

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Бойынша «Станцияның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын
қарастыра отырып, Алматы ЖЭО-2 жаңғырту»

Таңбай Азамат Әскербайұлы

6B07101 – «Энергетика»

Тақырып: «Станцияның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып, Алматы ЖЭО-2 жаңғырту» тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Дипломдық жұмыс бойынша Алматы ЖЭО-2 станциясын жаңғырту барысында көмір және газ бөліктерінің бірлескен жұмысын енгізу - қазіргі заманғы энергетика жүйелерінде тиімділікті арттыру мен экологиялық талаптарға сай болудың негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Бірлескен жұмыс - гибриді режимде жұмыс істейтін жүйе, ол көмір және газ қазандықтарының артықшылықтарын біріктіре отырып, энергия өндірісінің икемділігі мен сенімділігін арттырады.

Бұл тәсіл көмір қазандығының арзан және тұрақты жанармайын пайдалану арқылы негізгі қуатты қамтамасыз етіп, газ қазандығының тез іске қосылуы мен реттелу мүмкіндігін пайдалана отырып, жүктеме ауытқуларын тиімді реттеуге мүмкіндік береді. Газ бөлігінің жоғары тиімділігі мен экологиялық тазалығы көмір бөлігінің экологиялық кемшіліктерін ішінара жояды.

Жұмыстың жақсы жақтары (артықшылықтары):

- Көмір мен газ бөліктерінің үйлесімді жұмысы арқылы жалпы жүйенің тиімділігі жоғарылайды. Газ қазандығы жылдам іске қосылып, жүктемедегі өзгерістерге тез жауап береді, бұл энергияның ысырап болуын азайтады;
- Газ бөлігінің төмен шығарындылары көмір жағу кезінде түзілетін зиянды газдардың әсерін төмендетеді. Бұл Алматы қаласының экологиялық жағдайын жақсартуға септігін тигізеді;
- Көмірдің арзандығын пайдалану арқылы негізгі қуатты үнемді өндіру, ал газды тек жүктеме ауытқуларын реттеу кезінде қолдану жанармай шығынын оңтайландырады;
- Гибриді жүйе арқылы станция жүктемедегі ауытқуларға жылдам икемделеді, бұл оның сенімді жұмысын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, газ бөлігінің жұмысқа тез дайын болуы жүйенің апаттық жағдайларда тез қалпына келуіне мүмкіндік береді.

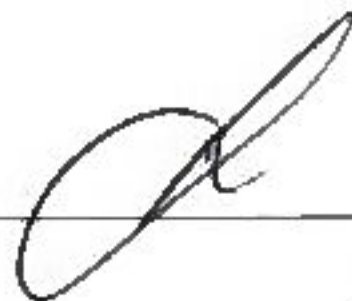
Қамтамасыз ету қажет жақтар (кемшіліктері):

Дипломдық жұмыста көмір және газ бөліктерінің үйлесімді жұмысын қамтамасыз ету үшін күрделі автоматтандыру мен бақылау жүйелері қажет. Бұл жүйелердің ақаулары станцияның жұмысын тоқтата немесе тиімсіз етеді. Сонымен қатар Көмір бөлігі әлі де экологияға кері әсерін тигізеді, сондықтан толық экологиялық тазалыққа жету мүмкін емес.

Жұмыс ғылыми аппараты сауатты жазылған. Автор зерттеу проблемасының міндетін, мақсатын тақырыпқа сәйкес айқындай, теориялық және тәжірибелік базасын нақты белгілеген.

Таңбай Азамат Әскербайұлы өзінің игерген білімділігі және талаптылығымен дипломдық жұмысын өзі ұйымдастырып, іс жүзінде теориялық және қолданбалық маңызды жетістіктеріне ие болды. 6B07101 - «Энергетика» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавр дәрежесіне лайықты деп санаймын, ал дипломдық жұмысы өте жақсы 92% (А) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші:
аға оқытушы



М. Олжабаев

«__» мамыр 2025 ж.

СЫН - ПІКІРІ

бойынша «Станцияның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып, Алматы ЖЭО-2 жаңғырту»

Таңбай Азамат Әскербайұлы

6B07101 – «Энергетика»

Тақырып бойынша: «Станцияның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып, Алматы ЖЭО-2 жаңғырту»

Орындалды:

- а) Графикалық бөлім 12-45 парақтарда
б) түсіндірме жазба 47 беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Алматы ЖЭО-2 станциясын жаңғырту аясында көмір және газ бөліктерін біріктіріп жұмыс істету идеясы - қазіргі энергетика саласындағы маңызды үрдістердің бірі. Бұл бағыт станцияның энергетикалық тиімділігін арттыруға және экологиялық талаптарға сай болуға бағытталған. Алайда сырт көзбен қарағанда, бұл бастаманың бірнеше техникалық, экономикалық және әлеуметтік аспектілерінде елеулі кемшіліктер де бар.

Жұмыстың артықшылықтары:

- Газ бөлігі көмір қазандығына қарағанда тез іске қосылып, жүктеме өзгерістеріне жылдам жауап береді. Бұл жүйеге жүктемедегі ауытқуларды тиімді басқаруға мүмкіндік береді;
- Көмірдің арзан және кеңінен қолжетімді жанармайы негізгі қуатты қамтамасыз ете отырып, газ бөлігі тек жүктеме ауытқуларын реттеуде қолданылады. Бұл жанармай шығынын азайтуға септігін тигізеді;
- Газ қазандығы көмірге қарағанда экологиялық таза жанармайды қолданады, сондықтан бірлескен жұмыс көмір жағудан туындайтын зиянды заттардың көлемін азайтады.

Кемшіліктері мен жетілдіру бағыттары:

- Бірлескен жұмыс жүйесін енгізу үшін қажет технологиялық жабдықтар мен автоматтандыруға арналған инвестициялар үлкен көлемде. Бұл қаржылық жүктеме кейде экономикалық тиімділікті төмендетуі мүмкін;
- Алматы ЖЭО-2 станциясының көмір және газ бөліктері ескірген жабдықтар мен желілерден тұрады. Оларды бір жүйеге біріктіру күрделі техникалық мәселелер туындатуы мүмкін, соның ішінде қосымша жөндеу және бейімдеу жұмыстары қажет болады;

- Көмірдің жануы әлі де экологиялық жағынан зиянды, сондықтан көмір бөлігінің жұмысы толығымен экологиялық қауіпсіздікке кепілдік бермейді.

Алматы ЖЭО-2 станциясының көмір және газ бөліктерінің бірлескен жұмысын ұйымдастыру – тиімділік пен экологиялық тазалықты арттыруға бағытталған перспективалы жоба. Дегенмен, оның сәтті жүзеге асуы үшін техникалық күрделіліктерді шешу, жоғары бастапқы инвестицияларды жабу, мамандарды даярлау және қызметкерлердің дайындығын қамтамасыз ету маңызды. Сондай-ақ, көмір жағу мәселелерінің толық шешілмеуі экологиялық тұрғыдан әрі қарай жұмыс істеуді талап етеді. Осы себепті, жобаны іске асыру барысында кешенді экономикалық және техникалық сараптама жүргізу қажет.

Жұмысты бағалау:

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылау негізінде Satbayev University –нің 6B07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша түлегі Таңбай Азамат Әскербайұлы техника және технологиялар бакалавр дәрежесіне лайық, ал дипломдық жұмыс бойынша 92% (А) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші:

Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ,
ЖЭҚ кафедрасының доценті,
тех. ғыл. канд.



М.Е. Туманов

«11» 06 2025 ж.



о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тапбай Азамат Әскербайұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Ставляның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып,

Атырау ЖЭО-2 жаңғырту ТЭН

Научный руководитель: Булбул Олжар

Коэффициент Подобия 1: 4.4

Коэффициент Подобия 2: 1.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 22

Интервалы: 0

Белые Знаки: 8

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 МОЕ РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата 12.08.2025

Заведующий кафедрой *Экономика*
Султанов А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тапбай Азамат Оскербайұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Статистический көмір және газ бөлігінің бірлескен жарымын тараптыра отырып,

Алматы ЖЭО-2 жаңғырту ТЭН

Научный руководитель: Булбул Оңғар

Коэффициент Подобия 1: 4.4

Коэффициент Подобия 2: 1.4

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 22

Интервалы: 0

Белые Знаки: 8

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

Дата 12.06.2025г.

проверяющий эксперт



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.Бұрытбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Ташбай Азамат Әскербайұлы

Станцияның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып, Алматы
ЖЭО-2 қауырт

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Станцияның көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып,
Алматы ЖЭО-2 жаңғырту»

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған:

Таңбай А.Ә.

Қол берген:

ЖЭО кафедрасының доценті,
тех. ғыл. канд.

М.Е. Туманов

2025 ж.

Ғылыми жетекші:

аға оқытушы

М.О. Омарбаев

2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә. Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD, оқу ісін басқарушы профессор
Е. А. Сарсенбаев

« 01 » 01 2025 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Тайбай Азамат Әскербайұлы

Тақырыбы: Станцияның көмір және газ балласты бірлескен жұмысын қарастыра отырып Алматы ЖЭО-2 жасадырту

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 п/ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 19.05.2025 ж.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) ЖЭО-2 жұмысының теориялық негіздері;

ә) АқЭС ЖЭО-2 жұмысының схемасының есебі;

б) Математикалық модельдеу;

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба бойынша материалдар презентацияда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
ЖЭО-2 жұмысының теориялық негіздері	13.01.25	Жоқ
АлЭС ЖЭО-2 жылдық схемасының есебі	14.03.25	Жоқ
Математикалық модельдеу	17.04.25	Жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
ЖЭО-2 жұмысының теориялық негіздері	Олжабаев М.С. аға оқытушы	13.04.25	
АлЭС ЖЭО-2 жылдық схемасының есебі	Олжабаев М.С. аға оқытушы	14.05.25	
Математикалық модельдеу	Олжабаев М.С. аға оқытушы	19.05.25	
Норма бақылау	Ө.Ө. Бердібеков Магистр, аға оқытушы	11.06.25	

Ғылыми жетекшісі _____

(қолы)

M.C. Олжабаев

Тапсырманы орындауға аяқтап студент _____

(қолы)

А.Ө. Таңбай

Күні

«30» 07 2025ж.



АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Алматы ЖЭО-2 станциясының көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын қарастыра отырып, станцияны жалғырту мәселелері қарастырылады. Қазіргі таңда экологиялық талаптардың күшеюі мен энергия тиімділігін арттыру қажеттілігі ЖЭО-2-нің отын үлесін қайта қарауды талап етеді. Алматы ЖЭО-2 көмір бөлігінің дәстүрлі қуатын сақтай отырып, газ бөлігін енгізу арқылы заманауи экологиялық және экономикалық талаптарға сай жұмыс істеуді қамтамасыз етуге бағытталған.

Жұмыста БКЗ-420/140 көмір қазандығының сиваттамалары және КВТК-100-150 сияқты заманауи газ қазандықтарының артықшылықтары қарастырылады. Сонымен қатар, қазандықтардың техникалық үйлесімділігі, экономикалық тиімділігі және экологиялық әсері салыстырылады. Газ және көмір бөлігінің бірлескен жұмысының нәтижесінде станцияның қуаты мен сенімділігі артып, зиянды шығарындылар азаяды деп болжалуға болады.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе, рассматривая совместную эксплуатацию угольной и газовой части Алматинской ТЭЦ-2, рассмотрены проблемы модернизации станции. В настоящее время возрастающие экологические требования и необходимость повышения энергоэффективности требуют пересмотра топливной доли ТЭЦ-2. Алматинская ТЭЦ-2 нацелена на обеспечение работы в соответствии с современными экологическими и экономическими требованиями за счет внедрения газовой части при сохранении традиционной мощности угольной части.

В статье рассмотрены характеристики угольного котла БКЗ-420/140 и преимущества современных газовых котлов типа КВТК-100-150. Кроме того, сравниваются техническая совместимость, экономическая эффективность и воздействие котлов на окружающую среду. Можно предположить, что в результате совместной работы газового и угольного агрегатов мощность и надежность станции повысятся, а вредные выбросы снизятся.

ANNOTATION

In this diploma work, considering the joint operation of the coal and gas part of the Almaty CHP-2 station, the problems of modernization of the station are considered. Currently, increasing environmental requirements and the need to increase energy efficiency require a review of the fuel share of CHP-2. Almaty CHP-2 is aimed at ensuring operation in accordance with modern environmental and economic requirements by introducing a gas part while maintaining the traditional capacity of the coal part.

The paper considers the characteristics of the BKZ-420/140 coal boiler and the advantages of modern gas boilers such as KGTK-100-150. In addition, technical compatibility, economic efficiency and environmental impact of boilers are compared. It can be assumed that as a result of the joint operation of the gas and coal units, the power and reliability of the station will increase, and harmful emissions will decrease.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	ЖЭО-2 жұмысының теориялық негіздері	8
1.1	ЖЭО-2 қысқаша сипаттама	8
1.2	ЖЭО-2-нің қазандықтары мен турбиналарына қысқаша сипаттамасы	11
2	АлЭС ЖЭО-2 жылулық схемасының есебі	17
2.1	ЖЭО-2-нің қондырғылар түрін таңдаудағы есептіктер	17
2.2	ЖЭО-ның шығыр (турбина) және бу қазан қондырғыларын таңдау	22
2.3	Жылу жүктемелерін маусым тәртібіне есептеу және негізгі қондырғылардың таңдауын анықтау	24
2.4	БКЗ-420/140 қазандығын КВТК-100-150 қазандығына ауыстыру мәселесін толық зерттеу	28
2.5	Көлемдерді, шығындар мен ауа қажырын және жану өнімдерін есептеу	31
3	Математикалық модельдеу	35
3.1	Үш өлшемді математикалық модельдеу негізінде қазандық қондырғысының құрылымдық және жұмыс сипаттамаларын генераторлық газ жағу үшін оңтайландыр	35
3.2	КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ішіндегі Екісбастұз тас көмірінің жану процестерін математикалық модельдеу	36
3.3	КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошақ мен оттық процестерін генераторлық газды жағу үшін қайта құруын математикалық модельдеу	40
	Қорытынды	46
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	47

КІРІСПЕ

Қазақстанның энергетика саласы ел экономикасының дамуына маңызды үлес қосады. Атап айтқанда, Алматы қаласының жылу және электр энергиясымен қамтамасыз етілуінде Алматы ЖЭО-2 станциясының рөлі ерекше. Қазіргі таңда көмір және газ қондырғыларының тиімді әрі экологиялық қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету - энергетикалық жүйенің тұрақтылығы мен қоршаған ортаны қорғау тұрғысынан өзекті мәселе болып табылады. Алматы ЖЭО-2-нің жаңғырту жұмыстары осы талаптарға сай энергия өндірісін жетілдіру және отын ресурстарын оңтайлы пайдалану мақсатында жүргізілуде. Көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын зерттеу және оңтайландыру арқылы станцияның жалпы тиімділігін арттыруға және экологиялық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік туады.

Жұмыстың мақсаты. Алматы ЖЭО-2 станциясының көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын зерттеу және талдау негізінде оның жаңғырту жобасын әзірлеу, сонымен қатар энергия тиімділігін арттыру және экологиялық әсерін азайту мақсатында ұсыныстар жасау.

Міндеттері:

- Алматы ЖЭО-2 станциясының қазіргі жұмыс режимдерін, соның ішінде көмір және газ бөлігінің жұмысын зерттеу және талдау;
- Көмір және газ бөлігінің өзара әрекеттесу ерекшеліктерін анықтау, олардың жұмысындағы артықшылықтар мен кемшіліктерді сараптау;
- Қазіргі қондырғылардың энергетикалық және экологиялық тиімділігін бағалау;
- Жаңғырту жобасын дайындау үшін көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын оңтайландыру жолдарын ұсыну;
- Жаңғырту нәтижесінде станцияның жалпы көрсеткіштерін жақсарту бойынша нақты ұсыныстар әзірлеу.

