

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру
институты

Энергетика кафедрасы

Елжас Нұрмұхамед Ролланұлы

Екібастұз ГРЭС–2 модернизация жобасы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі, PhD

 Б.А. Сарсенбаев
«___» _____ 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Екібастұз ГРЭС–2 модернизация жобасы»


5В071700 – Жылуэнергетикасы

Орындаған:



Елжас Н.Р.

Ғылыми жетекші
PhD, лектор, ассоц. профессор

 Д.Р. Умышев
«08» маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5В071700 – «Жылу энергетикасы»

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі, PhD

 Е.А.Сарсенбаев
«08» маусым 2021 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Студент Елжас Н.Р.

Тақырыбы «Екібастұз ГРЭС–2 модернизация жобасы»

Университет ректорының 2020 ж. «24» қараша №2131б- бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «08» маусым 2021ж .

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Жалпы мәлімет;

ә) Екібастұз ГРЭС-2 сипаттамасы; б) Турбиналық
қондырғыларды жаңарту нұсқалары; в) Екібастұз
ГРЭС-2 модернизация жобасы

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен
дайындау, қосымшаларда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Цанев, С.В. Жылу электр станцияларының газ турбиналық және аралас
циклды қондырғылары: университеттерге арналған оқулық / С.В. Цанев,
В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; ред. С.В. Цанева. - М.: МЕИ баспасы, 2012 ж. - 584
б.

2. Электронный ресурс. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики.

Режим доступа: - <http://energetika.in.ua/ru/avtor> Дата обращения–7.03.2021г.







Дипломдық жұмысты дайындау


КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жалпы мәлімет	11.032021	Ескерту жоқ
Сипаттама	24.032021	Ескерту жоқ
Жаңарту нұсқалары	07.04.2021	Ескерту жоқ
Модернизация жобасы	25.04.2021	Ескерту жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Жалпы мәлімет	Умышев Д.Р., PhD, қауымдастырылған профессор	01.06.2021	
Турбиналық қондырғыларды жаңарту нұсқалары	Умышев Д.Р., PhD	02.06.2021	
Модернизация жобасы	Умышев Д.Р., PhD	03.06.2021	
Макроэкономика тұрғысынан негізгі экономикалық негіздеме	Умышев Д.Р., PhD	05.06.2021	
Инвестициялардың тиімділік көрсеткіштері	Умышев Д.Р., PhD	06.06.2021	
Норма бақылау	Бердибеков А.О., сеньор -лектор	07.06.2021	

Ғылыми жетекшісі  /Д.Р. Умышев/
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  /Н.Р Елжас/
(қолы)

«08» маусым 2021

АНДАТПА

Бұл жұмыстың мақсаты Екібастұз ГРЭС-ін жаңғырту және техникалық-экономикалық көрсеткіштері жоғары бу турбиналық технология негізінде жоғары температуралы электр станцияларының жаңа буынын құруды қамтамасыз ететін ғылыми негізделген техникалық шешімдер кешенін әзірлеу болып табылады.

Зерттеу пәні - Екібастұз ГРЭС-2 жаңғырту.

Зерттеу нысаны - Екібастұз ГРЭС-2.

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является модернизация Экибастузской ГРЭС и разработка комплекса научно обоснованных технических решений которые обеспечат создание нового поколения высокотемпературных электростанций на основе паротурбинной технологии с высокими технико-экономическими показателями.

Предмет исследования - модернизация Экибастузской ГРЭС-2.

Объект исследования - Экибастузская ГРЭС-2.

ANNOTATION

The aim of this work is to modernize the Ekibastuz SDPP and develop a set of scientifically based technical solutions that will ensure the creation of a new generation of high-temperature power plants based on steam turbine technology with high technical and economic indicators.

The subject of the study is the modernization of the Ekibastuz GRES-2.

The object of the study is Ekibastuz GRES-2.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	
Екібастұз ГРЭС-2	9
1 Екібастұз грэс-2 сипаттамасы	11
1.1 ГРЭС – тің корпусының орналасу сипаттамасы	11
1.2 Бу турбиналық қондырғыларды жаңарту нұсқалары	13
1.3 Бу турбиналық қондырғының құнын болжамалы бағалау	14
2 Жоғары температуралы Бу турбинысын құру құнын бағалау	19
2.1 Екібастұз ГРЭС-2 модернизация жобасы	19
3 Макроэкономика тұрғысынан негізгі жабдық құрамының	27
3.1 экономикалық негіздемесі	27
Отын шығындарын есептеу	
3.2 Еңбекке ақы төлеу шығыстары	27
3.3 Амортизациялық аударымдар	29
3.4 Жөндеу қызметі бойынша шығыстар	29
3.5 Басқа да шығыстар	30
3.6 Электр энергиясы бірлігінің өзіндік құнын есептеу	30
3.7 К-500-240 Есептеу	31
3.8 Энергетика объектісіне инвестициялардың тиімділік	31
3.9 көрсеткіштерін есептеу	
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	38
Қосымша 1	39
Қосымша 2	
Қосымша 3	
Қосымша 4А	
Қосымша 4Б	
Қосымша 4С	
Қосымша 4Г	
Қосымша 4Д	

КІРІСПЕ

Екібастұз ГРЭС-2 ҚР аумағындағы номиналды қуаты 5 МВт ірі электр станциясы болып табылады. Жылу және атом электр станцияларының бу турбиналары (ЖМ) әлемде өндірілетін электр энергиясының 80%-ға жуығын қамтамасыз ететін негізгі өндіруші жабдық болып табылады. Бу турбиналы қондырғылары бар жылу электр станцияларының (ЖЭС) үлесіне ҚР Электр станцияларының белгіленген қуаттарының шамамен 2/3-і тиесілі. Жақын болашақта ЖЭС көптеген шет елдердің электр энергетикасының негізі болып қала береді.

Өзектілігі. 2019 жылдың желтоқсанында «Самұрық-Қазына» АҚ Ресейдің «ИНТЕР РАО ЕЭС» АҚ-дан станцияның 50% үлесін сатып алды және бүгінгі күні Қор паритеттік негізде «Самұрық-Энерго» АҚ-мен бірге Екібастұз ГРЭС-2 станциясы АҚ-на иелік етеді ». Осыған байланысты, «Самұрық-Энерго» 2021 жылы нарықтық кеңеске жобаның өтелуін қамтамасыз ету үшін сыйымдылық нарығында 2025 жылдан бастап қуаттылықтың жеке тарифін алуға өтінім беруді жоспарлап отыр. Осылайша, қуаттылықты арттыру жоспарлануда, Екібастұз ГРЭС-2-де жаңа энергоблоктың құрылысы оның белгіленген қуатын 636 МВт-қа арттырады.

Мұндай ауқымды міндеттер жылу электр станциялары үшін жабдықты жаңартуға арналған объектілерді таңдауды қажет етеді. Бұл жағдайда, әсіресе, бу турбиналарын модернизациялау кезінде жылу техникасын және пайдалану көрсеткіштерін жақсарту бойынша дәйекті және табиғи тапсырманы белгілеу қажет

Модернизациялауға арналған бу турбиналық қондырғыларының таңдаулы түрлерін келесі алғышарттар негізінде таңдауға болады:

- өз ресурстарын дамытатын қуаттылықтардың едәуір көлемін толықтыру тек 150-800 МВт үлкен қондырғылармен жүзеге асырылуы мүмкін;
- өзінің ресурсының сарқылуына жақын бұл қондырғылар «Самұрық Энерго» АҚ-ның белгіленген қуаттар құрылымында едәуір үлесті құрауы керек;
- берілген қуат диапазонында өндірілген бу турбиналарының саны, егер мүмкін болса, жаңартылатын жабдыққа стандартты шешімдер жасау және оны әзірлеу уақытын қысқарту үшін маңызды болуы керек;
- модернизациядан кейінгі қондырғылар заманауи, жаңадан салынған бу турбинасы қондырғыларына сәйкес келетін техникалық-экономикалық көрсеткіштерді қамтамасыз етуі керек.

Зерттеу пәні - Екібастұз ГРЭС-2 модернизациясы

Зерттеу нысаны - Екібастұз ГРЭС-2.

Диссертациялық зерттеудің ғылыми жаңалығы. Бу турбиналық технологиялар негізінде жаңа буынның қуатты Жоғары температуралы энергетикалық кешендерін құрудың техникалық мүмкіндігі мен экономикалық орындылығын қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық шешімдер жиынтығы әзірленді:

- турбиналарды жаңғырту нұсқаларын қалыптастыруға мүмкіндік беретін және қуатты, үнемділікті, сенімділікті, жөндеуге жарамдылықты, ресурсты

арттыруды және турбиналар құнын төмендетуді қамтамасыз ететін қуаты 200 және 500 МВт бу турбиналарын жаңғырту жөніндегі ғылыми-техникалық шешімдер кешені;

- жоғары температуралы энергетикалық кешендердің жаңа жабдықтарын жасаудың металл сыйымдылығы мен құнын оны құрудың алғашқы сатыларында бағалауға мүмкіндік беретін математикалық модельдер кешені әзірленді. Жабдықтың металл сыйымдылығы мен құнының будың бастапқы параметрлеріне және оны тұтынуға тәуелділігі анықталды.

Мақсаты – техникалық-экономикалық көрсеткіштері жоғары бу турбиналық технология негізінде жаңа буынның перспективалы. Жоғары температуралы энергетикалық кешендерін құруды қамтамасыз ететін ғылыми негізделген техникалық шешімдердің жиынтығын әзірлеу.

Зерттеудің міндеттері:

1) Есептеу-эксперименттік зерттеулер негізінде жаңа буынның перспективалы. Жоғары температуралы энергетикалық кешендері үшін оның барынша тиімділігін қамтамасыз ету кезінде жабдықты құруға жұмсалатын шығындарды азайтуды қамтамасыз ететін ғылыми негізделген техникалық шешімдердің жиынтығын әзірлеу.

2) Жоғары температуралы энергетикалық кешендер мен олардың техникалық-экономикалық көрсеткіштері жоғары жабдықтарын құруды қамтамасыз ететін ғылыми негізделген техникалық шешімдерді қалыптастыру кезінде қажетті есептік-эксперименттік зерттеулер жүргізу үшін әдістер мен модельдер жиынтығын әзірлеу.

1 Екібастұз ГРЭС-2

1.1 Екібастұз ГРЭС-2 сипаттамасы

1977 жылғы 20 мамырда Қазақстан Компартиясының Орталық Комитеті мен Қазақ КСР Министрлер Кеңесі "Екібастұз отын-энергетика кешенін құру және кернеуі 1500 киловольт Екібастұз-орталық тұрақты ток электр беру желісін салу туралы "КОКП ОК мен КСРО Министрлер Кеңесінің 1977 жыл-ғы 24 наурыздағы №243 қаулысын және" Екібастұз отын-энергетика кешенін құруға байланысты жұмыстарды одан әрі өрістету жөніндегі шаралар туралы "КСРО Министрлер Кеңесінің 1977 жылғы 24 наурыздағы №244 қаулысын іске асыру туралы" №266 Қаулы қабылдады. 1979 жылы Екібастұз ГРЭС-2 алаңында құрылыс жұмыстары басталды. Қазақстанның Энергетика министрлігінің 03.05.1979 жылғы №86 бұйрығы негізінде салынып жатқан ГРЭС-2 дирекциясы ұйымдастырылды. 1980 жылғы төртінші тамызда Шандықсор маңындағы құрылыс алаңында болашақ станцияның негізіне бірінші текше метр бетон төселді және 1150 киловольт кернеулі айнымалы токтың электр желісінің басталатын орнында алғашқы қазық қағылды. ГРЭС-2-нің негізін қалауға Қазақстан Компартиясы ОК хатшысы Н. Ә. Назарбаев, КСРО энергетика және электрлендіру министрі П. С. қатысты. Абайсыз және басқа да шенеуніктер.

ГРЭС-2-де әлемдегі ең жоғары 420 метрлік түтін құбырын монтаждау басталды. Бұл теңдесі жоқ инженерлік құрылым Гиннестің рекордтар кітабына енген. 1981 жылғы 26 қаңтарда Қазақ КСР Министрлер Кеңесінің №30 қаулысымен Екібастұз ГРЭС-2 салынып жатқан дирекциясына станция объектілері мен тұрғын кентті жаяу жүргіншілерге қолжетімділік шегінде салу үшін алаңы 7528 гектар жер учаскесін беру туралы шешім қабылданды. "Екібастұз ГРЭС-2 құрылысына арналған жобаны бекіту туралы" 27.06.84 жылғы ҚС №142 бұйрығының негізінде "Атом-жылу электр жобасы" институтының Новосибирск бөлімшесі әзірлеген мынадай негізгі техника-экономикалық көрсеткіштері бар жоба бекітілді:

- Қуаты: электр 4000 МВт. жылу 655 Гкал / сағ.
- Негізгі жабдықтың құрамы: - п-57р типті энергетикалық қазандар, өнімділігі 1650т/сағ 8 дана; - к типті турбиналар -500-240-4 8 ТВВ-500-2еу үлгісіндегі генераторлар 3 8 дана.
- Жылдық энергия шығыны: - электр 24775 МВт.сағ-жылу 0,41 млн. Гкал
- Отын түрі: - маркасы Екібастұз көмір күлділігі 55%-ке дейін

Құрылыс кезеңінде Екібастұз ГРЭС-2 Бүкілодақтық маңызға ие болды және Бүкілодақтық екпінді жастар құрылысы деп жарияланды. Мұнда көптеген ұлдар мен қыздар елдің түкпір-түкпірінен келіп, энергетикалық мамандықтарды игеріп, станцияда жұмыс істеуге қалды. Бөлімшелердің басшылық құрамы негізінен ГРЭС-1-де жұмыс істейтін және 500 мегаватт блоктарын игеру және пайдалану тәжірибесі бар персоналдан қалыптастырылды. Олар: Р.В. Шилов, А. Сторожук, В. И. Фетисов, А. Ф. Меньшиков, С. Скрынников, В. В. Тиринов. Станция қызметкерлерінің көпшілігі бұрынғы Шандықсор көлінің шұңқырының

орнында пайда болған су қоймасының жағасында орналасқан Солнечный ауылында тұрады. Ауылдың тарихы 1986 жылы, алғашқы көп қабатты жайлы үй енгізілген кезде басталды. Жалаңаш далада бірнеше жыл ішінде тұрғын үйлер, дүкендер, емхана, мектеп, бөбекжай, пошта, тұрмыстық үй және автовокзал өсті. Сондай-ақ, "Энтузиаст" бау-бақ-ша қоғамы ұйымдастырылды. Екібастұз ГРЭС-2-де алғаш рет күл құрамы 55 пайызға дейінгі көмірді жағуға мүмкіндік беретін қазандар пайдаланылды, МПС-2650 типті лицензиялық орташа шығыс диірмендер қолданылды. 1990 жылғы 25 желтоқсанда ГРЭС-2-де бірінші энергоблок пайдалануға берілді. Бірінші энергоблоқтың іске қосылуы мен оның пайдаланылуы Кеңес Одағында болған үлкен тарихи өзгерістер кезеңімен тұспа-тұс келді. Мемлекеттің ыдырауы станцияның одан әрі құрылысын тежеді.

