

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

Кабдусалымова Эльнара Аскаровна

Электр және жылу энергиясын өндіру мүмкіндігі бар қоқыс шығаратын
зауыттың жобасы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071700 – Жылу энергетикасы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассоциирленген

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«29» мамыр 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Электр және жылу энергиясын өндіру мүмкіндігі бар қоқыс шығаратын зауыттың жобасы»

5B071700 - «Жылуэнергетика»

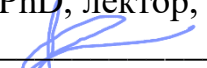
Орындаған:



Кабдусалымова Э.А.

Ғылыми жетекші

PhD, лектор, ассоц.профессор

 Д.Р. Умышев

(колтанбасы)

«25» мамыр 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5B071700 – Жылуэнергетикасы мамандығы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассоциирленген

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«27» қаңтар 2020 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға

ТАПСЫРМА

Студент Кабдусалымова Э.А.

Тақырыбы «Электр және жылу энергиясын өндіру мүмкіндігі бар қоқыс шығаратын зауыттың жобасы»

Университет ректорының 2020 ж. «27» қаңтарындағы №762-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «4» маусым 2020 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Негізгі бөлім;

ә) Арнайы бөлім;

б) Еңбек қорғау бөлімі;

в) Экономика бөлімі

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы.

Изд.2, испр. 2006. 592 с.

2 Эстеркин Р.И., Котельные установки. Курсовое и дипломное

проектирование: Учеб. Пособ. Для техникумов. –Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 с.

3 Трухний А.Д., Петрунин С.В. Расчет тепловых схем парогазовых установок






утилизационного типа: Методическое пособие по курсу «Энергетические установки». –М.: Издательство МЭИ, 2001. – 24с.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	19.02.2020	жоқ
Арнайы бөлім	13.03.2020	жоқ
Еңбек қорғау бөлімі	25.04.2020	жоқ
Экономика бөлімі	08.05.2020	жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Умышев Д.Р., PhD, қауымдастырылған профессор	28.03.2020	
Арнайы бөлім	Умышев Д.Р., PhD, қауымдастырылған профессор	10.05.2020	
Еңбек қорғау бөлімі	Умышев Д.Р., PhD, қауымдастырылған профессор	15.05.2020	
Экономика бөлімі	Умышев Д.Р., PhD, қауымдастырылған профессор	20.05.2020	
Норма бақылау	Бердибеков А.О., сеньор - лектор	24.05.2020	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

/Д.Р. Умышев/

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

/Э.А. Кабдусалымова/

Күні «28» қаңтар 2020 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде Қазақстанның Алматы облысы үшін электр мен жылу энергиясын өндіретін қоқысты өңдеуге арналған әлеуетті қондырғы қарастырылды. Жылу электр станциясында электр және жылу энергиясын алу үшін қатты тұрмыстық қалдықтарды жағу арқылы кәдеге жарату мәселесін қарастырамын.

Арнайы бөлімде қазандық қондырғының жылу есебі қарастырылды. Жану өнімдерінің көлеміне, энтальпиясына, есептік жылу балансына және отын шығынына есептеу жүргізіледі.

Еңбек қорғау бөлімінде өрт қауіпсіздігінің қағидалары қарастырылды.

Экономика бөлімінде зиянды шығындылар мен өзін-өзі ақтау мерзімі анықталған. Талдау көрсеткендей, мұндай станция 15 жыл ішінде мемлекеттің субсидиялануын есепке ала отырып, өзін-өзі ақтай алады. Мақалада қоқыстарды жағу кезінде пайда болатын зиянды заттарды талдау және оларды шығарғаны үшін төлем келтірілген. Талдау көрсеткендей, егер газ ұстау жүйесін пайдаланбаса, қоқыстарды жағу экология тұрғысынан өте қауіпті болып табылады.

АННОТАЦИЯ

В основной части дипломной работы рассмотрены потенциальные установки для обработки мусора, производящих электрическую и тепловую энергию для Алматинской области Казахстана. Для получения электрической и тепловой энергии на теплоэлектростанции предусмотрен вопрос утилизации твердых бытовых отходов путем сжигания.

В специальной части был рассмотрен тепловой расчет котельной установки. Произведен расчет количества продуктов горения, энтальпии, расчетного теплового баланса и расхода топлива.

В разделе охраны труда предусмотрены правила пожарной безопасности.

В экономический части определены вредные выбросы и сроки окупаемости. Анализ показал, что такая станция может окупать себя в течение 15 лет с учетом субсидирования государства. В статье приводится анализ вредных веществ, образующихся при сжигании мусора, и плата за их вывоз. Анализ показывает, что сжигание мусора является крайне опасным с точки зрения экологии, если не используется газоудаление.

THE SUMMARY

In the main part of the diplom, potential waste treatment plants producing electrical and thermal energy for the Almaty region of Kazakhstan are considered. To obtain electrical and thermal energy at a thermal power plant, the issue of solid waste disposal by incineration is envisaged.

In a special part, the thermal calculation of the boiler plant was considered. The calculation of the amount of combustion products, enthalpy, calculated heat balance and fuel consumption is made.

In the section of labor protection compliance with fire safety techniques is considered

The economics section defines harmful emissions and payback periods. The analysis showed that such a station can pay for itself within 15 years, taking into account state subsidies. The article provides an analysis of harmful substances formed during garbage incineration, and the fee for their removal. The analysis shows that garbage incineration is extremely dangerous from the point of view of ecology, if gas removal is not used.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Негізгі бөлім	9
1.1 Қатты тұрмыстық қалдықтар туралы жаппы мәлімет	10
1.2 Қоқыс жағатын қондырғыны талдау	11
1.3 Негізгі жабдықтар	12
1.4 Жұмыс істеу принципі	13
1.5 Станцияның негізгі жабдықтарының сипаттамасы	14
2 Арнайы бөлім	19
2.1 Қазандық қондырғының жылу есебі	19
2.1.1 Жылу үнемділігінің көрсеткіштерін есептеу	19
2.1.2 Жану өнімдерінің көлемі мен энтальпиясын есептеу	20
2.3.3 Ауа энтальпиясын және жану өнімдерін есептеу	25
2.2 Есептік жылу балансы және отын шығыны	26
3 Еңбек қорғау бөлімі	30
3.1 Өрт қауіпсіздік ережелері	32
4 Экономикалық бөлім	32
4.1 Зиянды шығындылар	32
4.2 Өтімділік мерзімі	32
Қорытынды	34
Әдебиеттер тізімі	35

КІРІСПЕ

ҚР Экологиялық кодексіне сәйкес (4-бап) [10] мемлекеттің экология саласындағы негізгі мақсаты келесі тармақтарға жеткізуге болады:

- қоршаған ортаны қорғау және биоәртүрлілікті сақтау;
- адамның өмірі мен денсаулығы үшін қолайлы қоршаған ортаны қамтамасыз ету жөніндегі мақсатқа мемлекеттің қол жеткізуі.

Жоғары экологиялық көрсеткіштерге қол жеткізу үшін бірқатар маңызды экологиялық проблемаларды шешу қажет. Қазақстанның экологиялық проблемаларының бірі қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жарату болып табылады. Статистикалық мәліметтерге сәйкес Қазақстанда жыл сайын 3,4 млн.тонна қатты тұрмыстық қалдықтар өндіріледі. Қазіргі уақытта ел аумағында жиналған қатты тұрмыстық қалдықтардың жалпы саны 100 млн. тоннадан асады. және жыл сайынғы өсімі 1-2 млн. тонна.

Басқа маңызды құжат ҚР Экологиялық кодексі болып табылады, оған сәйкес (288-1-бап) өндірістік процестерді жетілдіру, оның ішінде аз қалдықты технологияларды енгізу, қалдықтарды қайта пайдалану не оларды пайдалануға мүдделі жеке және заңды тұлғаларға беру есебінен жетілдіру; ең озық қолжетімді технологияларды пайдалана отырып, қалдықтарды қайта өңдеу қажет.

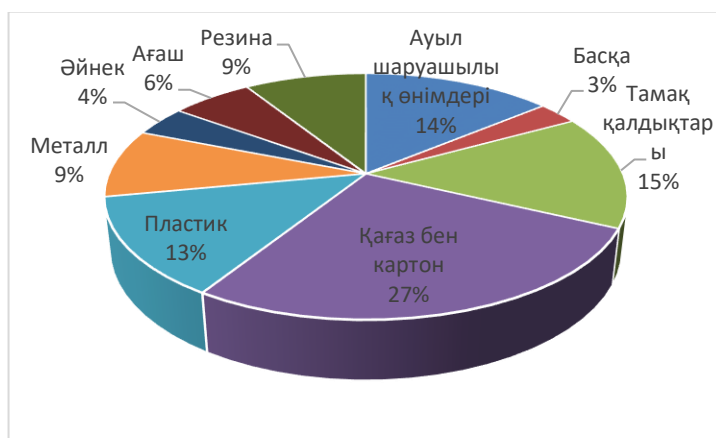
Дипломдық жұмыс барысында жылу және электр энергиясын алу мақсатында, қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жарату үшін қазандық қондырғының жылу есебін жүргіздік. Ол үшін жану өнімдерінің көлемі мен энтальпиясын, есептік жылу балансын және отын шығынын есептедік.

