

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

Тоғысбаев Ергеш Жасұзақұлы

Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н ПТ-80-130 турбинасымен ұлғайту

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071700 – Жылу энергетикасы

Алматы 2022

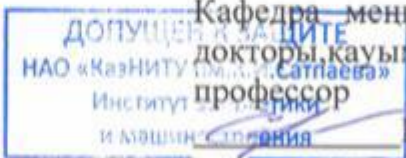
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Кафедра меңгерушісі, PhD  
докторы, қауымдастырылған  
профессор  
Е.А.Сарсенбаев  
«19» 05 2022ж



### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н ПТ-80-130 турбинасымен  
ұлғайту»

5B071700-Жылу энергетика мамандығы

Орындаған:

Тоғысбаев Е.Ж

Сын-пікір беруші:

Ғылыми жетекші:

Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің  
доценті, техника

Техника ғылымдарының магистрі,  
сениор-лекторы:

ғылымдарының кандидаты  
Малатбаев Р.Қ.

 Ныгыманова А.С.

(колы)  
«19» 2022 ж.

(колы)  
«18» 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071700 – «Жылу энергетикасы»

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі, PhD  
докторы, қауымдастырылған  
профессор

  
Е.А.Сарсенбаев  
«24» 01 2022 ж

**Дипломдық жұмысты орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Тогысбаев Ергеш Жасұзақұлы

Тақырыбы: “Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-и ПТ-80-130  
турбинасымен ұлғайту”

Университет ректорының 24.01.2022ж. №489-бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «20» мамыр 2022ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылған негізгі мәселелер тізімі:

а) №3 ЖЭО-ның бас жоспары және ПТ-80-130 турбинасы;

ә) Бу турбинасының ЖЭО-дағы атқаратын қызметі;

б) ПТ-80-130 турбинасын есептеу.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен  
дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 8 атау

Дипломдық жұмысты орындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Өндірістік кәсіпорын құрылымын сипаттау	21.02.2022ж	кеңес
Бу турбинасының жұмыс жасау принципі	01.03.2022ж	кеңес
ПТ-80-130 бу турбинасын есептеу	12.03.2022ж	кеңес

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен  
бақылаушының аяқталған жұмысқа қойылған  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекшімен кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н энергетикалық кешені	Нығыманова А.С	18.05.2022	
Қондырғылардың энергетикалық тиімділігі	Нығыманова А.С	18.05.2022	
ПТ-80-130 турбинасын есептеу	Нығыманова А.С	18.05.2022	
Норма бақылау	Бердибеков А.О сениор –лектор	17.05.2022	

Ғылыми жетекшісі  Нығыманова А.С

Тапсырманы орындауға алған студент  Тоғысбаев Е.Ж

Күні «17» 01 2022 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыста Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н қарастырылды. Жоспар бойынша ПТ-80-130 турбины туралы ақпарат келтірілді. Жобаның негізгі мақсаты ЖЭО-дағы қондырғының пайдалы әсер ету коэффициентін арттыру. ПТ-80-130 қоршаған орта температурасында регенеративті жылыту және желілік жылытқыштар жүйесі, сондай-ақ турбоқондырғының және энергоблоқтың жылу үнемділігінің көрсеткіштері есептелген. Жұмыс барысында бұл турбина есептелінді. Қондырғының жалпы сипаттамалары мен есептік схемалары келтірілді. №3 ЖЭО-ның принципіалды жылулық схемасы қарастырылды.

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломной работе рассмотрена ТЭЦ-3 г. Шымкент. По плану была приведена информация о турбине ПТ-80-130. Основной целью проекта является повышение коэффициента полезного действия паровой турбины ПТ-80-130. Рассчитана система регенеративного отопления и сетевых обогревателей при температуре окружающей среды, а также показатели теплосбережения турбоустановки и энергоблока. В процессе работы была рассчитана паровая турбина. Приведены общие характеристики и расчетные схемы установки. Рассмотрена принципиальная тепловая схема ТЭЦ №3.

## **ABSTRACT**

This abstract considered the thermal electric central in the city of Shymkent. According to the plan, first of all, has gave information about the ST-80-130 turbine. The main goal of project is to increase the efficiency of the installation on the thermal electric central . The regenerative heating system and network heaters are calculated at ambient temperature, as well as the heat-saving indicators of the turbine and power unit. In the process of work, has calculated the steam turbine. The general characteristics and design schemes of the installation are given. The basic thermal scheme of the thermal electric central is considered .

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-ң энергетикалық кешені	8
1.1 Өндірістік кәсіпорын құрылымын сипаттау	8
1.2 №3 ЖЭО-ң тарихы. Цехтары мен негізгі қондырғылары	10
1.3 Бу турбинасының маңыздылығы мен атқаратын қызметі	13
2 Қондырғылардың энергетикалық тиімділігін арттыру	14
2.1 ПТ-80-130 турбинасы туралы ақпарат	14
2.2 Қондырғының конструкциясы мен жылулық схемасы	17
2.3 ПТ-80-130 турбинасын есептеу	21
3 ЖЭО блогының есептік сұлбасын құрастыру	25
3.1 Бу турбиналы қондырғының жылу схемасын есептеу	25
3.2 Конденсатордағы бу шығыны	27
3.3 Бу турбинасын модернизациялау	29
Қорытынды	31
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	33

## КІРІСПЕ

Энергетика қазіргі таңда әлемдік экономикалық прогресте негізгі қозғаушы күш болып табылады және планетаның барлық тұрғындарының әлеуметтік оған тікелей байланысты.

Қазақстанның энергетикалық жағдайы басқа көптеген елдердің назарын өзіне аударып үлгерді. Қазақстан Республикасының басшылығы қолға алып отырған негізгі экономикалық саясат инвестициялық хал-ахуалды қамтамасыз ететіні анық. Бүгінгі күнде Қазақстан Республикасында мұнай-газ саласын дамытуға қатысуға ниет білдірмейтін әлемге аты мәлім мұнай-газ компаниялары жоқ. Қазақстанның жылу энергетикалық кешені теңгерімделген жүйе ретінде қарастырылатын экономиканың басты секторлары: тиімділігі жақсы технологиялар және де тұрақты төмендеу базасында электр және жылу энергетикасының бірқалыпты дамуы кезіндегі энергетика – экономика – табиғат – қоғамның энергия сыйымдылығы болып табылады.

Экономиканың нақтыланған секторлары, оның ішіндегі өнеркәсіпті жандандыру кезеңінде Қазақстан Республикасының отын-энергетикалық кешені жалпы мемлекеттік саясаттың бастапқы салаларының бірі болып саналады. Халықтың техникалық және экономикалық көрсеткіштерінің тұрақты дамуын қамтамасыз ете отырып, жетекші рөл атқарады деп ойлаймын.

Қазіргі уақытта электр энергетикасының жұмыс жасап тұрған объектілерін дамытудың, жаңғыртудың және жаңа түрлерін салудың талап етілетін көлемдерін қамтамасыз ету, сонымен қатар керекті қуат резервтерінің экспорттық және де транзиттік әлеуеттерін құру басты мемлекеттік міндет қатарына кіреді.

Өзге мемлекет және өзіміздің отандық инвестицияларды дамыту басқа да жоғары технологиялық өндірістерді құру және қалпына келтіру, негізгі қорларды жаңарту және энергетика саласының кәсіпорындарын техникалық қайта жандандыру, энергетиканың жаңғыртылатын көздерін тиісті техникалық жабдық өндірістерін дамыту үшін пайдаланылады.

ЖЭО-дағы қондырғылардың пайдалы әсер коэффициентін арттыру біздің алдымызда тұрған негізгі мәселелердің бірі де бірегейі болып табылады. ЖЭО-ның энергетикалық тиімділігін арттыру үшін қондырғылардың пайдалы жұмысын арттыру керек деп ойлаймын. Ол үшін қондырғыларды уақытылы реконструкциядан өткізіп, бұзылған немесе істен шыққан аппараттарды дер кезінде жөндеуден өткізу керек. Жүйедегі қондырғылардың бірі немесе бірнешеуі бір уақытта істен шығуы мүмкін. Бұндай жағдайда арты жаман жағдайларға алып келу ықтималдығы жоғары .

# 1 Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-ң энергетикалық кешені

## 1.1 Өндірістік кәсіпорын құрылымын сипаттау

Қазақстан – энергетикалық ресурстар қорына бай мемлекет болып саналады. Еліміздің жылу және электр энергетика станцияларының белгіленген қалыпты күші жоғары деп айтуға толықтай негіз бар. Қазақстандағы тұрғындардың басым көпшілігін электр және жылу энергиясымен жылуэлектр орталығы қамтамасыз етеді. Сонымен қатар жылуэлектр орталығы еліміздегі барлық өндіріс орындары, зауыттарды, цехтарды және тағы да басқа құрылыс ғимараттарын жылу және электр энергиясымен қамтамасыз етеді деп айта аламыз. Сондықтан жылу электр орталығы қазіргі уақытта негізгі энергия көзі ретінде еліміздің көптеген қалаларында өз жұмысын қарқынды түрде атқарып тұр. Жалпы энергияның 70-80 пайзын жылуэлектр орталығы өндіреді. Себебі жылуэлектр орталығы жылу энергиясын да электр энергиясын қатар өндіре алады. Басқа станцияларға қарағанда ЖЭО-ң артықшылығы осы жерде болып тұр. Мәселен (КЭС) конденсациялық электр станциясы, (ГЭС) су электр станциясы, (ЖЭС) жылу электр станциясы тек электр немесе жылу энергиясын өндіреді. Сол себептен ЖЭО-дағы қондырғылардың пайдалы әсер коэффициентін арттыру біздің алдымызда тұрған негізгі мәселелердің бірі де бірегейі болып табылады. ЖЭО-ң энергетикалық тиімділігін арттыру үшін қондырғылардың пайдалы жұмысын арттыру керек. Ол үшін қондырғыларды уақытылы реконструкциядан өткізіп, бұзылған немесе істен шыққан аппараттарды дер кезінде жөндеуден өткізу керек. Жүйедегі қондырғылардың бірі немесе бірнешеуі бір уақытта істен шығуы мүмкін. Бұндай жағдайда қиындықтарға алып келу ықтималдығы жоғары [1].

