \cdot K,$$
$$G_d^{\text{I}} = 96,465 + 190 \cdot 0,7 = 229,49 \text{ т/ч},$$
$$G_d^{\text{II}} = 94,18 + 190 \cdot 0,7 = 227,15 \text{ т/ч},$$
$$G_d^{\text{III}} = 92,24 + 190 \cdot 0,7 = 225,22 \text{ т/ч},$$
$$G_d^{\text{IV}} = 80,94 + 190 \cdot 0,7 = 213,92 \text{ т/ч}. \quad (2.22)$$

I сатыдағы деаэраторға қажетті бу мөлшері:

$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{I}} = \frac{Q_{\text{ж.шығ}}^{\text{I}}}{(150-70)C_p} \cdot \frac{567,3}{80 \cdot 4,19} \cdot 10^3,$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{I}} = 1692,42 \text{ кг/с} = 6092,5 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{II}} = 1123,78 \text{ кг/с} = 4045,4 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{III}} = 559,64 \text{ кг/с} = 2014,5 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{IV}} = 155,04 \text{ кг/с} = 558,3 \text{ т/сағ}. \quad (2.23)$$

II сатыдағы деаэраторға қажетті бу мөлшері:

$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{n}} = G_{\text{т.с}}^{\text{I}} \cdot k_2,$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{I}} = 6092,7 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} = 16,43 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{II}} = 4045,06 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} = 10,95 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{III}} = 2014,7 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} = 5,47 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{б.шығ}}^{\text{IV}} = 558,1 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} = 1,53 \text{ т/сағ}. \quad (2.24)$$

Вакумдық деаэраторлардың эжекторларына бу шығыны:

$$D_{\text{бу}}^{\text{эжI}} = u(D_{\text{бу}}^{\text{эжI}} + D_{\text{бу}}^{\text{эжI}}),$$
$$D_{\text{бу}}^{\text{эжII}} = 0,2 \cdot (1,749 + 10,92) = 2,56 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{бу}}^{\text{эжIII}} = 0,2 \cdot (1,734 + 5,44) = 1,47 \text{ т/сағ},$$
$$D_{\text{бу}}^{\text{эжIV}} = 0,2 \cdot (1,647 + 1,51) = 0,65 \text{ т/сағ}. \quad (2.25)$$



Эжектордан кейінгі бу шығыны:

$$D_{\text{ЭЖ}}^n = D_{\text{ЭЖП}}^n + D_{\text{П}}^{\text{ДП}} + D_{\text{В,Д}}^{\text{ДП}},$$

$$D_{\text{ЭЖ}}^{\text{I}} = 3,64 + 1,769 + 16,45 = 21,861 \text{ т/сағ},$$

$$D_{\text{ЭЖ}}^{\text{II}} = 2,53 + 1,749 + 10,92 = 15,5 \text{ т/сағ},$$

$$D_{\text{ЭЖ}}^{\text{III}} = 1,43 + 1,734 + 5,44 = 8,608 \text{ т/сағ},$$

$$D_{\text{ЭЖ}}^{\text{IV}} = 0,63 + 1,647 + 1,51 = 3,781 \text{ т/сағ}. \quad (2.26)$$

Қоректік суды қыздыруға кететін желілік судың шығыны:

$$G_{\text{Ж.СУ}}^{\text{I,II,III}} = \frac{G_{\text{ПОД}}(h_{\text{Д}}^{\text{I}} - 159)}{h_{\text{Ж.СУ}}},$$

$$G_{\text{Ж.СУ}}^{\text{I,II,III}} = \frac{1112,9(167 - 156)}{481,19 - 167} = 30,37 \text{ т/сағ},$$

$$G_{\text{Ж.СУ}}^{\text{IV}} = \frac{909,96(167 - 159)}{481,9 - 167} = 13,19 \text{ т/сағ}. \quad (2.27)$$

Қыздырғыш цикліндегі қоректік суға кететін бу шығыны:

$$D_{\text{БУ}}^{\text{I}} = \frac{G_{\text{Д}}^{\text{I}}(628 - h_{\text{БАК}}^{\text{B}})}{h_{\text{П}} - h_{\text{П}}},$$

$$D_{\text{БУ}}^{\text{I}} = \frac{229,47(628 - 226,26)}{(3030,7 - 814,7) \cdot 0,98} = 24,45 \text{ т/сағ},$$

$$D_{\text{БУ}}^{\text{II}} = \frac{227,18(628 - 226,26)}{(3030,7 - 814,7) \cdot 0,98} = 24,25 \text{ т/сағ},$$

$$D_{\text{БУ}}^{\text{III}} = \frac{225,24(628 - 226,26)}{(3030,7 - 814,7) \cdot 0,98} = 24,06 \text{ т/сағ},$$

$$D_{\text{БУ}}^{\text{IV}} = \frac{213,94(628 - 226,26)}{(3030,7 - 814,7) \cdot 0,98} = 22,84 \text{ т/сағ}. \quad (2.28)$$

Деаэрацияға арналған деаэраторға бу шығыны. Қоректік су қысымы 0,6 Мпа кездегі:

$$\text{I. } D_{\text{БУ}}^{0,6} = \frac{G_{\text{Д}}^{\text{I}}(665 - 628)}{(3030,7 - 665)} = 229,47 = 3,587 \text{ т/сағ},$$

$$\text{II. } D_{\text{БУ}}^{0,6} = \frac{G_{\text{Д}}^{\text{II}}(665 - 628)}{(3030,7 - 665)} = 227,18 = 3,555 \text{ т/сағ},$$

$$\text{III. } D_{\text{бу}}^{0,6} = \frac{G_{\text{д}}^{\text{III}}(665-628)}{(3030,7-665)} = 225,24 = 3,521 \text{ т/сағ,}$$

$$\text{IV. } D_{\text{бу}}^{0,6} = \frac{G_{\text{д}}^{\text{IV}}(665-628)}{(3030,7-665)} = 213,9 \text{ т/сағ.}$$

## 2.2 Көмекші қондырғыларды таңдаудың техникалық сипаттамасы

Түтін сорғыш және үрлеу желдеткіштерін таңдау. Желдеткіштерді таңдау барысында олардың есептік өнімділік көрсеткіштерінен 10 пайызға жоғары өнімділікпен алу қажет.

Желдеткіш арқылы ауа шығынын анықтаймыз:

$$V_{\text{с.ауа}} = B_{\text{газ}} * V^0 (\alpha_m \Delta a_m + \Delta \alpha_m \Delta \alpha_{\text{вп}}) * (t_{\text{хв}} + 273) / 273, \quad (2.27)$$

$$V_{\text{с.ауа}} = 70,1 * 4,5 * 1,13 * (30 + 273) / 273 = 382,7 \text{ м}^3/\text{сағ},$$

мұндағы  $V^0$  – отынның толық жануына қажет ауаның көлемі/сағ<sup>3</sup>;  
 $a_m$  – қазаннан шықандағы ауаның артық еселеуіші;  
 $\Delta \alpha_m \Delta \alpha_{\text{вп}}$  – жану камерасындағы ауа сору еселеуіші.

Желдеткіштің өнімділігі:

$$Q_{\text{желд}} = 1,2 * V_{\text{с.ауа}}, \quad (2.28)$$

$$Q_{\text{желд}} = 1,2 * V_{\text{с.ауа}} = 1,2 * 382,81 = 421,2 \text{ м}^3/\text{сағ},$$

Есеп бойынша ВДН-28-11у желдеткіші таңдалды, оның өнімділігі – 430 м<sup>3</sup>/сағ, қысымы – 4,6кПа және оның ПӘК-і 85%.

