

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

Қарабек Танатар Ержанұлы

Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетик
и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор
Е.А.Сарсенбаев

«11» 06 2025 ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

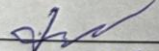
Тақырыбы: Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған: 

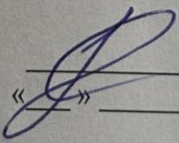
Қарабек Таңатар

Пікір беруші
ТЭУ кафедрасының
доценті, т.ғ.к

 Туманов.М.Е

«11» 06 2025 ж.

Ғылыми жетекші
Phd, профессоры

 Д.Р.Умышев

«11» 06 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

6В07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

Е.А.Сарсенбаев

« 2 » 07 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қарабек Таңатар Ержанұлы.

Тақырыбы: Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту.

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 29 - мамыр 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін
кеңейту.

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

- 500 МВт қуатты блоктың жылулық есебі: бұл бөлімде жылулық схема
сипаттамасы, негізгі есептеулер жүргізіледі.

- Қосалқы жабдықтарды таңдау: турбиналық цех, қазандық бөлімі, су дайындау
жүйелері, күл - шығару жабдықтары қарастырылады.

- Екібастұз ГРЭС-2 станциясын кеңейту бойынша техникалық шешімдер және
олардың негіздемесі ұсынылады.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары слайдтарда көрсетілген.

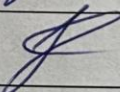
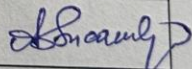
Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

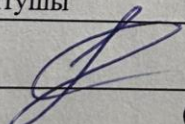
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Бұл бөлімде жылулық схема сипаттамасы, негізгі есептеулер жүргізіледі.	10.03.25 – 30.03.25 ж.	—
Қосалқы жабдықтарды таңдау	02.04.25 – 09.05.25 ж.	—
Екібастұз ГРЭС-2 станциясын кеңейту бойынша техникалық шешімдер және олардың негіздемесі ұсынылады	10.05.25 – 19.05.25 ж.	—

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

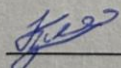
Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Бұл бөлімде жылулық схема сипаттамасы, негізгі есептеулер жүргізіледі.	Д.Р.Умышев, Phd, «Энергетика» кафедрасының профессоры	30.03.25 ж.	
Қосалқы жабдықтарды таңдау	Д.Р.Умышев, Phd, «Энергетика» кафедрасының профессоры	08.05.25 ж.	
Екібастұз ГРЭС-2 станциясын кеңейту бойынша техникалық шешімдер және олардың негіздемесі ұсынылады	Д.Р.Умышев, Phd, «Энергетика» кафедрасының профессоры	19.05.25 ж.	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, магистр, аға оқытушы	30.05.2025	

Ғылыми жетекшісі


(қолы)

Д.Р.Умышев

Тапсырманы орындауға алған студент


(қолы)

Қарабек.Т.

Күні

«30» 05 2025ж.

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста Екібастұз ГРЭС-2 электр станциясының өндірістік қуатын 1500 МВт деңгейіне дейін ұлғайту жобасы жан-жақты талданады. Жобаның басты мақсаты – еліміздің энергетикалық қауіпсіздігін арттыру және электр энергиясын өндіру тиімділігін жоғарылату. Зерттеу барысында қосымша энергоблоктарды орнату мүмкіндіктері, техникалық және технологиялық шешімдер, сонымен қатар электрлік және жылулық жүктемелердің есебі қарастырылған. Сондай-ақ, жобаның жүзеге асуы экономикалық және экологиялық тұрғыдан оң әсерін тигізетіні айқындалады. Бұл жұмыс энергетика саласын жаңғыртуға бағытталған өзекті инженерлік шешімдерді ұсынады.

Аннотация

В выпускной работе проводится всесторонний анализ проекта по увеличению установленной мощности Экибастузской ГРЭС-2 до уровня 1500 МВт. Основной задачей данного проекта является повышение эффективности генерации электроэнергии и укрепление энергетической стабильности в стране. В рамках исследования рассматриваются технологические меры, установка дополнительных энергоблоков, а также произведён расчёт соответствующих электрических и тепловых нагрузок. Кроме того, оцениваются потенциальные экономические выгоды и положительное экологическое воздействие от реализации проекта. Работа предлагает актуальные инженерные решения, способствующие модернизации энергетической отрасли.

Abstract

This thesis provides a comprehensive analysis of the proposed expansion of the Ekibastuz GRES-2 power plant to achieve a total capacity of 1500 MW. The primary objective is to enhance national energy security and improve the efficiency of electricity generation. The study examines possible technical strategies, the installation of additional power units, and includes detailed calculations of thermal and electrical loads. Furthermore, the project's implementation is evaluated in terms of its economic advantages and its environmental sustainability. The research presents relevant engineering solutions aimed at the modernization of Kazakhstan's energy sector.

МАЗМҰНЫ:

Кіріспе	7
1 500 МВт қуатты блоктың жылулық есебі	8
1.2 Будың аралық қайта қыздыру жүйесі	9
2 Қосалқы жабдықты таңдау	21
2.1 Турбин цехының қосалқы жабдығын таңдау	21
2.2 Қазандық бөлімінің жабдығын таңдау	28
2.3 Күлді шығару жабдығы	36
2.4 Таңдалған жабдықтың техникалық сипаттамалары	37
3 Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасы	46
3.1 Жалпы сипаттама және жобаның мақсаттары	46
3.2 Іске асырылатын техникалық шешімдер	46
3.3 Қосымша энергоблоктарды орнату	48
3.4 Электрлік және жылу жүктемелерін есептеу	51
3.5 Қуаттылықты арттыру нәтижелері	53
Қорытынды	56
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	57

КІРІСПЕ

Екібастұз ГРЭС-2 станциясын кеңейту жобасы Қазақстанның энергетикалық жүйесін дамыту мақсатында жүзеге асырылуда. Станция Павлодар облысында орналасқан және бастапқыда қуаты 1000 МВт болып жобаланған. Қазіргі таңда оны 1500 МВт-қа дейін ұлғайту көзделуде. Бұл – өндірілетін электр энергиясының көлемін арттыруға, өңірлік және ұлттық деңгейде энергетикалық тұрақтылықты қамтамасыз етуге бағытталған маңызды қадам.

Электр станциясында қолданылатын негізгі жабдықтар бұрыннан жұмыс істеп тұрған ЭГРЭС-1 жабдықтарына ұқсас. Негізгі отын ретінде жоғары күлді Екібастұз көмірі пайдаланылады. Газ тазарту, су дайындау, күл мен шлакты шығару жүйелері техникалық талаптарға сәйкес жетілдірілуде.

Жұмыстың мақсаты

Осы дипломдық жұмыстың мақсаты – Екібастұз ГРЭС-2 станциясының қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту үшін қажетті технологиялық шешімдерді негіздеу, сонымен қатар жылу-механикалық жабдықтардың тиімділігін бағалау және экологиялық, техникалық, экономикалық тұрғыда оңтайлы нұсқаларды ұсыну.

Жұмыста жабдықтардың техникалық сипаттамалары, схемалар мен есептеулер, салыстырмалы талдаулар мен қорытындылар келтіріледі. Сонымен қатар, экологиялық талаптарға сәйкестік және ресурстарды тиімді пайдалану мәселелеріне де мән беріледі.

Жұмыстың барысы

Бұл дипломдық жұмыста Екібастұз ГРЭС-2 станциясының қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасы жан-жақты қарастырылды. Жұмыс үш негізгі бөлімнен тұрады.

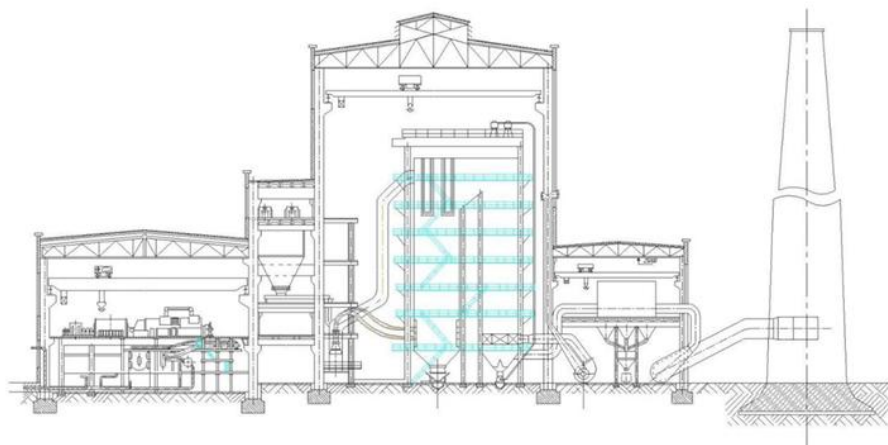
- 500 МВт блоктың жылулық есебі жүргізіліп, бу параметрлері мен жылу тиімділігі талданды.

- турбиналық және қазандық жабдықтары, күл шығару жүйесі мен олардың техникалық сипаттамалары қарастырылды.

- станцияны кеңейту жобасының техникалық шешімдері, қосымша энергоблоки орнату, жүктеме есептеулері және жобаның экономикалық, экологиялық тиімділігі сипатталды.

Жұмыс нәтижесінде станция қуатын арттырудың негізделген, тиімді және қауіпсіз жолдары ұсынылды.

1.1 500 МВт блоктың жылулық схемасы

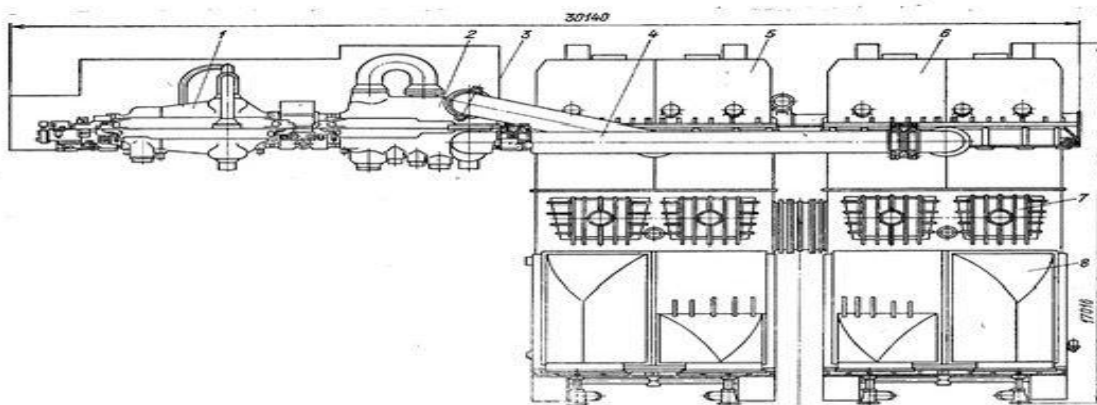


1.Қазандық корпусы – орталық бөлігі; 2.Турбогенератор бөлімі – сол жақ бөлігі; 3.Электрофилтр немесе газ тазалау құрылғысы – қазандықтан оңға қарай; 4.Желдеткіш және түтін сорғыш жүйесі – оң жақ шетте; 5.Түтін мұржасы – ең оң жақ бөлігі;

1- сурет – ГРЭС 2 бас корпусының көлденең қимасы

К-500-240-2 бу турбины

К-500-240-2 моделі – 500 МВт қуаттағы бу машиналары құрамындағы негізгі турбина түріне жатады. Бұл турбина - бір білікті, көп корпусты, аралық қайта қыздыруы бар, конденсациялық түрдегі бу турбины.



1 – жоғары қысымды цилиндр (ЖҚЦ); 2 – орташа қысымды цилиндр (ОҚЦ); 3 – турбина корпусы; 4 – ротор; 5 – төмен қысымды цилиндр I (ТҚЦ-I); 6 – төмен қысымды цилиндр II (ТҚЦ-II); 7 – дроссельдеуші құрылғы; 8 – конденсатор.

2-сурет- К-500-240-2 - бу турбины

Бұл турбина генератордың тікелей айналуын қамтамасыз етеді және бірегей іргетасқа орнатылған. Турбинаның жобалық қуаты 525 МВт, айналу жиілігі минутына 3000 айналым.

Жұмыс параметрлері:

Бекіткіш клапандар алдындағы абсолюттік қысым - 23,54 мегапаскаль (МПа)

Бекіткіш клапандар алдындағы бу температурасы - 540°C

Жоғары қысымды цилиндр (ЖҚЦ) шығысындағы қысым - 4,2 МПа

ЖҚЦ-дан шығатын будың температурасы - 297°C

Аралық қайта қыздырудан кейінгі бу температурасы - 540°C

Конденсатордағы орташа абсолюттік қысым - 3,5 кПа

Салқындатқыш судың температурасы - 27°C

Бу алу сипаттамалары

Турбинада станцияның ішкі қажеттіліктері мен жылу алмастырғыш жүйелері үшін әртүрлі қысым деңгейінде 9 бу алу нүктесі қарастырылған. Бұл турбинаның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

1- кесте - Бу алулар туралы мәліметтер

Тұтынушысы бу	Абсолютті қысым, МПа	Температура, °C	Бу мөлшері, т/сағ	Саты нөмірі
Жоғары қысымды қыздырғыш-8 (ЖҚҚ-8)	6,13	346	101,7	9
ЖҚҚ-7	4,2	297	157,6	12
ЖҚҚ-6	1,87	446	88,5	15 (26)
Турбобасқару жетегі	1,187	383	97,7	17 (28)
Деаэратор	1,187	383	19,0	17 (28)
Төмен қысымды қыздырғыш-4 (ТҚҚ-4)	0,473	267	50,0	21 (32)
ТҚҚ-3	0,263	203	60,4	23 (34)
Станция қажеттіліктері	0,263	203	35,0	23 (34)
ТҚҚ-2	0,107	122	73,8	36 (41) 46 (51)
ТҚҚ-1	0,0187	58,5	50,6	38 (43) 48 (53)

Қосымша бу алулар

Қуат 515 МВт-қа дейін төмендеген жағдайда, турбина келесі қосымша бу алуларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді:

21(32)-сатыдан кейін: қысым - 0,018 МПа, бу шығыны - 26,3 т/сағ, шыңдық (пиктік) қазандыққа;

23(34)-сатыдан кейін: қысым – 0,223 МПа, бу шығыны – 56,7 т/сағ, негізгі қазандыққа.

Сонымен қатар, турбина номиналды қуатты сақтамай жылумен жабдықтау қуатын 293 300 ГДж/сағ (яғни, 70 Гкал/сағ) деңгейіне дейін арттыра алады. Алайда бұл жағдайда ішкі қажеттіліктерге арналған бу алулар іске қосылмайды.

Максималды бу шығыны

Турбинаға максималды бу берілуі - 1650 т/сағ. Бұл кезде, ішкі қажеттіліктер мен жылумен жабдықтауға арналған бу алулар ажыратылып, регенерациялық жүйе өшірілген жағдайда, қондырғы қуаты 535 МВт-қа жетуі мүмкін.

Бу құбырлары мен дренаж жүйесі

Жаңа қазандықтан турбинаның екі бөлек бу тарату блогына дейін жаңа бу құбырлары салынады. Бұл құбырлар БСБҚ және БСБҚ-СТ деп аталатын жалпы бу жеткізу жүйелеріне қосылады. Бу құбырларында дренаж желілері қарастырылған, олар арқылы ылғал станциялық қысым кеңейткішке жіберіледі. Бұл турбинаға ылғалдың түсуінен қорғайды және жабдықтың ұзақ әрі сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

1.2 Будың аралық қайта қыздыру жүйесі

Аралық қайта қыздыру жүйесі бу турбинасының жылулық тиімділігін арттыруда және агрегаттың сенімді әрі ұзақ мерзімді жұмысын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Бұл жүйе, әсіресе, жоғары қысымды цилиндрде (ЖҚЦ) жұмыс істеген буды қайта қыздыру арқылы орташа қысымды цилиндрге (ОҚЦ) жеткізер алдында будың параметрлерін қажетті деңгейге дейін қалпына келтіру үшін қолданылады.