Жалпы Қазақстан Республикасында қазіргі уақытта бас аяғы шамамен 115-120 электр немесе жылу энергиясын өндіретін станциялар жұмыс жасап тұр. Олардың біршамасы (1 кестеде) көрсетілген. Бірақ олардың біршамасы қазіргі уақытта істен шығып немесе уақытша жабылуы мүмкін. Бұл статистиканы КЕГОК ақпараттық орталығы жеткізеді. Өткен жылдармен салыстырғанда электр энергиясын өндіру қарқындылығы жыл санап елімізде артып келеді. Мысалыға 2021 жылы мемлекетіміздегі станциялардың орташа есптік қуаты шамамен 23,6 ГВт құрады. Бұл өткен жылғы нәтижемен салыстырғанда әлдеқайда жоғары болып табылады. Аталған көрсеткіштер жаңа станциялардың салынуымен жоғарылай беретін болады. Өйткені әр станцияның өзіне тән орнатылғын қалыпты орташа қуаты болады. Еліміздегі ең қуатты электр орталығы Екібастұзда орналасқан. Оның орташа қуаты шамамен 3500 МВт. Алдағы уақытта одан жоғары қуатқа ие энергия орталықтарының салынатынына күмән жоқ.



## 1 -кесте-Қазақстандағы қуатты электр орталықтары

Электр станциялар	Қуаты (МВт)
Екібастұз «№1 МАЭС »	3500
Ақтау «МАЭС»	2110
Жамбыл Батыров атындағы «МАЭС»	1230
МАЭК-Казатомпром «№2 ЖЭО»	630
МАЭК-Казатомпром «№3 ЖЭО»	625
Қарағанды «ГРЭС-2»	608
Алматы «№2 ЖЭО»	510
Павлодар «№3 ЖЭО»	440
Петропавл «№2 ЖЭО»	380
Павлодар «№1 ЖЭО»	350
Шүлбі «ГЭС»	770
Бұқтырма «ГЭС»	675
Қапшағай «ГЭС»	364
Шымкент «№3 ЖЭО»	160

АО «3-Энергоорталық» - Қазақстандағы ірі өндіріс орталығына жатады. Оның құрамына ЖЭО -3,5 және 2 насос станциясы кіреді. Шымкенттік АО «3-Энергоорталық» Шымкент шина өндірісі мен Шымкент мұнай өңдеуші зауыттары үшін арналып соғылған болатын, сондықтан да өндіріс аумағында орналасқан. ЖЭО-ы өз жұмысын 1981 жылы бастады. №3 ЖЭО-ы Шымкент қаласындағы ең ауқымды энергия көзі болып табылады. Бұл жерде қазіргі таңда шамамен 600 адам еңбек етіп жатыр. Жылына орташа есеппен 700 млнКВт·сағ электр энергиясын өндіреді.

2018 жылдан бастап инвестиция тартуға және жаңарту бағдарламасы бойынша кәсіпорында біраз ауқымды жұмыстар жүргізілді. ERG (Еуразиялық Топ) инвестицияларының көмегімен ЖЭО аймақтарға жылу мен электр қуатын еш кедергісіз әрі үздіксіз беріп отыр.

## 1.2 №3 ЖЭО-ң тарихы. Цехтары мен негізгі қондырғылары

"3-Энергоорталық" АҚ негізгі активтерінің бірі болып табылатын жылу электр станциясының кешені 1981 жылдан бастап өз жұмысын толықтай дерлік бастады. 3-ЖЭО алғашқы іске қосу кешені пайдалануға берілген кезден бастап өз тарихында күрделі жөндеулерден өтті. Жоба бойынша станцияның негізгі мақсаты қаланың тез өсіп келе жатқан оңтүстік-шығыс өнеркәсіптік аймағын жылу және электр энергиясымен қамтамасыз ету болды. Дәл сол уақыттарда мұнай-химия кешені кәсіпорындарының дамуы басталған еді. Олардың негізгілері: мұнай өңдеу және шина зауыттары, сондай-ақ резеңке-асбест комбинаты болды.

Нарықтық қатынастарға көшу қаланың ірі кәсіпорындары үшін елеулі сынақ болды. Олардың бір бөлігінде жұмыс тоқтап қалды. Станция электр және жылу энергиясын қолданатын тұтынушыларды ақырын жоғалта бастады. Сонымен қатар жылу орталығы көптеген қазандықтарды пайдалану кезінде қиындықтарға тап болды. Жылумен және ыстық суды өндіру және тұтынушыларды қамтамасыз ету проблемалары басталды. Бұл қиындықтарды 3-ші ЖЭО қуатын іске қосу арқылы шешуге болатын еді. 1996 жылы қалада ілеспе сорғы станциялары бар магистральдық жылу желісі салынды. Ол қаланың солтүстік-шығыс бөлігіндегі тығыз тұрғын үйлерді электр энергиясымен байланыстырды. Осы кезеңде станцияда қаланың қажеттіліктеріне жылу беруді қамтамасыз ету үшін желілік суды жылытудың үшінші кезеңі орнатылды.

Бүгінде АҚ "3-Энергоорталық" миллионнан астам Шымкент қаласының тұрғындары үшін негізгі жылумен жабдықтаушы ұйым болып табылады. ЖЭО-3 тұрғын үйлердің, сондай-ақ қала мекемелері мен ұйымдарының 70% - ын жылумен және ыстық сумен қамтамасыз етеді. Электр энергиясын өндіруді арттыру, қаланы сапалы және үздіксіз жылумен қамтамасыз ету, жылыту маусымында станциялық жабдықтардың эксплуатациялық сенімділігін арттыру, сондай – ақ компания қызметкерлерінің қалыпты материалдық моральдік жағдайы олардың негізгі мақсаттары болып табылады.

Сонымен қатар, жабдықтарды жаңғыртуға байланысты техникалық мәселелер шешілуде. 2016 жылдың маусымында кәсіпорында 673 млн теңге сомасына жылу өндіру бойынша 2016-2021 жылдарға арналған инвестициялық бағдарлама бекітілді. 2021 жылдан бастап "3-Энергоорталық" жылу энергиясын өндіру және негізгі және қосалқы жабдықтарды қайта құру мен жаңғыртуға бағытталған іс-шараларды іске асырудың шекті тарифі бойынша инвестициялық міндеттемелерді қабылдайды және орындайды. Биылғы жылы станциялық жабдықты күрделі жөндеуге 825 млн теңгеден астам қаражат инвестициялануда. Станцияны ағымдағы жөндеуге тағы 250 млн теңге жұмсалды. 2020 жылы басталған коронавирус пандемиясымен байланысты әлемдік дағдарысқа қарамастан станцияда № 1 қазандық агрегатының күрделі жөндеуі, № 2 және 3 қазандық агрегаттарының ағымдағы жөндеуі, энергия калориферлерін монтаждау, түтін құбыры мен екі турбогенераторды жөндеу

аяқталды. Электр энергиясын өндіру бойынша 2022 жылғы күтілетін көрсеткіштер шамамен 775 млн кВт / сағ құрайды, бұл тиісінше 2020 және 2021 жылдардың мәндерінен айтарлықтай жоғары деп айтуымызға болады. Бұл жерде айта кету керек, кәсіпорын жылумен жабдықтау ұйымының өтінімдері бойынша жұмыс істейді, ол жылу берудің қажетті көлемін анықтайды. Сондай-ақ, 2021 жылға қол жеткізілген мәндерге қатысты электр энергиясын өндірудің біршама өсуі жоспарланған. Мұнда сонымен қатар өндірістік көрсеткіштердің тұрақты өсуіне бағытталған топтың стратегиясы көрінеді.

2021 жылдың ортасында тарифтік міндеттерді орындау мақсатында №2 және №3 қазандықтардың оң жақ, сол жақ және алдыңғы экрандары мен экранды бумен қыздырғыштары ауыстырылды. ТСН-1 атты трансформаторы толықтай күрделі жөндеуден өтті.

Жылу таратқыш есебінде ЖЭО-ң қала ішінде 5 қазандық қондырғы бар. Олар:

- аудандық қазандық РК-3;
- қазандық К-19;
- қазандық К-24;
- қазандық К-54;
- қазандық ПМК-49.

Жоғарыда аталған қазандықтар қала тұрғындарын жылумен жылыту маусымында қамтамасыз етеді

Шымкент қаласындағы жылу электр орталығында 4 цех жұмыс істейді. Олар: отын-транспорттық бөлім, қазандық цех, шығырлы цех және электрлік цех. Олардан бөлек қосымша екі көмекші цех жұмыс жасайды: химиялық су тазарту цехі және жылулық автоматика цехі.

### **1.3 Бу турбинасының маңыздылығы мен атқаратын қызметі**

Бу турбинасы жылу электр орталығындағы негізгі қондырғылардың бірі болып табылады. Оның маңыздылығын түсіну үшін жылу электр орталығының жұмыс жасау принципімен танысу керек. Жалпы жылу электр орталығында отын ретінде газ, мазут, көмір тағы да басқа органикалық отын түрлері қолданылуы мүмкін. Қазіргі уақытта көп жағдайда газ қолданылады. Себебі, газ өте тиімді отын түрі болып табылады. Оны тасымалдау және қолдану өте оңай, яғни қосымша отын түрін өңдейтін қондырғыларды қажет етпейді.

Бу қазандығында жанған отын турбина ішіндегі суды буға айналдырады. Бу қазандығы өте үлкен көлемге ие болады, себебі жоғары температуралы буды өндіру үшін өте күшті арынмен суды қыздыру керек. Бұл өте үлкен температура. Әдетте турбина ішіндегі су буының температурасы шамамен 500-550 градус болады. Бұл ең оптималды температура болып табылады, себебі егер бу температурасы одан жоғары болатын болса турбинаның жарылуына немесе тозуына алып келеді. Сондықтан эксплуатациялық сақтық үшін барлық жылу электр орталықтарында оптималды температура мен қысым сақталып отырады.