Екінші энергоблок 1993 жылғы 22 Желтоқсанда егеменді Қазақстанда іске қосылды, бұл республика энергетиктерінің жарқын жеңісі болды. Екінші энергоблоқты іске қосудың салтанатты рәсіміне Қазақстан Республикасының Президенті Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаев қатысты, ол басқару пультіндегі кілтті бұрып, энергоблоқты желіге алғаш рет қосуға команда берді. 2000 жылғы сегізінші қыркүйекте Қазақстан-Ресей үкіметаралық келіссөздерінде Екібастұз ГРЭС-2 базасында бірлескен кәсіпорын құру туралы шешім қабылданды. Алайда, бұл келісімдердің практикалық орындалуы қиын болды. Соңында, 2005 жылдың соңында осындай бірлескен қазақстан-ресей энергетикалық кәсіпорны құрылды. Құжаттарға сәйкес осы кәсіпорын акцияларының 50 пайызы "Самұрық-Энерго" АҚ-ға тиесілі, акцияларының екінші жартысын ресейлік "ИНТЕР РАО ЕЭС" ААҚ компаниясы иеленеді. Екібастұз ГРЭС-2 Қазақстан Республикасының ең заманауи энергия кәсіпорны болып табылады, оның үлесіне елдегі барлық өндірілетін электр энергиясының 10 пайыздан астамы тиесілі.

Жобада 500 мегаваттан сегіз энергоблок құрылысы қарастырылған. Алайда, 1993 жылы екінші энергоблок пайдалануға берілгеннен кейін станцияның одан әрі дамуы тоқтатылды. Сонымен қатар, "СЭГРЭС-2" АҚ-да кейінгі энергия блоктарын салу үшін елеулі негіз құрылды. Мысалы, салқын-датқыш су қоймасы, химия цехы және күл үйінділері 16 энергоблоқты пайдалану үшін қарастырылған, отын-көлік цехы төрт энергоблоқтың жұмысын қамтамасыз ете алады. Энергетика саласын дамытудың 2015 жылға дейінгі Республикалық бағдарламасын іске асыру мақсатында "Қазэнергоөнеркәсіп" ЖШС "ЭГРЭС-2" АҚ тапсырмасы бойынша үшінші және төртінші энергия блоктары құрылысының техникалық негіздемесін орындады. Негізгі энергетикалық жабдықтың параметрлері мен дайындау мерзімдері өндіруші зауыттармен келісілген. Үшінші энергоблоқтың құрылысын таяу жылдары бастау жоспарланып отыр. Қазақстан Республикасы Президентінің нұсқауларын іске асыру мақсатында әзірленді және табысты іске асырылуда. Станцияның техникалық жағдайын жақсарту бойынша жұмыстарды орындау бағдарламасы. Ол үш кезеңнен тұрады және Акционерлік Қоғамның инвестициялық саясатын нақты көрсетеді.

Осы кешенді бағдарламаны іске асыру негізгі жабдық жұмысының жай-күйін түбегейлі жақсартуға қол жеткізуге, оның жұмысының сенімділігін арттыруға, зологаз тазалау жүйесін толық қайта жаңартуды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл бағдарламаға салынған жалпы инвестициялар шамамен 12 миллиард теңгені құрайды. Қазіргі уақытта Екібастұз ГРЭС-2-де №1 Энергия блогының П-57Р қазандығының экономайзері және К турбинасының төмен қысымды роторлары (РНД-1,РНД-2) ауыстырылды -500-240-4 стан-цияның екі энергоблогында. 2009 жылы мұнда "Альстом"фирмасының тиім-ділігі жоғары электр сүзгілері орнатылды. Бұл станцияның атмосфераға шығарындыларын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік берді, бұл өз кезегінде Павлодар өңіріндегі экологиялық жағдайды едәуір жақсартты.

1.2 ГРЭС – тің корпусының орналасу сипатамасы

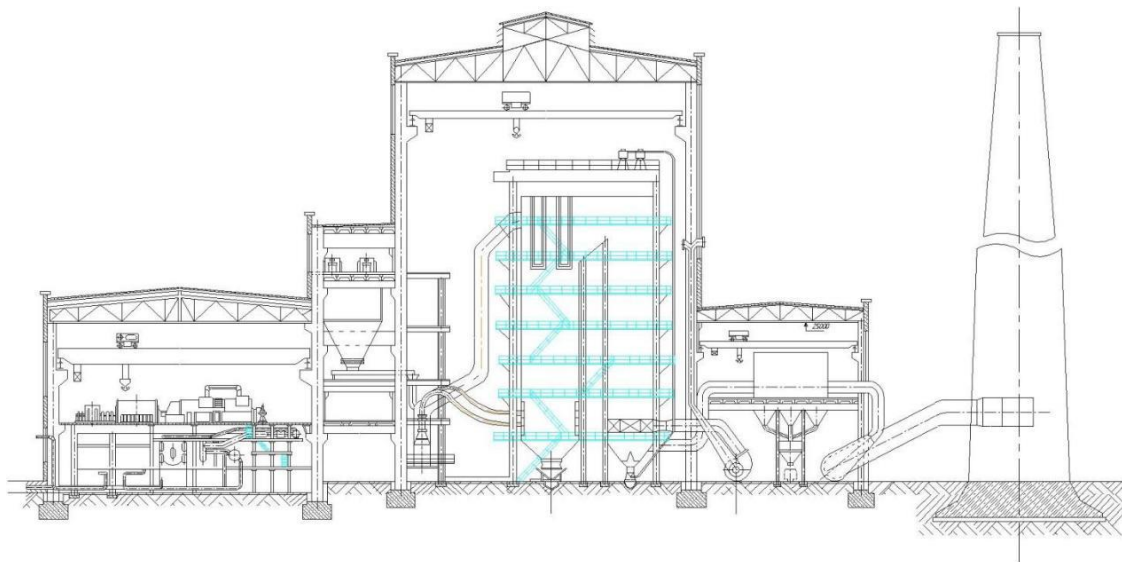
Электр станциясының негізгі корпусы оның негізгі ғимараты деп аталады, онда негізгі және соған байланысты қосалқы жабдықтар орналастырылған. Бас корпусқа пайдалануға жататын отын, турбоагрегаттардың пайдаланылған буын салқындату үшін және басқа да мақсаттар үшін су беріледі. Негізгі корпустан конденсаторлардан кейін салқындатқыш су, қазандықтың түтін газдары, қож және күл шығарылады, соңғы өнім – электр энергиясы шығарылады. Электр станциясының бас корпусының орналасуы бойынша жабдықтар мен құрылыс конструкцияларының өзара орналасуы түсініледі. Негізгі корпустың орналасуын таңдағанда, технологиялық процестің дәйектілігіне сәйкес жабдықты орналастыру принципі негізгі болып табылады.

Негізгі корпустың құрамына екі негізгі корпус кіреді: бу генераторы және турбина (машинный зал), сонымен қатар әртүрлі қосалқы аралық бөлімдер.

Бу генераторлық корпус отын қоры қамтамасыз етілетін бункерлері бар бункерлік бөлімше кіреді. Қазандық бөлімшесінде энергетикалық қазандықтар орнатылады, ол негізгі қызмет көрсету алаңының белгісінде екі-төменгі және жоғарғы болып бөлінеді. Төменгі бөлікте (күл) нөлдік белгіде балғалы диірмендер орналасқан. Заманауи электр станцияларында ғимаратта бу генераторларын бір қатарға орналастыру қабылданады.

Қазандықтар өз рамасына орнатылған және сонымен бірге жабдықты орнатуға және пайдалануға арналған көпір краны орнатылған. Қазандық бөлімшесінде бірнеше белгілерде материалдарды тасымалдау және жөндеу кезінде орналастыру үшін жөндеу аймақтары бар, сондай-ақ біріктірілген тұйық Теміржолдары бар.

Машина бөлімшесі биіктігі бойынша екі – бөлімге бөлінеді: жоғарғы жағында турбоагрегаттар, төменгі-конденсациялық бөлмеде турбоагрегат фунты, конденсаторлар мен қосалқы жабдықтар, реттеуші және желілік жылытқыштар және басқа да жылу алмастырғыштар, қоректік, конденсаттық, дренаждық және өзге де сорғылар орналасқан.



1- сурет – ГРЭС - тің бас корпусының көлденең қимасы

Турбоагрегаттардың жоғарғы бөлмесі мен төменгі, конденсациялық, үздіксіз қабаттасу арасында орындалмайды, бұл тек турбоагрегаттарды ғана емес, сонымен қатар конденсация бөліміндегі қосалқы жабдықты да көпір кранымен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Турбоагрегаттардың айналасында машина залының бағандары мен қабырғалары бойымен өтетін галереялармен өтетін өткелдермен қосылатын қызмет көрсету алаңдары орнатылады.

Турбина мен генератор турбоагрегаттың дірілі оларға берілмеуі үшін басқа құрылыс құрылымдарымен байланыссыз өз іргетасына орнатылады. Машина залында турбоагрегаттарды көлденең орналастыру қабылданған.

Конденсатор ось бойымен іргетастың астында орналасқан. Регенеративті жылытқыштар турбинаның бүйірлеріне орнатылады.

Сонымен қатар, ол РОУ мен БРОУ, құбырларды, электр тарату құрылғысын және жылу қалқандарын орналастырады.

Бас корпусстың жер асты бөлігі құрастырмалы және моно-құймалы темір бетонда жобаланған: ғимараттың іргетастары құрастырмалы, ал жабдыққа арналған фунттар құрастырмалы және құрастырмалы-монолитті болып жасалады. Машина бөлімшелерде бүкіл аудан бойынша тұтас монолитті темірбетон плитасы түрінде күштік еден орнатылады, оған конденсациялық жертөле жабынының тіреулері және әртүрлі жабдықтар тіреледі.

1.3 Бу турбиналық қондырғыларды жанарту нұсқалары

Жақын және алыс болашақта бу турбиналық қондырғылар ЖЭО үшін негізгі жылу қозғалтқышы болып қалады. Қазіргі заманғы бу турбиналарының тиімділігі бір деңгейде немесе 45% -дан асады (3-4 кПа конденсатордағы вакууммен).

ЖЭО-ны техникалық қайта жарақтандыру – қазіргі кезде жылу-энергетикасын дамытудың негізгі міндеттерінің бірі. Бу турбины жабдықтарының бағыттарын (жаңартуларын) таңдау кезінде модернизацияның мазмұны мен көлеміне келесі жағдайлар әсер етеді:

- жұмыс істейтін жабдықтың техникалық жағдайы;
- тапсырыс берушінің қаржылық мүмкіндіктері;
- жанармай құны;
- ресурстарды кеңейтудің техникалық мүмкіндігі;
- жаңа (модернизацияланған) жабдықтардың техникалық-экономикалық көрсеткіштері;
- электр энергиясын сату нарығындағы бәсекелестік.

ЖЭО-ны техникалық қайта жарақтандыру және техникалық оқыту мектебін жаңарту кезінде оны іске асырудың бірнеше негізгі тәсілдерін қарастыруға болады:

- 1) Жұмыс істеп тұрған жабдықтың қызмет ету мерзімін (ресурсын) ұзарту.
- 2) Ескірген жабдықты ультра жоғары (УНР) бу параметрлері (30 МПа және 600/600° С дейін) үшін жаңа буын жабдықтарымен толық ауыстыру.
- 3) Бу және газ қондырғыларын (табиғи газ, сұйық қабаты, қысым немесе көмірді газдандыру) енгізе отырып, бу электр станциясын толық қайта құру.
- 4) Турбинаны немесе оның ағу жолын толық немесе цилиндр бойынша ауыстырумен бу турбиналық жабдықты жаңарту.

Тозығы жеткен қондырғыларды ауыстыру және жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарту арқылы ғана отандық энергетика саласын қолдау мүмкін емес. Бу турбина паркінің едәуір бөлігінің қызмет ету мерзімін ұзартуға, заманауи жабдықтармен қамтамасыз етуді қысқартуға көңіл бөлу отандық электр энергетикасының дамуына да, отандық энергетика саласының жағдайына да кері әсерін тигізеді. Физикалық тұрғыдан тозған жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарту техникалық және экономикалық қауіптерге байланысты қажетті шара болып табылады. Органикалық отын бағасының күтілетін өсуі, энергетикалық компаниялардың экономикалық күшеюі және электр энергиясын сату нарығындағы бәсекелестіктің артуы энергетиктердің жабдықты жаңартуға қызығушылығын арттырады. Бұл өмірді ұзарту жұмыстарының күрт төмендеуіне әкеледі.

Жылу энергетикалық циклында будың бастапқы параметрлерін арттыру жылуэнергетика дамуындағы дәстүрлі перспективалық бағыт болып табылады. Бу турбина қондырғыларын будың ультра жоғары параметрлері үшін, оның ішінде ЖЭО-ны техникалық қайта жарақтандыру үшін, 2 кезеңде жасауға болады: бірінші кезеңде – бастапқы температурада (қыздыру температурасы) 565-580° С, ал екінші кезең бастапқы температурада (қыздыру температурасы) 580-620° С Отандық және шетелдік мәліметтерге сәйкес, будың ультра жоғары параметрлері бар перспективалы энергетикалық қондырғылар үшін будың жоғары температурасын ескеру қажет: 620° С-ден 720° С-қа дейін.

Талдау көрсеткендей, БТҚ жаңғыртылатын энергия блоктарының жылу техникалық, пайдалану, салмақтық және құндық көрсеткіштерін және жаңа

құрылыстағы БТҚ көрсеткіштерін салыстыру, жаңғыртылған бу турбиналық қондырғылары бірқатар күмәнсіз артықшылықтарға ие :

- негізгі корпусстардың (машзалдардың) қолданыстағы өлшемдері сақталады);

- қолданыстағы турбиналық іргетастар қолданылады;

- электр қуаты шамамен 10-15% артады;

- бу турбиналық қондырғының пәк 3-5%-ға, ал бу турбинының жеке цилиндрлерінің пәк 5-7%-ға өседі;

- Энергия блогының экологиялық көрсеткіштерін жақсартып отырып, отынның үлестік шығысы мен қоршаған ортаға зиянды шығарындылардың азаюы;

- бу турбиналық жабдықты негізді біріздендіру және игеру, оның жарамдылығын арттыру есебінен үлестік пайдалану шығындары төмендейді;

- жаңа құрылыспен салыстырғанда жаңғыртылған қуаттарды іске қосу мерзімі 2-3 есе қысқарады;

- жаңа құрылыспен салыстырғанда жаңғырту кезінде енгізілетін қуаттардың үлестік құны 30-60%-ға төмендейді.

Бу турбиналық қондырғыларды жаңғырту тұжырымдамасы мыналарды көздейді:

- ағынды бөліктерді ауыстыру және/немесе жетілдіре отырып, турбинаның жеке цилиндрлерінің қуаты мен үнемділігін арттыру;

- турбоқондырғының жылу сұлбасын және оның жабдықтарын сақтау, ал терең жаңғырту кезінде-оларды жетілдіру, турбинаның қолданыстағы іргетасын және машзал конструкцияларын пайдалану;

- қалақша аппаратының, турбинаның басқа тораптарының сенімділігін арттыру, оның жөндеуге жарамдылығын жақсарту;

- қоршаған ортаға зиянды шығарындыларды қысқарту.

Жаңғыртылған энергоблоктардағы электр энергиясын өндіру жоғары тиімділігімен жүзеге асырылуы керек.

Тозу критерийлері мен модернизацияның тиімділігін дұрыс бағалау бу турбиналық қондырғының модернизацияға дейінгі жұмысын сынауды және анықтаудан тұрады, бұл өте қиын. Сондықтан модернизация критерийі ретінде бу турбиналық қондырғының модернизациядан кейінгі қуат пен тиімділік көрсеткіштерінің модернизацияға дейінгі жобалық көрсеткіштерге қатынасы қолданылады. Модернизация сонымен қатар бүкіл турбиналық қондырғының сенімділігі мен ресурсының жоғарылауын, оны іске асырудың экономикалық тұрғыдан тиімді нұсқаларын таңдауды қамтамасыз етуі керек. Максималды техникалық эффект алу үшін модернизация жан-жақты болуы керек.