1 Негізгі бөлім

1.1 Қатты тұрмыстық қалдықтар туралы жаппы мәлімет

Қатты тұрмыстық қалдықтар дегеніміз – үйден шығаратын керексіз заттар. Олар өте гетерогенді, морфологиялық құрамы бар – пластик, тоқыма, ағаш, органикалық тамақ қалдықтары, құрылыс қалдықтары, шыны, металл. Оларды кәдеге жарату үшін осы компоненттердің әрқайсысы үшін жеке тәсіл болуы керек. Оларды біріктіретін жалғыз нәрсе олардың полигонға түсуі. Осы уақытқа дейін полигонда қатты тұрмыстық қалдықтарды кәдеге жарату жұмыстары қалай жүріп жатыр: қоқыс партиясы келіп, оны нығыздап, бірден полигонда орналастырады. Қоқыстарды кәдеге жарату зауыттары тек Астана мен Алматыда ғана бар. Әзірге бұл қоқыстардан ең құнды материалдарды алып тастайтын сұрыптау станциялары. Бағалы деп пластик, қағаз, металл деп есептеледі. Материалды көмер алдында нығыздайды, брикеттейді және қатарлап қояды. Қатты тұрмыстық қалдықтардан жасалған қатарлар қабатының үстіне топырақ қабатын жасайды. Барлық Қазақстанда тек елордада қоқыс тастайтын газды жинау жүйесінің полигон бар. Қазіргі уақытта елімізде бірде-бір қоқыс шығаратын зауыт жоқ. Қоқыстарды жою бар, бірақ бұл тек қауіпті қалдықтар (медициналық) үшін жасалған. Әрине электр немесе жылу энергиясын өндіретін қоқыс шығаратын зауыт жоқ.

Дипломдық жұмыста дамушы елдерде қатты тұрмыстық қалдықтардың пайда болу және кәдеге жарату проблемаларына талдау келтіріледі. Көптеген ҚТҚ құрамы ұқсас құрылымға ие, атап айтқанда, қағаз, картон, тамақ қалдықтары, полиэтилен, жануарлардың тіршілік әрекетінің қалдықтары, шыны, темір және әртүрлі текті сұйықтықтар. 1 - суретте ҚТҚ-дың орташа құрамы көрсетілген.



1– сурет – ҚТҚ-дың орташа құрамы

ҚТҚ-ның негізгі зияны көлікке, су ресурстарына, атап айтқанда жер асты ресурстарына тиеді. Пластиктің жинақталуы мен ыдырауы газдардың

өте қауіпті түрлерінің пайда болуына байланысты, пластикті кәдеге жарату тағы бір күрделі мәселе болып табылады. БҰҰ - ның Қоршаған ортаны қорғау жөніндегі есебіне сәйкес, ҚТҚ қоршаған ортаға CH_4 , CO_2 , және N_2O түрінде айтарлықтай зиян келтіреді, олар парниктік газдардың жалпы эмиссиясына 3-5% - ды қосады.

Әр түрлі авторлармен ҚТҚ - ны кәдеге жарату нұсқалары қарастырылды, мысалы, жұмсақ топырақты тұрақтандыру үшін ҚТҚ - ны пайдалану, алайда мұндай технологияларда ҚТҚ - ны пайдалану процесі алдын ала өңдеу-жағу болып табылады. Осыған ұқсас идея ретінде ҚТҚ - ды бетон қоспасына қоспа ретінде қолдану болып табылады, өйткені оларда гипс, карбид және ұшпа күл сияқты заттар бар. Алайда бұл технология өте күрделі. Пайдаланудың ықтимал нұсқасы өңделген ҚТҚ - ны пайдалана отырып, аграрлық жерлердің құрылымын жақсарту болып табылады. ҚТҚ - ды биогаз көзі ретінде пайдалану перспективалы бағыттардың бірі болып табылады. Басқа ықтимал бағыт – пиролиз, қалдықтарды газдандыру және жағу болып табылады. Алайда пиролиз кезінде фосфор, күкірт және хлордың зиянды қосылыстары пайда болады, олар қоршаған ортаға айтарлықтай зиян келтіреді. Жану аймағында температураны көтеру үшін плазмотронды қолдану мүмкін, бірақ мұндай құрылғы пайдалануда өте қиын және қымбат.

Қалдықтардың ең көп саны Қазақстанның оңтүстік өңірлерінің үлесіне келеді, себебі 2009 жылғы санаққа сәйкес Алматы облысының халқы 2,8 млн. адамды құрайды, бұл бүкіл ел халқының 11% - ы, дәл осы облысқа тұрмыстық қалдықтардың ең көп саны - 607501 тонна келеді, бұл жалпы санының 17% - ы. Қазақстан өңірлерін дамыту бағдарламасына сәйкес Алматы облысының халқы 2020 жылға қарай 3,2 миллионға дейін өсуі тиіс және өнеркәсіптің параллельді өсуін ескере отырып, қатты тұрмыстық қалдықтардың жинақталуының өсуі туралы айтуға болады. Облыс проблемаларына қоқысты қайта өңдеудің төмен деңгейін қосуға болады, 2017 жылы ол 2,5% құрады:

- биогаз немесе компост ала о органикалық қалдықтарды қайта өңдеу;
- қалдықтарды қайта өңдеу бойынша шағын және орта бизнесті дамыту;
- ҚТҚ - ның ескі полигондарын қалпына келтіру және жаңа полигондарын салу, биогаз шығару.

Елде 2014 - 2050 жылдарға арналған қатты тұрмыстық қалдықтарды басқару жүйесін жаңғырту бағдарламасы бар, оның негізгі міндеттері:

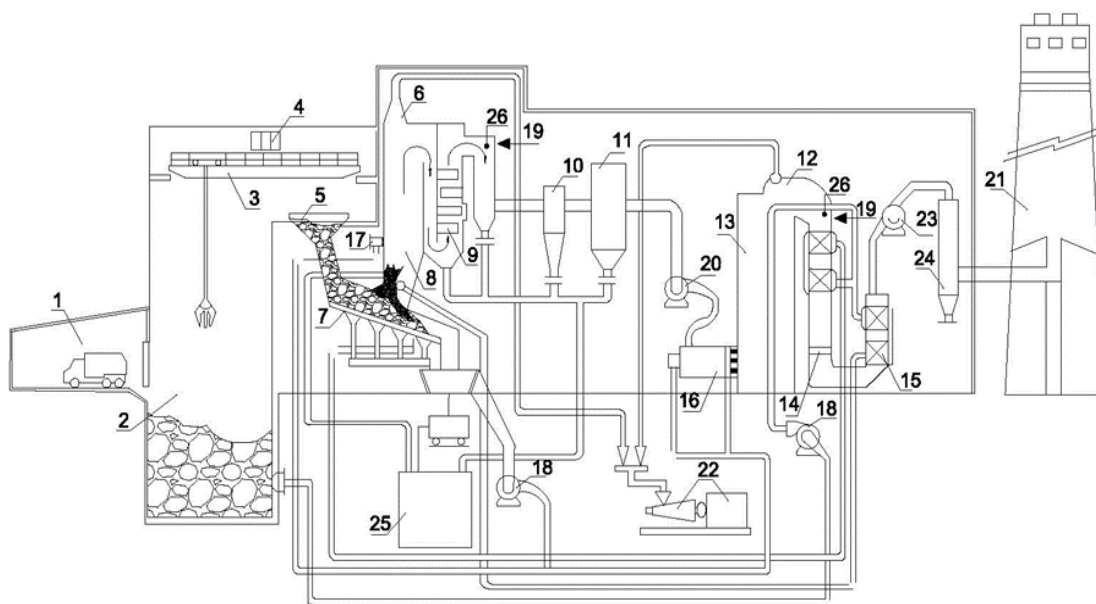
- ҚТҚ өңдеу жүйесін жетілдіру;
- "жасыл" экономиканы дамыту қағидаттары мен тұжырымдамасына сәйкес қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеуді енгізу және жүйелі кеңейту;
- қайта өңделген қалдықтардың үлесі – 2050 жылға қарай 50%-ға жеткізу.

Қазіргі уақытта оңтүстік өңірлерде тұратын елдерде электр энергиясының айтарлықтай үлкен тапшылығы бар. Барлық мүмкін болатын нұсқаларды зерттеп, кәдеге жаратудың жоғары тиімділігі жағынан қолайлы

технологиялар, болашақта қоқыстарды сұрыптауды есепке ала отырып, шығатын газдарды сүзудің ең заманауи әдістерін пайдалана отырып, қоқыс жағатын пештерде қоқысты жағу болып табылады деген қорытындыға келдік.

1.2 Қоқыс жағатын қондырғыны талдау

2 - суретте қоқыс жағатын қондырғының принципті сұлбасы көрсетілген.



1 - бөлімше; 2 - қабылдағыш бункер; 3 - көпірлі кран; 4-басқару пульті; 5 - шығын бункері; 6 - қазан; 7 - оттық; 8 - оттық камера; 9 - су экономайзері; 10 - циклон; 11 - газ тазарту құрылғысы; 12 - қазан; 13-камера; 14 - су экономайзері; 15 - екі сатылы ауа қыздырғыш; 16 - микрофакелді жанарғы құрылғысы; 17 - микрофакелді жанарғы құрылғысы; 18 - су экономайзері; 18 - үрлеу желдеткіштері; 19 - аммиак ерітіндісін енгізу жүйесі; 20 - түтін сорғыш; 21 - түтін құбыры; 22 - бу турбиналы қондырғы; 23 - түтін сорғыш; 24-сүзгі; 25-балқыту бөлімшесі

2- сурет– Қоқысты термиялық өңдеуге арналған сызбасы

1.3 Негізгі жабдықтар

Тұрмыстық қалдықтарды термиялық өңдеуге арналған қондырғы мыналардан тұрады: 1 қабылдау-түсіру бөлімшесі мен 2 қабылдау бункері

бар, оның жоғарғы бөлігінде 5 шығыс бункерінің тұрмыстық қалдықтарымен тиеуді қамтамасыз ететін 4 басқару пульті бар 3 грейферлік көпірлі кран орналасқан, 7 оттықтармен, 8 оттық камерамен, 9 сулы экономайзермен және микрофакелді жану құрылғысымен жабдықталған 17.