Бу қазандығынан шыққан будың қысымы шамамен 200-ден жоғары атмосфералық қысымға ие болады. Ал турбина қалақтары минутына 2000-3000 айналым жасайды.

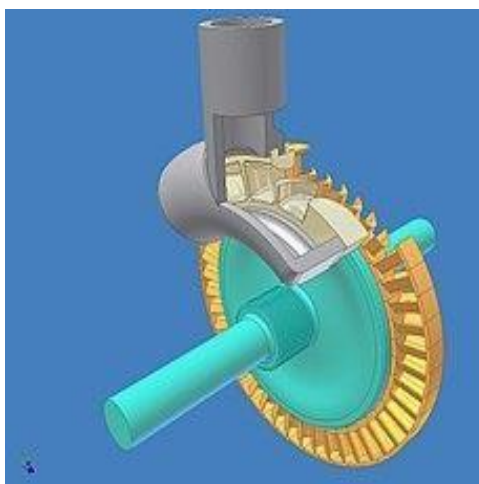
Термодинамика заңы бойынша температура көтерілсе, қысым да көтеріледі. Себебі, қысым мен температура бір біріне Менделеев-Клапейрон теңдеуі бойынша тура пропорционал орналасқан. Бұл термодинамиканың ең басты заңдылықтарының бірі болып табылады. Бу қазандығында пайда болған су буы бу турбинасына келеді.

Бу турбинасы - бу қазандығында пайда болған су буының кинетикалық энергиясын турбинаның механикалық энергиясына түрлендіретін қондырғы болып есептеледі.

Су буының қозғалыс бағыты бойынша бу турбиналары: перпендикулярлы, параллельді, осьтік деген түрлерге бөлінеді. Цилиндр саны бойынша: бір цилиндрлі, екі үш төрт немесе бес цилиндрлі турбина деп бөлінеді.

Бу турбинасында атқарылып жатқан механикалық энергия генераторда электр энергиясына түрленеді. Электр генераторы бу турбинасымен бір білік бойында орналасады. Осылайша электр энергиясы өндіріледі. Осыдан біз бу турбинасының қазіргі таңда қаншалықты маңызды қондырғы екенін байқасақ болады.

Бу турбинасы екі негізгі бөліктен құралған. Олар: ротор мен статор. Ротор - турбинаның айналатын бөлігі. Статор-турбинаның айналмайтын бөлігі. Бу турбинасының құрылымдық сұлбасы (1 суретте) көрсетілген. Сонымен қатар сұлбадан турбина білігі мен оның турбина қалақтарын байқасақ болады. Турбина бөлшектері жоғары температураға шыдамды материалдардан жасалады. Себебі бу қазандағынан келген су буының температурасы мен қысымы өте жоғары болады.



**1 -сурет-Бу турбинасының құрылымдық сұлбасы**

Жалпы жұмыс істеу принципі бойынша бу турбиналарын келесідей түрлерге бөлсек болады. Олар: конденсациялық, теплофикациялық және қысымдық.

Конденсациялық турбиналар-К, жылулық турбиналар-Т немесе ПТ, қысымдық турбиналар-Р әріптерімен белгіленеді. Мысалы: К-200-130 турбины конденсациялық турбина, қуаты 200 МВт, қысымы 130 бар болып табылады. Егер турбина моделінде друп қолданылған болса алғашқы мән номиналды шама, екінші мән максималды шаманы білдіреді. Конденсациялық турбинада қолданылатын барлық бу конденсаторға жіберіледі, теплофикациялық турбинада будың бір бөлігі конденсаторға, бір бөлігі жылуға беріледі. Жылулық турбиналардың номиналды және максималды шамалары болады [4].

Сонымен қатар бу турбиналары активті немесе реактивті деп жіктеледі. Саты санына байланысты бірсатылы және көпсатылы деп бөлінеді.

Бірсатылы турбинада будың энергиясы толығымен пайдаланылмайды, сондықтан көп жағдайда электр орталықтарында көпсатылы турбиналар қолданылады.

Қысымға байланысты төменгі қысымды (0,5-1 МПа), орташа қысымды (1-4 МПа) және жоғарғы қысымды (24 МПа-дан жоғары) турбиналарды айтсақ болады.

## 2 Қондырғылардың энергетикалық тиімділігін арттыру

### 2.1 ПТ-80-130 бу турбинасы туралы жалпы мәлімет

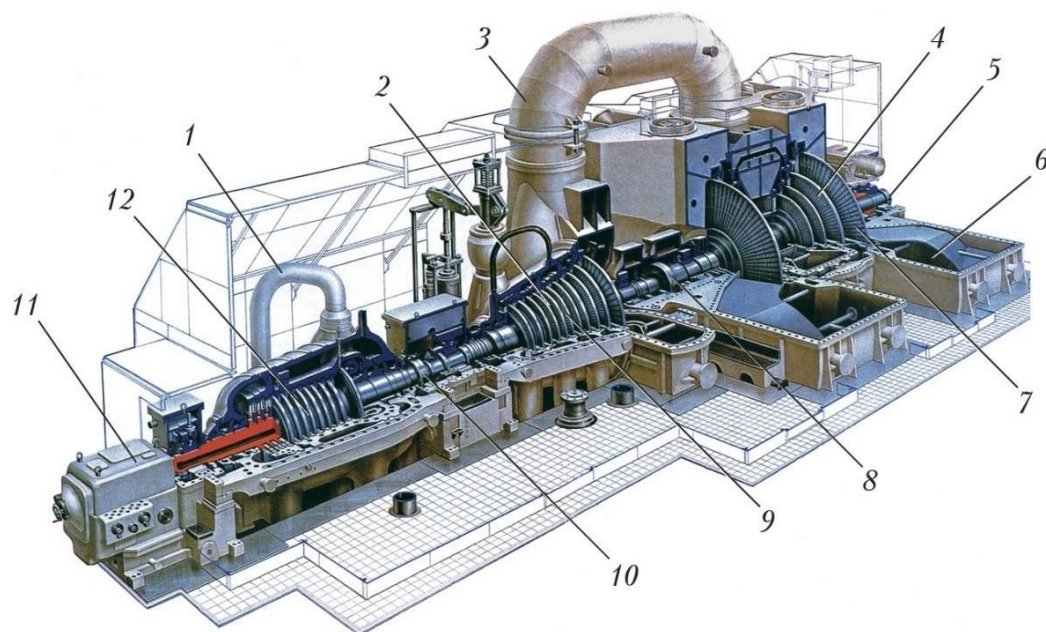
Жоғарыда аталып өткендей конденсациялық турбиналар тек электр энергиясын өндіретін орталықтарда, теплофикациялық турбиналар электр энергиясымен қатар жылу энергиясын өндіретін орталықтарда қолданылады. Конденсациялық турбиналар атом электр орталығында сонымен қатар МАЭС орталықтарында қолданылуы мүмкін.

ПТ-80-130 турбинасы ЖЭО қолданылады. Бу турбинасының номиналды қуаты 80 МВт және максималды қуаты 100 МВт тең (2 кесте). Аталған турбина өнеркәсіпке және жылуға энергия таратады. Жылыту іріктемесінің қысымын реттеу жоғарғы жылыту іріктемесінің камерасында орнатылған бір реттеуші диафрагманың көмегімен жүзеге асырылады. Желілік су жылытудың төменгі және жоғарғы сатыларының желілік жылытқыштары арқылы жүйелі және бірдей мөлшерде өткізіледі. Желілік жылытқыштар арқылы өтетін су шығыны бақыланады.

#### 2 -кесте-ПТ-80-130 турбинасының номиналды көрсеткіштері

Көрсеткіштер	ПТ-80-130
Номиналды қуат (МВт)	80
Максималды қуат (МВт)	100
Будың бастапқы қысымы (МПа)	13
Будың бастапқы температурасы (°С)	555
Жылулық жүктемесі (ГДж/сағ)	284
Өндірістегі номиналды бу шығыны (т/сағ)	185
Өндірістегі максималды бу шығыны (т/сағ)	300
Өндірістік іріктеу қысымы (МПа)	1,3
Будың максималды шығыны (т/сағ)	470
Реттелетін бу қысымының өзгеру шегі (МПа)	0,05
Қоректік су температурасы (°С)	249
Салқын су температурасы (°С)	20
Салқын су шығыны (т/сағ)	8000
Будың конденсатордағы қысымы (кПа)	2,84

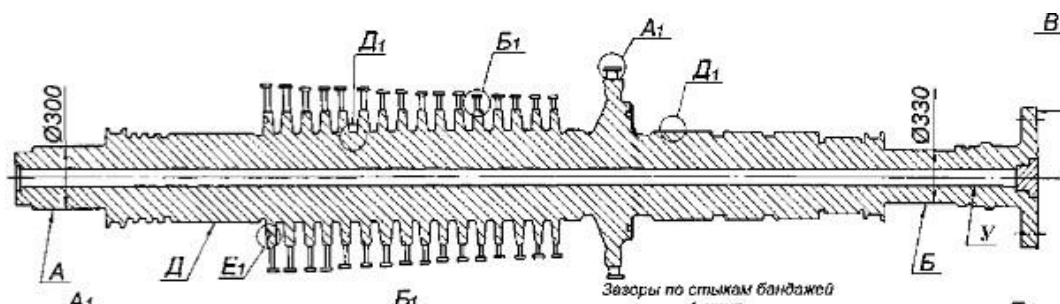
ПТ-80-130 турбинасы Ленинградта машина жасау зауытында жасап шығарылады. Бұл Ресейдегі ең ірі турбина жасау орталығы болып табылады. Бу турбинасының техникалық конструкциясы (2 суретте) көрсетілген.