Модернизацияның ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық бағыттарын таңдау қолданыстағы жабдықтың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін талдауға, құрылымдарды талдауға, тұжырымдалған критерийлерге және модернизация тұжырымдамасына негізделеді және төменде келтірілген:

- энтальпия айырмашылығы мен тиімділігін сақтау немесе жоғарылату кезінде бу шығынын арттыру арқылы бу турбинасы қондырғысының қуатын арттыру;

- жобалау әдістерін қолдана отырып, ағынды жол мен сатылы құрылымдарды оңтайландыру;

- турбина цилиндрлерінің ішкі салыстырмалы тиімділігінің ағынның өту жолының аэродинамикалық жақсаруы және компоненттердің барлық ысыраптарының төмендеуі есебінен жоғарылауы, соның ішінде тығыздағыштардағы ағып кетулер, үйкеліс шығындары және кіріс және шығыс саптама-ларындағы клапандардағы кинетикалық энергия шығындары;

- басқару жүйелерін жетілдіру және будың таралуындағы шығындарды азайту;

- турбинаның тиімділігін арттыру үшін мойынтіректер конструкцияларын жетілдіру (механикалық ысыраптарды азайту) және оның сенімділігі;

- бу турбинасы қондырғысының сенімділігін, энтальпия айырмашылығын және жылу тиімділігін арттыру үшін бу конденсаторларын жақсарту.

Қайта құрудың оңтайлы нұсқасын анықтаудағы негізгі критерийлер болып жабдықтың модернизация кезіндегі нақты техникалық жағдайы, жабдықтың сипаттамаларын өзгертуге тапсырыс берушінің мүмкіндіктері мен тілектері табылады.

К-500 бу турбиналарының элементтері мен тораптарының құрылымын талдау олардың жиынтықтары мен компоненттерін қарапайым жаңартудан бастап жоғары қысымды, орташа қысымды, төмен ағынды тректерді дәйектілікпен ауыстыруға дейінгі кең ауқымды қамтитын олардың мүмкін көп вариантты модернизациясын көрсетеді. турбинаның статорлық компоненттерін және турбинаның бастапқы жылу схемасын сақтай отырып қысым. Сонымен қатар, өзінің ресурсын өңдеген турбинаның бар іргетасына тозығы жеткен турбинаның орнына жаңа буын турбинасын орнатуға болады.

К-500-240 типті турбиналарды жаңарту нұсқалары төменде қарастырылған:

1) Турбинаның номиналды қуатын 525 МВт-қа дейін, ағымдық бу шығынын арттыру арқылы арттыру.

2) Модернизациялау арқылы турбинаның қуаты мен тиімділігін арттыру ағын жолы:

- жоғары қысымды ағын жолын жаңарту;

- реактивті жүздерді қолдана отырып, жоғары қысымды ағын жолын жаңарту;

- орташа қысым ағынының жолын жаңарту;

- төмен қысымды ағын жолын жаңарту.

3) Буды тарату органдарын және басқару жүйесін модернизациялау.

4) Подшипниктер мен бу конденсаторларын жаңарту.

К-500-240 типті турбиналарды модернизациялау нұсқалары (2 сурет):

Ағымдағы бу шығынын арттыру арқылы турбинаның номиналды қуатының жоғарылауы жобалық зерттеулер мен жүргізілген сынақтар негізінде, сондай-ақ

оны толығымен қайта қарау және қажет болған жағдайда қондырғының жекелеген элементтерін ауыстыру шартымен жүзеге асырылады.

Ағын жолы. Турбинаның қолданыстағы өткізу қабілеті және қолданыстағы қауіпсіздік шектері кейбір техникалық шараларды жүзеге асыра отырып, будың турбинаға шығынын 1650 т / сағ дейін арттыруға мүмкіндік береді. Қосымша бу шығарусыз режимде номиналды жағдайда бұл турби-наның қуатын 500-525 МВт-қа дейін арттырады. Жоғары қысымды цилиндрдің реттегіш сатысының камерасындағы шекті рұқсат етілген қысым да осы жағдайда жоғарылайды.

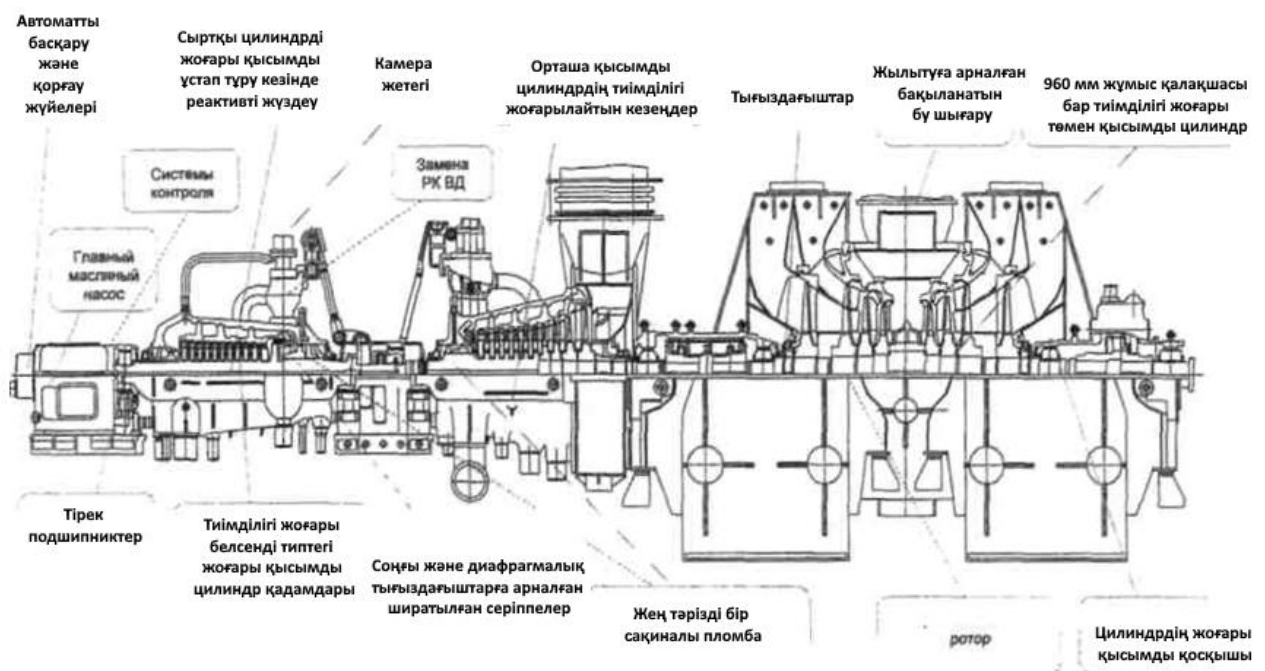
- Жоғары қысымды ағын жолын белсенді жүзімен ішінара немесе толық модернизациялау есебінен турбиналық қуаттың артуы.

- Реактивті қуықты қолдана отырып, жоғары қысымды ағын жолын жаңарту.

- Орта қысымды цилиндрді модернизациялау.

Бір жарым сарқындысы бар К-500 турбинасының әртүрлі модификациясында жоғары, орташа және төмен қысымды секциялардың тиімділігін арттыру, сондай-ақ оның қондырғылары мен компоненттерін жақсарту бойынша бірқатар шаралар жүзеге асырылды. Шанақты қалпына келтіру төменгі қысымды цилиндр корпусының конструкциясына қосымша жүктемелердің әсерін ескере отырып, шығатын құбырдың күрделі қуат схемасын үш өлшемді есептеу негізінде жүзеге асырылады. Қайта құрудың оң нәтижесін анықтайтын бұл операция турбинаны күрделі жөндеу кезінде бөлгіш қалқандарды алып тастау және көтергіш қабырғаларды кесу арқылы жүзеге асырылады, содан кейін сарқынды элементтердің дәнекерлеуі сарқындылардың құрылымдық беріктігінің төмендеуін өтейді бөлім. Жаңа ағыс жолын орнатқанға дейін бір денелі төмен қысымды цилиндрді қайта құрудың соңғы кезеңі оның көлденең түйіспесін тығыздау болып табылады, нәтижесінде құрылымның вакуумдық тығыздығына қол жеткізіледі.

Сенімділікті арттыру үшін негізгі нәтижеге – турбинаның қуаты мен тиімділігін арттыруға қосымша модернизация нұсқалары бар, оған бірқатар жобалау шаралары кіреді, соның ішінде қондырғыны жөндеу мен қызмет көрсету шығындарын азайтуға көмектеседі. Оларға бу тарату жүйелерін жаңарту, реттеу, ротордың орталықтандырылған гидравликалық көтерілуі, жылу кеңеюін бақылау және қалыпқа келтіру кіреді.



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

Жабдықтың классикалық орналасуы қазандықты қазандық цехына, ал Бу турбинасын, тиісінше, турбина цехына орналастыруды. Мұнара қазандығы бар бу параметрлері жоғарылаған қазіргі заманғы энергия блоктарына тән кең таралған макеттердің бірі қосымша 2 де көрсетілген. Babcock және Wilcox компаниясы қосымша 3 те көрсетілген төңкерілген қазандықтың жобасын ұсынды. Бұл орналасуды пайдалану өткір бу мен аралық қызып кету буларының ұзындығын жартысына дейін қысқартуға мүмкіндік береді, осылайша жобаның құнын төмендетеді. Отандық ғалымдар өткір және қатты қыздырылған будың бу суларының ұзындығын қысқарту үшін бу жинау коллекторларының төменгі белгісіндегі позицияны алу үшін бу қыздырғыш беттердің орналасу биіктігін төмендету жолымен жүрді. U-тәрізді орналасу қазандығының дизайны (қосымша 4А), М-тәрізді орналасу (қосымша 4Б) ұсынылған. Балама шешім Бу турбинасын ұзын учаскелерді қоспағанда, жоғарғы деңгейде орналастыру болуы мүмкін. Мұндай шешімге жоғары және орташа қысымды цилиндрлердің мөлшері мен салмағы сәйкес келеді, бірақ су толтырылған және тиісті су өткізгіштері бар төмен қысымды цилиндр ұсынылған. Тұжырымдаманы жүзеге асыруға мүмкіндік бермейді.

Бұл мәселені шешу үшін қытайлық мамандар Siemens компаниясымен бірлесіп қуаты 1350 МВт (қосымша 4С) энергоблокқа арналған көп деңгейлі бу турбиналық қондырғының жобасын әзірледі.

Бу турбинасы келесі параметрлерге арналған: - жұмыс істейтін бу шығыны - 3229 т / сағ; - максималды бу шығыны - 3416 т / сағ; - бу қысымы - 30 МПа, бірінші қыздыру буының қысымы - 9,17 МПа, екінші қыздырудың бу қысымы - 2,25 МПа; - тірі бу температурасы - 600° С, бірінші қыздыру буының температурасы - 600° С, екінші қыздырудың бу температурасы - 600° С; -

салқындатқыш судың температурасы - 19° С. Бұл техникалық шешімде турбиналардың және қазандығының жанында немесе пайдаланылған коллекторлар жанындағы қазандықта орналасуы ұсынылады. Бұл жағдайда магистральды бу құбыры және қайта қыздыру бу құбыры жүйесінің ұзындығы барынша азайтылады (4Д қосымша). Бұл жағдайда турбина қондырғыларының әрқайсысы өзінің генераторымен және жабдықтарымен аяқта-лады.

Осындай қондырғының нәтижесінде бу құбырларын қосатын учаскелер едәуір қысқарады және сәйкесінше құбырлардың құны төмендейді, бу құбырларындағы гидравликалық және жылу шығыны азаяды, қуат блогының тиімділігі 52,12% дейін артады, екі генераторды орнатудың арқасында жұмыс сенімділігі мен электрмен жабдықтау икемділігі артады. Сонымен қатар, схеманың бірқатар кемшіліктері де бар, олардың бастысы - бу турбиначын 1 орналастыру үшін металл конструкцияларының қаттылығын арттыру, дірілдің сенімділігін қамтамасыз ету, екі генераторды, бақылау-майлау жүйесін орнату және техникалық қызмет көрсету мен жөндеудің күрделілігі. Мұның бәрі жобаның келесі кезеңдерінде арнайы техникалық-экономикалық талдауды қажет етеді. Жұмыстарда қымбат тұратын бу құбырларының ұзындығын қысқарту үшін негізгі жабдықтың құрылымына өзгеріс енгізбестен, мұнара қазандығын нөлдік деңгейде емес, керісінше орнату ұсынылады. ол қыздырғыштардың шығу орамдары бу турбиначын деңгейінде болатындай етіп көмілген (қосымша 4Г). Осындай сындарлы шешімді қолдану бу құбырларының ұзындығын 261-ден 171 м-ге дейін, ал қыздыру буының ыстық желісінің бу құбырлары - 253-тен 183 м-ге дейін қысқартуға мүмкіндік береді.

2 Бу турбиналық қондырғының құнын болжамалы бағалау

2.1 Жоғары температуралы Бу турбинасын құру құнын бағалау

Перспективалы энергетикалық кешендер үшін жоғары температуралы бу турбинасының құнын болжауға арналған жобаны әзірлеу қазандық қондырғысының моделін жасау сияқты принциптерге негізделген. Құрылымдық-элементтік схемасы қосымша 1-де көрсетілген бу турбиналық қондырғының құрылымын талдау негізінде будың бастапқы параметрлерін ұлғайту және оның шығынын өзгерту кезінде құнның өзгеруіне негізгі үлес қосатын элементтер анықталды.

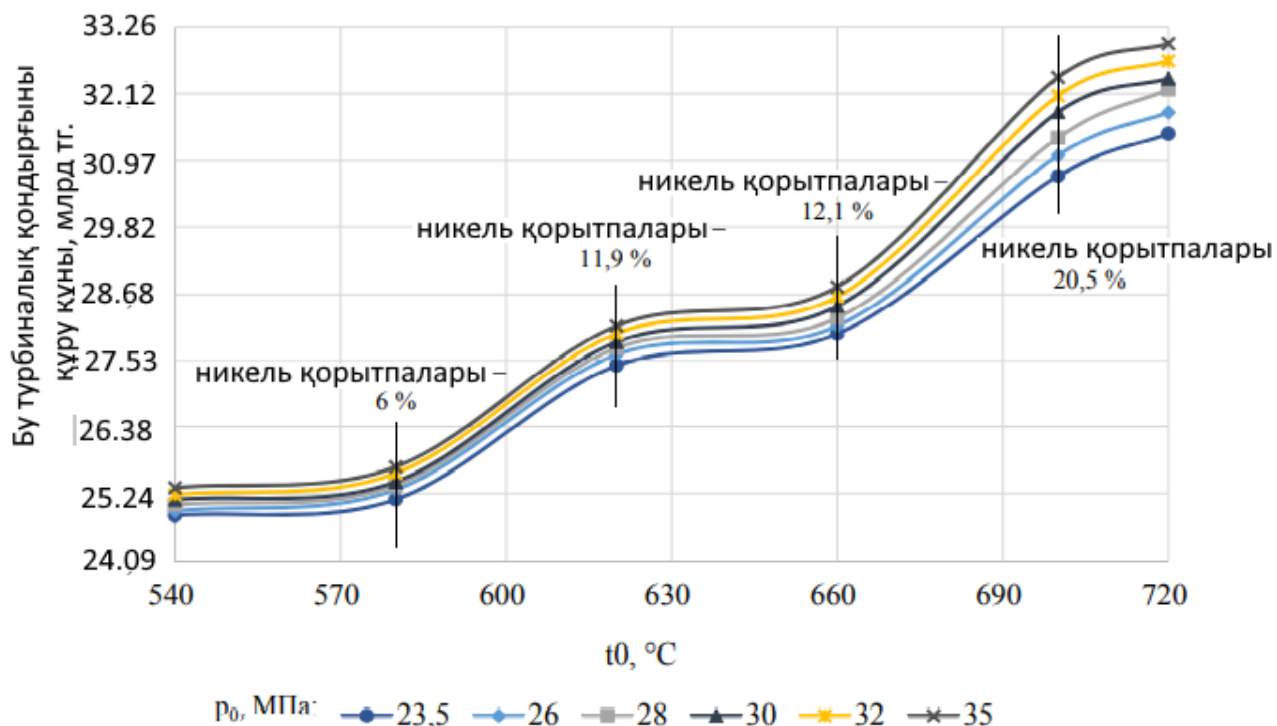
Жобаның өзгермелі айнымалылары және оны әзірлеу кезінде қабылданған негізгі шектеулер мен жорамалдар 3.1-кестеде келтірілген. Турбоқондырғылар үшін, сондай-ақ бүкіл энергетикалық кешен үшін айқындаушы айнымалылар 692,5-тен 1385 кг/с дейінгі диапазонда өзгертін жаңа G_0 буының шығыны, сондай-ақ p_0 қысымы мен жаңа t_0 буының температурасы, сәйкесінше 26-35 МПа және 580-720°C мәндер диапазонында өзгереді. G_{III} шығыны және P_{III} аралық қызып кетуінің бу қысымы бастапқы параметрлер мен жаңа бу шығынына тәуелді шамалар болып табылады және энергетикалық кешендердің жылу схемаларын модельдеу негізінде анықталды.