6 қоқыс жағатын қазан газ шығыны арқылы 10 циклонмен газдарды ірі фракциялық қоспадан тазарту үшін жасалған және 11 газ тазарту құрылғысымен түтін газдарының өту желісі бойынша жалғанған. Газ тазарту құрылғысының артында 12 қазандық-утилизатор, 13 камера, 14 су экономайзері, 15 екі сатылы ауа жылытқыш және 17 микрофакелді жанарғы құрылғысы орнатылған. 6 және 12 қазандарында азот оксидтерін бейтараптандыру үшін аммик 19 ерітіндісін енгізу жүйесі қарастырылған. 11 тазалау құрылғысынан газ құбыры бойынша 20 түтін сорғыш орнатылған. Түтін газдары, түтін сорғыш көмегімен 21 түтін құбыры арқылы атмосфераға лақтырылады. Электр энергиясын өндіру үшін 6 қоқыс жағатын қазандықтан және 12 қазандық-утилизатордан қажетті бу алатын 22 бу турбиналы қондырғы орнатылады. Қондырғы сынап буы ұстап қалатын 24 сүзгішпен және қожды күйдіру жүргізілетін балқыту бөлімімен жабдықталған.

1.4 Жұмыс істеу принципі

Тұрмыстық қалдықтарды термиялық өңдеуге арналған қондырғы келесідей жұмыс істейді. Қоқыс тасығыштармен жеткізілген қалдықтар 2 қабылдау бункерінде жиналады. Әкелінген қоқыстың жалпы массасынан ірі компоненттер алынады және 3 кранмен қабылдау бункеріндегі арнайы бөлікке ауыстырылады, ұсатылғаннан кейін 2 қабылдау бункеріндегі қалған қалдықтармен араластырылады. 3 қоқыс грейферлік көпірлі кранның көмегімен 5 қоқыс жағатын қазандықтың шығын бункеріне түседі, одан кейін қоректендіргіштердің көмегімен 7 жағу құрылғысының көлбеу-итеретін масақты төсеміне (көрсетілмеген) лақтырылады, онда ол бастапқы ауаның температурасы 400°C - тан кем емес температурада жағылады. Оттық камерасында температура автономды және кең диапазонда жұмыс істеу мүмкіндігі бар 17 микрофакелді жанарғылардың болуынан 950⁰C-тан төмен болмайды және онда газдар 1,5 секундтан аз болады, қалдықтардың толық жанбайтын өнімдерін ішінара өртейді және бастапқы диоксиндер мен фурандардың молекулалық байланыстарын жояды.

Оттегісі жоқ болатындықтан қайталама зиянды заттар қалпына келтіріледі (диоксиндер мен фурандар), түтін газдар 10 циклонға және 11 газ тазарту құрылғысына жіберіледі, онда олар механикалық қоспалардан, күкірт тотықтарынан, фторлы және хлорлы сутегіден және ауыр металдардан тазартылады.

Газ тазарту құрылғысынан кейін 11 түтін газдар 16 микрофакелді жанарғы құрылғысына түседі, онда оны 1500⁰C - тан кем емес температураға

дейін сұйық немесе газ тәріздес отынның көмегімен қыздыру жүргізіледі, содан кейін олар 13 қазандық - утилизатор камерасына түседі. Микрофакелді жанарғы түтін газдарының әр түрлі шығындарында жұмыс істей алады. Мұндай қыздырудың нәтижесінде қалдықтар толық жанбайды. 12 қазандық - утилизатордың 13 камерасында уытты заттардың молекулалық байланыстарының жоюлуы болады.

Сұйық және газ тәрізді отынмен тұрақты жұмыс істеуге қабілетті микрофакелді жанарғы құрылғысында жұмыс істейтін 12 қазан - утилизатор қоқыс жағатын қазанмен бірге бу турбиналы қондырғыда пайдалану үшін қажетті будың тұрақты мөлшерін өңдеуге мүмкіндік береді.

Қазандық-утилизатордың астында 14 су экономайзері және екі сатылы су жылытқыш орнатылған 15. 21 түтін құбырына кететін газдар келіп түсер алдында тұрмыстық қалдықтар құрамындағы сынап буларын ұстауға арналған 23 түтін сорғыш және 24 сүзгі арқылы өтеді.

Толық жанбай қалған өнімдерді жағу үшін балқыту бөлімі қарастырылған 27.

Аммиак ерітіндісін енгізу жүйесі 19 азот оксиді концентрациясын бақылау жүйесі арқылы 26 азот оксидтерінің концентрациясын бақылауға және қажет болған жағдайда аммиак ерітіндісін қосуға мүмкіндік береді.

Микрофакелді жанарғылардың болуы отынның әр түрлі сорттарында жұмыс істеу мүмкіндігіне, жалынды жағудың жоғары тиімділігі мен барынша тиімді жағуға мүмкіндік береді. Бұл жағдай тұрмыстық қалдықтарды жағудың жоғары деңгейін қамтамасыз етеді.

Жану аймағы бойынша жоғары температуралы аймақтардың төмен шоғырлануы қамтамасыз етіледі, сондай-ақ жану аймағында газдардың аз уақыт болуынан азот оксидтерінің шоғырлануы төмендейді.

1 – кесте – Алматы облысындағы қоқыстың құрамы

Атауы	Жану жылуы, МДж/кг	Концентрациясы, %
Газет, картон	19	35
Ағаш	19	17
Полиэтилен	45	14
Корм	30	5
Силика	-	1
Темір	-	8
Сұйықтық	2,51	20
Жану жылуы	17,178	

Жану жылуы 17.178 МДж/кг - ға тең. Күн сайын ҚТҚ келіп түсуі полигонның көлеміне байланысты есептеледі. Орташа алғанда бұл 750 т / күнді құрайды, сәйкесінше сағаттық шығын 31,25 т / сағ. Турбина ретінде Т-50-90 қондырғысы таңдалды (қуаты 50 МВт және жаңа бу қысымы 90 атм).

Буды іріктеуді есепке ала отырып, будың номиналды шығыны 155 т/сағ құрайды. Будың номиналды шығыны конденсаторға 20 т/сағ, ал іріктеуге 100 т/сағ.

Қазандық өнімділігін есептеу келесі формула бойынша жүргізілді:

$$D = \frac{Q_l^w \cdot B \cdot \eta}{(h_{\text{пар}} - h_{\text{п.в.}})}$$

мұндағы D – секундтық бу шығыны, $h_{\text{пар}}$ – будың энтальпия, $h_{\text{п.в.}}$ – қоректік судың энтальпиясы.

Бу турбинасының қуаты мына формуламен есептеледі:

$$N_{\text{эо}} = \frac{G_{\text{к}}^{\text{min}} \cdot \Delta H_{\text{turb}} + G_{\text{н}} \Delta H_{\text{turb}}^{\text{lp}}}{3600} \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{г}}$$

мұндағы, $G_{\text{к}}^{\text{min}}$ – конденсаторға бу шығыны (минималды), ΔH_{turb} – турбинадағы жылу бергіш, $G_{\text{н}}$ - турбинадағы бу шығыны, $\Delta H_{\text{turb}}^{\text{lp}}$ – турбинаның төмен қысымды цилиндрдегі жылу бергіші, $\eta_{\text{м}}$ – турбинаның механикалық ПӘК-і, $\eta_{\text{г}}$ – генератордың ПӘК-і.

1.5 Станцияның негізгі жабдықтарының сипаттамасы

1.5.1 Т – 120/130 – 130 турбоқондырғысы

ТҚ-ның техникалық сипаттамасы 3.1 кестеде көрсетілген.

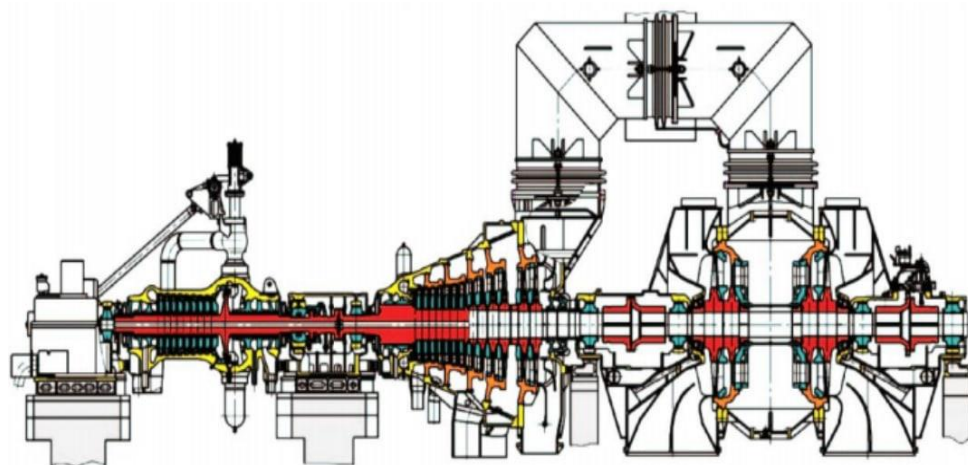
2- кесте – Турбоқондырғының техникалық сипаттамасы