1-будың ЖҚТ-ға келу құбыры; 2-ОҚТ роторы; 3-буды ОҚТ-дан ТҚТ-ға қайта жіберетін ресивер құбыры; 4-ТҚТ роторы; 5-турбогенератор роторын қосуға арналған муфта; 6-бу турбинаның астында орналасқан конденсаторға түсетін ТҚТ құбыры; 7-ТҚТ соңғы сатысының жұмыс күректері; 8-ОҚТ және ТҚТ роторларын қосатын муфта; 9-ОҚТ роторының жұмыс қалақтары; 10-ЖҚТ және ОҚТ роторларын қосатын муфта; 11-турбинаны реттеу және басқару блогы; 12-ЖҚЦ роторы.

## 2-сурет-Бу турбинаның техникалық конструкциясы

Жоғары қысымды турбинасында бу қысымы өте үлкен болады. Турбина қалақтарының диаметрі кішкентай болады. Жоғары қысым турбинаның сұлбасы (2.1 суретте) келтірілген.

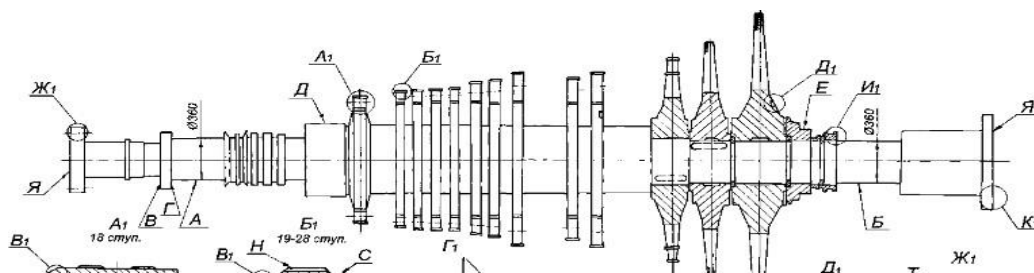


2.1-сурет-Жоғары қысымды турбинасы

Турбина жоғары қысымды, орташа және төмен қысымды турбиналардан тұрады. Олар өзара муфтамен бекітілген. Турбина қалақтарынан өткен бу температурасы мен қысымы азаяды. Сондықтан қосымша жоғары, орташа, төмен қысымды жылытқыштар қолданылады.

Жылытқыштар буды қайтадан қыздырып турбинаға жібереді. Термодинамика заңы бойынша температура түскен сайын, қысым мен ПӘК түседі. Сондықтан бу температурасын бақылап отыру керек.

Төмен қысымды турбинаның қалақтарының ұзындығы мен диаметрі үлкен болады Оның сұлбасы (2.2 суретте) келтірілген.



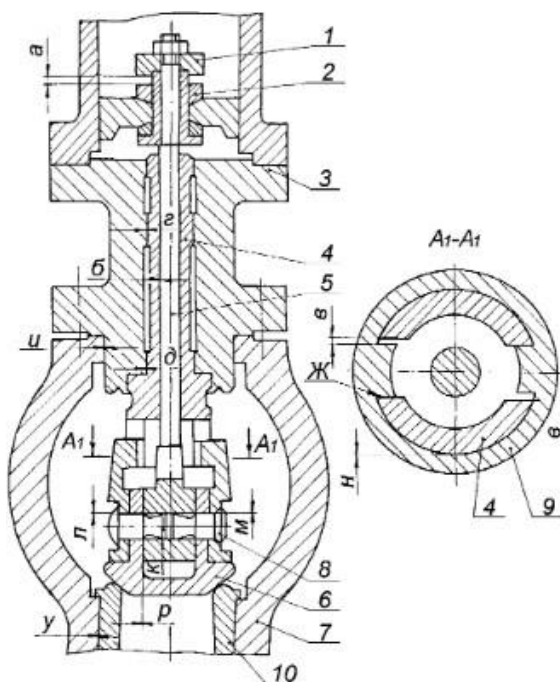
**2.2-сурет-Төмен қысым турбинасы**

Цилиндр роторларының әрқайсысы май жеткізілетін екі сырғанау мойын тіректеріне сүйенеді. Ротор дискісіндегі әр саптама торының артында көптеген жұмыс қалақтары бар жұмыс торы орналасқан. Ротор дискілері жұмыс қалақтарымен және білікпен бірге турбинаның білік құбырын құрайды. ЖҚТ мен ТҚТ роторы өзара байланысқан. Сонымен қатар ТҚТ роторы генератормен муфта арқылы бекітілген. Бу автоматты ысырма орналасқан бөлек тұрған шүмек қорабына беріледі, сол жерден бу қайта іске қосу құбырлары арқылы турбинаның реттеу клапандарына түседі (2.3 сурет).

Қыздыру уақытын қысқарту және іске қосу жағдайларын жақсарту үшін фланецтер мен шпилькаларды бумен жылыту және алдыңғы тығыздағышына буды жеткізу көзделген.

Турбина білігі будың кинетикалық энергиясынан 0,0067 жиілікпен айналады. Қалыпты жұмыс жасау жиілігі 50 Гц болып табылады. Турбина 49-51 Гц жиілік аралығында ұзақ уақыт тоқтаусыз жұмыс жасай алады.





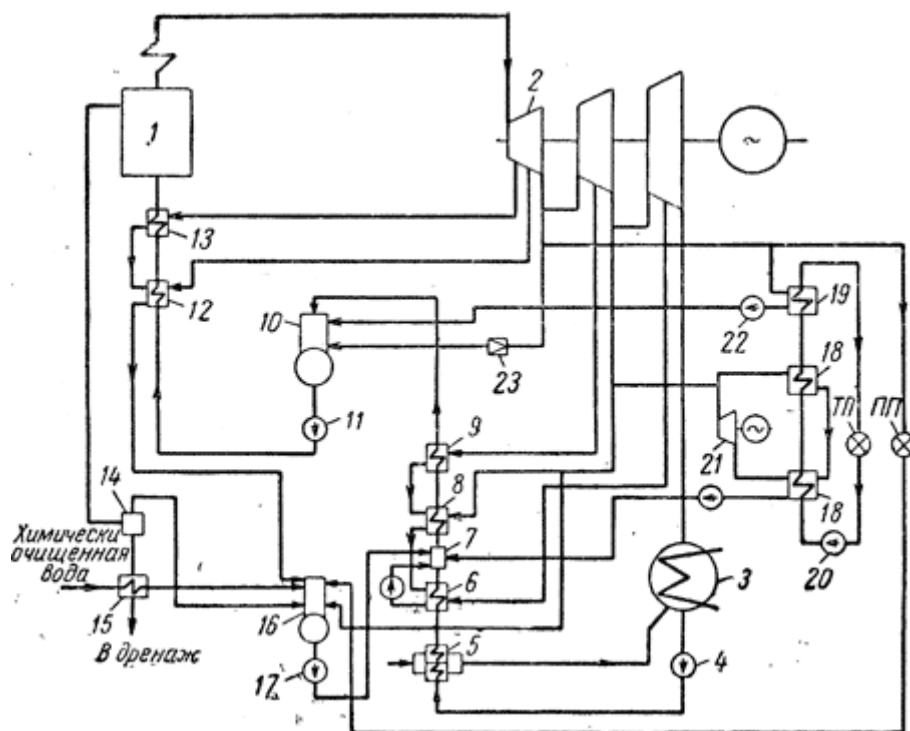
**2.3-сурет-ТҚТ-ын реттегіш клапан**

Конденсациялық құрылғыға конденсатор тобы, ауа шығаратын құрылғы, конденсат және айналым сорғылары, айналым жүйесінің эжекторы, су сүзгілері, қажетті арматурасы бар құбырлар кіреді [3].

**2.2 ПТ-80-130 бу турбинасының конструкциясы мен жылулық схемасы**

Электр қуаты 80 МВт энергоблок Е-320/140 жоғары қысымды барабанды қазандықтан, ПТ-80-130 турбинадан, генератордан және қосалқы жабдықтан тұрады.

ПТ-80-130 турбинасының жылулық сұлбасы (2.2 суретте) келтірілген. Қысымы 12,8 МПа және температурасы 550°C болатын қазандықтан шыққан жаңа бу турбинаның (ЖҚТ) түседі және жұмыс істеп болғаннан кейін турбинаның (ОҚТ), содан кейін (ТҚТ)-ге жіберіледі. Регенерация үшін энергия блогында үш жоғары қысымды жылытқыш және төрт төмен қысымды жылытқыш бар. Жылытқыштарды нөмірлеу турбоагрегаттың соңынан басталады. Негізгі конденсат пен қоректік су төрт төмен қысымды жылытқышта (ТҚЖ), 0,6 МПа деаэраторда және үш жоғары қысымды жылытқышта (ЖҚЖ) рет-ретімен жылытылады. Бұл жылытқыштарға бу жіберу турбинаның үш реттелетін және төрт реттелмейтін бу іріктеуінде жүзеге асырылады. Қоректік суды жылыту температурасы (235-250) °C шегінде болады және жаңа будың бастапқы қысымына тәуелді.



1-қазандық; 2-ТТ турбогенераторы; 3-конденсатор; 4-конденсатты сорғы; 5-эжекторлы жылытқыш; 6-бір сатылы төмен қысымды жылытқыш; 7-конденсатты араластырғыш; 8-екі сатылы төмен қысымды жылытқыш; 9- үш сатылы төмен қысымды жылытқыш; 10-қоректік су ауасыздандырғышы; 11-қоректік сорғы; 12-бір сатылы жоғары қысымды жылытқыш; 13-екі сатылы жоғары қысымды жылытқыш; 14-үздіксіз үрлеуді аппараты; 15-химиялық тазартылған суды қыздырғыш; 16-химиялық тазартылған судың ауасыздандырғышы; 17- айдау сорғысы; 18-негізгі желілік жылытқыш; 19-ең жоғары желілік жылытқыш; 20-жылыту жүйесінің желілік сорғысы; 21-қосалқы турбогенератор; 22-желілік жылытқыштардың конденсатын соруға арналған сорғы; 23-редукциялық клапан.