Жүйенің мақсаты мен артықшылықтары

Бұл жүйе бу циклінің термодинамикалық тиімділігін жақсартып, энергетикалық көрсеткіштерді көтереді. ЖҚЦ-ден шыққан бу салқындап, ылғалдана бастайды, бұл турбинаның жұмыс сенімділігі мен ресурсын төмендетеді. Сондықтан аралық қайта қыздыру арқылы будың температурасын қайта 540 °С шамасына жеткізіп, оның құрғақтық дәрежесін арттыру,

конденсация ықтималдығын азайту және агрегаттың тиімді жұмысын қамтамасыз ету көзделеді.

Жүйенің құрамдас бөліктері

Аралық қайта қыздыру жүйесі келесі негізгі элементтерден тұрады:

Жылу алмастырғыштар - бу мен түгін газдары арасындағы жылу алмасуды қамтамасыз етеді;

Қазандық агрегаттың газоходтарындағы конвективті қыздыру беттері - бірінші және екінші сатыларда орналасады;

ЖҚЦ мен ОҚЦ арасындағы бу тасымалдайтын құбырлар – екі параллель тармақта орналасқан арнайы жіптік схема бойынша салынады.

Қазандық агрегаттан аралық қайта қыздырылған буды орташа қысымды цилиндрге дейін жеткізу үшін екі параллель жіптік (тармақталған) схема бойынша бу құбырлары жүргізіледі. Бұл құбырлар жүйенің сенімділігі мен теңгерімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Моноблоқты құрылым ерекшеліктері

Турбина құрылымында моноблоқты схема қабылдануына байланысты суық және ыстық бу құбырларына жекелеген ажыратқыш шүмектер (задвижкалар) орнатылмаған. Оның орнына барлық бу құбырлары қысымды теңестіру құбырына (қосқышқа) біріктірілген. Бұл қосқыш бу ағымын тұрақты ұстап тұрумен қатар, іске қосу режимінде жүйенің біркелкі қызуын қамтамасыз етеді.

Аталған қосқышқа ПСБУ СН бу құбыры да жалғанған. Бұл құбыр бу жүйесін іске қосу кезінде оның суық немесе алдын ала қыздырылмаған күйінде біркелкі қызуына жағдай жасайды. Сонымен қатар, бұл қосқышта жоғары қысымды қыздырғыш-8 (ЖҚҚ-8) үшін бу алуға арналған арнайы тармақ қарастырылады.

Қауіпсіздік және қысымды тұрақтандыру жүйелері

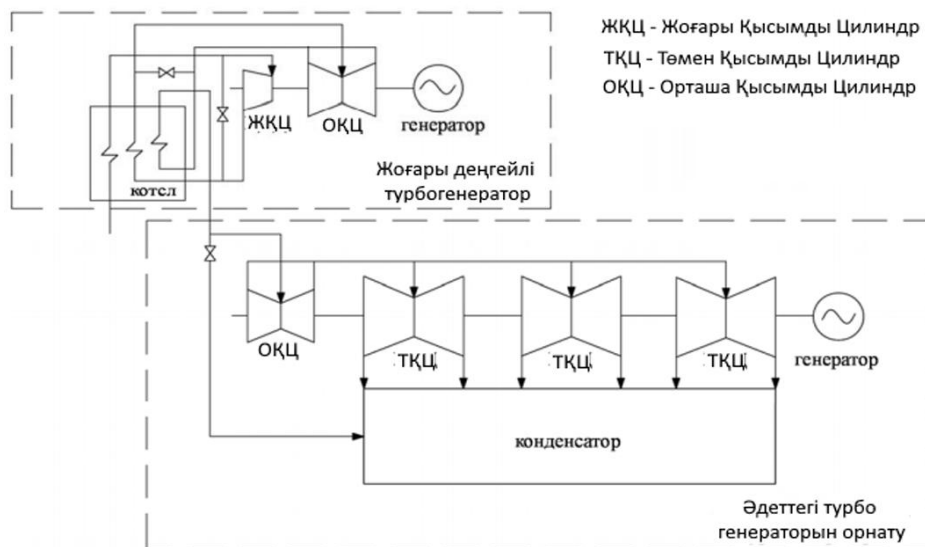
Қысымның шектен тыс артуынан қорғау мақсатында суық бу құбырларында толық ағынды қамтамасыз ететін 8 дана сақтандыру және импульстік клапандар орнатылған. Бұл клапандар бу қозғалысының тоқтаусыз әрі қауіпсіз өтуін қамтамасыз етеді.

Ыстық бу құбырлары да арнайы қосқыш құбыр арқылы біріктірілген. Осы құбыр арқылы бу станцияның ішкі қажеттіліктеріне арналған бу жинақтаушы коллекторына жеткізіледі. Қосқыш жүйе ішінде қысымды теңестіруге де қызмет етеді.

Турбинадағы стопорлы (бекіткіш) клапандарға жақын орналасқан шығару құбыры бу жүйесін іске қосу, қыздыру және артық будан босату үдерістерінде пайдаланылады. Бұл құбырда арнайы шығару шүмегі (задвижка) мен оның стопорлы клапаны орналастырылған, олар жүйенің қысымын реттеуге мүмкіндік береді.

Дренаж жүйесі

Будың ылғал түрінде турбина цилиндріне түсуін болдырмау мақсатында, стопорлы клапандар мен реттегіш клапандар арасындағы аралық бу құбырларында дренаж жүйесі қарастырылған. Бұл жүйе артық конденсатты орташа қысымды цилиндр жүйесіне қайта бағыттайды, осылайша бу арнасының құрғақ және тиімді жұмысын қамтамасыз етеді.



3 -сурет- Құбырлар мен қысым цилиндрлерінің орналасуы

1.3 Блокты толықтыру жүйесі

Энергетикалық қондырғы үздіксіз әрі қауіпсіз жұмыс істеуі үшін оның құрамындағы бу мен конденсат айналымында жоғалатын суды үнемі толықтырып отыру қажет. Бұл мақсатта арнайы толықтыру жүйесі пайдаланылады. Аталған жүйе станциядағы тұйық су айналымына тұзсыздандырылған, сапалы суды жеткізіп отырады. Сонымен қатар, күтпеген апатты жағдайларда да судың жетіспеуіне жол бермей, оны жылдам толықтырып тұруға мүмкіндік береді.

Жүйенің мақсаты

Бұл жүйе қондырғыда үнемі айналып жүретін судың жетіспей қалған көлемін толықтырады және судың қысымын тұрақты деңгейде ұстап тұрады. Жүйе автоматты немесе қолмен басқарылатын құрылғылар арқылы жұмыс істейді. Ол тек қалыпты жағдайда емес, төтенше жағдайларда да су беруді қамтамасыз етеді.

Блокты толықтыру жүйесінің негізгі бөліктері

Толықтыру жүйесі бірнеше негізгі элементтен тұрады:

Су коллекторлары - тұзсыздандырылған суды жинап, әр түрлі учаскелерге таратады.

БЗК – қордағы бактар - жүйеде қажет болған жағдайда пайдаланылатын резервтегі су сақталады.

НЗК - сорғы жүйелері - суды конденсаторға және басқа да тұтынушыларға жеткізетін сорғылар.

Авариялық сорғылар - қысым төмендеген кезде немесе судың көлемі азайғанда іске қосылатын қосымша жабдықтар.

Су құбырлары - суды қажетті бағыттарға жеткізетін арнайы құбыр желілері.

Салқындату құбырлары - генератор мен газ салқындатқыштарына су беріп, олардың жұмыс температурасын қалыпты деңгейде ұстап тұрады.

Жұмыс тәртібі және су шығыны

Жүйе арқылы берілетін су химиялық жағынан тазартылған, тұзсыздандырылған болуы шарт. Қалыпты жағдайда толықтырылатын судың көлемі сағатына 35 тоннаға дейін жетеді. Ал апаттық немесе жөндеу кезінде бұл көрсеткіш 500 тонна/сағатқа дейін артуы мүмкін.

Су әдетте конденсатордың төменгі жағына беріледі. Су көлемі мен қысымы арнайы клапандар арқылы автоматты түрде реттеледі. Бұл клапандар судың артық немесе жеткіліксіз болуына жол бермей, жүйенің тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді.

Артық суды шығару

Қондырғыны жуу немесе тазарту барысында артық су пайда болады. Оны қауіпсіз түрде шығару үшін арнайы ағызу желілері қарастырылған. Бұл су экологиялық талаптарға сай тазартылып, қауіпсіз жолмен шығарылады. Қажет болған жағдайда су бастапқы өңдеу жүйесіне қайта бағыттталып, толықтыру клапаны арқылы жүйеге қайта енеді. Бұл процесс толық автоматтандырылған.

1.4 Блоктың іске қосу схемасы

Электр станциясындағы блокты іске қосу - бұл қазандық пен турбинаны біртіндеп жұмысқа қосуға бағытталған маңызды процесс. Бұл кезеңде жабдықтардың қауіпсіз және дұрыс жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін арнайы іске қосу схемасы қолданылады. Мұндай схема қондырғының бу мен суды басқару жүйелері арқылы барлық қажетті параметрлерді қысым, температура және ағын көлемдерін тұрақты түрде бақылауға мүмкіндік береді.

Іске қосу схемасының міндеті

Іске қосу схемасы блоктың бастапқы кезеңде, яғни жұмысқа енді қосылған сәтте, қазандық агрегаты мен турбинаның бірлесе жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Ол бу өндіру мен жеткізудің бастапқы режимдерін тұрақты және қауіпсіз басқаруға көмектеседі. Сонымен қатар, бұл схема арқылы турбинаға түсетін бу температурасы мен қысымы қажетті деңгейде ұсталып, техникалық талаптарға сай реттеледі.

Негізгі элементтері

Қазандықтың іске қосу торабы

Бұл бу және суды бастапқыда бағыттап, олардың ағынын реттеп отыратын құбырлар мен жапқыштар жиынтығы. Қазан жұмысқа қосылған сәтте қажетті мөлшердегі бу мен судың берілуін қамтамасыз етеді.

Оталту кеңейткіші

Қазандықты от жағып, біртіндеп қыздыруға арналған құрылғы. Ішінде арнайы бу шығару және су ағызу жүйелері орналасқан. Бұл элемент жылу жүйесінде артық қысымды болдырмауға мүмкіндік береді.

Ішкі қажеттіліктерге арналған іске қосу-тастау құрылғысы (ПСБУ СН) Блоктың ішкі жүйелеріне бу мен жылу жеткізуге арналған құрылғы. Ол өткір бу құбырларымен жабдықталып, қондырғыны біртіндеп қыздыруға мүмкіндік береді.

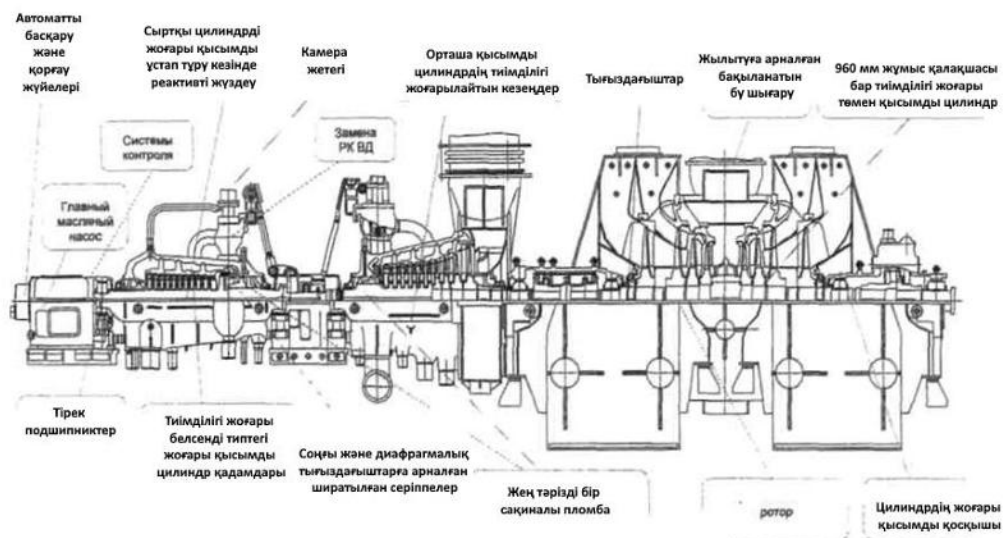
Будың температурасын реттегіш құрылғы

Бұл жүйе жаңа және қайта қыздырылған будың температураларын қажетті деңгейде ұстап тұруға көмектеседі. Нәтижесінде турбинаның жұмыс істеу қауіпсіздігі мен тиімділігі қамтамасыз етіледі.

Бу коллекторлары

Өткір бу құбырларымен жабдықталған бұл коллекторлар бу ағынын әр түрлі бағыттарға тарату және оны реттеу үшін қолданылады.

Іске қосу схемасы блоктың алғашқы іске қосылуында маңызды рөл атқарады. Ол барлық жылу-энергетикалық құрылғылардың біркелкі және бір-біріне тәуелді жұмысын үйлестіріп, технологиялық процестердің бұзылуын болдырмайды. Осылайша, жүйе сенімді жұмыс режиміне қауіпсіз өтеді.



5 - сурет - Қуаты 500 МВт блоктардың бу турбиналық жабдығын кешенді жаңғырту нұсқалары

1.5 Блоктың өз қажеттіліктеріне арналған бу құбырлары жүйесі

Энергетикалық блоктың сенімді әрі үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін оның ішкі қажеттіліктеріне арнайы бу құбырлары жүйесі қарастырылған. Бұл жүйе бу өндіру мен тарату барысында ішкі жабдықтарға қажетті мөлшердегі буды жеткізіп отырады. Әсіресе, қондырғы іске қосылып жатқанда немесе аз жүктемеде (тек ішкі жүйелер жұмыс істеп тұрған кезде), сондай-ақ аралық қыздырғыштардың бірі істен шыққанда бұл жүйенің рөлі ерекше.

Жүйенің негізгі элементтері:

Өз қажеттіліктерге арналған екі бу коллекторы

Бұл коллекторлар 13 атмосфера қысымында және 375 °C температурада жұмыс істейді. Олар станциядағы ішкі тұтынушыларға тұрақты бу ағынын қамтамасыз етеді.

Суық бу коллекторы

Бұл бу таратушы жүйе сәл төменгі параметрлерде: 12 атмосфера қысымы мен 250 °C температурада қызмет атқарады. Әдетте төмен температураны қажет ететін жабдықтарға бу осы коллектор арқылы беріледі.

Іске қосу-тастау құрылғысы (пуско-сброс)

Бұл элемент бу қысымын реттеп, ішкі қажеттілікке сәйкес бу көлемін автоматты немесе қолмен басқаруға мүмкіндік береді.

Қысым төмендеткіш және салқындатқыш құрылғы

Бұл құрылғы аралық қыздырылған будың қысымын түсіріп, оны қажетті деңгейге дейін салқындатады. Ол, әсіресе, бу параметрлерін тұрақты ұстау үшін маңызды.

Бу беру құбыр желісі

Бұл құбырлар жүйесі бу көзінен (мысалы, қоректік сорғылардан немесе деаэратордан) бастап, түрлі тұтынушыларға дейін созылады. Құбырлар бу қысымын басқару құрылғыларынан және пуско-сброс жүйесінен өтеді.

КСН-250 бу беру құрылғысы

Бұл негізгі түйіндік торап болып табылады. Ол арқылы бу бірнеше бағытқа бөлініп, келесі жабдықтарға жеткізіледі:

Турбинаның тығыздау жүйесі;

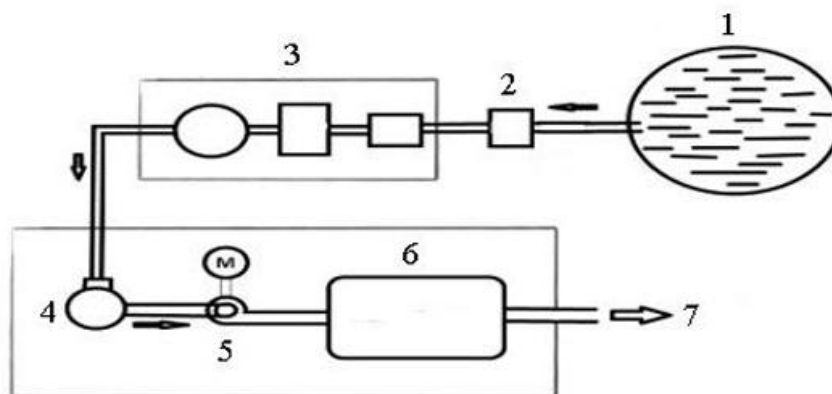
Химиялық су тазалау құрылғылары;

Электролиз қондырғысы;

Реагент бактары.