№	Параметр атауы	Мәні
1	Қуаты, МВт: номиналды максималды ең жоғары конденсациялық режимде	120 130 130
2	Жаңа бу параметрлері, номиналды қысым, МПа (кгс/см ²) температура, °С	12,8 (130) 555
3	Жаңа бу шығыны, т/ч: номиналды максималды ең жоғары конденсациялық режимде	520 525 469

2- кесте – Турбоқондырғының техникалық сипаттамасы

4	Жылу жүктемесі жылыту (екі отбор бойынша жиынтық)), ГДж/ч (Гкал/ч): номиналды желілік немесе қоректік суды жылыту үшін конденсаторларға түсетін бу жылуын пайдалану кезінде максималды	787 (188) 825 (197)
5	Реттелетін будың іріктеу қысымының өзгеру шектері, МПа (кгс/см ²): жоғарғы іріктеуде (төменгі жылыту іріктеуі қосылған кезде) төменгі (жоғарғы жылу іріктеу ажыратылған кезде)	0,059 – 0,245 0,049 – 0,196
6	Конденсатордағы қысым, кПа (кгс/см ²)	5,7 (0,057)
7	Конденсатор арқылы өтетін салқындатқыш судың ең көп шығыны, т/сағ	16000
8	Конденсаторға кіре берістегі салқындатқыш судың температурасы, °С	20
9	Қоректік судың номиналды режиміндегі температурасы, °С	236

Турбинаның бойлық сызбасы 3.1 суретте көрсетілген.



3 - сурет – Т – 120/130 – 130 турбинаның бойлық қимасы

Турбинада желілік суды жылыту үшін екі жылыту іріктеуі бар. Іріктеу қысымын реттеу жүзеге асырылады:

– жоғарғыда екі жылыту белдеу қосылған кезде;

– төменгі жылу іріктеу қосылған кезде.

Жылудың төменгі және жоғарғы сатыларының желілік жылытқыштары арқылы желілік су кезекпен және сол мөлшерде өткізілуі тиіс.

Желілік жылытқыштар 0,8 МПа - дан артық болмайтын қысым кезіндегі жұмысқа есептелген (8 кгс/см²).

Конденсатордың шоғыры арқылы қоректендірілетін суды жіберу арқылы турбоқондырғының жұмыс істеу мүмкіндігі қарастырылады.

Турбина ірі және орта мегаполистердің жаңадан салынып жатқан ЖЭО үшін жобаланған. ЖЭО үшін бастапқы жылу жүктемесі әрдайым белгілі емес, немесе ол турбинаны пайдаланудың алғашқы жылдарында қол жетімсіз, бұл жағдайда Т – 120/130 – 130 турбинасы белгілі бір әмбебап үлесімен құрылды, яғни ол әртүрлі жылу жүктемелерімен жұмыс істеген кезде де, конденсациялық режимдерде де өте үнемді.

1.5.2 E – 550 – 13,8 – 560 АҚҚ қазаны бар қазандық қондырғы

ЖЭО-да айналмалы қайнайтын қабаты бар энергетикалық қазандар (АҚҚ) орнатылады, бұл АҚҚ қазандықтарының келесі артықшылықтарына байланысты:

– турбулентті араластыру салдарынан және айналымдағы қайнаған қабатта отынның ұзақ уақыт болу уақытының жоғары нәтижесі;

– оңтайлы температура кезінде күкіртті әктаспен нәтижелі байланыстырудың арқасында SO₂ шығарындыларының төменгі деңгейі;

– қабаттың төмен температурасы және бірнеше жану сатысы кезіндегі NO_x шығарындыларының төменгі деңгейі;

– турбуленттік жай-күйі мен отынның оттықта және циклонда болуының ұзақ уақыты салдарынан СО және С_{хн} шығарындыларының төменгі деңгейі;

– жылу берілісінің жүктемеден желілік тәуелділігінің арқасында бу өндірісін жылдам төмендету мүмкіндігі. Төмен жүктеме кезінде қабат материалының бөлігін тұндыру қажеттілігі жоқ.

E–550–13,8–560 АҚҚ қазандық агрегатының негізгі техникалық сипаттамасы 3.2 - кестеде келтірілген.

3- кесте – ТҚ-ның техникалық сипаттамасы

№	Параметр атауы	Мәні
1	Қазандықтың бу өнімділігі, т/сағ (кг/с)	550 (152,8)
2	Жаңа будың номиналды параметрлері: қысым, МПа кгс/см ² Температура, °С	13,8 (140) 560
3	Қоректік судың температурасы, °С	236
4	Қазандықтың ПӘК-і, %	92

3- кесте – ТҚ-ның техникалық сипаттамасы

5	Отын Q_H^p , МДж/кг W_p , % A_p , %	Қоқыс 17,178 4,61 43
6	Құрғақ газдағы O_2 құрамындағы шығындылар – 6%: Электр сүзгішінің артында тозаңдану, мг/нм ³ NO_x , мг/нм ³	<150 <250

Айналмалы қайнау қабатының технологиясы

Қайнаған қабаттың айналымы бар қазандықтар соңғы 50 жылда кәсіпорындарда энергия үнемдеуші технолоияларды енгізу, отынның дәстүрлі емес түріне көшу, отынды үнемдеуге және ПӘК-ін көтеруге мүмкіндік береді.

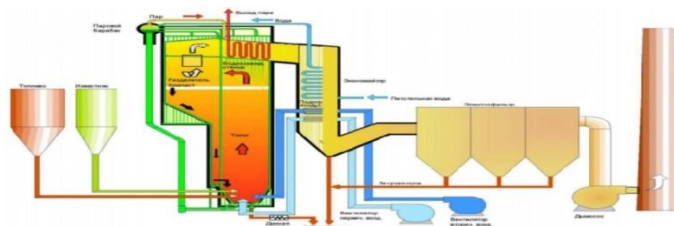
Отынның қатты түрлері қызығушылық тудырады, бірақ отынның толық жағылуына қалай қол жеткізу және атмосфераға зиянды заттардың (күкірт және азот оксидтері) шығарындыларын азайту мәселесі болып қала береді. Сонымен қатар, қатты отынның әртүрлілігін пайдалану мүмкіндігі керек.

АҚҚ технологиясы отын сапасына қойылатын төмен талаптары бар қатты отындардың кең гаммасын жоғары үнемділікпен бір уақытта жағуға мүмкіндік береді, бұл АҚҚ қазандықтарының негізгі артықшылығы болып табылады. АҚҚ технологиясы отындарды жоғары тиімді жағуды, жоғары ПӘК және әртүрлі отындарды бір уақытта жағу кезінде де төмен шығарындылармен байланыстырады.

АҚҚ технологиясы қазандық қондырғысының жинақы мөлшерін, күкірт және азот тазарту жүйелерін болдырмау есебінен құрылыс құнын төмендетуді көздейді.

АҚҚ технологиясы көмірді ғана емес, сонымен қатар мұнай коксын, шымтезекті, тақтатасты, биомассаның әр түрлі түрлерін жағуға жол береді.

АҚҚ қазанның сұлбасы 3.2 суретте көрсетілген.



4 - сурет – Айналмалы қайнаған қабатты бар қазандықтың сызбасы

1.5.3 КВ – Т-139,6-150 су жылытатын қазандық

Құрылыстың бірінші кезегін енгізу және жылуландыру турбиналарын енгізгеннен кейін ең жоғары режимге ауыстыру кезінде негізгі режимде жұмыс істеу үшін КВ – Т – 139,6 – 150 су жылыту қазандықтарын орнату көзделеді. Су жылытатын, тік – су құбыры, мәжбүрлі айналымы бар, мұнаралы жинақтау, теңдестірілген тартымы бар қазандық.

Су жылытатын қазандықтың негізгі техникалық сипаттамасы 3.3 - кестеде келтірілген.

4- кесте – Су жылытатын қазандықтың техникалық сипаттамасы

№	Көрсеткіштердің атауы	Негізгі режим	Қауырт режим
1	Жылу өнімділігі, МВт	139,6	139,6
2	Қазандыққа кіретін судың есептік (артық) қысым, МПа (кгс/см ²)	2,45 (25)	2,45 (25)
3	Қазандықтан шығатын судың артық қысымы, МПа (кгс/см ²)	1,08 (11)	1,08 (11)
4	Қазандыққа кіретін су температурасы, °С	70	110
5	Қазандықтан шығатын судың температурасы, °С	150	150
6	Қазандықтан шығатын және қазандыққа кіретін су температурасының айырмашылығы, °С	80	40
7	Қазандықтан шығатын жерде қайнағанға дейін судың қызбауы, °С	30	30
8	Қызмет көрсету аймағындағы шудың баламалы деңгейі	80	80
9	Қазандық арқылы су шығыны, т/сағ	1500	2980
10	Қазандықтың толық белгіленген қызмет мерзімі, жыл	30	30
11	Күрделі жөндеу арасындағы қызмет мерзімі, жыл	4	4
12	Азот оксидтерінің салыстырмалы шығарындысы, мг/нм ³ ($\alpha=1,4$ кезінде)	500	500
13	Қазандық оқшаулаудың сыртқы бетінің температурасы, °С	45	45

2 Арнайы бөлім

2.1 Қазандық қондырғының жылу есебі

2.1.1 Жылу үнемділігінің көрсеткіштерін есептеу

Энергетикалық қазандықтың жылу жүктемесі, кВт:

$$Q_{\text{ЭК}} = D_{\text{ЭК}} \cdot (h_0 - h_{\text{ПВ}}), \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{ЭК}} = 145,80 \cdot 1,01 \cdot (3486,51 - 1053,84) = 357218 \text{ кВт.}$$

мұндағы $h_0, h_{\text{ПВ}}$ – турбинаға кіретін кездегі бу энтальпиясы, бу генераторына кіретін кездегі қоректік су, кДж/кг.

