

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

Айтбекова Шапағат Болатбекқызы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Ішкі циклді газификациясы бар ЖЭС салудың жобасы

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
На кафедре менеджмента
Энергетика кафедрасы
Э.А. Сарсенбаев
Институт энергетика
и машиностроения
«18» 05 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Ішкі циклді газификациясы бар ЖЭС салудың жобасы»

5B071700-«Жылу энергетикасы»

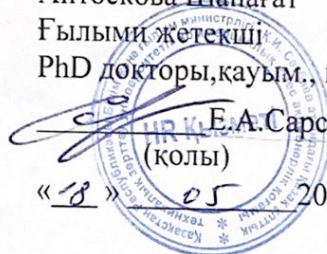
Орындаған
Пікір беруші
PhD докторы, қауым., профессор

Б. Онгар
(қолы)
«17» 05 2022 ж.



Айтбекова Шапағат
Ғылыми жетекші
PhD докторы, қауым., профессор

Е.А. Сарсенбаев
(қолы)
«18» 05 2022 ж.



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Алматы 2022

КАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНІСТІРЛІГІ

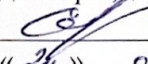
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5B071700 – «Жылуэнергетикасы мамандығы»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі, PhD
докторы, қауым., профессор
 Е.А.Сарсенбаев
«24» 01 2022 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Студент Айтбекова Шапағат

Тақырыбы «Ішкі циклды газификациясы бар ЖЭС салудың жобасы».

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022 ж

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Жалпы мәлемет
- ә) Қазандық-утилизатор есебі
- б) Бу турбинасының есебі
- в) Газ турбинасының есебі
- г) БГҚ экономикалық көрсеткіштері

Материалдар тізімі: Материалдарды слайдпен дайындау

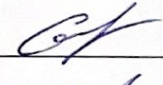
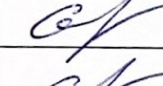
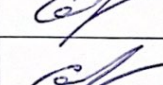
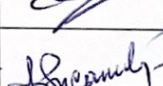
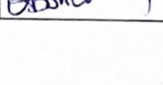
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

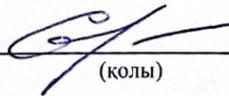
1. Альтишулер В.С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива // Химическая технология. – 1985.- №1.- с.309-314.
2. Ольховский Г.Г. Парогазовые установки с газификацией угля (аналитический обзор). // М: ВТИ, 2007, 183 с
3. Щегляев А.В. Паровые турбины М.: Энергоатомиздат, 1993. 384с.

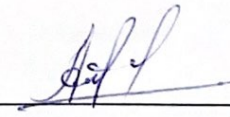
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жалпы мәлемет	31.03.2022	тең
Техникалық бөлім	7.04.2022	тең
БГҚ экономикалық көрсеткіштері	5.05.2022	тең
Экономикалық бөлім	5.05.2022	тең

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
Жалпы мәлемет	Е.А.Сарсенбаев., PhD, қауым.профессор	11.05.2022	
Қазандық-утилизатор есебі	Е.А.Сарсенбаев., PhD, қауым.профессор	11.05.2022	
Бу турбинасының есебі	Е.А.Сарсенбаев., PhD, қауым.профессор	11.05.2022	
Газ турбинасының есебі	Е.А.Сарсенбаев., PhD, қауым.профессор	12.05.2022	
БГҚ экономикалық көрсеткіштері	Е.А.Сарсенбаев., PhD, қауым.профессор	12.05.2022	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков сениор-лектор	17.05.2022	

Ғылыми жетекшісі  (қолы) Е.А.Сарсенбаев

Тапсырманы орындауға алған студент  Ш.Б.Айтбекова

Күні « 24 » 01 2022 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада көмірді газификациялау кезінде алынатын синтез-газға жұмыс істейтін бу-газ энергетикалық қондырғыны әзірлеу болып табылады. БГҚ жылу схемасының сипаттамасы қарастырылады. Жұмыс барысында бу-газ қондырғысының есебі жүргізіліп, газификация реакторының есебімен 550 МВт қуатты БГҚ құраманың жылу сұлбесін есептеуі талданып, газ турбинасының есебі, қазандық-утилизатор есебі және бу турбинасының есебі қарастырылған.

Экономикалық бөлімінде экономикалық есептеудің нәтижесі бойынша ұсынылатын жоба 10 жылда ақталатынын көрсетеді.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте заключается разработка парогазовой энергетической установки, работающей на синтез-газе, получаемой при газификации угля. Рассматривается описание тепловой схемы ПГУ. В ходе работы был проведен расчет парогазовой установки, проанализирован расчет тепловой сети ПГУ мощностью 550 МВт с учетом реактора газификации, предусмотрен расчет газовой турбины, расчет котло-утилизатора и расчет паровой турбины.

В экономической части указывается, что проект, предлагаемый по результатам экономического расчета, окупится за 10 лет.

ANNOTATION

This diploma project includes the development of a combined-cycle power plant running on synthesis gas produced by coal gasification. The description of the thermal scheme of the CCGT is considered. In the course of the work, the calculation of a combined-cycle gas plant was carried out, the calculation of the thermal network of a CCGT-550 MW was analyzed, taking into account the gasification reactor, the calculation of a gas turbine, the calculation of a heat recovery boiler and the calculation of a steam turbine were provided. The economic part indicates that the project proposed based on the results of the economic calculation will pay off in 10 years.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	6
1	Жалпы мәлеметтер	7
1.1	Газификация туралы жалпы мәлемет	7
1.2	Бу-газ біріктірілген технологиясы	8
1.3	Қазақстандық көмірді газификациялау	10
1.4	Көмірді газдандыру процесін есептеу	12
2	БГҚ жылу схемасының сипаттамасы	15
2.1	SGT5-8000H газ турбины	15
2.2	Газ турбинының есебі	16
2.3	Бу қуатын орнату	21
2.4	БГҚ-ға арналған қуаты 550 МВт кәдеге Жаратушы қазандық	22
3	Кәдеге жаратушы 2 контурлы қазандығы бар БГҚ есептеу	24
3.1	Қазандық-утилизатор есебі	25
3.2	Бу турбинын шамамен есептеу	29
3.3	БГҚ экономикалық көрсеткіштерін анықтау	31
3.4	Газдандыру реакторын есептеу	32
4	Экономикалық бөлім	35
4.1	БГҚ жылдық энергия шығынын анықтау	35
4.2	Отынды пайдалану пәк есептеу	36
4.3	Су шығындарын есептеу	36
4.4	Жалақы шығындарын есептеу	36
4.5	Амортизациялық аударымдарды есептеу	37
4.6	Ағымдағы жөндеуді жүргізуге арналған шығындарды есептеу	38
4.7	Шығарындылар үшін төлемақыны есептеу	39
4.8	Жалпы станциялық және цехтық шығыстарды есептеу	39
4.9	Энергияны босатудың өзіндік құнын есептеу	39
4.10	БГҚ құрылысын және пайдаланылуын экономикалық бағалау	40
4.11	NPV таза ағымдағы құнын анықтау әдісі	42
	Қорытынды	43
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44

КІРІСПЕ

Қазақстанның энергетика мен өнеркәсібінің соңғы жылдардағы дамуын талдау энергетикалық қуаттардың жетіспеушілігі тұтастай алғанда ел экономикасының дамуына елеулі әсер ететінін көрсетті. Көптеген өңірлерде әртүрлі өнеркәсіптік кәсіпорындардың құрылысы тежеледі, өйткені электр энергиясының өткір тапшылығы байқалады және өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін қосылатын қуат тарифтері өсуде. Мұның бәрі жаңа қуатты энергоблоктар энергияны көп қажет ететін өндіріспен Қазақстанның барлық өңірлерінде іске қосылып қана қоймай, олардың құрылысы да мүмкіндігінше тез, ал өзін – өзі ақтау мерзімі-барынша қысқа болуы тиіс дегенді білдіреді.

Жаңа қуаттарды салу жобалары өңірлердің электр энергиясына қажеттілігін қанағаттандыруға және инвестициялық болуға тиіс. Бу-газ циклі бар жылу электр станцияларының құрылысы осы шарттарды қанағаттандырады. Дипломдық жоба аясында міндет қойылды: жоғары ресурсқа ие және тиімділігі жоғары энергетикалық қондырғылары бар ЖЭС схемасын жасау, қысқа өтелу мерзімін қанағаттандыру керек. Сондай-ақ, көмір энергетикасын және көмірді экологиялық таза пайдалану жөніндегі технологияларды дамытудың стратегиялық жоспарларын ескере отырып, негізгі энергия тасымалдаушы ретінде Қарағанды қоңыр көмірді пайдалану қажет.

Дипломдық жобаның мақсаты көмірді газдандыру кезінде алынатын синтез-газға жұмыс істейтін бу-газ энергетикалық қондырғыны әзірлеу болып табылады. Жобалаудың негізгі объектісі осындай қондырғының құрамында жұмыс істейтін қуаты 185МВт бу турбины болып табылады. Газ турбинының қуаты 375МВт құрайды.

Мұндай энергия қондырғысының маңызды артықшылығы оның көмірді ішкіциклді газдандырумен электр станциясының құрамында жұмыс істеу қабілеті болып табылады.

1 Жалпы мәлеметтер

1.1 Газификация туралы жалпы мәлемет

Газификация-отынды кейіннен жағуға (энергетикалық және тұрмыстық газ) немесе технологиялық процестерге (технологиялық газ) арналған жанғыш газға (CO , H_2 қоспасы және т.б.) айналдыру мақсатында қатты отынды оттегімен, су буымен және басқа газдандырушы агенттермен өзара әрекеттесу арқылы өндеудің термохимиялық процесі.

Газ тәрізді отынның артықшылықтары белгілі:

Ол ұзақ қашықтыққа тасымалдауға жақсы бейімделген, жану кезінде күл қалдырмайды, түтін мен үлкен көлемдегі түтін газдарын шығармайды, газды жағу процесін автоматтандыру оңай, жалынның температурасы, әдетте, конденсацияланған отынды тікелей жағу арқылы алынған ұқсас көрсеткіштен әлдеқайда жоғары.

Сонымен қатар, жасанды жанғыш газдар химия өнеркәсібі үшін құнды шикізат болып табылады (аммиак синтезі, жасанды сұйық отындар, майлар, жағармайлар және т.б. өндіру).

Газификация үшін шикізат ретінде табиғи және техногендік шығу тегі көміртегі бар барлық материалдар, атап айтқанда: жанғыш қазбалар (каустобиолиттер); биомасса, оның ішінде тұрмыстық және коммуналдық қалдықтарды қоса алғанда, құрамында көміртегі бар өндіріс пен тұтынудың арнайы өсірілетін фитомасса, оның ішінде кәріздік және сарқынды сулардың тұнба шөгінділері.

Газификацияның газдарының құрамы мен қасиеттерін салыстыру үшін болжамдар жасалады:

1) газ қоспасы тек жанғыш компоненттерден тұрады (жалғыз мүмкін балласт - ауа азоты);

2) таза көміртегі газификацияланады;

3) жылу шығыны есепке алынбайды.

Осы болжамдарға сәйкес келетін газдар "идеалды" генераторлық газдар деп аталады. Іс жүзінде алынған генераторлық газдар шығу және құрамы жағынан "идеалдыдан" ерекшеленеді.

Өйткені:

1) көмірді таза көміртек деп санауға болмайды, сондықтан көмірдің органикалық массасының 1 кг-на шаққандағы жанғыш компоненттердің шығымдылығы әрқашан әлдеқайда аз болады. Бұл әсіресе жас көмірге (олардың құрамында оттегі көп), тіпті шымтезекке де тән.

2) генератор газдарында әрқашан CO_2 болады. Газ генераторларындағы химиялық тепе-теңдікке қол жеткізілмейді, сондықтан CO_2 мөлшері әрқашан тепе-теңдік концентрациясынан асып түседі.

3) көмірді дайындау аймағында су буы және газдың құрамына кіретін термиялық ыдыраудың ұшпа өнімдері пайда болады.

Сонымен қатар, кез-келген газдың құрамында N_2 бар, бұл газдың жануының нақты жылуын төмендетеді.

Газ генераторларындағы қатты жанғыш қазбаларды газификацияланудан басқа, жер асты газификациясы, сондай-ақ әртүрлі органикалық қалдықтарды газификациялау мүмкін. Технологиялық өңдеудің перспективалы бағыты жер асты газификация процесінде CO ала отырып, олардың толық тотығуы болып табылады.

Газификация мақсаты бойынша:

Берілген жану жылуының газын алу химиялық өнімдерді синтездеу үшін берілген құрамдағы газды алу. Ең жоғары жану жылуы CH_4 , содан кейін H_2 болады—сондықтан бірінші мақсат үшін алынған газдардағы осы компоненттердің құрамын арттыру қажет—отын ретінде пайдалану. CH_4 мөлшері отынның түріне, оның химиялық жетілуіне байланысты. Жанармай неғұрлым жас болса, газдандыру өнімдеріндегі CH_4 мөлшері соғұрлым жоғары болады.

Синтез үшін қолданылатын газдарда CH_4 болуы қажет емес, сондықтан жетілген синтез газын өндіру үшін шикізат ретінде қолданылады.

Газификация процесі алынған газдың құрамына және оның жану жылуына әсер ететін көптеген факторларға байланысты. Осыған байланысты газдандыру процесін жүзеге асыру әдістерінің жалпы қабылданған бірыңғай жіктелісі әлі де жоқ.

Газда өнімі келесі бағытта қолданылады:

- 1)Төмен калориялы- ($Q=3,8+7.6 \text{ мДж/м}^3$)- отын ретінде
- 2)Орташа калориялы- ($Q=10+16 \text{ мДж/м}^3$)- химиялық өндіріс үшін синтез газ ретінде
- 3)Жоғары калориялы-($Q>-21 \text{ мДж/м}^3$)- табиғи газдың орнына қолданылады.

Газдандыру процесі:

- 1)Лурги процесі: 2-3МПа қысымда 950-1100 температурада баяу жылжытатын көмір қабатының оттегімен су буының ағынындағы газдандыру.
- 2)Винклер процесі: 0,4МПа қысымда 800-1100 температурада, бөлшектер диаметрі 10мм тең көмірдің гидрогенизациясы
- 3)Копперс-Таппеск процесі:Қысым қатысында 1500-1600 температурада және 0,05+0,5 кг/г су буының берілуімен көмір шаңының газдандыруы.