Жүйенің маңызы

Бу құбырларының бұл ішкі жүйесі бүкіл блоктың тұрақты әрі үзіліссіз жұмысын қамтамасыз етуге көмектеседі. Құрылғыларға қажетті қысым мен температурада бу жіберу арқылы бұл жүйе жабдықтардың қалыпты жұмысын ұстап тұруға, апатты жағдайлардың алдын алуға және станцияның жалпы тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.



1-су қоймасы; 2-сорғы станциясы; 3-су дайындау цехы; 4-деаэратор; 5-коректік сорғы; 6-қазандық; 7-бу;

6 – сурет - сұйық отынды жағу жүйесінің сұлбасы

1.6 Блоктың принципиялды жылу сұлбасын есептеу

500 МВт қуатты жылу электр станциясының блогы К-500-240-4 маркалы турбинамен және П-57р тікелей ағынды бу қазандығымен жабдықталған. Бұл турбинада аралық қыздыру (Промежуточный перегрев) жүйесі қарастырылған, яғни бу бастапқы кеңейгеннен кейін, қайтадан қыздырылып, турбинаның келесі сатысына беріледі. Бұл шешім турбинаның пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) арттырып, жабдықтың жұмыс тиімділігін көтеруге мүмкіндік береді.

Жылу сұлбасының принципиялды схемасы – бұл электр станциясында бу энергиясын алу, оны механикалық энергияға түрлендіру және артық жылуды қайта қолдану процесін көрсететін диаграмма. Мұндай сұлбада әдетте келесі негізгі элементтер болады:

Бу қазандығы (П-57р) - жоғары қысымды және температуралы бу өндіреді;

Турбина (К-500-240-2) - бу энергиясын механикалық энергияға айналдырады;

Генератор - турбинамен бірге айналып, электр энергиясын өндіреді;

Конденсатор - турбинадан шыққан буды салқындатып, суға айналдырады;

Қоректік сорғы - салқын суды қайтадан қазандыққа жібереді;

Аралық қыздырғыш - турбинаның аралық буын қайта қыздырады;

Деаэратор және жылу алмастырғыштар - суды қыздыру мен газсыздандыруға арналған қосымша жабдықтар.

Блоктың жалпы жылу тиімділігін, бу ағынының шығынын, аралық қыздырудағы температура мен қысымды, сондай-ақ будың бастапқы және соңғы параметрлерін есептеу қажет.

Алдағы бөлімде осы параметрлерге негізделіп, жылу сұлбасының нақты есептеулері жүргізіледі. Олар арқылы бу мөлшері, турбинада өндірілетін қуат, қазандықтың бу өндіру өнімділігі, ПӘК және басқа да көрсеткіштер анықталады.

1.7 К-500-240-2 турбинының техникалық сипаттамасы

К-500-240-2 турбины – қуаты 500 МВт болатын конденсациялық типтегі бу турбины. Бұл турбина электр станциясының негізгі энергия өндіруші агрегаты болып табылады. Оның құрылымы мен жұмысы жоғары тиімділік пен сенімділікті қамтамасыз етуге бағытталған. Аралық қыздыру жүйесі турбинада қолданылып, бу энергиясының тиімділігін арттыруға көмектеседі. Турбинаның негізгі жұмыс параметрлері:

Стопорлы клапандар алдындағы абсолюттік қысым – 23,54 МПа;

Стопорлы клапандар алдындағы бу температурасы – 540 °С;

Жоғары қысымды цилиндрден (ЦВД) шығардағы қысым – 4,2 МПа;

ЦВД шығардағы бу температурасы – 297 °С;

Орта қысымды цилиндр (ЦСД) алдындағы қысым – 3,76 МПа;

Аралық қыздырудан кейінгі бу температурасы – 540 °С;

Конденсатордағы есептік қысым – 3,5 кПа;

Салқындату үшін келетін судың температурасы – 12 °С;

Су шығыны – 51430 м³/сағ.

Турбина бу алымдары:

К-500-240-2 турбинында 8 бу алымы қарастырылған. Бұл алымдар бу энергиясын тиімді қолдану үшін қажет. Олардың көмегімен қоректік суды 271 °С температураға дейін қыздыруға болады.

2 - кесте - Бу алымдары мен турбоприводтардың термодинамикалық сипаттамалары

№	Процестің атауы	Қысым, МПа	Температура, °С	Энтальпия, кДж/кг	Энтропия, кДж/(кг·К)
1	Турбина алдындағы бу	22,4	540	3336,7	6,222
2	1-ші бу алымы	6,13	346	3028,9	6,306
3	2-ші бу алымы	4,2	297	2946,1	6,321
4	Аралық қыздыру	3,76	540	3539,0	7,237

2 - кесте – жалғасы

№	Процестің атауы	Қысым, МПа	Температура, °С	Энтальпия, кДж/кг	Энтропия, кДж/(кг·К)
5	3-ші бу алымы	1,87	446	3350,7 / 3225,8*	7,306 / 7,354*
6	4-ші бу алымы	1,187	383	3224,7	7,329
7	5-ші бу алымы	0,473	267	2997,0	7,365
8	6-шы бу алымы	0,263	203	2873,8	7,390
9	7-ші бу алымы	0,107	122	2719,9	7,460
10	8-ші бу алымы	0,0187	58,5	2506,4	7,933

Кейбір мәндер бу мен конденсаттың екі түрлі күйін көрсетед

1.8 Блоктың жылулық сызбасын есептеу

3-кесте – Жылулық сызба бойынша есептеу нәтижелері

№	Параметрлер	Негіздеме	Өлшем бірліктері	Формула немесе негіздеме	
1	Қоректік ортаның салыстырмалы шығыны	$\alpha_{пв}$		$1 + \alpha_{ут} = 1 + 0,02$	1,03
2	ЖҚҚ-8 бойынша будың үлесі	α_1		$\frac{\alpha_{пв} \cdot \Delta i_{пвд}}{i_1 \cdot \Delta \eta_1}$	0,0766
3	ПВД-7 бойынша будың үлесі	α_2		$\frac{\alpha_{пв} \cdot \Delta i_{пдв} - \alpha_1 \cdot \Delta \tau \cdot \eta_2}{\Delta i_2 \cdot \eta_2}$	0,0805
4	Қоректік насостардың қысымы	$P_{пн}$	Мпа	$P_{пн} = \frac{(P_6 + h \cdot p \cdot g)}{\eta_n}$	29
5	ПН-ның меншікті шығыны	$V_{пн}$	м3/кг	$V_{пн} = \frac{1}{p}$	0,00194

3 - кесте – жалғасы

№	Параметрлер	Негіздеме	Өлшем бірліктері	Формула немесе негіздеме	
6	ПН кірісіндегі қысым	$P_{\text{ПН}}$	Мпа	$P_{\text{ПН}} = P_c + \rho \cdot g \cdot h$	0,688
7	$V_{\text{вс}}$ кезінде ПН-ның меншікті шығыны	$V_{\text{вс}}$	м ³ /т	$V_{\text{вс}} = \frac{Q}{G}$	0,0013
8	ПН-ның орташа меншікті шығыны	$V_{\text{ср}}$	кДж/кг	$\frac{V_{\text{ПН}} + V_{\text{вс}}}{2}$	0,0015 2
9	ПН-де і көбеюі	Δh	кДж/кг	$\frac{V_{\text{ср}} \cdot (P_{\text{ПН}} - P_{\text{вс}})}{\eta_{\text{Ні}}}$	48,3
10	ПВД-6-дағы будың үлесі	α_3		$\frac{\alpha_{\text{пв}} \cdot \Delta h_{\text{пдв}} - (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot \Delta \tau_{23} \cdot \eta_3}{\Delta h_3 \cdot \eta_3}$	0,0599
11	7*2 Д-дағы будың үлесі	$\alpha_{\text{д}}$		$\alpha_{\text{пв}} - \sum \alpha_{1,2,3} - \alpha_{\text{к}}$	0,0123
12	Конденсация будың үлесі	$\alpha_{\text{к}}$		$\alpha_{\text{пв}} - \alpha_{\delta} - \sum \alpha_{1,2,3}$	0,804
13	ТПН-дағы будың үлесі	$\alpha_{\text{ТПН}}$		$\frac{\alpha_{\text{пв}} \cdot V_{\text{ср}} \cdot (P_{\text{ПН}} - P_{\text{бн}})}{H_i^{mn} \cdot \eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{Н}}^{mn}}$	0,0730
14	ПНД-4-тің будың үлесі	α_5		$\frac{\alpha_{\text{к}} \cdot \Delta h_{\text{ПНД}}}{\Delta h_5 \cdot \eta_5}$	0,0299
15	ПНД-3-тің будың үлесі	α_6		$\frac{\alpha_{\text{к}} \cdot \Delta h_{\text{ПНД}} - \alpha_5 \cdot \Delta \tau_{43} \cdot \eta_6}{\Delta h_6 \cdot \eta_6}$	0,0333
16	ПНД-2*3-тің будың үлесі	α_7		$\alpha_{\text{к}} - \alpha_{\text{к}} - \alpha_{\delta} - \alpha_5 - \alpha_6$	0,0515
17	ПНД-1-тің будың үлесі	α_8		$\frac{\alpha'_{\text{к}} \cdot \Delta h_{\text{ПНД}}}{\Delta h_8 \cdot \eta_8}$	0,0244
18	К-дағы будың шығыны	$\alpha_{\text{к}}$		$\alpha_{\text{к}} - \alpha_5 - \alpha_6 - \alpha_{\text{д}}$	0,563
19	Қатаң конденсациялық режимдегі бу шығыны	$D_{\text{к}}$	кг/с	$D_0 * \alpha_{\text{к}}$	322
20	ТПН-ның толық емес жұмыс коэффициенті	$\gamma_{\text{ТПН}}$		$\gamma_{\text{ТПН}} = \frac{N_{\text{факт}}}{N_{\text{ном}}}$	0,559

3-кесте жалғасы

№	Параметрлер	Негіздеме	Өлшем бірліктері	Формула немесе негіздеме	
21	Будың үлесін толық емес жұмыс коэффициентіне көбейту	$\alpha_1\gamma_1$		$\gamma_1 = \frac{h_1 - h_{\text{хпп}} + h_{\text{гпп}} - h_k}{h_0 - h_{\text{хпп}} + h_{\text{гпп}} - h_k}$	0,066
22	Сол сияқты үшін	$\alpha_2\gamma_2$		$\gamma_2 = \frac{h_{\text{гпп}} - h_k}{h_0 - h_{\text{хпп}} + h_{\text{гпп}} - h_k}$	0,065
23	Сол сияқты үшін	$\alpha_3\gamma_3$		$\gamma_3 = \frac{h_3 - h_k}{h_0 - h_{\text{хпп}} + h_{\text{гпп}} - h_k}$	0,039
24	Сол сияқты үшін	$\alpha_4\gamma_4$		$\gamma_4 = (\alpha_d + \alpha_{\text{тп}})p_4$	0,048
25	Сол сияқты үшін	$\alpha_5\gamma_5$		$\gamma_5 = \frac{h_5 - h_k}{H_i}$	0,013
26	Сол сияқты үшін	$\alpha_6\gamma_6$		$\gamma_6 = \frac{h_6 - h_k}{H_i}$	0,012
27	Сол сияқты үшін	$\alpha_7\gamma_7$		$\gamma_7 = \frac{h_7 - h_k}{H_i}$	0,014
28	Сол сияқты үшін	$\alpha_8\gamma_8$		$\gamma_8 = \frac{h_8 - h_k}{H_i}$	0,005
29	Барлықтарының қосындысы	$\alpha_i\gamma_i$		$\sum \alpha_i\gamma_i$	0,250
30	Т-ға қарай өтетін қатты бу шығыны	D_0	кг/с	$\frac{1}{1 = \sum \alpha_i\gamma_i}$	430
Өнім алу кезінде бу шығыны					
31	Регенеративті жинақ №1	D_1	кг/с	$D_0 * \alpha_1$	32,73
32	Регенеративті жинақ №2	D_2	кг/с	$D_0 * \alpha_2$	34,43
33	Регенеративті жинақ №3	D_3	кг/с	$D_0 * \alpha_3$	25,58
34	Регенеративті жинақ №4	D_4	кг/с	$D_0 * \alpha_4$	5,23

3-кесте жалғасы

№	Параметрлер	Негіздеме	Өлшем бірліктері	Формула немесе негіздеме	
35	Регенеративті жинақ №5	D_5	кг/с	$D_o * \alpha_5$	12,78
36	Регенеративті жинақ №6	D_6	кг/с	$D_o * \alpha_6$	14,22
37	Регенеративті жинақ №7	D_7	кг/с	$D_o * \alpha_7$	21,88
38	Регенеративті жинақ №8	D_8	кг/с	$D_o * \alpha_8$	10,39
39	Конденсациялық құрылғыдағы бу шығыны	D_k	кг/с	$D_o * \alpha_k$	240,7
40	ТПН жетегінің қуаты	$N_{ТПН_i}$	МВт	$D_{ТПН} * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_3)]$	18,51
Турбиналық қондырғының қуаты бойынша ағындар					
41	1-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_1	МВт	$D_1 * (h_0 - h_1)$	9,56
42	2-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_2	МВт	$D_2 * (h_0 - h_2)$	13,84
43	3-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_3	МВт	$D_3 * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_3)]$	15,82
44	4-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_4	МВт	$D_4 * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_4)]$	25,85
45	5-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_5	МВт	$D_5 * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_5)]$	12,63
46	6-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_6	МВт	$D_6 * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_6)]$	15,69
47	7-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_7	МВт	$D_7 * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_7)]$	26,80
48	8-ші таңдау парасының ағын қуаты	N_8	МВт	$D_8 * [(h_0 - h_2) + (h_0 - h_8)]$	14,85

3-кесте жалғасы

№	Параметрлер	Негіздеме	Өлшем бірліктері	
49	Конденсациялық ағынның қуаты	N_k	МВт	$D_k * H_i$
50	Пара ағындарының қуаттарының қосындысы	N_i	МВт	$\sum N_i$
51	Генератор клеммаларындағы қуат	$N_{\text{э}}$	МВт	$N_i * \eta_{\text{э}}$

Деаэратор үшін жылу және массалық баланс теңдеуі арқылы қажетті параметрлер анықталады. Бұл теңдеулерде бу мен конденсат ағындарының тепе-теңдігі сақталуы тиіс.

Конденсатор үшін теңдеулер арқылы оның жұмыс параметрлері анықталады, бұл оның жылу алмастыру қабілетін және тиімділігін көрсетеді. Есептеудің рұқсат етілген қателігі әдетте 2%-дан аспауы керек, өйткені үлкен қателіктер жүйенің жұмысына теріс әсер етуі мүмкін.

$$\frac{N_{\text{э}}}{N} = \left(1 - \frac{498}{500}\right) \times 100 = 0,432\%$$

2 Көмекші жабдықты таңдау

2.1 Турбиналық цехтың көмекші жабдығын таңдау

Конденсациялық қондырғыны таңдау.