1 ЖЭО-2 жұмысының теориялық негіздері

1.1 ЖЭО-2 қысқаша сипаттама

Алматы жылу электр орталығы-2 (ЖЭО-2) - Алматы қаласының негізгі жылу және электр энергиясын өндіретін ірі энергетикалық кешені. Ол қала мен оның маңындағы тұрғын үй, өнеркәсіп және әлеуметтік нысандарды жылумен қамтамасыз етеді. ЖЭО-2 станциясы көмір және табиғи газ сияқты негізгі отын түрлерін пайдалана отырып, электр энергиясы мен жылу өндіреді. Станцияның көмір бөлігінің негізгі міндеті - тұрақты және сенімді жылу өндіру, ал газ бөлігінің көмірмен бірге жұмыс істеуі арқылы энергия тиімділігін арттыру және экологиялық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында қызмет етеді. ЖЭО-2-нің жаңғыртуы Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және экологиялық талаптарға сай келетін заманауи технологияларды енгізуге бағытталған.

А. Жақұтов атындағы Алматы КУБОК-2 станциясының құрылысы 1974 жылы басталды. Алғашқы кезеңдегі жобалық қуаты 240 мың кВт болып жоспарланған болатын. Құрылыс барысында сейсмикалық қауіпсіздік деңгейін жоғарылату міндеті басты назарға алынды. Сондықтан станцияны 12 метр тереңдікте көмумен ерекше қорғанысқа алу жұмыстары жүргізілді. Бұл Қазақстандағы энергетикалық нысандар арасында сейсмикалық қауіпсіздік талаптарын ескере отырып салынған алғашқы ірі кешен болды [1].

Сондай-ақ, елімізде алғаш рет қуаттылығы 420 тонна/сағат болатын бу қазандықтары осы зауытта пайдалануға берілді. Бұл қазандықтар сейсмикалық конструкцияларға сәйкес арнайы жобаланған және ең заманауи технологиялар негізінде орнатылған. Нәтижесінде, Алматы КУБОК-2 станциясы тек қуаты жағынан ғана емес, сонымен қатар құрылыс және қауіпсіздік стандарттары тұрғысынан да еліміздегі ірі әрі сенімді энергетикалық объектілердің біріне айналды.

Осылайша, КУБОК-2 станциясының құрылысы Қазақстанның энергетика саласындағы маңызды кезең болып, сейсмикалық белсенді аймақтарда құрылыс салудың жоғары талаптарына жауап бере отырып, ұзақ мерзімді сенімділік пен тиімділікті қамтамасыз етті.



1.1 – сурет - АЖЭО-2

Осы жылдар ішінде тағы төрт БКЗ бу қазандығы пайдалануға берілді-420-140-7С, бір R-50-130/13 типті бу турбинасы және екі Т типті бу турбинасы-110/120-130-5 бар. 2016 жылы E420-13,8-560 КТ типті №8 қазандық қондырғысы пайдалануға берілді. Станцияның белгіленген қуаты:

- Электр қуаты – 510 МВт
- Жылу қуаты – 1411 Гкал / сағ

ЖЭО конденсация режимінде қосымша электр энергиясын өндірумен жылу кестесі бойынша жұмыс істейді.

Батыс жылу Кешенін жылумен жабдықтау $D_y=800\text{мм}$ және 1000мм жылу желілері арқылы жүзеге асырылады. Ыстық сумен жабдықтау жүйесі ашық. Жылу шығарудың температуралық кестесі-қыста желілік судың максималды температурасымен арнайы-135с дейін, жазда-70с.

А.Жақұтов атындағы ҚХА ЖЭО-2 реформасынан кейін ол 2007 жылдың 15 ақпанында жұмыс істей бастады. «Алматы Электр Станциялары» АҚ құрамына кіреді.

Алматы ЖЭО-2 станциясында негізінен көмір жағатын бу қазандары қолданылады. Станцияның қазандық паркі 8 бу қазандықтан тұрады. Қазандардың негізгі техникалық сипаттамалары келесідей:

- Қазандық түрі: Қатты отынды (көмір) жағатын бу қазандары;
- Қуаты: Әрбір қазандықтың қуаты шамамен 420 тонна/сағат бу өндіруге жетеді;
- Жануы: Қазақстанның Екібастұз көмірі (КСН 0-300 маркасы) пайдаланылады;
- Сызба: Қазандар су-тұндырғышты, жартылай күлі азайтатын және экологиялық талаптарға сай жобаланған;
- Сейсмикалық талаптар: Станция сейсмикалық белсенді аймақта орналасқандықтан, қазандар арнайы сейсмикалық конструкцияға ие;

- Жаңғырту: Қазіргі уақытта экологиялық нормаларға сәйкес, газ қазандығымен алмастыру жұмыстары жүргізілуде;

- Қазандық саны: 8 бу қазандығы;

- Бу өндірісінің максималды қуаты: әр қазандықта шамамен 420 тонна/сағат бу өндіруге қабілетті, жалпы станцияда бұл көрсеткіш 3360 тонна/сағатқа жетеді;

- Қыздырғыш қысымы: 13,8 МПа (138 атм);

- Бу температурасы: 540 °С шамасында;

- Отын түрі: Екібастұз көмірі (КСН 0-300 маркасы);

- Отын шығыны: шамамен 340-370 г/кВт·сағ электр энергиясын өндіру үшін (қорытынды мән);

- Қазандықтардың жылу тиімділігі: шамамен 88-90% аралығында;

- Күл қалдықтары: жылына шамамен 120-130 мың тонна күл шығарылады, бұл күлді өңдеу және сақтау экологиялық мәселелерді тудырады;

- Сақталу мен жаңғырту: Қазіргі таңда газға көшу жобасы аясында көмір қазандықтарының орнына табиғи газға арналған қазандар орнатылуда, бұл жану тиімділігін және экологиялық көрсеткіштерді жақсартыды.

ЖЭО-2 станциясының турбиналық паркі 6 бу турбинасынан тұрады. Турбиналардың негізгі ерекшеліктері:

- Турбиналардың түрі: Бу турбиналары, конденсациялық және конденсация-жылу беретін режимде жұмыс істейді

- Жалпы қуаты: Қазіргі кезде станцияның турбиналарының электр қуаты шамамен 314,5 МВт деңгейінде, жобалық қуаты 510 МВт-қа дейін жетеді

- Қосылу: Турбиналар бу қазандықтарымен біріктіріліп жұмыс істейді, бу қазандарында өндірілген бу турбиналарда энергияға айналады

- Қоршаған ортаға әсері: Турбиналардың тиімділігі жоғары деңгейде болуы арқылы станцияның жану процесінде шығатын зиянды заттарды азайтуға ықпал етеді

- Жаңғырту: Газға көшу жобасы аясында турбиналарды газ турбиналарымен және бу-газ қондырғыларымен алмастыру жоспарлануда

Турбиналар саны: 6 бу турбинасы.

Жалпы электр қуаты:

- Жобалық қуаты - 510 МВт;

- Қолданыстағы қуаты - 314,5 МВт (тұрақты жұмыс жағдайында).

Турбина типі: Конденсациялық бу турбиналары

- Энергия тиімділігі: турбиналардың электрлік тиімділігі шамамен 37-40%

Қуат өндіру режимдері:

- Тұрақты жұмыс режимі - энергия тұрақтылығын қамтамасыз етеді;

- Айнымалы жүктемелер кезінде икемділігін сақтайды.

Бу қысымы мен температурасы:

- Енгізілетін бу қысымы - 13,8 МПа;

- Бу температурасы - 540 °С;

Жаңғырту жоспарлары: Газ турбиналары мен бу-газ қондырғыларын енгізу арқылы қуатты 557 МВт-қа дейін арттыру көзделуде, бұл энергияның жоғары тиімді өндірісіне мүмкіндік береді.

Алматы ЖЭО-2 станциясындағы қазандар мен турбиналар - қала мен оның маңындағы аудандарды жыту және электр энергиясымен қамтамасыз етуде маңызды рөл атқаратын негізгі жабдықтар. Қазіргі уақытта экологиялық талаптарды ескере отырып, станцияны газға көшіру және энергия тиімділігін арттыру бағытында жұмыстар жүргізілуде. Бұл қазандар мен турбиналардың сенімділігі мен тиімділігін арттыруға, сондай-ақ қоршаған ортаға зиянды азайтуға мүмкіндік береді.

Қоршаған ортаға әсер және шығарындылар

- Зиянды газдар: Көмір жағу кезінде шығатын күкірт диоксиді (SO_2), азот оксидтері (NO_x) және көмірқышқыл газы (CO_2) көлемі жоғары

- Жаңғырту нәтижесінде: Газға көшу арқылы SO_2 және NO_x шығарындылары 10-15 есе азаяды, бұл атмосфераның ластану деңгейін төмендетеді

- Қалдықтар: Күл және шлақтың көлемі азаяды, бұл қоршаған ортаға әсерді азайтады

Алматы ЖЭО-2 станциясының қазандықтары мен турбиналары қаланың жылу және электр энергиясына деген сұранысын қанағаттандыруда маңызды рөл атқарады. Қазіргі өндірістік көрсеткіштер экологиялық талаптарға сай келмейтіндіктен, газға көшу және заманауи бу-газ технологияларын енгізу арқылы энергия тиімділігін арттыру және қоршаған ортаға зиянды азайту жоспарлануда. Бұл өзгерістер станцияның ұзақ мерзімді жұмысын қамтамасыз етуге және Алматы қаласының экологиялық жағдайын жақсартуға септігін тигізеді [2].

1.2 ЖЭО-2-нің қазандықтары мен турбиналарына қысқаша сипаттамасы

БКЗ-420-140 бу қазандығы бұл Қазақстанның энергетикалық кешенінде кеңінен қолданылатын, қуатты бу қазандығының бір түрі. Бұл қазандықтың негізгі міндеті - өндірістік процестер мен электр энергиясын өндіруге қажетті бу мен жылу энергиясын қамтамасыз ету [3-5].

БКЗ-420-140 бу қазандығының техникалық сипаттамасы:

Қуаттылығы:

- Жылу қуаты: 420 Гкал/сағ;

- Бу өндіру көлемі: 140 тонна/сағ;

Жанармай түрі. Қазандық көмірді немесе басқа қатты отындарды жағу арқылы жұмыс істейді. Әдетте, бұл қазандықтар қатты отынмен жұмыс істейтін, бірақ отын түріне қарай реттелетін жабдықтар болып табылады.

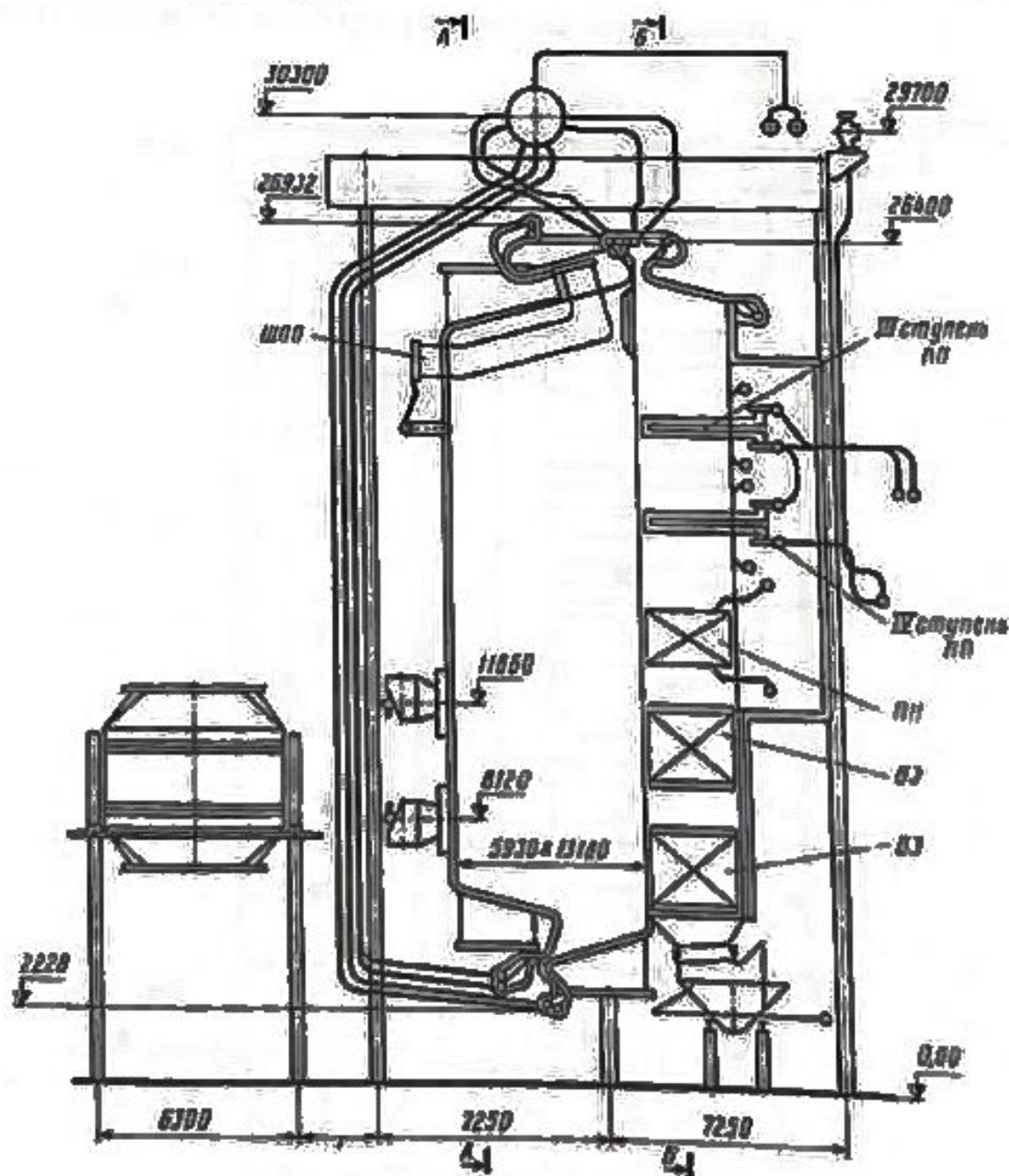
Жұмыс қысымы:

- Будың жұмыс қысымы: 13,8 МПа

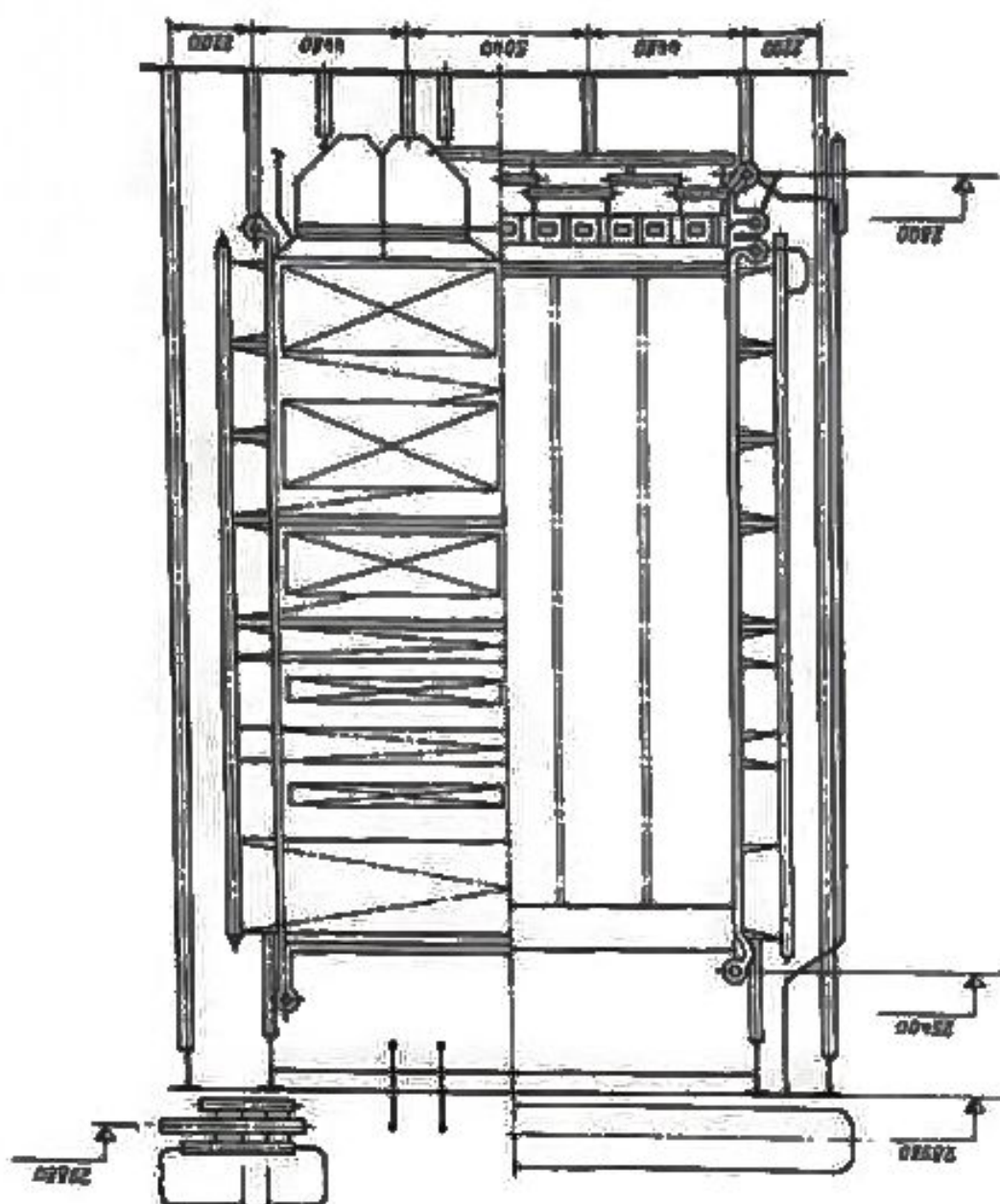
- Будың температурасы: 540 °С (жоғары температурада жұмыс істейді)

Қазандықтың түрі. Бұл қазандық қатты отынмен жұмыс істейтін, түтін газдарының ағыны мен жылу алмасу тиімділігін арттыру үшін арнайы технологиялық шешімдермен жабдықталған.

Жұмыс принципі. Қазандықтың жұмыс принципі жылу алмасу және отынның толық жануын қамтамасыз ету үшін негізделген. Көмір немесе басқа отын қазандықта жағылып, оның жану процесінен шыққан жылу буга айналып, одан кейін электр энергиясын өндіруге немесе жылу энергиясын қамтамасыз етуге қолданылады.



1.2 – сурет - БК3-420-140 қазандығының бойлық қимасы



Бұрын шығу параметрлері. Қазандықтан шығатын бу жоғары қысым мен температурада болатын, бұл оны өнеркәсіптік турбиналарда энергия өндүру үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Қоршаған ортаға әсері. БКЗ-420-140 қазандығы экологиялық стабилділікке сәйкес жұмыс істейді, бірақ қатты отынмен жұмыс істегендіктен, шығарылымдарды бақылау жүйесі талап етіледі.

Қазандықтың конструкциялық ерекшеліктері:

- Бұл қазандықтардың конструкциясы берік, және олардың ішінде арнайы жылу алмастырғыштар мен газдандыру камералары бар, олар жану процесін тиімді етуге мүмкіндік береді.
- Қазандықтың негізгі бөліктері: жану камерасы, сүзгісі, отық, жылу алмастырғыш және шығару жүйелері.

Техникалық қызмет көрсету және жөндеу. БКЗ-420-140 қазандығының сенімділігі жоғары, алайда оның жұмысын дұрыс қамтамасыз ету үшін жиілеп түрде техникалық қызмет көрсету қажет. Жөндеу жұмыстары ерекшелер мен өндірістік жоспарларға сәйкес жүргізіледі.

Жұмыс принциптерінің тиімділігі. Бұл қазандықтардың тиімділігі жоғары және олар өнеркәсіптік қажеттіліктер үшін үлкен қуат шығара алады. Сонымен қатар, оларды энергияны үнемдеу мақсатында реттеуге және қайта жаңартуға болады.

1.1 – кесте - БКЗ-420-140 бу қазандығының көрсеткіштері

Көрсеткіштердің аттары	Отын				
	Екібастұз тас көмірі	Куучекін тас көмірі	Қырғыз көмірі (Ташкұмыр кен орны)	Райчиркин қоңыр көмірі	Вахрушев кен орнының қоңыр көмірі
Номиналды бу шығару	220				
Қатты қыздырғыштың шығысындағы бу қысымы, МПа (кгс/см ²)	9,8(100)				
Температура, °С: қоректендіру суының шығысындағы қатты қызған бу түтік газдары	540 215				
	137	135	140	153	140
Тиімділік (брутто) ПЭК, %	91,4	91,0	91,36	90,0	91,36
Отын шығыны, кәдімгі, т/а	20,3				
Жолдың аэродинамикалық кедергісі жағында мм., су сын.бағ. газдық ауалық	111 382	103 302	101 202	101 202	134 274
Жылыту қуаты, Гкал/а	134	134	134	134	134
Ауа жылытқышындағы ауа температурасы, С: шығыстағы кірісте	30 381	30 363	45 382	45 382	30 382

БКЗ-420-140 бу қазандығы - бұл жоғары қуатты және тиімді қазандық, өнеркәсіптік өндірісте, сондай-ақ жылу мен электр энергиясын өндіруде кеңінен қолданылатын құрылғы. Бұл қазандықтың жоғары қысымы мен температурасы оны маңызды энергетикалық объектілер үшін тиімді құралға айналдырады.

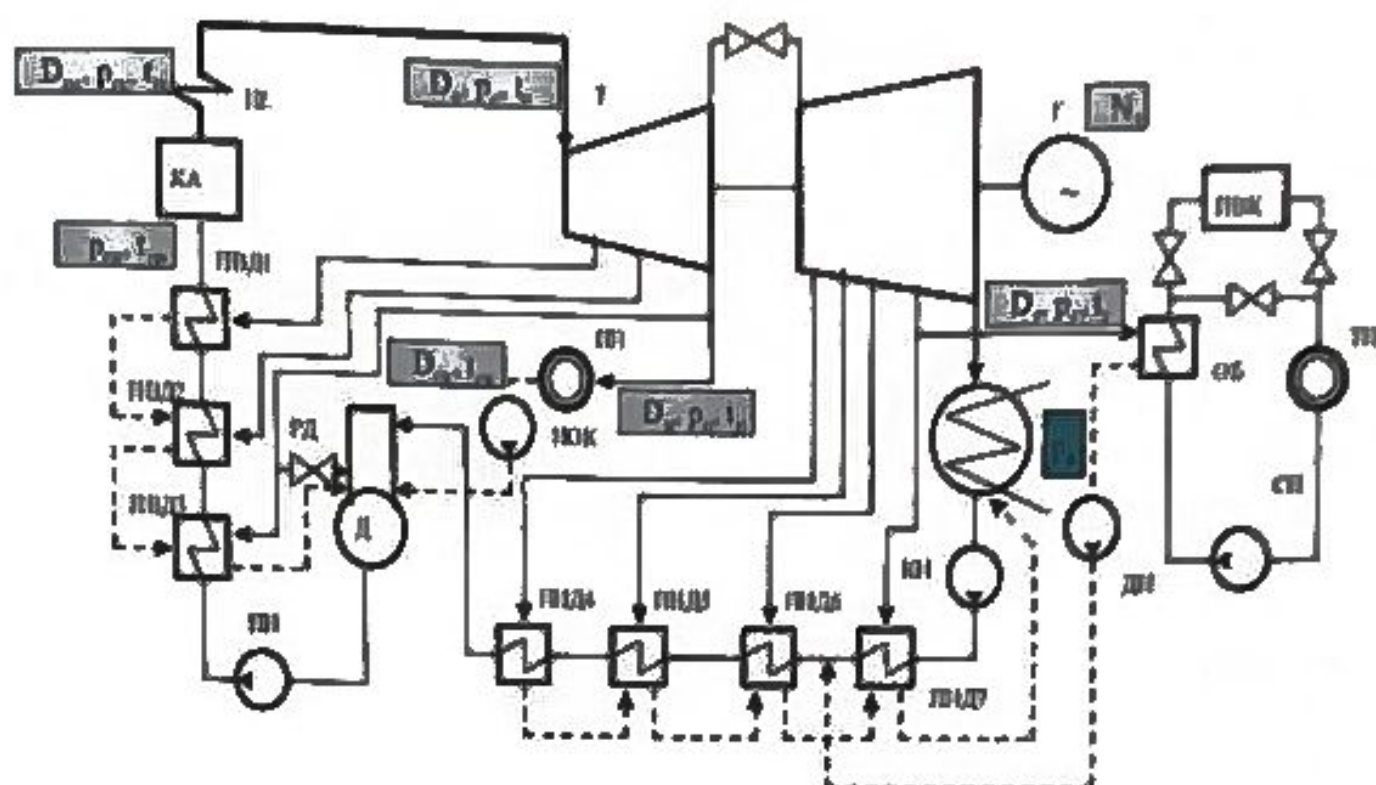
Қыздырылған шикі су суды химиялық өңдеуге жіберіледі. Химиялық суды өңдеуден кейін қосымша су вакуумдық деаэраторларға жіберіледі, оның қыздыру ортасы ең жоғары ыстық су қазандығы (пиковые водогрейные котлы - ПВК) мен ыстық су қазандықтарынан кейін алынатын тікелей желілік су болып табылады. Вакуумдық деаэраторлардан кейін қосымша су аккумуляторлық резервуарларға беріледі немесе толтырғыш сорғылар арқылы кері желілік су құбырына беріледі. Қазандық қоспа суы екі сатылы деаэрациядан өтеді, алдымен қыздыру ортасы 0,12 МПа атмосфералық деаэраторда және қыздыру ортасы 0,6 МПа жалпы станциялық коллектордың буы болып табылатын жоғары қысымды деаэраторда. Химиялық суды тазартудан кейін қазандық қоспа суы атмосфералық деаэраторларға жіберіледі және № 9 және 10 турбиналарды регенерациялау жүйесіне тасымалдаушы сорғылар арқылы беріледі, қоректік су жоғары қысымды турбиналық жылытқыштарда қыздырылады.

ПТ-60-90/13 турбины — бұл жылу электр станциясында кеңінен қолданылатын бу турбинының моделі, оның ерекшеліктері мен параметрлері келесідей:

ПТ-60-90/13 турбинының техникалық сипаттамасы:

- ПТ - бұл бу турбиналарының Промышленный Турбина деген аббревиатурасы. Яғни, бұл турбиналар өнеркәсіптік мақсатта қолданылады.
- 60 - турбинаның электр қуатының көрсеткіші. Бұл турбина 60 МВт (мегаватт) қуатпен жұмыс істейді. Яғни, бұл турбина 60 мегаватт электр энергиясын өндіре алады.
- 90 - бұл турбина жұмыс істейтін бу температурасының көрсеткіші. Турбина буының температурасы 90 атм (атмосфералық қысым) деңгейінде жұмыс істейді.
- 13 - бұл турбинадағы жұмыс қысымы көрсеткіші. Бұл турбинада жұмыс істейтін бу 13 атм (атмосфералық қысым) деңгейінде болады.

ПТ-60-90/13 турбинының негізгі параметрлерінің номиналды мәндері 1.2-кестеде келтірілген.



КА-қазандық кондырғылар (котельный агрегат); Т-бу турбинасы (паровая турбина); Г-генератор; КН-конденсат сорғы (конденсатный насос); ПНД- жоғары қысымды жылытқыштар (подогреватели высокого давления); - ОБ-негізгі қазандық (основной бойлер); ПВК- ең жоғары ыстық су қазандығы (пиковый водогрейный котел); СН- желілік сорғы (сетевой насос); ТП- жылу тұтынушы (тепловой потребитель); ДН- су төгетін сорғы (дренажный насос); ПП- өнеркәсіптік тұтынушы (промышленный потребитель); НОК- кері конденсатты сорғы (насос обратного конденсата); РД- қысым реттегіші (регулятор давления)

1.4 – сурет. ПТ-60-90/13 турбоагрегатының параметрлерін өлшеу схемасы

1.2 – кесте - ПТ-60-90/13 турбинасының негізгі параметрлері

Атауы мен өлшем бірліктері	Көрсеткіштері
1	2
Электрлік қуаты, МВт (номинальды/максималды)	60/75
Будың бастапқы көрсеткіштері:	
-қысым, МПа	8,82
-температура, °C	535
Жылу жүктемесі, ГДж/сағ (МВт)	113 (31,38)
Өндірістік қажеттіліктерге өндірілген будың шығыны, т/сағ	250
Өндірістік қысымы, МПа	1,28
Жаңа будың максималды шығыны, т/сағ	402
Реттелетін қыздыру бу шығаруларындағы бу қысымын өзгерту шектері, МПа: жоғарғы/төменгі	0,25/0,118
Қоректік судың температурасы, °C	240

1.2 – кестенің жалғасы

1	2
Салқындату суының температурасы, °C	20
Салқындату суының шығыны, т/сағ	8000
Конденсатордағы бу қысымы, кПа	3,5
Будың меншікті шығыны, кг/(кВтсағ)	6,51-7,17

Турбина жұмысының принципі:

ПТ-60-90/13 турбиначы жоғары қысымда жұмыс істейтін бу турбиначы болып табылады. Бұл турбина бу қазандығында жоғары температура мен қысымда қыздырылған бу арқылы жұмыс істейді. Бу турбиначы келесі негізгі процестерді қамтиды:

1) Бу турбиначына бу жеткізу: Бу жоғары қысым мен температурада бу қазандығынан турбинаға жіберіледі.

2) Турбина жұмысы: Бу турбиначы ішінде орналасқан лопаткаларға соғылып, оларды айналдырады. Осы айналдыру процесі электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді.

3) Конденсатордағы салқындату: Турбинадан шыққан бу салқындатқыш конденсаторға жіберіледі, онда ол суға немесе басқа салқындату жүйесіне айналып, қайтадан сұйық күйге өтеді.

4) Электр энергиясын өндіру: Турбинадағы айналмалы қозғалыс генераторды айналдырып, электр энергиясын өндіреді.

Қолданылу саласы:

ПТ-60-90/13 турбиналары көбінесе жылу электр станцияларында қолданылады, олар қуат өндіру үшін пайдаланылады. Бұл турбиналар ЖЭО (жылу электр орталықтары) мен ТЭС (термиялық электр станциялары) сияқты объектілерде кездеседі, онда олар электр және жылу энергиясын өндіруге арналған негізгі құрылғы ретінде жұмыс істейді.

Түрлері мен ерекшеліктері:

ПТ-60-90/13 турбиналары өте сенімді және ұзақ мерзім бойы қызмет көрсетуге бейімделген. Бұл турбиначы жылу жүйелерінің тиімділігін арттыру үшін жоғары температура мен қысымда жұмыс істейді. Олар кеңінен қолданылып, заманауи технологиялар мен инновациялық шешімдермен жабдыкталған [6].