2.1-кесте – жаңа будың қысымы мен температурасының әртүрлі үйлесімі кезінде бу турбиналық қондырғыны құру құны

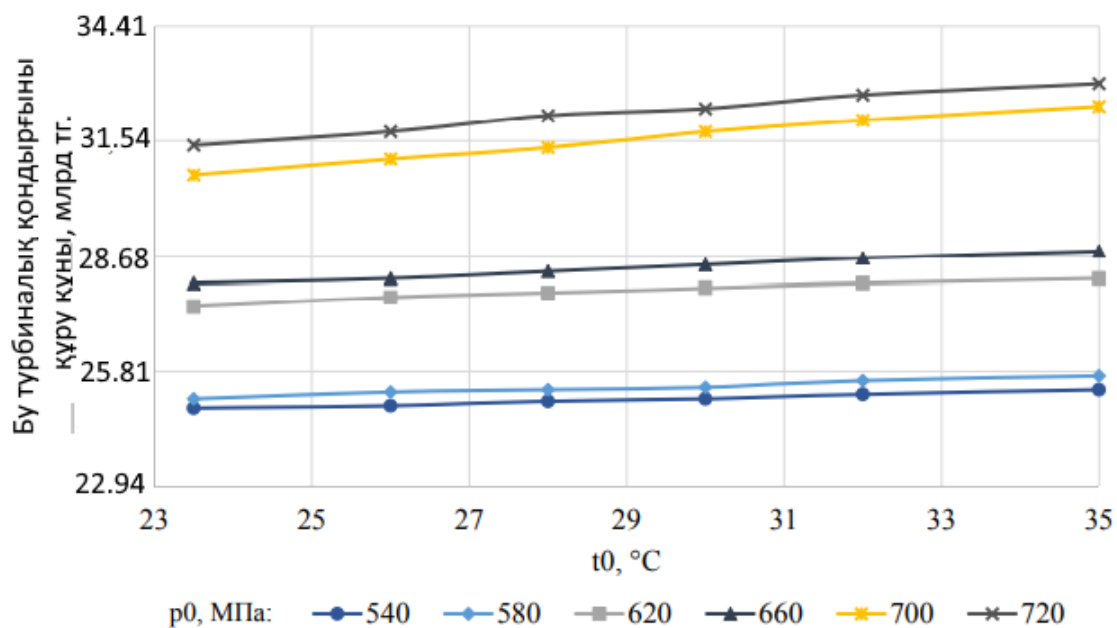
p_0 , МПа	Бу турбиналық қондырғыны құру құны, млрд тг.					
	$t_0 = 540$ °C	$t_0 = 580$ °C	$t_0 = 620$ °C	$t_0 = 660$ °C	$t_0 = 700$ °C	$t_0 = 720$ °C
23,5	24.86	25.13	27.44	27.99	30.68	31.43
26	24.93	25.37	27.63	28.13	31.03	31.8
28	25.04	25.43	27.74	28.26	31.35	32.19
30	25.12	25.5	27.84	28.47	31.8	32.37

3 және 4-суреттерде бу турбиналық қондырғының құнының өзгеру қисықтары жаңа бу температурасының қысымы мен тақырыптарына байланысты көрсетілген. Қазандық қондырғысы сияқты, жаңа бу температурасы қысымға карағанда турбинаның құнына айтарлықтай әсер етеді. 35 МПа/540° С бу параметрлерінен 35 МПа/720° С параметрлеріне көшу бу турбиналық қондырғыны құру құнының 30,3%-ға-25.35-тен 32.98 млрд теңгеге дейін өсуіне алып келеді. Бұл ретте бастапқы қысымның 23,5 – тен 35 МПа-ға дейін артуы турбинаның құнын 540°C жаңа бу температурасында 1,9%-ға және 720°C температурада 4,9%-ға арттырады, Бу қысымы қазандықпен салыстырғанда бу турбиналық қондырғының құнына аз әсер етеді, бұл массасы қысымға қатты тәуелді және бұл ретте Жоғары температуралы тур аймағында жұмыс істейтін

бөлшектер жоғары қысымды цилиндрдің ішкі және сыртқы корпустары болып табылады, олардың үлесі жоғары қысымды цилиндр жалпы массасында шамамен 25-30% Қазандықта жоғары температура жағдайында пайдаланылатын барлық элементтердің массасы қысымға сызықты емес тәуелді болады.



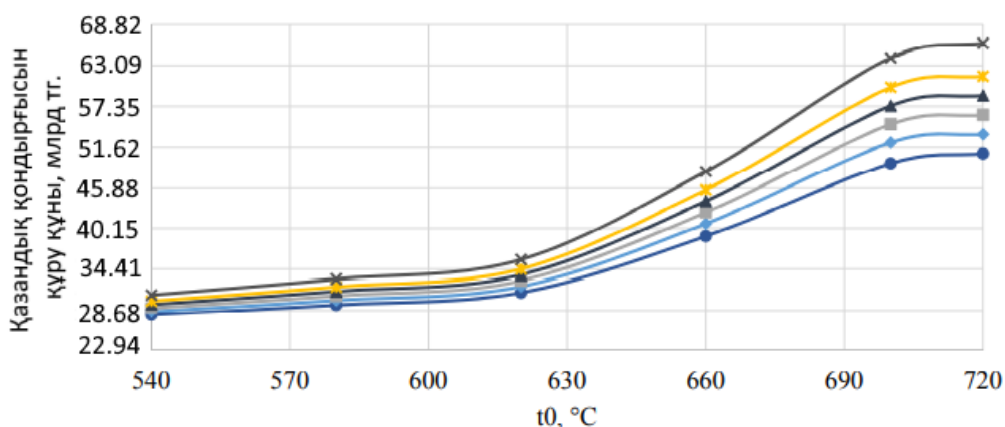
3- сурет – Жаңа бу температурасына байланысты бу турбиналық қондырғыны құру құнының өзгеруі



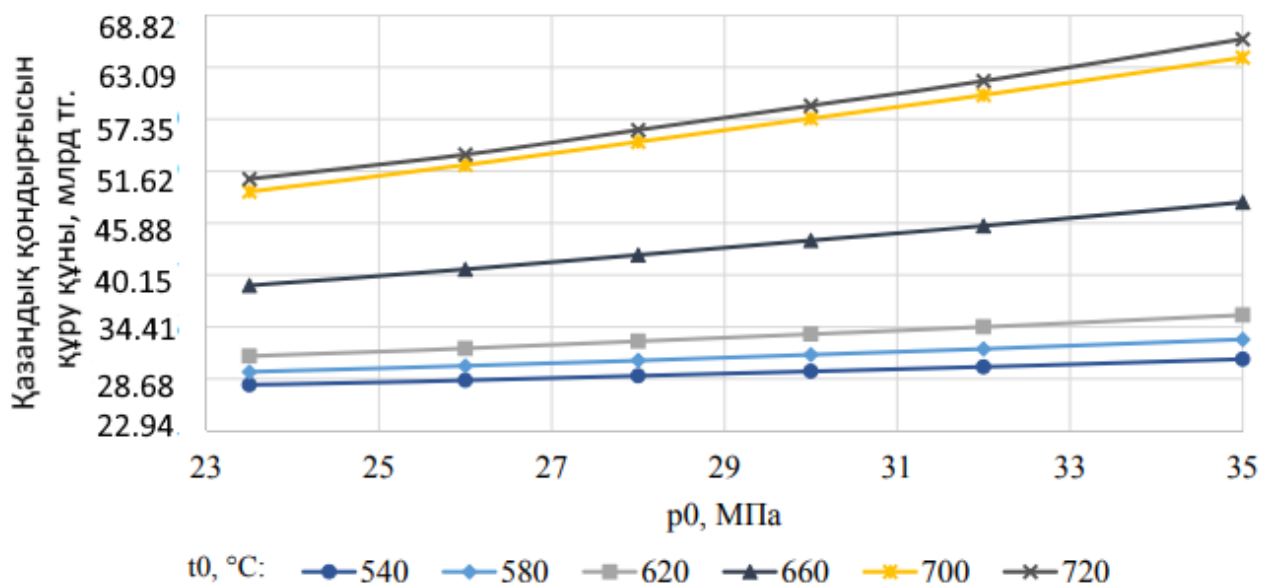
4- сурет – Жаңа будың берілуіне байланысты бу турбиналық қондырғыны құру құнының өзгеруі

Бу температурасының өсуімен (580-620 °С және 660-720 °С температура диапазонында) бу турбиналық қондырғыны құру құнының қарқынды өсуінің екі учаскесінің болуы металл шығындарының құрылымының өзгеруіне байланысты. Сонымен, турбиналардың жұмыс пышақтарын жасау үшін кеңінен қолданылатын 15X11MF болатының шекті жұмыс температурасы 560°С. Температураның 580°С-қа дейін көтерілуі шекті жұмыс температурасы 600°С болатын қымбат 12x18n9t болатты қолдануды қажет етеді. 700°С және одан жоғары температурада 100000-200000 сағат ішінде бу турби-насының жоғары жүктелген бөлшектерінің жұмыс ресурсын қамтамасыз ету қажеттілігі құрамында 73-74% никель бар қорытпаларды қолдануға әкеледі. Мұндай қорытпаның мысалы-ХН70ВМЮТ, ол химиялық құрамдағы никель-дің көп мөлшеріне байланысты айтарлықтай жоғары шығынға ие.

Қазандық қондырғысын құру құнының өзгеруінің будың бастапқы температурасы мен қысым деңгейіне тәуелділігі 5 және 6-суреттерде келтірілген. 540-тан 620°С-қа дейінгі температура диапазонында қазандық қондырғысын құру құны t_0 температурасы өзгерген кезде сызықтық түрде артады. 23,5 МПа қысым кезінде қазанды құруға жұмсалатын шығындардың өсімі 12,4%-ды, ал 35 МПа қысым кезінде - 15,8%-ды құрайды. Қазандық құнының жоғары өсу қарқынын қыздыру беттері қабырғаларының қалыңдығы мен қысымның тәуелділігінің сызықтық емес сипатымен түсіндіруге болады. Айта кету керек, бу температурасының жоғарылауы Болаттың беріктік шегінің төмендеуіне әкеледі және тәуелділіктің сызықтық емес сипаты барған сайын айқын бола бастайды, бұл қысымның әртүрлі деңгейлері үшін құн өзгерісінің қисықтарының айырмашылығынан көрінеді. Бастапқы темпе-ратураның мәні 620°С-тан асқаннан кейін қазандықты құру құнының 700°С температурасына дейін қарқынды өсуі байқалады, содан кейін құн өзгерісінің қисығының көлбеу бұрышы қайтадан аз болады. 35 МПа-ға тең жаңа бу қысымы кезінде агрегатты құру құнының 30.86-дан 66.18 млрд теңгеге дейін ұлғаюы орын алады, бұл салыстырмалы түрде 214% құрайды. Қысымның критикалық деңгейі үшін құнның өсуі 83% құрайды.

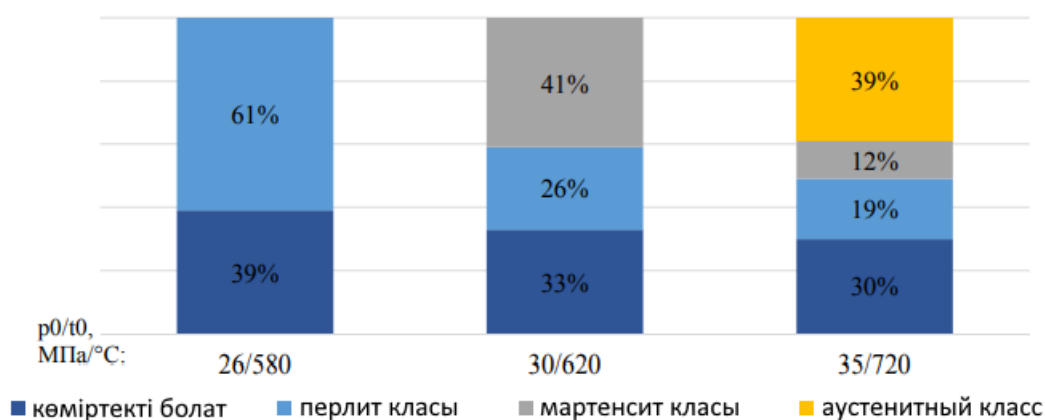


5- сурет – Жаңа бу температурасына байланысты қазандық қондырғысын құру құнының өзгеруі



6- сурет – Жаңа бу қысымына байланысты қазандық қондырғысын құру құнының өзгеруі

Қарастырылып отырған температура диапазонында қазандық қондырғысын құру құнының өзгеру қисығының көлбеу бұрышының ұлғаюы металл шығындарының құрылымының өзгеруіне және құрамында никель мөлшері жоғары қымбат аустениттік болаттар үлесінің артуына байланысты (7-сурет). Бу температурасы 620°C-қа дейін, Жоғары температуралы қыздыру беттері мартенситтік болаттардан жасалуы мүмкін. Температураның 620-дан 700-720°C-қа дейін көтерілуі металл шығындарының құрылымын өзгертеді: аустениттік болаттардың үлесі, оның ішінде құрамында никель бар никель қорытпалары 40-45%-ға дейін, 39%-ға жетеді, бұл ретте мартенситтік болаттарды пайдалану үлесі 12%-ға дейін төмендейді. Жоғары шығындармен қатар, бұл ыстыққа төзімді материалдар жоғары тығыздыққа ие: 8600 кг/м-ге қарсы 78003.



7- сурет – Суперкритикалықтан ультра суперкритикалық бу параметрлеріне өту кезінде металл шығындарының құрылымының өзгеруі

Тұрақты қысым кезінде бу температурасының көтерілуі қуат блогының құнына айтарлықтай әсер етеді. Сонымен, будың бастапқы параметрлерінің жоғарылауы: температура 540-тан 720°С-қа дейін және қысым 23,5-тен 35 МПа-ға дейін – энергоблокты құру шығындарының 20,5%-57,6-дан 69,4 миллиард теңгеге дейін өсуіне әкеледі.