Түтін сорғы арқылы шығынды анықтау:

$$V_{\text{т.сорғы}} = B_{\text{г}} * (V_{\text{г}} + \Delta \alpha V^0) + (v_{\text{д}} + 273) / 273, \quad (2.29)$$

$$V_{\text{т.сорғы}} = 70 * (6,14 + 0,15 * 4,5) * (113 + 273) / 273 = 652,22 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

Түтін сорғыш өнімділігі:

$$Q_{\text{желд}} = 1,2 * V_{\text{газ}}, \quad (2.30)$$

$$Q_{\text{желд}} = 1,2 * 652,23 = 717,3 \text{ м}^3/\text{сағ}$$

Есеп бойынша ДОД-31,5 – түтін сорғышын таңдаймыз, өнімділігі – 725 м<sup>3</sup>/сағ, қысымы – 3,2 кПа, оның ПӘК – і 82,5 пайыз.

## 2.3 Т-110/120-130/13 бу турбиналық қондырғы

### *Т-110/120-130 турбинасының сипаттамасы*

Т-110-130 типті электрлік энергоблогы екі сатылы желілік суды қыздырып, реттегіш диафрагма арқылы жылулық бу алымдарында қысымды ұстап тұруға арналған. Бу стационарлық коллектор арқылы, турбинадағы ЦВД-да төртреттегіш клапандарға беріледі. Турбина үш цилиндрден құралған. Бұды бөліп-тарату жүйесі – соппалық. Ортанғы ЦСД цилиндрі тоғыз бөлімнен тұрады, соңғы екеуі аралық бөлім. ЦСД-ның роторы алдыңғы жағы құйылмалы, біріктірілген. ЦСД-ның соңғы екі бөлімінде бу шығысы және онда қысымның өзгерісі болғандықтан, оське түсетін күшті теңестіру үшін, үлкен диаметрлі думис жасалған. ЦСД корпусы екі бөліктен, алдыңғы (құйылмалы) және шығар (пісірілген), технологиялық көлденең біріктірілген. ЦНД роторы – жиналмалы, корпусы – пісірілген, екібүйірлі. ЦСД және ЦНД корпустары подшипниктерге отырғызылған. Алдыңғы екеуі – шығармалы үшіншісі, төртіншісі – құйылмалы. Корпустың лампаларының астына шпонкалар орналастырылған. Турбо қондырғының регенеративтік жүйесіне қыздырғыштар, эжекторлар және жылу утилизаторлары. Төрт ПНД, деаратор және үш ПВД. Төмен қысымды қыздырғыштар, бірінші екі ПВД қоректік су жолында, қыздырушы бумен жұмыс істейтін деаратор, соңғысы қазан алдындағы ПВД.

Т-110 / 120-130 жылулық бу турбиналы қондырғының сынамалары бар, ТВФ-120-2 электр генераторы 3000 айн/мин жылдамдықпен және қыздыру қажеттіліктеріне арналған жылумен қамтамасыз етуге арналған.

### *Турбинаның негізгі параметрлерінің номиналды мәндері*

Жалпы қуаттылығы, МВт: номиналды мәні - 110МВт, максималды мәні -120МВт. Оның номиналды бу сипаттамасы: қысымы - 12,8 МПа болады, оның температурасы - 555 °С болады. Жылулық жүктемеге келетін болсақ, номиналды көрсеткіші – 733ГДж/сағ, максималды мәні – 771ГДж/сағ алынады. Реттелетін жылуды таңдау кезінде бу қысымы өзгеруінің шегі, жоғарғысы 0,059-0,246 МПа, төменгісі 0,039-0,197 МПа мәндерінде анықталады. Судың температурасы оның қоректік мәні - 223°С, салқындатылған кезде -20°С, салқындатылған су шығыны – 16000 т/сағ көрсетеді және де конденсатордағы бұды қысымы – 5,6 кПа болады. Турбинаның екі жылыту сұлбасы бар: төменгі және жоғарғы желілер суды кезенді түрде жылытуға арналған. Суды екі жылытуды бу арқылы кезең-кезеңмен жылыту арқылы реттеу желі суының белгіленген температурасын жоғарғы желілік жылытқыштың артында ұстайды. Желілік сумен бір төменгі қызу ысытқышымен қыздырғанда, төменгі желінің қыздырғышының артында судың температурасы сақталады. Реттелетін жылу тізбектеріндегі қысым төмендегі шектеулерге байланысты болуы мүмкін: жоғарғысы 0,049-0,246 МПа екі жылыту сұлбасы бар, - төменгісі 0,039-0,197 МПа қысымда жоғарғы жылуды өшіреді.

Т-110/120-130 турбиначы бiр бiлiктi агрегаттан тұратын үш цилиндрден құралған: ЦВД, ЦСД, ЦНД.ЦВД – бiр ағынды, екi реттiк кезеңiнен тұратын 8 қысым сатысынан тұрады. Роторы жоғарғы қысымды қаттылықты.ЦСД – ЦВД сияқты бiр ағынды, 14 қысым сатысынан тұрады. Орташа қысымды ротордың алғашқы 8 дискiсi бiлiкпен бiрге бекiтiлiп, қалған 6- сының орамасы бар. ЦСД - дiң бiрiншi кезеңiнiң бағыттаушы құрылғысы корпусқа орнатылған, қалған диафрагмалар торға орнатылады.ЦНД - екi ағынды, сол және оң айналымның әрбiр ағынында екi кезең бар (бiр реттеушi және бiр қысым кезеңi). Соңғы сатыдағы жұмыс қалақшасының ұзындығы 550 мм, осы сатыдағы дөңгелектiң орташа диаметрi 1915 мм. Төмен қысымдағы роторда 4 орамдағы диск бар.Ыстық күйден турбинаны iске қосуды жеңiлдету және оны жүктеу кезiнде маневрдi арттыру үшiн, ЦВД алдыңғы сығылуының алдыңғы камерасына жiберiлген будың температурасы жылу буын тұрақтандырғыш клапанының шыбықтарынан немесе негiзгi бу жолынан араластыру арқылы артады. Соңғы тығыздау бөлiмдерiнен бу ауа қоспасы сорғылардың тығыздағыштарынан сорып алады.Қыздыру уақытын азайту және турбинаны iске қосу үшiн жағдайды жақсарту үшiн НРС фланецтерi мен iлмектер будың қыздыруын қамтамасыз етiледi.Турбиналы күрек 50 Гц жиiлiкте жұмыс iстеуге арналған, бұл турбо ротордың жылдамдығы 50 айн/мин (3000 айн/мин).Турбинаны ұзақ уақыт бойы пайдалану желiнiң жиiлiктiк ауытқуы 48,0-50,6 Гц болса, мүмкiн болады. Жүйеге төтенше жағдайларда турбинаның қысқа мерзiмдi жұмысы 48 Гц-тен төмен желiлiк жиiлiкте рұқсат етiледi, бiрақ 46,6 Гц-ден төмен емес

## **2.4 ПТ-80/100-130/13 бу-турбиналық қондырғы**

ПТ-80/100-130/13 бу турбиналы қондырғы өнеркәсiптiк және қыздыру буының үлгiлерiмен, ТВФ-120-2 электр генераторының 3000 айн/мин жылдамдықпен және өндiрiс пен жылыту қажеттiлiктерi үшiн жылытумен тiкелей қозғалуға арналған.

### *Турбинаның негiзгi параметрлерiнiң номиналды мәндерi*

Қуаттылығы,МВт:номиналды-80МВт,максималды- 100 МВт.Номиналды бу сипаттамасы:қысымы - 12,8 МПа, температурасы -555 °С болады.Реттелетiн жылуды таңдау кезiнде бу қысымы өзгеруiнiң шегi, МПа: жоғарғысы 0,059-0,246МПа, төменгiсi 0,039-0,197МПа.Өндiрiстiк қажеттiлiкке арналған бу шығыны, т/сағ:номиналды - 188 т/сағ,максималды -300т/сағ.Реттелетiн жылу iрiктеуiнде бу қысымының ауытқу шегi, МПа:жоғарғысы 0,039-0,246 МПа аралығында болады,төменгiсi 0,019-0,097 МПа болады.Өнеркәсiптiк өнiм қысымы,1.28МПа.Судың температурасы °С: қоректiк - 249°С,салқындатылған - 20°С,салқындатылған су шығыны – 8000 т/сағ.