Конденсатор турбинаның құрамдас бөлігі болып табылады, сондықтан ЛМЗ ұсыныстарына сүйене отырып, 500-КЦС-4 типті конденсаторды таңдаймыз. Каталогтық деректерге сәйкес, конденсатор суық ағынды эжекторлармен жабдыкталады, олар ЭВ-7-1000 типті (2 дана) және циркуляциялық жүйенің эжекторларымен ЭВ-1-1000 типті (2 дана). Бір эжекторды тығыздағыштар үшін орнатамыз. Барлық эжекторлардағы жұмыс қысымы 4 кг-ды құрайды. Эжекторларға су шығынының жалпы көлемі былай есептеледі:

$$D = D_{оэ} + D_{эц} + D_y = 2000 + 460 + 230 = 2690 \text{ м}^3/\text{сағ} \quad (2.1)$$

Мұндағы D – жалпы шығын, $\text{м}^3/\text{сағ}$

Эжекторлар циркуляциялық жүйе іске қосылғаннан кейін, оларды өшіреді, сондықтан шын мәнінде нақты су шығыны төмен болады. Эжекторлардың су шығыны мен қысым талаптарына сәйкес келетін насос ДЗ200-75 (эжекторлардың көтеру насостары) таңдалады. Блокта екі насос орнатылады, олардың бірі резервтік болып табылады.

Негізгі конденсат схемасын қарастырайық.

Мешіктейтін қыздырғыштардың дұрыс жұмыс істеуі үшін, олардан шыққан конденсат үшін насос орнату қажет, сондықтан әр мешіктейтін қыздырғыштың шығысында бірден үш КЭН насосын орнату ең қолайлы болып табылады, және бір насос конденсатордан шығатын конденсат үшін орнатылады. ПНД-3 және ПНД-4 насосы бір топқа біріктіріледі, олар беткей түріндегі ПНД болып табылады.

КЭН-1 сатылы конденсаттық сорғыларының қажетті напоры:

$$H_1 = H_{\text{бoу}} + H_{\text{тp}} = 65 + 10 = 75 \text{ м. Су ағыны} \quad (2.2)$$

КЭН-2 сатылы конденсаттық сорғыларының қажетті напоры:

$$H_2 = H_{\text{тp}} + H_{\text{пoд}} = 10 + 15 = 25 \text{ м. Су ағыны} \quad (2.3)$$

КЭН-3 сатылы конденсаттық сорғыларының қажетті напоры:

$$H_3 = H_{\text{д}} + H_{\text{тp}} + H_{\text{пнд}} = 27 + 10 + 6,9 + 8,1 = 52 \text{ м. Су ағыны} \quad (2.4)$$

ПНД арқылы өтетін шығын:

Конденсатордан ПНД-1-ге дейінгі шығын

$$D = D_k - D_{\text{ПВД}} - D_{\text{ПНД 3,4}} - D_7 - D_8 = 1650 - 106,4 - 148,2 - 69,5 - 52,2 - 53 - 78,6 - 47,2 = 1095 \text{ т/сағ} \quad (2.5)$$

ПНД-1 және ПНД-2 арқылы өтетін шығын

$$D_2 = D_1 + D_8 = 1142,2 \text{ т/сағ} \quad (2.6)$$

ПНД-2-ден, ПНД-3 және ПНД-4 арқылы өтіп, деаэраторға

$$D_3 = D_2 + D_7 + D_{\text{ПНД 3,4}} = 1326 \text{ т/сағ} \quad (2.7)$$

Берілген жұмыс жағдайларына сәйкес келетін насос түрлері:

КЭН-1ст-КсВ-1000-95

КЭН-2ст-КсВ-1600-90

КЭН-3ст-КсВ-1500-140

Регенерация жүйесінің қыздырғыштарды таңдау

Турбинаның бу алу мүмкіндігі мен бу алу нүктелерінің санына байланысты төмен қысымды (ПНД) және жоғары қысымды (ПВД) қыздырғыштардың (подогревательдердің) саны мен өнімділігі анықталады. К-500-240-4 маркалы турбинада жалпы 8 бу алу нүктесі бар, оның төртеуі турбиналық сорғы мен деаэраторды іске қосу үшін бөлінген. Осыған сәйкес, деаэраторға дейін 4 ПНД және 3 ПВД орнатылады.

Регенеративті қыздырғыштар беткейлік (жылуалмасқыш) типте болады және турбинамен бірге жеткізіледі. Бұл қыздырғыштарда қосалқы (резервтік) жүйе немесе ауыстыру мүмкіндігі қарастырылмаған. Егер қондырғы номиналды жүктемемен және жобалық параметрлерге сәйкес жұмыс істеп тұрса, яғни бу қысымы атмосфералық қысымнан жоғары болса, онда тек беткейлік қыздырғыштарды қолдануға болады деп есептеледі.

Алайда, жүктеме күрт төмендеген жағдайда (мысалы, 300 МВт-қа дейін) турбинаның 7 және 8 бу алу нүктелерінде вакуум пайда болады. Бұл кезде қысым сәйкесінше:

7-нүктеде $-0,4 \text{ кгс/см}^2$,

8-нүктеде $-0,9 \text{ кгс/см}^2$ дейін төмендейді.

Мұндай қысымдар кезінде қаныққан будың температурасы:

7-нүктеде $- 80,1 \text{ }^\circ\text{C}$,

8-нүктеде — 45,6 °C болады.

ПНД қыздырғышынан шығатын судың температурасы ГОСТ 6860–77 стандартына сай анықталады және ол деаэраторға түсетін суық суды қажетті температураға дейін жылыту талабына негізделеді.

Бұл талаптар регенерация жүйесінің тиімділігін арттыруға және турбина жұмысының тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталған.

$$t_4 = t_8^H - \Delta t = 164.17 - 14 = 150.17$$

Негізгі конденсатты әр ПНД-де біркелкі жылыту шарттарына сәйкес жылыту

$$\Delta t \equiv \frac{t_4 - t_k}{4} = \frac{150.17 - 26.7}{4} = 31^\circ\text{C} \quad (2.8)$$

Осыдан t ПНД-1 және ПНД-2 шығатын температурасы:

$$t_1 = t_k + \Delta t = 26.7 + 31 = 57.7^\circ\text{C} \quad (2.9)$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 57.7 + 31 = 88.7^\circ\text{C} \quad (2.10)$$

Жорамалдап көрейік, 7 және 8 отборларда беткейлік подогревательдер орнатылған. Подогревательдердің температуралық напоры 5°C деп қабылдайық, сонда:

$$t_{\text{гр. пара 1}} = 57.7 - 5 = 52.7^\circ\text{C} \quad (2.11)$$

$$t_{\text{гр. пара 2}} = 88.7 - 31 = 57.7^\circ\text{C} \quad (2.12)$$

Бу кеңістігіндегі орта температурасы 7 және 8 бу алу нүктелеріндегі қаныққан температурадан жоғары болған жағдайда, бұл жағдай қыздырғыштар ішінде орналасқан конденсаттың қайнауына себеп болады. Мұндай құбылыс қыздырғыштарды автоматты түрде ажырауына (өшірілуіне) әкеледі. Бұл өз кезегінде турбинаға конденсаттың кері ағып кету қаупін тудырып, турбинаға су соғуына (су құйылуына) себеп болуы мүмкін, ал мұндай жағдай турбина үшін өте қауіпті.

Осы мәселені болдырмау және жүйенің тұрақты әрі тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін, аралас типті қыздырғыштарды қолдану ұсынылады. Мұндай қыздырғыштарда бу тікелей конденсатпен араласа отырып, оны қыздырады. Бұл – аралас қыздыру әдісі, ол бу мен судың жанасуын қамтамасыз

етіп, жылу беру тиімділігін арттырады әрі конденсаттың қайнап кетуін болдырмайды.

ПНД-1 арқылы өтетін шығынды есептеу үшін, осы аталған параметрлер мен жұмыс шарттары ескеріледі.

$$Q_{ок} = Q_{пв} - Q_{пвд} - Q_7 = 1650 - (106,4 + 148,2 + 69,5) - 78,6 = 1248 \text{ т/сағ} \quad (2.13)$$

ПНД-2 арқылы өтетін шығын

$$Q_2 = Q_{пв} - Q_{пвд} = 1326 \text{ т/сағ} \quad (2.14)$$

Берілген шарттарға сәйкес қажетті шығын мен жылыту параметрлерін қамтамасыз ететін қыздырғыштар ретінде ПНСВ-2000-1,2 модельдері таңдалады.

Деаэраторды таңдау

Қоректік су жүйесінің деаэраторын таңдау үшін, максималды шығынды есептеу қажет. Бұл параметрлер ПВД арқылы өтетін шығынды анықтауға және барлық жүйенің тиімді жұмысын қамтамасыз етуге көмектеседі.

$$D_{пв}^{max} = D_K^{ном} \cdot (1 + \alpha + \beta) \quad (2.15)$$

Мұнда:

α – тығыздау жүйесіне жіберілетін судың үлесі,

β – қазандыққа бүркуге пайдаланылатын судың үлесі.

Есептеулерде келесі мәндер қабылданады: $\alpha = \beta = 0,01$.

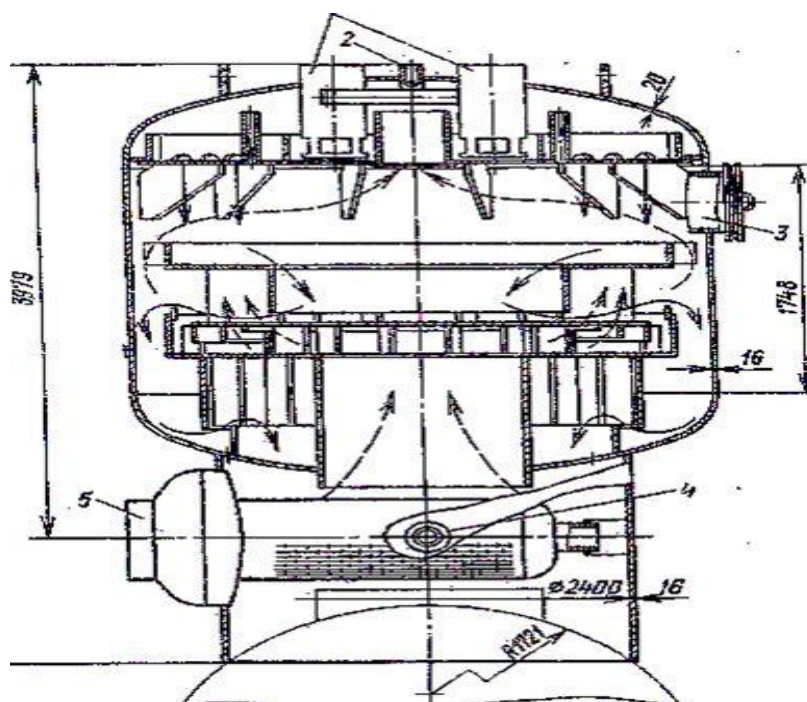
$$D_{пв}^{max} = 1683 \text{ т/сағ} \quad (2.16)$$

Аккумуляторлы бактың минималды сыйымдылығын анықтау

$$U = \tau^{min} \cdot \frac{V \cdot D_{пв}}{60} \quad (2.17)$$

$$U = 4 \cdot \frac{1,1 \cdot 1683}{60} = 123,4 \text{ м}^3 \quad (2.18)$$

Жоғарыда жүргізілген есептеулер мен жүйе талаптарын ескере отырып, ДП-2000-1 маркалы деаэратор таңдалады.



1 – турбинаның негізгі конденсатының кірісі; 2 – булану камерасы (выпар); 3 – люк (тексеру терезесі); 4 – клапандар штоктарынан келетін бу беру; 5 – қыздырғыш будың кірісі; Үзік сызықты жебелер – будың қозғалысын. Тұтас жебелер – судың қозғалысын көрсетеді.

7 - сурет - Деаэтордың жұмыс жасауы

Қоректік насостарды таңдау

Электр станцияларының блоктық құрылымында қоректік судың берілуі әрқашан белгіленген шығыннан 5% артық қорда қамтамасыз етілуі тиіс. Бұл – жүйенің сенімділігін сақтау үшін маңызды талап.

Сверхкритикалық режимде жұмыс істейтін энергоблоктарда екі негізгі қоректік насос орнатылады. Сонымен бірге, резервтік ретінде қосымша бу көзінен — қазандық станциясының насостарынан (КСН) — бу жеткізу қарастырылады.

Насостардың қауіпсіз әрі тұрақты жұмыс істеуі үшін олардың алдында кавитациядан сақтайтын бустерлік насостар орнатылады. Әрбір қоректік насосқа жеке бір бустерлік насос қойылады.

Келесі есептеу қадамы:

Бустерлік насосқа кіретін қысымды анықтау керек.

$$P_{\text{вх}} = P_{\text{д}} - \Delta P_{\text{с}}^{\text{в}} + \frac{H \cdot \rho_{\text{в}}}{102} \quad (2.19)$$

$$P_{\text{вх}} = 0,6 - 0,01 - \frac{190 \cdot 0,0998}{102} = 7,8 \text{ кгс/см}^2 \quad (2.20)$$

Қоректік жолдың гидравликалық қарсылығын анықтау

$$P_c = P_{\text{рпк}} + P_{\text{тр}} + P_{\text{пвд}} = 0,01 + 0,25 + 0,9 = 1,25 \text{ Мпа} \quad (2.21)$$

Насостан шығатын қысымды анықтау

$$P_{\text{вых}} = P_0^k + P_{\text{ка}} + P_c + \Delta P + \frac{H \cdot \rho_{\text{в}}}{102} \quad (2.22)$$

P_c — қоректік су желісі жалпы гидравликалық қарсылық. Бұл мән құбырлар мен арматура элементтеріндегі су ағынының үйкелісінен және қосымша кедергілерден туындайды.

$P_{\text{ка}}$ — қазандықтағы гидравликалық қарсылық. Бұл мән су қазандық ішіндегі элементтер (құбырлар, жылу алмастырғыштар, ішкі арматуралар және т.б.) арқылы өткенде туындайтын қысым жоғалуын көрсетеді.

H — суды қазандыққа дейін көтеру биіктігі. Бұл көрсеткіш суды қажетті деңгейге дейін жеткізу үшін насос жасайтын жұмыс көлемін сипаттайды.

$$P_{\text{вых}} = 25,5 + 5 + 1,25 + 2,55 + \frac{57 \cdot 0,998}{102} = 34,45 \text{ Мпа} \quad (2.23)$$

Қоректік судың шығынын қазандықтың техникалық мәліметтеріне сүйене отырып 1650 т/сағ деп қабылдаймыз.

Осы талаптарға сәйкес келетін жабдықтар:

Жоғары айналымды насос – ПД-1600-18-М үлгісі;

Қоректік насос – ПН-1500-350 үлгісі.

Турбопривод ретінде ОК-18 ПУ-500 турбинасы пайдаланылады.

Турбоприводтың алдыңғы тірек жағына Р-1А редукторы арқылы бустерлік насос қосылады.

Ал қоректік насос ВПУ (вал айналдыру құрылғысы) жағынан орнатылады, бұл оны пайдалану мен қызмет көрсету барысында қолайлылықты қамтамасыз етеді.

Екі қоректік турбонасосың (ТПН) турбоприводтарының бу тұтынуының жалпы көлемі 106 т/сағ болады. Бұл мөлшер төртінші бу іркілісінен алынатын бу көлемімен сәйкес келеді.

Бустерлік насос арқылы өтетін қоректік судың максималды жалпы шығыны – 3260 т/сағ. Бұл мән қазандықтың қажеттілігінен едәуір жоғары, сондықтан таңдалған схема жүйенің сенімді әрі тұрақты жұмысын толық қамтамасыз ете алады.