#### 2.4-сурет-ТТ-80-130 бу турбинасының жылулық схемасы

Электр станцияларында қайталама энергетикалық ресурстардың есебінен алынатын сусыз қазандықтардан орташа бу қысымын пайдалану жылу схемасына түбегейлі өзгерістер енгізбейді және қазандық өнімділігінің төмендеуіне және станциядағы регенерацияның төмендеуіне әкеледі. Өйткені сусыз қазандықтарды қоректендіру үшін суды жылыту тек ауасыздандырғыштарда жүргізілуі мүмкін. Алынған будың едәуір мөлшерімен электр станциясында орнатылатын қазандықтардың санын азайтуға болады.

Әртүрлі жылу күйлерінен турбинаны іске қосудың болжамды ұзақтығы (итеруден номиналды жүктемеге дейін): суық күйден-5 сағат; 48 сағат бос

тұрудан кейін-3 сағат 40 минут; 24 сағат бос тұрудан кейін-2 сағат 30 минут; 6-8 сағат бос тұрудан кейін - 1 сағат 15 минут.

Конденсатор циркуляциялық сумен және толығымен ашық айналмалы диафрагмамен суыған жағдайда, жүктемені 15 минуттан артық түсіргеннен кейін бос жүрісте турбинаның жұмыс істеуіне жол беріледі.

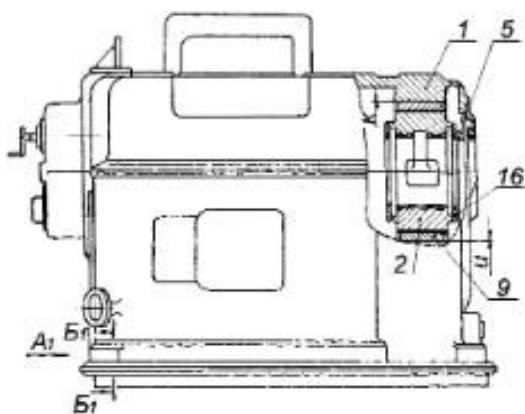
Бу турбинасының конструкциясы келесідей құралған. Турбина-бір білікті екі цилиндрлі қондырғы. (ЖҚТ)-ның ағын бөлігі үш бөліктен тұрады: біріншісі (жоғарғы жылу таңдауына дейін) реттеуші сатыға және қысымның жеті сатысына ие, екіншісі (жылу таңдауының арасында) қысымның екі сатысына, үшіншісі реттеуші сатыға және қысымның екі сатысына ие. Төмен қысымды ротордың алғашқы он дискісі білікпен, ал қалған үш диск саптамамен байланысты. (ЖҚТ) мен (ТҚТ) өзара тығыз фланецтер арқылы байланысқан. Турбинада саптамалы бу тарату бар. Жаңа бу автоматты ысырма орналасқан бөлек тұрған бу қорабына беріледі. Ол жерден бу турбинаның басқару клапандарына қайта өткізу құбырлары арқылы түседі. Жылуландыру іріктеулері ЖҚТ -ның тиісті камераларында жүзеге асырылады. Турбинаның орталық қозғалтқышының соңғы сатыларынан шыққан кезде пайдаланылған бу беттік типтегі конденсаторға түседі. Бу-ауа қоспасы тығыздағыштардың шеткі бөліктерінен эжектормен вакуумдық салқындатқышқа сорылады. Турбинаның бекіту пункті генератор жағынан турбина жақтауында орналасқан және қондырғы алдыңғы подшипникке қарай кеңейеді. Қыздыру уақытын қысқарту және іске қосу жағдайларын жақсарту үшін фланецтер мен шпилькаларды бумен жылыту және (ЖҚТ)-нің алдыңғы тығыздағышына буды жеткізу көзделген.

Жаңа бу кірісінің реттеуші клапандарын турбинаның орташа қысым бөлігінің алдындағы реттеуші клапандарды және турбинаның орташа қысым бөлігінде буды қайта жіберудің айналмалы диафрагмасын ауыстыру айналу жиілігін реттеуішпен және іріктеу қысымының реттегіштерімен басқарылатын аппараттармен жүргізіледі. Реттегіш турбогенератордың жылдамдығын шамамен 4% біркелкі ұстап тұруға арналған. Ол басқару механизмімен жабдықталған. Қауіпсіздік реттегішінің золотниктерін зарядтау және жаңа будың автоматты жапқышын ашу, турбогенератордың айналу жиілігін өзгерту, сонымен қатар жүйеде кез келген авариялық жиілікте генераторды синхрондау мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Генератордың параллель жұмысында генератордың берілген жүктемесін сақтау, генератордың бір реттік жұмысында қалыпты жиілікті сақтау, қауіпсіздік реттегішін сынау кезінде айналу жиілігін арттыру. Басқару механизмін қолмен де-тікелей турбинада да, қашықтан басқару панелінен де басқаруға болады.

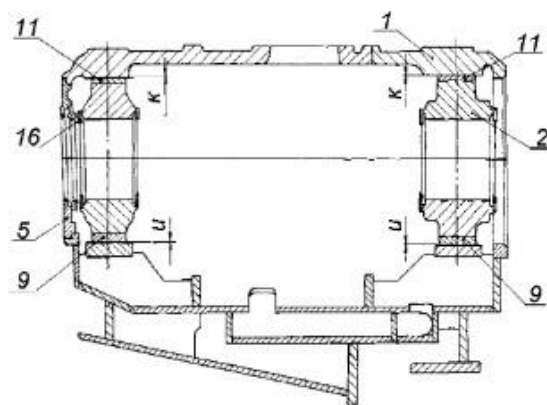
(ТҚТ) ағынды бөлігі үш бөліктен тұрады. Алғашқысы жеті сатылы қысымға, ал екінші мен үшінші бөлігі екі сатылы қысымға ие. Жоғары қысымды ротор-тұтас орналасқан. Төмен қысымды ротордың алғашқы он дискісі білікпен, ал қалған үш дискі саптамамен бекітілген. Айналу жиілігін реттеудің тұрақсыз дәрежесі (номиналды параметрлер кезінде) 4,0% - ды құрайды, бу қысымы үшін 0,2 МПа құрайды Жылдамдықты басқару датчигі

ретінде РС-3000 қондырғысы қолданылады. Іріктеудегі қысымды реттеу датчиктері екі сифонды қысым реттегіші болып табылады. Сонымен қатар қауіпсіздік үшін қосымша электромагнитті ажыратқыштар орнатылған. Сондай-ақ, турбина жұмысының авариялық бұзылуы кезінде қорғау құрылғылары электромагниттік ажыратқышқа әсер етеді. Қауіпсіздік реттегішінің немесе электромагниттік ажыратқыштың іске қосылуы турбинаның барлық бу тарату органдарының жабылуына әкеледі.

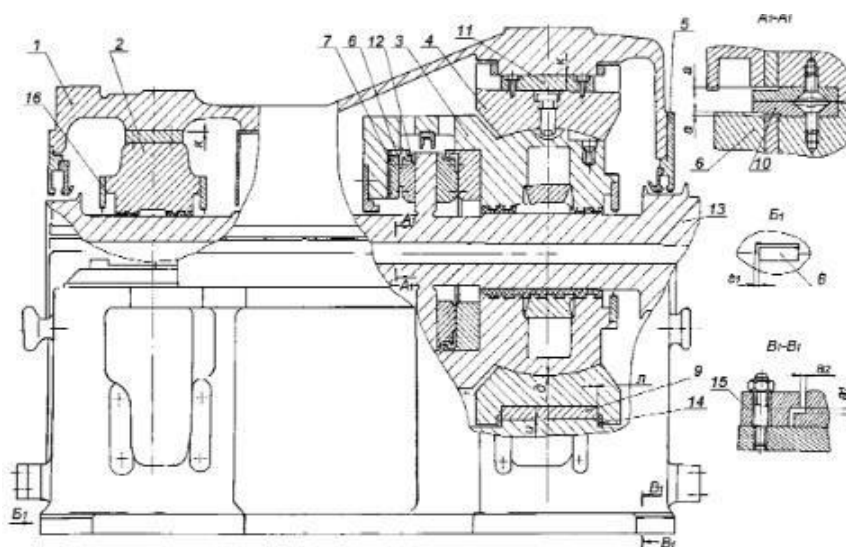
Үлкен және ықшам энергетикалық турбиналардың білігі жоғары жылдамдықта айналады. Бөлшектердің тозуын болдырмау үшін мойынтіректер қолданылады. Сырғанау мойынтіректері (2.5; 2.6; 2.7 суреттерде) көрсетілген. бу және газ энергетикалық турбиналарға орнатылады. Газдинамикалық құрылғылар микротурбиналық қондырғыларда қолданылады. Турбиналық мойынтіректер ротордың салмағын және оған әсер ететін күштерді қабылдайды.



2.5-сурет-Алдыңғы мойынтірек



2.6-сурет Артқы мойынтірек



2.7-сурет-Ортаңғы мойынтірек

### 2.3 ПТ-80-130 бу турбиначын есептеу

ПТ-80-130 бу турбиначын есептеу бойынша берілген шамалар:

- турбинаның номиналды қуаты:  $N_n=80$  МВт;
- бастапқы бу қысымы :  $P_0=13$  МПа;
- бастапқы бу температурасы :  $t_0= 555^\circ\text{C}$ ;
- өндірістік бу қысымы:  $P_\theta=1,28$  МПа;
- конденсатордағы бу қысымы:  $P_\kappa=2,84$  кПа;
- қоректік судың температурасы:  $t=249^\circ\text{C}$ ;
- айналым саны:  $N=3000$  айн/мин;
- айналу жиілігі:  $n=50$ .