1.2 Бу-газ біріктірілген технологиясы

Біріктірілген цикл ұғымы екіге бөлінеді:

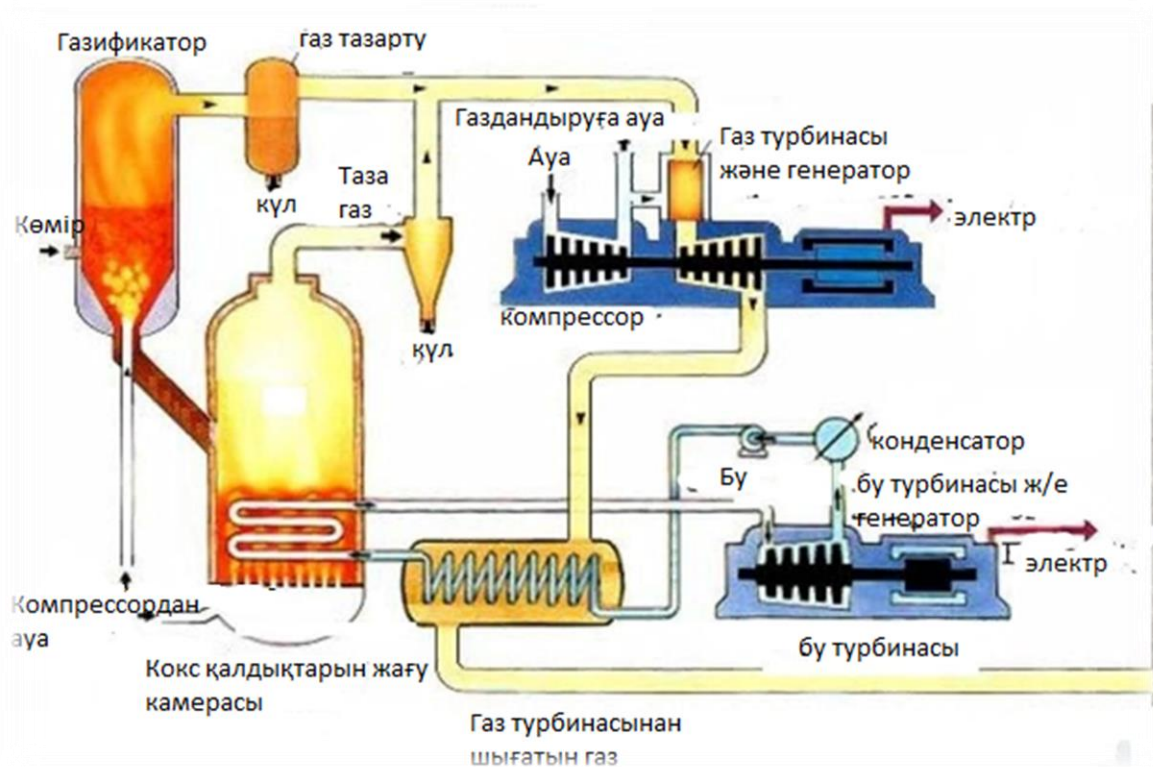
1. қысыммен қайнаған қабатта тұтанумен бу-газды аралас циклі.
2. көмірді газдандырумен бу-газды аралас циклі.

Бу «қайнаған қабатта» немесе қазандықтың қабырғаларында немесе шығатын жылу алмастырғышта орналасқан құбырлар жиынтығында шығарылады. Қарапайым бу цикліндегі бу электр энергиясын шығарады. Қысыммен жану өнімдері газ турбинасына жіберіліп, қосымша энергия шығарады, нәтижесінде

жылу электр станциясының тиімділігі артады. Мұндай құрылғылар АҚШ, Швеция, Испания, Германия, Жапонияда қолданылады.

Газдандырумен бірге көмірдің бу-газды аралас циклы қышқыл жетіспеген кезде қысыммен газдандырғышта көмірді ішінара жағуға негізделген (1.1-суретте көрсетілген). Бұл технология игерілгеніне қарамастан, соңғы он жылда синтетикалық мотор отынына деген қажеттіліктің өсуіне және өндірістің бу-газ циклінде көмірді пайдалану мүмкіндігінің артуына байланысты ол жаңа қолданысқа ие болуда. Бұл технологияда көмір отын газына айналады, оны тазалағаннан кейін бу газ циклын қарапайым газ тәрізді отын ретінде пайдалануға болады.

Жанармай мен тотықтырғышты газ генераторларына, сондай-ақ жану камераларына жеткізуді ұйымдастыру келесі әдістермен жүзеге асырылады: стационарлық жылжымалы қабатта, "қайнаған қабатта", көмір шаңына арналған ағында.



1.1-сурет-Көмір газификациясымен бу-газ біріктірілген циклінің схемасы

Газдандырғыштағы температураның максималды деңгейі станция қабатындағы ауа мен бу көлемінің арақатынасымен реттеледі. Бұл тәсілмен құрғақ немесе балқытылған күлдің күйі анықталады. Процесті тексеруші 800-900°C аралығында, бұл күлдің балқу температурасынан төмен. Реактордағы ағынның ұзақ болу уақыты, орташа температура және оны орналастыру қайнаған қабаттан әктас немесе доломит қосу арқылы 85-90% күкіртті қатты күйде алып тастауды қамтамасыз етеді. Газдандырғышқа жүйелі ағынмен қатар көмір құрғақ шаң немесе су суспензиясы түрінде беріледі. Газ генераторларындағы температураға

байланысты көмірдің минералды бөлшектерін шығару құрғақ күл түрінде немесе балқытылған шлак түрінде жүзеге асырылады. Ыстық отын газы бу шығару үшін кәдеге жарату қазандығында салқындатылады, шаңнан, аммиактан, сутегі сульфидтерінен және суық сумен жуу жүйесіндегі түрлі сілтілі тұздардан тазартылады және салқындатылады. Газды салқындату қажеттілігі цикл тиімділігінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі.

Көмірмен газдандыру кезінде бу-газ циклдерінің негізгі элементі радиациялық және конвективті жылу алмастырғыштар болып табылады, мұнда салқындағаннан кейін отын газы жоғары қысымды қаныққан бу шығарады. Барлық сипатталған технологияларда газдандыру блогы газды әртүрлі ластаушы заттардан, ең алдымен қатты бөлшектерден, күкірттен тазарту жүйесінен тұрады. Тазартылған газ газ құбырында жағылады. Газ түтіктерінен шығатын газдар бу қазандығына жіберіліп, қосымша электр энергиясын шығарады.

Нәтижесінде интеграцияланған цикл ішкі циклдік газдандырумен бірге ПӘК 43% және одан да көп пайызға жетеді. Бұл технологиямен сіз әртүрлі сападағы және фракциялық құрамдағы отынды пайдалана аласыз. Күкірттің (99%) және оксидтің (40%) жоғары тотығу дәрежесінде ауыр металдардың (сынаптың) шығарындылары төмендеуі мүмкін. Атмосфераға шығарылмас бұрын түтін газын тазарту қажет емес.

1.3 Қазақстандық көмірді газификациялау

Қазақстанның көмірі Қазақстанның электр энергетикасы мен көмір өңдеу саласын дамытуды қамтамасыз ететін отынның негізгі неғұрлым сенімді стратегиялық түрі болып қала береді. Оны өнеркәсіпте және экономиканың басқа да салаларында тұтыну көлемі жыл сайын ұлғайып, талдаушылардың айтулары бойынша 2022 жылға дейін ол 121,3 млн. тоннаға дейін өскен болатын. Қазіргі уақытта Қазақстан әлемде 150-160 млрд. тоннаға (жалпы әлемдік көлемнің 4%) бағаланатын көмірдің барлық түрлерінің расталған қорлары бойынша 8 – ші орында, оның 62% - ы қоңыр көмірге, ал 38% - ы тас көмірге тиесілі. Көмір қорының бұл мөлшері оны көмір электр станциялары үшін шикізат ретінде ғана емес, сонымен қатар көмірді пайдалану ретінде де қарастыруға мүмкіндік береді. Қазақстанда көмір, мұнай, конденсат және табиғи газ қорлары бар, көмірдің үлесіне 80% - дан астамы тиесілі. Республика көмірінің жалпы геологиялық қоры 113 млрд. т. о. т. құрайды және өңірлер бойынша біркелкі бөлінбеген. Көмірдің басым бөлігі Солтүстік және Орталық Қазақстанда шоғырланған, шамамен 75%. Өндірілетін көмір сапасының төмендеуіне, оның калориялылығының төмен болуына және күлдің жоғары болуына (45% - ға дейін). Қатты отынды газдандыруды дамытудың орындылығы қатты отынның орнына газды пайдалану өндірістік процестерді қарқындататындығымен, еңбек өнімділігі мен мәдениетін арттыратындығымен, кәсіпорындардағы санитарлық-гигиеналық жағдайларды жақсартатындығымен де анықталады, қоршаған ортаның ластануының күрт

төмендеуін қамтамасыз етеді. Көмірді газдандыру белгілі және іс жүзінде қолданылады.

Көмірді жерасты газификациялау технологиясы-көмір кен орындарын игерудің дәстүрлі емес тәсілі, ол күрделі тау-кен геологиялық жатыс жағдайлары бар көмір қабаттарын қазуда жаңа мүмкіндіктер ашады, көмір өндіруді, байытуды, өңдеуді біріктіреді. Көмірді жерасты газификациялау технологиясының мәні көмірді тікелей жер қойнауында жанғыш газға айналдыру және ұңғымалар бойынша өндірілген газды жер бетіне беру үшін жағдайлар жасау. Осылайша, көмір қабатын газдандырудың барлық технологиялық операциялары жер бетінен жүзеге асырылады. Жұмысшылардың жерасты еңбегін пайдалану, ал көмір қабатын игеру бұл экологиялық тұрғыдан қолайлы жолмен жүреді. Қатты отынды жылу электр станцияларында жағуға дайындау сатысы ретінде газдандыруды қосқан кезде отын шаңын дайындауға арналған агрегаттардың, түтін газын ұшатын күлден тазартуға арналған электр сүзгілерінің, түтін газын күкірт қосылыстарынан немесе жоғары түтін құбырларынан тазартуға арналған күрделі құрылғылардың құрылысын болдырмауға болады. Қатты отынды газдандыруды қолдану сондай-ақ отын бойынша біріздендірілген қуатты қазандық агрегаттарын құру, бұл, сөзсіз, жылу электр станциялары құрылысының үнемділігін және олардың жұмысының сенімділігін арттырады. Маңызды оң фактор оттықтар мен қыздыру беттерінің жылу кернеуін едәуір арттыру және қатты отынды емес, газды жағуға байланысты қазандық агрегатының жалпы өлшемдерін азайту мүмкіндігі болып табылады. Қазіргі уақытта көмірді газдандыру процестері көп мақсатқа ие. Көмірді газификациялау таза синтетикалық газды алу үшін және оның негізінде электр энергиясын, жылу мен технологиялық буды, сутекті, метанолды және басқа да бағалы өнімдерді құрамдастырылған өндіру үшін перспективалы технологиялық процесс болып табылады. Қысыммен көмір арқылы газдандыруды жүргізу және оны бу-газ қондырғысының энергетикалық цикліне интеграциялау қоршаған ортаға ең аз әсер ететін электр энергиясын өндіру кезінде жоғары экономикалық көрсеткіштерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

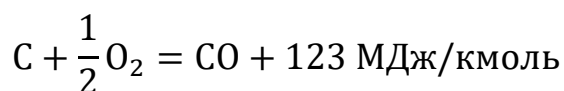
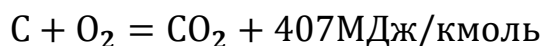
Ауа үрлеуінде газдандырумен энергетикалық ГТҚ оттекті үрлеуде газдандырумен қарапайым және үнемді - бағалы өнімдерді өндіру және СО₂ шығару үшін химиялық түрлендірулер мүмкіндігін жасайды.

Көмірді газдандырумен қуатты (250-300 МВт) энергетикалық 9 жылдан астам уақыт бойы шетелде жұмыс істеп келеді. Қуаттылығы 640 МВт-қа дейінгі ГТҚ белсенді дамуда. Газдандыру және газ тазарту қондырғыларының процестері мен жабдықтарын жетілдіру бойынша жұмыстар кеңінен жүргізілуде. Бұл қызмет қаржылық жағдайда жүзеге асырылады.

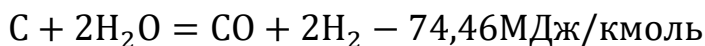
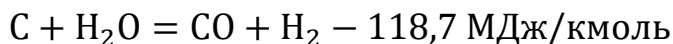
Газдандырудың заманауи технологиялары жоғары сапалы синтез-газды төмен сұрыпты қатты отын түрлерінен алуға мүмкіндік береді. Энергетикада синтез-газды қолдану қоршаған ортаға экологиялық жүктемені айтарлықтай төмендетуге, алу пәк арттыруға мүмкіндік береді жылу және электр энергиясын тасымалдау шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Табиғи газ бағасының айтарлықтай өсуіне байланысты жақын арада синтез - газды жағу ЖЭС-те оларды салу шығындарының өсуіне қарамастан тиімдірек болуы мүмкін.