2.2 Қазандық бөлім жабдығын таңдау

Қазандық агрегаты П-57 р. арқылы максималды сағаттық отын шығынын анықтаймыз

Бастапқы деректер:

Котлоагрегаттың бу өндіру қуаты - $D_{пс}=1650$ т/сағ;

Пардің қысымы пароөткізгіштен кейін - $P = 23,5$ Па;

Пароүдетудің температурасы - $t_{пс}=540^{\circ}\text{C}$;

Екіншілік тракт бойынша өнім - $D_{пп}=1320$ т/сағ;

Екіншілік будың қысымы кіруде - $P_{хпп}=4,125$ МПа;

Екіншілік будың қысымы шығуда - $P_{гпп}=3,75$ МПа;

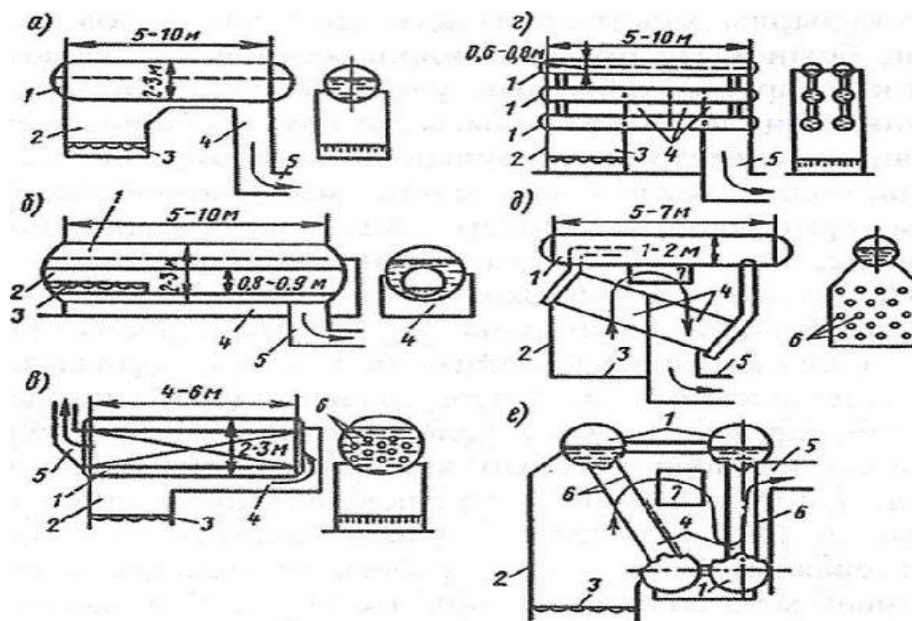
Екіншілік будың температурасы кіруде - $t_{хпп}=299^{\circ}\text{C}$;

Екіншілік будың температурасы шығуда - $t_{гпп}=540^{\circ}\text{C}$;

Питательдік судың температурасы - $t_{пв}=276^{\circ}\text{C}$;

Отын — Екібастұз көмірі, маркасы СС.

Қазандықтың түрі мен отынның түріне байланысты ортақ жүру (орта жылдамдықты) диірмендерді және жеке шанды дайындау жүйесін, шикі көмірді жинау үшін бункерлерді таңдаймыз.



1 - барабан; 2 - оттық; 3 - желтартқыш тор; 4 - газ жүргізгіш; 5 - боров; 6 - құбырлар; 7 - бу ысытқыш. а - қарапайым цилиндрлі; б - ыстық құбырлы; в - газды құбырлы; г - батареялы; д - көлденең су құбырлы; е - тік су құбырлы;

8 – сурет - Булы қазандықтардың даму сызбасы.

Отынның құрамы және техникалық сипаттамалары:

$$\begin{array}{ll}
 A^p=38.1\% & C^p=43.4\% \\
 W^p=7\% & H^p=2.9\% \\
 V^r=30\% & N^p=0.8\% \\
 S_k^p=0,4\% & O^p=7\% \\
 S_{op}^p=0,4\% & Q_p^H=4000\text{ккал/кг}=16760\text{кДж/кг}
 \end{array}$$

$$W^n=1.75\%10^3 \text{ кг/ккал } =0,41\% \text{ кг/МДж} \quad (2.24)$$

$$A^n=9.53\%10^3 \text{ кг/ккал } =2,27\% \text{ кг/МДж} \quad (2.25)$$

Температурасы 130°C болатын түтін газдарының шығуы қабылданады. Ауа қыздырғышқа кіретін ауаның температурасы 30°C деп алынады. Таңдалған қазандық агрегаттың түрі мен пайдаланылатын отынға сәйкес сұйық шлак шығару жүйесі қабылданды.

Ыстық ауаның температурасы $t=350^\circ\text{C}$.

Бұл температура мәніне сәйкес бір сатылы түтікшелі ауа қыздырғыш және су экономайзерін қолдану көзделеді.

4 – Кесте- Барлық есептеулер

№	Атауы	Негіздемесі	Өлшемі	Есептеу	Ескертпе
1	В	$\frac{Q_{\text{ка}}}{Q_p^p - \eta_{\text{ка}}}$	Кг/сағ	271693	Сағаттық отын шығыны
2	$Q_{\text{ка}}$	$D_{\text{пе}}(h_{\text{оп}} - h_{\text{пв}}) + D_{\text{пп}}(h_{\text{гпп}} - h_{\text{хпп}})$		428142000	Жылудың толық мөлшері
7	Q_p^p	$Q_H^p + Q_B + h_{mn} + Q_{\text{ср}} - Q_K$		17110	Қолданылатын жылу мөлшері
8	Q_B	Ауа КА-дан тыс жылытуға жатпайды		248.8	Қазанды агрегатқа түсетін ауаның жылуы
9	$H_{\text{тп}}$	Отын алдын ала кептіріледі		0	Отынның физикалық жылуы
10	$Q_{\text{ср}}$	Паровое дутье (бу үрлеу) жұмысы тоқтады.		0	Бу үрлегіші арқылы енгізілетін жылу

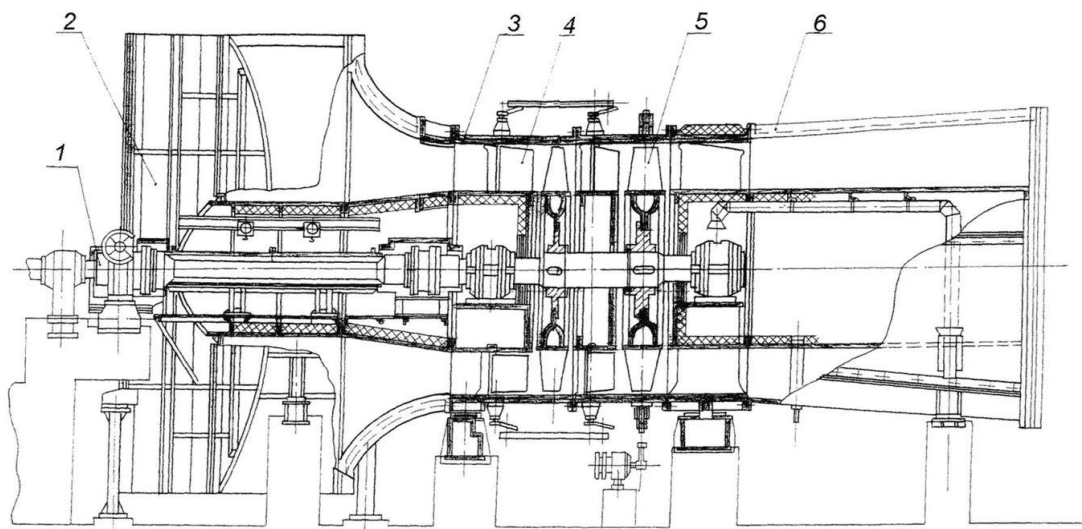
4 – Кесте-жалғасы

№	Атауы	Негіздемесі	Өлшемі	Есептеу	Ескертпе
11	Q_k	Қазандық ішіндегі көмір қалдықтары жоқ.	%	0	Карбонаттардың ыдырауына жұмсалатын жылу
12	$\eta_{ка}$	$100 \cdot \sum q$	%	92.1	Қазан агрегатының жалпы (брутто) пайдалы әрекет коэффициенті.
13	q_2	$\frac{(I_{yx} - \alpha_{yx} \cdot I_{xв}^0)(100 - q_4)}{Q_p^p}$	%	5.45	Шығатын газдармен бірге болатын жылу шығындары.
14	q_3		%	0.5	Отынның химиялық толық жанбауы
15	q_4		%	1.5	Механикалық толық емес жанудан туындайтын жылу шығындары.
16	q_5		%	0.2	Қоршаған ортаға жылу шығындары.
17	q_6	$d_{шл} \cdot (ct)_{шл} \cdot \frac{A^p}{Q_p^p}$	%	0.249	Шлақпен бірге кететін жылу шығындары.
18	$D_{шл}$	$1 - \alpha_{ун}$	%	0.2	Шлақтың жалпы мөлшердегі үлесі.
19	$(ct)_{шл}$		кДж/кг	560.6	Шлақ құрамындағы жылу мөлшері.

ДОД-43 түтінсорғышының таңдалуы

Номинал режимінде ДОД-43 маркалы түтінсорғыштың пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК) 0,805 болады, бұл ең жоғары көрсеткіштің 98,7%-ын құрайды.

Жобалау талаптарына сәйкес, бір түтінсорғыш қазандық агрегатының жалпы жүктемесінің 50%-ын қамтамасыз етуі керек.



1 – қозғалмалы бөлігі; 2 – сору қалтасы (сору камерасы); 3 – корпус; 4 – бағыттаушы аппарат; 5 – жұмыс дөңгелегі; 6 – диффузор (ағынды баяулататын құрылғы).

9 - сурет ДОД-43 түтінсорғыштары

Осы есептеулердің қорытындысы 5 -кестеде ұсынылған.

№	Атауы	Негіздемесі	Өлшемі	Есептеу	Ескертпе
1	V	$\beta_1 \cdot V^0 \left(\sum \Delta\alpha + \alpha_m \right) \frac{t_{xb} + 273}{273}$	м ³ /ч	1383500	Номиналдық жүктеме кезінде ауа шығыны.
2	Q _{дв}	$\beta_1 \cdot V \cdot \frac{760}{h_{бар}}$	м ³ /кг	1522000	Дутьевые вентиляторлардың есептік өнімділігі.
3	H _р ^{пр}	κ _р * H _р	кгс/см ²	380	Есептелген толық қысымның қолайлы көпшіліктегі коэффициенті (ДВ).
4	κ _р			1	Қолайлық қосу коэффициенті.
5	H _р	β ₂ * ΔH _п	кгс/см ²	380	Есептелген толық қысым (ДВ).

№	Атауы	Негіздемесі	Өлшемі	Есептеу	Ескертпе
6	β_2			1,15	Қысым бойынша қорытынды коэффициенті.
7	ΔH_n		кгс/см ²	330	Толық қысымдардың айырмашылығы.

ВДОД-31,5 желдеткіштерін таңдау

Есептік жүктеме кезінде ВДОД-31,5 желдеткіштерінің пайдалы әсер коэффициенті $\eta_{рас} = 0,753$ болады, бұл максималды көрсеткіштің 91%-ын құрайды.

Жартылай жүктемедегі ауа шығыны 691,9 м³/сағ құрайды, және бұл мөлшерді ВДОД-31,5 желдеткіші толық қамтамасыз ете алады.

Қазандық түріне байланысты келесі жабдықтар орнатылады:

Екі дана орталықтан тепкіш бастапқы ауа желдеткіші – ВДН-25-2-П типті, өнімділігі 443000 м³/сағ, қысымы 935 кгс/см²;

Бір дана бастапқы ауаның рециркуляциялық орталықтан тепкіш желдеткіші – ВГДН-21 типті, өнімділігі 115000 м³/сағ, қысымы 214 кгс/см².

Жүйеде 6 дана баяу жүретін валикті диірмен орнату жоспарланған.

Диірмендердің ең жоғары өнімділігі екі негізгі шартпен шектеледі:

Ұнтақтау өнімділігі — бұл диірменнің бір сағат ішінде қажетті ұнтақтылық деңгейіне дейін ұнтақтай алатын отын мөлшері;

Кептіру өнімділігі — бұл диірменнің бір сағат ішінде қажетті соңғы ылғалдылық деңгейіне дейін кептіре алатын отын мөлшері.

Бір диірменнің қажетті өнімділігі келесі есептеулер арқылы анықталады.

$$B_M^p = \frac{B}{z_M - 1} \quad (2.26)$$

$$B_M^p = \frac{271,1}{6-1} = 54,22 \text{ т/сағ} \quad (2.27)$$

Диірмендерді өнімділігін таңдау

Анықтамалық деректерге сүйене отырып, Подмосковье көмірі бойынша диірменнің өнімділігін қайта есептеу жүргізіледі. Бұл қайта есептеу нақты пайдаланылатын отын түрінің физикалық және химиялық қасиеттерін ескере отырып, диірмендердің қажетті типоразмерін дұрыс таңдауға мүмкіндік береді.

$$B' = B'' \cdot \frac{K'_{\text{ло}} \cdot \Pi'_{\text{вл1}} \cdot \Pi'_{\text{вл2}} \cdot \Pi''_{\text{6p}} \left(\ln \frac{100}{R'_{90}} \right)^{0,6}}{K''_{\text{ло}} \cdot \Pi''_{\text{вл1}} \cdot \Pi''_{\text{вл2}} \cdot \Pi'_{\text{6p}} \left(\ln \frac{100}{R'_{90}} \right)^{0,6}}, \quad (2.28)$$

Бұл коэффициент көмірдің ұнтақталу жеңілдігін сипаттайды және диірменнің қажетті өнімділігін есептеуде қолданылады.

$$K'_{\text{ло}} = 1,7 \quad K''_{\text{ло}} = 1,35$$

Подмосковье көмірі үшін ұнтақталу қабілеттілігінің коэффициенті анықтамалық мәліметтерге сәйкес алынады. Бұл коэффициент көмірдің ұнтақталу қасиетін сипаттайды және диірмендердің өнімділігін түзету үшін қажет.

$$\Pi'_{\text{вл1}} = \sqrt{\frac{K^2 - (W^{\text{cp}})^2}{K^2 - (W^{\text{тн}})^2}} \quad (2.29)$$

$$\text{Қайда } K = 1 + 1,07 \cdot W^{\text{p}} = 36,3$$

$$W^{\text{тн}} = 7,5\%$$

$$W^{\text{p}} = 33\%$$

$$W^{\text{n}} = 15\%$$

$$W^{\text{cp}} = \frac{W'_m + 4W^{\text{пл}}}{5} \quad (2.30)$$

Подмосковье көмірі үшін $\Pi_{\text{вл2}}$ коэффициенті

Мұндағы:

W'_m — диірменге дейінгі отынның ылғалдылығы,

$W^{\text{пл}}$ — ұнтақталған шаңның (пылдың) ылғалдылығы.

Орташа ылғалдылық мәні $W^{\text{cp}} = 17,6\%$ деп алынады.

Осы мәндерді формулаға қойсақ, нәтижесінде келесі мәнді аламыз:

$$W'_{\text{cp}} = 0,89$$

Осыған ұқсас әдіспен Екібастұз көмірі үшін де коэффициент есептеледі:

$$W'_{\text{вл}} = 1,007$$

Енді Подмосковье көмірі үшін $P_{вл2}$ коэффициентін табамыз.

$$P'_{вл} = \frac{100 - W^{cp}}{100 - W^1} = \frac{100 - 17,6}{100 - 33} = 1,23 \quad (2.31)$$

Екібастұз көмірінің бастапқы шарттары бойынша, орташа ылғалдылық мәні қабылданады. Формулаға сәйкес, Екібастұз көмірі үшін $P_{вл2}$ коэффициентін есептейміз.

$$P'_{вл} = \frac{100 - 2,28}{100 - 7} = 1,05 \quad (2.32)$$

Мәскеу маңы көмірі үшін ұнтақтың ұсақтығы

Пылеприготовление жүйесіне арналған 6 валикті MPS типті диірмендерді таңдаймыз.

Енді шикі көмірге арналған бункерлердің көлемін анықтаймыз. Дереккөзіне сәйкес, шикі көмір бункерлерінің тиімді сыйымдылығы кем дегенде 8 сағаттық отын қорын қамтамасыз етуі керек.

Индивидуалды пылеприготовление схемаларында әр диірмен қондырғысына жеке шикі көмір бункері қарастырылады.