*Турбиналар келесі реттелетін бу ағындарына арналған:*

Өнеркәсіптік абсолютті қысымы ( $1,275 \pm 0,29$ ) МПа және екі жылу іріктеуі - жоғары қысым  $0,039-0,245$  МПа диапазонында абсолютті қысымы бар және  $0,019-0,097$  МПа аралығында қысыммен төмен.

Жылыту қысымын реттеу жоғары жылу камерасында анықталған бір тұрақтандырушы диафрагманың көмегімен жүзеге асырылады. Жылыту жүйесіндегі реттелетін қысым сақталады: жоғарғы іріктеу кезінде - екі жылыту схемасы енгізілгенде, төменгі бөлікте - бір төменгі қызуды таңдау арқылы қосылған кезде. Желілік суының төменгі және жоғарғы сатыларындағы желілік жылытқыштар арқылы кезекпен және ұқсас бөліктерден өту керек. Желілік жылытқыштар арқылы ағатын су ағыны тексерілуі керек.

Турбина - бірағымды екі цилиндрлі құрылғы. ЦВД ағымының бір бөлігі бір сатылы басқару кезеңінен және 16 қысым кезеңі бар сатыдан тұрады. ЦНД ағым бөлімі үш бөліктен тұрады:

- бірінші (жоғарғы жылу сатысына дейін) реттеу сатысы және 7 қысым кезеңі бар,
- екіншісі (жылу ағындары арасында) екі қысым кезеңі,
- үшінші реттеуші кезең және екі қысым кезеңі.

Жоғары қысымның роторы – тұтас дәнекерленген. Төменгі қысымның алғашқы он роторлы дискілері білікпен бірге бекітіліп, қалған үш дискілер оралған.

Турбинаның бөліктері шүмекті болып келеді. ЦВД-дан шығу кезінде будың бір бөлігі реттеліп алынатын өнімді таңдауға көшеді, ал басқа бөлігі ЦНД-ге жіберіледі. Жылыту үлгілері кейбір ЦНД бейне камераларынан орындалады. Жылыту уақытын азайту және іске қосу жағдайларын жақсарту үшін, фланецтер мен ілгектерді бу жылыту қамтамасыз етіледі және ЦВД алдыңғы сығылуына арналған кернеулі бу беруді қамтамасыз етеді. Турбиналық білікпен жабдықталған, турбина айналмалы білігі  $3,4$  айналым/мин. Турбиналық күрек  $50$  Гц жиілікте жұмыс істеуге арналған, бұл турбо ротордың жылдамдығы  $50$  айн/мин ( $3000$  айн/мин). Турбинаның үзіліссіз жұмыс істеуі желідегі жиілік ауытқуы  $49,0 - 50,5$  Гц болса, рұқсат етіледі.

## **2.5 БКЗ-420-140 қазандығының қысқаша сипаттамасы**

БКЗ-420-140 қазандығы табиғи айналымы бар, бір барабанды, тік-сутүтікті, П-тәрізді орналасуы бар. Қазандықтың параметрлері (қазандықтың зауыттық есебінен):

- номиналды қуаты -  $420$  т / сағ
- барабандағы қысым -  $159$  кгс /  $см^2$
- жоғары қысымды бу қысымы -  $140$  кгс /  $см^2$

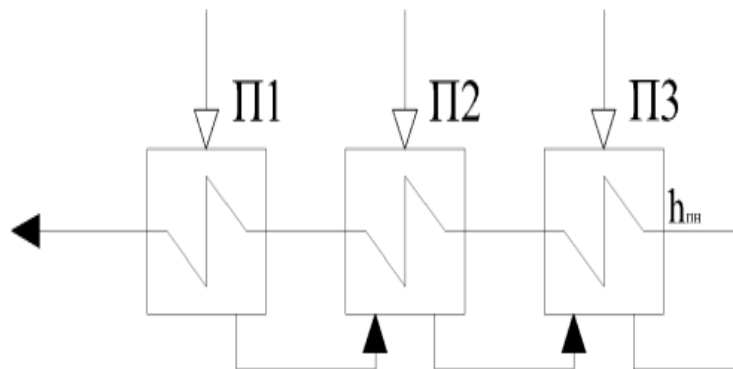
Қазандықтың жоғарғы жағы 80 мм қадамдармен,  $d = 60$  мм құбырлардан жасалған барлық дәнекерленген экрандардан жасалған, газға төзімді. Пештің көлемі  $2660 \text{ м}^3$  құрайды, есептелген жылу кернеуі  $103,5 \text{ Гкал/м}$  құрайды. Қазандықтың фронттық жолында 6 оттық орнатылған. Екі шеті пештің ортасына 8 градусқа қайырылған. Жалғыз қыздырғыштың сыйымдылығы газ үшін  $5166 \text{ Нм}^3/\text{сағ}$ . Күл шығару шнектермен 4 сулы ванналармен үздіксіз жүреді. Төрт сатыдан тұратын қазандықтың жоғарғы жағындағы радиация - конвективтік бу қыздырғыш орналасқан. Қаныққан будың температурасын реттеу процессі екі сатылы өзінің конденсатын бүрку арқылы жүзеге асады. Конвективті газ жолында екі сатылық сулық экономайзер, екі сатылық ауа қыздырғыш, бір сатылы сулық экономайзер мен бірінші сатылық ауа қыздырғыш орналасқан. Қазанға ауаны екі ДН-26ГМ ауа үрлегішімен беріледі. Шығар түтін газдарды түтін сорғыш ДН-26 мен жүзеге асады. Ауақыздырғыш алдындағы ауаның температурасы, үрлеу желдеткіштерінің ыстық ауаны қайта айналымға түсіру жүйесімен реттеледі.

### 3 Принципиалдық жылулық жүйесін есептеу

Жылулық жүйесін есептеудің мақсаты, будың, конденсатордың, судың барлық ағындарын анықтап қазандық қондырғы және көмекші қондырғыларды таңдап жылулық үнемділікті анықтау.

*Турбинадағы будың алымдарындағы қысымын анықтау*

Регенеративті бу алымдарындағы қысымды анықтау арқылы, саты бойынша суды қыздырудың оңтайлы жолы анықталады. 2-сурет – бойынша жоғары қысым жолын аламыз.



2-сурет–Жоғары қысым жолы

$$\Delta t_{\text{пвд}} = t_{\text{пв}} - t_{\text{вых}} ; ^\circ\text{C}$$

мұндағы:  $t_{\text{вых}}$  – қоректік сорғыдан кейінгі қоректік су температурасы:

$$t_{\text{пв}} = 230 ^\circ\text{C};$$

Қоректік сорғыдағы су қыздыруды анықтаймыз:

$$\Delta h_{\text{пн}} = v' \cdot (P_{\text{пв}} - P_t) \cdot 10^3 , \text{кДж/кг}, \quad (3.1)$$

мұндағы:  $v'$  – судың қанығу кезіндегі меншікті көлемі  $\text{м}^3/\text{кг}$ ;

$P_t$  – кезінде  $v'=0.00110 \text{ м}^3/\text{кг}$ ;

$P_{\text{пв}}$  – қоректік сорғыдан кейінгі су қысымы.