ПТ-60-90/13 турбиначы қуатты, сенімді және жоғары тиімділікпен жұмыс істейтін бу турбиначы болып табылады. Оның қуаттылығы мен жұмыс параметрлері оны жылу электр станциялары мен өнеркәсіптік мақсатта қолдануға өте ыңғайлы етеді.

2 АЭС ЖЭО-2 жылдық схемасының есебі

2.1 ЖЭО-2-нің қондырғылар түрін таңдаудағы есептіктер

Аянты ЖЭО-2 станциясының қондырғылар түрін таңдауы

Аянты ЖЭО-2 - қала мен оның маңындағы аудандарды жылу және электр энергиясымен қамтамасыз ететін ірі жылу-электр орталығы. Станцияның қондырғыларын таңдауда мына негізгі талаптар ескерілді:

- Жоғары қуаттылық пен сенімділік: Қала мен өнеркәсіптік аймақтарға қажетті жылу мен электр энергиясын тұрақты жеткізу;
- Экологиялық талаптар: Зиянды шығарындыларды азайту, қазанның ауасын қорғау;
- Отынның қолжетімділігі: Қолданыстағы және перспективалық отын түрлеріне бейімделу;
- Энергия тиімділігі: Қондырғылардың жоғары тиімділікпен жұмыс істеуі;
- Технологиялық икемділік: Түрлі жұмыс режимдерінде оңай басқарылуы және жөнделуі;
- Сейсмикалық тұрақтылық: Станция сейсмикалық белсенді аймақта орналасқандықтан, қауіпсіздік шаралары талап етіледі.

Қондырғылар түрінің таңдауы

ЖЭО-2 станциясының қондырғылар түрін таңдауда бірнеше негізгі аспектілер қарастырылды:

а) Бу қазандықтары

- Типі: Қатты отынды жағатын бу қазандықтары (мысалы, БКЗ-420/140, ДЕ-420 типі);
- Қуаты: 420 тонна/сағат бу өндіру мүмкіндігі;
- Міндеттері: Бу өндіру, бу турбиналарына энергия көзі ретінде қызмет ету;
- Артықшылығы: Құрылымы қарапайым, отынның кең спектрін пайдалануға мүмкіндік береді;
- Кемшілігі: Көмір жағу кезінде экологиялық зиянды шығарындылар жоғары.

ә) Бу турбиналары

- Типі: Конденсациялық бу турбиналары, кейде бу-газ қондырғылары;
- Қуаты: 314,5 МВт – 510 МВт аралығында;
- Міндеттері: Бу энергиясын электр энергиясына айналдыру;
- Артықшылығы: Жоғары тиімділік пен сенімділік;
- Кемшілігі: Күрделі құрылым және технологиялық үдерістер.

б) Газ қазандықтары және газ турбиналары (жаңғырту кезеңі)

- Типі: Газ қазандығы және газ турбины, бу-газ қондырғылары;
- Мақсаты: Экологиялық талаптарды қанағаттандыру, энергия тиімділігін арттыру;

- Артықшылығы: Зиянды шығарындыларды азайту, жану тиімділігі жоғары, икемділік;
- Кемшілігі: Отынға тәуелділік (газдың тұрақтылығы мен бағасы).

Қондырғылар түрін таңдау факторлары

- Отынның қолжетімділігі және түрі: Алғашқы кезеңде көмір пайдаланылады, бірақ қазіргі таңда экология мен экономиканың талаптарына сәйкес газға көшу басты бағыт болып отыр.
- Экологиялық нормалар: Қазақстандағы және халықаралық экологиялық стандарттарды сақтау қажеттігі;
- Технологиялық даму: Жаңа бу-газ технологияларын енгізу арқылы қуатты арттыру және тиімділігін жоғарылату;
- Экономикалық тиімділік: Қондырғыларды таңдау инвестициялық және эксплуатациялық шығындарды оңтайландыруға бағытталған.

Алматы ЖЭО-2 станциясының қондырғылар түрін таңдау - бұл экологиялық, экономикалық және техникалық факторларды ескеретін кешенді процесс. Қазіргі таңда:

- Негізгі бу қазандықтары мен бу турбиналары көмірді пайдаланады,

- Алайда, газ қазандықтары мен газ турбиналарын енгізу арқылы экологиялық тиімді және энергия үнемдейтін жүйеге көшу қолға алынған.

Бұл қондырғылар түрінің үйлесімі станцияның сенімді, экологиялық таза және экономикалық тиімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Қондырғылардың түрін таңдауда, зауыттың қаржылық мүмкіндіктерін, экологиялық талаптарын, өндірістік қуаттылығын және болашақта тиімділікті арттыру мақсатында жасалатын модернизацияларды ескеру қажет.

1) Берілген мәліметтер:

ЖЭО - 2 орналасатын аймағы – Алматы қаласы;

Есепті маусым температуралары:

- жылуландыру жобасына, $t_p = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жылдағы ең салқын ай, $t_{\text{жн}} = -14,2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жылу беру уақытының орташасы, $t_{\text{ср}} = -6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- жазғы уақыт, $t_{\text{лет}} = 28,4\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Тұрғын саны, $A=310$ мың адам;

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

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

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

Өндірістен қайтып келетін шық температурасы, $t_{\text{с}}=70\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Ыстық сумен қамтамасыз ететін жүйе түрі - жабық;

Бір адамға жылу мен желдетуге жұмсалатын жылу мөлшері:

$$q_1 = ,71\text{ кВт/адам};$$

Бір адамға жұмсалатын ыстық су жылуының мөлшері:

$$q_1 = 0,80 \text{ кВт/адам}$$

2) Жылу жүктемелерінің есебі

Өндіріске берілетін су шығымы $D_n = 180 \text{ т/сағ}$;

Жылуландыру мен желдету жүктемесі:

$$Q_{от+в} = A \cdot q_1;$$

$$Q_{от+в} = 310 \cdot 1,71 = 530,1 \text{ МВт.}$$

Ыстық су жүктемесі:

$$Q_{те} = A \cdot q_2;$$

$$Q_{те} = 310 \cdot 0,80 = 248 \text{ МВт.}$$

Жылуландырудың толық жүктемесі:

$$Q = Q_{от+в} + Q_{те};$$

$$Q = 530,1 + 248 = 778,1 \text{ МВт.}$$

Тапсырма бойынша берілген жылу жүйесіндегі температуралық графигінен:

- тіке магистральдағы судың ең жоғары температурасы, $t_{max} = 150^\circ\text{C}$;
- кері магистральдағы судың ең жоғары температурасы, $t_{max} = 70^\circ\text{C}$;
- жылу желісіндегі судың орташа температурасы, $t_{ср} = 115^\circ\text{C}$.

3) ЖЭО-ның жылуландыру қондырғысының жылу есебі

ЖЭО-ның жылуландыру қондырғысының сұлбасы 2.1-ші суретте көрсетілген.

Жылу желісінің көлемі:

$$V_{тн} = (Q_{от+в} + Q_{те}) \cdot (A_1 + A_2);$$

$$V_{тн} = (530,1 + 248) \cdot (8,6 + 26) = 26922,3 \text{ м}^3.$$

мұндағы $V_{тн}$ - жылу желісінің мөлшерлі көлемі;

A_1 - сыртқы желілер, $A_1 = 8,6 \text{ м}^3/\text{МВт}$;

A_2 - ішкі желілер, $A_2 = 26 \text{ м}^3/\text{МВт}$;

Жылу желісінің су шығынының негізгі мөлшері шарт бойынша жылу желінің көлемінен 0,5% құрайды:

$$G_{yt} = (0,5/100) \cdot V_{тс};$$

$$G_{yt} = (0,5/100) \cdot 26922,3 = 134,6 \text{ т/сег.}$$

Жылу желісінің су шығынына байланысты жылу шығыны:

$$Q_{yt\tau} = G_{yt\tau} \cdot C_p(t_{тс} - t_{сн})/3600;$$

$$Q_{yt\tau} = 134,6 \cdot 4,19 \cdot (115 - 5)/3600 = 17,2 \text{ МВт.}$$

Су шығынын өтейтін сумен келген жылу мөлшері:

$$Q_{полл} = G_{yt\tau} \cdot C_p(t_{полл} - t_{сн})/3600;$$

$$Q_{полл} = 173,7 \cdot 4,19 \cdot (40 - 5)/3600 = 7,0 \text{ МВт.}$$

Мұндағы, $t_{полл}$ - су шығынын өтейтін су температурасы, $t_{полл} = 40^\circ\text{C}$;
 $t_{сн}$ - салқын су температурасы, $t_{сн} = 5^\circ\text{C}$;

Жылуландыру қондырғының жылулық қуаты:

$$Q_{гг} = Q_{от+n} + Q_{гн} + Q_{yt\tau} - Q_{полл};$$

$$Q_{гг} = 684 + 320 + 22,2 - 7,0 = 1019,2 \text{ МВт.}$$

Жылуландыру коэффициентін ескергендегі жылуландыру қондырғының жылу қуаты ($\alpha_{гг} = 0,55$):

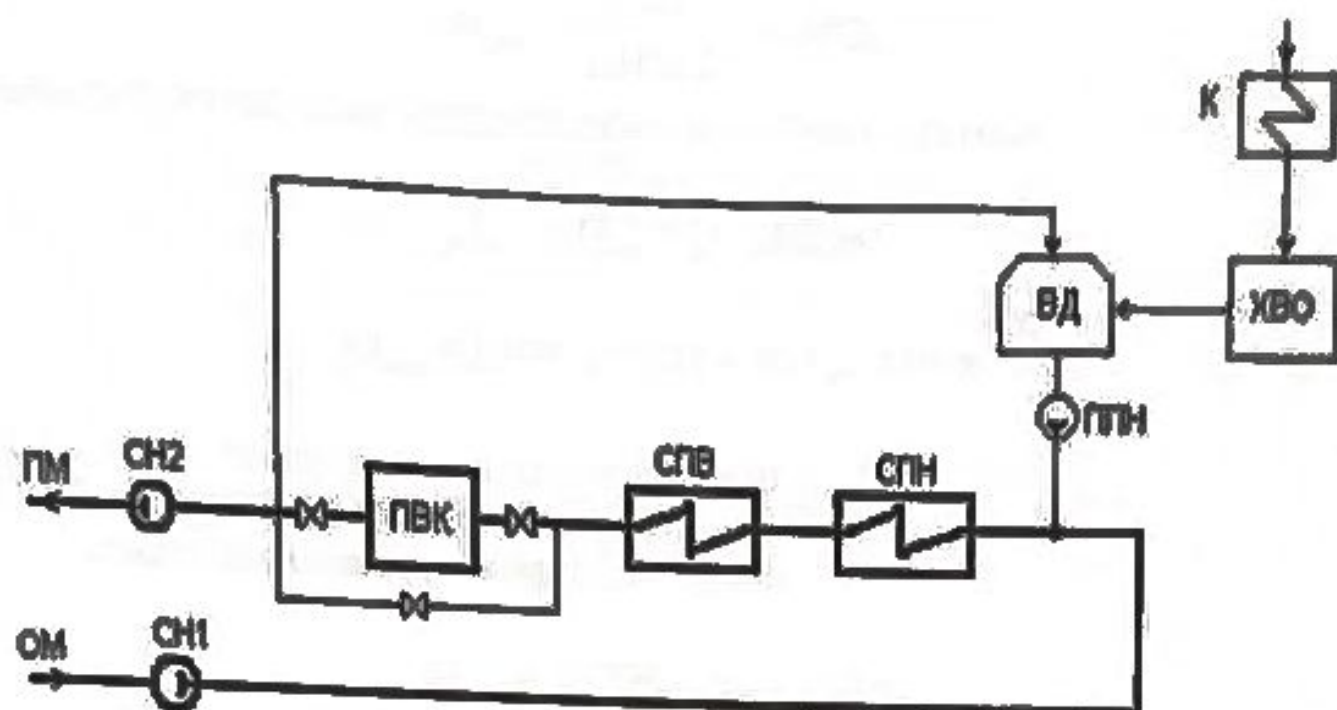
$$Q_{сеп} = \alpha_{гг} \cdot Q_{гг};$$

$$Q_{сеп} = 0,55 \cdot 1019,2 = 560,5 \text{ МВт.}$$

Су жылытқыш қазандарының қуаты:

$$Q_{жк} = Q_{гг} - Q_{сеп};$$

$$Q_{жк} = 1019,2 - 560,5 = 458,7 \text{ МВт.}$$



ПМ и ОМ – тіке және кері бас жолдар; СН1 и СН2 – желі сорғылары; ПВК – шындық су жылытқыш қазан; СПВ и СПН – астыңғы және үстіңгі су жылытқыштар; ВД – желі суының вакуум газсыздандырғышы;

2.1 – сурет - Жылуландыру қондырғынын сұлбасы

2.2 ЖЭО-ның шығыр (турбина) және бу қазан қондырғыларын таңдау

Өндіріске бу және жылуландыру жүктемесін өтеуге бу турбиналы қондырғылар таңдаймыз:

№1 ПТ-80/100-130/13 өндіріске бу және жылуландыру жүктемесін:

- өндіріске бу $D_a = 160$ т/сағ;
- жылуландыру жүктемесі $Q_{т1} = 80$ МВт;

№2 ПТ-80/100-130/13 өндіріске бу және жылуландыру жүктемесін:

- өндіріске бу $D_a = 160$ т/сағ;
- жылуландыру жүктемесі $Q_{т2} = 80$ МВт;

№3 Т-110/120-130 жылуландыру жүктемесі $Q_{т3} = 201$ МВт;

№4 Т-110/120-130 жылуландыру жүктемесі $Q_{т4} = 201$ МВт;

Толық жылуландыру жүктемесі $Q_t = 562$ МВт.