Реттегіш клапандардағы қысым шығынын анықтаймыз:

$$\Delta P_0 = 0,05 \cdot P_0 = 0,05 \cdot 13 \cdot 10^6 = 0,65 \text{ МПа} \quad (2.1)$$

Турбинаның 1-ші сатысындағы қысым шығынын анықтаймыз:

$$P'_0 = P_0 - \Delta P_0 = 13 \cdot 10^6 - 0,65 \cdot 10^6 = 12,35 \text{ МПа} \quad (2.2)$$

Өндірістік жылыту кезіндегі қысым шамасы:

$$P_\theta = 0,17 \cdot P_0 = 0,17 \cdot 13 \cdot 10^6 = 2,21 \text{ МПа} \quad (2.3)$$

Өнеркәсіптік қызып кету жолындағы қысымның жоғалуы:

$$\Delta P_\theta = 0,1 \cdot P_\theta = 0,1 \cdot 2,21 \cdot 10^6 = 0,221 \text{ МПа}, \quad (2.4)$$

$$P'_\theta = P_\theta - \Delta P_\theta = 2,21 - 0,221 = 2 \text{ МПа} \quad (2.5)$$

Өнеркәсіптік қыздырудың температурасы жаңа будың температурасына жақын немесе тең деп қабылданады:

$$t_\theta = 249^\circ\text{C} \quad (2.6)$$

Турбинаның артындағы соңғы қысым:

$$P_c = 2,84 \text{ кПа} \quad (2.7)$$

Нс диаграммасы бойынша конденсат температурасын табамыз:

$$t_\kappa = 20^\circ\text{C} \quad (2.8)$$

Нс диаграммасы бойынша энтальпия мәндері анықталады:

$$h_0 = 3300 \text{ кДж/кг},$$

$$h_1 = 2840 \text{ кДж/кг},$$

$$h_2 = 2130 \text{ кДж/кг},$$

$$h_\theta = 3550 \text{ кДж/кг},$$

$$h_o' = 3340 \text{ кДж/кг.}$$

Жоғары қысымды турбинада орналасқан жылу ауысымын анықтау:

$$H_0 = h_o' - h_1 = 3300 - 2840 = 460 \text{ кДж/кг,} \quad (2.9)$$

$$H'_0 = h_\theta - h_2 = 3550 - 2130 = 1420 \text{ кДж/кг.}$$

Турбинаның нақты жылу төмендеуін анықтаймыз:

$$H_i = \eta_{oi} \cdot H_0 = 0,86 \cdot 460 = 395,6 \text{ кДж/кг,} \quad (2.10)$$

$$h_1 = h_o' - H_i = 3300 - 395,6 = 2904,4 \text{ кДж/кг.}$$

Кеңею процесінің соңындағы будың энтальпиясы:

$$h_c = 2562 \text{ кДж/кг}$$

Сонда:

$$H'_0 = h_\theta - h_c = 3550 - 2562 = 988 \text{ кДж/кг} \quad (2.11)$$

Жоғары қысымды турбина ПӘК-і:  $\eta_{ЖҚТ} = 0,88$

Орташа қысымды турбина ПӘК-і:  $\eta_{ОҚТ} = 0,94$

Төмен қысымды цилиндр ПӘК-і:  $\eta_{ОҚТ} = 0,86$

$$\eta_{ТҚТ} = \eta_{ОҚТ} \cdot H'_0 = 0,86 \cdot 1420 = 1221,2 \text{ кДж/кг} \quad (2.12)$$

Регенерация бойынша іріктеусіз өнеркәсіптік қыздырумен қондырғының абсолютті ПӘК-і:

$$\eta_\theta = \frac{H_{ЖҚТ} + H_{ТҚТ}}{(h_0 - h_i) + h_\theta - h_o'} = \frac{395,6 + 1420}{(3300 - 2562) + 3550 - 132} = 0,43 \quad (2.13)$$

Турбинаның термиялық ПӘК-і:

$$\eta_m = 1 - \frac{t_k(S_\theta - S_k)}{(h_0 - h_k) + (h_\theta - h_1)} = \frac{298(7,6 - 2,8)}{(3300 - 2562) + 3550 - 2840} = 0,59 \quad (2.14)$$

$$E_\sigma = \frac{\eta_m - \eta_\theta}{\eta_\theta} = \frac{0,59 - 0,43}{0,43} = 0,37 \quad (2.15)$$

Суды жылыту және жылыту арқылы циклдің абсолютті ішкі тиімділігін табамыз:

$$E_i = 0,85 \cdot E_\sigma = 0,85 \cdot 0,37 = 0,31 \quad (2.16)$$

Араластыратын деаэратор жылытқышын қосу арқылы суды жылыту схемасын және жылытқыштардың дренажын айдау схемасын таңдаймыз.

Турбинаны іріктеуден буды пайдалана отырып, регенеративті жылытуды бөлеміз. Ол үшін үш негізгі нүктені анықтаймыз:

– конденсатор үшін:  $t_k = 20^\circ\text{C}$ ;

– деаэратор үшін:  $t_\partial = 170^\circ\text{C}$ ;

– су қыздырғыш үшін:  $t_k = 249^\circ\text{C}$ .

Әрбір төмен қысымды жылытқышта су  $20\text{-}30^\circ\text{C}$ , деаэраторда  $15\text{-}30^\circ\text{C}$ , жоғары қысымды жылытқышта  $30\text{-}40^\circ\text{C}$  дейін қыздырылуы тиіс.

$$t_k = t_{\text{эжс}} + t_{\text{жқжс}} = 25 + 35 = 60^\circ\text{C} \quad (2.17)$$

$$t_{\text{тқжс8}} = t_k + t_{\text{жқжс}} = 60 + 35 = 95^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{тқжс7}} = t_{\text{тқжс8}} + t_{\text{жқжс}} = 95 + 35 = 130^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{тқжс6}} = t_{\text{тқжс7}} + t_{\text{жқжс}} = 130 + 35 = 165^\circ\text{C}$$

Деаэраторға кірген бу температурасы:  $t_\partial = 165^\circ\text{C}$

Жоғары қысымды жылытқыштағы (ЖҚЖ) температура өсуін табамыз:

Деаэратордан шыққан бу температурасы:  $t_\partial = 170^\circ\text{C}$

$$t_{\text{жқжс3}} = 170 + 35 = 205^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{жқжс2}} = 205 + 35 = 240^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{жқжс1}} = 240 + 35 = 275^\circ\text{C}$$

Жоғары қысымды жылытқыштың (ЖҚЖ) ПӘК-і:

$$\eta_{\text{жқжс}} = \frac{\eta_i}{1-E_\partial} = \frac{0,59}{1-0,37} = 0,93 \quad (2.18)$$

Орташа қысымды жылытқыштың (ОҚЖ) ПӘК-і:

$$\eta_{\text{оқжс}} = \frac{\eta_i}{1-E_\partial} = \frac{0,43}{1-0,37} = 0,64 \quad (2.19)$$

### 3 ЖЭО блогының есептік сұлбасын құрастыру

#### 3.1 Бу турбиналық қондырғының жылу схемасын есептеу

Жылу тізбегін есептеу міндеті турбинаға будың алдын-ала шығынын нақтылау. Қондырғының барлық элементтеріндегі бу мен су шығынын анықтау және бу турбиналық қондырғының жылу тиімділігінің көрсеткіштерін табу болып табылады. Бу мен судың барлық шығындары бірлік ретінде қабылданған турбинаға бу шығынына қатысты салыстырмалы бірліктерде көрсетілген.

Бұл жағдайда үздіксіз үрлеуі және барабан қазандықтары бар бу турбиналық қондырғы үшін қоректік су шығыны келесідей анықталады:

$$\alpha_{пв} = 1 + \alpha_{пв} = 1 + 0,02 + 0,001 = 1,03 \quad (3.1)$$

ЖҚЖ-1 үшін жылулық баланс теңдігі:

$$\alpha_{n1}q_1 = \alpha_{пв}\tau_1k_1 \quad (3.2)$$

Демек, бірінші іріктеуден жоғары қысымды жылытқышқа жылу буының салыстырмалы шығыны:

$$\alpha_{n1} = \frac{\alpha_{пв}\tau_1k_1}{q_1} = \frac{1,03 \cdot 121,5 \cdot 1,02}{1824} = 0,07 \quad (3.3)$$

ЖҚЖ-2 үшін жылулық баланс теңдігі:

$$\alpha_{n2} = \frac{\alpha_{пв}\tau_2k_2 - \alpha_{n1}(i' - i'')}{q_2} = \frac{1,03 \cdot 184 \cdot 1,02 - 0,07(1226 - 1052)}{1908} = 0,096$$

Қоректік сорғыдағы суды жылыту:

$$\Delta i_{nn} = \frac{\Delta v_{cp}(P_{cy} - P_n)}{\eta_c} = \frac{0,0009(30 - 1,07) \cdot 10^6}{0,87} = 30 \text{ кДж/кг} \quad (3.4)$$

$$P_с = 1,25 \cdot P_0 = 1,25 \cdot 23,5 \cdot 10^6 = 29,4 \text{ МПа} \quad (3.5)$$

мұнда  $P_с$  – қоректік сорғыдан шыққандағы қысым, МПа;

$P_n$  – қоректік сорғыға кіргендегі қысым, МПа.