1.4 Көмірді газификациялау процесін есептеу

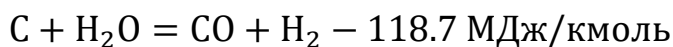
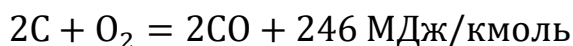
Күрделі экологиялық жағдайға байланысты қазіргі заманғы технология химиялық, энергетикалық проблемалардың, табиғи тау-кен проблемаларының жаңа шешімдерін іздейді. Осындай технологиялық шешімдердің бірі қатты отынды кең ауқымда газдандыру болып табылады. Ғылыми болжамдар жер бетіндегі мұнайдың нақты қоры 40-50 жылға жетеді деп болжайды. табиғи газ-30-40 жылға, ал көмір қоры 200-250 жылға жетеді. Игеруге қол жетімді көмірдің болжамды қоры 2,5-3 трлн.тонна. Бұл сандар көмірдің геологиялық қоры планетаның жанғыш қазбаларының жалпы ресурстарының 90-97% құрайды деп санайтын зерттеушілердің қорытындыларына толық сәйкес келеді. Сондықтан елімізде қатты отынды өндіру мен өңдеуді (газдандыруды) арттыру міндеттері айрықша халық шаруашылық мәнге ие болады. Қатты отынды өңдеудің негізгі әдістеріне пиролиз, газдандыру және жартылай кокстеу процестері жатады. Газдандыру кезінде отынның барлық органикалық массасы газға айналады, ал кейбір жағдайларда аз мөлшерде шайыр өнімдерінің пайда болуы байқалады. Отынды газификациялау процесінде жүретін химиялық реакциялар тотығу сипатына ие. Көміртектің оттегімен әрекеттесуі келесі изотермиялық реакциялар арқылы жүреді:



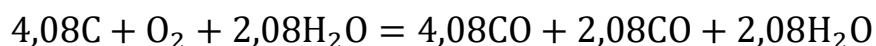
Үрлеуде су буы болған кезде көміртек эндотермиялық реакциялар бойынша су буымен әрекеттеседі



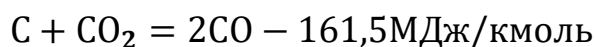
Бұл жағдайда жүретін процесс жылуды сіңірумен бірге жүретіндіктен, оны реакциялардың термонеутралдылығы сақталған кезде ғана үздіксіз ұстап тұруға болады, яғни.осы реакциялардың жалпы жылу әсері нөлге тең болған кезде. Идеал жағдайда, бу-оттегі соққысы кезінде көміртекті газдандыру келесі екі реакция арқылы жүреді:



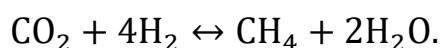
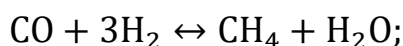
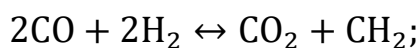
Бірінші реакцияның жылуын толық пайдалану кезінде жалпы газдандыру теңдеуі келесідей болады



Жоғары температурада (1000°C жоғары) қыздырылған көміртегіде көміртегі диоксиді тотықсыздануының гетерогенді реакциясы жүреді:



Бұл реакцияның кинетикасына реактивті заттардың концентрациясынан, процестің қысымы мен температурасынан басқа, көміртектің реактивті бетінің күйі (кеуектілігі, кристалл торының жетілу дәрежесі), процестің катализаторы бола алатын көміртегі массасындағы қоспалардың болуы және құрамы әсер етеді. Ондағы метан мен оның гомологтары пайда болған кезде генераторлық газдың мәні артады. Метан көмірсутектер арасында ең тұрақты қосылыс бола отырып, келесі қайтымды экзотермиялық синтез реакциялары кезінде қысыммен газдандыру жағдайында айтарлықтай мөлшерде түзіледі:



Бұл реакциялар 900-1000°C температурада катализаторлардың қатысуымен неғұрлым белсенді жүреді, бұл ретте метан синтезі негізінен екінші реакция арқылы өтеді. Қазіргі уақытта көмірді газдандырудың өнеркәсіптік процестерінің әртүрлі модификациялары игерілді, олардың ең көп тарағандары Лурги (кесек көмірдің стационарлық қабаты), Винклер (көмір бөлшектерінің қайнау қабаты), Копперс-Тотцека (тозаң-көмір ағыны), Тексако (су-көмір суспензиясы) технологиялары және олардың әртүрлі модификациялары болып табылады. Қазіргі уақытта минералды қоспалардың шайырға аз түсуіне байланысты кесек отынды өңдейтін көптеген газ генераторлары жұмыс істейді. Газдандыру үшін шикізат ретінде кез-келген қатты отынды пайдалануға болады-ағаш чиптері мен шымтезектен антрацит пен коксқа дейін. Кесек отын әдетте стационарлы күйде газдандырылады: отын қабаты мен газ бір-біріне қарама-қарсы бағытта қозғалады. Кері ағысты пайдалану газдандырудың толықтығын арттыру үшін қолайлы жағдай жасайды, аппараттан көмірді шығару қаупі азаяды. Қазіргі уақытта ең көп таралған-жоғары қысым кезінде жүзеге асырылатын Lurgi әдісімен тығыз қабаттағы ірі түйіршікті отынды газдандыру. Анықтамалық мәліметтерге сәйкес авторлар Дешалит әдісімен тепе-теңдік күйі үшін қысыммен бу-оттегі соққысында қатты отынды газдандыру процесін есептеді. Есептеудің бастапқы деректері газдандырылған отынның құрамы мен сипаттамасы, үрлеу құрамы және процестің параметрлері болды (кесте.1.1;1.2). Есептеулер газдандырғыштарды отынның әр түріне өнеркәсіптік сынау кезінде алынған нәтижелерге негізделген. Қарағанды

қоңыр көмір бассейнінің 15 маркалы көмірін 2 МПа қысыммен бу оттегіне газдандырудың негізгі көрсеткіштерін есептеу нәтижелері келтірілген.

1.1-кесте-2МПа қысыммен бу оттекті үрлегіште қатты отынды қабатты газдандыру кезінде алынатын газдың есептік құрамы

Компонет	Жұмыс массасына газдың құрамы, %
CO ₂	39,3
CO	17
CH ₄	4,75
N ₂	1,11
H ₂	31,8

1.2-кесте-Газдандырылатын отынның сипаттамасы және процесс параметрлері

Атауы	Белгісі	Шамасы, %
Жұмыс жанармайының жоғалуы	G _y	3
Құрғақ қождағы көміртектің үлесі	X	10
Шайыр шығару	G _{см}	5
Газ бензинінің шығуы	G _{гб}	3
Бензиндегі көміртегі мөлшері	C _{гб}	25

2 БГҚ жылу схемасының сипаттамасы

2.1 SGT5-8000H газ турбины

SGT5-8000H газ турбины 50 Гц нарығы үшін өте жақсы дәлелденген сенімді механизм болып табылады және қарапайым немесе бу-газ цикл процестері үшін, электр қуаты мен жылуды аралас өндірумен, барлық жүктеме диапазоңдары үшін, әсіресе ең жоғары жүктеме кезінде жұмыс істеу үшін қолданылады. Көмірді кешенді газдандырудың құрамдастырылған циклі үшін біз SGT5-8000H турбины қарастырылады. Электр станцияларынан басқа, SGT5-8000H турбины мұнай және газ өнеркәсібінде де қолдануға болады. Компрессор жетегі ретінде дәлелденген стандарттар негізінде жасалған бұл турбинаны, мысалы, өндіріс үшін пайдалануға болады. Сұйытылған табиғи газ - компрессордың тікелей механикалық жетегі ретінде қарастырылады. SGT5 - 8000H турбины беріктігі мен тозуға төзімділігі бар. Мұндай турбинылар 16 миллионнан астам жұмыс уақытын құрайды және қазіргі уақытта 380-нен астам қондырғы жұмыс істейді.

Техникалық деректер:

Siemens газ турбины	
Базалық шығу қуаты (МВт)	375
Отын жылуының үлестік шығыны (кДж / кВт сағ)	899
Отынның жылу шығыны (брит.тепл. бірлік / кВт сағ)	8530
Брутто пәк (%)	40
Кеңейту дәрежесі	19,2
Пайдаланылған газ шығыны (кг/с)	829
Пайдаланылған газ шығыны (фунт/с)	1828
Турбина айналымдарының саны(айн/мин)	3000
Шығару температурасы (°C/°F)	627/1161
Газ турбинының физикалық өлшемдері	
Шамамен салмағы (кг/Фунт)	390,000/860,000
Ұзындығы (м / фут)	13,1/43
Ені (м/фут)	4,9/16
Биіктігі (м/фут)	4,9/16

Техникалық сипаттамалары:

1) Бу-газ цикл режимінде жұмыс істеу кезінде тиімділігі 60%-дан астам; қысқа іске қосу уақыты және циклдік режимдегі жұмыс аралық жүктемелер кезінде тұрақты жұмыс істеуді қамтамасыз етеді;

2) Жартылай жүктеме кезінде жұмыс істеу ПӘК жоғары;

3) Қозғалтқыш пен басқа бөлшектерді ауамен салқындатудың жеңілдетілген дизайны, бұл қызмет көрсету мен пайдалану шығындарының төмендеуіне әкеледі;

4) Салқындату ауасының төмен ағып кетуін қамтамасыз ететін озық тығыздау жүйесі; камера жану керамикалық тақтайшалармен қапталуы жол беретін жекелеген элементтерін ауыстыру;

5) Өнімділігі жоғары 13 сатылы компрессор. Компрессорда CDA (Controlled Diffusion Airfoil) ауа ағынын басқару, HPA (High Pressure Air) жоғары қысымды жасау технологиялары қолданылады. Компрессорда көлбеу бұрышы өзгеретін пышақтар қолданылады;

6) Жоғары температуралы жану камерасы, бірінші сатыға дейінгі газдардың температурасы 1500 °C;

7) Бірінші сатыдағы монокристалды күректері бар төрт сатылы турбина. 1-3 сатылы пышақтар керамикамен қапталған және ауаны салқындатады;

8) Кәдеге жарату қазандығының контурындағы жоғары температура мен жаңа бу қысымы (600°C, 17 МПа) ;

9) Салқындатқыш ауаның ағып кетуін төмендететін жетілдірілген тығыздау жүйесі;

10) Жаңа ыстыққа төзімді материалдар жану камерасында және ГТҚ-дан шығу кезінде температураны арттыруға мүмкіндік береді.

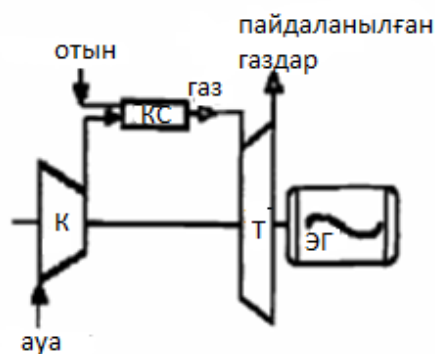
Бұл әлемдік деңгейдегі турбина қолданыстағы өнім желілері мен технологиялық жетістіктердің ең жақсы сипаттамаларын біріктірді. Бір білікті турбина біріктірілген циклді қондырғының негізгі қозғалтқышы болып табылады.

SGT5-8000H газ турбины және SGT5-8000H бу-газ қондырғысы экологиялық таза технологияның заң шығарушылары болып табылады, мұны CO₂ шығарындыларының дәстүрлі станциялармен салыстырғанда 40000 тоннаға жыл сайын төмендеуі дәлелдейді.

2.2 Газ турбинының есебі

ГТҚ-ны толық қуат режимінде есептеудің мақсаты қондырғының үнемділігін бағалау және жұмыс процесін сипаттайтын негізгі параметрлерді таңдау болып табылады. Бұл таңдау тек жобалаудың техникалық тапсырмасында көрсетілген қондырғыны құру үшін алдын-ала тұжырымдалған мақсатты ескере отырып жасалуы мүмкін. Техникалық тапсырмада ГТҚ қандай мақсаттар үшін құрылатыны, машина залында орнатуға қандай өлшемдер бөлінетіні, оның массасы қандай болуы керектігі көрсетіледі. Әдетте компрессордың сорылуындағы атмосфералық ауа параметрлерінің бастапқы мәндерін, басқа жұмыс жағдайларын, мысалы, әрекетке дайындық уақытын, маневрлік көрсеткіштерді, сенімділіктің негізгі көрсеткіштерін, отынның қажетті түрін, сондай-ақ жасалған қондырғының тиімділігін тоқтата алатын бірқатар басқа көрсеткіштерді көрсетеді. Талаптарына сәйкес ГТҚ параметрлерін есептеуді бастамас бұрын орнату схемасы таңдалады. Бұл кезеңде аралық салқындату және регенерациялау немесе жабық циклды орнату арқылы күрделі схеманы ГТҚ қолдану туралы шешім қабылдануы мүмкін. Алайда, мұндай шешім қабылдау үшін ГТҚ-ның кейбір параметрлері туралы мәліметтер

кажет болуы мүмкін, оларды тек тиісті есептеулер арқылы алуға болады. Осылайша, номиналды жүктеме режимінде (қуаттың 100%) орнатуды есептеу әртүрлі мақсаттармен, соның ішінде белгілі бір жұмыс процесін таңдауды негіздеу үшін орындалуы мүмкін. Бірақ кез-келген жағдайда есептеу нақты орнату схемасын таңдағаннан кейін ғана жасалуы керек. Толық қуат режимінде ГТҚ есептеудің бірнеше әдістері бар. Олар сығымдау, қыздыру және кеңейту процестерінде ауа мен газдың жылу-физикалық қасиеттерін бағалау, сонымен қатар әртүрлі көмекші кестелер мен графиктерді қолдану арқылы ерекшеленеді. И.И.Кириллов және И.В.Котляр ұсынған жылу диаграммаларының әдістері өзінің көрнекілігімен танымал, көмекші кестелер кеңінен қолданылатын Г.Г.Жаров келтірген әдісті игеру ыңғайлы және қарапайым, Б.В.Ребров пен Л.А.Масловтың кітаптарында баяндалған әдіс. Әр түрлі әдістердің авторлары ГТҚ параметрлерін алдын-ала бағалауда жеткілікті дәлдікпен, ауа мен газдың тұрақты жылу сыйымдылығы үшін аналитикалық есептеу әдістерімен ыңғайлы екенін айтады. Нақты мысалда схемасы 2.1-суретте көрсетілген бір компрессорлық ГТҚ параметрлерін есептеу алгоритмін қарастырылған.



к-компрессор; т-турбина; эг-электр генераторы

2.1-сурет- ГТҚ принциптік схемасы

Бұл схеманың газ турбиналық қондырғылары жоғары қуаттылыққа және жақсы маневрлікке ие аз қуатты газ турбиналық генераторлары үшін кеңінен қолданылады. Олар дизайнда қарапайым және қозғалтқыштың жалпы осінің айналасында турбоагрегаттардың ыңғайлы орналасуына ие. Көрсетілген параметрлерге қосымша есептеу үшін жеке орнату элементтерінің сипаттамалары туралы толығырақ ақпарат қажет. Бұл ақпаратты техникалық және анықтамалық әдебиеттерден, сондай-ақ аналог ретінде қабылданған қондырғылардың сипаттамасынан алуға болады. Әдетте есептеуді бастамас бұрын белгілі болған барлық бастапқы деректер бастапқы ақпараттың жалпы блогына жинақталады (2.1-кестені қараңыз).

Алгоритмде шартты белгілер қолданылады:

$c_{рк} = c_{рв}$ — компрессорда сығылған кездегі ауаның орташа жылу сыйымдылығы, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

$c_g = (c_{pt} + c_{pk}) / 2$ – жану камерасында жылу беру кезінде жұмыс істейтін дененің орташа жылу сыйымдылығы, кДж/(кг*К);

$m_k = \frac{k_k - 1}{k_k}$, $m_t = \frac{k_t - 1}{k_t}$ – коэффициенттер;

$\beta^* = (1 + \beta)$ – шамасы;

$\sigma = 1 - \frac{\Delta P}{P}$ – гидравликалық кедергі коэффициенті, мұндағы ΔP – ГТҚ газ-ауа жолының белгілі бір учаскесіндегі гидравликалық кедергінің абсолютті шамасы; P – газ-ауа жолының учаскесіне кіреберістегі ауаның немесе газдың қысымы.