Анықталған жылуландыру коэффициенті:

$$\alpha_{теу} = \frac{Q_{т1}}{Q_{теу}};$$

$$\alpha_{\text{нзп}} = \frac{562}{1019,2} = 0,595;$$

Анықталған шыңдық (су жылытқыш қазандар) жүктемесі:

$$Q_{\text{нзп}} = Q_{\text{тп}} - Q_{\text{н}}, \text{ MBт};$$

$$Q_{\text{нзп}} = 1019,2 - 562 = 457,2 \text{ MBт};$$

Шыңдық су жылытқыш қазандар түрі KBGM-180;
KBGM-180 (208 MBт) 3 дана;

Су жылытқыш қазандарының жылу қуаты:

$$Q_{\text{нзп}} = 3 \cdot 208 = 624 \text{ MBт};$$

Бу шығырларының қыздырылған бу шығысы:

№1 ПТ-80/100-130/13 $D_{01} = 480 \text{ т/сағ};$

№2 ПТ-80/100-130/13 $D_{02} = 480 \text{ т/сағ};$

№3 Т-110/120-130 $D_{03} = 485 \text{ т/сағ};$

№4 Т-110/120-130 $D_{04} = 485 \text{ т/сағ};$

Шығырлардың толық бу шығысы:

$$\sum D_0 = 2 \cdot 480 + 2 \cdot 485 = 1930 \text{ т/сағ};$$

Бу қазандарының толық бу өнімділігі:

$$D_{\text{ка}} = (1 + \alpha + \beta) \cdot \sum D_0 \text{ т/сағ};$$

$$D_{\text{ка}} = (1 + 0,02 + 0,03) \cdot 1930 = 2026,5 \text{ т/сағ};$$

ЖЭО-да орнатуға түрі БКЗ-420-140НГМ бее қазан таңдаймыз, толық бу өнімділігімен:

$$\sum D_{\text{ка}} = n_{\text{ка}} \cdot D_{\text{ка}} \text{ т/сағ};$$

$$\sum D_{\text{ка}} = 5 \cdot 420 = 2100 \text{ т/сағ};$$

2.3 Жылу жүктемелерін маусым тәртібіне есептеу және негізгі қондырғылардың таңдауын анықтау

а) маусымдық шартты температуралары:

- жылуландыру, $t_{\text{н}}^{\text{р}} = -30^{\circ}\text{C}$;
- жылдағы ең салқын ай, $t_{\text{сж}} = -14,2^{\circ}\text{C}$;
- жылуландыру уақытының орташа, $t_{\text{н}}^{\text{р}} = -6,5^{\circ}\text{C}$;
- жаз уақытының, $t_{\text{жж}}^{\text{н}} = 28,4^{\circ}\text{C}$;

б) Қысқы ең жоғары тәртіп (I – тәртіп (режим):
жылуландыру және желдету:

$$Q_{\text{отс1}} = Q_{\text{отс}} + Q_{\text{жт}} - Q_{\text{пофн}}, \text{ МВт};$$

$$Q_{\text{отс1}} = 684 + 22,2 - 7,0 = 699,2 \text{ МВт};$$

Ыстық сумен, $Q_{\text{сж}} = 320 \text{ МВт}$;

Барлығы

$$Q_1 = Q_{\text{отс1}} + Q_{\text{сж}}, \text{ МВт};$$

$$Q_1 = 699,2 + 320 = 1019,2 \text{ МВт};$$

в) Есепті-тексеріс режим (II – режим):

$$Q_2 = Q_{\text{отс2}} + Q_{\text{сж}}, \text{ МВт};$$

$$Q_2 = 479,4 + 320 = 799,4 \text{ МВт};$$

бұның ішінде ыстық суға $Q_{\text{сж}} = 320 \text{ МВт}$,

жылуландыру мен желдетуге

$$Q_{\text{отс2}} = \frac{Q_{\text{отс1}} \cdot (t_{\text{сж}} - t_{\text{н}})}{t_{\text{сж}} - t_{\text{н}}^2}, \text{ МВт};$$

$$Q_{\text{отс2}} = \frac{699,2 \cdot (18 - (-14,2))}{18 - (-30)} = 479,4 \text{ МВт};$$

в) Жылуландырудың орташа режимы (III – режим):

$$Q_1 = Q_{отв2} + Q_{отс}, \text{ МВт};$$

$$Q_1 = 361 + 320 = 681 \text{ МВт};$$

бұның ішінде ыстық суға $Q_{отс} = 320 \text{ МВт}$,

жылуландыру мен желдетуге

$$Q_{отв2} = \frac{Q_{отв1} \cdot (t_{от1} - t_{от2})}{t_{от1} - t_n}, \text{ МВт},$$

$$Q_{отв2} = \frac{699,2 \cdot (18 - (-6,5))}{18 - (-30)} = 361 \text{ МВт},$$

д) Жазғы режим (IV – режим)

$$Q_1 = Q_{отс}^{лето} = \frac{Q_{отс} \cdot (t_{от} - t_{от}^*)}{t_{от} - t_n}, \text{ МВт},$$

$$Q_1 = Q_{отс}^{лето} = \frac{320 \cdot (60 - 15)}{60 - 5} = 261,8 \text{ МВт},$$

2.1 – кесте - Есептелген мөлшерлер

Мөлшерлердің аты	белгісі	белгісі	Режимдері			
			I	II	III	IV
Өндіріске бу шығысы	$D_{\text{б}}$	т/сағ	320	320	320	320
Жылуландыру желдету	$Q_{отв}$	МВт	699,2	479,4	361,0	0
Ыстық су	$Q_{отс}$	МВт	320	320	320	261,8
Барлығы бірге:	Q_1	МВт	1019,2	799,4	681,0	261,8
Су жылытқыштар	Q_6	МВт	562,0	562,0	562,0	562,0
Су жылытқыш қазандар	$Q_{отк}$	МВт	457,2	237,4	119,0	0

Есептеп табылған көрсеткіштер арқылы, таңдап алынған негізгі қондырғылар түрі анықталады. Норма бойынша, бір бу қазан тоқтаған кезде, жұмыста қалған қондырғылар II – режимінің жүктемесін толық қабылдап беруі қажет. Есеп бойынша

II – режим жүктемесі: $Q_2 = 799,4 \text{ МВт}$.

Жұмыста қалған бу қазандар өнімділігі $D_{\text{б}} = 4 \cdot 420 = 1680 \text{ т/сағ}$,

Турбиналарының бу алымының қуаты:

- өндіріске бу $D_p = 320 \text{ т/сағ}$;

- жылуландыру қуаты $Q_{гв} = 361 \text{ МВт}$.

Шындық су жылытқыш қазандар $Q_{гв} = 624 \text{ МВт}$.

Бір қазан тоқтап қалған кезде ЖЭО-ның қалған қондырғылары П-режим жүктемесін алып кетеді, қондырғылар дұрыс таңдалған [8].

ЖЭО жылу жүктемелеріне байланысты қондырғыларды таңдау кезінде төмендегідей негізгі факторлар ескеріледі:

Қазандықтардың таңдалуы ЖЭО қуаты мен жылыту маусымындағы сұраныстарға байланысты болады. Әдетте, қазандықтардың қуаты жылу жүктемесінің ең жоғары мәніне сәйкес таңдалады. Қазандықтар үш негізгі типке бөлінеді:

- Бу қазандықтары – жоғары температурада бу шығарады, ол турбина арқылы электр энергиясына немесе тікелей жылуға айналады.

- Су қазандықтары – негізінен тұрғын үйлер мен шағын объектілерді жылыту үшін қолданылады.

- Гибридті қазандықтар – бір уақытта жылу мен электр энергиясын өндіруге мүмкіндік береді.

Қазандықтардың жылу өнімділігі жылу жүктемесінің есептелген мәніне сәйкес таңдалады.

Жылу электр орталығының турбинасы жылу энергиясын электр энергиясына түрлендіру үшін қолданылады. Турбина таңдау кезінде оның қуаты, тиімділігі және жұмыс режимінің тұрақтылығы ескеріледі. Қуатты жоғары турбиналар үлкен тұтынушыларды қамтамасыз ету үшін қажетті.

Жылу алмастырғыштар ЖЭО жылу энергиясын тиімді таратуға көмектеседі. Олар ыстық буды немесе суды жүйедегі суық сұйықтыққа бере отырып, жылу энергиясын береді.

Су жүйелері мен насос қондырғылары жылуды тұтынушыларға жеткізу үшін қажет. ЖЭО-ның жылу жүктемесінің өзгерісіне байланысты, осы қондырғылардың қуаты мен тиімділігі таңдалады. Насос жүйелерінің тиімділігі тұтынушыларға жылудың уақытында жетуін қамтамасыз етеді [9-11].

ЖЭО жұмысын ұйымдастыруда маусымдық өзгешеліктерді ескеру қажет. Қыс кезінде қондырғылардың жұмыс режимі ауыр болады, себебі жылуға сұраныс жоғары. Жазда қондырғылардың жұмысы төмендеуі мүмкін, бірақ ол сондай-ақ ыстық су қажеттілігін қамтамасыз ету үшін жұмыс істей алады. Осы кезеңдерде қондырғылардың тиімді жұмыс істеуі үшін олардың қажетті қуаттылығын алдын ала есептеп, бақылау қажет.

ЖЭО-ның жұмысында авариялық жағдайларға дайын болу маңызды.

- Қазандықтардың қуатын резервтеу.

- Қосымша генераторлар мен резервті турбиналар таңдау.

- Жылыту маусымындағы жүктемені бірқалыпты өткізу үшін қосымша резервтер мен кезекші қызмет көрсету қажет.

2.4 БКЗ-420/140 қазандығын КВТК-100-150 қазандығына ауыстыру мәселесін толық зерттеу

Алматы ЖЭО-2 станциясы көмір жағатын бу қазандықтарымен жұмыс істейді, оның ішінде БКЗ-420/140 қазандығы негізгі рөл атқарады. Алайда, қазіргі таңда экологиялық талаптардың күшеюі, отын шығындарын оңтайландыру және техникалық жаңғырту қажеттігі КВТК-100-150 сияқты заманауи қазандарды енгізуді қарастыруға мәжбүрлейді.

Бұл жұмыс станциядағы БКЗ-420/140 қазандығын КВТК-100-150 қазандығымен ауыстырудың техникалық, экономикалық және экологиялық аспектілерін көшенді түрде талдауды мақсат етеді.

Қазіргі заманда энергетика саласында тиімділік пен экологияға қойылатын талаптар күннен-күнге жоғарылап келеді. Алматы ЖЭО-2 станциясындағы БКЗ-420/140 қазандығы ұзақ уақыттан бері жұмыс істеп келеді, алайда оның кейбір техникалық көрсеткіштері мен экологиялық сипаттамалары қазіргі талаптарға толық сәйкес келмейді. Осыған байланысты, КВТК-100-150 қазандығын енгізу арқылы қазандықтардың жұмысын жаңғырту және оңтайландыру мәселесі өзекті болып отыр.

Қазіргі кездегі Алматы ЖЭО-2 станциясындағы БКЗ-420/140 қазандығының сипаттамасы:

- Қазандық құрылымы, қуаты, жұмыс режимдері;
- Эксплуатациялық көрсеткіштер (отын шығыны, жылу тиімділігі);
- Ағымдағы мәселелер мен шектеулер;

КВТК-100-150 қазандығының техникалық сипаттамалары мен артықшылықтары:

- Қазандықтың бу шығару қуаты, қысымы, температурасы;
- Отын тиімділігі мен экологиялық сипаттамалары;
- Модульдік құрылымы және икемділігі.

Қазандықтарды ауыстырудың технологиялық және техникалық аспектілері

- Қондырғының сыйымдылығы мен қуат сәйкестігі
- Қазандықтардың орнатылу ерекшеліктері, монтаждық талаптары
- Интеграция және жүйелік үйлесімділік мәселелері

Экономикалық есептеулер мен салыстыру

- Инвестициялық шығындар
- Эксплуатациялық шығындар (отын, қызмет көрсету, жөндеу)
- Қайтарым мерзімі және тиімділік

Экологиялық әсерді бағалау

- Зиянды шығарындылардың көлемі
- Қалдықтар мен күлі мөлшері

- Ауаның ластану деңгейіне ықпал

Жаңғырту жобасын жүзеге асыру мүмкіндіктері мен ұсыныстар

- Технологиялық шешімдер
- Қаржыландыру көздері
- Жобаның кезеңдері мен ұлымдастыру

Жұмыстың қорытындысында БКЗ-420/140 қазандығын КВТК-100-150 қазандығына ауыстырудың техникалық, экономикалық және экологиялық тиімділігі қорытындыланады. Жаңғырту нәтижесінде станцияның жұмыс тұрақтылығы, энергия тиімділігі артып, қоршаған ортаға зиянды әсері азаятыны көрсетіледі.

2.2 – кесте - Қазандықтардың техникалық сипаттамаларын салыстыру

Көрсеткіш	БКЗ-420/140	КВТК-100-150
Бу өндірісі, т/сағ	420	100
Бу қысымы, МПа	~13,7 (140 кгс/см ²)	15
Бу температурасы, °С	540	540
Отын түрі	Қатты отын (көмір)	Қатты отын (көмір)
Қуат деңгейі	Ірі қазандық	Орташа қуатты қазандық
Модульдік құрылымы	Моноблок	Модульдік
Жанудың тиімділігі	88-90%	Жоғары, 90-92%
Экологиялық сипаттамасы	Шығарылатын газдар көлемі жоғары	Қоршаған ортаға аз зиянды

Техникалық және технологиялық аспектілер

Қуат және көлем сәйкестігі:

- БКЗ-420/140 - үлкен қуатты (420 т/сағ) қазандық, ол ірі бу өндіруді қамтамасыз етеді;

- КВТК-100-150 қуаты 100 т/сағ болғандықтан, оны толық ауыстыру үшін бірнеше қазандық орнату қажет болады. Модульдік КВТК-100-150 қазандығын қолдану икемділікті арттырады, жүктеме өзгерген жағдайда оңай реттеледі.

Орнату және монтаж:

- БКЗ-420/140 ірі моноблоктық қазандық болғандықтан, оны ауыстыру үлкен құрылыс жұмыстарын талап етеді;

- КВТК-100-150 қазандықтарының модульдік құрылымы монтажды жеңілдетеді, әрбір модуль жеке орналастырылады.

Интеграция және жүйеге қосу:

- КВТК-100-150 қазандықтары кәсіргі бу жүйесіне енгізілгенде, реттеу мен басқару жүйелері жаңартуды қажет етуі мүмкін;

- Жаңа қондырғылардың жүйеге үйлесімділігі, қауіпсіздік талаптарын орындауы маңызды.

Экономикалық тиімділік

Инвестициялық шығындар:

- БКЗ-420/140-ты ауыстыруға қажетті шығындар жоғары болуы мүмкін, себебі бұл ірі құрылыстар;

- КВТК-100-150 қазандықтарының модульдік сипаты бойынша бастапқы инвестицияларды бөлу және кезең-кезеңмен жаңарту мүмкіндігі бар.

Эксплуатациялық шығындар:

- КВТК-100-150 қазандықтары отын тиімділігін арттыру арқылы жану шығындарын төмендетеді.

- Қызмет көрсету және жөндеу шығындары да модульдік құрылымның арқасында азаяды.

Қайтарымдылық және үнемдеу

- Жаңғырту нәтижесінде жылу және электр энергиясын өндіру тиімділігі артып, отын шығыны азаяды.

- Қоршаған ортаға шығарылатын зиянды заттардың көлемі төмендейді, бұл экологиялық салықтар мен айыппұлдарды азайтуға мүмкіндік береді.

Экологиялық аспектілер:

- КВТК-100-150 қазандығының заманауи технологиялары көмірді тиімді жағуды қамтамасыз етеді, сондықтан газдағы және шаңдағы зиянды заттардың шығарылуы төмендейді.

- Шаңды ұстайтын және газ тазартатын заманауи жүйелерді қолдану арқылы экологиялық талаптар толық орындалады.

- Қоршаған ортаға зиянды әсерді азайту — қаладағы ауа сапасын жақсартуға ықпал етеді.

КВТК-100-150 қазандықтарын енгізу арқылы Алматы ЖЭО-2 станциясының қазандық қоры заманауи талаптарға сай жаңартылады. Бұл қондырғылардың модульдік құрылымы қуат пен жүктемені икемді басқаруға мүмкіндік береді. Экономикалық тиімділігі жоғары, өйткені эксплуатациялық шығындар мен экологиялық салықтар азаяды. Техникалық тұрғыдан ауыстыру мүмкін болғанымен, толық ауыстыру үшін бірнеше қазандық орнату қажет, бұл үлкен ұйымдастырушылық және қаржылық жұмыстарды талап етеді [12].

2.5 Көлемдерді, шығындар мен ауа қажырын және жану өнімдерін есептеу

Көлемдерді, шығындар мен ауа қажырын және жану өнімдерін есептеу КВТК-100-150-4 қазанының газ жолымен қазандық қондырғының қалыпттық жылудық есептеу әдісі бойынша [12] шығарылған, нәтижелері 2.3 – 2.5 кестеде көрсетілген.