Тас көмір үшін шикі көмір бункерінің көлемі былайша анықталады:

Шикі көмір бункерінің көлемін анықтау

Мұндағы:

$(Q_n^p)^{аш}$ – отынның төменгі жану жылуы;

$(\gamma_{tm})^{аш}$ – отынның үйінділік салмағы, мәні $1,03 \text{ т/м}^3$ тең;

Z – бункерлер саны, $Z = 6$;

m – қазан агрегатының белгіленген отын қорымен жұмыс істеу уақыты, сағатпен;

B – қазан агрегатының отын шығыны, $B = 271,1 \text{ т/сағ}$;

Ψ_6 – бункердің толтырылу коэффициенті, жуықтап есептегенде $0,8$ деп алынады.

Әрі қарай, шикі көмір бункерінің қажетті сыйымдылығы осы мәліметтер негізінде анықталады.

Шикі көмір бергіштерін таңдау

Отын шаруашылығы жабдықтарын таңдау

Станцияда көмірді 4 қазан агрегатына жеткізуге арналған отын беру жүйесінің бірінші кезегі бұрыннан жұмыс істеп тұр. Осыған байланысты, көмірді БСУ-ға (шикі көмір бункеріне) жеткізуге арналған конвейерлердің қуаты жеткілікті әрі артығымен қамтамасыз етілген деп сенімді айтуға болады.

Отын берудің қолданыстағы схемасы өзінің сенімділігін ұзақ уақыттағы тәжірибе барысында дәлелдеді, сондықтан оны өзгертуге қажеттілік жоқ. Мысалы, станция жұмыс істеген уақыт ішінде отын беру жүйесінің ақауына байланысты бірде-бір 1-дәрежелі апат (станцияның толық тоқтауы) тіркелмеген.

Көмір станцияға теміржол көлігі арқылы жеткізіледі. Жүктемені түсіру үшін вагон аударғыш құрылғылары қолданылады. Әр кезекке бір-бірден екі жанама типті вагон аударғыш орнатылған.

Отынды беру ленталық конвейерлер арқылы жүзеге асырылады:

Лента ені – 1600 мм;

Лента жылдамдығы – 2,25 м/с (пик жүктемеде – 3 м/с дейін).

Шикі көмір бергіштеріне дейінгі жолда тізбектей орнатылған аспалы және шкивті электрометаллоіздегіштер жұмыс істейді. Дробилкалардан кейін механикалық сынама алушылар мен щепа ұстағыштар орнатылған.

2.3 Күл шығару жүйесі

П-57р типті қазан агрегаттары Екібастұз көмірінде жұмыс істейді. Бұл жоба конденсациялық типтегі, жалпы 1500 МВт орнатылған қуаты бар электр станциясына арналған. Мұндай жағдайда газ тазалау жүйесінің күл ұстау тиімділігі кемінде 99% болуы қажет.

Газдарды тазарту үшін құрғақ және дымқыл сатылардан тұратын аралас күл ұстау жүйесі қолданылады.

Жоғары қуатты қазан агрегаттары үшін горизонталь қозғалысты электрофильтрлер пайдаланылады. Станция тәжірибесіне сүйене отырып,

ЭГА-2-88-12-6-4У маркалы электрофильтр таңдалады:

Электродтардың тиімді биіктігі – 12 м;

Әр электрофильтр екі корпустан тұрады, әр корпус төрт жартылай алаңға және бір алдын ала камера алаңына бөлінген.

Алдын ала камера алдында түтін газдарының ағынын ламинарлық ету үшін арнайы тегістеу торлары орнатылады.

Дымқыл саты ретінде КЗУ (комбинирленген золоуловитель) қолданылады, ол 4 дана ММК-4-2/7-3 скрубберлерінен тұрады:

Әр скрубберде төрт кіріс патрубок бар, әрбіреуінде екі Вентури түтігі орнатылған;

Әр скрубберде екі гидрозатвор және әрқайсысында қозғаушы саптамалар бар;

Скруббердің сыртқы диаметрі – 7 метр;

Ішкі қондырманың диаметрі – 3 метр.

2.4 Күл тасымалдау жүйесі

Күл тасымалдау үшін екі эрлиф (ауа қысымымен айдайтын құрылғы) қолданылады, олардың біреуі – жұмыс істейді, ал екіншісі – резервте тұрады.

Күл құбырының саны – 3 дана (1 жұмыс істейді, 2 резервте)

Күл құбырының сипаттамасы:

Жылдық қуаты – 847 000 тонна

Жалпы ауданы – 282 790 гектар

Қызмет ету мерзімі – 50 жыл (1991 жылдан 2041 жылға дейін)

Таңдалатын жабдықтың техникалық сипаттамалары

6 -кесте – ПНД–3,4 үлгісіндегі беттік типтегі ауа қыздырғыштар

Өлшем үлгісі	ПН-1100-25-6-1	ПН-850-25-6-1
Завод	ПО ТКЗ	ПО ТКЗ
жылуалмасу беті	1100	850
Су жылытқыш арқылы өтетін судың шығыны, кг/с.	483,5	350
Жылу ағыны, кВт	54,5	22,8
Будың максималды температурасы,	310	200
Судың гидравликалық кедергісі, м.с.с. (метр су бағаны бойынша)	3,3	1,5
Биіктігі, мм	10100	9300
Диаметрі, мм	2664	2633
Құрғақ масса, тонна	44,0	36,9

7-кесте – ПВД–6, 7, 8 үлгілеріндегі беттік типтегі ауа қыздырғыштар

Өлшем үлгісі	ПВ-1800-37-2,0	ПВ-1800-37-4,5	ПВ-1800-37-6,5
Ағын, т/сағ	1700	1700	1700
Будың қысымы, кгс/см ² (максимум)	20	45	65
Судың қысымы, кгс/см ² (максимум)	370	370	370
Жұмыс буының қысымы, кгс/см ²	18,8	42	61,5
Жұмыс суының қысымы, кгс/см ²	300	300	300

Өлшем үлгісі	ПВ-1800-37-2,0	ПВ-1800-37-4,5	ПВ-1800-37-6,5
Будың температурасы (максимум), °C	450	300	350
Жұмыс буының температурасы, °C	440	295	345
Жылу ағыны, МВт	69,2	88,5	57,9
Гидравликалық кедергі, м.с.с. (метр су бағаны)	39	6	45
Жылуалмасу беті (толық), м²	1783	1890	1782
...ОК, м²	126	126	91
...ОП, м²	108	-	99
Жылыту суының шығысындағы температурасы, °C	200	243	270
Корпустың диаметрі, мм	2860	2910	2960
Жалпы масса, тонна	126,8	150,5	172,5
Су бөлігінің көлемі, м³	8,7	8,9	8,6
Бу бөлігінің көлемі, м³	38	36,9	33,5

8-кесте – Араласып қыздырылатын типтегі ПНД–1, 2 ауа қыздырғыштары

Өлшем үлгісі	ПНСВ-2000-1	ПНСВ-2000-2
Су шығыны, кг/с	350,1	365,5
Кіріс температурасы, °C	34	59
Шығыс температурасы, °C	59	103,9
Жұмыс қысымы, кПа	20	114,7
Бу ағыны, кг/с	50	79,5
Будың температурасы, °C	59	121
Көлемі, м³	33,5	35,3
Су массасы, тонна	49	49

9-кесте – Деаэрациялық қондырғыға арналған қоректік сорғылар

Өлшем үлгісі	ПД-1600-180-М	ПН-1500-350
Ағыны, т/сағ	1630	1800
Сору қысымы, кгс/см ²	7,2	22
Қысым, кгс/см ² (қысымда)	23,5	400
Ағызып жатқан ортаның температурасы, °С	165	165
Кавитациялық резерв, м.с.с. (метр су бағаны)	12	
Айналым саны, айн/мин	1890	4665
Қолданылатын қуат, МВт	0,885	16,25
КПД, %	82	83
Салмағы, т		27,92

10-кесте – Майсалқындатқыштар мен эжекторларды көтеру жүйесіне арналған сорғылар

өлшем үлгісі.	Д4000-95	Д3200-75
Өнімділік, м ³ /сағ	3200	2500
Қысым, м.с.с. (метр су бағаны)	55	45
Минуттағы айналым саны	730	750
Кавитациялық резерв, м.с.с. (метр су бағаны)	5,5	5,5
Насостың тиімділігі, %	88	87
Электр қозғалтқышының типі	ДА302-16-54-8	А4-450У-6У3
Қуаты, кВт	630	400
Қозғалтқыштың клеммаларына кернеу, кВ	6	6

11-кесте – Вагон аударғыштардың техникалық сипаттамалары

Сипаттамасы	Бүйірлік тип
60 тонна жүк вагондары үшін өнімділігі	25
93 тонна жүк вагондары үшін өнімділігі	
125 тонна жүк вагондары үшін өнімділігі	
Айналу бұрышы, градус	170-175
Айналу жиілігі, айн/мин	0,702
Қондырылған қозғалтқыш қуаты, кВт	200
Өлшемдері, м	25,7/10,4/12,5
Массасы, т	350,5

2.5 Жасанды жарықтандыруды есептеу

Бастапқы деректер:

Қазандық - турбиналық цехтың негізгі корпусының турбина бөлімінің өлшемдері:

Ұзындығы $A=50$ м

Ені $B=30$ м

Биіктігі $h=26$ м

Жарықтандыру талаптары:

Ең төмен жарықтандыру деңгейі – 75 лк

Көру жұмысының разряды – V

Нормаланған жарықтандыру – 100 лк

Жарықтандыру жүйесі:

Жалпы жарықтандыру жүйесін соңғы буындағы жарықдиодты шамдармен орнату қарастырылған. Мұндай шамдардың артықшылықтары:

Ұзақ мерзімді қызмет етуі

Төмен энергия тұтынуы

Қиын климаттық жағдайларда да сенімді жұмыс істеуі

Лампа түрі	Қуаты: Вт	Жарық ағыны: лм
жарықдиодты	150	10000

Жасанды жарықтандыруды есептеу жалғасы

Коэффициенттер:

Еденнің шағылу коэффициенті ($\rho_{\text{пола}}$) = 30%

Қабырғалардың шағылу коэффициенті ($\rho_{\text{стен}}$) = 50%

Төбенің шағылу коэффициенті ($\rho_{\text{потолка}}$) = 70%

Шамдарды ілу биіктігін есептеу:

Жұмыс беттері 1–16 м биіктікте орналасқан. Шамдарды 20 м биіктікке орнатамыз, өйткені одан жоғарыда шатыр екі еңісті және тегіс емес.

МҰ әдістемесіне сәйкес есептеу:

Гимараттың жалпы биіктігі: $h_{\text{зд}}=26$ м

Шамдар ілінетін биіктік: $h_{\text{св}}=20$ м

Орташа жұмыс бетінің биіктігі: $h=0$ м (орташа нөл деп аламыз)

Есептік ілу биіктігі:

$$h_{\text{расч.}} = h_{\text{зд.}} - (h_{\text{р}} + h_{\text{св}}) = 26 - 20 = 6 \text{ м} \quad (2.33)$$

Шамдар арасындағы ең тиімді арақашықтық:

Нормаланған коэффициент $N=1,2$

$$Z = N * h = 1,2 * 6 = 7,2 \text{ метр} \quad (2.34)$$

Шам мен қабырға арасындағы арақашықтық:

$$L = Z / 2 = 3,6 \text{ метр} \quad (2.35)$$

Индекс бөлмені анықтау

Индекс бөлме (немесе жарықтандыру индексі) – жарық беру есебінде қолданылатын өлшем. Ол бөлменің геометриялық сипаттамаларын ескере отырып есептеледі және жарық шамдарын таңдауға көмектеседі.

Индекс мына формуламен есептеледі:

$$i = \frac{A+B}{h(A+B)} = \frac{50+30}{6(50+30)} = 3,125 \quad (2.36)$$

Мұндағы:

Лампалар арасындағы қашықтық 7 метр, қабырғалардан — 3 метр деп алынады.

Турбина бөлімшесінде барлығы:

Ұзындығы бойынша: $(50-(3 \times 2))/7=6,3 \approx 7(50 - (3 * 2)) / 7 = 6.3 \sim 7$ қатар

Ені бойынша: $(30/3)-1=9(30 / 3) - 1 = 9$ лампа әр қатарда

Жалпы саны: $7 \times 9=637/9 = 63$ лампа

Пайдалану коэффициенті $\eta = 45\%$

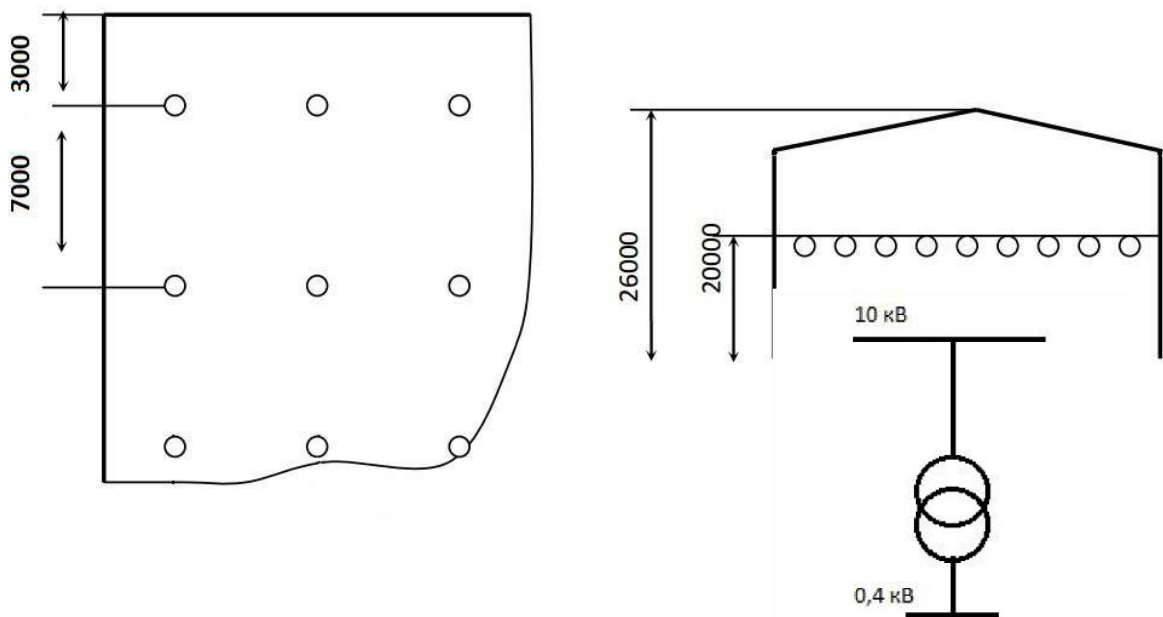
Қор коэффициенті $K_3 = 1,2$

Жарық ағыны:

$$\Phi = \frac{E_{\min} \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n} = \frac{100 \cdot 1.2 \cdot 1500 \cdot 1.5}{7 \cdot 9 \cdot 0.45} = 9524 \text{ Лм} \quad (2.37)$$

Мұндағы Z – жарықтандырудың біркелкі еместік коэффициенті, жарықдиодты шамдар үшін = 1,2.

Жүргізілген есептеу бастапқы тандаудың дұрыс болғанын көрсетеді. Турбиналық бөлімшеде әрқайсысының қуаты 150 Ватт, жарық ағыны 1000 Люмен болатын жарықдиодты шамдар орнатылады: 7 қатар, әр қатарда 9 шамнан.



Бастапқы мәліметтер:

Желі кернеуі: $U_c = 0,4 \text{ кВ}$

Экономикалық тұрғыдан тиімділігіне байланысты таңдалған трансформатор: ТМ-250н

Трансформатордың қуаты: $S_{tr} = 250 \text{ кВА}$

Электр қабылдағыштың қуаты: $P = 75 \text{ кВт}$

Жүктеме тогы: $I_n = 150 \text{ А}$

Қоректендіру желісінің ұзындығы: $\ell_1 = 50 \text{ м}$, $\ell_2 = 30 \text{ м}$

$$I_{дв} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.93} = 117 \text{ А} \quad (2.38)$$

$\cos \varphi = 0,93$ – бұл мән Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2012 жылғы 29 желтоқсандағы №1765 қаулысына сәйкес қабылданған. Қаулыда 0,4 кВ кернеулі

электр желілері үшін қуат коэффициентінің нормативтік мәні $\cos\varphi = 0,93$ деп бекітілген.