Қоректік сорғыдағы су энтальпиясы:

$$i_{nn} = i_0 + \Delta i_{nn} = 739 + 30 = 769 \text{ кДж/кг} \quad (3.6)$$

$$\tau_3 = i_{с3} - i_{nn} = 819 - 769 = 50 \text{ кДж/кг} \quad (3.7)$$



$$\alpha_{n3} = \frac{\alpha_{пв} \tau_3 k_3 - (\alpha_{n1} + \alpha_{n2})(i' - i'')}{q_3} \quad (3.8)$$

$$\alpha_{n3} = \frac{1,03 \cdot 50 \cdot 1,02 - (0,07 + 0,095)(1052 - 888)}{2412} = 0,01$$

Жылыту буының және конденсаттың шығыны:

$$\alpha_{др}^{6\partial} = \alpha_{n1} + \alpha_{n2} + \alpha_{n3} = 0,07 + 0,095 + 0,01 = 0,175 \quad (3.9)$$

$$\alpha_{к\partial} = \frac{\alpha_{пв}(i_4 - i'_{\partial} k_{\partial}) - \alpha_{др}^{6\partial}(i'_3 - i_4) - \alpha_{х60}(i_{х60} - i_4)}{i_{65} - i_4} \quad (3.10)$$

$$\alpha_{к\partial} = \frac{1,02(3180 - 732 \cdot 1,02) + 0,175(888 - 3180) + 0,02(100 - 3180)}{671 - 3180} = 0,84$$

$$\alpha_{\partial} = 1,03 - 0,175 - 0,84 - 0,02 = 0,005$$

ЖҚЖ-5 үшін жылулық баланс теңдігі:

$$\alpha_{n5} = \frac{\alpha_{к\partial} \tau_5 k_5}{q_3} = \frac{0,84 \cdot 102 \cdot 1,02}{2448} = 0,035 \quad (3.11)$$

ЖҚЖ-6 үшін жылулық баланс теңдігі:

$$\alpha_{к\partial}(i_{66} - i_{сМ1})k_6 = \alpha_{n6}q_6 + \alpha_{n5}(i'_5 - i'_6) \quad (3.12)$$

$$\alpha_{n6}q_6 + i_{сМ1}\alpha_{к\partial}k_6 = \alpha_{к\partial}k_6 i_{66} - \alpha_{n5}(i'_5 - i'_6)$$

$$2379\alpha_{n6} + 0,85i_{сМ1} = 450$$

$$\alpha_{к\partial}i_{сМ1} = \alpha_{к\partial}i_{67} - \alpha_{n5}i_{67} - \alpha_{n7}i_{67} + \alpha_{n5}i'_{7} + \alpha_{n6}i'_{7} + \alpha_{n7}i'_{7}$$

$$\alpha_{к\partial}i_{сМ1} = \alpha_{к\partial}i_{67} + \alpha_{n5}(i'_{7} - i_{67}) + \alpha_{n6}(i'_{7} - i_{67}) + \alpha_{n7}(i'_{7} - i_{67})$$

$$\alpha_{n6}(i'_{7} - i_{67}) + \alpha_{n7}(i'_{7} - i_{67}) - \alpha_{к\partial}i_{сМ1} = -(\alpha_{n5}(i'_{7} - i_{67}) + \alpha_{к\partial}i_{67})$$

$$\alpha_{n6}(402 - 403) + \alpha_{n7}(402 - 403) - 0,84i_{сМ1} = -(0,02(402 - 437) - 0,83 \cdot 437)$$

$$14\alpha_{n6} + 14\alpha_{n7} - 0,84i_{сМ1} = -340$$

ЖҚЖ-7 үшін жылулық баланс теңдігі:

$$\alpha_{k7}\tau_7k_7 = \alpha_{n7}q_7 + (\alpha_{n5} + \alpha_{n6})(i'_6 - i'_7) \quad (3.13)$$

$$\alpha_{k0}\tau_7k_7 - \alpha_{n5}\tau_7k_7 - \alpha_{n6}\tau_7k_7 - \alpha_{n7}\tau_7k_7 = \alpha_{n7}q_7 + \alpha_{n5}i'_6 - \alpha_{n5}i'_7 + \alpha_{n6}i'_6$$

$$208,9\alpha_{n6} + 2458\alpha_{n7} = 162$$

Сонда келесі теңдікті аламыз:

$$2379\alpha_{n6} + 0,85i_{cm1} = 450$$

$$14\alpha_{n6} + 14\alpha_{n7} - 0,83i_{cm1} = -340$$

$$209\alpha_{n6} + 2458\alpha_{n7} = 162$$

Жаубы:  $\alpha_{n6} = 0,03$ ;  $\alpha_{n7} = 0,06$ ;  $i_{cm} = 440 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ .

ЖҚЖ-8 үшін жылулық баланс теңдігі:

$$\alpha_{k7} = \alpha_{k0} - \alpha_{n5} - \alpha_{n6} - \alpha_{n7} = 0,715 \quad (3.14)$$

$$\alpha_{n8} = \frac{\alpha_{k7}(i_{g7} - i_{6k})}{q_8} = \frac{0,715(259 - 104,9)}{2271} = 0,05$$

### 3.2 Конденсатордағы бу шығыны

$$\alpha_k = \alpha_{k7} - \alpha_{k8} = 0,715 - 0,049 = 0,666 \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} \alpha_k + \alpha_{n1} + \alpha_{n2} + \alpha_{n3} + \alpha_{n4} + \alpha_{n5} + \alpha_{n6} + \alpha_{n7} + \alpha_{n8} = \\ = 0,67 + 0,07 + 0,095 + 0,01 + 0,05 + 0,035 + 0,03 + 0,06 + 0,04 = 1,03 \end{aligned}$$

Материалдық баланстың қателік ықтималдығы:

$$\frac{1,03 - 1}{1} \cdot 100 = 3\%$$

Турбина бөліктеріндегі будың шығыны мен жұмысы модернизациялаудан кейін өзгереді. Турбина бөліктеріндегі будың шығысы мен жұмысы (3 кестеде) көрсетілген. Бөлім арқылы будың салыстырмалы шығыны келтірілген.

### 3-кесте-Турбина бөліктеріндегі будың шығысы мен жұмысы

Турбина бөлігі	Бөлім арқылы будың салыстырмалы шығыны	Бөліктегі жылу мөлшері	Турбина бөліктеріндегі будың жұмысы қДж/кг
0-1	$\alpha_{1-2} = 1$	$H_{1-2} = 290$	290
1-2	$\alpha_{2-3} = 0,93$	$H_{2-3} = 90$	83,7
2-3	$\alpha_{2-3} = 0,835$	$H_{2-3} = 250$	208,75
3-4	$\alpha_{3-4} = 0,825$	$H_{3-4} = 150$	123,75
4-5	$\alpha_{4-5} = 0,82$	$H_{4-5} = 130$	106,6
5-6	$\alpha_{5-6} = 0,785$	$H_{5-6} = 140$	109,9
6-7	$\alpha_{6-7} = 0,756$	$H_{6-7} = 180$	136,08
7-8	$\alpha_{7-8} = 0,693$	$H_{7-8} = 200$	138,6
8-k	$\alpha_{8-k} = 0,653$	$H_{8-k} = 230$	150,2

$$D_0 = \frac{N_э}{\sum_i \alpha_i H_i \eta_i} = \frac{80000}{1321} = 60,5 \text{ кг/с} \quad (3.16)$$

Бу мен судың абсолюттік шығыны:

$$D_{n6} = \alpha_{n6} D_0 = 1,03 \cdot 47,4 = 48,82 \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (3.17)$$

$$D_1 = \alpha_{n1} D_0 = 0,07 \cdot 47,4 = 3,31 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

$$D_2 = \alpha_{n2} D_0 = 0,095 \cdot 47,4 = 4,5 \text{ кг/с},$$

$$D_3 = \alpha_{n3} D_0 = 0,01 \cdot 47,4 = 0,474 \text{ кг/с},$$

$$D_4 = \alpha_{n4} D_0 = 0,05 \cdot 47,4 = 2,37 \text{ кг/с},$$

$$D_5 = \alpha_{n5} D_0 = 0,035 \cdot 47,4 = 1,66 \text{ кг/с},$$

$$D_6 = \alpha_{n6} D_0 = 0,029 \cdot 47,4 = 1,37 \text{ кг/с},$$

$$D_7 = \alpha_{n7} D_0 = 0,063 \cdot 47,4 = 3 \text{ кг/с},$$

$$D_8 = \alpha_{n8} D_0 = 0,04 \cdot 47,4 = 1,9 \text{ кг/с},$$

$$D_k = \alpha_{nk} D_0 = 0,663 \cdot 47,4 = 31,4 \text{ кг/с}.$$

Конденсациялық қондырғымен электр энергиясын өндіруге жұмсалатын жылу шығыны:

$$D_n = D_0 - D_1 - D_2 = 60,5 - 3,31 - 4,5 = 52,7 \text{ кг/с} \quad (3.18)$$

$$Q_1 = D_n(i_0 - i_{нв}) - D_0(i_n - i_{нв}) = 23188 - 20812 = 2376$$

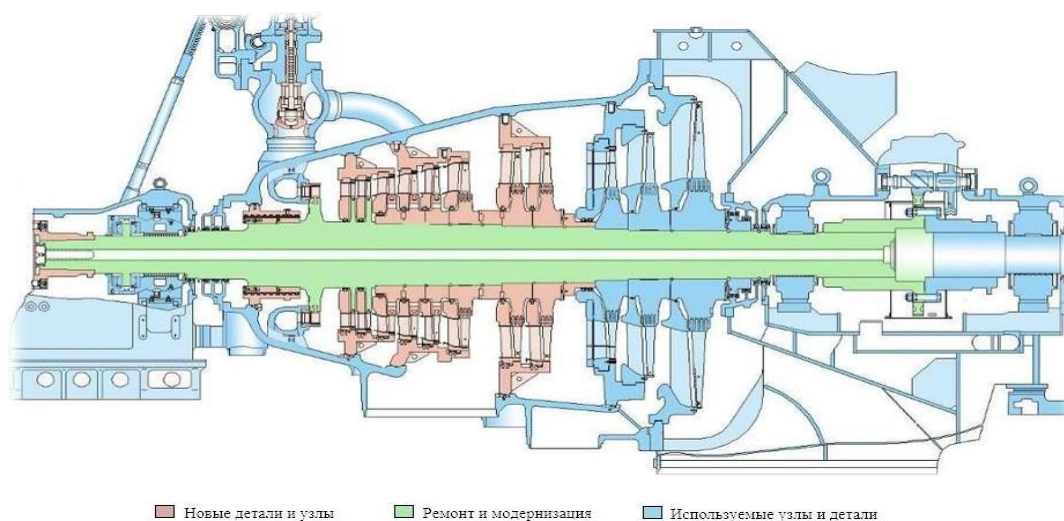
Турбинаға будың үлестік шығысы:

$$d_0 = \frac{D_0}{N_3} = \frac{60,5}{80} = 0,76 \frac{\text{кг}}{\text{кВт}\cdot\text{сағ}}, \quad (3.19)$$

$$q_3 = \frac{Q_1}{N_3} = \frac{2376}{80} = 29,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кВт}\cdot\text{сағ}}. \quad (3.20)$$

### 3.3 Бу турбиасымен ұлғайту

Бу турбиасын ұлғайту турбинаның тиімділігін арттырады. Мысалы турбина роторымен ұлғайту арқылы оның номиналды және максималды қуатын арттыра аламыз. Қазіргі уақытта жоғары сапалы турбиналар шығарылуда. Олар жоғары температура мен қысымға төзімді болып табылады. Бу турбиасын ұлғайтудың құрылымы (3 суретте) көрсетілген.