Қоректік сорғыдан кейінгі су қысымы осы формуламен табылады:

$$P_{\text{пв}} = 1.5 \cdot P_0, \quad (3.2)$$

$$P_{\text{пв}} = 1.5 \cdot P_0 = 1.5 \cdot 12.8 = 19.2 \text{ МПа}.$$

Яғни шыққан мәндерді алып қоректік сорғыдағы су қыздыруды анықтаймыз  $P_t = 0,6$  МПа, мұндағы:  $P_t$  – деаратордағы қысымды анықтаймыз:

$$\Delta h_{\text{пн}} = 0.00110 \cdot (19.2 - 0.6) \cdot 10^3 = 20.46 \text{ кДж/кг.}$$

Қоректік сорғыдан кейінгі судың энтальпиясы:

$$h_{\text{пн}} = h_t' + \Delta h_{\text{пн}}, \text{ кДж/кг} \quad (3.3)$$

мұндағы:  $h_t'$  – деаратордағы судың энтальпиясы, бұл бізде келесі формула арқылы анықталады:

$$h_t' = f(P_t) = 670.5 \text{ кДж/кг;}$$

$$h_{\text{пн}} = 670,5 + 20,46 = 690.96 \text{ кДж/кг}$$

$$t_{\text{вых}} = 161 \text{ }^\circ\text{C, егер } h_{\text{пн}} = 690,96 \text{ кДж/кг, } P_{\text{пв}} = 19,2 \text{ МПа.}$$

Судың қанығу күйіндегі температурасы:

$$t_{\text{н.т}} = 158.8 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Әр қыздырғыштардағы қыздыру дәрежесін анықтаймыз, мұндағы:  $Z$  – сұлбадағы ПВД саны, демек келесі формула арқылы қанығу күйіндегі температураны пайдаланып қоректік су температурасынан азайтамыз:

$$\Delta t_{\text{пв}j} = \frac{\Delta t_{\text{пв}}}{Z}; \text{ }^\circ\text{C,} \quad (3.4)$$

$$\Delta t_{\text{пв}j} = \frac{230 - 158,6}{3} = 23,73 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Әр қыздырғыштың кейінгі қоректік судың температурасын анықтаймыз:

$$t_{\text{пв.1}} = t_{\text{пв}} = 230 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$t_{\text{пв.2}} = t_{\text{пв1}} - \Delta t_{\text{пв}} = 230 - 23.73 = 206.2 \text{ }^\circ\text{C,}$$

$$t_{\text{пв.3}} = t_{\text{пв2}} - \Delta t_{\text{пв}} = 206.27 - 23.73 = 182.5 \text{ }^\circ\text{C.}$$



Қыздырғыштардағы қанығу температурасын анықтаймыз:

$$\begin{aligned}t_{Hj} &= t_{ПВj} + \Theta \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ \Theta &= 2 \div 5 \text{ }^{\circ}\text{C}. \Theta = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ t_{HП1} &= t_{ПВ1} + 5 = 235 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ t_{HП2} &= t_{ПВ2} + 5 = 211 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ t_{HП3} &= t_{ПВ3} + 5 = 187.5 \text{ }^{\circ}\text{C},\end{aligned}\tag{3.5}$$

мұндағы  $\Theta$  – қанығу температурасына дейінгі қыздырмай қалу.

Қыздырғыштардағы қысым көлемін анықтау (қанығу температурасы бойынша),  $P_{П1} = 3\text{Мпа}$ ,  $P_{П2} = 1,95\text{Мпа}$ ,  $P_{П3} = 1,18\text{Мпа}$ . Бу құбырларындағы қысым шығындарын ескере отырып, бу алымдарындағы қысымды анықтаймыз:

$$\begin{aligned}P_{\text{алым},j} &= (1.02 \div 1.05) \cdot P_{Пj}, \text{ МПа}, \\ P_{\text{алым},1} &= (1.05 \cdot P_{П1}) = 3.15 \text{ МПа}, \\ P_{\text{алым},2} &= (1.05 \cdot P_{П2}) = 2.0 \text{ МПа}, \\ P_{\text{алым},3} &= (1.05 \cdot P_{П3}) = 1.24 \text{ Мпа}.\end{aligned}$$

Қыздырғыштарға біркелкі температура тарату:

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{t_{Пс} - t_{oc}}{3} = \frac{150 - 70}{3} = 26,6 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ t_{ПсГ-1} &= t_{oc} + \Delta t = 70 + 26.6 = 96.6 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ t_{ПсГ-2} &= t_{ПсГ-1} + \Delta t = 96.6 + 26.6 = 123.2 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ t_{ПВК} &= t_{ПсГ-2} + \Delta t = 123.2 + 26.6 = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}.\end{aligned}$$

*ПсГ – 1 алымындағы будың қысымын анықтау*

Қыздырғыштардағы желілік суды қыздырмау диапазоны  $\Theta = 5 \div 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  аралығында.  $\Theta = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  деп аламыз:

$$\begin{aligned}t_{S(\text{HСП})} &= t_{(\text{HСП})} + \Theta_{\text{HСП}} = 96.6 + 5 = 101.6 \text{ }^{\circ}\text{C}, \\ P_{S(\text{HСП})} &= f(t_{S(\text{BСП})}) = 0,256 \text{ МПа}, \\ P_{\text{алым}(\text{BСП})} &= 1,05 \cdot P_{S(\text{BСП})} = 1.05 \cdot 0.256 = 0.269 \text{ МПа}, \\ \Theta &= 1 \div 3 \text{ }^{\circ}\text{C}.\end{aligned}$$

П2 конденсаттың температурасы:

$$t_{ok2} = 128.2 - 2 = 126.2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

П1 конденсаттың температурасы:

$$t_{ok1} = 101.6 - 2 = 99.6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

П4 конденсаттың температурасы:

$$t_{ok4} = t_t - (12 \div 15) = 158.8 - 12 = 146.8 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\Delta t_{ok} = \frac{t_{ok4} - t_{ok2}}{2} = 10.3 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

П3 конденсаттың температурасы:

$$t_{ok3} = t_{ok4} - \Delta t_{ok} = 146.8 - 10.3 = 136.5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

П4 қанығу температурасы:

$$T_{s4} = t_{ok4} - \theta = 146.8 + 2 = 148.8 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қанығу қысымы:

$$P_{s4} = 0.461 \text{ МПа}$$

Төртінші алымдағы қысым:

$$P_{алым\ 4} = 1.05 \cdot 0.461 = 0.484 \text{ МПа}$$

П3 қанығу температурасы:

$$t_{s3} = t_{ok3} + \theta = 136.5 + 2 = 138.2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қанығу қысымы:

$$P_{s3} = 0.343 \text{ МПа}$$

Үшінші алымдағы қысым:

$$P_{алым\ 3} = 1.05 \cdot 0.343 = 0.36 \text{ МПа}.$$

П2 қанығу температурасы:

$$t_{s2} = t_{ok2} + \theta = 126.2 + 2 = 128.2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қанығу қысымы:

$$P_{s2} = 0.256 \text{ МПа}.$$

Екінші алымдағы қысым:

$$P_{\text{алым } 2} = 1,05 \cdot 0,256 = 0,269 \text{ Мпа} .$$

П1 қанығу температурасы:

$$t_{s1} = t_{ok1} + \theta = 99,6 + 2 = 101,6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Қанығу қысымы:

$$P_{s1} = 0.107 \text{ МПа}.$$

Бірінші алымдағы қысым:

$$P_{\text{алым } 1} = 1,05 \cdot 0,107 = 0,112 \text{ МПа}.$$

*Hs–диаграммада, турбинадағы будың кеңею процесін тұрғызу*

Турбинадағы жылуауытқулар мен алымдардағы параметрлермен процесстерді анықтау үшін қажет. Будың әр учаскелерде кеңеюі барысында бу гидравликалық кедергімен дросселденуге ұшырайды. Диаграмма құру барысында цилиндрдің  $\eta_{oi}$  ПӘК-і мен ішінде жүретін изотропа процесі ауытқулары ескеріледі. Есепке керек турбина түрлері 1-ші кестеге келтірілген.