Осы мән жүктеме тогын, қуатты және басқа да электр техникалық есептерді жүргізу барысында қолданылады.

Қуат коэффициенті $\cos\varphi$ – актив қуат пен толық қуат арасындағы қатынасты көрсетеді және энергияны тиімді пайдалану деңгейін бағалауға мүмкіндік береді.

$$I_{рпв} = \frac{K_{п} \cdot I_{дв}}{K_{т}} = \frac{6 \cdot 117}{2,5} = 279,67 \text{ A} \quad (2.39)$$

$$I_{нпв} = 350 \text{ A}$$

$$I_{нсп} = 450 \text{ A}$$

$$I_{на} = 450 \text{ A}$$

Цептегі белсенді және индуктивті элементтер $Z_{тр} = 0,195 \text{ Ом}$ (кесте) МУ бойынша: Қарсылықтар

$$R_{\phi 1} = 0,028 \cdot 20 / 240 = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

$$R_{\phi 2} = 0,028 \cdot 60 / 95 = 1,77 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}$$

$$R_{н1} = 0,028 \cdot 20 / 120 = 4,67 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

Трубаның ішкі индуктивті кедергісі диаметрі 70 мм және ұзындығы 60 метр болған жағдайда есептеледі.

$$I'_{к} = 3 \cdot 350 = 1050 \text{ A}; \quad S_{тр} = 1571 \text{ мм}^2$$

Ток тығыздығы

$$i = \frac{I'_{к}}{S_{тр}} = \frac{1050}{1571} = 0.668 \text{ A/мм}^2 \quad (2.40)$$

$$\tau_{\omega} = 0,84 \text{ Ом/км}; \quad X = 0,5 \text{ Ом/км}$$

$$R_{н2} = \tau_{\omega} \ell_2 = 0,84 \cdot 0,06 = 0,05 \text{ Ом}$$

$$X_{н2} = x \ell_2 = 0,5 \cdot 0,06 = 0,03 \text{ Ом}$$

$$X_{\phi 1} = 0; \quad X_{\phi 2} = 0;$$

$$X_{п1} = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0,002 \text{ Ом}$$

$$X_{п2} = 0,1 * 10^{-3} * 60 = 0,006 \text{ Ом}$$

Формула бойынша $Z_{п}$ анықтамасы:

$$Z_{п} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{н})^2 + (X_{\phi} + X_{н} + X_{п})^2} = \sqrt{(0,0023 + 0,00467)^2 + (0,002)^2} = 0,00725 \text{ Ом}$$

$$Z_{п2} = \sqrt{(0,0023 + 0,0177 + 0,00467 + 0,05)^2 + (0,002 + 0,006 + 0,03)^2} = 0,0838 \text{ Ом}$$

$K3$ тогы формула бойынша анықталады:

$$I_{к3} = \frac{U}{\frac{Z}{3} + Z_{п1}} = \frac{220}{\frac{0,195}{3} + 0,00725} = 3045 \text{ А}$$

$$I_{к3} = \frac{220}{\frac{0,195}{3} + 0,0838} = 1478 \text{ А}$$

Токтың қайталану саны

$$\frac{I_{к3}}{I_{нпо}} = \frac{1478,5}{350} = 4,2$$

Шарты $I_{к3} \geq I_{ном} * K$

Қорғау құрылғысының жұмыс істеу уақыты:

При $I_{к3}/I_{ном} = 6,76$; $t_{ср} = 0,15$ сек.

$I_{к3} = 1478 \text{ А}$, $I_{ппв} = 350 \text{ А}$ кезінде өшіру уақыты - 0,19 сек.

Ажыратқышты өшіру уақыты 0,2 сек.

Зақымдалған жабдық корпусының әлеуеті:

Зақымданған жабдықтың корпусының потенциалы:

$$U_{к2} = I_{к3} * Z_{н1} = 3045 * 0,00467 = 14,2 \text{ В} \quad (2.41)$$

$$U_{к3} = I_{к3} * Z_{н2} = 1478 * \sqrt{0,05^2 + 0,03^2} = 86,2 \text{ В}$$

Адам денесі арқылы өтетін ток:

$$I_h = \frac{I_{k1}}{R_h} = \frac{14,2}{1000} = 14,2\text{мА}$$

$$I_{h2} = \frac{86,2}{1000} = 86,2\text{мА}$$

ССБТ-ға (Салауатты және қауіпсіз еңбек шарттарының стандарттары) сәйкес, мұндай ток мәндеріне 1,0 және 0,5 уақыт әсер ету кезінде рұқсат етіледі, яғни автоматты ажыратқыш пен сақтандырғыштың іске қосылу уақыты рұқсат етілген мәннен аспайды.

3 Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасы

3.1 Жалпы сипаттама және жобаның мақсаттары

Екібастұз мемлекеттік аудандық электр станциясы-2 (ГРЭС-2) – Қазақстандағы ең ірі жылу электр станцияларының бірі. Ол Павлодар облысының Екібастұз қаласында орналасқан және республикадағы электр энергиясын өндіруде маңызды үлеске ие. Қазіргі таңда станцияда екі энергоблок жұмыс істейді, олардың әрқайсысының қуаты 500 МВт-ты құрайды. Жалпы орнатылған қуат – 1000 МВт.

Жобаның негізгі идеясы – үшінші энергоблокты салу арқылы станцияның өндірістік қуатын 1500 МВт-қа дейін арттыру. Бұл кеңейту жобасы елдегі энергетикалық сұраныстың артуы, электр энергиясының тапшылығын азайту және энергия жүйесінің сенімділігін арттыру қажеттілігінен туындаған.

Кеңейту жобасы аясында бірқатар мақсаттар айқындалған:

Энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету. Қазақстанның индустриалды дамуымен қатар, электр энергиясына деген сұраныс өсіп келеді. Үшінші энергоблокты іске қосу аймақтық және ұлттық деңгейдегі энергия тапшылығын жабуға мүмкіндік береді.

Станцияның техникалық әлеуетін арттыру. Жаңа энергоблок заманауи технологиялармен жабдықталып, станцияның жалпы энергетикалық тиімділігін жоғарылатады. Бұл отын шығынын азайтуға, ПӘК-ті арттыруға және экологиялық әсерді төмендетуге септігін тигізеді.

Экономикалық тиімділікті жоғарылату. Өндіріс көлемінің артуы мен энергия бірлігінің өзіндік құнының төмендеуі арқасында жоба ұзақ мерзімде өзін-өзі ақтайды және еліміздің ішкі нарығындағы бәсекеге қабілеттілікті күшейтеді.

Экологиялық тұрақтылықты сақтау. Жаңа энергоблокқа орнатылатын түтін газдарын тазарту жүйелері, күл мен шлакты құрғақ жолмен шығару, және су ресурстарын үнемдеу технологиялары арқылы қоршаған ортаға келетін зиянды әсер минималданады.

Осылайша, Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасы – техникалық, экономикалық және экологиялық тұрғыдан теңгерілген, еліміздің энергетикалық инфрақұрылымын жаңғыртуға бағытталған стратегиялық жоба болып табылады.

3.2 Іске асырылатын техникалық шешімдер

Екібастұз ГРЭС-2 станциясының қуатын 1500 МВт-қа дейін ұлғайту жобасы аясында іске асырылатын техникалық шешімдер қолданыстағы екі энергоблоктың техникалық құрылымына бейімделе отырып жасалған. Бұл шешімдер өндірістік сенімділікті арттырумен қатар, станцияның

энергетикалық, экономикалық және экологиялық тиімділігін жоғарылатуға бағытталған.

Жаңа үшінші энергоблоқтың құрылымдық сұлбасы бұрынғы екі блоктың технологиялық шешімдерімен үйлестірілген, алайда жобада соңғы буындағы басқару жүйелері мен тиімділігі жоғары жабдықтар қолданылады.

Қазандық агрегат және отынмен жұмыс режимі

Жаңа блокта қолданылатын П-57 типті тікелей ағынды бу қазандығы жоғары қысым мен температура жағдайында жұмыс істеуге бейімделген. Қазандық агрегат Екібастұз көмірін негізгі отын ретінде қолдануға есептелген, бұл оның отындық сипаттамаларын – күлділігі мен жану жылуын – толық ескеруді талап етеді.

Жану процесінің толықтығын қамтамасыз ету үшін:

Жеке шикі көмір бункерлері;

Валикті диірмендер (отынды ұнтақтаумен қатар, кептіру және үрлеу қызметін атқарады);

Рециркуляциялық ауа жүйесі;

Қатты отынды автоматты беру және мөлшерлеу жүйесі орнатылады.

Қазандықтың ауа қыздырғыштары, экономайзерлері мен конвективтік беттері Екібастұз көмірінің жану сипаттамаларына сәйкес есептеледі.

Бу турбинасы құрылымы

Жобада қарастырылған К-500-240-2 типті бу турбинасы — станцияның қолданыстағы блоктарымен толық үйлесетін, тексерілген тиімді құрылғы. Бұл турбина аралық қайта қыздырумен жабдықталған, үш цилиндрлі (ЖҚЦ, ОҚЦ, ТҚЦ) және 500 МВт-қа дейінгі қуат өндіруге қабілетті.

Турбинада бірнеше бу алу нүктелері қарастырылған, олар төмендегідей қажеттіліктерге арналған:

Жоғары және төмен қысымды қыздырғыштар (ПВД, ПНД);

Деаэратор мен қоректік су дайындау жүйесі;

Ішкі станциялық қажеттіліктер.

Аралық қайта қыздыру жүйесі бу температурасын қайта 540 °С-қа дейін жеткізу арқылы турбинаның термодинамикалық тиімділігін жоғарылатып, будың құрғақтық дәрежесін арттырады. Бұл турбина ресурсын ұзартуға және жабдықтың тозуын азайтуға септігін тигізеді.

Генератор және электрлік жабдықтар

Турбинамен бір осьте орнатылатын ТПЕ-500-2 типті синхронды генератор электр энергиясын 15,75 кВ кернеуде өндіреді. Бұл генератор сутекті және сумен салқындату жүйелерімен жабдықталған және жоғары жүктемелік тұрақтылыққа ие.

Генератордан кейін трансформаторлық қосалқы станция арқылы электр энергиясы 500 кВ кернеумен ұлттық электр желісіне беріледі. Бұл жүйе қорғаныс автоматикасы, релелік жүйелер, және автоматты ажыратқыштармен толықтырылады.

Су дайындау және қоректік жүйе

Будың жоғары параметрлерде тұрақты өндірілуі үшін химиялық тұзсыздандырылған су қажет. Осы мақсатта:

Ион алмасу сүзгілері (Н-катион, анионит);

Деаэраторлар (оттегіні жоюға арналған);

Қоректік және бустерлік сорғылар;

Резервтік толықтыру жүйесі қарастырылған.

Су жүйесі тұйық циклде жұмыс істейді және ішкі шығындарды автоматты түрде өтейтін деңгейде жобаланады.

Жанама жүйелер және ішкі қажеттіліктер

Жаңа блокта ішкі қажеттіліктерді қамтамасыз ету үшін арнайы бу құбырлары жүйесі, жылу алмастырғыштар, электрлік қорек жүйелері, сондай-ақ авариялық қорғау механизмдері қарастырылған. Бұл жүйелер блоктың өздігінен іске қосылуы, тұрақты жұмыс істеуі және күтпеген жағдайларда тоқтаусыз жұмысын қамтамасыз етеді.

Жабдықтардың іске қосылуы мен жұмысы автоматтандырылған басқару жүйесі (АСУ ТП) арқылы жүзеге асырылады. Бұл жүйе:

Жылу және электр параметрлерін нақты уақытта бақылауға;

Процестерді автоматты түрде реттеуге;

Апаттық жағдайларды дер кезінде анықтауға мүмкіндік береді.

Экологиялық және техникалық қауіпсіздік

Қазіргі экологиялық талаптарға сай:

Күл ұстау жүйелері (электрофилтрлер мен скрубберлер);

Шлак пен күлді гидравликалық шығару жүйесі;

Ағынды суларды тазалау құрылғылары;

Қатты қалдықтарды жинау және бейтараптандыру жүйелері жобаланады.

Барлық экологиялық жүйелердің ПӘК-і жоғары, әрі олар автоматты түрде жұмыс істеп, ластану қаупін азайтады.

3.3 Қосымша энергоблоктарды орнату

Екібастұз ГРЭС-2 станциясының қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасының негізгі мақсаты – үшінші 500 МВт-тық энергоблоқты қолданыстағы

инфрақұрылымға біріктіре отырып, станцияның жалпы генерациялау қабілетін арттыру. Жобаны іске асыру барысында құрылыс, монтаж және іске қосу жұмыстарының кезеңдері, құрылғылардың орналасу логикасы және жобалық есептеулерді нақты негіздеу маңызды орын алады.

Жобаның техникалық негіздемесі

Жаңа энергоблокты орнату кезінде қолданыстағы екі энергоблоқтың сызбасын, техникалық құрылымын және жұмыс режимін сақтай отырып, үшінші блокты логикалық түрде жалғайтын нұсқа таңдалады. Бұл шешім өндірістік тәжірибенің үздіксіздігін қамтамасыз етеді және бұрыннан қолданыстағы жүйелермен үйлесімді жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Блок схемалық орналасуы келесі элементтерді қамтиды:

Қазандық агрегаты;

Бу турбинасы;

Электр генераторы;

Көмір дайындау және беру жүйелері;

Су дайындау және салқындату жүйелері;

Автоматты басқару және қауіпсіздік жүйелері.

Орналастыру алаңы және инфрақұрылыммен байланыс

Үшінші блок №2 энергоблоқтың солтүстік бағытында салынады. Құрылыс алаңы алдын ала геологиялық және инженерлік зерттеулерден өткен. Алаңның топырақ сипаттамасы және гидрогеологиялық жағдайлары жаңа құрылымға жүктемені қабылдауға мүмкіндік береді.

Инфрақұрылыммен байланыс схемасы:

Отын беру жүйесі – жалпы көмір конвейер желісінен тартылады;

Су дайындау жүйесі – орталық станциялық желіден;

Күл шығару жүйесі – ортақ күлді сақтау қоймасына бағытталған;

Электр желісі – 500 кВ трансформатор арқылы ұлттық торапқа қосылады.

Техникалық артықшылығы: қолданыстағы қосалқы жүйелерді кеңейту арқылы жаңа энергоблоқтың құнын төмендетуге және құрылыс уақытын қысқартуға мүмкіндік бар.

Негізгі құрылыс-монтаждық жұмыстар

Іргетас пен құрылыс жұмыстары

Үшінші энергоблоқтың қазандық, турбина және генераторлық цехтары үшін бөлек іргетас негіздері салынады. Бұлар дірілге төзімді, көп сатылы бетон конструкцияларынан тұрады.

Жабдықтарды жеткізу және жинақтау

Жабдықтар (қазандық агрегат, турбина, генератор) модульдік бөліктермен зауытта дайындалып, құрылыс алаңында жинақталады. Бұл тәсіл құрылыс мерзімін қысқартып, сапаны арттырады.

Техникалық қауіпсіздік шаралары

Іске қосу алдындағы қысым сынақтары;

Электр жүйелерін кернеуге сынау;

Қауіпсіздік автоматтарын тексеру;

Отын беру жүйелерінің герметикалылығын бақылау.

Жобалық есептеулер

Энергоблок жылдық өндіруі:

$$W_{\text{жыл}} = P \cdot T = 500 \cdot 8000 = 4 \cdot 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (3.1)$$

Отын шығыны:

$$Q_{\text{жыл}} = \frac{W_{\text{жыл}} \cdot g_{\text{отын}}}{10^6} = 1,16 \cdot 10^6 \text{ т} \quad (3.2)$$

Яғни, жаңа энергоблок жылына шамамен 4 млрд кВт·сағ энергия өндіріп, 1,16 млн тонна көмір тұтынады.