### 3-сурет-Бу турбиасын ұлғайтудың құрылымы

Кестеден көріп тұрғандарымыздай ұлғайтудан кейінгі турбинаның номиналды қуаты 80 МВт-тан 100 МВт-қа дейін, ал максималды қуаты 100 МВт-тан 115-120 МВт-қа дейін артқанын байқаймыз (3.1 кесте). Сонымен қатар турбинадағы бу шығыны да 185 т/сағ-тан 60 т/сағ-қа дейін азайды. Бу турбиасын ұлғайту арқылы энергия мөлшері мен қондырғының қызмет ету мерзімін арттыра аламыз.

**3.1-кесте-Бу турбинасын ұлғайтудан кейінгі номиналды көрсеткіштер**

Көрсеткіштер	Дейін	Кейін
Номиналды қуат (МВт)	80	100
Максималды қуат (МВт)	100	115
Номиналды бу шығыны (т/сағ)	300	280
Максималды бу шығыны (т/сағ)	185	60
Жылулық жүктемесі (Гкал/сағ)	100	140

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе ПТ-80-130 турбинасын ұлғайтудың маңыздылығы байқалды. Турбинаны жаңалау немесе ұлғайту арқылы оның қуаты мен тиімділігінің артқаны көрінді.

Жобада Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-ның тарихы, өндірістік кәсіпорын құрылымы, цехтары мен негізгі қондырғылары сипатталды. Сонымен қатар бу турбинасының түрлері мен жұмыс істеу принципі келтірілді. Конденсациялық бу турбинасы мен жылулық бу турбинасының артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталды.

ПТ-80-130 турбинасының құрылымдық сұлбасы мен бөлшектерінің атқаратын қызметі айқындалды. ПТ-80-130 турбинасына байланысты техникалық есептеулер жүргізілді. Жоғары қысымды орташа қысымды және төмен қысымды турбиналардың пайдалы әсер коэффициенті анықталды. Сол сияқты жоғары және төмен қысымды жылытқыштар үшін де жылулық баланс теңдеуі қарастырылды. Конденсатордағы бу шығыны мен турбинадағы будың үлестік шығысы анықталды. Осылайша жалпы бу турбинасы туралы түсінік қалыптасты.

## А қосымшасы

### А.1-кесте - К түрлі бу турбиналары

Модель	$N_э$ , МВт	$D_0$ , т/сағ	$P_0$ , МПа	$t_0$ , °С	$P$ , МПа	$t$ , °С	$P_к$ , кПа
К-1200-240	1200	3750	23,5	540	3,9	540	3,58
К-800-240	800	2520	23,5	540	3,8	540	3,43
К-500-240	500	1550	23,5	540	4	540	3,62
К-300-240	300	930	23,5	545	3,9	545	3,5
К-210-130	210	630	12,7	545	2,5	545	3,46
К-200-130	200	600	12,7	545	2,5	545	3,43

## Б қосымшасы

### Б.1-кесте - ПТ түрлі бу турбиналары

Модель	$N_э$ , МВт	$P_0$ , МПа	$t_0$ , °С	$D_0$ , т/сағ	$Q_т$ , МВт	$P_{өн}$ , МПа
ПТ-135-130	135	13	555	750	130	1,5
ПТ-80-130	80	13	555	450	82	1,3
ПТ-60-130	60	13	555	350	63	1,3
ПТ-60-90	60	9	545	390	72	1,3
ПТ-25-90	25	9	545	159	32	1,0
ПТ-12-35	12	3,5	435	109	24	1,0

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1) Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Энергоатомиздат, 2010.
- 2) Соловьев Ю.П. Проектирование теплоснабжающих установок для промышленных предприятий, 2008.
- 3) Смирнов А.Д, Антипов К.М. Справочная книжка энергетика: Энергоатомиздат, 2012.
- 4) Липов Ю.М. и др. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Энергоатомиздат. 2008.
- 5) Тепловой расчет котельного агрегата. Нормативный метод: Энергия. 2004.
- 6) Энергетическое оборудование для тепловых электростанций и промышленной энергетики. Номенклатурный каталог, 2012.
- 7) Ривкин С.Л, Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. Справочник: Энергоатомиздат. 2004.
- 8) Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин, 1955.



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

**Тоғысбаев Ергеш Жасузақұлы**  
(аты-жөні)

**5B071700 - Жылуэнергетика мамандығы бойынша**  
(мамандығы)

**«Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н ПТ-80-130 турбиναςымен ұлғайту»**  
(дипломдық жобаның тақырыбы)

**тақырыбындағы дипломдық жұмысына**

### **ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ**

Осы дипломдық жұмыста студент Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н қарастырды. Жұмыстың мақсаты ПТ-80-130 турбиναςымен ұлғайту және ЖЭО-дағы қондырғының пайдалы әсер ету коэффициентін арттыру. ПТ-80-130 қоршаған орта температурасында регенеративті жылыту және желілік жылытқыштар жүйесі, сондай-ақ турбоқондырғының және энергоблоктың жылу үнемділігінің көрсеткіштері есептелген. Жұмыс барысында бу турбиναςы есептелінді. Қондырғының жалпы сипаттамалары мен есептік схемалары келтірілді. №3 ЖЭО-нң принципіалды жылулық схемасы қарастырылды. Жоғары және төмен қысымды жылытқыштар үшін де жылулық баланс теңдеуі келтірілген. Конденсатордағы бу шығыны мен турбинадағы будың үлестік шығындары анықталды.

Диплом жазушы Тоғысбаев Е. жұмысты орындау барысында аса жауапкершілікпен, әрбір есебін мұқият шығарып, алған теориялық білімін практика жүзінде жоғары деңгейде көрсетті. Алдына қойылған міндеттерді уақытылы орындап, мақсатқа толық жетті.

Қорытынды мен ұсыныстардың айғақтылығы және нақтылығы бойынша дипломдық жобадағы алдына қойылған мәселені шешу дәрежесі жоғары, зерттеу толығымен аяқталған.

Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Тоғысбаев Ергеш «Жылуэнергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А «өте жақсы» 95 баллмен бағалаймын.

**Ғылыми жетекші**  
Техника ғылымдарының магистрі,  
«Энергетика» кафедрасының  
сениор-лекторы

 А.С. Ныгыманова  
(қолы)

« 18 » 05 2022 ж.

Тақырыбы: «Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н ПТ-80-130 турбинасымен ұлғайту»

5B071700 – Жылу энергетикасы  
(шифр және мамандық атауы)

Тоғысбаев Ергеш Жасуақұлы  
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына  
(жұмыс түрінің атауы)

### СЫН ПІКІР

Дипломдық жұмыста Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н ПТ-80-130 турбинасымен ұлғайту ұсынылған. Жобаның негізгі мақсаты айқындалған. ПТ-80-130 қоршаған орта температурасында регенеративті жылыту және желілік жылытқыштар жүйесі, сондай-ақ турбоқондырғының және энергоблоктың жылу үнемділігінің көрсеткіштері есептелген. Қондырғының жалпы сипаттамалары мен есептік схемалары келтірілген. №3 ЖЭО-н принципіалды жылулық схемасы қарастырылған.

Дипломдық жұмыс үш бөлімнен, бірінші бөлімде Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н энергетикалық кешені ұсынылған. Екінші бөлімде қондырғылардың энергетикалық тиімділігін арттыру қарастырылған. Үшінші бөлімде ЖЭО блогының есептік сұлбасы және конденсатордағы бу шығыны келтірілген.

#### Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, есептеулер нәтижелері бойынша түлектің одан әрі әрекеттері байқалады, бірақ әр тараудан кейін тұжырымдар мен ұсыныстар жоқ. Пайдалаған әдебиеттер тізімі бойынша жаңа мәліметтер пайдаланылуы керек. Соған қарамастан жұмыс толықтай дайын деп есептеймін. Дипломдық жұмыстың жалпы деңгейі өте жақсы, талаптарға сай жазылған.

Сонымен, дипломдық жұмыс маманды дайындау бағыты бойынша берілетін академиялық дәрежесі мен біліктілігіне сай келеді деп ойлаймын.

#### Жұмысты бағалау

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, Тоғысбаев Ергештің дипломдық жұмысы А «өте жақсы» (95 балл) бағасына, ал автор – жылуэнергетика бакалавры академиялық дәрежесін немденуге лайық деп бағалаймын.

#### Сын-пікір беруші

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Жылу физика және техникалық физика» кафедрасының асистенті, техника ғылымдарының кандидаты

Тоғысбаев Ергеш Жасуақұлы  
«19» 05 2022 ж.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тогысбаев Ергеш Жасузақұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-и ПТ-80-130 турбинасымен ұлғайту

Научный руководитель: Айнур Нығыманова

Коэффициент Подобия 1: 2.9

Коэффициент Подобия 2: 1.6

Микропробелы: 3

Знаки из здругих алфавитов: 2

Интервалы: 1

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

*допущены к защите*

Дата

*19.05.2022*

Заведующий кафедрой



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тогысбаев Ергеш Жасұзақұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Шымкент қаласындағы №3 ЖЭО-н ПТ-80-130 турбинасымен ұлғайту

Научный руководитель: Айнур Ныгыманова

Коэффициент Подобия 1: 2.9

Коэффициент Подобия 2: 1.6

Микропробелы: 3

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 1

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Тогысбаев Ергеш Жасұзақұлы дипломындағы ұрысқа пәлшәт  
емес. Керемет  
Дата



проверяющий эксперт

18.05.2022м.