2.3 – кесте - Екібастұз көмірін жаққан кездегі түтін газдарының теориялық көлемі, маңызы және шығындары

Шама атауы	Көлемдер, нм ³ /кг		Маңыздары, кг/кг		Шығындары			
	Ма- ғынасы	Ша- масы	Ма- ғына сы	Ша- масы	Көлемдік, нм ³ /с		Маңыздық, кг/с	
					Мағы- насы	Ша- масы	Мағы- насы	Ша- масы
Құрғақ ауаның теориялық саны	$\bar{V}$	4,42	$\bar{L}$	5,716	V^*	36,22	L^*	46,84
Азоттың теориялық саны	$\bar{V}_{N_2}$	3,498	$\bar{G}_{N_2}$	4,374	$V_{N_2}^*$	28,66	$G_{N_2}^*$	35,84
Үш атомды газдардың саны	$\bar{V}_{RO_2}$	0,815	$\bar{G}_{RO_2}$	-	$V_{RO_2}^*$	6,68	$G_{RO_2}^*$	-
Сулық будың теориялық саны	$\bar{V}_{H_2O}$	0,48	$\bar{G}_{H_2O}$	0,386	$V_{H_2O}^*$	3,933	$G_{H_2O}^*$	3,163

2,4 – кестенің жиналмасы

Шама атауы	Өлшемі	Мағынасы	Көйп-темесі	Қазанның газ жолы				
				Ошақ, ГҚ қалқаны	КПН	ТВП-2	ТВП-1	қазаннан кей.
Түтінді газдардың көлемдік шығыны	нм³/с	V_r	$B \cdot \bar{V}_r$	46,63	47,00 1	47,738	48,287	48,476
Түтінді газдардың маңызды шығыны	кг/с	G_r	$B \cdot \bar{G}_r$	61,84	62,307	63,258	63,962	64,2
Ұшатомдық газдардың көлемдік бөлігі	-	Γ_{O_2}	[22]	0,143	0,142	0,14	0,138	0,138
Сулық будың көлемдік бөлігі	-	Γ_{H_2O}	[22]	0,087	0,086	0,085	0,084	0,084
12. Ұшатомдық газдардың қосынды бөлігі	-	$\Gamma_{O_2+H_2O}$	$\Gamma_{O_2+H_2O}$	0,23	0,228	0,225	0,222	0,222
Түтінді газдардағы күлдің өлшемсіз шоғыры	кг/кг	$\mu_{зп}$	[22]	0,048	0,0476	0,0469	0,0464	0,0462

2.4 – кесте - КВТК-100-150-4 қазанының газ жолындағы түтінді газдардың нақты көлемі, маңызы және шығып-дары, ұшатомды газдардың көлемдік бөліктері және күл шоғыры

Шама атауы	Өлшемі	Мағынасы	Кейіп-темесі	Қазанның газ жолы				
				Ошақ, ГК қалқаны	КПН	ТВП-2	ТВП-1	қазаннан кей.
Ауа артықтық еселеуіші	-	α	ж/қ жылулық есептеуінен	1,2	1,21	1,23	1,245	1,25
Сулық будың көлемі	нм ³ /кг	$\bar{V}^o$	[22]	0,494	0,495	0,496	0,497	0,498
Сулық будың маңызы	кг/кг	$\bar{G}_{H_2O}$	$\frac{Q_{сф}}{o} \cdot \bar{V}_{H_2O}$	0,397	0,398	0,399	0,4	0,401
Сулық будың көлемдік шығыны	нм ³ /с	V_{H_2O}	$B \cdot \bar{V}_{H_2O}$	4,048	4,056	4,064	4,072	4,081
Сулық будың маңыздық шығыны	кг/с	G_{H_2O}	$B \cdot \bar{G}_{H_2O}$	3,253	3,261	3,269	3,278	3,286
Түтінді газдың көлемі	нм ³ /кг	$\bar{V}_T$	[22]	5,691	5,736	5,826	5,893	5,916
Түтінді газдардың маңызы	кг/кг	$\bar{G}_T$	[22]	7,547	7,604	7,72	7,806	7,835

2.5- кесте - КВТК-100-150-4 казанының газ жолынан кейінгі түтінді газдардың қажырлары, кДж/кг отын

t, °C	Ауа артықтығы		1,2		1,21		1,23		1,245	
	Қажыры, кДж/кг		казан		КПН		ТВП - 2		ТВП-1	
	Газдың	Ауаның	Іг	ΔІг	Іг	ΔІг	Іг	ΔІг	Іг	ΔІг
100	665,7	556,9	777,1	794,7	782,6	800,4	793,8	811,5	802,1	820
200	1348,2	1117,9	1571,8	818,1	1583	823,8	1605,3	835,3	1622,1	843,9
300	2051,6	1691,5	2389,9	845,8	2406,8	851,7	2440,6	863,5	2466	872,2
400	2780,2	2277,7	3235,7	865	3258,5	871	3304,1	882,9	3338,2	891,9
500	3525,4	2876,5	4100,7	884,4	4129,5	890,4	4187	902,7	4230,1	911,9
600	4287,5	3487,8	4985,1	904,4	5019,9	910,7	5089,7	923,2	5142	932,7
700	5066,3	4115,8	5889,5	931,1	5930,6	937,6	6012,9	950,3	6074,7	959,8
800	5870,2	4752,2	6820,6	951,3	6868,2	957,5	6963,2	970,2	7034,5	979,7
900	6695	5384,5	7771,9	959,6	7825,7	966,2	7933,4	979,3	8014,2	989
1000	7524	6037,7	8731,5	970,6	8791,9	977,2	8912,7	990,5	9003,2	1000,5
1100	8361,4	6703,4	9702,1	971,4	9769,1	978,1	9903,2	991,5	10003,7	1001,6
1200	9198,8	7373,3	10673,5	1009	10747,2	1015,8	10894,7	1029,1	11005,3	1039,2
1300	10073,9	8043,2	11682,5	1058,6	11763	1065,4	11923,8	1079,2	12044,5	1089,4
1400	10995,1	8729,9	12741,1	1028,3	12828,4	1035,1	13003	1048,8	13133,9	1059
1500	11886,9	9412,4	13769,4	1016,6	13863,5	1023,5	14051,8	1037,2	14192,9	1047,6
1600	12766,2	10099	14786	1054,2	14887	1061,1	15089	1074,8	15240,5	1085,1
1700	13683,1	10785,7	15840,2	1025,1	15943,1	1031,9	16163,8	1045,7	16325,6	1055,9
1800	14570,8	11472,4	16865,3	1078,5	16980	1085,5	17209,5	1099,5	17381,5	1110,2
1900	15508,6	12175,8	17945,8	1040,9	18065,5	1048	18309	1062,1	18491,7	1072,6
2000	16408,9	12879,2	18984,7	-	19113,5	-	19371,1	-	19564,3	-

жағдайларда шындық (пиковый) режимінде жұмыс істеуге арналған (ЖЭО-да шындық жылулық жүктемесін жабу үшін орнатылған кезде) жұмыс істейді. Қазандық бір корпусы, U тәрізді. Қазандықтың негізгі техникалық көрсеткіштері 1 кестеде келтірілген. Қазандықтың схемасы 1 суретте келтірілген

Физикалық модельдің сипаттамасы

Барлық жану процестері, атап айтқанда аэродинамика, химиялық реакция, жану, жылу және масса алмасу және азот оксидтерінің түзілу процестерін модельдеу ANSYS Fluent кешенінде өзара байланысты деп саналады. Оттықтағы газ ағыны келесі компоненттер тізімінен ұсынылады деп шартталған: көмірқышқыл газы CO_2 , молекулалық азот N_2 , су буы H_2O , оттегі O_2 . Ағынның турбуленттік сипаттамаларын сипаттау модификацияланған k-ε стандартты турбуленттік модельмен жүзеге асырылады [14].

Бұл жұмыста көмір шаңының және генераторлық газдың жануын имитациялау үшін жанудың негізгі кезеңдерін ескеретін модель қабылданды, атап айтқанда: ылғалдың булануы, қыздыру, тұтану, ұшпа заттардың жануы және кокс қалдықтарының күйіп кетуі. Жану камерасында көмір бөлшегі жылу сәулеленуіне байланысты термиялық өңдеуден өтеді. Есептеуде қатты отын ретінде Екібастұз тас көмірінің 1 күлділікті құрамы алынған [14]. Отынның құрамы 3.2 кестеде келтірілген

3.2 – кесте- Екібастұз көмірінің элементарлық құрамы

Параметр	Беліленуі, өлшем бірлігі	Мәні
Көміртек	C, %	44,8
Сутек	H, %	3,0
Азот	N, %	0,8
Күкірт	S, %	0,7
Оттегі	O, %	7,3
Ылғалдылық	W, %	6,5
Күлділік	A, %	36,9
Төменгі жану жылуы	$Q_{\text{нр}}$, кДж/кг	32388

3.2 КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ішіндегі Екібастұз тас көмірінің жану процестерін математикалық модельдеу

Зерттеудің бастапқы кезеңінде КВТК-100-150 қазандық қондырғысының жану камерасының торлы моделі салынып (3.1 - сурет), отын мен ауа кірістері бекітілді. Торлы модель 250 000 ұяшықтан тұрады.

3 Математикалық модельдеу

3.1 Үш өлшемді математикалық модельдеу негізінде қазандық қондырғысының құрылымдық және жұмыс сипаттамаларын генераторлық газ жағу үшін оңтайландыру

Су жылытқыш қазандықтардың энергетикалық және экологиялық көрсеткіштерін жақсарту бойынша техникалық ұсыныстар әзірлеу үшін азот оксидтерін басута бағытталған құрылымдық және орналасу және режимдік шараларды әзірлеу қажет. Ең тиімді техникалық шешімдерді растау үшін әдетте алдын-ала жобалық зерттеулер жүргізіледі, соның ішінде: қазандық қондырғысының термиялық есебі, отын дайындау жүйесін есептеу, су жолының гидравликалық есебі, қазандықтың аэродинамикалық есебі, жану кезіндегі зиянды компоненттердің есебі. Алайда қолданыстағы нормативті есептеу әдістері көп жағдайда дұрыс және дәл нәтиже бере алмайды, сондықтан тиімді технологияларды анықтау үшін үш өлшемді математикалық модельдеу әдістерін қолдану қажет. Қазіргі уақытта ANSYS Fluent бағдарламалық өнімі ошақтағы және қазандық қондырғысының газ жанарғыларында болатын физикалық процестерді сипаттауға мүмкіндік беретін баламалы инженерлік құрал ретінде кең қолданылуда [13].

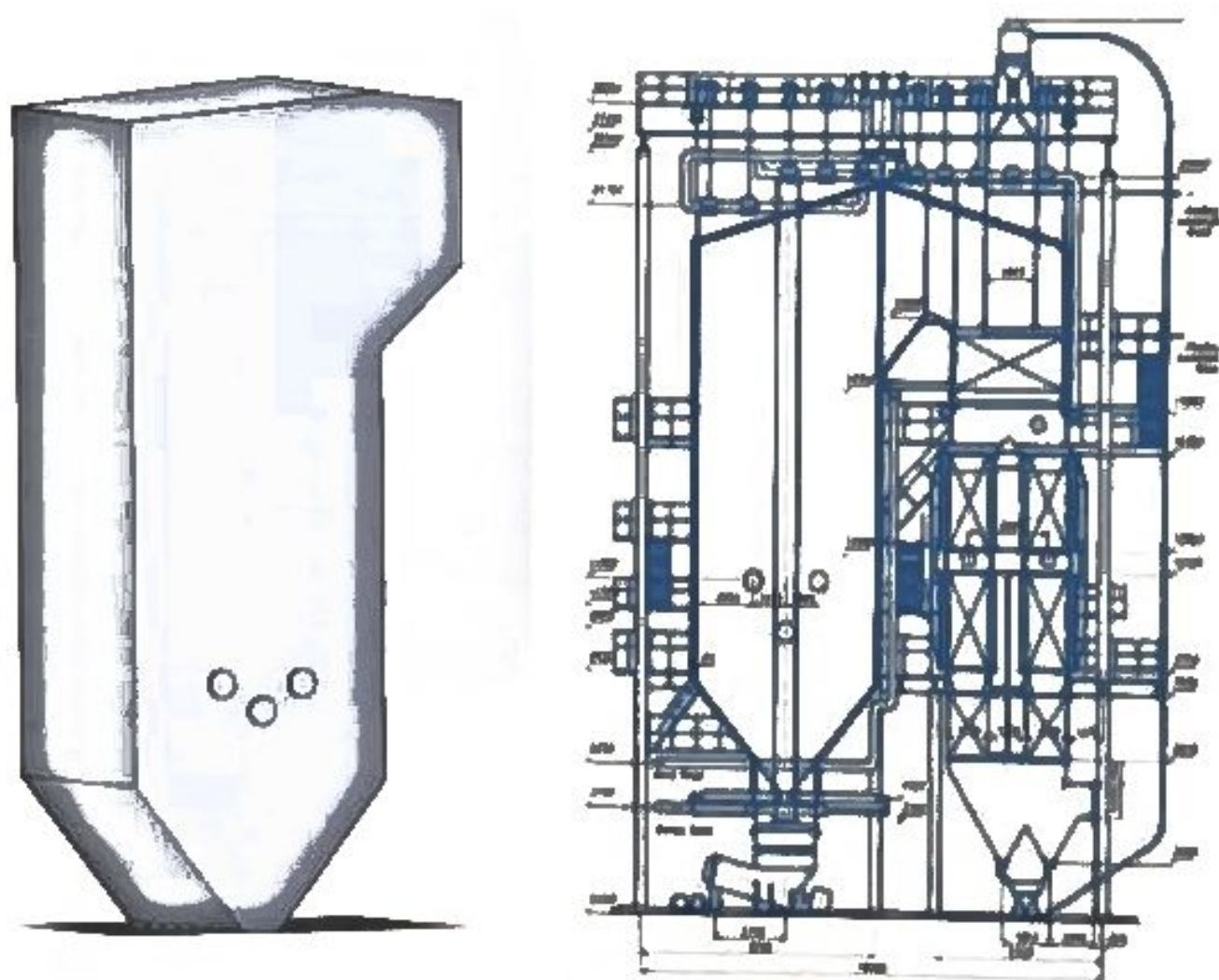
КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығын жалпы сипаттамасы.

3.1-кесте- КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығының техникалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің аты	Сандық мәні
Жылулық қуаты, Гкал/сағ	100
Қазандықтың кірісіндегі су температурасы негізгі/шындық (пиковый) режимі, °C	70/100
Қазандық шығысындағы судың температурасы, °C	150
Жұмыс қысымы, т/сағ	24
Судың циркуляциясы негізгі/шындық (пиковый) режимі, т/сағ	1236/2460
Отын шығысы (есептеулік), т/сағ	17,8
Бағандар осінің бойымен ені, мм	12300
Бағандар осі бойымен тереңдігі, мм	18000
Биіктігі, мм	29680

КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығының қуаты 100 Гкал/сағ, ұнтақталған тас және қоңыр көмірде жұмыс істейді. Қазандық өндірістік және тұрғын үй объектілерін ыстық сумен қамтамасыз етуге арналған. КВТК-100-150 типтегі қазандықтар негізгі режимде (өндірістік және өндірістік жылыту қазандықтарында орнатылған кезде) және кейбір

Шекаралық шарттарға оттықтардағы отын жылдамдығы, температура мәндері 3.2 - кестеде көрсетілгендей және отынның элементарлық массалары белгіленді. Ауаның бастапқы температурасы 750 К, ал отынның бастапқы температурасы 450 К тең деп алынды. Бұның себебі, отын мен ауа қазандық қондырғыларды алдын ала жылытылады, сондықтан температуралары атмосфералықтан жоғары деп қабылданды. 3.1-суреттегі көрсетілген КВТК-100-150 қазандығының беттік қабырғасында 6 аударылған үшбұрыш түріндегі оттықтар орналасқан.