Турбоқондырғының толық жылу жүктемесі, кВт

$$Q_{\text{ТУ}} = D_0 \cdot (h_0 - h_{\text{ПВ}}), \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{ТУ}} = 145,80 \cdot (3486,51 - 1053,84) = 354672 \text{ кВт.}$$

Жылу энергиясына турбоқондырғының жылу жүктемесі, кВт

$$Q_{\text{ТУ}} = D_0 \cdot (h_0 - h'_T), \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{ТУ}} = (40,54 + 42,14) \cdot (2654,91 - 529,2) = 175762 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясын өндіру бойынша турбоқондырғының жылу жүктемесі

$$Q_{\text{ТУ}}^{\text{э}} = Q_{\text{ТУ}} - Q_{\text{Т}} \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{ТУ}}^{\text{э}} = 354672 - 175762 = 178910 \text{ кВт.}$$

Электр энергиясын өндіру бойынша турбоқондырғылардың ПЭК-і

$$\eta_{\text{ТУ}}^{\text{э}} = \frac{N_{\text{э}}}{Q_{\text{ТУ}}^{\text{э}}} = \frac{120026}{178910} = 0,67. \quad (2.5)$$

Электр энергиясын өндіруге жұмсалатын жылудың үлестік шығыны

$$q_{\text{ту}}^{\text{э}} = \frac{3600}{\eta_{\text{ту}}^{\text{э}}} = \frac{3600}{0,67} = 5373 \frac{\text{кДж}}{\text{кВт}\cdot\text{с}}. \quad (2.6)$$

Құбырлардың ПӘК-і

$$\eta_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{ту}}}{Q_{\text{эк}}} = \frac{354672}{358218} = 0,99. \quad (2.7)$$

Электр энергиясын жіберу бойынша станцияның ПӘК-і

$$\eta_{\text{с}}^{\text{э}} = \eta_{\text{ту}}^{\text{э}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{эк}} \cdot (1 - k_{\text{сн}}^{\text{э}}) \quad (2.8)$$

$$\eta_{\text{с}}^{\text{э}} = 0,67 \cdot 0,99 \cdot 0,92 \cdot (1 - 0,16) = 0,51.$$

Электр энергиясын босатуға арналған шартты отынның үлес шығыны

$$b_{\text{э}}^{\text{отп}} = \frac{123}{\eta_{\text{с}}^{\text{э}}} = \frac{123}{0,51} = 239,62 \approx 240 \frac{\text{г ш.о.}}{\text{кВт}\cdot\text{с}}. \quad (2.9)$$

Жылу жіберу бойынша станцияның ПӘК-і

$$\eta_{\text{с}}^{\text{т}} = \eta_{\text{эк}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{тф}} = 0,92 \cdot 0,99 \cdot 0,85 = 0,77. \quad (2.10)$$

Жылуды босатуға арналған шартты отынның үлес шығыны

$$b_{\text{т}}^{\text{отп}} = \frac{143}{\eta_{\text{с}}^{\text{т}}} = \frac{143}{0,77} = 184,91 \approx 185 \frac{\text{кг ш.о.}}{\text{Гкал}}. \quad (2.11)$$

2.1.2 Жану өнімдерінің көлемі мен энтальтиясын есептеу

Жану процесі – энергия қатты бөлініп, қоршаған ортамен жылу және масса алмасу арқылы жүретін химиялық реакция. Бұл процесті ұйымдастыру кезінде химиялық байланысқан энергияның түзілетін жану өнімдерінің жылуына неғұрлым толық өтуі болатын жағдайлар жасау қажет. Химиялық реакциялардың жылдамдығы температураның ұлғаюымен өседі, сондықтан қазандық оттықтарында тотықтырғыштың үздіксіз біркелкі жетегі және температураның жоғары деңгейін ұстап тұру қамтамасыз етіледі.

Отынның толық жануы үшін қажетті ауаның теориялық көлемін анықтаймыз.

Отын массасының бірлігінің толық жануы үшін жеткілікті ауаның ең аз мөлшері V^0 , теориялық қажетті ауа деп аталады.

Қатты отын үшін жану өнімдерінің теориялық көлемі, оттықтағы ауаның артық коэффициенті $\alpha_T = 1$ кезінде келесі формулалар бойынша анықталады.

Қатты отынның толық жануы үшін қажетті ауаның теориялық көлемі:

$$V^0 = 0,0889 \cdot (C^p + 0,375 \cdot S_L^p) + 0,265 \cdot H^p - 0,0333 \cdot O^p, \frac{M^3}{кг} \quad (2.12)$$

$$V^0 = 0,0889 \cdot (57,65 + 0,375 \cdot 1,31) + 0,265 \cdot 7,83 - 0,033 \cdot 2,52 = 7,158 \frac{M^3}{кг}.$$

Жану өнімдеріндегі азоттың теориялық көлемі:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot \frac{N^p}{100}, M^3/кг \quad (2.13)$$

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot 7,158 + 0,8 \cdot \left(\frac{2,52}{100}\right) = 5,67 M^3/кг.$$

Үш атомды газдардың көлемі:

$$V_{RO_2} = 0,0187 \cdot C^p + 0,375 \cdot S_L^p, M^3/кг \quad (2.14)$$

$$V_{RO_2} = 0,0187 \cdot 57,65 + 0,375 \cdot 1,31 = 1,085 M^3/кг.$$

Су буының теориялық көлемі:

$$V_{H_2O}^0 = 0,0124 \cdot (9 \cdot H^p + W^p) + 0,0161 \cdot V^0, M^3/кг \quad (2.15)$$

$$V_{H_2O}^0 = 0,0124 \cdot (9 \cdot 7,83 + 10,1) + 0,0161 \cdot 7,158 = 1,109 M^3/кг$$

Пайда болатын түтін газдарының теориялық көлемі V_{Γ}^0 құрайды:

$$V_{\Gamma}^0 = V_{N_2}^0 + V_{RO_2} + V_{H_2O}^0, M^3/кг \quad (2.16)$$

$$V_{\Gamma}^0 = 5,67 + 1,085 + 1,109 = 7,864 M^3/кг.$$

Әр жылудың беті үшін газ өткізгіштегі ауаның артықтығының орташа коэффициентін анықтаймыз.

$$\alpha_{ср} = \frac{\alpha + \alpha'}{2}$$

мұндағы α – газ құбыры алдындағы артық ауа коэффициенті;
 α' – газ құбырынан кейінгі артық ауа коэффициенті.

Оттық камерадан кейін әрбір қыздырудың бетінде ауаның артық коэффициенті тиісті ауа сорғыштарының α қосуымен есептеледі.

$$\alpha_i = \alpha + \sum_1^i \Delta\alpha_i$$

мұнда i - жану өнімдерінің жүрісі бойынша оттықтан кейінгі қыздыру беті;

α -оттықтан шығатын ауаның артық коэффициенті.

Бу қыздырғыштың артындағы артық ауа коэффициенті

$$\alpha_{\text{пп}} = 1,1 + 0,03 = 1,13.$$

Жылудың конвективті бетінің бірінші буының артындағы ауаның артық коэффициенті

$$\alpha_{1\text{кп}} = 1,13 + 0,05 = 1,18.$$

Жылудың конвективті бетінің екінші буының артындағы артық ауа коэффициенті

$$\alpha_{2\text{кп}} = 1,18 + 0,1 = 1,28.$$

Су экономайзерінің артындағы артық ауа коэффициенті

$$\alpha_3 = 1,28 + 0,2 = 1,48.$$

Газ жүргізуге арналған ауаның орташа артық мөлшері

$$\alpha_{\text{ср}} = 1,32$$

$$V_{\text{изб}}^{\circ} = V^{\circ} \cdot (\alpha_{\text{ср}} - 1) \quad (2.17)$$

$$V_{\text{изб}}^{\circ} = 7,158 \cdot (1,32 - 1) = 2,29 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Оттық камерасының жоғарғы жағы, фестон

$$\alpha = 1,1$$

$$V_{\text{изб}}^{\circ} = 7,158 \cdot (1,1 - 1) = 0,715 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Бу қыздырғыш

$$\alpha = 1,13$$

$$V_{\text{изб}}^{\circ} = 7,158 \cdot (1,13 - 1) = 0,93 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Конвективті бумалар

$$\alpha = 1,28$$

$$V_{\text{изб}}^{\circ} = 7,158 \cdot (1,28 - 1) = 2,004 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Су экономайзері

$$\alpha = 1,48$$

$$V_{\text{изб}}^{\circ} = 7,158 \cdot (1,48 - 1) = 3,435 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Су буының нақты көлемі:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0.0161 \cdot (\alpha_{\text{ср}} - 1) \cdot V^0 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (2.18)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,109 + 0.0161 \cdot (1,32 - 1) \cdot 7,158 = 1,145 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,109 + 0.0161 \cdot (1,1 - 1) \cdot 7,158 = 1,120 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,109 + 0.0161 \cdot (1,13 - 1) \cdot 7,158 = 1,123 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,109 + 0.0161 \cdot (1,28 - 1) \cdot 7,158 = 1,141 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 1,109 + 0.0161 \cdot (1,48 - 1) \cdot 7,158 = 1,164 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Жану өнімдерінің нақты жиынтық көлемі:

$$V_{\Gamma} = V_{\text{RO}_2} + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}} + (\alpha_{\text{ср}} - 1) \cdot V^0 + 0,0161(\alpha_{\text{ср}} - 1) \cdot V^0 \text{ м}^3/\text{кг} \quad (2.19)$$

$$V_{\Gamma} = 1,084 + 5,67 + 1,109 + (1,32 - 1) \cdot 7,158 + 0,0161(1,32 - 1) \cdot 7,158 = 12,46 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\Gamma} = 1,084 + 5,67 + 1,109 + (1,1 - 1) \cdot 7,158 + 0,0161(1,1 - 1) \cdot 7,158 = 9,31 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\Gamma} = 1,084 + 5,67 + 1,109 + (1,13 - 1) \cdot 7,158 + 0,0161(1,13 - 1) \cdot 7,158 = 9,74 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\Gamma} = 1,084 + 5,67 + 1,109 + (1,28 - 1) \cdot 7,158 + 0,0161(1,28 - 1) \cdot 7,158 = 11,88 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$V_{\Gamma} = 1,084 + 5,67 + 1,109 + (1,48 - 1) \cdot 7,158 + 0,0161(1,48 - 1) \cdot 7,158 = 14,75 \text{ м}^3/\text{кг}$$