2.1-кесте-ГТҚ есептеу үшін жұмыс денесінің параметрлері және жеке тұрақтылар

Атауы	Шартты белгілер	Өлшемі	Шамасы
ЖК шығудағы газдың температурасы	T_3^1	К	1273+1573
ТҚК алдындағы ауа температурасы	T_1^1	К	288,15
ТҚК алдындағы ауа қысымы	P_1^1	кПа	101,325
ТҚК соруудағы гидравликалық ысыраптардың коэффициенті	σ_{k1}	-	0,97
ТҚК пайдалы әсер коэффициенті	η_{k1}	-	0,87+0,89
ЖҚК соруудағы гидравликалық ысыраптардың коэффициенті	σ_{k2}	-	0,99
ЖҚК пайдалы әсер коэффициенті	η_{ik2}	-	0,87+0,88
Төмен қысымды турбогенератордың механикалық тиімділігі	η_{mtk1}	-	0,98
Жоғары қысымды турбогенератордың механикалық тиімділігі	η_{mtk2}	-	0,99
Жану камерасының пайдалы әсер коэффициенті	η_{kc}	-	0,98+0,99
Жану камерасындағы гидравликалық ысыраптардың коэффициенті	σ_{kc}	-	0,98
Циклдік ауаға қосылған отын массасы есепке алу коэффициенті	β	-	0,01+0,02
Жоғары қысымды турбинаның пайдалы әсер коэффициенті	η_{it1}	-	0,89+0,91

2.1- кесте жалғасы

Атауы	Шартты белгілер	Өлшемі	Шамасы
ЖҚТ және ОҚТ арасындағы адаптердегі гидравликалық шығындар коэффициенті	σ_{it1}	-	0,99
ОҚТ және ТҚТ арасындағы адаптердегі гидравликалық шығындар коэффициенті	σ_{t2}	-	0,99
Төмен қысымды турбинаның пайдалы әсер коэффициенті	η_{it3}	-	0,88+0,87
Газды қосынды құрылғыдағы гидравликалық шығындар коэффициенті	σ_{t3}	-	0,98
Тісті берілістің пайдалы әсер коэффициенті	η_g	-	0,985
Қайтымды құрылғының пайдалы әсер коэффициенті	η_{rev}	-	0,98
Отынның төменгі жылу шығару қабілеті (табиғи газ)	Q_p^H	кДж/кг	50056
Отынның төменгі жылу шығару қабілеті (дизель газы)	Q_p^H	кДж/кг	42000
Атмосфералық ауаның жылу сыйымдылығы	c_{pv}	кДж/(кг*К)	1,01
Отынның жану өнімдерінің жылу сыйымдылығы	c_{pt}	кДж/(кг*К)	1,15
Ауаны сығу кезіндегі адиабата көрсеткіші	k_g	-	1,41
Отынның жану өнімдерінің кеңеюі кезіндегі адиабат көрсеткіші	k_t	-	1,33

Компрессордың артындағы ауа қысымы:

$$p_2 = p_1 * \sigma_k * \pi = 101,325 * 10^3 * 0,97 * 19 = 1,867 \text{ Мпа} \quad (2.1)$$

Компрессордың артындағы ауа температурасы:

$$T_2 = T_1 * \left(1 + \frac{\pi^{m_k-1}}{\eta_{ik}}\right) = 288,15 * \left(1 + \frac{19^{0,29}-1}{0,88}\right) = 729,7 \text{ К} \quad (2.2)$$

Компрессорды сығудың қажетті жұмысы:

$$l_{ik} = c_{pk} * \frac{T_1}{\eta_{ik}} (\pi^{m_k} - 1) = 1,01 * \frac{288,15}{0,89} (19^{0,29} - 1) = 438,09 \text{ кДж/кг} \quad (2.3)$$

Турбина алдындағы ауа қысымы:

$$p_3 = p_2 * \sigma_{kc} = 1,867 * 0,98 = 1,829 \text{ Мпа} \quad (2.4)$$

Турбинадағы қысымның төмендеу дәрежесі:

$$\pi_t = \frac{p_3 * \sigma_{\text{ВЫХ}}}{p_1} = \frac{1,829 * 0,98}{101,325} = 17,68 \quad (2.5)$$

Турбинаның артындағы газ қысымы:

$$p_4 = \frac{p_1}{\sigma_{\text{ВЫХ}}} = \frac{101,325}{0,98} = 0,103 \text{ Мпа} \quad (2.6)$$

Турбинаның артындағы газ температурасы:

$$T_4 = T_3 * [1 - \eta_{it}(1 - \pi_t^{-m_t})] = 1573 * [1 - 0,91(1 - 17,68^{-0,248})] = 843,6 \text{ К} \quad (2.7)$$

Турбинадағы кеңейту жұмысы:

$$l_{it} = c_{pt} * T_3 * \eta_{it} * \beta^* * (1 - \pi_t^{-m_t}) = 1,15 * 1570 * 0,9 * 1,01(1 - 17,68^{-0,248}) = 837 \text{ кДж/кг} \quad (2.8)$$

ГТҚ пайдалы жұмысы:

$$l_i = l_{it} - i_{ik} = 837 - 438,09 = 398,91 \text{ кДж/кг} \quad (2.9)$$

Отынды жағу кезінде жану камерасында циклге келтірілген жылу:

$$Q = \frac{1}{\eta_{kc}} [c_{pt} * \beta^* * T_3 - c_{pk} * T_2] = \frac{1}{0,99} [1,15 * 1,01 * 1570 - 1,01 * 729,7] = 1097,53 \text{ кДж/кг} \quad (2.10)$$

Орнатудың ішкі тиімділігі:

$$\eta_i = \frac{l_i}{Q} = \frac{398,91}{1097,53} = 0,36 \quad (2.11)$$

Отынның үлестік шығысы:

$$b_i = \frac{3600}{Q_p^H * \eta_i} = \frac{3600}{9422,8 * 0,36} = 1,06 \text{ кг/(кВт * сағ)} \quad (2.12)$$

Сағаттық отын шығыны:

$$B = b_i * Ne = 1,06 * 375 = 397500 \text{ кг/сағ} \quad (2.13)$$

Ауаның меншікті шығыны:

$$d_i = \frac{1}{l_i} = \frac{1}{398,91} = 0,0025 \text{ кг/кДж} \quad (2.14)$$

ГТҚ цикліндегі ауа шығыны:

$$D = d_i Ne = 0,0025 * 375 = 0,9375 \text{ кг/с} = 937,5 \text{ кг/с} \quad (2.15)$$

2.3 Бу қуатын орнату

Турбоқондырғының құрамына бу конденсациялық турбинасы, айнымалы ток генераторы, турбоқондырғының май жүйесі, конденсациялық қондырғы және регенеративті қондырғы кіреді.

SGT5-8000H ГТҚ астында арнайы тапсырыс бойынша дайындалған K-185-130 типті реттелетін бу іріктеуінсіз бу конденсациялық турбинасы қуаты 185000 кВт және 3000 айн/мин кезінде ең жоғары 190000 кВт бір білікті үш цилиндрлі агрегатты білдіреді.

Турбина қуаты 185000 кВт және "Электротяжмаш" зауытының қуаты 185 МВт бу турбинасы болып табылады.

Турбина келесі номиналды параметрлерде жұмыс істеуге арналған:

- 1) Автоматты бекіту клапаны 128 кгс/см² алдындағы өткір будың абсолюттік қысымы;
- 2) Автоматты бекіту клапан алдында өткір бу температурасы 500°C;
- 3) номиналды режимде 25,3 кгс/см² Автоматты бекіту клапанның кірер алдында өнеркәсіптік қыздырудан кейінгі будың абсолюттік қысымы;
- 4) конденсаторлар арқылы өтетін салқындатқыш судың мөлшері 25000 м³ /сағ құрайды, Бекіту клапанындағы кірудегі есептік температура 10°C және 0,038 кгс/см² есептік абсолюттік қысым;
- 5) турбинаға будың максималды шығыны-150 кг/м;
- 6) бу шығыны Х.Х.30 т/сағ құрайды.

Турбина-екі цилиндрден тұратын бір білікті қондырғы. ЖҚЦ және ОҚЦ корпусары 15Х1М1ФД маркалы ыстыққа төзімді болаттан жасалған. Жоғары қысымды ротор қатты болаттан жасалған. ОҚР-да алғашқы жеті диск (қадамдар) білікпен бірге, ал соңғы төрт диск саптамамен бекітілген. ТҚР сегіз диск орнатылған біліктен тұрады. Турбина роторлары икемді. ЖҚР және ОҚР муфтамен өзара байланысты және жалпы орташа мойынтірекке ие. ОҚР және ТҚР жартылай икемді муфтамен байланысқан.

Турбинада саптамалы бу тарату бар. Өткір бу диаметрі 255 мм бекіту клапаны арқылы ЖҚЦ-ға жеткізіледі. Клапандарға дейін бу құбырлары арасындағы қысымды теңестіру үшін диаметрі 175 мм секіргіш бар. Бекіту клапанында бу қораптарында металл електер орнатылған, турбинаға бөгде заттардың түсуінен сақтандырады. Сондай-ақ, бекіту клапан артында диаметрі 175

мм болатын секіргіш бар, ол жұмыс істеп тұрған турбинада бекіту клапан жұмысын толық жабу арқылы кезекпен тексеруге мүмкіндік береді.

ҚР төртеуінің әрқайсысы корпусқа дәнекерленген сопло қораптардың біріне бу береді. ЖҚЦ бірінші (реттеуші) сатысының шүмектік сегменттері шүмектік қораптарға орнатылады.

ЖҚЦ бу жіберу екінші мойынтірек жағында, тиісінше, ЖҚР сол жақ айналымнан тұрады. ЖҚЦ және ОҚЦ бу ағындарының қарсы бағыты тірек мойынтіректегі осьтік күштерді өтеу мақсатында орындалды.

Корпусағы температуралық кернеулерді төмендету (іске қосу жылдамдығын шектейтін фактор) және турбинаны іске қосу жағдайларын жақсарту үшін ЖҚЦ және ОҚЦ фланецтері мен түйреуіштерін бумен жылыту және ЖҚЦ алдыңғы тығыздағыштарына өткір бу беру көзделген. Дұрыс қамтамасыз ету үшін турбинаны іске қосу және тоқтату кезінде дренаждар жүйесін қашықтықтан басқару және жұмыс режимі конденсаторға дренаждарды Кеңейткіш арқылы топтық дренаждау көзделген.

Турбинаның корпусы және еден астынан шығатын бекіту клапан корпустарының бөліктері жылу оқшаулағыш қабаттың үстіне арнайы металл қаптамамен қапталады. Оқшаулау бетіндегі температура 50°C-тан аспауы керек.

Роторды біркелкі жылыту және салқындату үшін турбина айналу жылдамдығы 3,4 айн/мин болатын турбинаның роторын айналдыратын айналмалы құрылғымен жабдықталған.

Жергілікті қалқаннан білік бұрғыш құрылғыны қашықтықтан басқару қарастырылған.

2.4 БГҚ-ға арналған қуаты 550 МВт кәдеге Жаратушы қазандық

Кәдеге Жаратушы қазандық-жоғары және төмен қысымдағы буландырғыш контурларда мәжбүрлі айналымы бар барабанды, бір корпусты, тік профильді, аспалы, аралық металл конструкциялары арқылы өз қаңқасына ілінеді.

ҚУ ғимаратқа орнатылады, Климаттық орындалуы-ГОСТ 15150 сәйкес УХЛ4. Кәдеге жарату қазанын жеткізу жиынтығына кіретін жабдыққа қызмет көрсету үшін қажетті орындарда сатылар мен алаңдар көзделеді. Кәдеге жаратушы қазандық металл қаптаманың және металл емес тығыздағыштардың есебінен газ тығыздалады. Бу-су жолы жоғары және төмен қысымды жеке тізбектерден тұрады. Қазандықта конденсат деаэраторы бойынша қосылған конденсаттың газ жылытқышы (ГТҚ) орнатылған. Конденсат жолында желілік суды қыздыратын су-жылу алмастырғыштарын орнату қарастырылған. Кәдеге жарату қазандығының жылыту беттері сыртқы кесілген спиральды таспалы жабыны бар құбырлардан жасалған. ҚУ қыздыру беттерінің құбырларының орналасуы көлденең.

Кәдеге жарату қазандығының жүктемесін реттеудің жұмыс диапазоны 100% құрайды...Номиналдан 50%

Қазандықтағы будың қысымы мен температурасын реттеу қарастырылмайды, өйткені ол ГТҚ-дан қазандыққа кіретін газдардың шығыны мен температурасымен және бу турбинасының сипаттамасымен анықталатын будың жылжымалы параметрлерінде жұмыс істейді.

Кәдеге Жаратушы қазандық технологиялық параметрлерді бақылау, қорғау және бұғаттау және жедел басқару, қауіпсіз пайдалану және техникалық қызмет көрсету үшін қажетті автоматты реттеу жүйелерімен жабдықталады.

ҚУ құрастыруында кабельді трассаларды, импульстік құбырларды трассалау үшін орындар қарастырылған, сондай-ақ қажетті өлшеу құрылғыларын, арматураны, штуцерлерді, автоматика, қорғау және қызмет көрсету үшін ыңғайлы орындарда бұғаттауға арналған басқа да іріктеу құрылғыларын орнату мүмкіндігі қамтамасыз етілген.

Кәдеге Жаратушы қазандықтың конструкциясы қыздыру беттері мен құбыржолдарды дренаждауды, сондай-ақ оларды жүргізу мүмкіндігін көздейді.