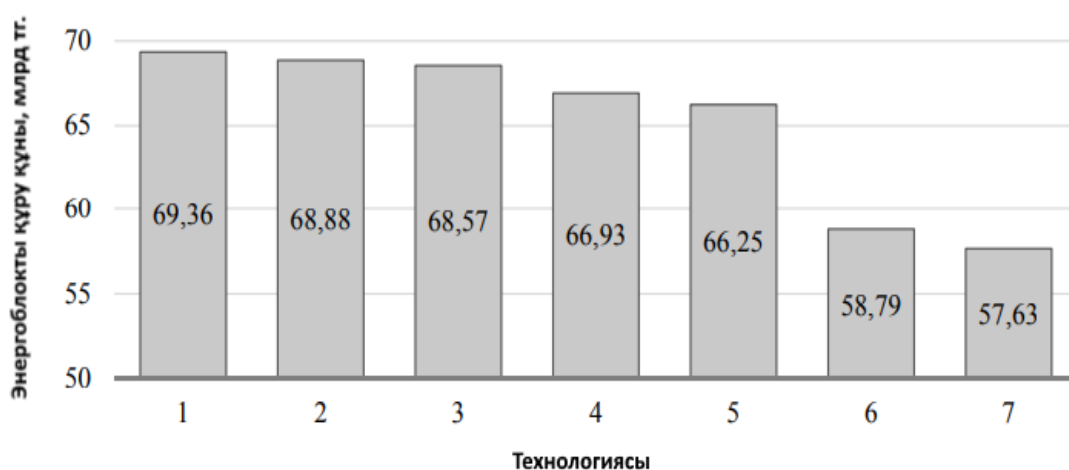
Классикалық бу турбиналы энергия блогынан будың ультрасверхкритикалық параметрлеріне баламалы тиімділік пен қуаттың гибридті энергия блогына көшу жаңа бу қысымының 35-тен 24 МПа-ға дейін төмендеуімен, қазандықтан шығудағы бу температурасының энергия блогы буының аса критикалық параметрлері деңгейіне дейін төмендеуімен, сутегі-оттегі жану камераларын орнатумен, салқындату жүйесін және төмен қысымды екі деңгейлі цилиндрді қолдану есебінен бу турбинасы құнының өзгеруімен қатар жүреді. Қарастырылған шешімдердің бір бөлігі ультрадыбыстық бу параметрлері бар классикалық энергия блоктары үшін де қолданылады, бұл сонымен қатар электр энергиясын өндірудің әдеттегі монототындық жоғары температуралық технологиясын қолдану құнын төмендетеді. 2.2-кестеде қарастырылған барлық шешімдердің шығындар әсері азайтылды және екі технологияға негізделген ЖЭС құрылысының күрделі шығындарының салыстырмалы бағасы келтірілген: монототын және гибрид. Графикалық сәйкес әсерлер 8 суретте көрсетілген.

2.2-кесте – Ұсынылған техникалық шешімдерді қолданудың құндық әсері

Технологиясы	Құны, млрд.тг.	Құнын төмендету, млрд.тг.
Дәстүрлі орындаудағы ультра сыни бу параметрлерімен көмір бу турбиналық энергоблок	397.8	-
Көлденең қазандығы бар ультра критикалық бу параметрлерінің көмірлі бу турбиналық энергоблогы	395.04	2.75
Көлденең қазандығы және төмен қысымды екі деңгейлі цилиндрі бар ультра критикалық бу параметрлері бар көмір бу турбиналық энергия блогы	393.26	1.78
Көлденең қазандығы, төмен қысымды екі деңгейлі цилиндрі және салқындатылған турбинасы бар ультра критикалық бу параметрлері бар көмір бу турбиналық энергоблок	383.86	9.41
Көлденең қазандығы бар, төмен қысымды екі деңгейлі цилиндрі бар, турбинамен салқындатылатын және жаңа дизайн әдісін қолданатын ультра критикалық параметрлері бар көмір бу турбиналық энергия блогы	379.96	3.9

2.2-кесте жалғасы

Технологиясы	Құны, млрд.тг.	Құнын төмендету, млрд.тг.
Будың сүтегімен қызып кетуімен, төмен қысымды екі қабатты цилиндрмен, турбинамен салқындатылатын және жобалаудың жаңа методикасын қолданатын гибридік энергоблок	337.17	42.78
Бу турбиналық энергоблок суперкритикалық бу параметрлерімен	330.52	-



8- сурет –Ұсынылған техникалық шешімдерді қолданудың құндық әсері

3 Екібастұз ГРЭС-2 модернизация жобасы

3.1 Макроэкономика тұрғысынан негізгі жабдық құрамының экономикалық негіздемесі.

Дипломдық жобада проект ретінде жобаланған станциядағы электр энергиясының қуаты 1000 МВт құрайды. Негізгі жабдық ретінде К-500-240 турбиналары пайдаланады. Проект модернизациясы бойынша К-200-130 турбиналарына ауыстырамыз, және техникалық-экономикалық есептеуін жүргіземіз. К-200-130 турбиналары қатты отынмен жұмыс істейтін өнімділігі сағатына 640 тонна бу шығаратын қазандық агрегаттары.

Жобалық техникалық-экономикалық есептеулердегі пайдалану шығыстары калькуляцияның ірілендірілген баптарына топтастырылады, млн.тг/жыл
Пайдалануға байланысты жыл сайынғы шығындарды анықтау:

$$U=U_T+U_{ЗП}+U_A+U_{ТР}+U_{ПР} \quad (3.1)$$

мұндағы

U_T – отынға шығын;

$U_{ЗП}$ – еңбекке ақы төлеу шығыстары;

U_A – негізгі өндірістік құралдардың амортизациясы;

$U_{ТР}$ – негізгі қорларды жөндеуге арналған шығыстар;

$U_{ПР}$ – басқа шығындар.

3.2 Отын шығындарын есептеу

Турбоагрегаттың нақты жұмыс сағаттарының саны, яғни күрделі және ағымдағы жөндеудегі бос тұрып қалу уақытын шегергендегі күнтізбелік уақыт, сағат / жыл

$$T_P = 8760 - T_{РЕМ} \quad (3.2)$$

мұндағы: $T_{РЕМ}$ – жөндеуде тұрған уақыт, сағ.

$$T_P = 8760 - 3 \cdot 438 = 7446$$

Электр энергия шығару, МВт сағ:

$$W = N_{уст} \cdot T_{уст} \quad (3.3)$$

мұндағы: $N_{уст}$ – орнатылған қуат, МВт;

$T_{уст}$ – орнатылған қуат бойынша жұмыс істеу уақыты, сағ;

$$W=1000 \cdot 6500 = 6500000$$

Электр станциясының орташа жүктемесі, МВт:

$$P_{ЭС} = W/T_P \quad (3.4)$$

мұндағы T_P - нақты жұмыс сағаттарының саны, сағ.

$$P_{ЭС} = 6500000 / 7008 = 927,511$$

Энергия блогының орташа жылдық жүктемесі, МВт:

$$P_{БЛ} = P_{ЭС} / n_{БЛ} \quad (3.5)$$

мұндағы $n_{БЛ}$ - блоктар саны.

$$P_{БЛ} = 927,511 / 5 = 185,502$$

Белгіленген режимде электр жүктемесін өндіруге станция блоктарымен отынның жылдық шығыны, т ш.о./жыл:

$$V_{уст} = (b_{хх} \cdot P_H + b_1 \cdot P_{БЛ} + (b_2 - b_1) \cdot (P_{БЛ} - P_{ЭК})) \cdot T_P \cdot n_{БЛ} \quad (3.6)$$

мұндағы $b_{хх}$ - агрегаттың бос жүрісіне шартты отынның үлестік шығысы, т ш.о./МВт сағ.;

b_2 және b_1 - тиісінше экономикалық қуат нүктесіне дейін және тиеу аймағында отын шығынының салыстырмалы өсімі, т ш.о./МВт сағ.;

$P_{ЭК}$ және P_H - экономикалық және номиналды қуаты, МВт.

$$V_{уст} = (0,0225 \cdot 200 + 0,296 \cdot 185,502 + (0,314 - 0,296) \cdot (185,502 - 187)) \cdot 7446 \cdot 5 = 2210778$$

Белгіленбеген режимде отын шығыны, т ш.о / жыл:

$$V_{НЕУСТ} = V_{П6-10} \cdot n_{П6-10} \cdot n_{БЛ} + V_{ПХС} \cdot n_{ПХС} \cdot n_{БЛ} \quad (3.7)$$

мұндағы $V_{П6-10ч}$ және $V_{ПХС}$ – тиісінше 6-10 сағатқа тоқтаған кезде және суық күйден іске қосу шығындары, т ш. о.;

$n_{П6-10ч}$ және $n_{ПХС}$ – іске қосу және тоқтату саны тиісінше 6-10 сағатқа суық күйден.

$$V_{НЕУСТ} = 20 \cdot 10 \cdot 5 + 60 \cdot 2 \cdot 5 = 1600$$

Станцияның отын шығыны, т ш.о./жыл:

$$B = B_{уст} + B_{неуст} \quad (3.8)$$

$$B = 2210778 + 1600 = 2212378$$

Отын шығындары, млн. тг./жыл:

$$U_T = Ц \cdot B \cdot 10^{-6} \quad (3.9)$$

мұндағы Ц-отын бағасы, тг. /т ш.о.

$$U_T = 3270 \cdot 2212378 \cdot 10^{-6} = 7234,4$$

3.3 Еңбекке ақы төлеу шығыстары

Станциядағы жалақыны шамамен есептеу үшін осындай формуланы қолдануға болады, миллион тг/жыл:

$$U = N \cdot n \cdot \Phi_{зп} \cdot 10^{-6} \quad (3.10)$$

мұндағы n – штаттық коэффициент;

$\Phi_{зп}$ – бір қызметкердің бір жылдағы орташа жалақысы;

$$U_{зп} = 1000 \cdot 0,55 \cdot 1584000 \cdot 10^{-6} = 871,2$$

3.4 Амортизациялық аударымдар

Амортизациялық аударымдардың мөлшері, млн. тг./ жыл;

$$U_A = K \cdot H_A \quad (3.11)$$

мұндағы H_A – жалпы станция амортизациясының орташа нормасы;

K - станцияға күрделі салымдар, млн. тг./жыл:

$$K = (K' + K_{БЛ} \cdot (n_{БЛ} - 1)) \cdot d_i \cdot k_{уд} \quad (3.12)$$

мұндағы K' және $K_{БЛ}$ – бұл бір блогын және одан кейінгі әр блокты орнатуға байланысты күрделі инвестициялар, миллион тенге.;

d_i – орналастыру ауданын ескеретін коэффициент;

$k_{уд}$ – бір жылғы бағаның өсу коэффициенті.

$$K = (252,96 + 111,96(5 - 1)) \cdot 1,13 \cdot 105 = 83149,92$$

$$U_A = 0,073 \cdot 83149,92 = 6069,9$$

3.5 Жөндеу қызметі бойынша шығыстар

Жөндеу шығындары, млн. тг./жыл:

$$U_{\text{ТР}} = K \cdot H_{\text{ТР}} \quad (3.13)$$

мұндағы $H_{\text{ТР}}$ – станцияға күрделі салымдардан жөндеу қызметіне аударымдардың нормасы.

$$U_{\text{ТР}} = 83149,92 \cdot 0,068 = 5654,19$$

3.6 Басқа да шығыстар

Басқа шығындарға мыналар жатады:

- жалпы цехтық және жалпы станциялық шығындар;
- еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы бойынша шығыстар;
- салықтар мен алымдар;
- жер үшін төлем
- және т.б

Олардың мәні бірыңғай әлеуметтік салықты ескере отырып, амортизацияға, жөндеуге және жалақыға жұмсалатын жалпы шығындардың 20-30% – ын алады, млн. тг./жыл:

$$U_{\text{ПР}} = 0,2 \cdot (U_{\text{АМ}} + U_{\text{ТР}} + U_{\text{ЗП}}) + \text{СОЦ} \quad (3.14)$$

мұндағы СОЦ - еңбекақы төлеуге арналған шығыстардан 26% бюджеттен тыс қорларға әлеуметтік аударымдар;

$$U_{\text{ПР}} = 0,2 \cdot (6069,9 + 5654,19 + 871,2) + 0,26 \cdot 871,2 = 2745,57$$

Пайдалану шығындары, млн. тг/жыл құрайды:

$$U_{\text{Э}} = 7234,4 + 871,2 + 6069,9 + 5654,19 + 2745,57 = 21704,27$$

Есептеулердің дұрыстығын бағалау үшін отын компонентінің үлес салмағын анықтаймыз:

$$\begin{aligned} T_{\text{опл}} &= U_{\text{Т}} / U_{\text{Э}} \\ T_{\text{опл}} &= 7234,4 / 21704,27 \cdot 100 = 33\% \end{aligned} \quad (3.15)$$

Осылайша, өзіндік құнның отын құраушысы толық өндірістік өзіндік құнның шамамен 35%-ын алады, бұл өндіріс шығындарын есептеу нәтижелерінің қолайлылығы туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

3.7 Электр энергиясы бірлігінің өзіндік құнын есептеу

Станцияның шиналарынан энергияны жылдық жіберу, МВт / сағ:

$$W_{\text{отп}} = W \cdot (1 - a_{\text{сн}}) \quad (3.16)$$

мұндағы $a_{\text{сн}}$ – станцияның өз қажеттіліктеріне жұмсалатын электр энергиясының коэффициенті.

$$W_{\text{отп}} = 6500000 \cdot (1 - 0,062) = 6097000$$

Жіберілген энергияның өзіндік құны, тг. / кВт сағ:

$$\begin{aligned} U_{\text{отп}}^{\text{э}} &= U_{\text{э}} / W_{\text{отп}} \\ U_{\text{отп}}^{\text{э}} &= 21704,27 / 6097 = 3,55 \end{aligned} \quad (3.17)$$

Өндірілген энергияның өзіндік құны, тг. / кВт сағ:

$$\begin{aligned} U_{\text{выр}}^{\text{э}} &= U_{\text{э}} / W \\ U_{\text{выр}}^{\text{э}} &= 21704,27 / 6500 = 3,33 \end{aligned} \quad (3.18)$$

Өндірілген кВт сағ, шартты отынның үлестік шығыны кг ш.о./кВт сағ:

$$\begin{aligned} B_{\text{выр}} &= B / W \\ B_{\text{выр}} &= 2212378 / 6500000 = 0,34 \end{aligned} \quad (3.19)$$

Жіберілген кВт сағ-қа шартты отынның үлестік шығыны, кг ш. о. / кВт сағ:

$$\begin{aligned} B_{\text{отп}} &= B / W_{\text{отп}} \\ B_{\text{отп}} &= 2212378 / 6097000 = 0,362 \end{aligned} \quad (3.20)$$

3.8 К-500-240 есептеу

Есептеудің екінші нұсқасында станцияның белгіленген қуаты өзгеріссіз қалады, негізгі жабдықтың құрамы: өнімділігі 1600 т/сағ қазандық агрегаттары бар 2 блок К-500-240.

Есептеудің екінші нұсқасын 3.1-кестеге келтіреміз, өйткені есептеу әдісі жоғарыда сипатталған әдісті қайталайды.