### 1 кесте - Турбина түрі

Турбина түрі	Цилиндрдегі салыстырмалы ішкі ПӘК-і $\eta_{oi}$		
	ЦВД	ЦСД	ЦНД
T-110-130	0,851	0,901	0,779

Турбинаның бұғаттаушы клапан ағындағы будың бастапқы көрсеткіштерімен «0» нүктені анықтаймыз:

$$P_0 = 12.8 \text{ МПа}, t_0 = 555 \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ энтальпия } h_0 = f(P_0, t_0) = 3486.5 \text{ кДж/кг}.$$

Бұғаттаушы клапаннан кейінгі 0' нүктесін анықтаймыз ((3 – 5%) P<sub>0</sub> дейін):

$$P_0' = 0.95 \cdot 12.8 = 12.16 \text{ МПа,}$$

$$h_0' = h_0 = 3486 \text{ кДж/кг.}$$

P<sub>3</sub> – бу қысымы бойынша, ЦВД ішіндегі изоэнтроптық будың кеңею процесі бойынша, ЦВД-дан кейінгі будың энтальпиясын анықтаймыз:

$$h_{3t} = 2854 \text{ кДж/кг.}$$

ЦВД – жылуауытқу :

$$H_{0\text{ЦВД}} = h_0 - h_{3t}, \quad (3.5)$$

$$H_{0\text{ЦВД}} = h_0 - h_{3t} = 3486.5 - 2854 = 632.5 \text{ кДж/кг.}$$

ЦВД – шынайы жылуауытқу:

$$H_{i\text{ЦВД}} = H_{0\text{ЦВД}} \cdot \eta_{oi}^{\text{ЦВД}}, \quad (3.6)$$

$$H_{i\text{ЦВД}} = 632.5 \cdot 0.851 = 538.2 \text{ кДж/кг.}$$

ЦВД ішіндегі, кеңею процесінің шынайы энтальпиясы:

$$h_3 = h_0 - H_{i\text{ЦВД}}, \quad (3.7)$$

$$h_3 = 3486.5 - 538.2 = 2948 \text{ кДж/кг.}$$

Изобаралық процесспен қиылсу кезіндегі P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> бу энтальпиясы анықталады:

$$h_{1t} = 3074 \text{ кДж/кг}$$

$$h_1 = h_0 - \eta_{oi}^{\text{ЦВД}} \cdot (h_0 - h_{1t}) = 3486.5 - 0.851 \cdot (3486.5 - 3074) = 3135.5 \text{ кДж/кг,}$$

$$h_{2t} = 2961 \text{ кДж/кг}$$

$$h_2 = h_0 - \eta_{oi}^{\text{ЦВД}} \cdot (h_0 - h_{2t}) = 3486.5 - 0.851 \cdot (3486.5 - 2961) = 3039.3 \text{ кДж/кг.}$$

ЦСД кірерде қысымы анықталады. Мұнда бу құбырларында болатын қысым шығындары ескеріледі. Бұл шығын  $2 \div 5\%$  құрайды.  $P_3$  – тен :

$$P_3' = (0,95 \div 0,98) \cdot P_3 = 0,97 \cdot 1,22 = 1,18 \text{ МПа.}$$

$h_3$  пен  $P_3'$  қиылысында, ЦСД-ға будың кіру нүктесі анықталады:

$$h_{7t} = 2507.8 \text{ кДж/кг.}$$

ЦСД – жылуауытқу:

$$H_{0\text{ЦСД}} = h_3 - h_{7t} = 2948.3 - 2507.8 = 440.5 \text{ кДж/кг.}$$

ЦСД – шынайы жылуауытқу:

$$H_{i\text{ЦСД}} = H_{0\text{ЦСД}} \cdot \eta_{oi\text{ЦСД}} = 440,5 \cdot 0,901 = 396,9 \text{ кДж/кг.}$$

ЦСД ішіндегі кеңею процесіндегі шынайы энтальпия:

$$h_7 = h_3 - H_{i\text{ЦСД}} = 2948.3 - 396.9 = 2551.4 \text{ кДж/кг.}$$

$P_4$  ,  $P_5$  ,  $P_6$  изобаралармен қиылысында бу энтальпиясы анықталады:

$$h_{4t} = 2760 \text{ кДж/кг}$$

$$h_4 = h_3 - \eta_{oi\text{ЦСД}} \cdot (h_4 - h_{3t}) = 2948.3 - 0.901 \cdot (2948.3 - 2760) = 2778.6 \text{ кДж/кг,}$$

$$h_{5t} = 2705.2 \text{ кДж/кг}$$

$$h_5 = h_3 - \eta_{oi\text{ЦСД}} \cdot (h_5 - h_{3t}) = 2948.3 - 0.901 \cdot (2948.3 - 2705.2) = 2729.2 \text{ кДж/кг,}$$

$$h_{6t} = 2653.3 \text{ кДж/кг}$$

$$h_6 = h_3 - \eta_{oi\text{ЦСД}} \cdot (h_6 - h_{3t}) = 2948.3 - 0.901 \cdot (2948.3 - 2653.3) = 2682.5 \text{ кДж/кг.}$$

ЦНД-дан шығардағы бу қысымын анықтаймыз  $P_k'$  қысым шығыны  $2 \div 5\%$  құрайды:

$$P_k' = (1.02 \div 1.05) \cdot P_k = 1.03 \cdot 0.0023 = 0.00237 \text{ МПа.}$$

$P_k'$  – қысымы бойынша ЦНД артындағы  $h_{kt}$  энтальпиясын анықтаймыз:

$$h_{kt} = 2048.8 \text{ кДж/кг.}$$

ЦНД – жылуауытқу:

$$H_0^{\text{ЦНД}} = h_7 - h_{\text{кт}} = 2551.4 - 2048.8 = 502.6 \text{ кДж/кг},$$

$$h_k = h_7 - \eta_{oi}^{\text{ЦСД}} \cdot (h_7 - h_{\text{кт}}) = 2551.4 - 0.779 \cdot (2551.4 - 2048.8) = 2159.87 \text{ кДж/кг}.$$

ЦНД шынайы жылуауытқу:

$$H_i^T = H_{i\text{ЦВт}} + H_{i\text{ЦСД}} + H_{i\text{ЦНД}} = 538,2 + 396,9 + 391,5 = 1326,6 \text{ кДж/кг}.$$

### 3.1 Нақты ағымды есептеме

ЦВД және ЦНД алымдары:

$$H_j = h_0 - h_j, \quad (3.1.1)$$

мұндағы:  $h_j$  – алымның энтальпиясы, формула арқылы мәндерін анықтап аламыз:

$$H_1^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 3135.5 = 351 \text{ кДж/кг},$$

$$H_2^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 3039.3 = 447.2 \text{ кДж/кг},$$

$$H_3^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 2948.3 = 538.2 \text{ кДж/кг},$$

$$H_4^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 2778.6 = 707.9 \text{ кДж/кг},$$

$$H_5^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 2729.2 = 757.3 \text{ кДж/кг},$$

$$H_6^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 2682.5 = 804 \text{ кДж/кг},$$

$$H_7^{\text{ЦВД}} = 3486.5 - 2551.4 = 935.1 \text{ кДж/кг}.$$

Қуатты толық өндіремеу коэффициенті:

$$Y_j = \frac{H_j^T - H_j}{H_j^T},$$

$$Y_1 = \frac{1326,26 - 351}{1326,26} = 0,735$$

$$Y_2 = \frac{1326,26 - 447,2}{1326,26} = 0,663$$

$$Y_3 = \frac{1326,26 - 538,2}{1326,26} = 0,594$$

Қуатты толық өндірімеу коэффициенті (жалғасы):

$$\begin{aligned}
 Y_4 &= \frac{1326,26-707,9}{1326,26}=0,466 \\
 Y_5 &= \frac{1326,26-757,3}{1326,26}=0,429 \\
 Y_6 &= \frac{1326,26-804}{1326,26}=0,394 \\
 Y_1 &= \frac{1326,26-935,1}{1326,26}=0,295.
 \end{aligned}
 \tag{3.1.2}$$

### 3.2 Жылу желісінің температуралық графигі

Сыртқы ауа температурасына байланысты желілік судың өзгеру графигін тұрғызу ( $t_{п.с}$ ,  $t_{oc}$ ). Бұл мәндер С суреттегі график бойынша анықталады (қосымша С)  $t_{п.с} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{oc} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$  температура бойынша желілік судың температурасының өзгерісін көрсетеді.