2.2-кесте -Техникалық-экономикалық көрсеткіштер

Өлшем параметрінің атауы	Шамасы
Сыртқы ауа температурасы , °C	3,3
ГТҚ жүктемесі, %	100
Жоғары қысымды тізбек: Бу өнімділігі, Т / с КУ шығу жолындағы Бу қысымы, МПа Шығу кезіндегі бу температурасы, °C	415,4 12,8 565
Төмен қысымды тізбек: Бу өнімділігі, т / с КУ шығу жолындағы Бу қысымы, МПа Шығу кезіндегі бу температурасы, °C	101,3 5 200
Шығатын газдардың температурасы, °C	124,5
Су жылу алмастырғыш жүктемесі, МВт	4
Жобалау шекарасындағы барлық газ жолының аэродинамикалық кедергісі, кПа (артық емес)	3250

3 Кәдеге жаратушы 2 контурлы қазандығы бар БГҚ есептеу

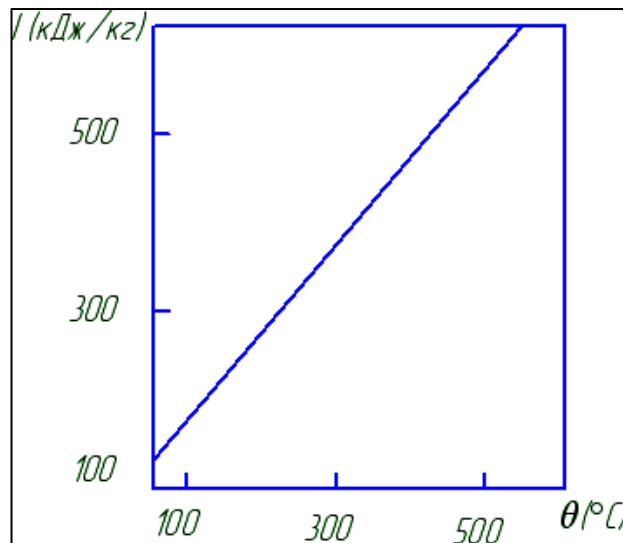
Жылулық сұлбаға газтурбиналық қондырғы, газтурбиналық қондырғысы бар қазандық утилизатор, деаэратор және пайдаланылған бу конденсациясы бар бу турбины кіреді. Деаэратор коллектордан бумен қоректенеді, оған қазандықтың төмен қысымды контурының құбырлары қосылады. ГТҚ пайдаланылған газдарды өз ҚУ-на тастайды. ҚУ-нан жоғары қысымды тізбектен шығатын қатты қызған бу ағындары бу турбинына беріледі.

ГТҚ-ның бастапқы сипаттамасы

Біз келесі көрсеткіштерге ие Siemens SGT5-8000H таңдаймыз:

- Электр қуаты $N_e=375$ МВт;
- Пайдаланылатын газдардың шығыны $G_g=820$ кг/с;
- Шығу газдарының температурасы $\theta_d=625$ °С;
- Электрлік ГТҚ ПӘК $\eta_{\text{э}}^{\text{БД}} = 40\%$

ГТҚ шығатын газдар атмосфералық ауа мен таза жану өнімдерінің қоспасы болып табылады. Газдардың энтальпиясының температураға тәуелділігі төменде көрсетілген.



3.1-сурет-ГТҚ шығатын газдарының энтальпиясының температураға тәуелділігінің диаграммасы.

- 1) Сыртқы ауа температурасы $t_{\text{атм}}=3,3$ °С, қысым $P_{\text{атм}}=10^5$ Па
- 2) Конденсатордағы қысым $P_k = 5$ кПа; рұқсат етілген ылғалдылық $y_k=10\%$.
- 3) ҚУ контурындағы қысым: $P_0^{\text{БД}}= 12,8$ МПа; $P_0^{\text{НД}}=0,5$ МПа.
- 4) Деаэратордағы қысым $P_d=0,5$ МПа.

Бу мен судың энтальпиясы кестелерден анықталады.

Есептеу процесінде қажетті температуралық айырмашылықтар орнатылады.

Әрі қарай есептеулерді жүргізген кезде біз ЖЭО жолының гидравликалық кедергісіне байланысты қысымның төмендеуін, сонымен қатар сорғылардағы оның

қысымының жоғарылауымен энтальпиялық энтальпияның және су температурасының жоғарылауын елемейміз.

3.1 Қазандық-утилизатор есебі

Схемаға сүйене отырып, әр түрлі ҚУ элементтеріне сәйкес келетін жылу және материалдық баланстардың теңдеуін жасауға болады. Материалдық тепе-теңдік теңдеулері қоршаған орта ағынының стационарлығын көрсетеді.

Бу қыздырғыш пен жоғары қысымды буландырғыштың жиынтық беттері үшін жылу балансының теңдеуі:

$$G_r(I_d - I_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}}) = G_{\text{П}}^{\text{ВД}}(h_0^{\text{ВД}} - h_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}}), \quad (3.1)$$

мұндағы $G_r = 937,5$ кг/с - ГТҚ кететін газдардың шығыны;

$I_d = 666$ кДж/кг – ГТҚ кететін газдардың энтальпиясы;

$h_0^{\text{ВД}} = 3512,1$ кДж/кг- $t_0^{\text{Б}} = 565^\circ\text{C}$ кезінде КУ жоғары қысымды қыздырғыштан шығатын будың энтальпиясы;

$h_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}} = 1523,4$ кДж/кг- жоғары қысымды экономайзерден шығудағы су энтальпиясы ($p_0^{\text{ВД}} = 12,8$ МПа қысым кезінде қанығу жағдайында).

Температура қысымын $\delta t_{\text{ЭК}} = 31^\circ\text{C}$ таңдап, газдардың температурасын табамыз:

$$\theta_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}} = t_s + \delta t_{\text{ЭК}} = 330 + 31 = 361^\circ\text{C} \quad (3.2)$$

және (сурет.3.1) бойынша жоғары қысымды экономайзер алдында газ энтальпиясын

$$I_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}} = 386,1 \text{ кДж/кг}. \quad (3.1)$$

теңдеуінен ҚУ тудыратын жоғары қысымды бу шығынын анықтаймыз:

$$G_{\text{П}}^{\text{ВД}} = \frac{G_r(I_d - I_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}})}{(h_0^{\text{ВД}} - h_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}})} = \frac{937,5(666 - 386,1)}{(3512,1 - 1523,4)} = 143,78 \text{ кг/с}$$

Жоғары қысым тізбегінің экономайзері үшін келесі қатынасты келтіруге болады:

$$G_r(I_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}} - I_{\text{УХ}}^{\text{ВД}}) = G_{\text{П}}^{\text{ВД}}(h_{\text{ЭК}}^{\text{ВД}} - h_d), \quad (3.3)$$

мұндағы $h_d = 640$ кДж/кг- деаэратордан келетін қоректік судың энтальпиясы (деаэратордағы қысымды қабылдай отырып $p^{\text{ВД}} = 0,5$ МПа); құрғақ. $I_{\text{УХ}}^{\text{ВД}}$ - ВД контурының жылу алмастырғышынан шығатын газдардың энтальпиясы (жоғары

қысымды контурдың экономизаторынан кейінгі газдардың энтальпиясы) анықталады:

$$I_{yx}^{ВД} = I_{эк}^{ВД} - \frac{G_{п}^{ВД}(h_{эк}^{ВД} - h_d)}{G_{г}} = 386,1 - 143,78(1523,4 - 640)/937,5 = 250,68 \text{ кДж/кг} \quad (3.4)$$

Бұл газдар $\theta_{yx}^{ВД} = 250^\circ\text{C}$ температурасына сәйкес келеді.

ҚУ бу қыздырғыштың және төмен қысымды контурдың буландырғышының жиынтық беттері үшін:

$$G_{г}(I_{yx}^{ВД} - I_{гпк}) = G_{п}^{HD}(h_0^{HD} - h_{эк}^{ВД}), \quad (3.5)$$

Бұл арақатынаста кіретін газдардың энтальпиясы $I_{гпк}$ температура бойынша анықталады:

$$\theta_0^{HD} = ts + \delta\theta_0^{HD} = 152 + 20 = 172^\circ\text{C}, \quad (3.6)$$

мұндағы $\delta\theta_0^{HD} = 20^\circ\text{C}$ - пинч нүктесіндегі температуралық қысымы.

$$I_{эк}^{HD} = \theta_{эк}^{HD} * C_{cp} \quad (3.7)$$

Біз $I_{эк}^{HD} = 185,8$ кДж/кг аламыз. Төменгі қысым шығысындағы бу энтальпиясы контурдағы қысымы және температурасы бойынша анықталады $p_0^{HD} = 0,5$ МПа. $\theta_{yx}^{ВД} = 250^\circ\text{C}$; $t_0^{HD} = \theta_{yx}^{ВД} - \delta t^{HD} = 250 - 30 = 220^\circ\text{C}$. $h_0^{HD} = 2897,9$ кДж/кг аламыз. төмен қысымды цикл барабанындағы су энтальпиясы (p_0^{HD} қысымымен қанықтыру күйіндегі су энтальпиясы) $h_0^{HD} = 640$ кДж/кг. (3.5) теңдеуден біз төмен ҚУ қысым тізбегі арқылы бу шығынын анықтаймыз:

$$G_{п}^{HD} = G_{г}(I_{yx}^{ВД} - I_{гпк}) / (h_0^{HD} - h_{эк}^{ВД}) = 937,5(261,8 - 185,8) / (2897,9 - 640) = 31,6 \text{ кг/с}$$

ГПК кіре берісінде қоректік судың температурасын қабылдаймыз $t_{гпк} = 60^\circ\text{C}$, Сонда оған $h_{пв} = 251$ кДж/кг. энтальпия сәйкес келеді.

ГТҚ және деаэратордағы конденсатты қыздыру шамамен біркелкі жүзеге асырылады. Су энтальпиясын $h_{гпк} = 460$ кДж/кг деп қабылдаймыз, оған температура $t_{гпк} = 110^\circ\text{C}$ сәйкес келеді.

Деаэраторға арналған жылу балансының теңдеуінен

$$2(G_{п}^{ВД} + G_{п}^{HD}) - G^D h_{гпк} + G^D h_0^{HD} = 2(G_{п}^{ВД} + G_{п}^{HD}) h_d \quad (3.8)$$

Деаэратордағы бу шығынын анықтаймыз:

$$G^d = \frac{(G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD})(h_d - h_{ГПК})}{h_0^{HD} - h_{ГПК}} = (143,78 + 31,6)(640 - 460)/(2897,9 - 460) = 12,9 \text{ кг/с}$$

Конденсатор мен қайта айналым сызығынан конденсат ағынын араластыру нүктесі үшін жылу балансының теңдеуі:

$$(G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD} - G^d)h_k + G^p h_{ГПК} = (G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD} - G^d + G^p)h_{\Pi.B} \quad (3,9)$$

мұндағы $h_k=138$ кДж/кг; $p_k = 5$ кПа қанықтыру күйіндегі конденсат энтальпиясы рециркуляция шығынын табуға мүмкіндік береді:

$$G^p = \frac{(G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD} - G^d)(h_{\Pi.B} - h_k)}{h_{ГПК} - h_{\Pi.B}} = \frac{(31,6 + 143,78 - 13,21)(251 - 138)}{460 - 251} = 87,6 \text{ кг/с}$$

ГПК үшін жылу балансының теңдеуінен:

$$G_{\Gamma}(I_{ГПК} - I_{yx}) = (G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD} - G_d + G^p)(h_{ГПК} - h_{\Pi.B}) \quad (3.10)$$

ҚУ-дан шығатын газдардың энтальпиясын табамыз:

$$I_{yx} = I_{ГПК} - (G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD} - G_d + G^p)(h_{ГПК} - h_{\Pi.B})/G_{\Gamma} = 188,5 - \frac{(143,78 + 31,6 - 13,21 + 87,6)(460 - 251)}{937,5} = 132,8 \text{ кДж/кг}$$

Шығатын газдың температурасы: $\theta_{yx}=124,5$ °С.

ҚУ ПӘК анықтаймыз:

$$\eta_{ky} = (I_d - I_{yx})(I_d - I_a) = (666 - 132,8)(666 - 6,995) = 0,80 \quad (3.11)$$

Бу турбиналық циклге ГТҚ газдарымен берілген жылу

$$Q_{\text{газ}} = G_{\Gamma}(I_d - I_{yx}) = 937,5(666 - 135,8) = 493457,1 \text{ кВт}; \quad (3.12)$$

Бұмен алынатын,

$$Q_{\text{пар}} = G_{\Pi}^{BD} * h_0^{BD} + (G_{\Pi}^{HD} - G^d)h_0^{HD} - (G_{\Pi}^{BD} + G_{\Pi}^{HD} - G^d)h_k = 143,78 \cdot 3512,1 + (31,6 - 13,21) \cdot 2897,9 - (143,78 + 31,6 - 13,21) \cdot 137,76 = 535921,5 \text{ кВт} \quad (3.13)$$

Алынған шамалардың айырмашылығы 0,006% құрайды, бұл есептеулердің дұрыстығын көрсетеді. Болашақта бір ҚУ жылу қуаты $Q_{\text{ку}} = 536606,3$ кВт орташа мәніне тең деп есептейміз. ҚУ жеке элементтеріндегі суға (буға) жеткізілетін жылу: ГПК үшін

$$Q_{\text{ГПК}} = (G_{\text{п}}^{\text{ВД}} + G_{\text{п}}^{\text{НД}} - G_{\text{д}} + G^{\text{р}})(h_{\text{ГПК}} - h_{\text{пв}}) = (143,78 + 31,6 - 13,21 + 87,6)(460 - 251) = 52201,9 \text{ кВт}; \quad (3.14)$$

Төмен қысымды буландырғыш үшін

$$Q_{\text{исп}}^{\text{НД}} = G_{\text{п}}^{\text{НД}} \cdot \gamma^{\text{НД}} = 31,6 * 2108,4 = 66625,4 \text{ кВт} \quad (3.15)$$

мұндағы $\gamma^{\text{НД}} = 2108,4$ кДж/кг - төмен қысымды бу қыздырғыш үшін $p_0^{\text{Н.д}}$ қысымы бойынша анықталатын булану жылуы:

$$Q_{\text{пп}}^{\text{НД}} = G_{\text{п}}^{\text{НД}}(h_0^{\text{НД}} - h_s^{\text{НД}}) = 31,6(2897,9 - 2748,5) = 4721,04 \text{ кВт} \quad (3.16)$$

мұндағы $h_s^{\text{НД}} = 2748,5$ кДж/кг - $p_0^{\text{Н.д}}$ қысымындағы қаныққан будың энтальпиясы; жоғары қысымды экономайзер үшін

$$Q_{\text{эк}}^{\text{ВД}} = G_{\text{п}}^{\text{ВД}}(h_0^{\text{ВД}} - h_{\text{эк}}^{\text{ВД}}) = 143,78(2897,9 - 640) = 324640,8 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

Жоғары қысымды буландырғыш үшін:

$$Q_{\text{исп}}^{\text{ВД}} = G_{\text{п}}^{\text{ВД}} \cdot \gamma^{\text{ВД}} = 143,78 * 1142,1 = 163640,08 \text{ кВт}; \quad (3.18)$$

мұндағы $\gamma^{\text{ВД}} = 1142,1$ кДж/кг – жоғары қысымды бу қыздырғыш үшін $p_0^{\text{В.д}}$ қысымы бойынша анықталатын булану жылуы

$$Q_{\text{пп}}^{\text{ВД}} = G_{\text{п}}^{\text{ВД}}(h_0^{\text{ВД}} - h_s^{\text{ВД}}) = 143,78(3312,1 - 2667) = 92429,9 \text{ кВт} \quad (3.19)$$