3.1-кесте – К-500-240 Есептеу

	Көрсеткіштің мәні
Турбоагрегаттың нақты жұмыс сағаттарының, сағат / жыл	$T_P = 8760 - 1052 = 7708$
Электр энергия шығару, МВт сағ	$W = 1000 \cdot 6500 = 6500000$
Электр станциясының орташа жүктемесі, МВт	$P_{ЭС} = 6500000 / 7708 = 843,28$
Энергия блогының орташа жылдық жүктемесі, МВт	$P_{БЛ} = 843,28 / 2 = 421,64$
Белгіленген режимде отынның жылдық шығыны, т ш.о./жыл	$B_{УСТ} = (0,0296 \cdot 500 + 0,282 \cdot 421,64 + (0,298 - 0,282) \cdot (421,64 - 410)) \cdot 8191 \cdot 2 = 2193365$
Белгіленбеген режимде отын шығыны, т ш.о / жыл	$B_{НЕУСТ} = 140 \cdot 10 \cdot 2 + 250 \cdot 2 \cdot 2 = 1600$
Станцияның отын шығыны, т ш.о./жыл	$B = 2193365 + 3800 = 2197165$
Отын шығындары, млн. тг./жыл	$U_T = 3270 \cdot 2197165 \cdot 10^{-6} = 7184,72$
Еңбекке ақы төлеу шығыстары миллион тг/жыл	$U_{ЗП} = 1000 \cdot 0,55 \cdot 1584000 \cdot 10^{-6} = 871,2$
Амортизациялық аударымдардың мөлшері, млн. тг./ жыл	$K = (551,1 + 311,58 \cdot (2-1)) \cdot 1,13 \cdot 105 = 102356,982$ $U_A = 0,073 \cdot 102356,982 = 7472,05$
Жөндеу шығындары, млн. тг./жыл	$U_{ТР} = 102356,982 \cdot 0,068 = 6960,2$
Басқа да шығыстар млн. тг./жыл	$U_{ПР} = 0,2 \cdot (7472,05 + 6960,2 + 871,2) + 0,26 \cdot 871,2 = 3287,192$
Пайдалану шығындары, млн. тг/жыл	$U_{Э} = 7184,72 + 871,2 + 7472,05 + 6960,2 + 3287,192 = 25775,362$
Станцияның шиналарынан энергияны жылдық жіберу, МВт / сағ	$W_{ОТП} = 6500000 \cdot (1 - 0,045) = 6207500$
Жіберілген энергияның өзіндік құны, тг. / кВт сағ	$U_{ОТП}^э = 25775,362 / 6207,5 = 4,15$

3.1-кестенің жалғасы

Өндірілген энергияның өзіндік құны, тг. / кВт сағ	$U_{\text{выр}}^{\text{э}} = 25775,362 / 6500 = 3,96$
Өндірілген кВт сағ, шартты отынның үлестік шығыны кг ш.о./кВт сағ	$V_{\text{выр}} = 2197165 / 6500000 = 0,33$
Жіберілген кВт сағ-қа шартты отынның үлестік шығыны, кг ш.о. / кВт сағ	$V_{\text{отп}} = 2197165 / 6207500 = 0,35$

Екі нұсқаның есептеу нәтижелерін 3.2-кестеге келтіп салыстырамыз

3.1-кесте – Нәтижелерді салыстыру

Көрсеткіш атауы	Көрсеткіштің мәні	
	1 нұсқа	2 нұсқа
Белгіленген қуаты, МВт	1000	1000
Негізгі жабдықтың құрамы	$5 \times K - 200$	$2 \times K - 500$
Орнатылған қуаты пайдаланылған уақыт, сағ. / жыл	6500	6500
Станцияның электр энергияны шығаруы, МВт сағ	6097000	6207500
Өндірілген кВт сағ, шартты отынның үлестік шығыны кг ш.о./кВт сағ	0,34	0,33
Жіберілген кВт сағ-қа шартты отынның үлестік шығыны, кг ш.о. / кВт сағ	0,362	0,35
Энергияның өзіндік құны, тг. / кВт сағ		
а) өндірілген	3,33	3,96
б) жіберілген	3,55	4,15
Штаттық коэффициент адам / МВт	0,55	0,4
Өзіндік капиталдық салымдар млн. тг / жыл	83149,92	102356,982

Осылайша, жобаның өзіндік құны бойынша бірінші нұсқа негізгі жабдықтың құрамымен К-200-130 бес блокқа артықшылық беріледі.

Станция үшін микро деңгейдегі экономикалық әсер, млн. тг./жыл:

$$\Delta_{Х.Р} = (U_{СОП}^{\Delta} - U_{РЭК}^{\Delta}) \cdot W_{РЭК} \quad (3.21)$$

мұндағы: $U_{СОП}^{\Delta}$ -салыстырылатын нұсқа бойынша жіберілген электр энергиясы бірлігінің өзіндік құны, тг / кВт сағ.; $U_{РЭК}^{\Delta}$ -негізгі жабдық құрамының ұсынылатын нұсқасы бойынша жіберілген электр энергиясы бірлігінің өзіндік құны, тг. / кВт сағ .

$W_{РЭК}$ -ұсынылатын нұсқа бойынша электр энергиясын жылдық босату, МВт сағ.

$$\Delta_{Х.Р} = (3,55 - 3,4) \cdot 6097 = 914,55$$

3.9 Энергетика объектісіне инвестициялардың тиімділік көрсеткіштерін есептеу

Жобаның экономикалық негіздемесінің көрсеткіштері келесідей есептеледі:

Өтелу мерзімі-бұл бастапқы шығындар жиынтық нәтижелермен өтелетін кезең (айлармен, тоқсандармен немесе жылдармен өлшенеді). Басқаша айтқанда, бұл күрделі шығындардың жалпы көлемі амортизациялық аударымдар мен кәсіпорын пайдасының өсуінен үлкен болып қалатын уақыт аралығы. Жобаны іске асыру бойынша кірістер мен шығыстар арасындағы арақатынас таза дисконтталған табыстың (ТДТ) көрсеткішімен айқындалады. Егер ТДК нөлден үлкен болса, онда жоба бойынша барлық шығындар кірістермен өтеледі, яғни бұл инвестициялық жобаны практикалық іске асыруға ұсынуға болады.

Таза дисконтталған табыс, миллион тенге.:

$$ТДТ = \left([(T - U_{ОТП}^{\Delta}) + W_{ОТП} + U_A] / \frac{1}{(1+0,1)^n} \right) - K \quad (1.22)$$

мұндағы: К-станция құрылысының құны, миллион тг.; $U_{ОТП}^{\Delta}$ – босатылған энергияның өзіндік құны, тг./кВт сағ.; $W_{ОТП}$ – станцияның шиналарынан энергияның жылдық шығысы, МВт; N – ағымдағы жыл;

T – жоспарланған рентабельділікті ескере отырып, жіберілген кВт сағ-қа арналған тариф, тг. / кВт сағ.

$$\begin{aligned} T &= 1,15 \cdot U_{ОТП}^{\Delta} \\ T &= 1,15 \cdot 3,55 = 4,08 \\ Д_{\Delta/\Delta} &= (T_{\Delta/\Delta} - U_{ОТП}^{\Delta}) \cdot W_{ОТП} \end{aligned} \quad (1.23)$$

$$Д_{э/э} = (4,08 - 3,55) \cdot 6097,000 = 3231,41$$

К-200-130 бес блогы бар станцияның өтелу мерзімін есептеуін 3.3 кестеге келтіреміз.

3.3-кесте – Жоспарлы рентабельділік деңгейімен күрделі салымдардың өтелу мерзімі.

Көрсеткіштер	Есептік кезең											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1) Ақша ағыны инвестициялық қызмет кап. салым (К)	- 83149,92											
2) Ақша ағыны, негізгі қызмет - амортизациялық аударымдар - табыс эл / энергия өндірісі		9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31
		6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9	6069,9
		3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41	3231,41
3) Таза ақша ағыны	-83149,92	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31	9301,31
4) Дисконттау Коэффициенті $\frac{1}{(1+0,1)^n}$	1	0,9	0,82	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,46	0,42	0,38	
5) Таза дисконтталған табыс	- 83149,92	8371,179	7627,074	6975,982	6324,890	5766,812	5208,733	4743,668	4278,602	3906,550	3534,497	
6) Өспелі ТДТ қорытындысы	- 83149,92	- 74778,778	- 67151,704	- 60175,722	- 53850,832	- 48084,02	- 42875,287	- 38131,619	- 33853,019	- 29946,514	- 26412,017	

Өтелу мерзімі 10 жыл мерзімнен асып кететіндіктен, біз электр энергиясын өндіру рентабельділігінің жоғарылауымен есептеуді жүргіземіз. Рентабельдікті жоғарлату үшін тарифті 35% қымбататамыз.

3.4-кесте – Электр энергиясын өндіру рентабельділігінің жоғары деңгейімен күрделі салымдардың өтелу мерзімі.

Көрсеткіштер	Есептік кезең, жыл											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1) Ақша ағыны инвестициялық қызмет – кап. салым (К)	- 83149,92											
2) Ақша ағыны, негізгі қызмет - амортизациялық аударымдар - табыс эл / энергия өндірісі		13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645,42 6069,9 7575,52	13645, 42 6069,9 7575,5 2	13645,42 6069,9 7575,52	
3) Таза ақша ағыны	- 83149,92	13645,42	13645,42	13645,42	13645,42	13645,42	13645,42	13645,42	13645,42	13645, 42	13645,42	
4) Дисконттау Коэффициенті $\frac{1}{(1+0,1)^n}$	1	0,9	0,82	0,75	0,68	0,62	0,56	0,51	0,46	0,42	0,38	
5) Таза дисконтталған табыс	- 83149,92	12280,878	11189,244	10234,065	9278,885	8460,160	7641,435	6959,164	6276,893	5731,0 76	5185,25	
6) Өспелі ТДТ қорытындысы	- 83149,92	- 70869,042	- 59679,798	- 49445,733	- 40166,848	- 31706,668	- 24065,253	- 17106,089	- - 10829,196	- 5098,1 2	+ 87,13	

К-200-130 бес блогы бар 1000 МВт ГРЭС жобасына күрделі салымдар рентабельділік деңгейі жоспарланғаннан жоғары қабылданған жағдайда пайдаланудың оныншы жылында өтеледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобаның жобалық бөлімінде келесі әрекеттер жасалды:

Дипломдық жобада қуаттылығы 1000 МВт ГРЭС жобаланды және оған турбина таңдалды. Экономикалық бөлімде негізгі жабдықтың құрамын таңдау жүргізілді, оған сәйкес ұсынылған жабдық құрамы К-200-130 маркалы бес турбоагрегат болып табылады, мұнда негізгі таңдау критерийлері келтірілген шығындар, сондай-ақ баламалы нұсқамен салыстырғанда аз болған жобаның ең аз капитал сыйымдылығы болды.

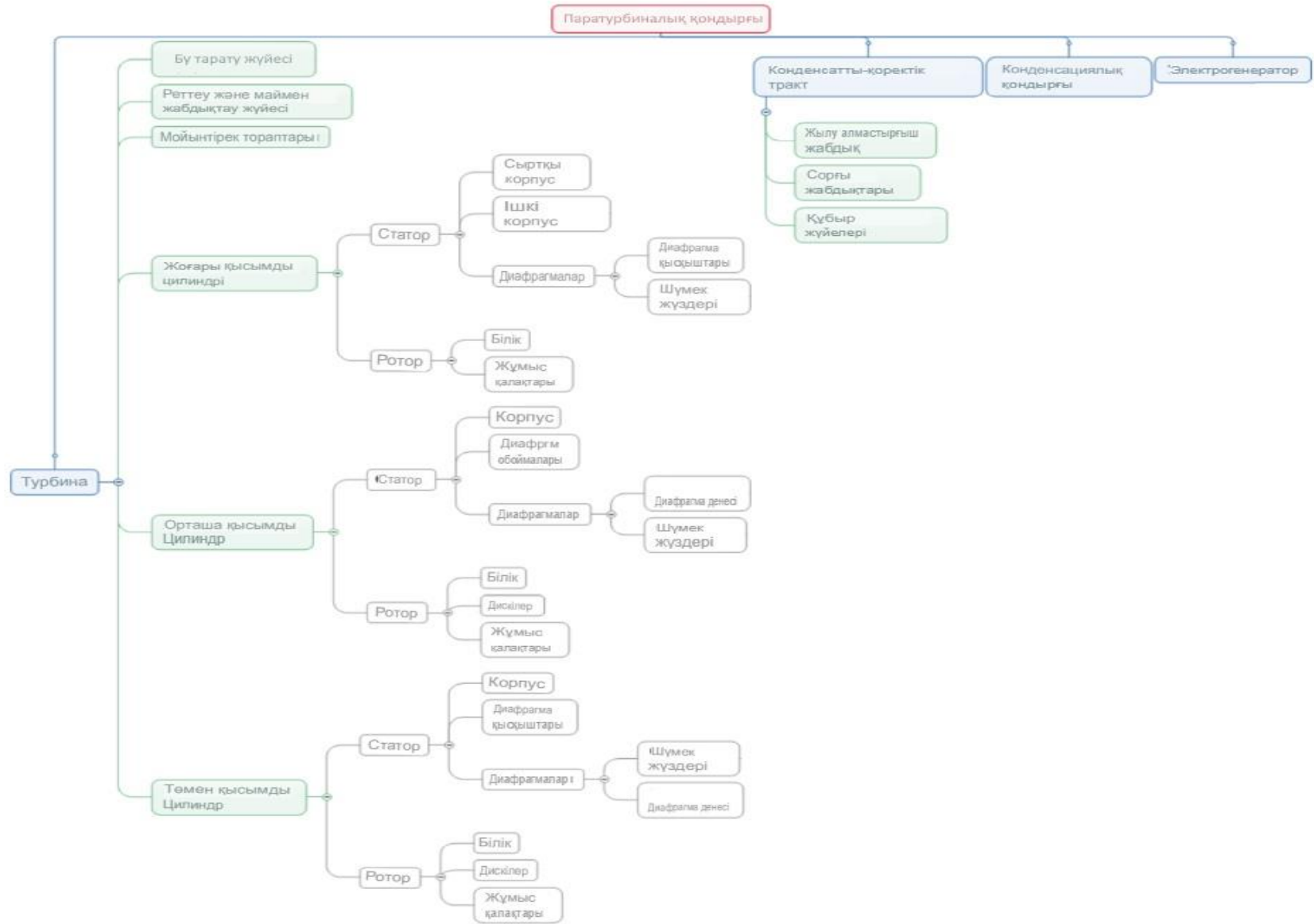
Тиімділіктің ең жоғары көрсеткіштерін сақтай отырып, және пайдаланылатын құрылымдық материалдардың металл шығындарының құрылымын өзгертуді және нәтижесінде жоғары температуралы энергетикалық кешендердің құнын төмендетуді қамтамасыз ететін параметрлерді, жылу схемаларының құрылымын, негізгі жабдық элементтерін таңдау бойынша ғылыми негізделген техникалық шешімдердің жиынтығы жасалды.