Желілік қондырғы ПСГ-1 және ПСГ-2 –ден тұрады. ПСГ-үшін бұл алымдарының энтальпиялары:

$$h_{\text{ПСГ-1}} = 2551.4 \text{ кДж/кг},$$

$$h_{\text{ПСГ-2}} = 2682.5 \text{ кДж/кг}.$$

Қыздырғыштардағы қанығу қысымдары бойынша дренаж энтальпиялары:

$$h'_{\text{ПСГ-1}} = 425.4 \text{ кДж/кг},$$

$$h'_{\text{ПСГ-2}} = 538.7 \text{ кДж/кг},$$

Осыдан шығады:

$$\frac{Q_{от}}{t_{п.с}-t_{oc}} = \frac{Q_{об}}{t_{исп}-t_{oc}} = \frac{Q_{пб}}{t_{пс}-t_{всп}} = G_{св} - C_p, \tag{3.2.1}$$

мұндағы:  $t_{п.с}$  – тура желілік су температурасы;  $t_{п.с} = 150, 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{oc}$  – кері желілік су температурасы,  $t_{oc} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

$C_p$  – орташа изобаралық судың жылу сыйымдылығы,

$C_p = 4,19 \text{ кДж/кг}$ .

Желілік су шығынын анықтаймыз:

$$G_{CB} = \frac{Q_{от}}{c_p(t_{п.с} - t_{oc})} = \frac{210 \cdot 10^3}{4,19(150 - 70)} = 626 \text{ кг/с.}$$

Желілік су шығынын анықтаймыз.

$$Q_{НСП} = G_{CB} \cdot (t_{ПСГ-1} - t_{oc}) \cdot C_p = 626 \cdot (96,66 - 70) \cdot 4,19 = 64,2 \text{ МВт,}$$

$$Q_{ПСГ-2} = G_{CB} \cdot (t_{ПСГ-2} - t_{ПСГ-1}) \cdot C_p = 626(123,32 - 96,66) \cdot 4,19 = 64,2 \text{ МВт,}$$

$$Q_{ПВК} = G_{CB} \cdot (t - t_{ПСГ-2}) \cdot C_p = 626(150 - 123,32) \cdot 4,19 = 81,6 \text{ МВт.}$$

$G_{ПСГ-1}$  үшін шығын:

$$G_{ПСГ-1} = \frac{Q_{ПСГ-1}}{h_{ПСГ-1} - h'_{ПСГ-1}} = \frac{64,2 \cdot 10^3}{2551,4 - 425,4} = 30,5 \text{ кг/с.}$$

$G_{ПСГ-2}$  үшін шығын:

$$G_{ПСГ-2} = \frac{Q_{ПСГ-2}}{h_{ПСГ-2} - h'_{ПСГ-2}} = \frac{64,2 \cdot 10^3}{2682,5 - 538,7} = 28,9 \text{ кг/с.}$$

### 3.3 ЖЭО құрылысы мен жұмыс істеуін экономикалық бағалау

Ірі энергетикалық объектілерді салу мен пайдаланудың қаржы-экономикалық бағасының күрделілігі инвестицияның бірнеше сатыға жететіндігімен түсіндіріледі және жобадан нәтиже алу үшін уақытты да ескеру керек. Мұндай мәмілелердің ұзақтығы инвестицияларды бағалау кезінде қателіктерге және қателердің пайда болу тәуекелге бас тігуге әкеледі. Сондықтан, іс жүзінде, инвестициялық жобаларды бағалау әдістері жобаның дәлсіздігінің деңгейін барынша азайту үшін пайдаланылады. Бұл әдістер мыналар болып табылады: таза келтірілген құнды (NPV) анықтау, инвестицияның өтелу мерзімін (PP) есептеу, пайданың ішкі нормаларын әдістері көрсетіледі. Инвестициялық жобаны бағалау кезінде тек төрт көрсеткіш ғана пайдаланылады:

$I_0$  - бастапқы инвестициялар;

CF - несиені өтеу үшін ақша ағымы;

$r$  - банктің несие бойынша пайыздық мөлшерлемесі (10%);

$p$  - несиенің күнтізбелік жылы;



$$I_0 = 0,1 \cdot K + 0,3 \cdot Ш, \text{ жапы, млн. тенге} \quad (3.3.1)$$

$$I_0 = 0,1 \cdot 113400 + 0,3 \cdot 23164 = 18289,1 \text{ млн. тенге.}$$

Инвестициялық жобаларды әзірлеу және талдау кезінде, қарызды өтеуге бағытталған CF-ның пайдасы мен ақшалай ағымын есептеу ең қиыны болып табылады.

Біздің ЖЭО-ның электр және жылу энергиясын жіберу тарифінің рентабелділігі 25% делік, демек:

$$\begin{aligned} T_{\text{э}} &= S_{\text{э}} \cdot 1,2, \text{ теңге/кВт ч,} \\ T_{\text{ж}} &= S_{\text{т}} \cdot 1,2, \text{ теңге/Гкал,} \end{aligned} \quad (3.3.2)$$

$$T_{\text{э}} = 4,476 \cdot 1,2 = 5,371 \text{ теңге/кВт} \cdot \text{сағ,}$$

$$T_{\text{ж}} = 3823,2 \cdot 1,2 = 4587,9 \text{ теңге/Гкал.}$$

ЖЭО-нан электр және жылу сатудан түсетін табыс:

$$T = T_{\text{э}} \cdot Q_{\text{от}} + T_{\text{от}} \cdot Q_{\text{от}} = 5,371 \cdot 1911 + 4587,9 \cdot 3821,4 = 17542 \text{ млн.тенге}$$

Жалпы шығындар:

$$Ш = S_{\text{э}} \cdot Q_{\text{от}} + S_{\text{т}} \cdot Q_{\text{от}} = 4,476 \cdot 1911 + 3823,2 \cdot 3821,4 = 14618 \text{ млн. тенге}$$

Олардың арасындағы айырмашылық пайда әкеледі:

$$TC = T - Ш, \text{ млн. теңге} \quad (3.3.3)$$

$$TC = 17542 - 14618 = 2924 \text{ млн. теңге.}$$

20% табыс салығын төлегеннен кейін, таза табыс пайда болады:

$$TT = TC \cdot (1 - 0,2) = 2924 \cdot (1 - 0,2) = 2339 \text{ млн. теңге,}$$

ол банкке несиені толық қайтару үшін барады, яғни, бұл ақша ағымы болады CF.

*Таза келтірілген құнды NPV анықтау әдісі*

Мұндай анализ жасау түрі кәсіпорынның инвестициялық жобаны іске асыру барысында тиімділігін көрсетеді.

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0,$$

$I_0$  – бастапқы капитал салымы;

Есептеу барысында, NPV бірінші пайда әкелетін PV мәніне шейін жүргізіледі. Егер PV мәні жыл бойынша үлкен болса онда CF мәнін үлкейтіп немесе r мәні төмен қаржы ұйымын табу керек. Егер NPV мәні қолайлы болса онда ол кәсіпорын өз құнын ақтап, пайда әкеле бастайды. Мұндай әдістің тиімділігі әрқашан қолайлы шешім табуға мүмкіндік береді. Есеп нәтижелері 2-кестеге енгізіледі.

$$R = 1/(1 + r)^n$$

## 2 кесте – NPV-ді есептегенде шыққан мәндері

ЖЫЛ	CF	R14	PV14
0	-18289,1	1	-18289,1
1	3706	0,87719298	3250,87719
2	3706	0,76946753	2851,64666
3	3706	0,67497152	2501,44444
4	3706	0,59208028	2194,24951
5	3706	0,51936866	1924,78027
6	3706	0,45558655	1688,40375
7	3706	0,39963732	1481,05592
8	3706	0,35055905	1299,17186
9	3706	0,30750794	1139,62444
NPV			421,540271

### *Ішкі IRR пайда нормасын есептеу әдісі*

Ішкі пайда нормасы деп, инвестицияға жұмсалған қаражаттың ақталу мерзімі болып табылады.  $NPV=0$ ;

$$\sum(CF_n/(1 + r)^n - I_0) = 0$$

IRR мөлшері келесі формуламен анықталады:

$$IRR = r_1 + [NPV_{r_1} / (NPV_{r_1} - NPV_{r_2})] \cdot (r_2 - r_1), \% \quad (3.3.4)$$

$$IRR = 10 + [421,5 / (421,5 + 594,64)] \cdot (10) = 30,86 \%$$

IRR жоба бойынша тәуекел көрсеткіші болып саналады. IRR көп болған сайын жоба бойынша қателіктерді алдын алу кепілдігі болып саналады. Есеп нәтижелері 3-ші кестеге енгізіледі.