Үш атомды газдардың көлемдік үлесі γ_{RO_2} , $\gamma_{\text{H}_2\text{O}}$, олардың сомасы $\gamma_{\text{п}}$, қатты отынды жағу кезіндегі түтін газдарының салмағы G_{Γ} , кг/кг және түтін газдарындағы күлдің өлшемсіз шоғырлануы тәуелділігі бойынша есептеледі:

$$r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_r}; \quad (2.20)$$

$$r_{RO_2} = \frac{1,084}{12,45} = 0,087 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{RO_2} = \frac{1,084}{9,31} = 0,116 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{RO_2} = \frac{1,084}{9,74} = 0,008 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{RO_2} = \frac{1,084}{11,88} = 0,091 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{RO_2} = \frac{1,084}{14,75} = 0,073 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_r}; \quad (2.21)$$

$$r_{H_2O} = \frac{1,109}{12,45} = 0,089 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{H_2O} = \frac{1,109}{9,31} = 0,119 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{H_2O} = \frac{1,109}{9,74} = 0,113 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{H_2O} = \frac{1,109}{11,88} = 0,091 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{H_2O} = \frac{1,109}{14,75} = 0,075 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{\Pi} = r_{RO_2} + r_{H_2O}; \quad (2.22)$$

$$r_{\Pi} = 0,087 + 0,089 = 0,176 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{\Pi} = 0,116 + 0,119 = 0,235 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{\Pi} = 0,008 + 0,113 = 0,121 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{\Pi} = 0,091 + 0,093 = 0,184 \text{ м}^3/\text{кг}$$

$$r_{\Pi} = 0,073 + 0,075 = 0,148 \text{ м}^3/\text{кг}$$

мұндағы α_{yH} – отын күлінің үлесі, шығып кететін газдармен бірліктен күл үлесімен. Қатты отынды жағу кезінде камералық оттықтар үшін қабылданады $\alpha_{yH} = 0,95$;

Нәтижелерді 4 - кестеге енгіземіз:

Кесте 5- кесте - Жану өнімдерінің көлемі, ұшатомды газдардың көлемді үлесі

Шамасы	Жылыту бетінің газ өткізгішін дегі ауаның артық коэффициенті	Газ жолы			
		Оттық камерасының жоғарғы жағы, фестон	Бу қыздырғыш	Конвективті бумалар	Сулы экономайзер
Қыздыру бетінен кейін артық ауа коэффициенті	1,32	1,1	1,13	1,28	1,48
Ауаның артық мөлшері, м ³ /кг	2,29	0,715	0,93	2,004	3,435
Су буының көлемі, м ³ /кг	1,145	1,12	1,123	1,141	1,164
Жану өнімдерінің толық көлемі, м ³ /кг	12,45	9,31	9,74	11,88	14,75
Ұшатомды газдардың көлемдік үлесі	0,087	0,116	0,008	0,091	0,073
Су буының көлемдік үлесі	0,089	0,119	0,113	0,093	0,075
Жиынтық көлемдік үлес	0,176	0,235	0,121	0,184	0,148
Жану өнімдеріндегі күлдің шоғыры, г/м ³	4,65	6,22	5,94	4,87	3,92
Теориялық көлемдер, м ³ /кг	$V_0=7,158 \text{ м}^3/\text{кг}; V_{N_2}^0=5,67 \text{ м}^3/\text{кг};$ $V_{RO_2}=1,084 \text{ м}^3/\text{кг}; V_{H_2O}=1,109 \text{ м}^3/\text{кг}.$				

2.1.3 Ауа энтальпиясын және жану өнімдерін есептеу

6- кесте – Жану өнімдерінің энтальпиясы $I = f(v)$

Қыздыру беті	Қыздыру бетінен кейінгі температура, °С	$\Gamma^0_{\text{в}},$ кДж/м ³	$\Gamma^0_{\text{г}},$ кДж/м ³	$\Gamma^{\text{в}}_{\text{изб}},$ кДж/м ³	$I,$ кДж/м ³
Оттық камерасының жоғарғы жағы, фестон, $\alpha = 1,1$	2000	30893,7	37834,26	3398,31	41232,57
	1900	29205	35732,04	3212,55	38944,59
	1800	27516,9	33612,68	3026,86	36639,54
	1700	25868,7	31526,16	2845,56	34371,72
	1600	24230,55	29455,62	2665,36	32120,98
	1500	22582,35	27392,86	2484,06	29876,92
	1400	20934,15	25368,6	2302,76	27671,36
	1300	19285,95	23324,1	2121,45	25445,55
	1200	17688	21324,66	1945,68	23270,34
	1100	16080	19374,16	1768,8	21142,96
	1000	14472	17430,24	1591,92	19022,16
	900	12914,25	15500,86	1420,54	16921,4
800	11396,7	13603,16	1253,64	14856,8	
Бу қыздырғыш, $\alpha_{\text{шт}} = 1,13$	1000	14472	17430,24	1881,36	19311,6
	900	12914,25	15500,86	1678,82	17179,68
	800	11396,7	13603,16	1481,57	15084,73
	700	9869,1	11742,62	1282,98	13025,6
	600	8361,6	9935,32	1087	11022,32
	500	6894,3	8184,12	896,26	9080,38
Конвективті бумалар, $\alpha_{\text{к}} = 1,28$	700	9869,1	11742,62	2763,35	14505,97
	600	8361,6	9935,32	2341,25	12276,57
	500	6894,3	8184,12	1930,4	10114,52
	400	5457,15	6460,1	1528	7988,1
	300	4060,2	4784,22	1136,86	5921,08
	200	2683,55	3155,46	751,34	3906,8
Сулы экономайзер, $\alpha_{\text{э}} = 1,48$	400	5457,15	6460,1	2619,43	9079,53
	300	4060,2	4784,22	1948,9	6733,12
	200	2683,55	3155,46	1288	4443,46
	100	1336,65	1560,08	614,59	3797,05

2.2 Есептік жылу балансы және отын шығыны

2.2.1 Жылу шығынын есептеу

Бу қазанының жұмысы кезінде оған келіп түскен барлық жылу будағы пайдалы жылуды өндіруге және жылудың әртүрлі шығындарын жабуға жұмсалады. Қазандық агрегатынан шыққан жылу пайдалы жылудың және бу өндірудің технологиялық процесімен байланысты жылудың шығынының сомасын білдіреді.

Қалыпты жағдайда 1кг қатты отынға арналған қазандықтың жылу балансы

$$Q_p^p = Q_n^c = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

немесе қолда бар отын жылуынан пайызбен:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (2.24)$$

$$q_i = \frac{Q_i}{Q_p^p * 100}, \% \quad (2.25)$$

мұндағы Q_p^p – қолда бар жылу, кДж/кг;

Q_1 – будағы пайдалы жылу, кДж/кг;

Q_2 – кеткен газдармен кететін жылу шығыны, кДж/кг;

Q_3 – химиялық толық емес жану жылуының жоғалуы, кДж/кг;

Q_4 – механикалық толық емес жану жылуының жоғалуы, кДж/кг;

Q_5 – сыртқы салқындатудан кететін жылу шығындары, кДж/кг;

Q_6 – шығарылатын шламдағы физикалық жылудан және қазандықтың айналмалы контурына енгізілмеген панельдер мен арқалықтарды салқындатудан жылу шығыны, кДж/кг;

Қазандықтың жылу балансы белгіленген жылу режиміне қатысты жасалады, ал жылу шығыны бар жылудан пайызбен көрсетіледі

Қатты отынға орнатылған жылу мына формула бойынша анықталады:

$$Q_p^p = Q_n^p + Q_{в.вн.} + Q_{тл} + Q_{в}, \text{кДж/кг}; \quad (2.26)$$

мұнда Q_n^p – қатты отынның жұмыс массасының жануының төмен жылуы, кДж/кг;

$Q_{в.вн.}$ – қазандық агрегатына келіп түсетін ауамен оны қазандық агрегаттан тыс қыздыру кезінде енгізілген жылуы, кДж/кг;

$Q_{тл}$ – отынның физикалық жылуы, кДж/кг;

$Q_{в}$ – бу үрлеумен енгізілетін жылуы, кДж / кг.