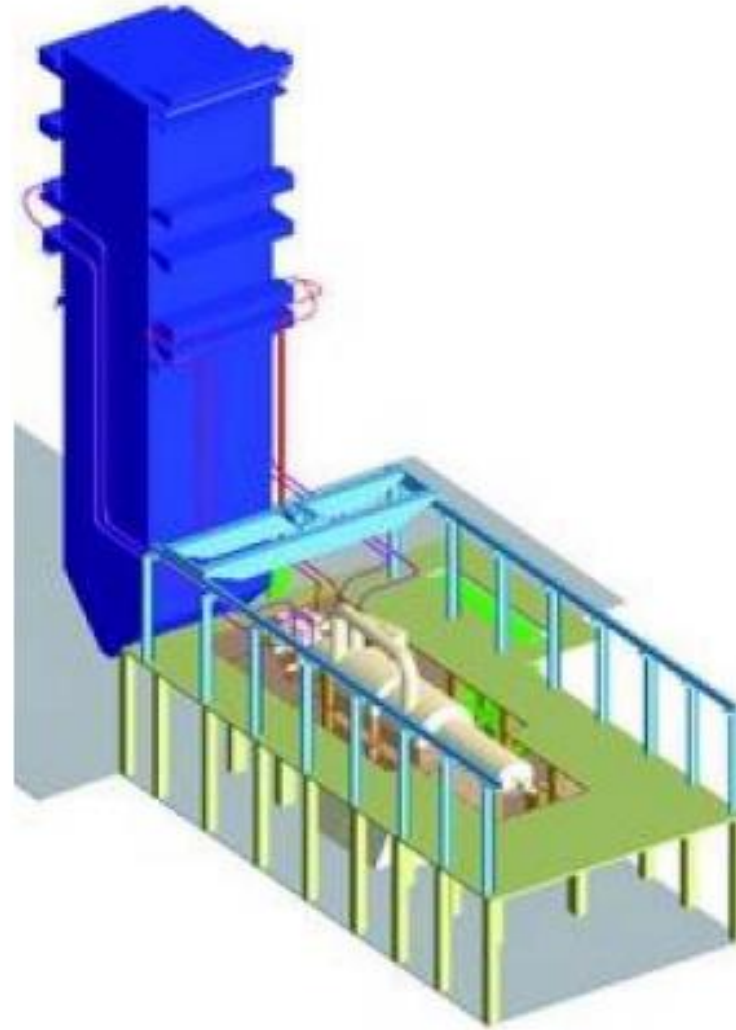
Станцияны одан әрі дамыту үшін барлық алғышарттар бар, өйткені құрылыс кезінде бірқатар прогрессивті техникалық және шаруашылық шешімдер қарастырылған: электр станциясы отын өндіру орнына барынша жақындатылған, бұл станцияны кеңейту бойынша басты дәлелдердің бірі болып табылады, салқындатқыш тоған мен күл үйіндісі пайдаланылмайтын кепкен көлдердің табиғи қазаншұңқырларында орналасқан.

Мақсат техникалық-экономикалық көрсеткіштері жоғары бу турбиналық технология негізінде жаңа турбинаның перспективалы жоғары температуралы энергетикалық кешендерін құруды қамтамасыз ететін ғылыми негізделген техникалық-экономикалық шешім болып табылады.

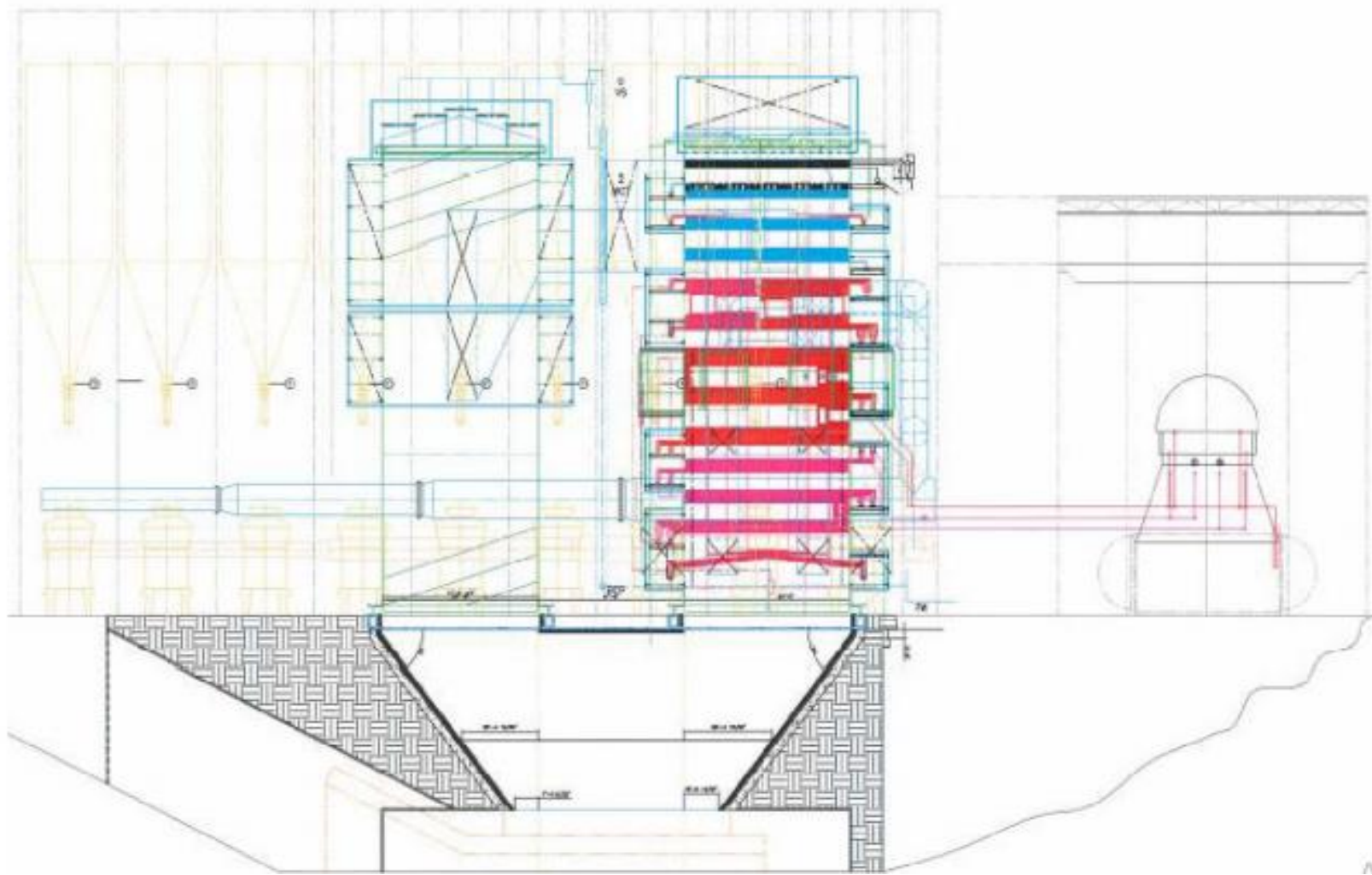
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Шварц, А.Л. 35 МПа, 700/720 ° С / А.Л параметрлері бар 800 МВт қуат блогының ұнтақталған қазандығының техникалық шешімдерін әзірлеу. Шварц, Э.Х. Вербовецкий, Е.В. Сомова, А.В. Смолин // Жылуэнергетика. - 2015. - No 12. - С. 56-60.
- 2 Прохоров, В.Б. 1000 МВт қуат блогы үшін инверторлы пеште кезенді көмір жағудың схемаларын құру / В.Б. Прохоров, С.Л. Чернов, В.С. Киричков // Жылуэнергетика. - 2017. - No 9. - С. 58-63.
- 3 Электр энергиясы туралы ақпарат 2017 жылғы шығарылым. - Париж: Халықаралық энергетикалық агенттік, 2017 ж. - 71 б.
- 4 Лисин, Е. Ресейлік энергетикалық өнеркәсіптің орнықты модернизациясы / Е. Лисин, А. Рогалев, В. Стрелковски, И. Комаров // Тұрақтылық. - 2015. - № 7. - бб. 11378-11400.
- 5 Уигли, Т.М.Л. Атмосферадағы СО2 концентрациясын тұрақтандырудағы экономикалық және экологиялық таңдау / Т.М.Л. Уигли, Р.Ричелс, Дж.А. Эдмондс // Табиғат. - 2018. - No379. - бб. 240- 243.
- 6 Цанев, С.В. Жылу электр станцияларының газ турбиналық және аралас циклды қондырғылары: университеттерге арналған оқулық / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; ред. С.В. Цанева. - М.: МЕИ баспасы, 2012 ж. - 584 б.
- 7 Трухный, А.Д. Электр станцияларының аралас газ қондырғылары: оқу құралы / А.Д. Шірік. - М.: МЕИ баспасы, 2013 ж. - 648 б.
- 8 Іргелі техникалық шешімдерді әзірлеу және қуаты 500-800 МВт көмір-газ гибриді қондырғысының жылу схемасының негізгі параметрлерін таңдау. Көмір-газ энергоблогы үшін жану камерасының пилоттық моделін жобалау және эксперименттік зерттеулер: Зерттеулер туралы есеп (аралық) / АҚ НПО ЦКТИ; колдар. Верт кин М.А. - SPb., 2013. – 72 б.
- 9 Электр энергиясын өндіру технологиялары бойынша шығындар мен өнімділік туралы мәліметтер. - Алтын: Ұлттық жаңару энергетикалық зертханасы, 2012 ж. - 105 б.
- 10 Суста, М.Р. Энергияны өндіруге арналған озық таза көмір технологиясы көмірді жандандыруға мүмкіндік береді / М.Р. Суста // Коулген. - 2007. - бет. 1-22.
- 11 Yeh, S. Технологиялық өзгертулердің ғасырлық тарихы және ұнтақталған көмірмен жұмыс істейтін қазандықтар үшін қисықтарды үйрену тарихы / S. Yeh, E.S. Рубин // Энергетика. - 2007. - No 32 (10). - бет. 1996-2005 жж.
- 12 Левина, Э. Көмір нарығы және көмірмен жұмыс істейтін электр қуатын өндіру: жаһандық перспективалар / Э. Левина // «Электр және жылу энергиясын тиімді және экологиялық таза өндіру үшін қатты отынды пайдалану» 2-ші Халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары. - М.: «ВТИ» АҚ, 2014. - С. 17-30.

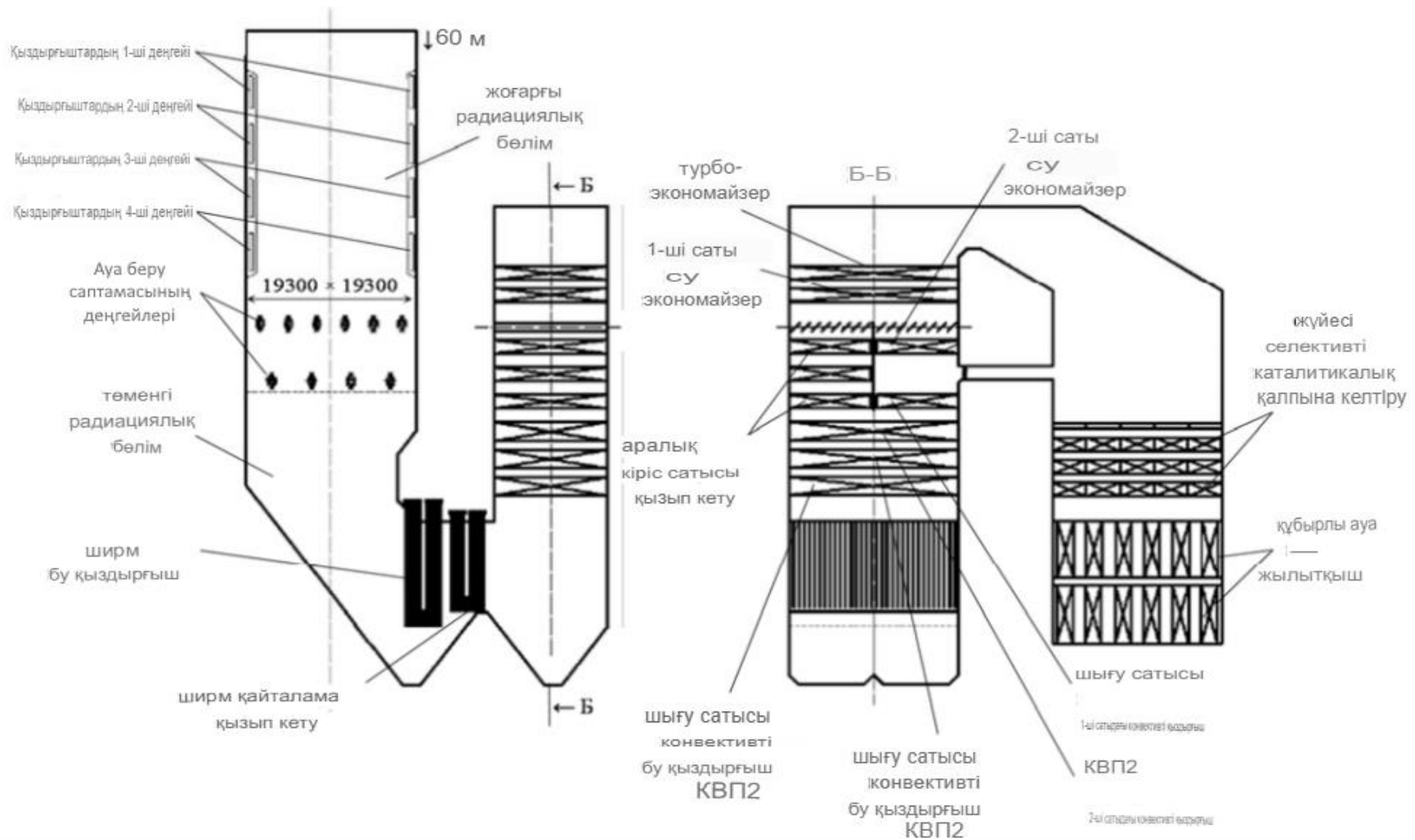




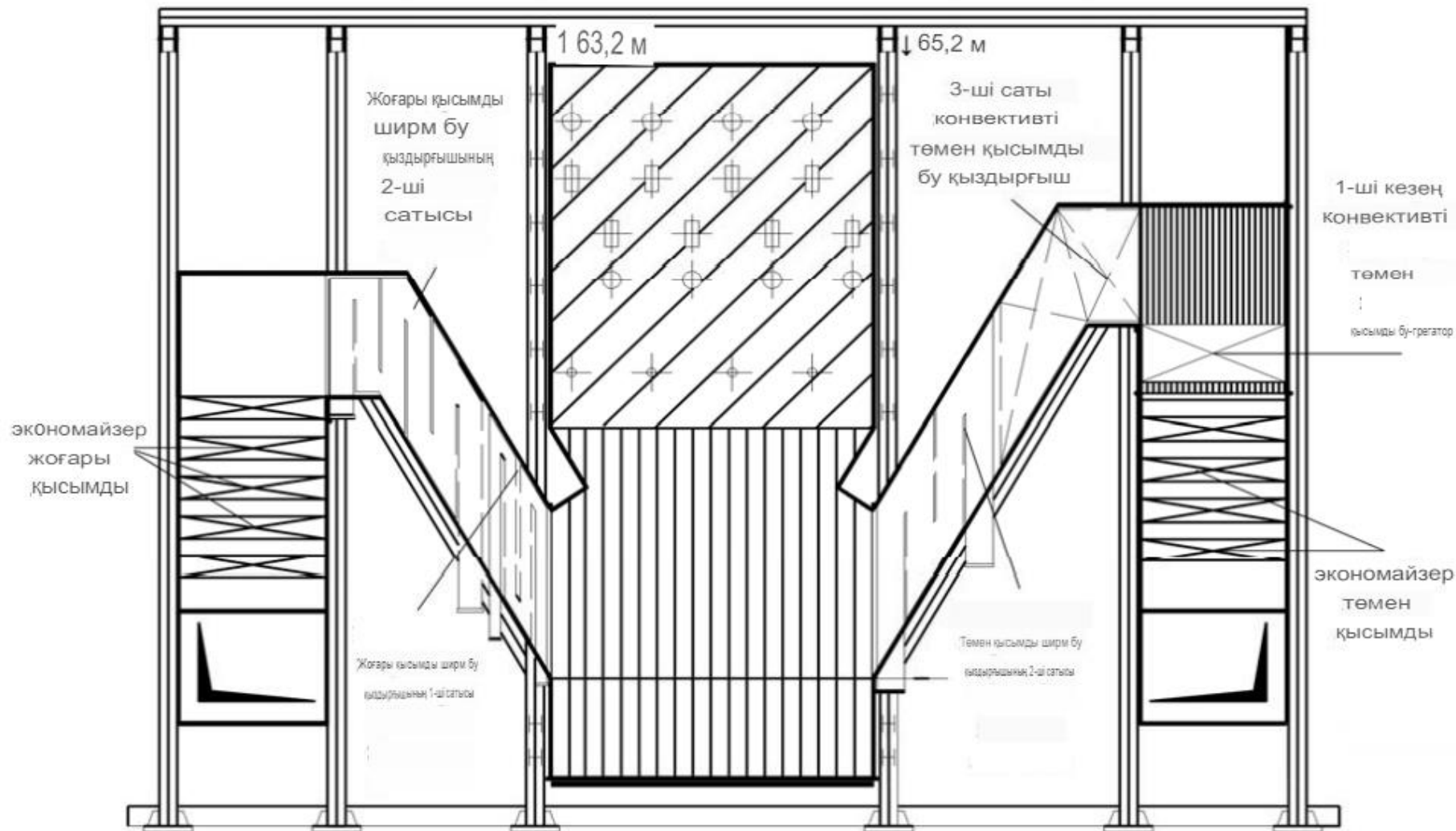
Мұнара қазандығы бар энергия блогының классикалық орналасуының мысалы