Тиісті салыстырмалы шамалар

$$Q_{\text{ГПК}} = \frac{Q_{\text{ГПК}}}{Q_{\text{ку}}} = 52201,9 / 535921,5 = 0,097 \quad (3.20)$$

$$Q_{\text{исп}}^{\text{НД}} = \frac{66625,4}{535921,5} = 0,124$$

$$Q_{\text{пп}}^{\text{НД}} = \frac{4721,04}{535921,5} = 0,008$$

$$Q_{\text{эк}}^{\text{БД}} = \frac{324640,8}{535921,5} = 0,6$$

$$Q_{\text{исп}}^{\text{БД}} = \frac{163640,08}{535921,5} = 0,30$$

$$Q_{\text{пп}}^{\text{БД}} = \frac{92429,9}{535921,5} = 0,172$$

3.2 Бу турбинасын шамамен есептеу

Бу турбинасының ішкі салыстырмалы ПӘК-ін есептеу екі кезеңде жуық формулалар бойынша жүргізіледі. Алдымен біз жоғары қысым бөлігінің тиімділігін анықтаймыз $\eta^{\text{БД}}$ (төмен қысымды тізбектен бу ағынымен араласқанға дейін). сондай-ақ араластыру камерасына кіре берістегі бу ағынының параметрлері; содан кейін араластыру камерасындағы бу параметрлері және ішкі салыстырмалы тиімділікті есептейміз $\eta^{\text{БД}}$. төмен қысымды бөліктер (араластыру камерасынан конденсаторға дейін). Бу турбинасы дроссельдік бу таратқышпен аяқталсын. Содан кейін $\eta^{\text{БД}}$ -ны шамамен эмпирикалық формуласы бойынша анықтауға болады:

$$\eta_{oi}^{\text{БД}} = (0,92 - 0,2/(Gv_{\text{ср}}))(1 + (H_0^{\text{гп}} - 7 * 10^4)/2 * 10^4)K_{\text{вл}} \quad (3.21)$$

мұндағы $v_{\text{ср}} = (v_0 v_z)^{0,5}$, $H_0^{\text{БД}} = 830,7$ кДж / кг-жылу айырмашылығы сатылар тобы, $K_{\text{вл}} = 1$ (сатылар тобы қызған бумен жұмыс істейді). H-S диаграммасын қолдана отырып, турбинаға кіре берістегі будың нақты көлемін табыңыз $v_0 = 0,028$ м³/кг және ЖҚБ-нен шығатын будың нақты көлемін табыңыз $v_z = 0,425$ м³/кг; $v_{\text{ср}} = (v_0 v_z)^{0,5} = 0,109$ м³/кг.

Пайдаланылмаған бу шығыны $G_{\text{п}}^{\text{БД}} = 143,78$ кг/с және алдыңғы формула бойынша аламыз:

$$\eta_{oi}^{\text{БД}} = \left(0,92 - \frac{0,2}{143,78 * 0,109}\right) \left(1 + \frac{830,7 - 7 * 10^4}{2} * 10^4\right) = 0,9$$

Пайдаланылған жылу айырмашылығы:

$$H_i^{\text{Б.Д}} = H_0 * \eta_{oi}^{\text{Б.Д}} = 830,7 * 0,9 = 747,6 \quad (3.22)$$

ЖҚБ шығысындағы бу энтальпиясы:

$$H_k^{\text{Б.Д}} = H_o^{\text{Б.Д}} - H_i^{\text{Б.Д}} = 3512,1 - 747,6 = 2764,5 \text{ кДж/кг} \quad (3.23)$$

ТҚБ алдындағы бу энтальпиясы (3.4) формула бойынша анықталады:

$$h_{cm}^{H,D} = (G^{B,D} * h_k^{B,D} + (G^{H,D} - G^D) * h_0^{H,D}) / ((G^{B,D} - G^{H,D}) - G^D) =$$

$$= (143,78 * 2756,1 + (31,6 - 13,21) * 2897,9) / (143,78 + 31,6 - 13,21) =$$

$$= 2772,1 \text{ кДж/кг} \quad (3.24)$$

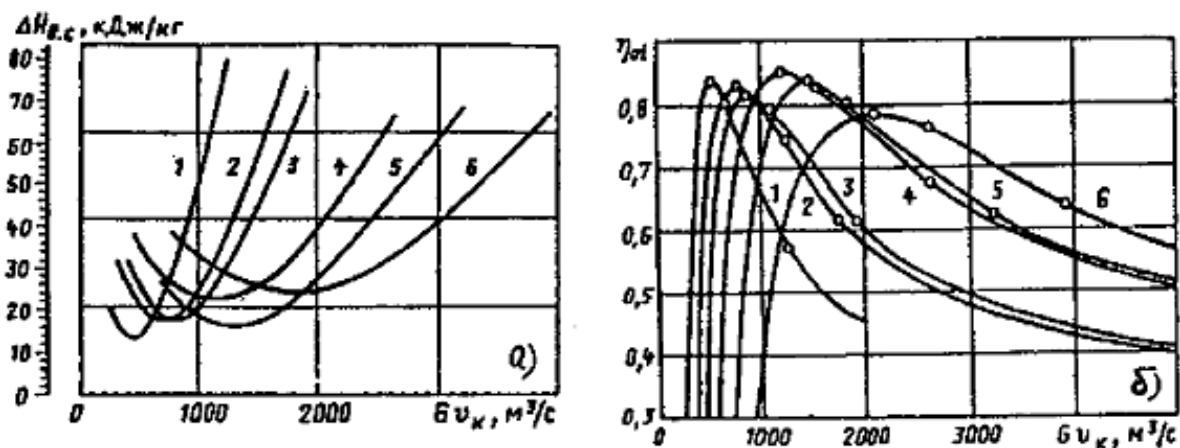
Осылайша, төмен қысымның бір бөлігіне кіретін будың келесі параметрлері бар: $h_0^{cm}=2772,1$ кДж/кг, $p_0^{H,D}=0,5$ МПа, $t_0^{H,D}=160,9$ С
ТҚБ ПӘК есебіне арналған эмпирикалық тәуелділікті пайдаланайық :

$$\eta_{oi}^{H,D} = 0.87(1 + (H_0^{H,D} - 400)/10^4)k_{вл} - \Delta H_{bc}/H_0^{H,D} \quad (3.25)$$

мұнда $H_0^{H,D}=674,9$ кДж/кг - қол жетімді жылу алмасу, ΔH_{bc} - эмпирикалық формула бойынша табуға болатын шығыс жылдамдығын анықтаймыз.

Соңғы саты күрекшесінің ұзындығын анықтаймыз, ол үшін будың көлемді шығынын есептейміз. ТҚБ шығысындағы бу шығыны.

$$G_{\Sigma} = 2(G_{\Pi}^{B,D} + G_{\Pi}^{H,D}) - G^D = (143,78 + 31,6) - 13,21 = 162,17 \text{ кг/с} \quad (3.26)$$



а- G_{vk} тәуелді шығыс жылдамдықтары бар шығындар; б- ΔH_{bc} соңғы сатының ПӘК; 1- $l_z = 550$ мм, $d_k=1350$ мм, 2- $l_z=755$ мм, $d_k=1350$ мм, 3- $l_z = 755$ мм, $d_k=1520$ мм, 4- $l_z = 960$ мм, $d_k=1520$ мм, 5- $l_z = 1000$ мм, $d_k=1800$ мм, 6- $l_z = 1200$ мм, $d_k=1800$ мм (барлығы 50с-1)

3.2-сурет–Стандартты ЛМЗ күрекшелері бар ТҚЦ шығыс сипаттамалары

$P_k=5$ кпа қысымындағы будың меншікті көлемін және ТҚБ-ға кірудегі будың белгілі бастапқы параметрлерін Н - s-диаграмма бойынша анықтауға болады: $v_k=25$ м³/кг. көлемдік ағын $G_v=G_{vk} = 132,8*24 = 3177,7$ м³/с. біз екі бұрандалы ЖҚЦ құрылымын және бір ағынға көлемдік ағынды 1588,8 м³/с қабылдаймыз, графиктер бойынша ұзындығы $L=1000$ мм және түбірлік диаметрі 1,8 м болатын ЛМЗ

өндірісінің стандартты қалақшасын таңдаймыз, ол $\Delta H_{вс}=19$ кДж/кг шығыс жылдамдығымен жоғалтуға сәйкес келеді. Ылғалдың ықпалын есепке алатын коэффициент:

$$K_{вл} = 1 - 0.4(1 - \gamma_{вл})(\gamma_0 + \gamma_z)(H_o^{вл}/H_o^{гр}) \quad (3.27)$$

мұндағы $H_o^{гр}=H_o^{нд}=674,9$ кДж/кг, $H_o^{вл}=309,1$ кДж/кг – ылғалды бу аймағында орналасқан жылу құламасы(h-s - диаграмма бойынша), процестің басындағы ылғалдылық $y_0=0$, кеңейту процесінің соңында біз бірінші жуықтауды қабылдаймыз $y=0,1$; коэффициенті $y_{вл}=0,1$. Бастапқы деректерді пайдалана отырып $y_{вл}=0.97$ қолданамыз.

ТҚЦ ПӘК табамыз:

$$\eta_{oi}^{нд} = 0,87(1 + (674,9 - 400)/10^4)0,984 - 19/674,9 = 0,72$$

Пайдаланылған жылу құламасы:

$$H_i^{нд} = H_o \eta_{oi}^{нд} = 674,9 * 0,72 = 485,9 \text{ кДж/кг} \quad (3.28)$$

Кеңейту процесінің соңында будың энтальпиясы

$$h_k^{нд} = 2769,1 - 485,9 = 2283,2 \text{ кДж/кг} \quad (3.29)$$

H-S диаграммасына сәйкес біз $y=10\%$ бу кеңейту процесінің соңында у ылғалдылығын анықтаймыз.

Бу турбинының ішкі қуаты ;

$$N_i^{п.т} = G^{в.д} H_o^{в.д} \eta_{oi}^{в.д} + (G^{в.д} + G^{нд} - G^д) H_o^{нд} \eta_{oi}^{нд} = 143,78 * 830,7 * 0,9 + (143,78 + 31,6 - 13,21) * 674,9 * 0,72 = 184108,21 \text{ кВт.} \quad (3.30)$$

$$N_o^{п.т} = G^{в.д} H_o^{в.д} + (G^{в.д} + G^{нд} - G^д) H_o^{нд} = 143,78 * 830,7 + (143,78 + 31,6 - 13,21) * 674,9 = 228886,5 \text{ кВт} \quad (3.31)$$

Бу турбинының қуаты салыстырмалы ішкі тиімділігі

$$\eta_{oi}^{п.т} = N_i^{пт} / N_o^{пт} = 184108,21/228886,5 = 0,80 \quad (3.32)$$

3.3 БГҚ экономикалық көрсеткіштерін анықтау

Механикалық тиімділігі $\eta_m=0,99$, электр генераторының тиімділігін таблицадан аламыз $\eta_{э.г}^{пту} = 0.98$

Абсолютті ішкі БТҚ-ның ПӘК:

$$\eta_i^{\text{пту}} = N_i / Q_{\text{кы}} = 184108,21 / 535921,5 = 0,34 \quad (3.33)$$

Абсолютті электрлік пәк:

$$\eta_{\text{э}}^{\text{псу}} = \eta_i^{\text{пту}} \eta_{\text{кы}} \eta_{\text{м}} \eta_{\text{эГ}} = 0,34 * 0,8 * 0,99 * 0,98 = 0,26 \quad (3.34)$$

БГҚ электр қуаты:

$$N_{\text{э}}^{\text{пгу}} = N_{\text{э}}^{\text{гту}} + N_i^{\text{пт}} \eta_{\text{м}} \eta_{\text{эГ}} = 375 + 184,108 * 0,99 * 0,98 = 553,62 \text{ МВт}; \quad (3.35)$$

ГТҚ жану камерасына берілетін жылу:

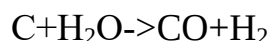
$$Q_{\text{кс}} = N_{\text{э}}^{\text{гту}} / \eta_{\text{э}}^{\text{гту}} = 375 / 0,4 = 937,5 \text{ МВт} \quad (3.36)$$

Абсолютті электрлік БГҚ-ның ПӘК:

$$\eta_{\text{э}}^{\text{пгу}} = N_{\text{э}}^{\text{пгу}} / Q_{\text{кс}} = 553,6 / 937,5 = 0,59 \quad (3.37)$$

3.4 Газдандыру реакторын есептеу

Реакторда реакция теңдеуіне сәйкес көмірді бумен газдандырудың аллотермиялық процесі (сырттан реакциялық аймаққа жылу берумен) болжанады :



1 кг көмірге арналған энергия балансының теңдеуі:

$$q_R + Q_C * C_C + \frac{\mu_{\text{H}_2\text{O}}}{\mu_C} * C_C * h_{\text{П}} = Q_{\text{CO}} * \frac{\mu_{\text{CO}}}{\mu_C} * C_C + Q_{\text{H}} * \frac{\mu_{\text{H}_2}}{\mu_C} * C_C + q_{\text{ф}} \quad (3.38)$$

Жану жылуы:

$$Q_{\text{C}} = 32,7 \text{ МДж/кг};$$

$$Q_{\text{CO}} = 10 \text{ МДж/кг}$$

$$Q_{\text{H}} = 120 \text{ МДж/кг}$$

$h_{\text{П}} = h_0 = 3512,1 \text{ кДж/кг}$ -газдандыру процесі үшін реакторға берілетін будың энтальпиясы

Тиісті заттардың молекулалық массасы:

$$\mu_{H_2O} = 36 \text{ г/моль};$$

$$\mu_{CO} = 28 \text{ г/моль};$$

$$\mu_C = 12 \text{ г/моль};$$

$$\mu_{H_2} = 2 \text{ г/моль};$$

$C_{CT} = 1,61 \text{ кДж/кг}$ – синтез-газдың изобарлық жылу сыйымдылығы;