Ауа желдету торлары арқылы қазандық үй-жайдың жоғарғы бөлігінен алынады және ауа жылытқышта қызуға ұшырамайды. Бу үрлеу де қолданылмайды. Тиісінше:

$$Q_{\text{в.вн.}} = 0;$$

$$Q_{\text{в}} = 0;$$

$$Q_{\text{тл}} = C_{\text{тл}} \cdot t_{\text{тл}} \quad (2.27)$$

Өнеркәсіптік су жылыту қазандықтары үшін отынның физикалық жылуы тек мазутты жағу кезінде ескеріледі.

Нәтижесінде:

$$Q_{\text{тл}} = 0$$

Формулаға мәндерді орнату (26) :

$$Q_{\text{p}}^{\text{p}} = 17178 + 0 + 0 + 0 = 17178 \text{ кДж/кг.}$$

Бұдан әрі теңдеуде қолданылатын жылу шығынын анықтаймыз.

Тас көмірге арналған отынның механикалық және химиялық толық жануынан жылу шығыны $q_3 = 0\%$, $q_4 = 5\%$:

Шығар түтін газдармен кеткен жылу

$$q_2 = \frac{(I_{\text{yx}} - \alpha_{\text{yx}} \cdot I_{\text{x.в.}}^0) \cdot (100 - q_4)}{Q_{\text{p}}^{\text{p}}}, \quad (2.28)$$

мұндағы - I_{yx} , $I_{\text{x.в.}}^0$ - жану және суық ауа өнімдерінің энтальпиясы, кДж/кг;

α_{yx} - қазандық агрегатынан кейінгі ауаның артықтылық коэффициенті.

Шығатын түтін газдарының паспорттық температурасы $\theta_{\text{yx}} = 230^\circ\text{C}$.

I- θ - диаграмма бойынша осы температураға сәйкес энтальпия тең болады $I_{\text{yx}} = 2387,266 \text{ кДж/кг}$.

Суық ауаның энтальпиясын есептеу температурасы үшін анықтаймыз

$$\theta_{\text{x.в.}} = 30^\circ\text{C}$$

$$I_{\text{x.в.}}^0 = 234,2 \text{ кДж/кг.}$$

Қазандық агрегатта ауа сору жоқ, сондықтан мәні өзгермейді.
Нәтижесінде:

$$q_2 = \frac{(2387,26 - 1,21 \cdot 234,2) \cdot (100 - 5)}{17178} = 11,63 \%$$

Қоршаған ортаға кететін жылудың шығыны $q_5 = 0,5\%$:

Арнайы нұсқаулар болмаған жағдайда қазандық панельдер мен оттық арқалықтарының циркуляциялық жүйесіне қосылмаған салқындатуға жылудың жоғалуы мына формула бойынша анықталады:

$$q_{6\text{шл}} = \alpha_{\text{шл}} \cdot (c\theta)_{\text{зл}} \cdot \frac{A^P}{Q_p^P}, \% \quad (2.29)$$

мұндағы $\alpha_{\text{шл}}$ – шлактағы отын күлінің үлесі, %;

$$\alpha_{\text{шл}} = 1 - \alpha_{\text{ун}}$$

$$\alpha_{\text{ун}} = 5\%$$

$(c\theta)_{\text{зл}}$ – шлактың энтальпиясы, кДж/кг;

Құрғақ шлакты шығару үшін шлак температурасын аламыз $t_{\text{шл}}=600^\circ\text{C}$.

$$(c\theta)_{\text{зл}} = 560 \text{ кДж/кг};$$

A^P – отындағы күлдің құрамы, %.

Қажетті мәндерді (2.24) - ші формулаға орнатамыз:

$$q_{6\text{шл}} = 0,95 \cdot 560 \cdot \frac{6,1}{17178} = 0,18 \%$$

Осылайша, қазандық агрегатындағы жылудың жалпы шығыны:

$$q_{\text{пот}} = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 11,63 + 0 + 5 + 0,5 + 0,18 = 17,31 \%$$

Қазандық агрегатының пайдалы әсер ету коэффициенті (брутто) оның үнемділік дәрежесін:

$$\eta_{\text{к.а.}}^{\text{бр}} = 100 - q_{\text{пот}} = 100 - 17,31 = 82,69 \%$$

Қазандықтың ПӘК біле, жылу санын анықтаймыз, қондырғыда пайдалы қолданылған:

$$Q_1 = \eta_{\text{к.а.}}^{\text{бр}} \cdot \frac{Q_p^P}{100} = 82,69 \cdot \frac{17178}{100} = 14204,5 \text{ кДж}$$

2.2.2 Отын шығынын есептеу

Бұдан әрі отын шығынын анықтаймыз, қазандықтың номиналды қуаты мына формула бойынша есептеледі:

$$B = \frac{Q_{\text{ном}}}{Q_1}, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.30)$$

мұндағы $Q_{\text{ном}}$ - отынның номиналды қуаты, кВт.

Қазандықтың есептік қуаты $Q_{\text{ном}}=23,26$ МВт құрайды, сонда:

$$B = \frac{23,26 \cdot 10^3}{14204,5} = 1,6 \text{ кг/с}$$

(2.30)-ші формула бойынша есептелген қазандық оттығына берілетін отын шығыны нақты болып табылады. Сондықтан, жану өнімдерін және қажетті ауа мөлшерін есептеу кезінде келесі түзету енгізіледі $\left(1 - \frac{q_4}{100}\right)$ демек, жылу есебін жүргізу кезінде отынның есептік шығыны тең деп қабылданады:

$$B_p = B \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) = 1,6 \cdot \left(1 - \frac{5}{100}\right) = 1,52 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Отынның есептік сағаттық шығынын анықтаймыз:

$$B_p^ч = B_p \cdot 3600 = 1,52 \cdot 3600 = 5472 \text{ кг/сағ}$$

3 Еңбек қорғау бөлімі

3.1 Электр станцияларының жылу механикалық жабдықтарын және жылу желілерін пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары

1) Осы электр станциялары мен жылу желілерінің жылу-механикалық жабдықтарын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидалары "Электр энергетикасы туралы" Қазақстан Республикасының 2004 жылғы 9 шілдедегі Заңының 4 - бабының 15) тармақшасына сәйкес әзірленді және электр станциялары мен жылу желілерінің жылу-механикалық жабдықтарын пайдалану кезінде қауіпсіздікті ұйымдастыру жөніндегі талаптарды белгілейді.

2) Осы ереже Қазақстан Республикасының аумағында орналасқан сумен жабдықтау жүйелерінің жылуқуштік, механикалық және су дайындау жабдықтарын, жылу автоматикасы мен өлшеу құрылғыларын, отын-көліктік, қазадықтарды, турбиналық және химиялық цехтарды, қолданыстағы және қайта жаңартылатын электр станцияларын, жылу желілерін, жылу пункттері мен жылыту қазандықтарын пайдаланумен, жөндеумен, баптаумен және сынаумен айналысатын тұлғаларға арналған.

3) Электр станциясының аумағында және өндірістік үй-жайларда орналасқан жабдықтарға қызмет көрсетуге қатысы жоқ адамдардың болуы. Электр станцияларының өндірістік цехтарында электрмен дәнекерлеу жабдығын орнатуға арналған орындар және газбен электрмен дәнекерлеу жұмыстарын жүргізуге арналған орталықтандырылған ажырату көзделеді.

4) Тез тұтанатын, жанғыш, жарылу қаупі бар немесе зиянды заттардың түсуі мүмкін аймақтағы жабдықтар мен құбыржолдар беттерінің барлық ыстық учаскелері жылу оқшаулағышын осы заттармен сіндіруден сақтау үшін металл қаптамамен жабылуы тиіс.

5) Жабдықтың барлық ыстық бөліктері, құбырлар, бактар және күйік тудыруы мүмкін басқа да элементтер жылу оқшаулағышы болуы тиіс. Қоршаған ауаның температурасы 25°C кезінде оқшаулау бетіндегі Температура 45 °C - ден аспауы тиіс. Құбырлардағы бояу және жазулар Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген талаптарға сәйкес орындалады.

6) Қазандық қондырғыларын орнату және оларға қызмет көрсету Қазақстан Республикасының заңнамасында белгіленген талаптарға сәйкес болуы тиіс.

7) Қазандықтың сақтандыру және жару клапандарында (бу-су жолы, оттықтар және газ жолдары) клапандар жұмыс үй-жайынан тыс жұмыс істеп тұрған кезде, қызмет көрсетуші персонал үшін қауіпсіз орындарға бу-су

қоспасын және жару газдарын жою үшін бұрулар көзделеді немесе адамдардың болуы мүмкін жағынан шой қалқандармен қоршалады.

8) Жұмыс істеп тұрған қазандықтардың сақтандыру клапандарын жабуға немесе жүк массасын ұлғайту жолымен немесе қандай да бір басқа тәсілмен клапандарды тарелкаларға басуды ұлғайтуға жол берілмейді.

Иінтіректі сақтандырғыш клапандардың жүктері олардың өздігінен қозғалу мүмкіндігін болдырмайтындай етіп кептелуі және пломбалануы тиіс.

9) Қазандық бүріккіштеріне оларға қызмет көрсету және жөндеу үшін еркін және ыңғайлы қол жеткізу қамтамасыз етіледі.

Тесіктердегі жалынның кері соққысы кезінде күйіп кетуді болдырмау үшін форсункаларды орнату үшін экрандар болуы тиіс, ал форсункаларға отын мен ауаны беруді реттейтін шұралар немесе олардың жетектері тесіктерден жағында орналасуы тиіс.