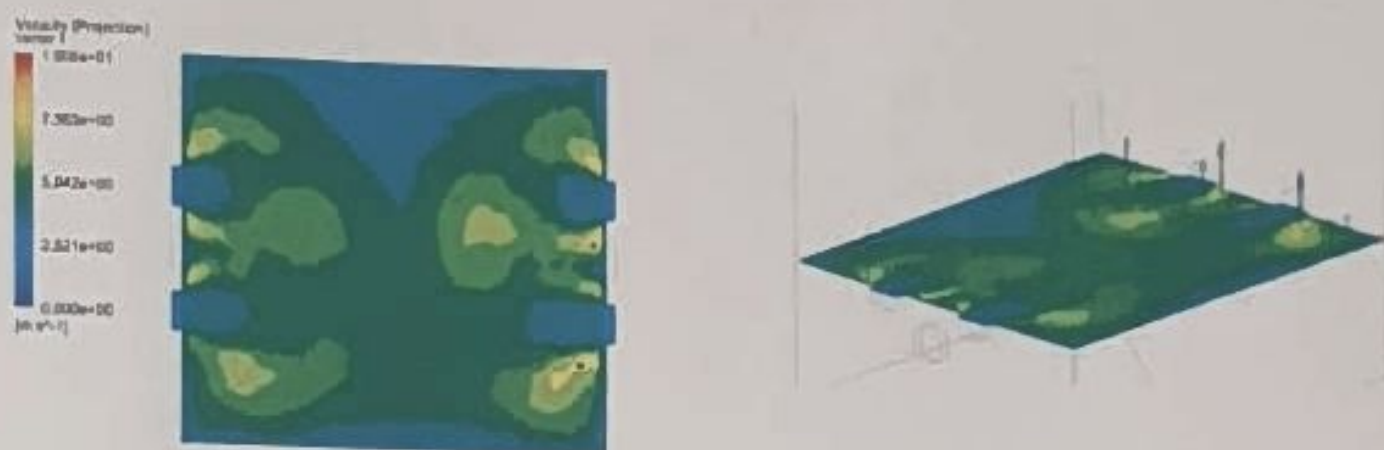


3.1 – сурет - КВТК-100-150 су жылытқыш қазандығынң есептік моделі

ANSYS Fluent бағдарламасында орындалған үш өлшемді есептеулер ошақтың көлденең және тік учаскелерінде азот оксидтерінің түзілу қарқыны, температура және концентрациясының таралуын алуға, сондай-ақ көмір бөлшектерінің траекториясын қадағалауға мүмкіндік береді. Қазандық қондырғысының есептік жүктемесіндегі модельдеудің негізгі нәтижелері 3.2-3.7 суреттерде келтірілген.

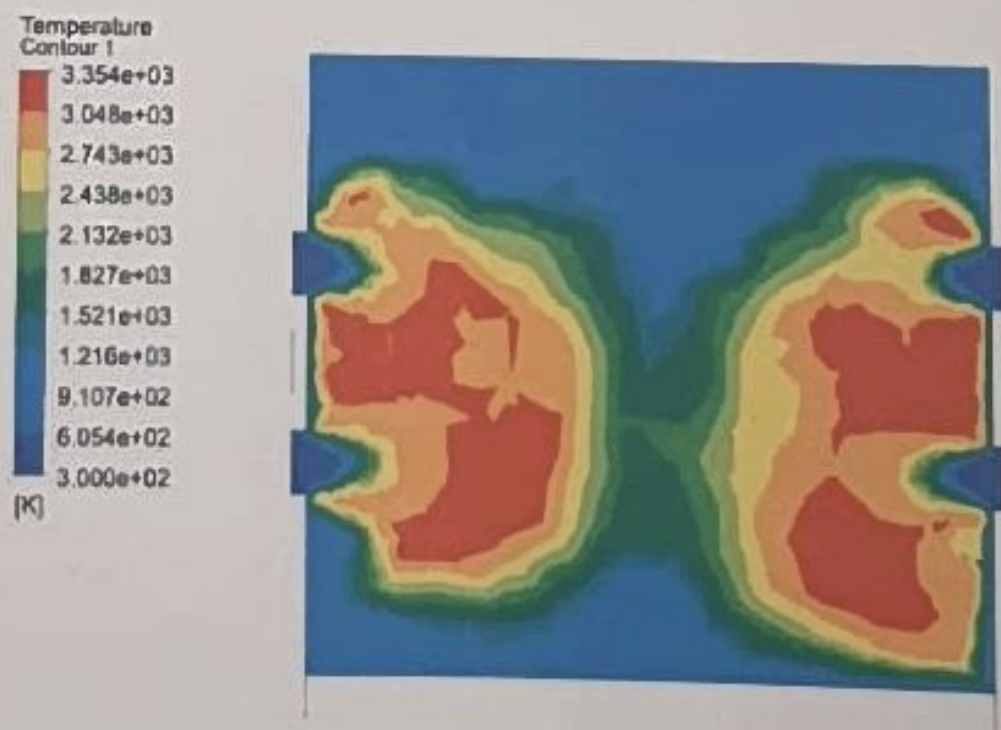
3.1-суретте қазандықтың оттық деңгейіндегі жылдамдық векторлары келтірілген. Суреттерден келесіні анықтауға болады – жылдамдық векторларының бағыты тік орналасқан, оның басты себебі газдардың бағыты

жоғары, яғни ошақтың шығысына бағытталған. Жанама векторлар яғни құйынды көрсететін векторлары жоқ.



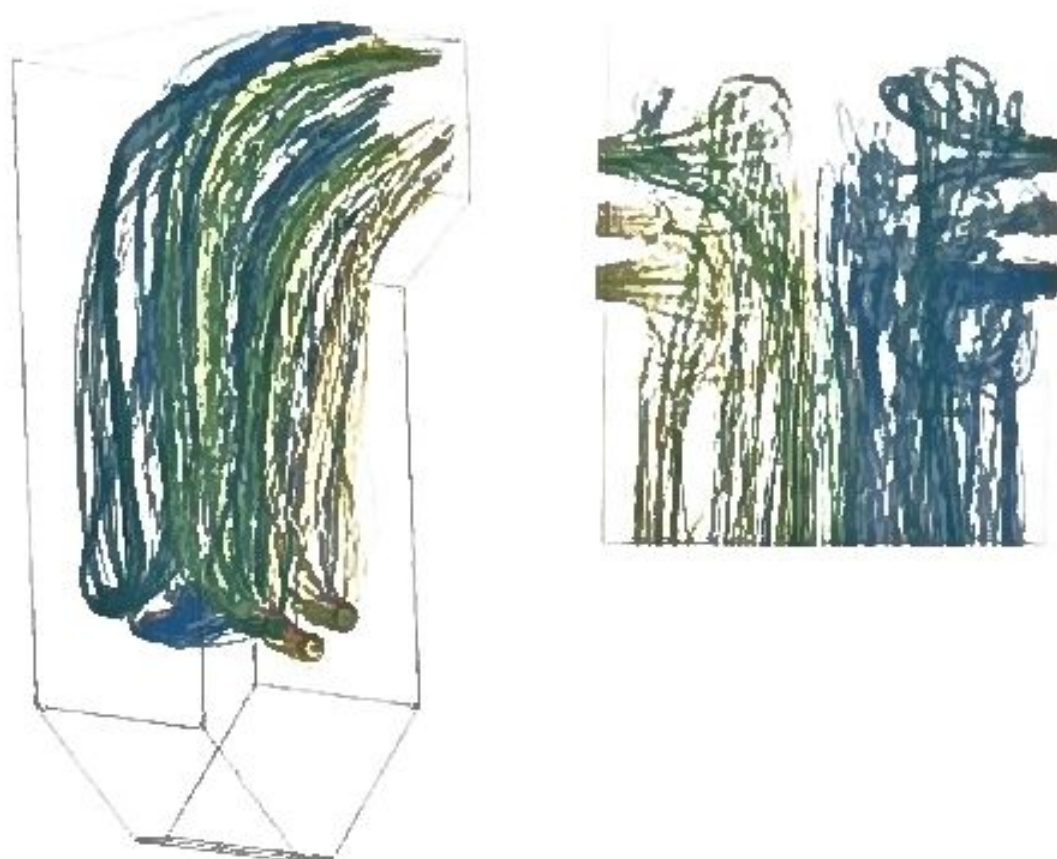
3.2 – сурет - КВТК-100-150 қазандық қондырғысының оттық деңгейіндегі жылдамдық векторлық өрісі (м/с)

3.3- суретте қазандықтың оттық деңгейіндегі температуралардың таралуы көрсетілген. Суретте көрінгендей, жоғары температуралық аймақ, оттықтардың кірісінде, яғни көмір бөлшектерінің ауамен кездесетін бөлімінде орналасқан.

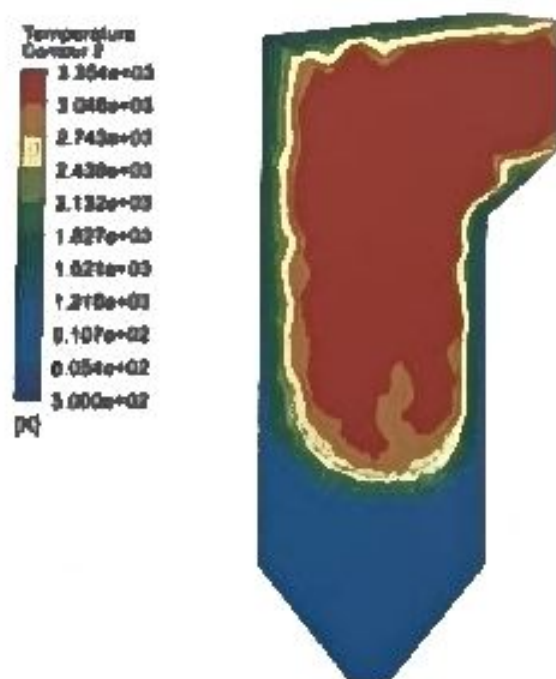


3.3 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының оттық деңгейіндегі температуралардың өрісі (К)

3.4 -суретте КВТК-100-150 қазандығындағы қатты отын бөлшектерінің қозғалыс траекториясы бейнелеген. Жалпы траекториялардан көрініп тұрғаны: отын бөлшектері екі жанарғы тобынан шыққанда ошақтың геометриялық ортасында кездесіп, ары қарай вертикальды қозғалады.



3.4 – сурет -. КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошағындағы көмір бөлшектерінің таралуы



3.5 - сурет - КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі температура өрісі (К)

Алынған нәтижелер ANSYS Fluent бағдарламасында жүзеге асырылған таңдалған математикалық модель, тұтастай алғанда, қазандық қондырғысының жылу есептеулерімен ұқсас мәндерді көрсетіп, жану процестерінің қолданыстағы бейнесін көрсетеді. КВТК-100-150 қазандық қондырғысын математикалық модельдеу нәтижелерін талдау қазандықтың

шымшу аймағында жану камерасының қожды ұлғайту аймақтарының бөлуын растайды.

КВТК-100-150 бу қазандығының жану камерасынан шығатын түтін газдарының температурасының жоғары мәндері қыздыру беттерінде бастапқы және қайталама күл мен қож шөгінділерінің пайда болу процесін күшейтеді. Сонымен бірге азот оксидтерінің концентрациясы стандартты көрсеткіштерден шамамен 1,5 есе асып, $443,8 \text{ мг/м}^3$ құрайды. Осылайша, жүргізілген есептеу жұмыстары Канск-Ачинск бассейнінің көмірін жағатын сұйық ерітінді жүйелері бар қазандық қондырғыларында проблемалардың бар екендігін тағы да растайды.

3.3 КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошақ мен оттық процестерін генераторлық газды жағу үшін қайта құруын математикалық модельдеу

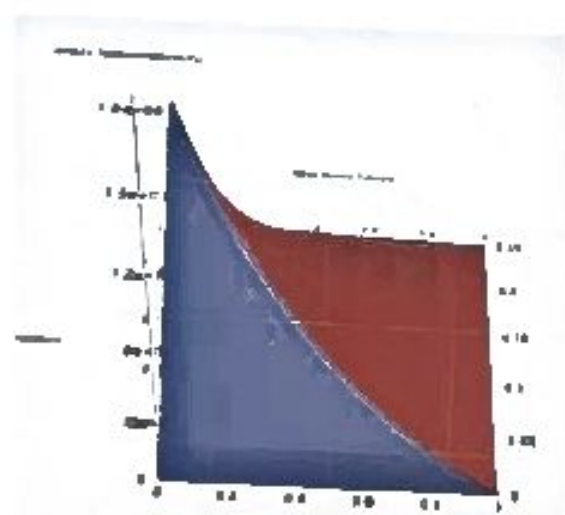
Осы дипломдық жұмыста КВТК-100-150 қазандығын қатты Екібастұз отыннан генераторлық газға көшірудің қайта құрылуы қарастырылғандықтан, генераторлық газды есептеу қажет. Генераторлық газды қатты отынның әртүрлісінен алуға болады. Осы жұмыста Екібастұз тас көмірінен алынғандықтан, генераторлық газдың құрамы [13] әдебиетіне негізделіп алынған. Генераторлық газдың құрамы 3.3-кестеде келтірілген. Осы модельдеуде газ генераторының үшөлшемді модельдеуі жүргізілмеген.

Генераторлық газды жағу үшін, ANSYS Fluent бағдарламасында оның құрамын беру қажет. Генераторлық газдың құрамы салынған отын құрамына байланысты болады. Осы есептер үшін, генераторлық газдың құрамы тас көмірді қолданған кездегісі алынды. Газдың элементарлық құрамы 3.3-кестеде келтірілген.

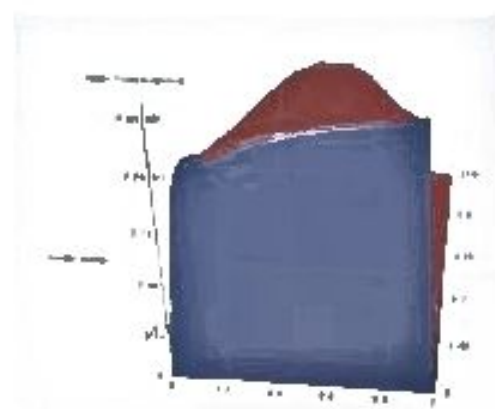
3.3 – кесте - Генераторлық газдың элементарлық құрамы

Параметр	Беліленуі, өлшем бірлігі	Мәні
Сутек	$\text{H}_2, \%$	30
Азот	$\text{N}_2, \%$	50,4
Күкірт	$\text{S}, \%$	0,7
Оттегі	$\text{O}, \%$	7,3
Көміртегі монооксиді	$\text{CO}, \%$	30
Көмірқышқыл газ	$\text{CO}_2, \%$	5,0
Метан	$\text{CH}_4, \%$	2,0
Күкіртті сутек	$\text{H}_2\text{S}, \%$	0,2
Төменгі жану жылуы	$Q_{\text{вп}}, \text{кДж/кг}$	6400

Генераторлық газдың төменгі жану жылуы тас көмірдікінен 5 есе аз болғандықтан, оның максималды температурасы әлдеқайда төмен болады. Сондықтан осы есептеулерге қосымша, максималды температураларды анықтау жұмысы жасалынды. Адиабатты алаудың Екібастұз көмірі мен генераторлық газдың сәйкесінше температуралары 3000 К және 1800 К болатынын анықталды.