$C_C = 0,448$ – көміртектің массалық үлесі;

$$t_{CT} = 1273 \text{ C}$$

Синтез-газдың, МДж / кг көмірдің физикалық жылуын анықтаймыз:

$$q_{\phi} = C_C * \left(\frac{\mu_{CO}}{\mu_C} + \frac{\mu_{H_2}}{\mu_C} \right) * C_{CT} * t_{CT} * K^{-1} \quad (3.40)$$

$$q_{\phi} = 2,29 \text{ МДж/кг}$$

Аллометриялық үдерістің көмірдің жылуы, МДж/кг көмір:

$$q_R = (Q_{CO} * \frac{\mu_{CO}}{\mu_C} * C_C + Q_H * \frac{\mu_{H_2}}{\mu_C} * C_C + q_{\phi}) - Q_C * C_C + \frac{\mu_{H_2O}}{\mu_C} * C_C * h_{\Pi} \quad (3.41)$$

$$q_R = 2,34 \text{ МДж/кг.}$$

Жоғары күлді тазалау кезіндегі синтез-газдың жану жылуы, МДж / кг:

$$Q_{CT} = \frac{Q_{CO} * \frac{\mu_{CO}}{\mu_C} * C_C + Q_H * \frac{\mu_{H_2}}{\mu_C} * C_C + q_{\phi}}{\frac{\mu_{CO}}{\mu_C} * C_C + \frac{\mu_{H_2}}{\mu_C} * C_C} \quad (3.42)$$

$$Q_{CT} = 19,38 \text{ МДж/кг}$$

Реакторға синтез-газдың меншікті шығыны:

$$\alpha_{CT.p} = \frac{q_R}{Q_{CT}}$$

$$\alpha_{CT.p} = 0,12$$

ГТҚ-ға синтез-газдың меншікті шығыны:

$\alpha_{CT.p} = 0,2$ – меншікті қажеттіліктерге синтезделген газдың нақты шығыны.

$$\alpha_{\text{сг.гту}} = C_{\text{с}} * \left(\frac{\mu_{\text{CO}}}{\mu_{\text{с}}} + \frac{\mu_{\text{H}_2}}{\mu_{\text{с}}} \right) * \alpha_{\text{сг.р}} * \alpha_{\text{сг.г}} \quad (3.43)$$

$$\alpha_{\text{сг.гту}} = 0.8$$

ГТҚ-ға синтез-газдың мөлшері, кг/с:

$$m_{\text{сг.гту}} = \frac{Q_{\text{э.г}}}{Q_{\text{сг}}}$$

$$m_{\text{сг.гту}} = 48,37 \text{ кг/с}$$

Реакторға көмір мөлшері:

$$B = (1 + \alpha_{\text{сг.п}}) * m_{\text{сг.гту}} = 60,51 \text{ кг/с} \quad (3.44)$$

Онда газдандыру реакторын (реакторға жұмсалатын энергетикалық шығындарды) ескере отырып, БГҚ ПӘК-і:

$$\eta_{\text{э}}^{\text{пгу}} = N_{\text{э}}^{\text{пгу}} / (Q_{\text{сг}} * B) = 553,6 / (19,38 * 60,51) * 100\% = 47,2\% \quad (3.45)$$

4 Экономикалық бөлім

Дипломдық жобаның осы бөлімінде К-550 БГҚ есебі, сондай-ақ БГҚ-ын электрмен жабдықтау көзі ретінде пайдалану тиімділігі көрсетілген.

Электр энергиясын өндірудің жылдық көлемі: $\mathcal{E}_B=4047$ млн. кВт сағ;
Бу-газ қондырғысы тек негізгі жүктеме режимінде жұмыс істейді, содан кейін, белгіленген қуатты пайдалану сағаттарының саны: $T_M=7320$ сағат
Электр энергиясының бір кВт*сағ өндіруге жұмсалатын отынның үлестік шығысы: $b_g=700$ гут/ кВт сағ-газдандыру реакторына жұмсалатын көмір шығысы (осы шығынның 20% - ын газдандыру реакторының меншікті мұқтаждары құрайды)

Отынның жылу шығару қабілеті $Q_p = 4150$ ккал/кг

Отын бағасы $C_T=1300$ теңге /т;

4.1 БГҚ жылдық энергия шығынын анықтау

Электр станцияларының жұмысы кезінде өндірілетін энергияның бір бөлігі станциялардың жеке қажеттіліктеріне жұмсалады. Бұл жағдайда біз станциялардың жеке қажеттіліктеріне электр энергиясын тұтыну мөлшерін 5% қабылдаймыз, өйткені меншікті қажеттіліктерге негізгі шығындар газдандыру реакторына жатады. Бұл шығындар бастапқыда салынған газдандыру реакторына табиғи отын шығыны (20% құрайды). Электр энергиясын жылдық босату :

$$\mathcal{E}_{жб} = \mathcal{E}_{жө} * (1 - \mathcal{E}_{сн}) = 4047 * (1 - 0,05) = 3844 \text{ млн. кВтсағ}, \quad (4.1)$$

$\mathcal{E}_{жө}$ -электр энергиясының жылдық өндірісі. Отын шығындарын анықтау: Электр энергиясын өндіруге жұмсалатын отынның жылдық шығысы:

$$B_g = \mathcal{E}_B * b_g = 4047 * 700 = 2832,9 \text{ мың. т}, \quad (4.2)$$

БГҚ отын шығынының жиыны мыналарды құрайды

$$B_y = B_g = 2832,9 \text{ мың. т} \quad (4.3)$$

Жанармайға ақы төлеу және оны тасымалдау шығындары табиғи отын бойынша жүзеге асырылатындықтан, алынған шығын мөлшері отынды табиғи отынға ауыстыру қажет.

Табиғи отын шығыны:

$$B_n = B_y * K_n = 2832,9(4150/7000) = 1671,4 \text{ мың. т} \quad (4.4)$$

1 тнт қатты отынды тасымалдауға арналған шығындар :

$$\Pi_{\text{тр}} = R(0,8 - 1,0) = 150 * 1,1 = 165 \text{теңге/тн.} \quad (4.5)$$

Отын шығындарының құрамдас бөлігі анықталады

$$И_{\text{т}} = B_{\text{н}} * (\Pi_{\text{т}} + \Pi_{\text{тр}}) = 1671,4 * (1300 + 165) = 2448,015 \text{млн. теңге} \quad (4.6)$$

4.2 Отынды пайдалану пәк есептеу

Отынның пайдалы пайдалану коэффициенті электр энергиясының өз мұқтаждарына жұмсалуды ескере отырып анықталады:

$$\text{КПД}_{\text{э}} = 123: b_{\text{э}} * 100\% = 123: 700 * 100\% = 17,5\% \quad (4.7)$$

Станция отынды пайдалану коэффициенті

$\text{КПД} = 0,86 * \text{Э}_{\text{ог}} / (7 * B) * 100\% = 0,86 * 3844 / (7 * 2832,9) = 16,67 \%$, мұнда 0,86-электр энергиясын жылуға аудару коэффициенті; 7-шартты отынның жылу шығару қабілеті, 7000 ккал/кг.

4.3 Су шығындарын есептеу

БГҚ-дағы су турбиналардың конденсаторларында буды салқындатуға, жылуландыру жүйесін толықтыруға, генераторлар мен трансформаторларды салқындатуға, гидрокүлді жоюға және т. б. жұмсалады.

$$З_{\text{в}} = \text{Э}_{\text{в}} * 0,12 = 4047 * 0,12 = 485,6 \text{ млн. теңге} \quad (4.8)$$

4.4 Жалақы шығындарын есептеу

Бір бап бойынша энергия өндірудің технологиялық процесіне тікелей қатысатын өндірістік жұмысшылардың негізгі жалақысы жоспарланады және ескеріледі. Негізгі жалақыға жұмыс істеген уақытқа байланысты төлемдер (тарифтік мөлшерлемелер мен лауазымдық жалақылар, жұмысшылардың сыйлықақылары, мереке және түнгі уақыттағы жұмыс үшін қосымша ақы, жалақыға аудандық коэффициенттер және т.б.) жатады.

Станцияның белгіленген электр қуатының 1 МВт-қа қанша персоналдың келетінін көрсететін штаттық коэффициент арқылы анықтауға болады.

Станцияның белгіленген электр қуаты белгіленген қуатты пайдалану сағаттарының ең көп саны және электр энергиясын жылдық өндіру арқылы анықталады, яғни

$$N_y = \Theta_b / T_m = 4047 / 7,320 = 552,8 \text{ МВт} \quad (4.9)$$

Станция персоналының саны

$$\text{ЧП} = K_{\text{ш}} * N_y = 1,3 * 552,8 = 718 \text{ адам} \quad (4.10)$$

Жалақының жалпы қорына мыналар кіреді:

- негізгі жалақы, оған энергия өндірудің технологиялық процесінде жұмыс істейтін қызметкерлердің жалақысы кіреді және жұмыс істеген уақытқа байланысты төлемдер (тарифтік мөлшерлемелер мен лауазымдық айлықақылар, жалақы қорынан жұмысшыларға сыйлықақылар, мереке күндері мен түнгі уақыттағы жұмысы үшін қосымша ақы және т. б.) кіреді.

$$I_{\text{зпо}} = 800 * 718 / 1000 = 574,4 \text{ млн. теңге/жыл;} \quad (4.11)$$

- қосымша жалақы жұмыс уақытына байланысты емес төлемдерді қамтиды (мемлекеттік міндеттерді орындау уақытында кезекті, қосымша және оқу демалыстарын төлеу және т. б.)

$$I_{\text{зпд}} = 574,4 * 0,1 = 57,44 \text{ млн. теңге/жыл;} \quad (4.12)$$

- жалақыға есептеулер әлеуметтік салыққа аударымдарды қамтиды-10% зейнетақы қорына тағайындау-10%.

$$I_{\text{зпн}} = (574,4 + 57,44) * 0,2 = 126,36 \text{ млн. теңге.} \quad (4.13)$$

Жалақының жалпы қорын анықтау формуласы келесідей болады

$$I_{\text{зп}} = I_{\text{зпо}} + I_{\text{зпд}} + I_{\text{зпн}} = 574,4 + 57,44 + 126,36 = 758,2 \text{ млн. тең.} \quad (4.14)$$

4.5 Амортизациялық аударымдарды есептеу

Амортизациялық аударымдар-олардың тозуын өтеу үшін негізгі қорлар құнының бір бөлігінің аударымдары. Амортизациялық аударымдар өндіріс немесе айналым шығыстарына қосылады. Белгіленген нормалар мен амортизация есептелетін негізгі қорлардың баланстық құны негізінде коммерциялық ұйымдар негізінде жүргізеді. Амортизациялық аударымдар негізгі қорлар объектісінің баланстық құнына қатысты белгілі бір нормалар бойынша жүргізіледі.

Амортизация кезеңін табу үшін амортизация нормасына 100 бөлу керек. Амортизация нормасы-бұл негізгі құралдардың тозған бөлігінің құнын өтеудің белгіленген жылдық пайызы. Амортизацияның шекті нормалары Қазақстан Республикасы Президентінің 24.04.95 ж. №2235 Заң күші бар Жарлығына сәйкес белгіленеді, одан жоғары амортизация нормасын пайдалануға болмайды.

Негізгі өндірістік қорлардың (күрделі салымдардың) құнын анықтау үшін алдын ала есеп айырысуларды жүргізу кезінде.) ТМД елдерінде және шет елдерде $K_{уд}$ үлестік капитал салымдарының көрсеткіші кеңінен қолданылады. Оның мәні, тіпті бір типтегі станциялар үшін де, блоктардың қуатына, олардың санына, пайдаланылатын отын түріне және экологиялық талаптарға байланысты кең ауқымда болады. Есептеулерде БГҚ үшін $K_{уд}$ шамасын 550 МВт -750\$/кВт белгіленген қуатпен қабылдаймыз, газдандыру реакторының, 2 турбинаның және т.б. болуына байланысты АҚШ долларының құнын 447,5 теңге есебінен қабылдаймыз.

$$K_{уд} = 750\$/кВт$$

$$K = K_{уд} * N_y = 750 * 447,5 * 552,8 * 1000 = 185533,5 \text{ млн. теңге.} \quad (4.15)$$

Орташа алғанда, блоктар мен тұтастай станцияның қуатына, тұтынылатын отын түріне байланысты амортизация нормасы 6-8% шегінде болады. Амортизациялық аударымдардың нормаларын ірілендірілген есептеулерді жүргізу үшін K шамасынан 6% мөлшерінде

$$I_{ao} = 0,06 * K = 0,06 * 185533,5 = 11132 \text{ млн. теңге.} \quad (4.16)$$

4.6 Ағымдағы жөндеуді жүргізуге арналған шығындарды есептеу

Шығындардың бұл құрамдас бөлігі, өндірістік жабдыққа ағымдағы жөндеу жүргізу шығындарынан басқа, техникалық байқау және жабдықты жұмыс жағдайында ұстау (сүрту және майлау материалдары) шығындары да кіреді және мынадай мөлшерде анықталады.

$$I_{рем} = 0,15 * I_{ao} = 0,15 * 11132 = 1669,8 \text{ млн. теңге.} \quad (4.17)$$

4.7 Шығарындылар үшін төлемақыны есептеу

Зиянды заттардың шығарындылары үшін төлем мөлшері шығарындылардың көлеміне байланысты, олар өз кезегінде жағылатын отынның түріне (көмір, газ, мазут), оның мөлшері мен зиянды заттарды ұстау тәсіліне (электр сүзгілері, эмульгаторлар және т.б.) байланысты болады. Біздің жағдайда шығарындылар үшін төлем мөлшері Қарағанды қоңыр көмірін жағу кезіндегі дәстүрлі мәннен ерекшеленеді, өйткені БГҚ құрылысы, тіпті газдандыру реакторын ескере отырып, зиянды шығарындылар санын айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді. Сондықтан біз 40тг/тнт шығарындылары үшін төлемнің нақты мөлшерін қабылдаймыз

$$I_{\text{выб}} = 40 * V_{\text{н}} = 40 * 1671,4 = 66,85 \text{ млн. теңге.} \quad (4.18)$$

4.8 Жалпы станциялық және цехтық шығыстарды есептеу

Бұл құрамдас бөлік әкімшілік басқару (жалақы, кеңсе, іссапар), жалпы өндіріс (техникалық қызмет көрсету, амортизация, жалпы станциялық құралдарды ағымдағы жөндеу, тестілеу, зерттеу, рационализация және еңбекті қорғау), мақсатты шығындарға аударымдар (техникалық насихат, жоғары ұйымдарды ұстау), шеберханаларға қызмет көрсету және басқару (шеберхананы басқару жалақысы, ғимараттарды ұстау және ағымдағы жөндеу бойынша амортизация және шығындар, еңбекті қорғау бойынша шығыстар).