10) Қарау люктерінің қысқа мерзімді ашылуын және олардан бүйір болған жағдайда гляделкаларды қоспағанда, аралау кезінде қазандықта люктерді, лаздарды ашуға жол берілмейді.

11) Ашық гляделкалар мен лаздарда оттықтарда отынды жағуға жол берілмейді. Алауды тұрақты бақылауға арналған қарау люктері шынымен жабылады. Үрлеумен жұмыс істейтін қазандықтарда шынының үзілуін болдырмайтын құрылғылар көзделеді. Тексеру жүргізетін персонал қорғаныш көзілдірігін кию керек.

12) Онда қазанды жағу алдында барлық жөндеу жұмыстарын тоқтату қажет, ал цех (блок) ауысым бастығы жағуға қатысы жоқ барлық персоналды шығару қажет.

Көрші қазандықтарда жағылатын қазандыққа қараған немесе одан тікелей көріну шегінде тұрған (алдыңғы және артқы қабырғалар, төбелік аражабындар) жақтарда оттықтардан және газ құбырларынан тыс орындалатын барлық жөндеу жұмыстары тоқтатылады.

Қазандықтардағы жұмыстар кезекші персоналдың нұсқауы бойынша жаңартылады.

13) Су көрсеткіш аспаптарын Үрлеу кезінде операцияларды мынадай тәртіппен орындау қажет:

- төменгі үрлеу вентиляінің шағын бұрышына біртіндеп ашу;
- төменгі (су) тез әрекет ететін қранды 8 - 10 секунд (бұдан әрі – с) жабу, одан кейін оны қайта ашу;
- жоғарғы (бу) жылдам әрекет ететін қранды 8 - 10 с жабу, содан кейін оны қайтадан ашу;
- төменгі үрлеу вентиляін жабу.

Үрлеу бу-су қоспасы дренаж түтігіне арналған тесігі бар қақпағы бар және төменгі үрлеу вентиляінен кейін тұрған воронкаға шығарылады.

Үрлеу кезінде жұмысшы су өлшегіш шыныдан бүйірде болуы және барлық операцияларды қорғау көзілдіріктері мен брезент қолғаптарында орындауы қажет.

4 Экономика бөлімі

4.1 Зиянды шығарындылар

Отынның кез-келген түрін жағу кезінде зиянды заттар мен су буы (ол да парникті болып табылады), атап айтқанда көмірқышқыл газы (CO₂) және азот қосылыстары (N₂, NO, NO₂) пайда болады. Зиянды заттардың пайда болуын есептеу үшін келтірілген әдістеме қолданылған, жалпы есептеу 1 кг отынға 8 кг ауа қолданылады, ал артық ауа коэффициенті $\alpha=1,3$ -ке тең.

Тұрақты көздерден ластаушы заттардың шығарындылары үшін төлем ставкалары 7 - кестеде көрсетілген.

7 - кесте – Тұрақты көздерден ластаушы заттардың шығарындылары үшін төлем ставкалары

Заттың атауы	1 тонна үшін АЕК ставкасы, теңге	2019 жылғы жағдай бойынша теңгемен аударым.
Азот тотықтары	20	50500
Күкірт тотықтары	20	50500
Шаң және күл	10	25250

4.2 Өтімділік мерзімін есептеу

Жобаның өтелімділігінің қарапайым мерзімін есептеу кезінде келесі жорамалдар жасалды:

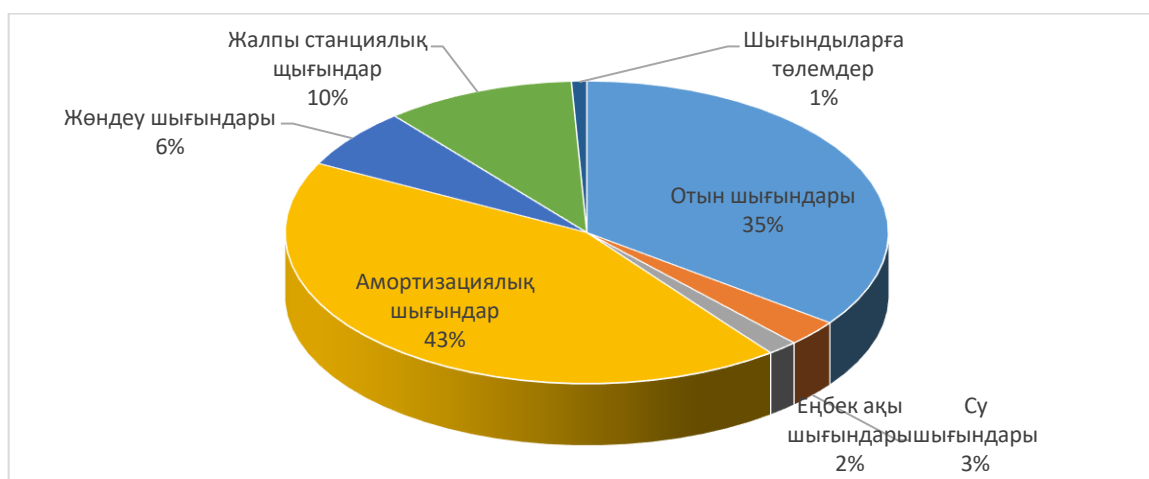
- газ отынындағы дәстүрлі ЖЭО есебі негізге алынды;
- есепте станция тікелей полигонға жақын орналасатынын ескере отырып, қоқысты тасымалдауға арналған шығыстар ескерілмеген;
- құбырлар мен электр беру желілерін төсеу шығындары ескерілмеген;
- есептеу кезінде станция автоматтандырудың жоғары дәрежесімен және үлкен персоналға қажеттілік жоқ екендігі ескерілді.

Есептеу нәтижелері 8 – кестеде көрсетілген.

8- кесте – Өтімділік мерзімін есептеу кестесі

Шығындар атауы	И(жалпы), млн.тенге	И(э/э), млн. тенге	И(т/э), млн. тенге
Отын шығындары	20170	8673	11496
Су шығындары	1638	704	934
Еңбек ақы шығындары	929	399	529
Амортизациялық шығындар	24666	10606	14060
Жөндеу шығындары	3699	1590	2108
Жалпы станциялық шығындар	5859	2519	3340
Шығындыларға төлем	470	202	268
Шығындар жиынтығы	57431	24695	32735

Барлық шығындардың пайыздық мөлшері мына суретте келтірілген.



5 - сурет – Өтімділік мерзімін есептеу кезіндегі шығындар

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста Қазақстанның Алматы облысы үшін электр және жылу энергиясын өндіретін қоқыс өңдейтін әлеуетті қондырғы қарастырылды. Тұрмыстық қалдықтардың құрамына талдау жүргізілді, мұндай станция 15 жыл ішінде мемлекеттің субсидиялануын есепке ала отырып, өзін-өзі ақтайды. Дипломдық жұмыста қоқыстарды жағу кезінде пайда болатын зиянды заттарды талдау және оларды шығарғаны үшін төлем келтірілген, егер газ ұстау жүйесін пайдаланбаса, қоқыстарды жағу экология тұрғысынан өте қауіпті болып табылады. ҚТҚ-ны пайдаланудың ең үлкен мәселесі, олар зиянды заттарды өте көп тастайды. Мемлекеттің қолдауымен қазіргі заманғы қымбат сүзгілерді қолдануға болады және олар арқылы қатты тұрмыстық қалдықтардың жағу тиімділігін арттыруға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2017 год. Министерство энергетики Республики Казахстан, Астана, 2017. – 462 с.
- 2 Концепция по переходу Республики Казахстан к «Зеленой экономике». Утверждена Указом Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577.
- 3 Алматинская область. Итоги национальной переписи населения Республики Казахстан 2009 года. Том 1. Статистический сборник/ Под. Ред. Смайлова А.А., Астана, 2011 – 128 с.
- 4 Об утверждении Программы развития регионов до 2020 года Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 728
- 5 Постановление Правительства Республики Казахстан от 9 июня 2014 года № 634 «Об утверждении Программы модернизации системы управления твердыми бытовыми отходами на 2014 - 2050 годы»
- 6 Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 724 «Об утверждении Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан до 2030 года»
- 7 Послание Президента Республики Казахстан - Лидера Нации Н. А. Назарбаева народу казахстана стратегия «Казахстан-2050».
- 8 Эстеркин Р.И., Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. Пособ. Для техникумов. –Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 280 с.
- 9 Трухний А.Д., Петрунин С.В. Расчет тепловых схем парогазовых установок утилизационного типа: Методическое пособие по курсу «Энергетические установки». –М.: Издательство МЭИ, 2001. – 24с.
- 10 Переработка твердых бытовых отходов (ТБО) на плазменном реакторе. А.Татыбеков, М.А.Бугубаева, Вестник КазНУ: Серия Физическая, Том 27, № 3 (2008)
- 11 Хзмалян Д.М. Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства, Москва, Энергия, 1976, 484 стр.
- 12 Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. Изд.2, испр. 2006. 592 с.
- 13 Дыскин Л.М., Козлов С.С. Определение характеристик теплофикационной паровой турбины. Методические указания для студентов направления 140100 Теплоэнергетика. Нижний Новгород, издание ННГАСУ, 2009 г.
- 14 Приложение к решению Алматинского областного маслихата от 25 июля 2018 года № 34-174
- 15 Рогожников Д.А., Карелов С.В., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Способы утилизации отходящих нитрозных газов // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6.