### 3 кесте - Ішкі IRR пайда нормасын есептеу

Жыл	CF	R14	PV14
0	-18289,1	1	-18289,1
1	3706	0,87719298	3250,87719
2	3706	0,76946753	2851,64666
3	3706	0,67497152	2501,44444
4	3706	0,59208028	2194,24951
5	3706	0,51936866	1924,78027
6	3706	0,45558655	1688,40375
7	3706	0,39963732	1481,05592
8	3706	0,35055905	1299,17186
9	3706	0,30750794	1139,62444
NPV	421,5	594,64	

#### *Инвестицияны ақтау мерзімін анықтау PP*

Есептеу барысы оның жобаға салынған бастапқы қаржының ақталу мерзімін анықтау болып табылады.

$$PP = I_0 / CF_n \quad (3.3.5)$$

PP қаржылық инвестицияның ақталу мерзімі:

$$PP = I_0 / CF_n = 18289,1 / 3706 = 5,0 \text{ жыл,}$$

Жобаның ақталу мерзімі 5 жыл.

Жалпы қорытындылай келе есептелген мәндерге сәйкес жылу энергетикалық орталық жобасы NPV әдісімен тоғыз жыл көлемінде ақталса, ал RR әдісі бойынша 5 жыл өтеу кезеңі уақытын көрсетіп тұғанын байқауға болады. Жоба бойынша IRR тәуекел көрсеткіш болып саналатыны белгілі, яғни осы IRR есептеу жүйесі болашақ қаржы ағындарын бағалау кезінде қателерді түзетуге мүмкіндік береді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада Ақтөбе облысында ЖЭО-н салу жобасының техника-экономикалық тиімділігі қарастырылған.

Жобаның жалпы қуаты 190 МВт электірлік және 240 Гкал жылулық қауқары бар жобаланатын ЖЭО-ның қазандықтарында көгілдір отынды жағу арқылы электр және жылу энергиясын алып қаланың орталықтандырылған жылу жүйесінің және электр желісінің жүктемесін қамтамасыз етуге арналған.

ЖЭО негізінен Ақтөбе қаласын жылу және электр энергиясымен қамтамасыз ететін болады. Кәсіпорынға негізгі қондырғы ретінде оптималдық қондырғылар таңдалды, олар: Т-110/120-130 және ПТ-80/100-13,8 шығырлары мен Е-420-130 НГМ және Е-320-13,8 ГМ қазандары.

4-режим бойынша жылулық жүйесін есептеп, ең оңтайлы, үнемді жұмыс істеу барысы таңдалды. Қазандық және турбина цехына көмекші қондырғылар таңдалды. Техникалық сумен қамтамасыз ету қондырғылары таңдалды.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Цанев С.В. Бузов В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева- М.: Издательство МЭИ, 2002.- 584 с.
- 2 Арсеньев Л. В., Тырышкин В. Г. Комбинированные установки с газовыми турбинами. – Л.: Машиностроение, 1982. – 247 с.
- 3 Трухный А.Д., Петрунин С.В. Расчет тепловых схем парогазовых установок утилизационного типа. Методические указания по курсу
- 4 «Энергетические установки» для студентов, обучающихся по направлению «Энергомашиностроение». – Москва: Изд. МЭИ, 2001.
- 5 Ривкин СЛ. Термодинамические свойства газов. Справочник. 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат.,1987. – 288 с.
- 6 Паровые и газовые турбины для электростанций / А.Г. Костюк [и др.]; М.: Издательство: МЭИ, 2008. – 558 с.
- 7 Расчет показателей тепловых схем и элементов газотурбинных и парогазовых установок электростанций: Учебное пособие / Под ред. Цанев С. В.,Бузов В. Д., Дорофеев С. Н. и др. – М.: МЭИ, 2000. – 72 с.
- 8 Электронный ресурс. Паровые турбины. Режим доступа: [https://studopedia.ru/13\\_6754\\_parovie-turbini.html](https://studopedia.ru/13_6754_parovie-turbini.html) Дата обращения: 16.03.2021.
- 9 Паровые и газовые турбины: Сборник задач: Учеб. пособие П18 для вузов Б. М. Трояновский, Г. С. Самойлович, В. В. Нитусов, А. И. Занин; Под ред. Б. М. Трояновского, Г. С. Самойловича. – 3-изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 240 с.: ил.
- 10 Зысин Л. В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие. – СПб.: Изд.-во Политехн. ун-та, 2010. – 368 с.
- 11 Паровые и газовые турбины для электростанций: Учебник для ВУЗов Под ред. А. Г. Костюка. – М.: МЭИ, 2016. – 556 с.
- 12 Качан. А. Д. Режим работы и эксплуатации тепловых электрических станций: Учебное пособие. – Мн.: Вышэйшая школа, 1978. – 288 с.
- 13 Матвеева А.А. Расчет показателей экономичности газотурбинных и парогазовых установок. Методические указания к курсовой работе для студентов, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». - Томск: Изд. ТПУ, 2014.- 40 с.

## ҚОСЫМШАЛАР

### Қосымша А

#### *Берілген мәліметтер*

ЖЭО орналасатын аймағы – Ақтөбе қаласы.

Есепті маусым температуралары:

жылуландыру жобасына,  $t_{\text{н}}^{\text{р}} = -31 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

жылдағы ең салқын ай,  $t_{\text{хм}} = -15,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

жылу беру уақытының орташасы,  $t_{\text{н}}^{\text{ср}} = -7,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

жазғы уақыт,  $t_{\text{н}}^{\text{лето}} = 22,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Тұрғын саны,  $A = 300$  мың адам;

Өндіріс бу шығысы,  $D_{\text{п}} = 320$  т/сағ;

Өндіріс бу қысымы,  $P_{\text{п}} = 1,2$  МПа;