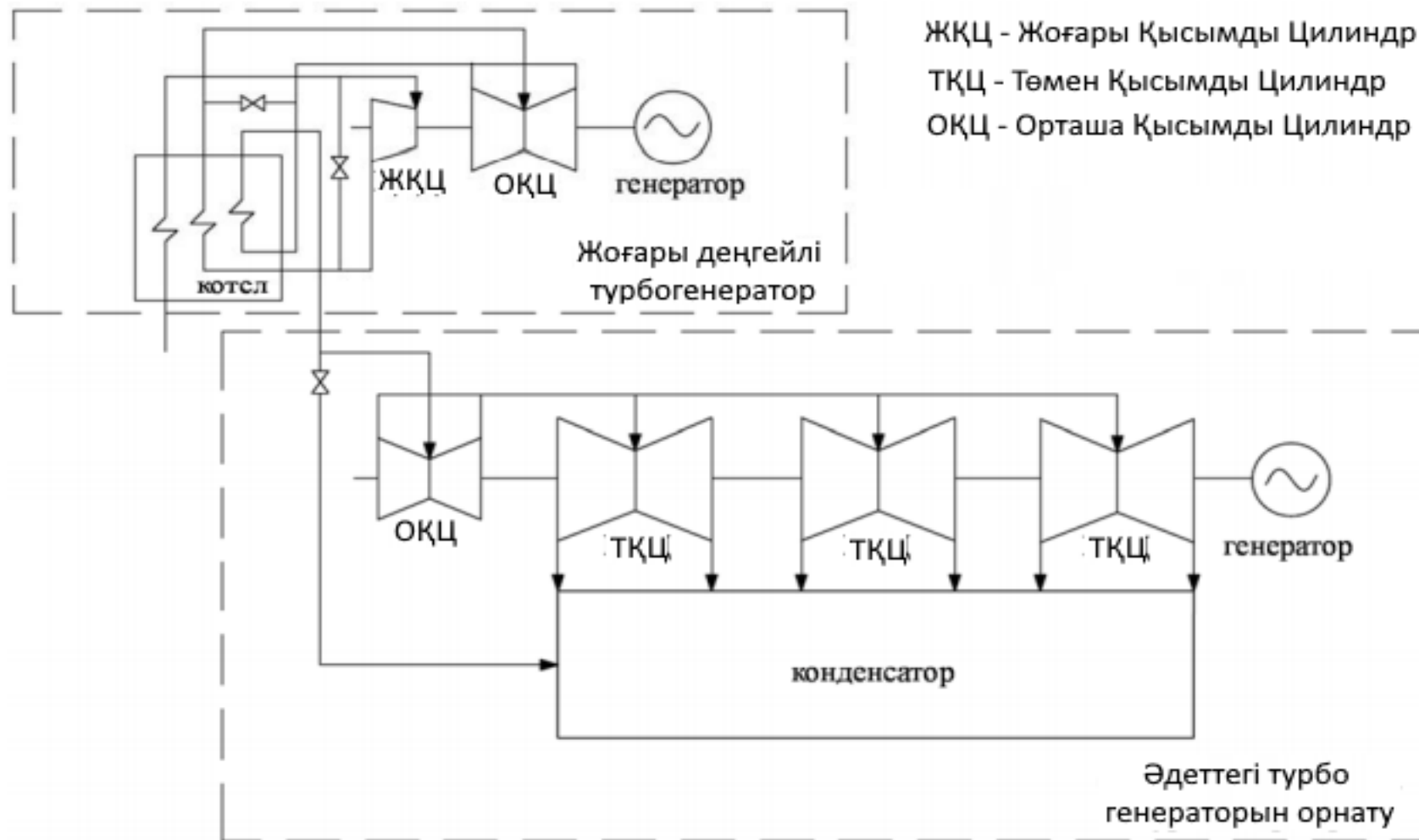
Вабсоk & Wилсоx төңкерілген мұнара қазандығының жобасы



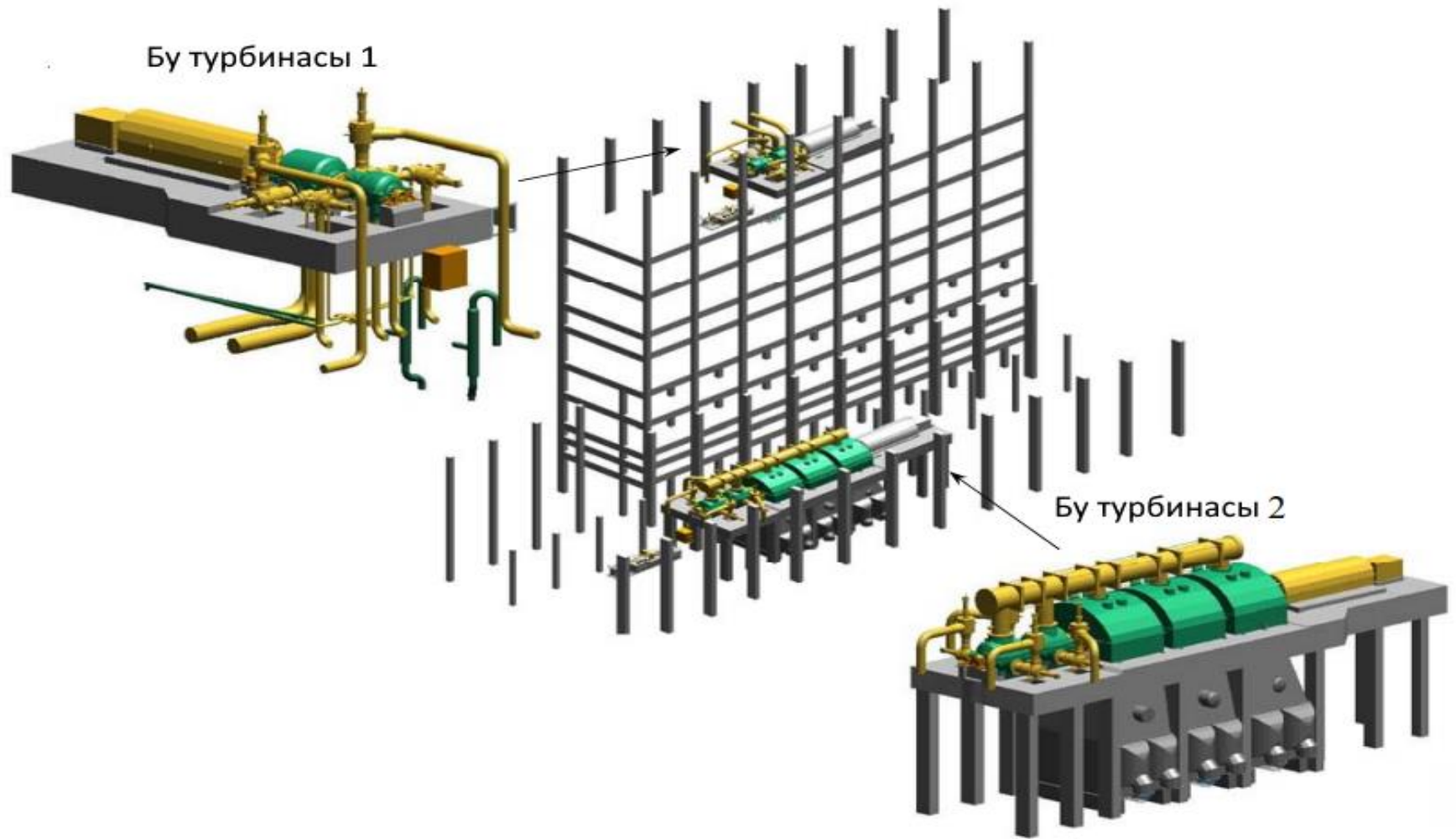
Ультрадыбыстық Жоғары критикалық бу параметрлері үшін U - тәрізді көмір қазандығы



Ультра жоғары критикалық бу параметрлері үшін М-тәрізді қазандық бөлімі

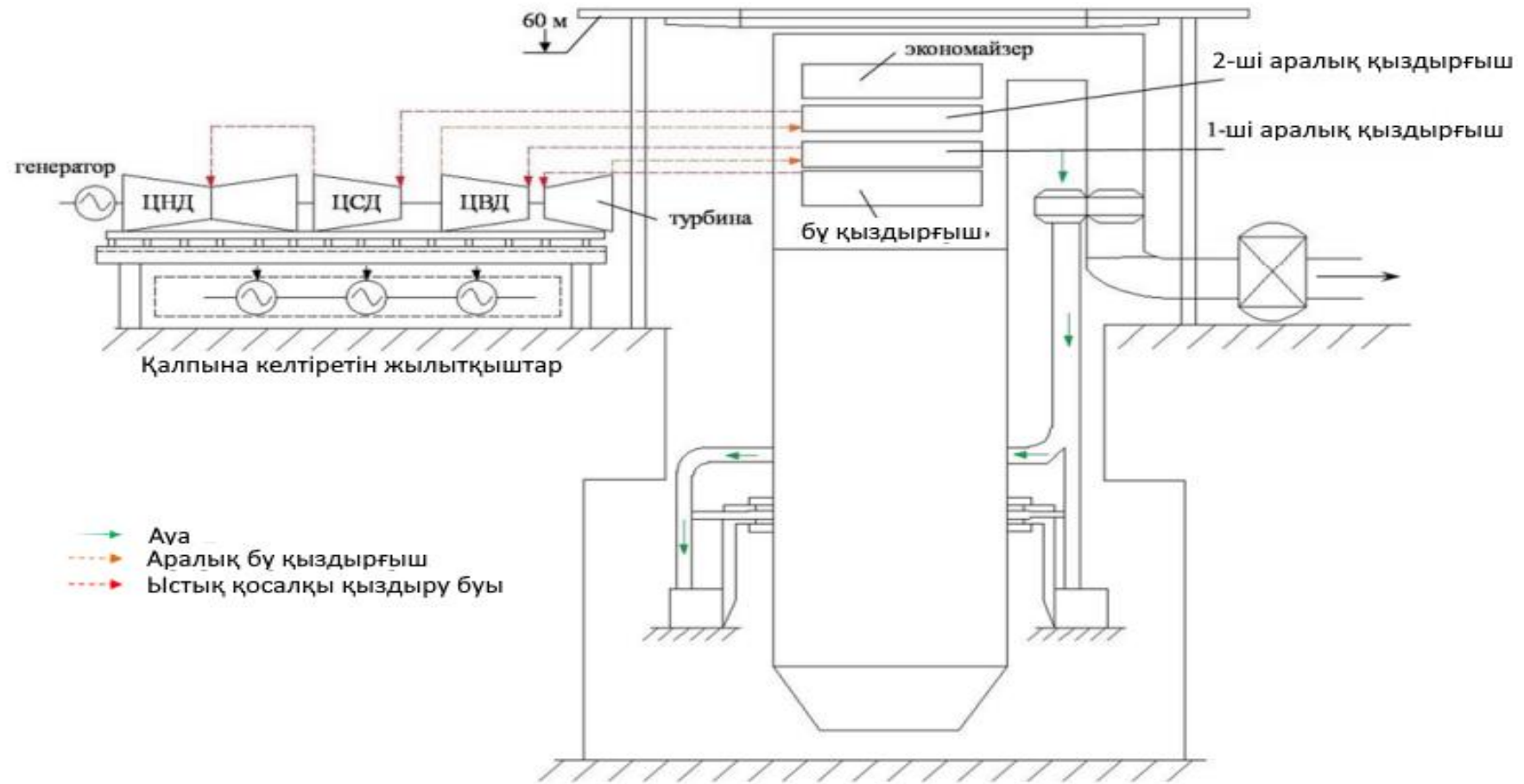


Құбырлар мен қысым цилиндрлерінің орналасуы



1350 МВт қуат блогына арналған екі деңгейлі турбиналы блоктың сұлбасы

Қосымша 4Г



Жерге салынған қазандық қондырғысы бар қуат блогының орналасуы

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру
институты

Энергетика кафедрасы

Елжас Нұрмұхамед Ролланұлы

Екібастұз ГРЭС–2 модернизация жобасы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071700 – «Жылу энергетикасы» мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрландыру
институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі, PhD

 Б.А. Сарсенбаев
«___» _____ 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Екібастұз ГРЭС–2 модернизация жобасы»


5В071700 – Жылуэнергетикасы

Орындаған:



Елжас Н.Р.

Ғылыми жетекші
PhD, лектор, ассоц.профессор

 Д.Р. Умышев
«08»маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Энергетика кафедрасы

5B071700 – «Жылу энергетикасы»

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі, PhD

 Е.А.Сарсенбаев
«08» маусым 2021 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Студент Елжас Н.Р.

Тақырыбы «Екібастұз ГРЭС–2 модернизация жобасы»

Университет ректорының 2020 ж. «24» қараша №2131б- бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «08» маусым 2021ж .

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Жалпы мәлімет;

ә) Екібастұз ГРЭС-2 сипаттамасы; б) Турбиналық
қондырғыларды жаңарту нұсқалары; в) Екібастұз
ГРЭС-2 модернизация жобасы

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен
дайындау, қосымшаларда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Цанев, С.В. Жылу электр станцияларының газ турбиналық және аралас
циклды қондырғылары: университеттерге арналған оқулық / С.В. Цанев,
В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; ред. С.В. Цанева. - М.: МЕИ баспасы, 2012 ж. - 584
б.

2. Электронный ресурс. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики.

Режим доступа: - <http://energetika.in.ua/ru/avtor> Дата обращения–7.03.2021г.







Дипломдық жұмысты дайындау


КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Жалпы мәлімет	11.032021	Ескерту жоқ
Сипаттама	24.032021	Ескерту жоқ
Жаңарту нұсқалары	07.04.2021	Ескерту жоқ
Модернизация жобасы	25.04.2021	Ескерту жоқ

Аяқталған жұмысқа қойылған
кеңесшілер мен норма бақылаушының

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Жалпы мәлімет	Умышев Д.Р., PhD, қауымдастырылған профессор	01.06.2021	
Турбиналық қондырғыларды жаңарту нұсқалары	Умышев Д.Р., PhD	02.06.2021	
Модернизация жобасы	Умышев Д.Р., PhD	03.06.2021	
Макроэкономика тұрғысынан негізгі экономикалық негіздеме	Умышев Д.Р., PhD	05.06.2021	
Инвестициялардың тиімділік көрсеткіштері	Умышев Д.Р., PhD	06.06.2021	
Норма бақылау	Бердибеков А.О., сеньор -лектор	07.06.2021	

Ғылыми жетекшісі  /Д.Р. Умышев/
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  /Н.Р Елжас/
(қолы)

«08» маусым 2021