Жер телімінің қажет аумағы:

Қазандық – 50×30 м;

Турбиналық цех – 70×25 м;

Қызметтік ғимараттар – 40×20 м.

Жалпы алаң $\approx 6,500 \text{ м}^2$, резервпен бірге – $10,000 \text{ м}^2$.

Экономикалық және логистикалық тиімділік

Көрсеткіш Мәні

Орнату қуаты 500 МВт

Инвестиция көлемі 450 млн АҚШ доллары

Амортизация мерзімі 15 жыл

Есептік ПӘК 39,5–40 %

Айналымға қосатын жылу $\approx 400 \text{ Гкал/сағ}$

Артықшылықтар:

Электр энергиясының тапшылығын азайтады;

Экспорттық әлеуетті арттырады;

Ішкі нарықты тұрақты қуатпен қамтамасыз етеді;

Экологиялық тиімділігі жоғары (төмен шығарынды, күлді өңдеу мүмкіндігі).

Үшінші энергоблокты орнату - Екібастұз ГРЭС-2 станциясының дамуындағы стратегиялық маңызы бар қадам. Жобаның тиімді жоспарлануы, техникалық үйлесімділігі және экономикалық негізділігі оның табысты іске асуына негіз бола алады. Қуаттылықтың артуы елдің энергетикалық тұрақтылығын нығайтып қана қоймай, экспорттық мүмкіндіктерді де кеңейтеді.

3.4 Электрлік және жылу жүктемелерін есептеу

Қуаттылықты 1500 МВт-қа дейін арттыру жобасының сәтті жүзеге асуы үшін электрлік және жылу жүктемелерді дәл және толық есептеу маңызды. Бұл есептеулер электростанцияның жаңа режимде жұмыс істеуін жоспарлауға, қажетті жабдықтарды таңдауға және энергетикалық тиімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Электрлік жүктемелерді есептеу

Электр қуатының жалпы көлемі

Жобалық қуат - 1500 МВт, бұл Екібастұз ГРЭС-2-нің толық энергия шығару көлемін білдіреді. Қуаттылықты арттыру кезінде жүктемелерді талдау маңызды, өйткені олар:

Жүйенің максималды қуаттылығының дұрыс тандалуын қамтамасыз етеді;

Қуат тапшылығын болдырмайды;

Жабдықтардың шамадан тыс жүктелуінен сақтайды.

Жүктеме коэффициентін анықтау

Жүктеме коэффициенті K_j - бұл нақты жұмыс істеп тұрған қуат пен номиналды қуаттың қатынасы:

$$K_j = \frac{P_{\text{нақты}}}{P_{\text{номиналды}}} \quad (3.3)$$

Жобада жүктеме коэффициенті маусымдық және тәуліктік өзгешеліктерді ескере отырып есептеледі.

Қуаттың тепе-теңдігін есептеу

Жалпы электрлік жүктемені есептеу формуласы:

$$P_{\text{эл}} = \sum_{j=1}^m P_i \cdot K_j \cdot K_f \quad (3.4)$$

мұндағы:

P_i - әрбір энергоблоқтың номиналды қуаты (МВт);

K_j - жүктеме коэффициенті;

K_f - пайдалану коэффициенті, жабдықтың жұмыс уақыты мен тиімділігін есепке алады.

Қосымша шығындарды есептеу

Жүйедегі электр энергиясының шығындарын ескеру қажет. Олар:

Тасымалдау және тарату желілеріндегі шығындар;

Қондырғылардың өз ішінде тұтынылатын энергиясы (қыздыру, басқару және т.б.).

Шығын коэффициенті $K_{ш}$ енгізіліп, толық тұтыну қуаты есептеледі:

$$P_{\text{толық}} = \frac{P_{\text{эл}}}{1 - K_{ш}} \quad (3.5)$$

Мысалы, егер шығындар 5 % болса, $K_{ш} = 0.05$.

Жылу жүктемелерін есептеу

Электростанция жылу энергиясын өндіруде де маңызды рөл атқарады. Жылу жүктемелерін есептеу электростанцияның жылу балансы мен жылу тасымалдау жүйесінің тиімділігін анықтайды.

Жылу энергиясының жалпы көлемі

Жылу энергиясы жылу тұтынушыларға беріледі: тұрғын үйлерді жылыту, өндірістік цехтар және т.б. Жобада жылу жүктемені есептеу үшін мына формула қолданылады:

$$Q_{\text{жылу}} = \sum_{j=1}^m Q_j \cdot K_{\text{жылу}} \quad (3.6)$$

мұндағы:

Q_j - әрбір жылу тұтынушының номиналды жылу жүктемесі (Гкал/сағ);

$K_{\text{жылу}}$ - жүктеме коэффициенті.

Жылу балансы

Жылу балансы жылу энергиясының өндірісін, таралуын және тұтынуын қамтиды. Электр және жылу қуатын қатар өндіретін когенерациялық жүйелер үшін жылу балансы маңызды, себебі энергияның тиімді пайдалануын қамтамасыз етеді.

Жылу энергиясы шығындарын есептеу

Жылу жүйесіндегі жылу шығындарына келесі факторлар кіреді:

Тасымалдау кезінде желілерде жоғалтылатын жылу;

Қондырғылардың жылу шығындары (қазандықтар, турбиналар және т.б.);

Жылу тұтынушыларда жылу пайдалану тиімділігі.

Шығын коэффициенті $K_{\text{жылу ш}}$ енгізіледі:

$$Q_{\text{жылу}} = \frac{Q_{\text{жылу}}}{1 - K_{\text{жылу ш}}} \quad (3.7)$$

Мысалы, егер жылу шығындары 7 % болса, онда $K_{\text{жылу ш}} = 0.07$.

Электрлік және жылу жүктемелерді нақты есептеу жобаның сенімділігі мен тиімділігін арттырады. Осы көрсеткіштер негізінде:

Жабдықтардың қуаты мен санын оңтайлы таңдау жүзеге асырылады;
Электр және жылу жүйелерінің үйлесімді жұмысы қамтамасыз етіледі;
Энергия шығындарын азайту шаралары қабылданады.

3.5 Қуаттылықты арттыру нәтижелері

Экібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасының нәтижелері көп қырлы: техникалық, экономикалық, экологиялық және әлеуметтік аспектілерді қамтиды. Осы бөлімде жобаның негізгі нәтижелері толық талданады.

Техникалық нәтижелер

Жалпы қуаттың ұлғаюы және құрылымдық өзгерістер:

Қуаттың 1500 МВт-қа ұлғаюы қосымша энергоблоктардың орнатылуы және қолданыстағы құрылғылардың модернизациясы арқасында жүзеге асты. Бұл Экібастұз ГРЭС-2 станциясының жылдық энергия өндіру көлемін орташа есеппен 20-25 % арттыруға мүмкіндік берді. Қуаттың артуы станцияның жұмыс режимдерін оңтайландыруға, оның ішінде жүктеме балансын жақсартуға ықпал етті.

Жүйенің сенімділігі мен резервтік қабілеті:

Қосымша қондырғылардың енгізілуі және заманауи автоматтандыру жүйелерінің орнатылуы арқасында энергия жеткізу сенімділігі артты. Бұл өз кезегінде кенеттен пайда болатын жүктеме өзгерістерін жедел реттеуге және авариялық жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді.

Энергия тиімділігін арттыру:

Когенерациялық блоктар мен жаңа турбиналар қолданылуы жылу және электр энергиясын бірге өндіру тиімділігін жоғарылатты, бұл жанармай шығындарын төмендетіп, технологиялық процестердің энергия тиімділігін 3-5 % дейін жақсартты.

Экономикалық нәтижелер

Энергия өндірісінің ұлғаюы:

Электр энергиясының өсуін есептеу формуласы:

$$\Delta P_{\%} = \frac{P_{жаа} - P_{бас}}{P_{бас}} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

Мысалы, бастапқы қуат 1200 МВт болса:

$$\Delta P_{\%} = \frac{1500 - 1200}{1200} \cdot 100\% = 25\% \quad (3.9)$$

Отын үнемділігі мен шығындарының төмендеуі:

Жаңа технологиялар отын тұтынуды 7-10 % аралығында төмендетуге мүмкіндік берді, бұл жыл сайынғы отын шығындарын айтарлықтай қысқартты:

$$\Delta F_{\%} = \frac{F_{бас} - F_{жаа}}{F_{бас}} \cdot 100\% \quad (3.10)$$

Инвестициялардың қайтарымдылығы:

Жобаны іске асыруға жұмсалған инвестициялар 5-7 жыл ішінде толық өтеледі деп болжануда. Бұл көрсеткіш жобаның экономикалық тиімділігін растайды.

Әлеуметтік және инфрақұрылымдық әсерлер

Энергетикалық тұрақтылық пен қауіпсіздікті арттыру:

Қуаттың ұлғаюы аймақтың энергия тапшылығын азайтып, электрмен жабдықтаудың сенімділігін қамтамасыз етті.

Жұмыс орындарының өсуі:

Жаңғырту жұмыстары барысында техникалық және әкімшілік бағыттарда жүздеген жаңа жұмыс орындары ашылды.

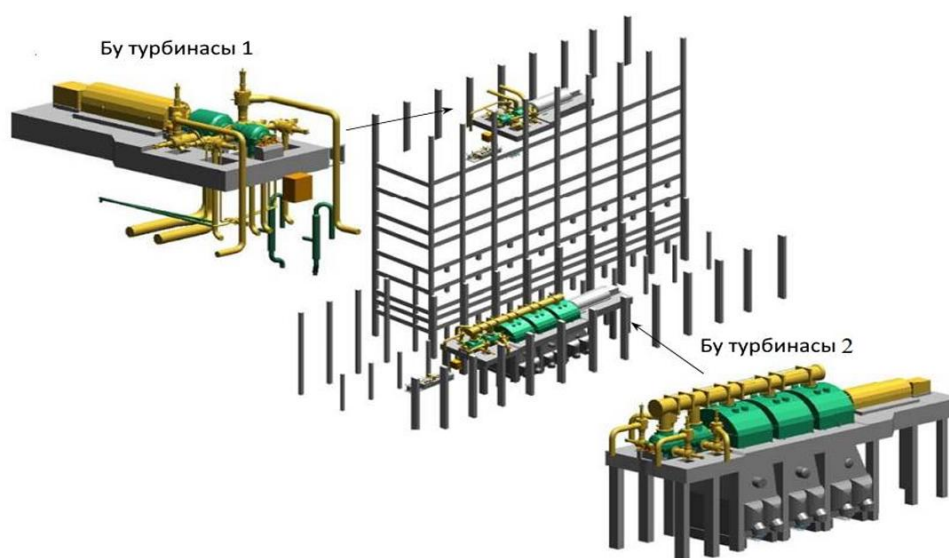
Аймақтың экономикалық дамуына оң әсер:

Электр қуатының артуы өнеркәсіптің өсуін қамтамасыз етіп, аймақ экономикасының дамуына серпін берді.

Жобаның техникалық-экономикалық және экологиялық тиімділігі төмендегідей негізгі көрсеткіштер арқылы бағаланады:

Көрсеткіш	Бастапқы мәні	Жаңа мәні	Өсу/Төмендеу (%)
Қуат (МВт)	1200	1500	+25
Отын тұтыну (тонна)	1,000,000	900,000	-10
SO ₂ шығарындылары (тонна)	10,000	8,000	-20
Қалдықтар (тонна)	50,000	40,000	-20

3.6 Турбина



10 - сурет - 1500 МВт қуат блогына арналған екі деңгейлі турбиналы блоктың сұлбасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін кеңейту жобасы Қазақстанның энергетикалық инфрақұрылымын нығайтудағы маңызды қадам болып табылады. Жоба аясында іске асырылған техникалық шешімдер мен қосымша энергоблоктарды орнату станцияның жалпы қуатын 25% -ға арттырып, өңірдегі электр энергиясына сұранысты тиімді қанағаттандыруға мүмкіндік берді. Бұл қуаттың ұлғаюы тек өндіріс көлемін арттырып қана қоймай, сонымен бірге энергия беру сенімділігін және жүйенің икемділігін қамтамасыз етті.

Экономикалық жағынан қарағанда, жобаның тиімділігі айқын көрінді. Жаңғырту нәтижесінде отын үнемділігі жоғарылап, шығындар қысқарды. Бұл өз кезегінде өндіріс құнының төмендеуіне және инвестициялардың орта мерзімде қайтарылуына әсер етті. Қуаттың өсуі кәсіпорынның табыстылығын арттырып, энергетикалық нарықта бәсекеге қабілеттілігін нығайтты.

Экологиялық тұрғыдан жобада жоғары экологиялық стандарттар мен заманауи технологиялар қолданылды. Бұл шығарылатын зиянды газдардың көлемін айтарлықтай азайтып, экологиялық зиянды төмендетуге септігін тигізді. Қалдықтарды басқару және қайта өңдеу жүйелерінің жетілдірілуі қоршаған ортаны қорғау шараларын күшейтті және станцияның экологиялық көрсеткіштерін жақсартты.

Жобаның әлеуметтік аспектісі де маңызды – кеңейту барысында жаңа жұмыс орындары құрылып, аймақтың әлеуметтік-экономикалық жағдайы жақсарды. Энергияның жеткілікті көлемде және сенімді берілуі өнеркәсіптің дамуына және тұрғындардың өмір сүру деңгейінің өсуіне оң әсер етті.

Жалпы алғанда, Екібастұз ГРЭС-2 қуатын 1500 МВт-қа дейін арттыру жобасы техникалық, экономикалық, экологиялық және әлеуметтік көрсеткіштер бойынша тиімді әрі тұрақты даму кепілі болып табылады. Бұл жоба Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін нығайтып, аймақтың және еліміздің экономикалық дамуына үлкен үлес қосатыны анық.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Станциялар мен қосалқылардың электроқондырғылары. Техникум оқулығы. Энергоатомиздат, 2014.
- 2 Парамонов С.Г. «Саланың экономикасы» пәні бойынша курстық жұмыстарға әдістемелік нұсқаулық. АУЭС, 2013.
- 3 ТЭС бу бөлмесінің қосалқы жабдығын таңдау. Дипломдық жобалау әдістемесі. Минэнерго, 2011.
- 4 Кузембаева Р.М., Карамышева Т.А., Оржанова Ж.К. Станцияның электр бөлімі. Дипломдық жобалау әдістемесі. АИЭС, 1998.
- 5 Неклпаев Б.Н., Крючков И.П. Электр станциялары мен қосалқыларының электр бөлімі. Дипломдық жобалау анықтамалық материалы. Энергоатомиздат, 2008.
- 6 Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Станциялар мен қосалқылардың электроқондырғылары. Техникум оқулығы. Энергоатомиздат, 1989.
- 7 Санатова Т.С., Манабаева С.Е. Өмір қауіпсіздігі. «Зануление есептеу». Бакалавр студенттері үшін әдістемелік нұсқаулық. АУЭС, Алматы, 2011.
- 8 Өндірістік жарықтандыру. «Еңбек қауіпсіздігі» бөлімін орындау әдістемесі. Алматы, 2002.
- 9 ТЭС жылулық схемаларын таңдау және есептеу. Дипломдық жобалау әдістемелік нұсқаулық. Минэнерго, 2010.
- 10 Жылулық және атом электр станциялары. Анықтамалық. Энергоатомиздат, 2009.
- 11 Электр орнатуларын реттеу ережелері. 7-ші басылым, 2015.
- 11 Ривкин А.А. Су мен будың жылу-физикалық қасиеттері. Энергоиздат, 2015.
- 12 Котлоагрегаттардың шаң дайындау құрылғыларын есептеу және жобалау. Нормативтік материалдар. Энергия, 2008.
- 13 Котельді агрегаттардың жылулық есебі. Нормативтік әдіс. Энергия, 2013.
- 14 Котельдік құрылғылардың аэродинамикалық есебі. Нормативтік әдіс. Энергия, 2002.
- 15 Өнеркәсіп экономикасы. А.И. Барановский басшылығымен. М., МЭИ, 2009-2010 (Т.1, Т.2).