Кеңейтілген есептеулер үшін формуланы қолдануға болады

$$I_{\text{общ}} = 0,2 * (I_{\text{ао}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{рем}}) = 0,2 * (11132 + 758,2 + 1669,8) = 2712 \text{ млн. теңге} \quad (4.19)$$

4.9 Энергияны босатудың өзіндік құнын есептеу

БГҚ тек электр энергиясын өндіретіндіктен, шығындарды бөлу коэффициенті:

$$K_p = 1$$

бұл электр энергиясын босатуға қанша отын жұмсалғанын (бірліктен немесе % - дан) көрсетеді,

4.1-кесте-Электр және жылу энергиясын өндіруге арналған шығындардың құрамдас бөліктері

Шығындардың құрамдас бөліктері	И _э ,эл.энергия,млн.теңге
Отын, И _т	2448,015
Су, И _в	485.6
Жалақы қоры, И _{зв}	758.2
Амортизациялық аударымдар, И _{ао}	11132
Жөндеу, И _р	1669,8
Общестанционные, И _{об}	2712
Шығарындылар үшін төлем, И _{выб}	66,85
Шығындар жиыны	19272,4

Электр энергиясын босатудың өзіндік құны

$$S_э = (И_т + И_в + И_{зп} + И_{ао} + И_р + И_{об} + И_{выб}) / Э_{от} = 19272,4 / 3844 = 5,01 \text{ тг/кВтсағ} \quad (4.20)$$

4.10 БГК құрылысын және пайдаланылуын экономикалық бағалау

Шешім қабылдаудың алдын-ала кезеңдерінде ЖЭС құрылысы мен жұмысын экономикалық бағалау, әдетте, бизнес-жоспар құру негізінде жасалады, ал оң нәтиже болған жағдайда инвестициялық жоба жасалады. Бұл уақыт бойынша ақша құнының өзгеруін және жобаны іске асыруға жұмсалатын шығындардың бүкіл кешенін ескеретін техникалық-экономикалық шешімдер қабылдауды бағалаудың қазіргі заманғы әдісі: перспективаға арналған бағалар мен баға саясаты; өнімді өткізу көлемі; жобаны іске асырудан түсетін кіріс пен пайда; кредитті қайтаруға кететін пайданың бір бөлігі; кәсіпорын несие алатын банктің пайыздық мөлшерлемесі; несие мерзімі.Ірі энергетикалық объектілерді салу мен пайдалануды қаржылық-экономикалық бағалаудың күрделілігі инвестициялардың бірнеше сатыда түсетіндігімен байланысты және жобаны іске асырудан нәтижелерді алу мерзімінің ұзақтығы орын алады. Мұндай операциялардың ұзақтығы инвестицияларды бағалаудың белгісіздігіне және қателіктер қаупіне әкеледі. Сондықтан іс жүзінде жобалардың қателіктерін азайту үшін инвестициялық жобаларды бағалау әдістері қолданылады.

Кіріспеде айтылғандай, дамыған елдерде электр станциялары сияқты ірі нысандардың құрылысы, әдетте, стратегиялық нысандарды бақылауға мүмкіндік беретін мемлекеттің басым қаржылық және құқықтық қолдауымен жүзеге

асырылады. Ақшаның қалған бөлігі көбінесе жеңілдетілген несиені пайдаланатын акционерлік қоғамдарды құру арқылы қамтамасыз етіледі.

Осылайша, "Энергоинвест" АҚ банктен жеңілдікті кредитке алатын I_0 инвестицияларының көлемі (11%) БГҚ құрылысына жұмсалатын жиынтық инвестициялардың 10% - ын және жиынтық пайдалану шығыстарының 40% - ын құрайтын болады. Осылайша:

$$I_0 = 0.1 * K + 0.4 * Z = 0,1 * 185533,5 + 0,4 * 19272,4 = 26262,31 \text{ млн. теңге} \quad (4.21)$$

Инвестициялық жобаны бағалау кезінде тек төрт көрсеткіш қолданылатыны белгілі:

I_0 -бастапқы инвестициялар;

CF-кредитті қайтаруға бағытталған ақша ағыны;

r - кредит бойынша банктің пайыздық мөлшерлемесі (11%);

N - несиенің күнтізбелік жылы.

Жобаларды әзірлеу және талдау кезінде несиені қайтаруға бағытталған пайда мен CF ақша ағынын есептеу ең қиын болып табылады. Біздің БГҚ-нан электр энергиясына босату тарифінің 25% рентабельділігі болады, яғни ағымдағы жоба үшін

$$T_{03} = S_3 * 1,25 = 5,01 * 1,25 = 6,26 \text{ теңге/кВтсағ}, \quad (4.22)$$

КЭС-тен электр энергиясын өткізуден түсетін кіріс мынаны құрайды:

$$D = T_{03} * Z_{от} = 6,26 * 3844 = 24063,44 \text{ млн. теңге}, \quad (4.23)$$

ал жиынтық шығындар өрнек бойынша анықталады:

$$Z = S_3 * Z_в = 5,01 * 4047 = 20275,47 \text{ млн. теңге}. \quad (4.24)$$

Олардың арасындағы айырмашылық пайда әкеледі:

$$PR = D - Z = 24063,44 - 20275,47 = 3787,97 \text{ млн. теңге}. \quad (4.25)$$

Табыс салығын төлегеннен кейін 30% мөлшерінде таза пайда болады:

$$ЧП = PR * (1 - 0,2) = 3787,97 * (1 - 0,2) = 3030,37 \text{ млн. теңге}. \quad (4.26)$$

ол толығымен банкке несиені қайтаруға жұмсалады, яғни бұл CF ақша ағыны болады.

4.11 NPV таза ағымдағы құнын анықтау әдісі

Бұл инвестициялық жобаны іске асыру нәтижесінде компанияның қандай құндылыққа ие болатындығын көрсететін және анықталатын инвестицияларды талдау әдісі

$$NPV = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \frac{CF_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} + I_0 = \sum_1^n \frac{CF_n}{(1+r)^n} - I_0 \quad (4.27)$$

r=0,11

4.2-кесте-NPV есептеу

NPV таза ағымдағы құнын анықтау әдісі				
Жыл	CF	R11	PV11	NPV
0	-26262	1	-26262	-26262
1	3030,4	0,9	2758,7	-23504
2	3030,4	0,81	2784,7	-20719
3	3030,4	0,73	2808,1	-17911
4	3030,4	0,66	2828,6	-15082
5	3030,4	0,59	2849,4	-12233
6	3030,4	0,53	2867,3	-9366
7	3030,4	0,48	2882,3	-6483
8	3030,4	0,43	2897,4	-3586
9	3030,4	0,39	2909,5	-676,3
10	3030,4	0,35	2921,6	2245,2

NPV есептеу бірінші оң PV мәніне дейін жүреді. Нәтижесінде біз оныншы жылы жобаның өтелімділігін аламыз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Электр станцияларында қатты отынды газификациялау қолдану бірнеше міндеттерді шешуге мүмкіндік береді, олардың ең бастысы:

– экологиялық таза энергетикалық отын-газ алу, оны жағу атмосфераның, топырақтың және су айдындарының зиянды шығарындылармен ластануын іс жүзінде жояды, негізгі парниктік газ-көмірқышқыл газының шығарылуын төмендетеді;

- тазартылған генераторлық газбен жұмыс істейтін бу-газ қондырғыларын жылу схемасына қосу арқылы ЖЭС-тің энергетикалық тиімділігін едәуір (50% - ға дейін және одан да көп) арттыру мүмкіндігі;

- төмен сұрыпты отындарды ЖЭС-те пайдалану ауқымы мен ауқымын кеңейту.

Дипломдық жобада қуаттылығы 550 МВт болатын БГҚ ұсынылған жобасы ҚР саласының стратегиялық бағдарламасы болып табылатын бірнеше жылға дейінгі электр энергетикасын дамыту бағдарламасы негізінде жобалануда. Қазіргі уақытта БГҚ жұмысын тек газбен ғана емес, көмір сияқты қатты отынмен де жүзеге асыруға болады. Қазақстанның оңтүстік аймағында табиғи газ қоры көп болмағандықтан көмірде ішкі циклді газификациялауға жүгіну қажет болып табылады.

Көмір өндірудің қарқыны сақталған кезде (жылына 115,6 млн.т), Қазақстанда барланған қорлардың өзі тағы бірнеше ғасырға жетеді.

Газ турбина есебі қарастырылып, бу қондырғысының есебі жүргізіліп, қазандық утилизатор есебі есептеліп, анықталды. Газдандыру реакторын есептеу БГҚ негізінде 2 контурлы кәдеге жаратушы қазандықпен жүргізілді. Газдандыру реакторын ескере отырып, БГҚ ПӘК (реакторға жұмсалатын энергетикалық шығындар) 47,2% - ға тең болды, бұл дәстүрлі станциялардың ПӘК-нен біршама жоғары.

Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде станция құрылысының бизнес-жоспары жасалды. Жобаның өтелімділігінің ұзақ мерзімі бар (NPV әдісі бойынша 10 жыл). Қазақстан Республикасы Энергетика және минералдық ресурстар Министрлігі бекіткен "энергия өндіруші ұйымдардың электр энергиясына шекті тарифтері туралы" статистикаға сәйкес Оңтүстік Қазақстанда электр энергиясына базалық тариф жыл сайын шамамен 8% - ға ұлғаяды.

ПАЙДАЛАНЫЛҖАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Стационарные газотурбинные установки / Л.В. Арсеньев, В.Г. Тырышкин, И.А. Богов и др. Под ред. Л.В. Арсеньева и В.Г. Тырышкина. Л.: Машиностроение, 1989.
- 2 С.Л Ривкин. Теплофизические свойства воды и водяного пара.
- 3 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,
- 4 В.С. Варварский, В.Б. Грибов, Е.Н.Прутковский. Парогазовая ТЭЦ с внутрицикловой газификацией твердого топлива// Теплоэнергетика, 2003.
- 5 Альтшулер В.С. Современное состояние и развитие технологии газификации твердого топлива // Химическая технология. – 1985.
- 6 Ольховский Г.Г. Парогазовые установки с газификацией угля (аналитический обзор). // М:ВТИ, 2007
- 7 Щегляев А.В. Паровые турбины М.: Энергоатомиздат, 1993.
- 8 Степанов С.Г. Газификация угля. Тенденция развития, инженерные решения, новый принцип // Ресурсы России. 2002.
- 9 Разработка отечественной ПГУ с внутрицикловой газификацией топлива. / Г.Г.Ольховский, С.И.Сучков, А.Н. Епихин и др.Теплоэнергетика.
- 10 Паровые и газовые турбины для электростанций: Учебник для ВУЗов / Под ред. А. Г. Костюка. – М.: МЭИ, 2016.

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

Айтбекова Шапағат Болатбекқызы
(аты-жөні)
5B071700 - Жылу энергетика мамандығы бойынша
(мамандығы)

Ішкі циклді газификациясы бар ЖЭС салудың жобасы
(дипломдық жобаның тақырыбы)
тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Бұл дипломдық жобада қуаттылығы 550 МВт болатын БГҚ ұсынылған жобасы ҚР саласының стратегиялық бағдарламасы болып табылатын бірнеше жылға дейінгі электр энергетикасын дамыту бағдарламасы негізінде жобаланған. Кіріспе дипломдық жоба тақырыбына қатысты ғылыми деректерге шолу жасалынып, тақырыптың өзектілігі мен негізгі мақсаты айқындалған. Қазіргі уақытта БГҚ жұмысын тек газбен ғана емес, көмір сияқты қатты отынмен де жүзеге асыруға болатындығы дәлелденген.

Содан кейін есептік бөлімі жүргізіледі. Есептік бөлімде ГТҚ, БГҚ және БТҚ есебі қарастырылды. Газ турбина есебі қарастырылып, бу қондырғысының есебі жүргізіліп, қазандық утилизатор есебі есептелінген.

Экономикалық бөлімінде, экономикалық тиімділік жоспары қарастырылған. Осы бөлімде қайта құру жүргізіліп, қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділігі анықталды. Қайта құрастырудан кейін үнемдеу жағынан жылдық тиімділік жоғарылаған. Капиталды салудың өтімділік уақыттық мерзімі 10 жылға ие болған.

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «Жылу энергетикасы» мамандығы бойынша түлегі Айтбекова Шапағат аталған мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 95%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші
«Энергетика» кафедрасының
қауымдастырылған профессорын, PhD



Е.А.Сарсенбаев

«18» мамыр 2022 жыл

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

Айтбекова Шапағат Болатбекқызы
(аты-жөні)

5B071700 - Жылу энергетика мамандығы бойынша
(мамандығы)

Ішкі циклді газификациясы бар ЖЭС салудың жобасы
(дипломдық жобаның тақырыбы)
тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН – ПІКІР

Бұл дипломдық жобада қуаттылығы 550 МВт болатын БГҚ ұсынылған жобасы ҚР саласының стратегиялық бағдарламасы болып табылатын бірнеше жылға дейінгі электр энергетикасын дамыту бағдарламасы негізінде жобаланған. Қазіргі уақытта БГҚ жұмысын тек газбен ғана емес, көмір сияқты қатты отынмен де жүзеге асыруға болатындығы дәлелденген.

Г
аз турбина есебі қарастырылып, бу қондырғысының есебі жүргізіліп, қазандық утилизатор есебі есептелінген. Газдандыру реакторын есептеу БГҚ негізінде 2 контурлы кәдеге жаратушы қазандықпен жүргізілген. Газдандыру реакторын ескере отырып, БГҚ ПӘК (реакторға жұмсалатын энергетикалық шығындар) 47,2% - ға тең болған.

Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде станция құрылысының бизнес-жоспары жасалынған, экономикалық тиімділік жоспары қарастырылған. Жобаның өтелімділігінің ұзақ мерзімі NPV әдісі бойынша ұсынылатын жоба 10 жылда ақталатыны көрсетілген.

Жоба бойынша ескерту:

Пайдаланған әдебиеттер тізімін толықтыру қажет болып табылады. Ұсынылған жоба тиімді болып табылады. Мәліметтер жеткілікті. Есеп қарастырылған.

Жұмысты бағалау

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «Жылу энергетикасы» мамандығы бойынша түлегі Айтбекова Шапағат аталған мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 95%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші
«Логистика және көлік академиясы»
«Энергетика» кафедрасының
қауымдастырылған профессоры



[Signature]

Б. Онгар

ҚОЛЫ

2022 жыл

Ф КазННТУ 706-17. Рецензия

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

[Signature]
Мехметов И.С.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Айтбекова Шапагат Болатбеккызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ішкі циклді газификациясы бар ЖЭС салудың жобасы

Научный руководитель: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 9.6

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 9

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 и не имеет признаков плагиата. Рекомендуется к защите.*

Дата

18-05-2022



проверяющий эксперт

Н.Р. Қызматқалиев Е.А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Айтбекова Шапагат Болатбеккызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ішкі циклді газификациясы бар ЖЭС салудын жобасы

Научный руководитель: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 9.6

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 0

Белые Знаки: 9

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

Сарсенбаев Е.А.