Генераторлық газдың температурасының максималды деңгейі

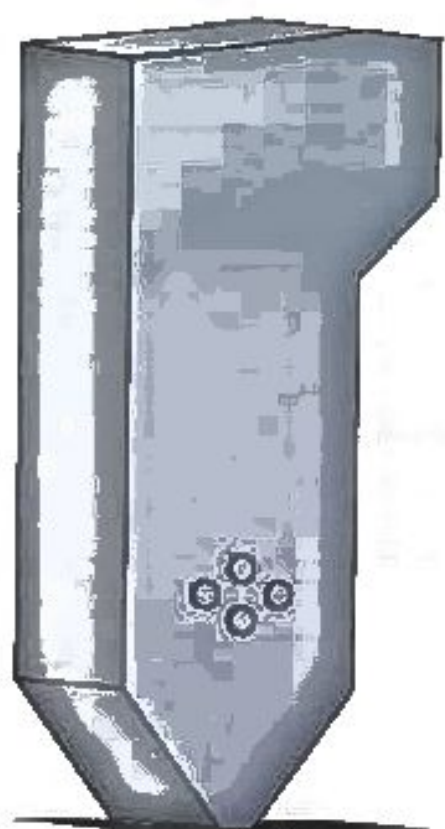


Екібастұз көмірінің температурасының максималды деңгейі

3.6 сурет - Екібастұз бен генераторлық газдардың максималды температуралық деңгейін салыстыру

КВТК-100-150 қазандық қондырғысын қайта құру бойынша таңдалған техникалық шешімдердің дұрыстығын бағалау үшін техникалық қайта жабдықтау бойынша ұсынылған шараларды ескере отырып, су жылытқыш қазандығының жану процесінің имитациясы жүргізілді. Осыған байланысты КВТК-100-150 қазандық қондырғысының жану камерасының моделі 3.7 - суретте қайта жаңартудан кейін салынды. Пештің торлы моделі 120000 ұяшықтан тұрады. Қазандық қондырғының ішінде қатты отынды генераторлық газға ауыстыру үшін қосымша бір оттық қосу қарастырылған.

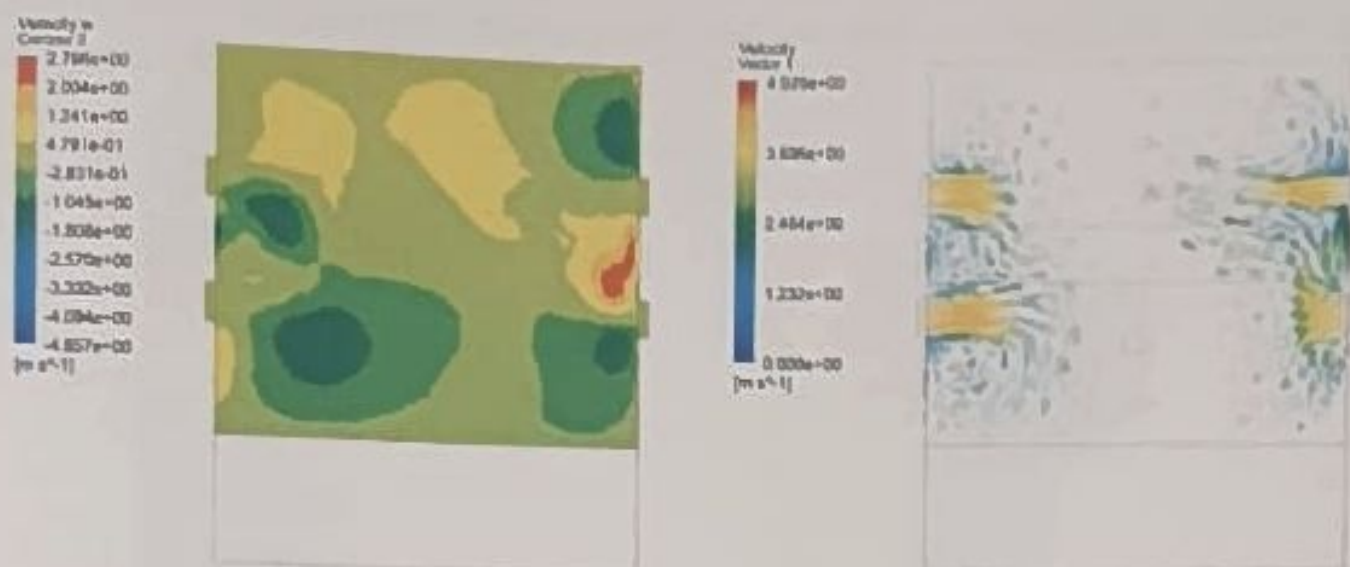
Жанудың тиімді схемасын таңдаудың негізгі критерийлері: оттықпен қабырғаға жақын аймақтағы газдардың температурасы; механикалық және химиялық кем жану мәндері; оттықтың ішіндегі жанған газдардың жылдамдығы; газ ағындарының біркелкі аэродинамикалық құрылымы; экрандар арқылы қабылданатын жылу ағыны; пештің көлеміндегі азот оксидтерінің концентрациясы; пештің көлеміндегі және қабырға аймағындағы оттегінің мөлшері. Осы есептеулерде, генераторлық газдарға ауысу кезіндегі азот тотықтарының түзілуі қарастырылған.



3.7 – сурет - Қайта құрудан кейінгі КВТК-100-150 қазандық қондырғысының есептеу торы

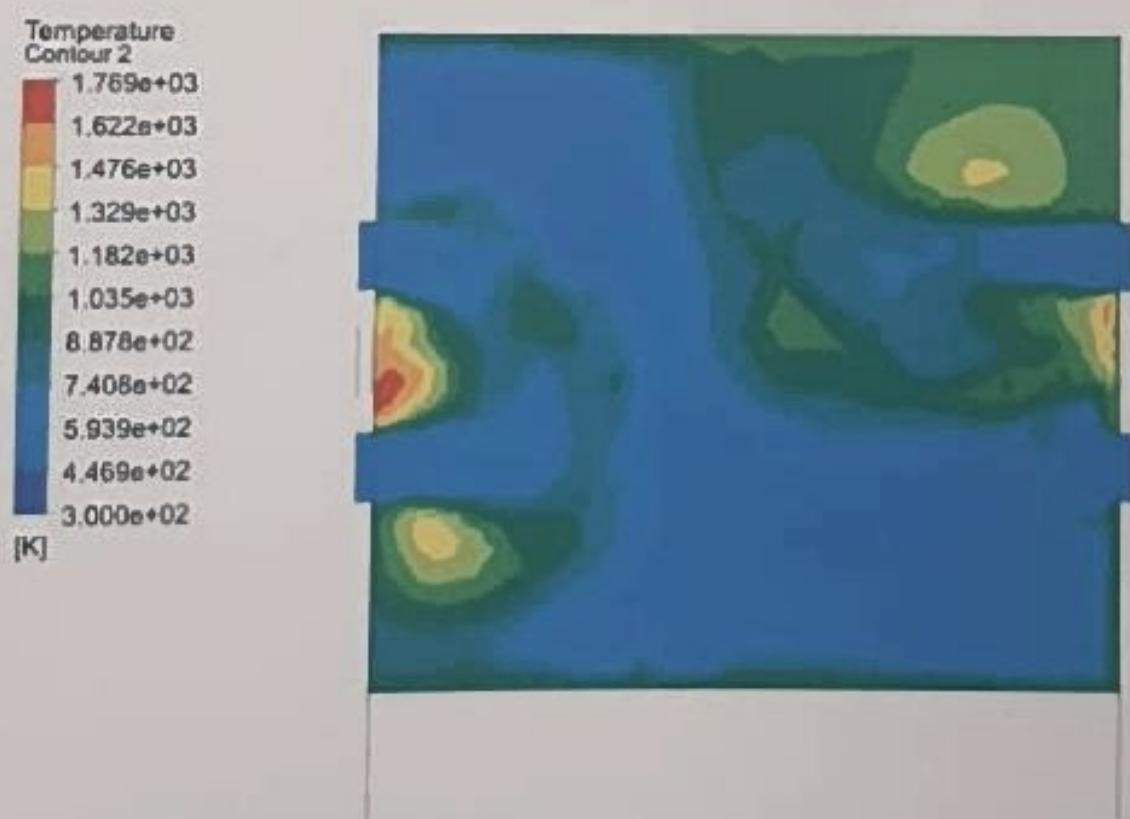
Модельдеу нәтижесінде қазандықтың ішіндегі газдар ағынның жылдамдығы, температура мәндері 3.7-3.8 -суреттегідей анықталды. ANSYS Fluent бағдарламалық жасақтамасында орындалған үш өлшемді есептеулер ошақтың көлденең және тік бөліктерінде азот оксидтерінің жылдамдығын, температурасын және концентрациясын бөлуге мүмкіндік береді. Қайта жаңартудан кейінгі КВТК-100-150 қазандығының есептік жүктемесіндегі негізгі имитациялық нәтижелер 3.8-3.12 суреттерде көрсетілген.

3.8 -суретте оттық деңгейіндегі газдардың векторлық қозғалысы және жылдамдық контурлары белгіленген. Суретте көрінгендей жылдамдықтар өрісі біріне қарама қарсы бағытталған. Сонымен қоса, оттықтардың айналасында құйындардың да пайда болуы байқалынды.



3.8 – сурет - КВТК-100-150 қазандық қондырғысының оттық деңгейіндегі жылдамдық векторлық өрісі (м/с)

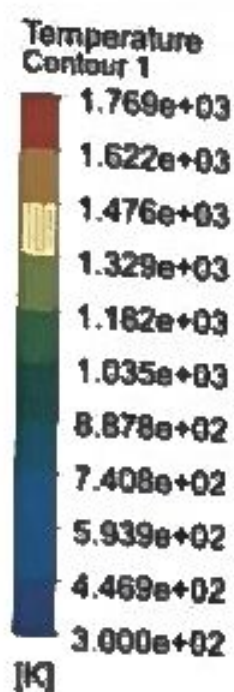
3.9 - суретте оттық деңгейдегі температуралық контурлар көрсетілген. Газдардың қозғалысы жоғары болғандықтан жану процессінің ең жоғары температуралары ошақтың жоғары бөлімінде өтетіні анық.



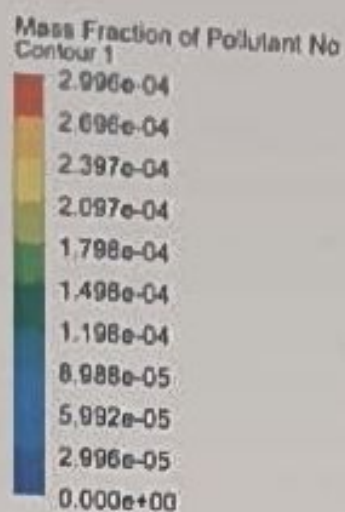
3.9 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының оттық деңгейіндегі температуралардың өрісі (K)

3.10 - суретте қазандық тік бөліміндегі температуралық контурлар (өрістер) бейнелеген. Суретте көрініп отырғандай, газдардың басты бөлігі қазандық ошағының жоғарғы бөлімінде жанады. Сондықтан олардың температурасы 1770 K дейін жетеді. Бұның басты себебі, газдардың ауамен

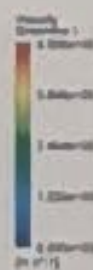
араласу қарқындылығына, яғни диффузиялық алауда, газдардың жану тек араласу ретімен ғана шектеледі.



3.10 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі температура өрісі (K)



3.11 – сурет - КВТК-100-150 қазандығының тік бөліміндегі азот тотығының түзілу өрісі



3.12 – сурет - КВТК-100-150 қазандық қондырғысының ошағындағы газдардың қозғалыс жолдары

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Онгар Б. Численное исследование закономерностей образования окислов азота при горении частично газифицированного угля. УДК 621.182.9: 662.66: 519.87 (043.3) АУЭС, Алматы, 2018. – 112 с.
- 2 Росляков П.В., Закиров И.А. Нестихиометрическое сжигание природного газа и мазута на тепловых электростанциях. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
- 3 Росляков П.В., Ионкин И.Л., Плешанов К.А. Высокоэффективное сжигание топлива с контролируемым химическим недожогом // Теплоэнергетика. 2009. №1. С. 20-23.
- 4 Пугач Л.И. Энергетика и экология: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. С. 339-359.
- 5 Ongar B., I. K. Iliev, V. Nikolić and A. Milašinović. The study and the mechanism of nitrogen oxides' formation in combustion of fossil fuels. Facta Universitatis. Series: Mechanical Engineering Vol. 1, # 10, pp. 47 - 2, (2018)у
- 6 Ongar B., I. Iliev, G. Smagulova, A. Mergalimova. Numerical Simulation of the Formation of Nitrogen Oxides in Pulverized Furnaces. Journal of Engineering Science and Technology Review, (2020)
- 7 Темірбаев Д.Ж. Отын үнемдеу және мекен қорғау жыту тәсілдері: Оқу құралы. - Алматы: АЭЖБИ, 1998. - 93 б.
- 8 Нұрекен Е., Темірбаев Д., Алияров Б. /Жалпы ред. басқ. Е.Нұрекен/. Жылу қайратият атауларының қазақша – орысша, орысша – қазақша сөздігі. – Алматы: АЭЖБИ, 2009. – 200 б.
- 9 Нұрекен Е. Д. Темірбаев, Б. Алияров. Жылу тәсіл атауларының орысша – қазақша сөздігі. – 2-ші басылуы. – Алматы: Республикалық баспа кабинеті, 1997. – 77 б.
- 10 Классификация методов газификации твердых горючих ископаемых. Факторы влияющие на состав продуктов. «Электронный ресурс» <http://www.freepapers.ru>
- 11 Ongar, B., A. Mergalimova, H.Beloev, G.M Yergaliyeva, Research of the Formation of Nitrogen Oxides during the Burning of Ekibastuz Coal. Journal of Engineering Science and Technology Review, p. 171–175, (2020).
- 12 Habib M., Influence of combustion parameters on NOX production in an industrial boiler [Text] /M.A. Habib, M. Elshafei, M. Dajani// Compurets and fluids – Vol.37: 12-22 (2008).
- 13 Chernetsky M., A. Dekterev, Mathematical model of the processes of heat exchange and burning of pulverized coal in flaring. The physics of combustion and explosion. #3 pages 37-46, (2011).
- 14 СТ КазННТУ – 09 – 2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала. - КазННТУ, 2023.

ҚОРЫТЫНДЫ

Алматы ЖЭО-2 станциясының көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысы қазіргі энергетикалық және экологиялық талаптарға сәйкес тиімді әрі сенімді энергия өндіруді қамтамасыз етеді. Көмір қазандығы дәстүрлі және қолжетімді отын көзі ретінде станцияның негізгі қуат көзінің бірі болып қала берсе, газ бөлігінің енгізілуі экологиялық таза және жоғары тиімді энергия өндіруге мүмкіндік береді.

Жаңғырту жұмыстарының негізгі бағыттары:

- Экологиялық талаптарды сақтау: Газ қондырғылары көмір жағатын қазандықтардың зиянды шығарындыларын азайтып, атмосфераға әсерді төмендетеді. Бұл қаладағы ауа сапасын жақсартуға септігін тигізеді.

- Энергия тиімділігін арттыру: Газ және көмір бөлігінің үйлесімді жұмыс істеуі станцияның жалпы энергия тиімділігін арттырады, жану шығындарын азайтады.

- Техникалық икемділік: Модульдік және көптекті қондырғылар жүйенің жүктемесіне қарай икемді жұмыс істеуіне мүмкіндік береді, бұл техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді оңтайландырады.

- Қаржылық тиімділік: Қондырғылардың жаңғыртылуы эксплуатациялық шығындарды төмендетіп, ұзақ мерзімді перспективада экономикалық пайда әкеледі.

Жалпы, Алматы ЖЭО-2 станциясының көмір және газ бөлігінің бірлескен жұмысын жетілдіру - тұрақты және экологиялық қауіпсіз энергетикалық жүйе құруға бағытталған маңызды қадам. Бұл жаңғырту Қазақстан энергетикасының тұрақты дамуына үлес қосып, тұрғындарға сапалы және үнемді жылу мен электр энергиясын жеткізуге мүмкіндік береді.