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

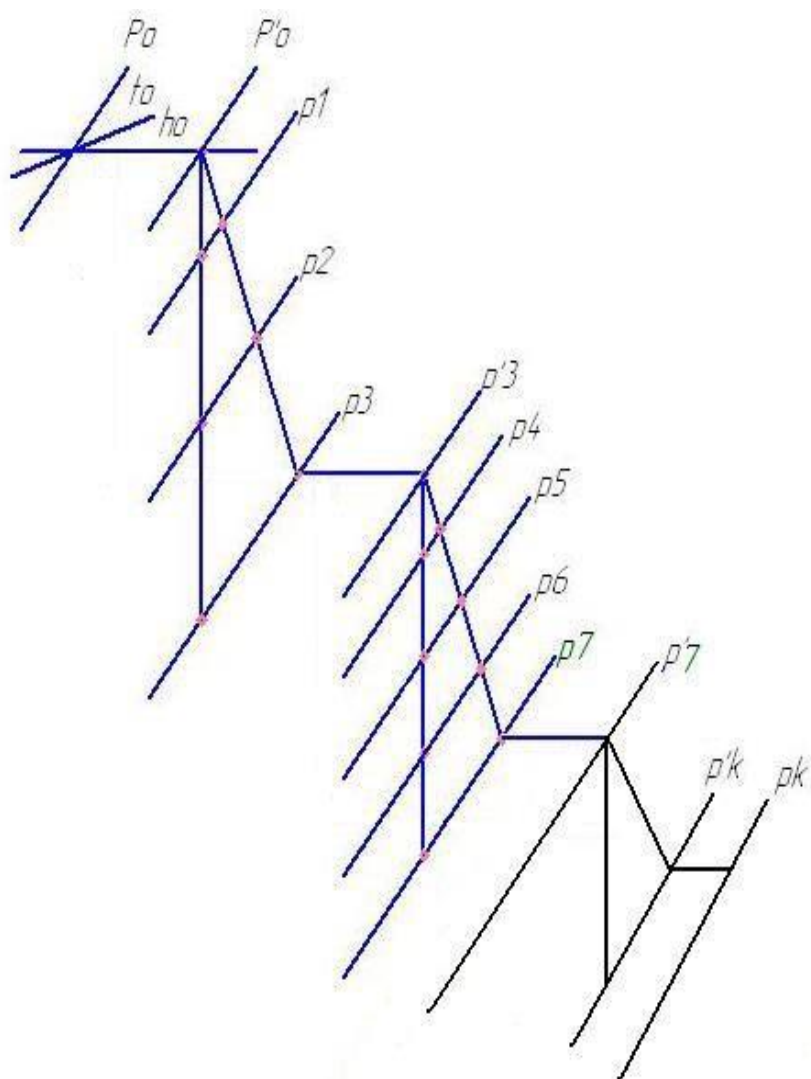
Өндірістен қайтып келетін конденсат температурасы,  $t_{\text{к}} = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Ыстық сумен қамтамасыз ететін жүйе түрі – жабық;

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

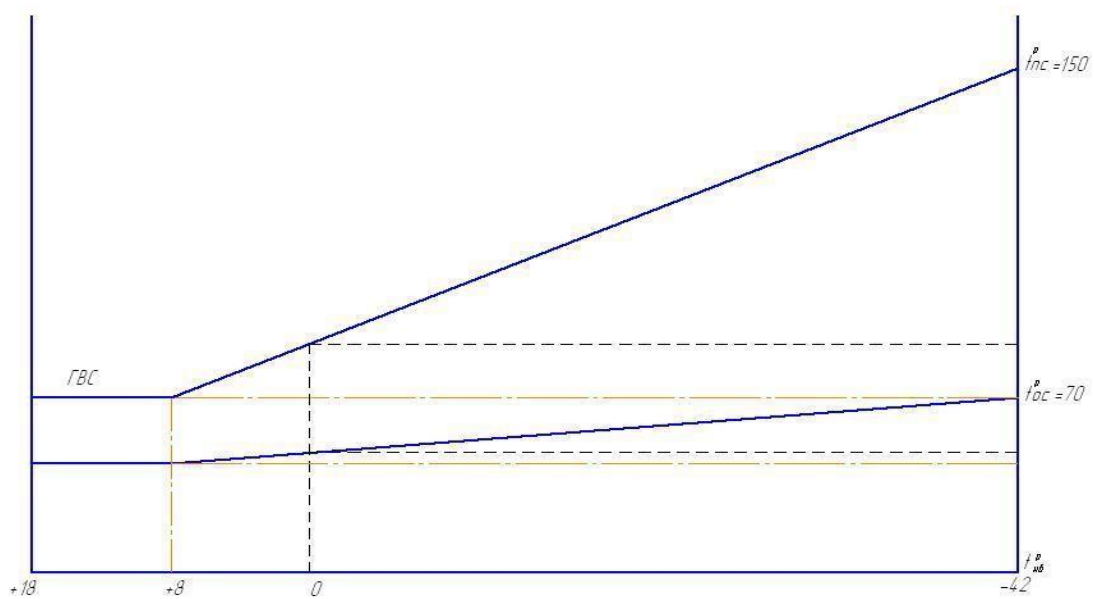
Бір адамға жұмсалатын ыстық су жылудың мөлшері,  $q_2 = 0,80$  кВт/адам.

## Қосымша В



$h$ - $s$  диаграммасында буды кеңейту процесі.

# Қосымша С



Жылу желісінің температуралық графигі.



Алчурин Ермахан Асылбекұлы  
(аты-жөні)  
5B071700 - Жылу энергетика мамандығы бойынша  
(мамандығы)

Ақтөбе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі  
(дипломдық жобаның тақырыбы)  
тақырыбындағы дипломдық жобасына

### ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Бұл дипломдық жұмыста жобаның жалпы қуаты 190 МВт электірлік және 240 Гкал жылулық қауқары бар жобаланатын ЖЭО-ның қазандықтарында көгілдір отынды жағу арқылы электр және жылу энергиясын алып қаланың орталықтандырылған жылу жүйесінің және электр желісінің жүктемесін қамтамасыз етуге арналған. Жұмыстың мақсаты ЖЭО жүктемелерінің есебін анықтау. Бұл жұмыстың негізгі бөлімінде ауыстырылатын негізгі жабдықтар таңдалынып алынды.

Экономикалық бөлімде, экономикалық тиімділік жоспары қарастырылған. Осы бөлімде қайта құру жүргізіліп, қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділігі анықталды. Қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділік жоғарылады. Капиталды салудың өтімділік уақыттық мерзімі 5 жыл ие болды. Жалпы қаржылық жарна  $I_0 = 24$  млн теңгені құрады.

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «Жылуэнергетикасы» мамандығы бойынша түлегі Алчурин Ермахан аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 85%(B) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші  
«Энергетика» кафедрасының  
қауымдастырылған профессоры, PhD



Е.А.Сарсенбаев

«*А*» мамыр 2022 жыл

Ф КазННТУ 706-17. Рецензия

## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Алчурин Ермахан Асылбекұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ақтөбе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі

Научный руководитель: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 67

Знаки из других алфавитов: 154

Интервалы: 105

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: *Дипломная работа выполнена самостоятельно только и не имеет признаков плагиата. Рекомендуется к защите.*

Дата

*18.05.2022*



**Протокол**

**о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)**

**Автор:** Алчурин Ермахан Асылбекұлы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Ақтөбе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі

**Научный руководитель:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент Подобия 1:** 0

**Коэффициент Подобия 2:** 0

**Микропробелы:** 67

**Знаки из других алфавитов:** 154

**Интервалы:** 105

**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  
*18.05.2022*

Заведующий кафедрой



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Алчурин Ермахан Асылбекұлы  
(аты-жөні)

5B071700 - Жылу энергетика мамандығы бойынша  
(мамандығы)

Ақтобе қаласында ЖЭО салудың техника – экономикалық негіздемесі  
(дипломдық жобаның тақырыбы)

тақырыбындағы дипломдық жобасына

### СЫН – ПІКІР

Бұл дипломдық жұмыста жобаның жалпы қуаты 190 МВт электірлік және 240 Гкал жылулық қауқары бар жобаланатын ЖЭО-нын қазандықтарында көгілдір отынды жағу арқылы электр және жылу энергиясын алып қаланың орталықтандырылған жылу жүйесінің және электр желісінің жүктемесін қамтамасыз етуге арналған. Жұмыстың мақсаты ЖЭО жүктемелерінің есебін анықтау.

Экономикалық бөлімде, экономикалық тиімділік жоспары қарастырылған. Қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділік жоғарылады. Капиталды салудың өтімділік уақыттық мерзімі 5 жыл ие болды. Жалпы қаржылық жарна  $I_0 = 19$  млн теңгені құрады.

#### 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 Алчурин Ермахан аталғыш мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 85%(В) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші

«Алматы энергетика және байланыс университеті»

«Инженериядағы менеджмент және кәсіпкерлік» кафедрасының

аға оқытушысы, PhD

К.А. Яманбекова



» мамыр 2022 жыл

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия