

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Ғұмарбек Дәукеев атындағы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылуэнергетикалық қондырғылар
кафедрасы

«БЕКІТЕМІН»

ЖЭЖТИ директоры

Бахтияр Б.Т., т.ғ.к.

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

«Қорғауға жіберілді»

Кафедра меңгерушісі

Кибарин А.А., т.ғ.к., доцент

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ « _____ » _____ 2020 ж. _____ « _____ » _____ 2020
(қолы) ж. (қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Екібастұз МАЭС-індегі К-500-240-2 турбина жұмысын тоқтату режимін жетілдіру

_____ 5В071700-Жылуэнергетикасы _____ мамандығы бойынша
Орындаған Исахан Алтынай Ерланқызы _____ ТЭСк-16-1
(студенттің аты - жөні) (тобы)

Ғылыми жетекші: Бакытжанов И.Б. ЖЭҚ кафедрасының доценті
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Пікір жазушы: Астаубаев М.Н., АЛ АлЭС ЖЭО-1 бөлім бастығы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: Олжабаева К.С. ЖЭҚ кафедрасының аға оқытушысы
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Кенесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:

Сатымова М.Е., МК кафедрасының аға оқытушысы

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:

Бекмуратова Н.С., ИЭЖЕҚ кафедраның аға оқытушысы

(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ « _____ » _____ 2020 ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Ғұмарбек Дәукеев атындағы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Жылуэнергетика және жылу техника институты
5B071700 – «Жылуэнергетика» мамандығы
Жылуэнергетикалық қондырғылар кафедрасы
жұмысты орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Исахан Алтынай Ерланқызы
(аты - жөні)

Жұмыс тақырыбы: «Екібастұз МАЭС-індегі К-500-240-2 турбина жұмысын тоқтату режимін жетілдіру»

ректордың « 11 » қараша 2019ж. №147 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2020 ж.

Жұмысқа бастапқы деректер (талап етілетін жұмыс нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері):

Дипломдық жұмыстың мақсаты, есептері және нысаны болып Екібастұз МАЭС-ің К-500-240-2 турбинаны жөндеуге тоқтатқан кезде, турбинаны тез салқындату және бос тұру уақытын қысқарту қарастырылған. Арнайы сұрақта К-500-240-2 турбинасын тез салқындату үшін барлық белгілі әдістер қарастырылған және турбиналарды салқындату бойынша тәжірибелік мәліметтер зерттелінген.

Диплом жұмысындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жұмысының қысқаша мазмұны: Бұл дипломдық жұмыста турбиналардың тоқтату режимдерін тексеру бойынша тәжірибелер жүргізе отырып, уақытты азайту арқылы, электр энергиясын үнемдеу тәжірибелерін қарастыру орын табылады. Әркезде турбиналарды тоқтатқан кезде электр энергиясын үнемдеу уақытты азайту есебінен орын алады. Бұл жеке тәжірибелер арқылы расталды. Турбинаны тез салқындатуды пайдалану нәтижесінде жылына 5,8 млн. теңге үнемделеді.

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі

1. Екібастұз МАЭС-інің бастапқы жоспары
2. Жоғары қысымды және орта қысымды цилиндрлер схемасы
3. Бас корпус құрастырылуы

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

- 1 И.К.Вишницкий, Ю.И. Кириллов, Б.Ф. Лейпунский, Ф.В. Сапожников.Строительство тепловых электростанций. Том 1. – Москва, 2010.
- 2 Григорьев В.А., Зорин В.М. Тепловые и атомные электрические станции. – Москва, 1982.
- 3 Титов В.В., Хуторецкий Г.М., Загородная Г.А. Турбогенераторы, расчет и конструкция. – Ленинград, 1967.
- 4 КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014 Оқу әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын талаптар. – Алматы, АУЭС, 2014.
- 5 Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. – Алматы, АУЭС, 2014.
- 6 Нормы экономического проектирования тепловых электрических станций – ВГПИ и НИИ. «Энергосетьпроект», 1997.
- 7 Рыжкин В.Я. «Тепловые электрические станции» М., «Энергия», 1976г.

Жұмыс бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	ҚОЛЫ
Негізгі бөлім	Бакытжанов И.Б.	02.05.2020	
Экономика	Сатымова М.Е.	06.05.2020	
Өміртіршілік қауіпсіздігі	Бекмуратова Н.С.	14.05.2020	

диплом жұмысын дайындау

К Е С Т Е С І

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту	№ р/с
1	500 МВт блоктың іске қосу схемасы мен жабдықтарының сипаттамасы	17.03.2020		
2	Жылу сұлбасын есептеу	29.03.2020 ж		
3	К-500-240-2 турбинының құрылысының сипаттамасын қарастыру	15.04.2020 ж.		
4	Маймен жабдықтау жүйесі	28.04.2020 ж.		
5	Турбинаны тоқтату режимдерін тәжірибелік өңдеуді қарастыру	13.05.2020 ж.		
6	Жұмыс нәтижелері бойынша қорытындылар мен ұсыныстар жасау	18.05.2020 ж.		
7	Зерттеу нәтижелерін техникалық-экономикалық бағалау	25.05.2020 ж.		

Тапсырманың берілген уақыты « _____ » _____ 20__ ж.

Кафедра меңгерушісі _____ Кибарин А.А., техн.ғыл.канд., доцент
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жұмыс жетекшісі _____ Бакытжанов И.Б. ЖЭҚ кафедрасының доценті.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Исахан Алтынай Ерланқызы
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жұмыста әр түрлі типті турбиналардың ЖҚЦ және ОҚЦ металының жоғары температурасы кезінде мойынтірекке май беруді ажырату кезінде қалпына келтірілген турбиналардың сенімділігін анықтайтын шарттарға талдау жүргізілді. Металдың жоғары температуралары кезінде майлау жүйелерін ажыратып, бұрын тәжірибелерде алынған деректерді жинақтау орындалды.

К - 500 - 240 - 2 турбинасының ЖҚЦ температурасы 240 - 250 °С және ОҚЦ температурасы 260 - 300 °С кезінде олардың сенімділігін растайтын тәжірибелік түрде тексеру нәтижелері сипатталған. Турбинаны тоқтату кезінде майлау жүйесін ажыратқаннан кейін мойынтіректердің баббит температурасының максимумын төмендететін және мойынтіректердің жылулық тұрақтану уақытын азайтатын жетілдірілген технология қолданылды.

Аннотация

В дипломной работе произведён анализ условий, определяющих надёжность остановленных турбин при отключении подачи масла на подшипники при повышенных температурах металла ЦВД и ЦСД на турбинах различных типов. Выполнено обобщение экспериментальных данных, полученных ранее в опытах с отключением систем смазки при повышенных температурах металла.

Описаны опыты по экспериментальной проверке режимов остановки турбин К-500-240-2 с отключением систем смазки при температурах ЦВД 240 - 250°С и температурах ЦСД 260 - 300°С, подтвердившие их надёжность. При остановке турбины использовалась усовершенствованная технология, снижающая максимум температур баббита подшипников после отключения системы смазки и уменьшающая время тепловой стабилизации подшипников.

Annotation

The thesis analyzes the conditions that determine the reliability of restored turbines when the oil supply to the bearings is switched off at elevated metal temperatures of the high-pressure cylinder and medium-pressure cylinder on various types of turbines. A generalization of experimental data obtained earlier in experiments with switching off the lubrication systems at elevated metal temperatures is performed.

Experiments on experimental verification of turbine stopping modes are described. К-500-240-2 with shut-off of lubrication systems at high-pressure cylinder temperatures of 240-250 °С and medium-pressure cylinder temperatures of 260-300 °С, which confirmed their reliability. When the turbine was stopped, an advanced technology was used that reduces the maximum temperature of the bearings ' babbitt after the lubrication system is switched off and reduces the time for thermal stabilization of the bearings.

Мазмұны

Кіріспе	6
1 500 МВт блоктың іске қосу схемасы мен жабдықтарының сипаттамасы	8
1.1 П-57-2 тура ағынды қазаны	8
1.2 К-500-240-2 турбиначасы	9
1.3 ТВМ-500 турбогенераторы	11
1.4 Іске қосу схемасының қысқаша сипаттамасы	12
1.5 Жылу сұлбасын есептеу	15
2 К-500-240-2 турбиначасы құрылысының сипаттамасы	23
2.1 Білік бұрыштық құрылғы	23
2.2 Тұтас қақталған ЖҚЦ және ОҚЦ роторлары	24
2.3 Турбина жалғауыштық жылыту жүйесінің қосылуы	26
2.4 Дренаж және тазарту жүйесі	27
3 Маймен жабдықтау жүйесі	28
4 Турбинаны тоқтату режимдерін жетілдіру бойынша міндеттерді қою және табиғи суыту сипаттамалары	29
5 Майлау жүйесін өшіру кезінде турбинаның сенімділігіне әсер ететін факторлар	34
5.1 Майлау жүйесін өшіру кезінде мойынтіректердің баббитінің шекті рұқсат етілетін температурасын таңдау	36
5.2 Айналмайтын ротордың температураның ауытқуы	39
6 Турбинаны тоқтату режимдерін тәжірибелік өңдеу	46
6.1 №1 тәжірибе	46
6.2 №2 тәжірибе	47
6.3 №3 тәжірибе	47
6.4 №4 тәжірибе	48
6.5 Тәжірибені аяқтау	50
6.6 Тәжірибе нәтижелері бойынша негізгі қорытындылар	50
7 Жұмыс нәтижелері бойынша қорытындылар мен ұсыныстар	52
8 Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімі	55
8.1 Су электр станциясының еңбек ету жағдайына талдау жасау	55
8.2 Электр станциясындағы электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету, қадамдық және жанасу кернеулерін есептеу	57
9 Экономикалық бөлім	65
Қорытынды	70
Әдебиеттер тізімі	71

ДЖ.5В071700.КО.ТЖ				
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні
Орындаған	Исахан А.Е.			
Жетекші	Бакытжанов И.Б			
Реценз.	Астаубаев М. Н.			
Мөл. қабыл	Олжабаева Қ.С.			
Бекітуші	Кибарин А.А.			
Мазмұны			Бет	Беттер
			6	71
АЭЖБУ ЖЭК каф.				

Кіріспе

Тоқтаған турбиналарда орындалатын жөндеу жұмыстарының бір қатары тек қана майлау жүйесін ажыратқаннан немесе осы жүйеден мойынтірекке май беруді тоқтатқаннан кейін ғана орындалуы мүмкін. Оларға мойынтіректердің өзін ашуды, сондай-ақ турбинаның ағынды бөлігін ашуды, генераторды ашуды талап ететін жұмыстар, сондай-ақ май құбырларын, май бактарын және босатуды талап ететін басқа да жұмыстар жатады.

Әртүрлі типті бу турбиналарын пайдалану жөніндегі қолданыстағы нұсқаулықтарда мойынтірекке май беруді ажырату мүмкіндігін анықтайды, яғни ЖҚЦ және ОҚЦ-дің металдарының температурасы әдетте, 150–170 °С-тан жоғары болмайды. Жөндеу жұмыстарының басында турбиналық металдың салыстырмалы төмен температурасын ескеру қажеттілігі, турбинаның жоғарыда аталған себептер бойынша жөндеуге шығарылғандағы бос уақытын едәуір арттырады. Бұл металл температурасының төмен аймағында турбинаны суыту уақытының едәуір шығынымен байланысты. Мысалы, табиғи суыту кезінде жоғары температуралы цилиндрлердің металл температурасының 10 °С -қа төмендеуі, төмен температура диапазонында (250-300 °С) 5-тен 10 сағатқа дейін уақыт алады. Температураны бірден түсіру арқылы турбинаны ауамен міндетті суыту төменгі температура аймағында осы шамаға температураның төмендеуі 3,0 - 4,0 сағатқа жуық уақыт алады.

Жеке тәжірибелермен расталған бұрын жасалған талдау майлау жүйесін ажыратуға жол беретін металдың температурасын таңдау жеткіліксіз негізделмегенін және турбинаның түріне байланысты оның елеулі түрде 250 - 300 °С дейін және одан қатты жоғарылау мүмкіндігі бар екенін көрсетті. Бұл ретте табиғи суыту кезінде турбинаны жөндеуге кететін уақыт шығынын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік пайда болады. Турбиналарды салқындату кезде де уақыт үнемділігіне қол жеткізіледі. Соңғы жағдайда басқа да әсер болуы мүмкін – турбинаны салқындату технологиясын жеңілдету. Мысалы, аралас суытудың орнына тек қана жүктемемен суытуды немесе цилиндр металының жоғары температурасы кезінде суыту процесі мүлде тоқтатылуы мүмкін.

Екібастұз МАЭС-да Харьков турбиналық зауыты (ХТЗ) шығарған, К-500-240-22 турбиналары жұмыс істейді, ол үшін қолданыстағы нұсқаулықтарда майлау жүйесін (МЖ) сөндіруге болатын, жылу және орталық айналым жүйелері металының максималды температурасы белгіленген, ол 150 °С-қа тең. Осы типтегі турбиналар үшін көрсетілген температураны арттыру жолдарын негіздеу бойынша жұмыстар бұрын соңды орындалмаған.

ЖҚЦ және ОҚЦ-дің жоғары температуралары кезінде майлау жүйесін ажыратып, қуаты 500 МВт турбиналарды тоқтату режимдерін теориялық талдау мен тәжірибелік тексеру нәтижелері осы жұмыста баяндалады.

											Бет
											7
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні							

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		8

1 Қуаты 500 МВт блоктың іске қосу сұлбасы мен жабдықтарының сипаттамасы

1.1 П-57-2 тура ағынды қазандық қондырғысы

СКҚ Пп № 1650/255 тура ағынды қазандық қондырғысы, К-500-240-2 турбинасы және ТГВ-500 генераторымен бір блокта жұмыс істеуге арналған құрылғы. Дайындаушы зауыт – “ Орджоникидзе атындағы Подольдык машина құрастыру зауыты”.

№1 кесте - Қазанның Екібастұз көмірін жағуға есептелген құрамы

Q_{H}^{P}	4165 ккал/кг
Көміртегі С	44,6 %
Күкірт	0,66 %
Сутегі Р	2,86 %
Оттегі O_2	4,64 %
Азот	0,8 %
Блғалдылығы	9 %
Күлділігі A_p	37,44 %

П-57-2 қазаны номиналды жүктеме кезінде мынадай көрсеткіштерге ие:

№2 кесте - Бастапқы тракт

1. Қазандықтың бу өнімділігі	1650 т/сағ
2. Қ.қ. шығысындағы бу қысымы	255 кг/см ²
3.Қ.қ бастапқы будың температурасы	545°С
4. Қоректік судың температурасы	277 °С
5. СЭ үшін су температурасы	314 °С
6. ТСБ-1 ортасының температурасы	361 °С
7. ТСБ-2 ортасының температурасы	385 °С
8. ӨА үшін су температурасы	400 °С
9. ОСБ-1 үшін су температурасы	416 °С
10. ОСБ-2 үшін бу температурасы	445 °С
11. ТЭ-дағы бу температурасы	467 °С
12. ББЖА үшін бу температурасы	431 °С
13. ЖСБ үшін будың температурасы	445 °С
14. ШБҚ үшін бу температурасы	471 °С
15. ШПҚ-2 үшін бу температурасы	513 °С
16. ПТК үшін бу температурасы	545 °С

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		10

№3 кесте - Екінші тракт

1. Аралық қыздыруға кеткен бу шығыны	1364 т/сағ
2. ЖҚКК кірісіндегі бу қысымы	42 кг/см ²
3. ЖҚКК шығысындағы бу қысымы	40,1 кгс/см ²
4. ЖҚКК шығысындағы бу температурасы	545 °С

№4 кесте - Қазандық қондырғыдағы будың екінші трактісі бойынша температурасы

1. ББЖА-қа кіре берістегі будың температурасы	302°С
2. ББЖА-тың шығысындағы бу температурасы	435°С
3. ПТК-1 кірісінде араластырылғаннан кейінгі будың температурасы	392°С
4. ЖҚКК үшін бу температурасы	465°С
5. ЖҚКК үшін бу температурасы	545°С

1.2 К-500-240-2 турбиначасы

Турбина келесі негізгі номиналды көрсеткіштерде жұмыс істеу үшін есептелген:

- а) номиналды қуаты 500 МВт;
- ә) ротордың айналу жылдамдығы 3000 айн/мин;
- б) ЖҚЦ-дегі өздігінен тоқтатқыш қақпақшаларының алдындағы жаңа будың абсолютті қысымы 240 ата;
- в) ЖҚЦ-дегі өздігінен тоқтатқыш қақпақшаларының алдындағы жаңа будың температурасы -540°С ;
- г) ЖҚЦ-ден шығуда будың абсолюттік қысымы, номиналды қуат кезінде - 41,5 ата;
- ғ) ОҚЦ-дің температурасы - 540°С;
- д) Аралық аса қыздырудан кейін ОҚЦ-дің қақпақшаларының блоктарына кірер алдында будың абсолюттік қысымы - 37,2 ата;
- ж) турбиналық шықтағыштағы абсолютті қысым, салқындатқыш судың есептелген температурасы бойынша + 12 ° С және ағынның жылдамдығы 51480 т/сағ - 0,0357 ата.

Бу турбиначасының төменгі қысымды жылытқыштарда, деаэрациялық қондырғыда, 265±5°С температураға дейін жоғары қысымды жылытқыштарда (номиналды қуат) және қоректік сорғылардың жетекті турбиналарын қоректендіруге арналған 9 реттелмейтін бу сұрыптары бар.

Турбинаның регенеративті іріктеуінен басқа, қуатты сақтай отырып, жылуландыру мұқтажын жабу үшін I және II сатыдағы желілік жылытқыштарға буды іріктеуге жол беріледі.

Станцияның жеке қажеттіліктері үшін 100 т/сағ жылдамдығымен (сәйкесінше жылу қуатының төмендігімен) ыстық жылу құбырларынан қосымша бу алуға рұқсат етіледі.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		11

ЖҚҚ ажыратылған кезде қуаты 500 МВт дейін турбинаның ұзақ жұмыс істеуіне жол беріледі.

Турбинаға бұдың максималды шығыны 1650 т/сағ құрайды. Турбина - бұл екі білікке арналған, төрт бу шығаратын және бір біліктен тұратын төрт цилиндрлі қондырғы (әр конденсатор үшін екі шығысы бар).

Қазандықтан жасалған жаңа бу екі құбырмен турбинаның бойлық осіне қатысты симметриялы орналасқан екі бөлек тұрған блоктарына жеткізіледі.

Әрбір блок бір тоқтатқыш және төрт реттеуші қақпақшадан тұрады. Бу реттегіш қақпақшаларынан тоғыз өткізу құбыржолдары бойынша турбинаның ЖҚЦ төрт сопақ қорабына беріледі.

Турбинаның бу бөлуі соплалық болып табылады. Номиналды жағдайда қуаты 500 МВт екі сопақ қорапқа жұмыс істейтін жеті реттеуші қақпақшамен қамтамасыз етіледі, олардың әрқайсысында 11 соплодан және біреуінде 9 сопло бар.

Бұл ретте екі соплалық қорапта жұмыс істейтін алғашқы бес қақпақшаны ашу 70% жүктемені қамтамасыз етеді. 8-ші реттеуші қақпақша артық жүктеме болып табылады, ол 4 шүмектен тұратын сопақ қорапқа жұмыс істейді және турбинаның артық жүктеме режимін қамтамасыз етеді.

ЖҚЦ 10 сатыдан тұрады, оның ішінде бір жақты реттеуші сатыдан тұрады. ЖҚЦ-ден кейін екі құбырмен аралық қыздыру үшін қазандық қондырғысына жіберіледі, содан кейін екі құбыр бойынша аралық қыздыру қақпақшаларының екі блоктарына және одан әрі ОҚЦ-ге екі қайта іске қосу құбырлары бойынша жүргізіледі.

Төмен қысымды цилиндрлер әр ағында бес сатыдан тұратын екі бұрандалы болып келеді. Өткізілген төмен қысымды бу екі беттік бір бұрандалы су шықтағышына түседі.

Роторлар турбина жағынан генераторға қарайтын болса, сағат тілі бойынша айналады. ЖҚЦ және ОҚЦ роторлары тұтас қақталған болып табылады.

ТҚЦ роторлары дәнекерленген. Турбиналық роторлар мен генератордың роторлары қатты жалғастырғыштар арқылы қосылады.

Турбинаның жалғауыштық қосылыстарын жылыту жүйесі

ЖҚЦ және ОҚЦ жалғауыштық қосылыстарды жылыту жүйесі суық және қатпаған күйлерден іске қосу режимдерінде турбоқондырғының маневрлігін арттыруға және осы режимдерде корпусстардың термо кернеулі күйін оңтайландыруға арналған. Сонымен қатар, ЖҚЦ және ОҚЦ жалғауыштық қосылыстарды жылыту жүйесі турбинаны әртүрлі тәсілдермен бөгеуілдеген кезде қабылданады.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		12

Дренаждық-үрлеу жүйесі

Дренаждық-үрлеу жүйесі құбыржолдары мен турбоқондырғы тораптарын дренаждауға, сондай-ақ НБЫ-на дейін және одан кейін бас бу құбырларының учаскелерін, ОҚЦ қақпақшаларының блоктарын және ОҚЦ қақпақшаларының алдындағы аралық қыздыру бу құбырларының учаскелерін жылытуға арналған.

Дренаждық-үрлеу жүйесінен шықтағыштарға ортаны қабылдау бу салқындатқышы бар үрлеу коллекторы және бактың ішінде салқындатқыш құрылғысы бар дренаждардың кеңейткіш бағы (КБ-9) арқылы жүзеге асырылады.

1.3 ТВМ-500 турбогенераторы

ТВМ-500 УЗ типтегі турбогенераторының суымен салқындатқышы Т-750 маркалы трансформатор майымен статордың орамасын, өзегі мен құрылымдық элементтерін салқындатады, ротордың орамасы мен бөшкесін шықпен салқындатады.

Трансформаторлық май статикалық орамның қағаз оқшауламасын сіндіретін оқшаулағыш материал болып табылады.

ТВМ-500 генераторын қоздыру жүйесі

ТВМ-500 генераторын жұмыстық қоздыру ретінде тәуелсіз тиристорлық қоздыру жүйесі қолданылды.

Генератордың резервтік қозуы жеке тұрған БР-3, БР-4 қозғалтқыш-генераторларынан жүзеге асырылады.

Генератордың жұмыстық қозуы бірізді тиристорлы басқарылатын түрлендіргіштер арқылы ауыспалы токты түзетумен тікелей турбогенератордың білігімен біріктірілген СТВ-12Б типті ауыспалы токтың синхронды генераторынан жүзеге асырылады. Тиристорлы қоздырғыш генератор роторының орамасында кернеуді бір қалыпты реттеуді, қоздыру форсировкасын, тезфорациялауды және қозу тогының кез келген алдыңғы мәні кезінде өрісті апатты сөндіруді қамтамасыз етеді.

1.4 Іске қосу схемасының қысқаша сипаттамасы

Іске қосу схемасы:

- а) будың жылжымалы параметрлерінде және будың ауыспалы шығындарында қазандық пен турбинаны сенімді біріктіріп қосу;
- ә) қазандықтың, турбинаның, басты бу құбырларының кез келген бастапқы жылу күйлерінен және осы жағдайлардың кез келген комбинацияларынан блокты сенімді іске қосу;
- б) іске қосуға арналған уақыттың, отынның және электр энергиясының ең аз шығыны, сондай - ақ су мен конденсаттың ең аз шығыны;

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		13

- в) блоктың қалыпты су режимін іске қосу процесінде қамтамасыз ету;
- г) операцияны барынша оңайлату және іске қосу режимдерін біріздендіру;
- ғ) стационарлық режимдер, жартылай жүктеме және будың жылжымалы параметрлері кезінде жабдықтың тұрақты жұмысы;
- е) сыртқы электр тұтынушыларын ажырату кезінде өз мұқтаждықтарының жүктемесін жеткілікті ұзақ ұстау;
- ж) жүктемені жіберу және тоқтату және шығару кезінде турбинаның конденсаторына буды шығару мүмкіндігі;
- з) ОҚЦ-ге бу берілгенге дейін қызып кету жолдың жеткілікті жылыту мүмкіндігі;
- и) жүктемемен блок жұмысы кезінде турбинаның ағынды бөлігін жуу мүмкіндігі;
- й) РҚК қысымының шектеулі өзгеруі кезінде қазандықты сумен толтыру мүмкіндігі;
- к) қазандықтың артындағы қақпақшалардағы дросселденудің температуралық ауытқуына және сатылардағы жылу бекітудің іске қосылуына реттеу сатысынан турбина элементтерінің металл температурасынан асатын температурамен бу алу мүмкіндігі;
- қ) аралық аса қыздырудан кейін бу температурасын жіберу барысында ұстап қалу мүмкіндігі жаңа бу температурасынан төмен (немесе кем дегенде оған тең).

500 МВт блогы екі блок түрінде орындалған (1 қазан + 1 турбина). Екі блокты схеманың артықшылығы оның ең үлкен қарапайымдылығы, параллельді құбыржолдардың санын қысқарту болып табылады. Екі блок схемасында жаңа бу, суық және ыстық құбыржолдарындағы бекіту арматурасының қажеттілігі болмайды. Схеманың басқа да элементтері қосымша жеңілдетіледі (ыстық құбырларда сақтандырғыш қақпақшаларды орнату талап етілмейді және т.б.).

Іске қосу схемасының элементтері:

- 1) шығару құбыржолдары бар қазандықтың жағу торабы;
- 2) су мен буды бұру құбырларымен жағатын кеңейткіш (К-20) турбинаны байпасалау жүйесі;
- 3) жаңа бу мен аралық қызып кету буының температурасын реттеуге арналған құрылғылар;
- 4) өндірістік түтікті жылытуға арналған құрылғылар.

Жағу торабы

Қыздыру қондырғысы буландырғыш қыздыру беттерінде қысымның жоғарылауын ұстап тұруға және қондырғы әр түрлі жылу жағдайынан басталған кезде турбинаға азайтылған бу шығаруға қызмет етеді.

Ауыстыру қондырғысына тұрғызылған ысырма (ТЫ), байланыстырушы құбырлары және оларға орнатылған бақылау-сөндіру қақпақшалары бар

										Бет
										14
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

кіріктірілген сепаратор (КС) кіреді. Бу жылу алмастырғыш пен жоғарғы сәулелік бөлік арасында тұрғызылған ысырма орнатылған.

Турбинаны байпасалау жүйесі

Қазандық - турбина - генератор блогында турбина мен генератордың ұзақ жұмыс істеуі негізінде қуаттың барлық диапазоны шегінде кез келген жүктеме кезінде - бос жүрістен ең жоғары шамаға дейін мүмкін. қазандық агрегаттың турбина және генератордан айырмашылығы бу өнімділігінің белгілі бір ең төменгі деңгейінен (номиналдан 20÷30%) бастап ұзақ уақыт жұмыс істей алатындығы, бұл кезде оның булану бөлігінің гидродинамикасының сенімділігі қамтамасыз етіледі. Осылайша, белгілі бір уақыт ішінде блокты іске қосу кезінде қазандық агрегат шығыны турбинаның қажеттілігінен асатын бу шығарады.

Буды аралық қыздыру жүйесі

Буды аралық қыздыру жүйесі будың жылулық циклінің үнемділігін және турбинаның жұмысының сенімділігін арттыру мақсатында ОҚЦ-ден кейін пайдаланылған буды қосымша қыздыруға арналған.

Су жіберу құбырында БШЫ-1, БШЫ-2 ысырмалар және бу салқындатқыш орнатылған.

Негізгі бу құбырлары

Негізгі бу құбырлары қазандық агрегатынан турбинаның ЖҚЦ-не таза бу беруге арналған.

Басты бу құбырлары құбыржолдардан екі желілі сұлба бойынша орындалған ЖҚЦ-дің стопор клапандарының алдында ГӨЗ (ГП-1 және ГП-2) тиекті ысырмалар орнатылған. Негізгі бу қақпағының ысырмаларында жоғары қысымды клапандардың блоктарын жылытуға арналған екі шұралы (НБ-3, НБ-5 және НБ-4, НБ-6) байпастар және турбинаны қатпаған күйден іске қосу кезінде қайта жіберу құбырлары бар.

Негізгі бу ысырмасы (НБЫ) турбинаны тоқтату кезінде қазандық қондырғыны ажыратуға, сондай-ақ орнатылған ысырмалардан (ТЫ-А және ТЫ-Б) кейін гидравликалық сығымдағыштар мен қазандық қондырғының трактісін сынауға арналған.

Басты бу құбырларына тікелей НБЫ-ның алдында бөгеттің көмегімен турбина байпас қосылады. Турбинаның байпасында бір іске қосқыш шығарғыш құрылғы (ҚШҚ), ҚШҚ ағызғыш құбыржолдары және конденсатордың бу қабылдағыш құрылғылары орнатылады. ҚШҚ параллельді ҚШҚ ПТН орнатылған. НБЫ байпастарында төгу құбырымен аралық аса қыздыру қосылған дренаждық желілер орындалды. (БШЫ-1 және БШЫ-2) ысырмаларынан кейін қызып кету.

Басты бу құбырларының әрбір желісінде сақтандыру құрылғыларын орнату үшін бұру қарастырылған.

											ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні								15

1.5 Жылу тізбегін есептеу

1.5.1 Жылу тізбегінің сипаттамасы

Негізгі жылу тізбегі К-500-240-2 типті сериялы турбиналық қондырғының жеке мәліметтерін пайдалана отырып құрастырылады.

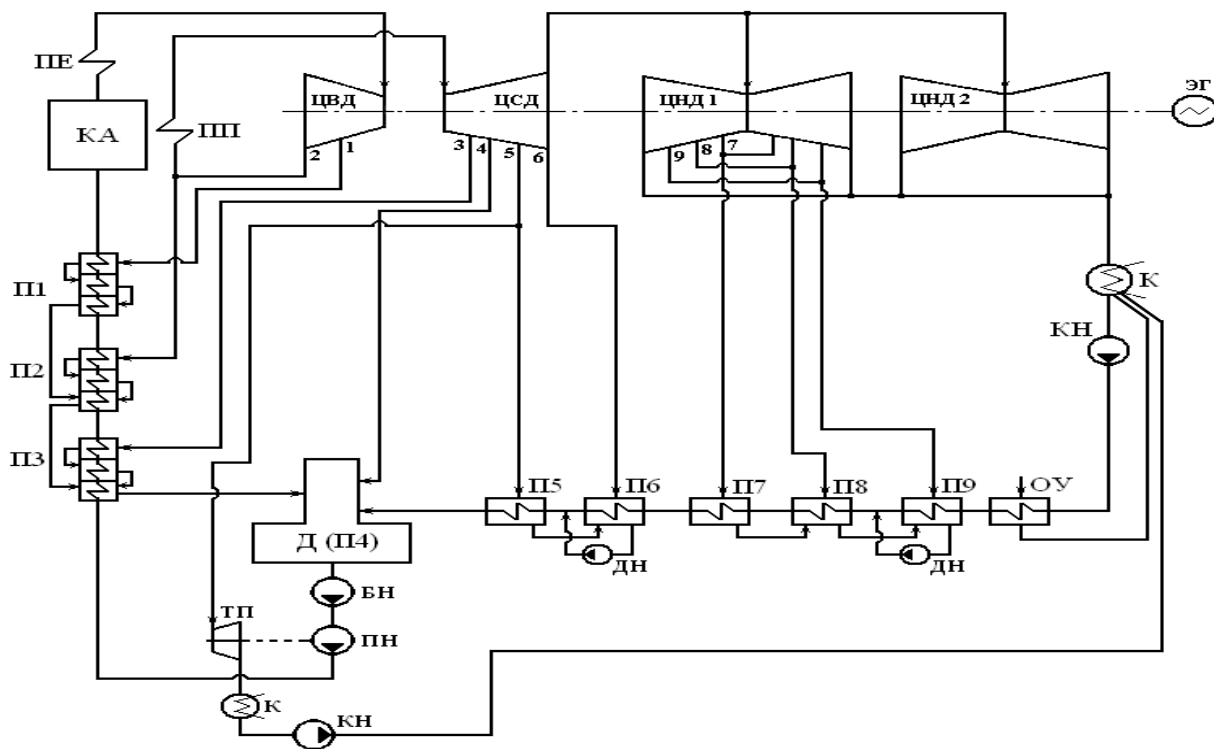
Диаграммадан қыздырудың әдеттегі регенеративті шешімдері қабылданғанын көруге болады: үш ЖҚҚ, бір таңдауы ЖҚЦ-ден іске асырылады, екіншісі ЖҚЦ-ден (яғни, будың қызып кетуіне дейін) кейін, үшінші ОҚЦ-ден; 0,7 МПа қысымындағы деаэраторды өздігінен іріктеу буымен қоректенеді (орталық цилиндрден 4-ші таңдау) және турбиналық жүктемелер азая отырып, оны жоғары қысымды (3-ші таңдау) таңдау арқылы қуатқа беруге болады; ЖҚҚ тобы төмен қысымды 5 жылытқыштан және жұп тығыздағыш салқындатқыш деп аталатын бір толтырғыш қорапты жылытқыштан (ТС) тұрады.

Қосымша химиялық жолмен тазартылған су турбиналық шықтағышқа жіберіледі, ол жерде көпіршікті құрылғыға түседі.

1.5.2 500 МВт конденсатор қондырғысының жылу тізбегін есептеу

Біз жылу тізбегін бу мен судың белгіленген және нормативтік көрсеткіштерін, сондай-ақ ұсынылған нормативтік деректерді ескере отырып есептейміз.

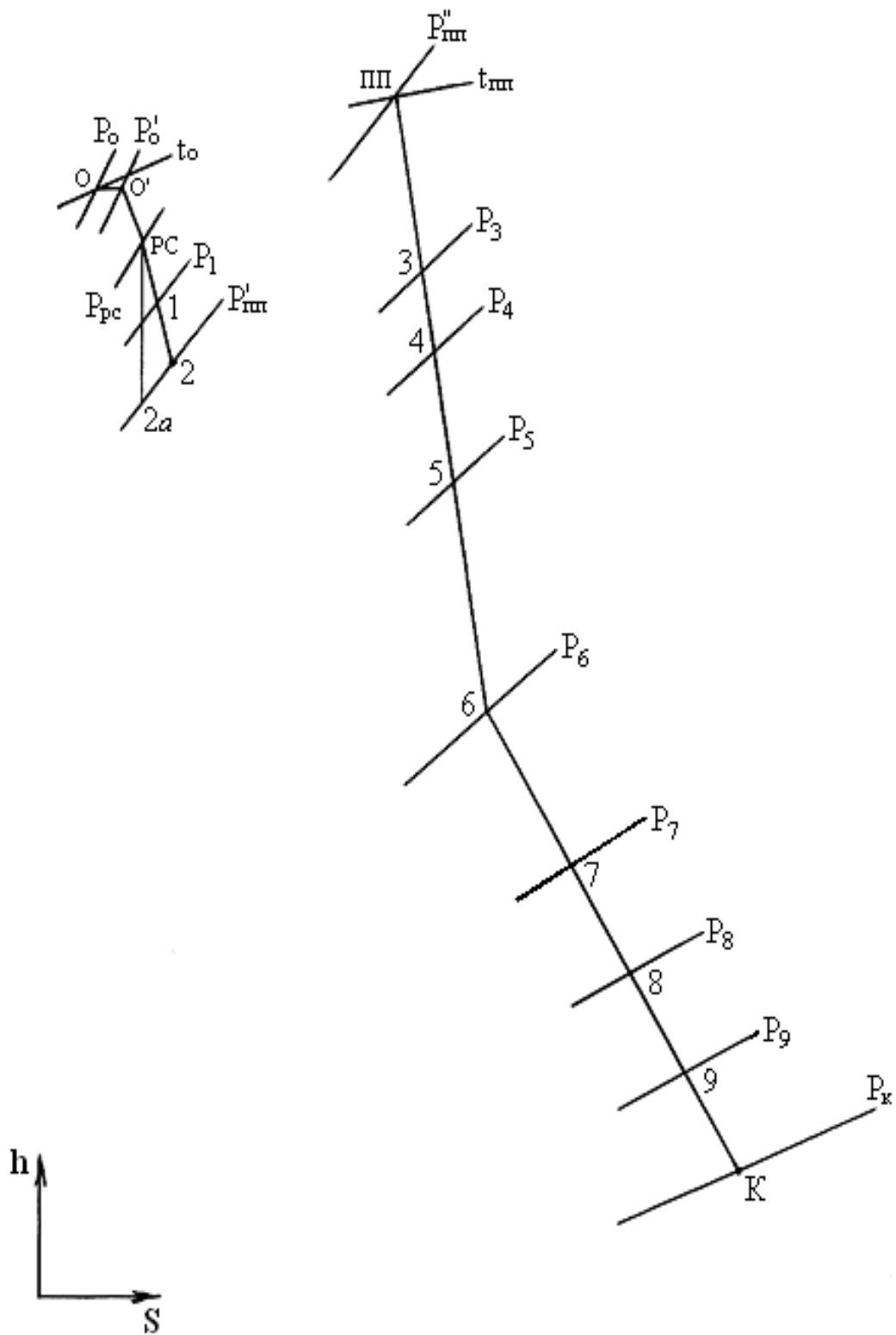
500 МВт қуат блогының есептелген жылу диаграммасы 1 - суретте көрсетілген.



1 сурет - 500 МВт-қа есептелген жылу тізбегі

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		16

Жылу тізбегін есептеу үшін бастапқы мәліметтер бойынша h - s -диаграммада турбинада будың кеңейу процесін құру керек, 2 – суретте көрсетілген.



2 сурет - h - s -диаграммадағы турбинада буды кеңейту процесі

hs-диаграмма бойынша алынған су және су буының параметрлері мен кестелерінің деректерін пайдалана отырып, су және бу параметрлерінің кестесі жасалады.

Будың бастапқы көрсеткіштері $P_0 = 24$ МПа және $t_0 = 540$ °С бойынша hs-диаграммасынан "0" нүктесі және энтальпиясын $h_0 = 3330$ кДж/кг тауып аламыз.

Реттегіш қақпақшаларындағы қысым шығынын ескере отырып, 5% табамыз:

$$h'_0 = 3330 \text{ кДж/кг энтальпиясы және қысымы бар } 0' \text{ нүктесі}$$

$$P'_0 = 0,95 \cdot P_0 = 0,95 \cdot 24 = 22,8 \text{ МПа,}$$

Адиабатаны 0' нүктесінен қысым $P''_{\text{III}} = 4,4$ МПа және энтальпиямен $h_{\text{IIIa}} = 2880$ кДж/кг бірге алғандағы "IIIa" нүктесіне дейін түсіреміз, жоғары қысымды цилиндрдің орташа ішкі пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta_{oi}^{\text{ЖКЦ}} = 0,85$$

h'_{III} және "2" нүктелерінің соңындағы энтальпия созулуын табамыз, ол 2-суретте көрсетілген.

$$h'_{\text{III}} = h_2 = h_0 - (h_0 - h'_{\text{IIIa}}) \cdot \eta_{oi}^{\text{ЖКЦ}} = 3330 - (3330 - 2880) \cdot 0,85 = 2965 \text{ кДж/кг,}$$

Аралық аса қыздырудан шыққан кездегі бу энтальпиясы $P''_{\text{III}} = 4,0$ МПа және $t''_{\text{III}} = 540$ °С, $h''_{\text{III}} = 3538$ кДж/кг;

ОҚЦ-ден шыққан кездегі бу энтальпиясы:

$$h_6 = h''_{\text{III}} - (h''_{\text{III}} - h_{6a}) \cdot \eta_{oi}^{\text{ОКЦ}} = 3538 - (3538 - 2755) \cdot 0,84 = 2878 \text{ кДж/кг,}$$

Турбинаның конденсаторындағы қысым $P_k = 0,0035$ МПа, адиабата кезіндегі жұмыстық будың энтальпиясы

$$h_{ka} = 2220 \text{ кДж/кг:}$$

$$h_k = h_6 - (h_6 - h_{ka}) \cdot \eta_{oi}^{\text{ТКЦ}} = 2878 - (2878 - 2220) \cdot 0,80 = 2350 \text{ кДж/кг,}$$

hs-диаграммада нүктелерді қосамыз 0 – 0' – III'(2) – III'' – 6 – К.

Турбинаның сипаттамасынан бу қысымының мәні бар, процесс нүктелерін табамыз 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 және энтальпияны анықтаймыз, барлық мәндерді 1- кестеге енгіземіз.

						ДЖ-5B071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			18

№5 кесте

№Шамал ардың атауы	2- сурет бойынша процесс нүктелері												
	О	О'	1	2	ПП'	3	4(Д)	5	6	7	8	9	К
P_i нүктесін	24	22,8	6,02	4,4	4	1,77	1,06	0,55	0,26	0,115	0,044	0,0147	0,0035
P_{Pi} , қыздырғыштағы бу қысымы, МПа			5,68	4,14		1,67	0,8	0,5	0,24	0,105	0,04	0,0134	
t_i нүктесіндегі будың температурасы, °С	540	536	337	294	540	424	358	282	203	140			
h_i нүктесіндегі будың энтальпиясы, кДж/кг	3330	3330	3020	2965	3538	3313	3180	3024	2878	2756	2630	2501	2350
t_{ni} , қанығу температурасы, °С			273	252,5		203,5	170,2	152	126	100,8	76	51,8	26,7
h_{ni} , қанығу энтальпиясы, кДж/кг			1196	1102		873,6	720,9	640,8	529,2	419	318	217	111,8
$t_{дри}$, дренаж температурасы, °С			255,5	206,5		180,6		129,1	103,8	100,8	76	51,8	
$h_{дри}$, дренаж энтальпиясы, кДж/кг			1102,9	873,6		766		542,7	435,2	419	318	217	
t_{bi} , қыздырғыштан кейінгі су температурасы, °С			270	248,5		199,5	170,2	150	124	98,8	74	49,8	
h_{bi} , қыздырғыштан кейінгі су			1182	1082		864,3	720,9	638,2	522,6	415,3	311,2	210	

Энтальпиясы, кДж/кг													
у _i электр энергиясын толық өндірмеу коэффициенті			0,807	0,769		0,623	0,537	0,436	0,343	0,263	0,181	0,0978	

Жылу сұлбасын есептеу ЖҚҚ тобынан басталады.

Қ1 жылу баланс теңдеуінен:

$$\alpha_1 \cdot (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2});$$

Қ1 буды іріктеу үлесі:

$$\alpha_1 = \alpha_{пв} \cdot (h_{в1} - h_{в2}) / (h_1 - h_{др1}) \cdot \eta_{п} = 1 \cdot (1182 - 1082) / (3020 - 1102,9) \cdot 0,98 = 0,0532;$$

Қ2 жылу баланс теңдеуінен:

$$\alpha_2 \cdot (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} + \alpha_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3});$$

Қ2 буды іріктеу үлесі:

$$\alpha_2 = [\alpha_{пв} \cdot (h_{в2} - h_{в3}) - \alpha_1 \cdot (h_{др1} - h_{др2}) \cdot \eta_{п}] / (h_2 - h_{др2}) \cdot \eta_{п} = [1 \cdot (1082 - 864,3) - 0,0532 \cdot (1102,9 - 873,6) \cdot 0,98] / (2965 - 873,6) \cdot 0,98 = 0,1003;$$

Қ3 жылу баланс теңдеуінен:

$$\alpha_3 \cdot (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} + (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = \alpha_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{вд});$$

Қ3 буды іріктеу үлесі:

$$\alpha_3 = [\alpha_{пв} \cdot (h_{в3} - h_{вд}) - (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot (h_{др2} - h_{др3}) \cdot \eta_{п}] / (h_3 - h_{др3}) \cdot \eta_{п} = [1 \cdot (864,3 - 720,9) - (0,0532 + 0,1003) \cdot (873,6 - 766) \cdot 0,98] / (3313 - 766) \cdot 0,98 = 0,0509;$$

Деараторға ЖҚҚ-тан дренаж саны:

$$\alpha_{пвд} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 0,0532 + 0,1003 + 0,0509 = 0,2044$$

Деаэратордың материалдық және жылу баланс теңдеулері (Қ 4):

$$\alpha_{\text{ПВ}} = \alpha_{\text{ПВД}} + \alpha_4 + \alpha_{\text{КН}},$$

$$\alpha_{\text{ПВ}} \cdot h_{\text{ВД}} = \alpha_{\text{ПВД}} \cdot h_{\text{ДР3}} + \alpha_4 \cdot h_4 + \alpha_{\text{КН}} \cdot h_{\text{В5}},$$

Бұл теңдеулер жүйесін шешеміз.

Қ4 буды іріктеу үлесі (деаэратор):

$$\begin{aligned} \alpha_4 &= [\alpha_{\text{ПВ}} \cdot (h_{\text{ВД}} - h_{\text{В5}}) - \alpha_{\text{ПВД}} \cdot (h_{\text{ДР3}} - h_{\text{В5}})] / (h_4 - h_{\text{В5}}) = \\ &= [1 \cdot (720,9 - 638,2) - 0,2044 \cdot (766 - 638,2)] / (3180 - 638,2) = 0,022; \end{aligned}$$

Қ4 келіп түсетін конденсаттың үлесі:

$$\alpha_{\text{КН}} = \alpha_{\text{ПВ}} - \alpha_{\text{ПВД}} - \alpha_4 = 1 - 0,2044 - 0,022 = 0,7736;$$

ТҚҚ тобының есебі

Қ5 жылу баланс теңдеуі:

$$\alpha_5 \cdot (h_5 - h_{\text{ДР5}}) \cdot \eta_{\text{П}} = \alpha_{\text{КН}} \cdot (h_{\text{В5}} - h_{\text{В6}});$$

Қ5 буды іріктеу үлесі:

$$\begin{aligned} \alpha_5 &= \alpha_{\text{КН}} \cdot (h_{\text{В5}} - h_{\text{В6}}) / (h_5 - h_{\text{ДР5}}) \cdot \eta_{\text{П}} = \\ &= 0,7736 \cdot (638,2 - 522,6) / (3024 - 542,7) \cdot 0,98 = 0,0367; \end{aligned}$$

Қ6 жылу баланс теңдеуі:

$$\alpha_6 \cdot (h_6 - h_{\text{ДР6}}) \cdot \eta_{\text{П}} + \alpha_5 \cdot (h_{\text{ДР5}} - h_{\text{ДР6}}) \cdot \eta_{\text{П}} = \alpha_{\text{КН}} \cdot (h_{\text{В6}} - h_{\text{В7}});$$

Қ6 буды іріктеу үлесі:

$$\begin{aligned} \alpha_6 &= [\alpha_{\text{КН}} \cdot (h_{\text{В6}} - h_{\text{В7}}) - \alpha_5 \cdot (h_{\text{ДР5}} - h_{\text{ДР6}}) \cdot \eta_{\text{П}}] / (h_6 - h_{\text{ДР6}}) \cdot \eta_{\text{П}} = \\ &= [0,7736 \cdot (522,6 - 415,3) - 0,0367 \cdot (542,7 - 435,2) \cdot 0,98] / (2878 - 435,2) \cdot 0,98 = 0,033; \end{aligned}$$

Қ7 жылу баланс теңдеуі:

$$\alpha_7 \cdot (h_7 - h_{\text{ДР7}}) \cdot \eta_{\text{П}} + (\alpha_5 + \alpha_6) \cdot (h_{\text{ДР6}} - h_{\text{ДР7}}) \cdot \eta_{\text{П}} = \alpha_{\text{КН}} \cdot (h_{\text{В7}} - h_{\text{В8}});$$

Қ7 буды іріктеу үлесі:

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		21

$$\alpha_7 = [\alpha_{\text{KH}} \cdot (h_{\text{B7}} - h_{\text{B8}}) - (\alpha_5 + \alpha_6) \cdot (h_{\text{др6}} - h_{\text{др7}}) \cdot \eta_{\text{II}}] / (h_7 - h_{\text{др7}}) \cdot \eta_{\text{II}} = [0,7736 \cdot (415,3 - 311,2) -$$

$$(0,0367 + 0,033) \cdot (435,2 - 419) \cdot 0,98] / (2756 - 419) \cdot 0,98 = 0,034;$$

Қ8 жылу баланс теңдеуі:

$$\alpha_8 \cdot (h_8 - h_{\text{др8}}) \cdot \eta_{\text{II}} + (\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7) \cdot (h_{\text{др7}} - h_{\text{др8}}) \cdot \eta_{\text{II}} = \alpha_{\text{KH}} \cdot (h_{\text{B8}} - h_{\text{B9}});$$

Қ8 буды іріктеу үлесі:

$$\alpha_8 = [\alpha_{\text{KH}} \cdot (h_{\text{B8}} - h_{\text{B9}}) - (\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7) \cdot (h_{\text{др7}} - h_{\text{др8}}) \cdot \eta_{\text{II}}] / (h_8 - h_{\text{др8}}) \cdot \eta_{\text{II}} = [0,7736 \cdot (311,2 - 210) - (0,0367 + 0,033 + 0,034) \cdot (419 - 318) \cdot 0,98] / (2630 - 318) \cdot 0,98 = 0,03$$

Қ9 жылу баланс теңдеуі:

$$\alpha_9 \cdot (h_9 - h_{\text{др9}}) \cdot \eta_{\text{II}} + (\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8) \cdot (h_{\text{др8}} - h_{\text{др9}}) \cdot \eta_{\text{II}} = \alpha_{\text{KH}} \cdot (h_{\text{B9}} - h_{\text{BK}});$$

Қ9 буды іріктеу үлесі:

$$\alpha_9 = [\alpha_{\text{KH}} \cdot (h_{\text{B9}} - h_{\text{BK}}) - (\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8) \cdot (h_{\text{др8}} - h_{\text{др9}}) \cdot \eta_{\text{II}}] / (h_9 - h_{\text{др9}}) \cdot \eta_{\text{II}} =$$

$$=[0,7736 \cdot (210 - 111,8) - (0,0367 + 0,033 + 0,034 + 0,03) \cdot (318 - 217) \cdot 0,98] / (2501 - 217) \cdot 0,98 = 0,028;$$

Турбинаның шықтағышындағы бу үлесі

$$\alpha_{\text{K}} = \alpha_{\text{KH}} - (\alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9) = 0,7736 - (0,0367 + 0,033 + 0,034 + 0,03 + 0,028) = 0,611;$$

Регенеративті жылыту жүйесінсіз турбинаға бу шығысы:

$$D_{\text{K}} = N_9 / (h_0 - h'_{\text{III}} + h''_{\text{III}} - h_{\text{K}}) \cdot \eta_{\text{M}} \cdot \eta_{\text{Г}} =$$

$$= 500 \cdot 10^3 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 2350) \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 328,5 \text{ кг/с};$$

Турбинаға бу шығыны

$$D_0 = D_{\text{K}} / (1 - \sum \alpha_i \cdot y_i) = 328,5 / (1 - 0,209) = 415,2 \text{ кг/с} = 1494 \text{ т/сағ};$$

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			22

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		23

мұнда шама:

$$\begin{aligned} \sum \alpha_i \cdot y_i &= \alpha_1 \cdot y_1 + \alpha_2 \cdot y_2 + \alpha_3 \cdot y_3 + \alpha_4 \cdot y_4 + \alpha_5 \cdot y_5 + \alpha_6 \cdot y_6 + \alpha_7 \cdot y_7 + \alpha_8 \cdot y_8 + \alpha_9 \cdot y_9 = \\ &= 0,0532 \cdot 0,807 + 0,1003 \cdot 0,769 + 0,0509 \cdot 0,623 + 0,022 \cdot 0,537 + 0,0367 \cdot 0,436 + \\ &+ 0,033 \cdot 0,3425 + 0,034 \cdot 0,2625 + 0,03 \cdot 0,1812 + 0,028 \cdot 0,0978 = 0,209; \end{aligned}$$

Турбогенераторға жылу шығыны

$$Q_{\text{ты}} = D_o \cdot (h_o - h_{\text{пв}}) + D_{\text{мп}} \cdot (h''_{\text{мп}} - h'_{\text{мп}}) = 415,2 \cdot (3330 - 1182) + 351,46 \cdot (3538 - 2965) = 1093236 \text{ кВт};$$

мұндағы

$$D_{\text{мп}} = D_o \cdot (1 - \alpha_1 - \alpha_2) = 415,2 \cdot (1 - 0,0532 - 0,1003) = 351,46 \text{ кг/с};$$

Турбогенератордың ПЭК-і

$$\eta_{\text{ты}} = N_3 / Q_{\text{ты}} = 500 \cdot 10^3 / 1093236 = 0,457,$$

Жалпы станцияның ПЭК-і

$$\eta_c = \eta_{\text{ты}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{ку}} = 0,457 \cdot 0,97 \cdot 0,92 = 0,408;$$

Өндірілген кВт•с электр энергиясына шартты отынның үлес шығыны

$$v_{\text{сл}} = 0,123 / \eta_c = 0,123 / 0,408 = 0,301 \text{ кг/т/кВт} \cdot \text{ч}.$$

Қуат балансы

$$N_1 = \alpha_1 \cdot D_o \cdot (h_o - h_1) = 0,0532 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 3020) = 6847,4 \text{ МВт};$$

$$N_2 = \alpha_2 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2) = 0,1003 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965) = 15200,2 \text{ МВт};$$

$$\begin{aligned} N_3 &= \alpha_3 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{мп}} - h_3) = \\ &= 0,0509 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 3313) = 12468,8 \text{ МВт}; \end{aligned}$$

$$N_4 = \alpha_4 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{мп}} - h_4) =$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		24

$$= 0,022 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 3180) = 6604,1 \text{ МВт};$$

$$N_5 = \alpha_5 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{III}} - h_5) =$$

$$= 0,0367 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 3024) = 13394,06 \text{ МВт}$$

$$N_6 = \alpha_6 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{III}} - h_6) =$$

$$= 0,033 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 2878) = 14044,14 \text{ МВт}$$

$$N_7 = \alpha_7 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{III}} - h_7) =$$

$$= 0,034 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 2756) = 16191,9 \text{ МВт}$$

$$N_8 = \alpha_8 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{III}} - h_8) =$$

$$= 0,03 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 2630) = 15856,4 \text{ МВт}$$

$$N_9 = \alpha_9 \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{III}} - h_9) =$$

$$= 0,028 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 2501) = 16299,09 \text{ МВт}$$

$$N_k = \alpha_k \cdot D_o \cdot (h_o - h_2 + h_{\text{III}} - h_k) =$$

$$= 0,611 \cdot 415,2 \cdot (3330 - 2965 + 3538 - 2350) = 393976,2 \text{ МВт}$$

Турбинадағы бу ағынының жиынтық қуаты

$$N = \sum N_i = 520048 \text{ кВт}$$

Турбоқондырғының электр қуаты

$$N_3 = N \cdot \eta_m \cdot \eta_r = 520048 \cdot 0,985 \cdot 0,996 = 510198 \text{ кВт}$$

мұнда механикалық ПЭК $\eta_m = 0,985$

электр генератордың ПЭК $\eta_r = 0,996$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		25

2 К-500-240-2 турбинасының конструкциясының сипаттамасы

Жоғары қысымды цилиндр

Жоғары қысымды цилиндрде 10 саты бар. Оларға 9 қысым сатысы және 1-бір жақты реттеуші сатысы жатады.

Бу жүктемесін азайту мақсатында, әсіресе жалғауыштарға және көлденең ажыратқыштың бекітпесіне, сондай-ақ пайдалану кезінде турбинаның сенімділігін арттыру мақсатында, 210-100 ата аймағындағы жоғары қысымды цилиндр екі қабырғалы болуы үшін ішкі корпуспен конструктивті орындалған. Бірінші бес саты ішкі корпуста орналасқан, қалғандары - сыртқы корпустың екі айналымында орналасқан. Бірінші айналымда - 3 саты, екінші айналымда - 2 саты орналасқан.

Осы обоймалармен және сыртқы корпуспен құрылған камерадан, яғни, 8 сатыдан кейін ЖҚҚ – 9 - ға буды бірінші іріктеу жүзеге асырылды.

Роторлардың салыстырмалы ұзаруын және тірек қысымын азайту мақсатында, ЖҚЦ бу шығару арқылы ОҚЦ бу шығаруына бұрылады және олардың арасында жұмыстың кез келген режимінде біркелкі жүктелетін өзін-өзі тоқтататын тірек қалыптары бар тіреуіш мойынтірек орналасқан. ЖҚЦ табандармен алдыңғы мойынтіректің тірегіне және орта мойынтіректің тірегіне тіреледі, сонымен қатар табандары сыртқы корпустың жоғарғы және төменгі жағында да бар.

Жоғарғы аяқтар - көтеруші (цилиндрдің бүкіл салмағын қабылдайды), ал төменгі табандар - технологиялық болып табылады.

Жоғарғы табандардың тірек алаңдары көлденең ажыратқыш бойынша орналасқан, мұндай конструкция турбинаның жұмысы кезінде цилиндр жиілігін сақтауға мүмкіндік береді. Төменгі табандар цилиндр орнату және оны алдыңғы орта мойынтіректердің тіректеріне қатысты бекіту үшін қызмет етеді.

Цилиндрді орнату арнайы төсемдер есебінен, тіреулерге қатысты бекіту - табандармен бірге орындалатын шпонкалардың есебінен жүзеге асырылады. Цилиндрді көлденең ығысудан бекіту үшін екі бүйірден төменгі және жоғарғы жартыларда шпонкалы қосылыстар болады.

2.1 Білік бұрыштық құрылғы

Білік бұрыштық құрылғы ротордың шеңбері бойынша температуралардың біркелкі таралуын қамтамасыз ету мақсатында турбинаны тоқтатқаннан кейін (оны суыған кезде) іске қосу алдында ротордың айналуына арналған құрылғы.

К-500-240-2 турбинасының роторларының гидравликалық көтермесі бар ХТГЗ орнатылған, ол орнатылған басып озу және гидродинамикалық жалғауыштары бар екі сатылы редуктор болып табылады.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		26

Сорғы гидрожалғастырғыш бекітілген білік электр қозғалтқышының, турбина гидрожалғастырғыш білік бұрамдық глобоидтық беруі, червяк білікпен орындалды.

Жұмыс істеп тұрған турбина кезінде білікпе бұрылыс құрылғысын қосу және ажырату жүргізуге болады.

Әрбір блок бір тоқтатқыш және төрт реттеуші клапаннан тұрады. Будың реттеуші клапандарынан тоғыз қайта жіберу құбыржолдары бойынша (Ду-200 7 құбыры және Ду-125 2 құбыры) турбинаның ЖҚЦ-дің төрт соплалық қорабына беріледі.

Турбинаның бу бөлуі соплалық болып табылады. Номиналды жағдайда қуаты 500 МВт екі соплалық қорапта жұмыс істейтін жеті реттеуші клапанмен қамтамасыз етіледі. Әрқайсысында 11 соплодан және біреуінде 9 сопло бар. Бұл ретте екі соплалық қорапта жұмыс істейтін алғашқы бес клапанды ашу 70% жүктемені қамтамасыз етеді. 8-ші реттеуші клапан артық жүктеме болып табылады, 4 шүмектен тұратын сопақ қорапқа жұмыс істейді және турбинаның артық жүктеме режимін қамтамасыз етеді.

ЖҚЦ 10 сатыдан тұрады, оның ішінде бір жақты реттеуші сатыдан тұрады. ЖҚЦ-ден кейін екі құбырмен аралық аса қыздыру үшін қазандық агрегатқа жіберіледі, содан кейін екі құбыр арқылы клапандардың екі блоктарына аралық аса қыздыруға жүргізіледі және одан әрі ОҚЦ-де екі қайта іске қосу құбырлары бойынша болады.

ТҚЦ әр ағында бес сатымен екі ағынды түрде орындалды. Жұмыстық бу ТҚЦ - ге түседі.

2.2 Тұтас қақталған ЖҚЦ және ОҚЦ роторлары

Ағынды бөліктің сипаттамасы және жылу беру қажеттілігіне буды іріктей отырып, номиналды режимде турбинаны іріктеу туралы деректер $N=500$ МВт, $V=1590$ т/сағ, $P_k=0,0357$ ата, $T=271,3$ °С 2% қосылған және I және II сатының бойлер қондырғысымен жұмысқа қосылған, 2 - кестеде берілген.

№6 кесте - Номиналды режимде турбинаны іріктеу туралы деректер

Аталуы	P, ата	°С	Бу шығыны т/сағ	Тұтынушыла р
Басқару сатысы камерасы	172	490	-	-
ЖҚЦ-дегі корпус аралық кеңістік камерасы	95,2	403	-	-
I іріктеу (ЖҚЦ 8-сатыдан кейін)	58,5	336	100	ЖҚҚ-9
II іріктеу (суық аралық қыздырудан кейін)	41,5	294	143÷4,05*	ЖҚҚ-8

III іріктеу (ОҚЦ 4-сатыдан кейін)	17,53	432	77	ЖҚҚ-7
IV іріктеу (ОҚЦ 6-сатыдан кейін)	11,2	374	34,4	Деаэратор 7 ата

IV іріктеу (ОҚЦ 6-сатыдан кейін)	11,2	374	98,8	Турбосым ПН
V іріктеу (ОҚЦ 9-сатыдан кейін)	5,3	286	18,3	Бойлерлық шынды
V іріктеу (ОҚЦ 9-сатыдан кейін)	5,3	286	46,3	ТҚҚ-5
VI іріктеу (ОҚЦ II сатыдан кейін)	3,0	223	34,7	Нег. бойлер . II саты
VI іріктеу (ОҚЦ II сатыдан кейін)	3,0	223	44,4	ТҚҚ-4
VII іріктеу (ТҚЦ I сатыдан кейін)	1,58	169	21,6	Нег. бойлер. I саты
VII іріктеу (ТҚЦ I сатыдан кейін)	1,58	169	34	ТҚҚ-3
VIII іріктеу (ТҚЦ 2-сатыдан кейін)	0,84	113	71÷5,8*	ТҚҚ-2
IX іріктеу (ТҚЦ 4-сатыдан кейін)	0,165	56	28,8	ТҚҚ-1
Деаэратор 7 ата	7/5	164	2**	Эжект.осн.

Турбина бу лабиринті тығыздағыштармен жабдықталған. Бу сонымен қатар, пломбалық тығыздау камерасына қысым 1,1-1,2 ата және 160 °С температурада тығыздағыш коллекторынан беріледі, оның қысымын реттеуші ұстап тұрады. Бу коллекторға 7 деаэрациялық қондырғыдан жеткізіледі. Турбинаны ыстық және салқындатылмаған күйден қамтамасыз ету үшін герметикалық схема коллекторды екі бөлікке бөледі: бу реттегіші ЖҚЦ және ОҚЦ тығыздағыштарына $P = 1,1$ атм, $T = 250$ ° С параметрлері бойынша жалпыға ортақ магистральдан қысым реттегіші арқылы және ТҚЦ-ден деаэрациядан өтеді. Тығыздағыш камераларынан ауа буының қоспасы ЗУ-16 эжекторымен сорылады.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		28

Іске қосу кезінде және турбинаны жапқаннан кейін роторлардың термиялық ауытқуын болдырмау үшін роторларды ТҚЦ-1 мен ТҚЦ-2 арасындағы мойынтірек корпусының қақпағына бекітілген білікке айналдыратын құрылғы айналдырады. Бұл құрылғы сағатына 30 кВ электр қозғалтқышымен жұмыс істейді және турбиналық роторды шамамен 4 айн/мин жылдамдықпен айналдырады.

Турбина мен генератор роторлар айналмалы құрылғымен бұралған кезде мойынтіректердің қабығының тозуын болдырмау үшін, сондай-ақ айналмалы құрылғының электр қозғалтқышының қуатын азайту үшін роторларды гидростатикалық көтеру жүйесімен жабдықталған.

Гидравликалық көтеру жүйесінде үш мұнай сорғысы бар (екі жұмысшы, біреуі резервтік). Күту режиміндегі май сорғысы жұмыс істейтін май сорғысы өшірілгенде және гидравликалық көтергіш коллекторындағы май қысымы 30 кг/см² дейін төмендеген кезде қосылады. Роторлардың гидравликалық көтергіші коллекторындағы номиналды қысым 45 кг/см² құрайды.

2.3 Турбина жалғауыштық жылыту жүйесінің қосылуы

ТҚЦ және ОҚЦ жалғауыш қосылыстарына арналған жылу жүйесі суық іске қосу және суық іске қосу режимдерінде турбиналық қондырғының маневрлік қабілетін арттыруға және осы режимдердегі денелердің жылуға әсер ететін күйін оңтайландыруға арналған. Сонымен қатар, турбинаны әртүрлі тәсілдермен салқындату кезінде ЖҚЦ және ОҚЦ фланецті қосылыстарына арналған жылу жүйесі қабылданады.

Жылу жүйесінде құрылғы және жылу құбырларының схемасы бар. ЖҚЦ және ОҚЦ жылыту жүйесіндегі бу тиісті цилиндрдің ішкі және сыртқы саңылаулары арасындағы қуыстардан алынады және реттелетін және өшіретін қақпақшалары бар тарату жүйесі арқылы қораптардың жалғауыштық қосылыстарының арнайы қуыстарына (жапқыштарына) жіберіледі. Қыздырғыш бу қабырғаға таралып, жалғауыштарда олар үшін саңылаулар арқылы өтеді, содан кейін ол VII таңдау құбырындағы тесіктер арқылы қайтарылмайтын қақпақшаға жіберіледі.

Іске қосу кезінде ЖҚЦ аралық кеңістігінде жылу беруді жақсарту үшін Ду-76 құбыры осы кеңістіктен суық өнеркәсіптік бу желісіне өтеді.

Бу қысымының төмен қысымды цилиндрге және орталық цилиндрге шығатын жеке қақпақшалары, сондай-ақ таратушы коллекторлардағы Ду-25 тазарту қақпақшалары турбинаны салқындатпайтын күйден бастаған кезде жылыту жүйесінің құбырларын қыздыруға арналған жүйесі бар.

ЖҚЦ және ОҚЦ қыздыруға арналған таратушы коллекторлардағы жұмыс қысымы 4 ÷ 5 құрайды.

											ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні								29

2.4 Дренаж және тазарту жүйесі

Дренаж және тазарту жүйесі құбырлар мен турбиналық қондырғыларды ағызуда, сондай-ақ газды тазарту қондырғысына дейін және одан кейінгі магистральдық бу құбырларын жылытуға, ЖҚЦ қақпақша блоктарын және өнеркәсіптік бу құбырларының учаскелеріне арналған.

ОҚЦ қақпақшаларының алдында аралық аса қыздырудан өтеді.

Дренаждық - үрлеу жүйесінен шықтағыштарға ортаны қабылдау бу салқындатқышы бар үрлеу коллекторы және бактың ішінде салқындатқыш құрылғысы бар дренаждардың кеңейткіш багы (КБ-9) арқылы жүзеге асырылады.

Олардың мақсатына сәйкес турбинаның қосалқы құбырлары дренаждық және үрлеу құбырларына бөлінген.

Үрлеу желілерінің санына:

а) Ду-40 НБЫ алдындағы басты құбырларды аралық аса қыздырумен буландыру желісіне шығару арқылы үрлеу;

ә) НБЫ-дан кейін бас бу өткізгіштерді Ду-40 үрлеу және НБЫ тоқтату қақпақшаларының бу қабылдағыш камераларын үрлеу ортасын үрлеу коллекторына тастай отырып үрлеу;

б) Ду-20 бу қабылдағыш камераларын үрлеу;

в) үрлеу коллекторына ортаны тастаумен ЖҚЦ қайта іске қосу үрлеу коллекторына ортаны тастаумен ЖҚЦ қайта іске қосу;

г) Ду-50 бу қабылдағыш камераларын үрлеу, ЖҚЦ клапандары блоктарының бу қабылдағыш камералары КБ-9.

Бу турбинасының жұмыс істеу кезінде бу өткізу құбырлары арасында жартылай ашық бу бөлгішпен жұмыс істеген кезде ЖҚЦ қайта өткізу құбырларын үрлеуді қамтамасыз ету үшін Ду-20 тұрақты жұмыс істейтін үрлеу жұмыстары орындалды.

Дренаждық құбырлар жоғары (I және II) іріктеу дренаждарының коллекторларына, аралық аса қыздыру құбыржолдарына біріктірілген, орташа (III-IV іріктеу) және төмен (VI-VIII іріктеу) қысымды КБ-9-ға ағызып жіберу арқылы, орташа (III-IV іріктеу) және төмен (VI-VIII іріктеу) бйынша болады.

ЖҚЦ –дің ішкі және сыртқы корпустарының дренаждары мен қайта іске қосу құбыржолдары ОҚЦ клапандарының блоктарынан кейін КБ-9-ға жеке желілермен жіберілді.

Барлық трактор дренаждары жылыту, нығыздау жүйесі құбырларының дренаждары да КБ-9-ға ортаны тастай отырып, коллекторларға біріктірілген.

Ду-50 және одан жоғары дренаждық желілерде КБ-9 бу шығынын азайту үшін ішкі диаметрі 20 мм шектейтін шайбалар орнатылады.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
							30
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

3 Маймен жабдықтау жүйесі

Май жүйесінің мақсаты: 500 МВт блогын маймен жабдықтау жүйесі турбина, генератор, қоздырғыш және турбоқоректендіргіш сорғы агрегаттары үшін жалпы орындалған.

Маймен жабдықтау жүйесі арналған:

- а) пайдалану және авариялық режимдерде турбина мойынтіректерін, генераторды және турбоқоректендіргіш сорғы агрегаттарын маймен жабдықтау үшін;
- б) редукторға май беру және турбоқоректендіргіш сорғы агрегаттарын реттеу жүйесі үшін;
- в) генератордың тығыздығына май беру үшін;
- г) мойынтіректерге май беруде үзіліс кезінде турбогенератордың майсыз тоқтауын қамтамасыз ету үшін;
- д) іске қосу және тоқтату кезінде турбина роторлары мен генератордың гидрокөтермесіне арналған;
- е) майлардан сутегін бөлу және агрегаттардан құйылатын майды деаэрациялау үшін;
- ж) май буларын сору және жою үшін;
- з) майды салқындату немесе жылыту үшін;
- и) майды жинауды, тұндыруды және тазартуды және оны тұтынушыларға беруді ұйымдастыру үшін қолданылады.

Маймен жабдықтау жүйесі турбиналық-44 ГОСТ 32-53 немесе Тп-22 ГОСТ 9972-74 маркалы маймен жұмыс істеуге арналған.к

Май жүйесінің құрылысы және жұмысы

Турбоқондырғының орталықтандырылған май жүйесін сорғы қондырғылары, май бактары, май салқындатқыштар, сүзгілер, майды тазалау, басқару және сигнал беру құрылғылары, өзара және арматурамен, құбырлармен, қосылған мойынтіректер құрайды.

Негізгі май багының таза бөлігінен алынған май құбыр арқылы сору коллекторына жіберіледі, одан құбыр арқылы жұмыс (резервтік және екі апаттық май сорғыларының соруына беріледі) жасайды. МН-А,Б жұмыстық және резервтік сорғыларының ауыспалы токтың электр жетегі, АМН-А,Б авариялық сорғылары - тұрақты токтың электр жетегімен жұмыс жасайды. МН-А және МН-Б сорғылары қысымды коллекторға және одан май салқындатқышқа береді. Бұл сорғыларды іске қосу кезеңінде тексеру мүмкіндігі үшін турбоагрегаттың жұмысы кезінде жабылып, пломбалауы тиіс ысырмамен айналу желісі қарастырылған. Май жүйесінің ерекше ерекшелігі – май төгетін клапандардың болмауы. Турбоқондырғы мойынтіректеріне және турбоқоректендіргіш қондырғыларға олардың жұмысына байланысты шығынның өзгеруі демпферлік бактағы майлаудың құйылуы есебінен өтеледі. Бұл отм.24,3 м құбыр бойынша орналасқан. Бұл

							ДЖ-5B071700-КО-ТЖ	Бет
								31
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні				

барлық режимдерде мойынтіректер алдында қысымды майдың тұрақтылығына қол жеткізіледі.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		32

4 Турбинаны тоқтату режимдерін жетілдіру бойынша міндеттерді қою, табиғи суыту сипаттамалары

Турбиналардың суыту процесінің маңызды сипаттамасы оның цилиндріне тән температурасы болып табылады, ол кезде мойынтірекке май беруді ажыратуға, құйманы тоқтатуға, мойынтіректерді және турбинаның ағынды бөлігін ашуға, генераторды ашуға, жылу оқшауламасын бөлшектеуге рұқсат етіледі. Әдетте ол үшін жоғары температуралы цилиндрлер корпустарының ең ыстық нүктесінің температурасы қолданады. Олардың бу шығарғыштары ауданында болады. Бұл температураның егжей – тегжейлі негіздемесінен бұрын, әдетте, ал оның мәні көбінесе интуитивтік бағалаулар бойынша "ерікті" тәсілмен берілген. Бұл ретте әртүрлі зауыттар мен фирмалар орнататын нақты температуралар, турбиналар құрылысындағы елеулі айырмашылықтарға болады, бір-бірінен айтарлықтай айырмашылығы жоқ. Мысалы, отандық турбоқұрылыс зауыттарының тәжірибесінде ШПҚ мен майлау жүйесін ажыратуға турбинаның түрі мен құрылысына, тоқтату тәсіліне және басқа да факторларға қарамастан, әдетте 150 - 170°C температурада рұқсат етіледі .

Осыған ұқсас көріністі біз шетелдік турбоқұрылыс фирмалары мен компанияларының тәжірибесіне қатысты қарастырылып отырған мәселе бойынша деректерді қарау кезінде де байқаймыз.

Сонымен, электр станцияларында жүргізілген 64 МВт турбинасын салқындату бойынша тәжірибелерді оқшаулауды түсіруге корпус металының температурасы 200 °C - қа дейін төмендегеннен кейін кірісуге болады, ал турбинаны бөлшектеуді 150 °C температурада бастауға болады. "Сименс" фирмасының (турбинаны дайындаушы) нұсқаулығына сәйкес жылу оқшауламасын жоюға болатын температура 200 °C - қа тең. Сонымен қатар, мойынтірекке май беру 100 °C төмен барлық турбинаның металл температурасы төмендегенге дейін жалғастырылатыны анықталды; бұл мән турбинаны бөлшектеу бойынша жұмыстарды бастау шарты болып табылады. Жұмыста өзіндік температура – 150 °C көрсетілген, оған жеткен кезде қуаты 200 - ден 500 МВт дейінгі "Инглиш Электрик" турбиналарында жөндеу жұмыстарын бастауға рұқсат етілген (бу параметрлері 16,3 МПа, 566/566C). Бұл температура Францияның электр станцияларында пайдаланылатын 125, 250, 600 МВт ("Рато", "Рато – Шнайдер" фирмалары) турбиналарын жөндеу және ашу бойынша жұмыстарды бастау мүмкіндігін анықтайды. Турбиналардың табиғи суыту сипаттамаларын осы процеске жұмсалатын уақытпен салыстыру, фирманың 200 - 1300 МВт турбиналарында жөндеу жұмыстарын бастауға болатын температураға дейін бұл температура 200 °C - қа жуық екенін анықтауға мүмкіндік береді.

										Бет
										33
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

Осылайша, мойынтірекке май беруді тоқтатуға және оларды ашуды бастауға, сондай - ақ жылу оқшауламасын бөлшектеуге және ағынды бөлігін ашуға рұқсат етілетін тән температура салыстырмалы төмен диапазонда 100 - 200°C - қа дейінгі әртүрлі типті және конструкциялы турбиналар үшін болады. Сонымен қатар, қарастырылған көздердің ешқайсысында МЖ ажырату мүмкіндігін анықтайтын цилиндр металының нақты температурасының шамасын негіздейтін қандай да бір дәлел келтірілмеген.

Сонымен қатар, қарастырылып отырған температураның шамасы турбинаны жөндеуге шығару кезінде тоқтап тұру ұзақтығы тұрғысынан принципті мәнге ие, өйткені олардың көпшілігінің басталуы МЖ ажыратылғаннан кейін ғана мүмкін болады. Бұл ретте елеулі әсер тіпті 150 – 250 °С диапазонында аздаған температураның жоғарылауы да мүмкін. Бұл белгілі заңдылықпен түсіндіріледі, соған сәйкес металдан қоршаған ортаға бөлінетін жылу мөлшері "металл – қоршаған орта" температурасының әртүрлілігіне пропорционалды болады. Осыны ескере отырып, жылдамдығы температураны төмендету кезінде металдың оның табиғи сууына пропорционалды және айырмашылық температура және қоршаған ауаның температурасы екенін дәлеледеу қиын емес. Бұл "тұрақты режим" деп аталады.

$$t - t_a = (t_{\text{бас}} - t_a) \exp[-m(\tau - \tau_\psi)] \quad (4.1)$$

мұнда t – металл температурасының ағымдағы мәні, $t_{\text{бас}}$ – оның бастапқы мәні t_a -ауа температурасы; m -суыту қарқыны (осы турбинаның цилиндры үшін тұрақты шама), τ - суыту уақыты.

(4.1) өрнегін уақытша айнымалыға түрлендіріп, металл температурасының өзгеру жылдамдығын аламыз:

$$V_t = \frac{dt}{d\tau} = -m(t_{\text{бас}} - t_a) \exp[-m \cdot (\tau - \tau_\psi)] \quad (4.2)$$

Соңғы өрнек ара қатынасынан (4.1) соңғы өрнекті табамыз:

$$V_t = -m \cdot (t - t_a) \quad (4.3)$$

Осылайша, суыту жылдамдығы біріншіден, турбина металының ең температурасымен анықталады: ол төмен болса, суыту жылдамдығының

$$m = \frac{\alpha \cdot \psi \cdot S}{c \cdot M} \quad (4.4)$$

шамасы соғұрлым аз болады. Суыту процесін анықтайтын тағы бір фактор "m" қарқынының шамасы. Түсініктің мәні қарапайым, геометриялық пішін үшін оның мәнін қарастырса төмендегідей болады:

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		34

мұндағы α - денеден салқындатқыш агентке дейінгі жылу беру коэффициенті,

s - дененің барлық беті бойынша орташаланған;

c - дененің материалының меншікті жылу сыйымдылығы,

M - оның массасы;

ψ - денедегі температураның біркелкі бөлінуін сипаттайтын коэффициент.

Оның жылу окшаулағышына қарағанда дене салмағы (турбинаның цилиндрі) жоғары болған сайын (жылу беру коэффициентінің шамасы аз), "m" суыту қарқынының шамасы соғұрлым аз болады.

Турбиналардың кең ауқымы үшін "m" суыту қарқынының мәні монографияда келтірілген. Оларды пайдалана отырып, бізді қызықтыратын температураларда турбинаның цилиндрлерінің табиғи суыту жылдамдығын есептеуге болады. Қоршаған ауаның температурасы 25 °C кезінде турбиналардың кейбір типтеріне арналған осындай есептеулердің нәтижелері кестеге енгізіледі .

Берілген мәліметтер табиғи суыту кезінде қуаты 300 – 800 МВт ЖҚЦ турбиасының металының температурасы 150 °C – қа дейін төмендеуі 9,1 – ден 11,0 сағатқа дейін, ал 200 °C – 7,7 - ден 8,2 сағатқа дейін созылады. Қуаты 500 және 800 МВт ОҚЦ турбиасы үшін бұл уақыт 200 °C диапазонында 6,5 - 6,7 және 150 °C диапазонында 9,1 – 9,4 құрайды.

Турбинаны мәжбүрлі босаңсытуды қолдану сандық сипаттамаға әсер етеді, бірақ принципті сапалық суретті өзгертпейді. Салқындату соңында металдың төмен температурасына қол жеткізу қажеттілігі процестің ұзақтығын айтарлықтай арттырады, өйткені бұл аймақта "салқындатқыш агент-металл" температурасының әртүрлілігінің төмендеуінен жылу шығару қарқындылығы төмендейді. Турбинаны мәжбүрлеп суытудың барлық белгілі әдістерін қолдану жоғары температура аймағындағы металл температурасының салыстырмалы тез төмендеу проблемасын барынша шешеді; төмен температура аймағындағы турбинаны суытпай белгілі бір проблемалармен байланысты. Осылайша, турбиналарды жүктемемен бөгеуілдеу салыстырмалы түрде ЖҚЦ-дің металының температурасын 230 – 250 °C дейін және ОҚЦ-де 280 – 300 °C дейін төмендетуге мүмкіндік береді. Неғұрлым терең араластыру үшін әуе немесе аралас басқа тәсілдерді қолдану талап етіледі. Сондықтан майлау жүйесін ажыратуға болатын цилиндр металының температурасының жоғарылауы, еріксіз ыдырату кезінде де елеулі әсер береді, өйткені оның режимдері мен технологиясын жеңілдетуге мүмкіндік береді. Айтылған пайымдаулар қарастырылып отырған сипатты температураны арттыру мүмкіндігін анықтау тапсырмасының өзектілігін анықтады. Жағармайлар әрдайым жеткілікті түрде негізделмегенін көрсеткен бірқатар есептік және тәжірибелік жұмыстар жүргізілді. Әдетте, ол өте үлкен қормен белгіленген және оны төмендету үшін айтарлықтай резервтер бар .

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
							35
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

Бұл турбиналардың әрбір нақты түрі үшін қарастырылып отырған температураны негізді таңдау бойынша жүйелі жұмыстарды жүргізуге негіз болды, кейіннен оларды пайдалану жөніндегі нұсқаулыққа өзгерістер енгізілді.

№7 кесте

Параметр атауы	Белгіленуі	Өлшемі	Турбина түрі							
			К-300-240 ХТЗ		К-300-240 ЛМЗ		К-500-240-2		К-800-240	
			ЖҚЦ	ОҚЦ	ЖҚЦ	ОҚЦ	ЖҚЦ	ОҚЦ	ЖҚЦ	ОҚЦ
Су температурасы	m	1/сағ	0,0075	0,0155	0,074-0,083	0,0150-0,0170	0,0070-0,0075	0,00875	0,0075	0,0085
Суу жылдамдығы 250 °С кезінде 200 °С кезінде 150 °С кезінде	ϑ_1	град/сағ	1,5-1,65	3,41	1,63-1,83	3,30-3,74	1,54-1,65	1,925	1,65	1,8
			1,5-1,35	2,8	1,33-1,49	2,7-3,1	1,25-1,30	1,53	1,3	1,5
			0,91-0,97	2,0	0,96-1,1	1,95-2,21	0,88-0,94	1,1	0,94	1,06
Сууға кететін уақыт 250 °С кезінде 200 °С кезінде 150 °С кезінде	τ_{10}	сағ	6,1-6,5	2,9	5,5-6,1	2,7-3,0	6,1-6,5	5,2	6,1	5,3
			7,4-7,9	3,6	6,7-7,5	3,2-3,7	7,6-8,2	6,5	7,6	6,7
			10-11,0	5,0	9,3-10,4	4,5-5,1	10,7-11,3	9,1	10,6	9,4

5 Майлау жүйесін өшіру кезінде турбинаның сенімділігіне әсер ететін факторлар

Майлау жүйесін (МЖ) ерте ажыратуға кедергі келтіретін негізгі фактор мойынтіректердің жол берілмейтін қыздырылу қаупі болып табылады. Ротор мойынының МЖ-ның жұмысы кезінде мойынтірек аймағында оны май температурасына жақын температураға дейін салқындатуды қамтамасыз ететін маймен жуылады. МЖ ажыраған кезде ротордан жылу шығару қарқындылығы төмендейді, ал ротор денесіне жылу беру есебінен неғұрлым қыздырылған бу шығару аймағынан соңғы температураның суық мойнына және мойынтіректердің баббитіне дейін өседі. Бірінші – майлау жүйесін ажыратқаннан кейін – бұл өсім тез жүреді, өйткені ротор мойнынан жылуды маймен бұру тоқтатылады, ал ротор осінің жылу ағыны бу шығару аймағындағы ротор металының температурасы мен мойынтірек ауданындағы ротор металының температурасы арасындағы едәуір айырмашылыққа байланысты жоғары деңгейде сақталады. Бірақ, мойынтірек аймағындағы ротор температурасының өсуіне қарай жылу алмасу сипатындағы өзгерістер болады: мойынтірек аймағындағы және қоршаған ортадағы ротор мойынының температурасының әртүрлілігінің өсуі осы ортаға ротормен берілетін жылудың мөлшерін арттырады; екінші жағынан ротор осінің бойымен температураның айырмасы түседі және жылу өткізгіштігімен мойынтірек аймағына берілетін жылудың осьтік ағыны азаяды. Сондықтан мойынтірек аймағындағы ротор температурасының өсуіне қарай осы өсудің жылдамдығы төмендейді және соңында белгілі бір температура кезінде мойынтірек аймағындағы ротордың жылу жағдайы тұрақтанады, ал осы аймақта температураның өсуі тоқтатылады. Мәселе ротор температурасының қандай деңгейінде оның жылу жағдайы тұрақтанады: бұл температура "қалыпты" бола ма, яғни ол баббиттің зақымдануы тұрғысынан жол берілмейтін болады.

Ең қыздырылған аймақта ротордың температурасы неғұрлым жоғары болған сайын, МЖ ажыратылғаннан кейін жылу жағдайы тұрақтанған кезде мойынтірек аймағындағы оның температурасы соғұрлым жоғары болуы мүмкін. Алайда, осы екі факторлардың байланысқа бірқатар басқа жағдайлар әсер етеді. Ең ыстық аймақта ротор температурасы тікелей өлшенбейді, сондықтан оның шамасы жанама түрде көрінеді: көбінесе металдың өлшенетін температурасы (сыртқы корпустың бу жіберу аймағында) және ротор температурасы ең ыстық аймақта сәйкес келеді немесе бір-біріне жеткілікті жақын келеді деп болжанады. Мұндай болжам бір корпусты құрылыстың цилиндрлері табиғи суыған жағдайда да әрдайым әділ емес. Цилиндрдің екі корпусты құрастырылуы жағдайында корпустың өлшенетін температурасы мен ротор температурасының байланысы неғұрлым күрделі болып табылады. Бұдан басқа, тіпті беттік талдау де МЖ ажыратылғаннан кейін мойынтірек аймағындағы температураның өзгеру үрдісінің динамикасы және бұл ретте қол жеткізілетін ең жоғары температура нақты турбинаның басқа құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты болады:

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			37

ротордың ең жоғары температурасының аймағынан мойынтірек аймағына дейінгі қашықтық; тіректік және тіректік мойынтірек тердің құрастырылуы, ЖҚЦ және ОҚЦ (бір немесе екі) арасындағы тіректік мойынтіректердің саны, жоғары және орташа қысымды цилиндрлердің құрылысы (ішкі корпустың болуы немесе болмауы): буды жеткізу және оның цилиндрде – ілмекті немесе тура ағатын, цилиндр ағынының саны схемалары; соңғы тығыздаулар аймағының ұзақтығы және т.б. барлық осы факторларды есепке алу белгілі бір типті турбинаға арналған нақты талдау кезінде ғана мүмкін болады. Кейбір параметрлер (мысалы, корпустың өлшенетін температурасына байланысты ротор температурасының өзгеруі) тек есептеу жолымен – математикалық модельдеу арқылы анықталуы мүмкін.

Екінші жағынан, МЖ ажыратылғаннан кейін мойынтіректер аймағындағы ротордың жылу жай-күйінің өзгеру процесі тек оның ең үлкен температурасына (ең ыстық аймақта) ғана емес, сонымен қатар ротор мен корпустың ұзындығы бойынша температуралардың таралу сипатына (эпюрлеріне) байланысты. Өз кезегінде, температураны бөлу эпюрі тоқтату режиміне байланысты: табиғи суыту кезінде корпустың ұзындығы бойынша температураны бөлу эпюрі мәжбүрлеп ыдырату кезінде сол эпюрадана ерекшеленеді. Соңғы жағдайда айтарлықтай әсер ету тәсілі; будың температурасын жүктемемен бөгеуілдеген кезде ағын бөлігі бойынша будың температурасы айтарлықтай төмендейді; төмен әлеуетті бұмен бөгеуілдеген кезде оның ағын бөлігі бойынша температурасы әлсіз өзгереді; сонымен қатар турбинаны ауамен жылдам салқындатуға да қатысты болады.

Май жүйесін ажыратудың алдындағы кезеңде соңғы тығыздаулар аймағында (МЖ) роторды жуып кететін агенттің температурасы маңызды рөл атқарады. Бұл жағдайда мойынтірек аймағындағы қыздырылған бөліктен жылудың үлкен ағындары пайда болады, соңғысының температурасының едәуір жоғарылауын туындатады.

Осы конструктивті ерекшеліктері бар турбинада тоқтату технологиясының қандай да бір нұсқаларын іске асыру кезінде туындайтын жағдайларды алдын ала талдау үшін суыту процестерін үлгілеу жолы жасалынады. Ол жабдықты тәуекелге ұшыратпай, басқада жағдайларды жасауға (модельдерге) және турбинаның сындық элементтерінің жағдайына әр түрлі факторлардың әсерін егжей - тегжейлі талдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл жол белгілі бір типтегі турбиналарда жүргізілетін тәжірибелер санын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік береді. Модельдер арқылы тоқтату режимдері оңтайландырылуы мүмкін .

Алайда, МЖ ажыратылуы мүмкін шекті температураны таңдау мәселесін шешу үшін таза есептік жол мүмкін емес.

Модельдердің көмегімен алынған нәтижелер жылу алмасудың шекаралық шарттарын тапсырудың дәлдігіне, сондай - ақ модельдердің дәлдігіне байланысты. Турбинаның құрылысының күрделілігі, салқындатылған турбинаның металы мен қоршаған орта арасындағы жылу алмасу шарттарының

							ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	<i>Бет</i>
<i>Өзг.</i>	<i>Бет</i>	<i>Құжат №</i>	<i>Қолы</i>	<i>Күні</i>				38

күрделілігі шекаралық жағдайларды аналитикалық түрде анықтауға мүмкіндік бермейді.

Қазіргі уақытта олар нақты турбина үшін тәжірибелік жолмен анықталуы мүмкін. Тәжірибе үлгілерде алынған ұсыныстарды тексеру үшін де қажет. Осылайша, қойылған міндетті шешудің оңтайлы жолы-есептік-тәжірибелік тәжірибе модельді сәйкестендіру және оның көмегімен алынған ұсынымдарды тексеру үшін қолданылады; модельге тоқтау режимдерін есептеу зерттеуі режимді алдын ала оңтайландыруды қамтамасыз етеді.

5.1 Майлау жүйесін өшіру кезінде мойынтіректердің баббитінің шекті рұқсат етілетін температурасын таңдау

Майлау жүйесі өшірілуі мүмкін цилиндр металының нақты температурасының шамасына майлаудың ажыратылған жүйесі кезінде рұқсат етілетін баббиттің шекті температурасы айтарлықтай әсер етеді. Оның көлемі әртүрлі турбиналық зауыттар әр түрлі болады. Осылайша, МЖ ажырату шарттары бойынша К-800–240–3 ЛМЗ турбинасы цилиндрлері металының рұқсат етілген температурасын анықтау бойынша жұмыстарда, зауыттық нұсқаулықта берілген шекті шама ретінде 110 °С мәні көрсетілген. Нақты дәйексөз жұмысында шекті шама осы шама мойынтіректің баббитінің температурасын штаттық бақылау аспабының шкаласының шектелуіне байланысты 100 °С шамасымен шектелді. Осы жұмыстың авторлық ұжымы орындаған ұқсас жұмыстарда К–200–130 турбинасында сол зауыт баббиттің 80 °С шекті температурасына рұқсат етті. Соңғы уақытта ЛМЗ баббиттің шекті температурасының мәнін 97 - 100°С дейін айтарлықтай арттырды. Жоғарғы МАЭС және К-200-130 және К-800-240-5 Пермск МАЭС-ның турбиналарында УПИ орындалатын жұмыстар үшін 1992 жылдың шілдесінде зауытпен дәл осындай мәндер келісілді.

К-300-240 және К-500-240 турбиналарының ЖҚЦ және ОҚЦ металының рұқсат етілген температурасын анықтау бойынша жұмыстар үшін Харьков турбиналық зауыты, МЖ ажыратуға рұқсат етілуі мүмкін, мойынтіректердің баббиті температурасының шекті мәнін 100 °С тең деп белгіледі.

Т-100-130 және Т-175/210 - 130 турбиналарында осыған ұқсас жұмыстар үшін ТМЗ баббит температурасының 120 °С шекті мәнін рұқсат етеді.

Әр түрлі зауыттар немесе тіпті түрлі жағдайларда бір зауыт беретін баббиттің шекті температураларының шамаларында осындай елеулі айырмашылықты ескере отырып, осы шаманы таңдауда толығырақ тоқтау қажет.

Осы бағыт бойынша белгілі жұмыстар турбинаның жұмыс режимдеріне арналған тіректік мойынтіректердің баббитінің шекті рұқсат етілген температурасының шамасын негіздейді, яғни мойынтіректер роторға әсер ететін осьтік күштермен байланысты жұмыс жүктемесінің әсерінен болған кезде болады.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			39

Бұл жағдайда баббит құймасының зақымдануы оның қаттылығы мен қысу кезіндегі беріктік шегінің азаюы салдарынан қауіптенеді. Бұл жағдайда оның температурасы 110 – 120 °С - тан аспауы тиіс, өйткені ол мойынтіректерде жұмыс істеу жағдайына есептелген. Осы температурадан асқан кезде баббиттің қаттылығы (Бриннель бойынша) 120 МПа (12 кгс/кв.мм) кем болады, яғни мойынтіректердің жұмысы үшін рұқсат етілетін қаттылық шегінен төмен дегенді білдіреді. Айналмалы жүктелген мойынтірек жағдайында көрсетілген температурадан асып кеткен кезде ішпектің немесе біліктің тез тозуы немесе бетінің түсуі мүмкін деп есептеледі.

№8 кесте - Баббит жоғары температурадағы механикалық қасиеттері

Тәжірибе температура, гр.С	Бриннель б-ша қатт. МПа			Қысу кезінде беріктік шегі, МПа		Созу кезінде беріктік шегі, МПа		
	Б88	Б83	Б16	Б88	Б83	Б88	Б83	Б16
-50	520	—	—	—	—	—	—	—
20	240	299	295	114	108	80	90	78
50	182	288	—	83	92	65	—	—
75	148	185	197	66	—	55	—	—
100	113	145	150	48	55	46	54	55
150	108	82	81	—	55	28	32	—
175	—	59	69	—	42	20	—	—
200	23	26	—	—	—	18	—	—

ЕСКЕРТУ. Қалайы баббиттердің балқу температурасы: басталуы 240 - 250 °С, соңы 400 - 420 °С аяқталады.

Бірақ тіпті жұмыс жағдайында баббиттің зақымдануы жоғары температураға жатады. Бұған шетелдік ғылыми - техникалық кезеңдерде көптеген нұсқаулар бар.

Мысалы, Инглиш Электрик фирмасының деректері келтірілген жұмыста қуатты турбиналардың тірек мойынтіректерінің жұмыс жағдайлары туралы; 60000 кг с (588 кН) жүктеме кезінде диаметрі 610 мм жуық сырғанау мойынтіректерінің баббиті және 3000 айн/мин айналу жиілігі 130 °С температурада сенімді жұмыс істейтіні көрсетіледі; сонымен қатар, бұл баббиттің зақымдануының басталу температурасынан айтарлықтай төмен, оның шамасы 177,8 °С тең деп көрсетіледі. Шолуда 115, 140 және тіпті 175 °С температура кезінде турбина мойынтіректерінің сенімді жұмысын көрсетеді.

Мойынтіректердің баббиті жұмысының сенімділігін зерттеу бізді қызықтырған жағдайда (яғни бұрыс ротор кезінде) "Дженерал электрик" фирмасымен жүргізілді.

Бұл жұмыста тұрақты жүктеме кезінде гидродинамикалық мойынтіректердің ең жоғары температурасы мәселесі зерттеледі. Зерттеулер табиғи қондырғыда орындалды:

Застм қорытпасынан жасалған антифрикциялық жабыны бар, өз құрамы бойынша Б83 – ге жақын (бірақ мыстың мөлшері 8% артық болғандықтан қатты) модельдік сәулелі мойынтіректің диаметрі 250 ММ; қалыпты жүктеме роторына 1,37 МПа қысылған. Мойынтіректің баббиттік сегменті бар. Ротордың баяу үзікпен айналуында сегмент температурасының бір мезгілде көтерілуімен (Индукциялық қыздыру жолымен) зақымданулардың пайда болуы 190 – 199 °С температураларда байқалды. Фирманың тәжірибе нәтижелері 5 - кестеде көрсетілген.

№9 кесте - "Дженерал электрик" компаниясында өткізілген тәжірибелер нәтижелері

Мойынтірек түрі	Диаметрі дюйм (м)	Жылдам. айн/мин	Номиналды жүктеме, фунтпен кв.дюйм (МПа)	Максималды температура гр.С
Тірек	16 (0,4064)	5000	704 (4,85)	305 (151,7)
Тіреулік	24,75(0,6286)	4820	1050 (7,24)	268 (131,1)
Тәжірибе тіректі	10 (0,254)	0	200 (1,37)	380 (193,3)

В83 баббиттің механикалық қасиеттері туралы мәліметтер 175 °С - тан жоғары температурада болған кезде, әдебиеттен ТМЗ бағдарламалық қамтамасыз етудегі баббиттің рұқсат етілген температурасы туралы мәселені шешу кезінде олар тәжірибелі түрде анықталды.

Зерттеулер нәтижелері көрсеткендей, тіпті 200 °С температурада да, баббит мойынтіректерінің жұмыс жағдайлары алаңдаушылық тудырмайды. ТМЗ турбиналары үшін осы тұжырымды ескере отырып, майлау жүйесін өшіру шарттарын анықтау үшін эксперименттерде, ең жоғарғы температура 120 °С жеткілікті (екі есе дерлік) маржаны қамтамасыз етеді және оны режимнің сенімділігі критерийі ретінде пайдалану көп күмән туғызбайды.

5.2 Айналмайтын ротордың температураның ауытқуы

Ағынды сөндіру кезінде цилиндр температурасының едәуір төмендеуі қажеттілігінің негіздемесі деп аталатын тағы бір фактор - бұл жылу дефлекторының пайда болуы, ол өз кезегінде тоқтап тұрған салыстырмалы ыстық ротордың диаметріндегі температура айырмашылығының пайда болуымен түсіндіріледі. Бұл айырмашылықтардың пайда болу себептері цилиндр корпусындағы «жоғарыдан - төменгіге» температураның айтарлықтай айырмашылығы болуы мүмкін; мойынтіректің қабығында жатқан ротор мойынының төменгі бөлігінен жылуды күшейту; ротордың периметрі бойынша біркелкі емес жылу алмасу, соңғы тығыздағыштарға бу беріледі.

Осы және басқа факторлардың ротордың жылу деформациясын қалыптастыруға әсерін егжей - тегжейлі зерттеу бұрын жүргізілген. Мұндағы басты рөлді КУ - ға бу беру атқарады, ол болмаған кезде, цилиндрдің бу шығатын температурасында 300 - 310 °С дейін сөндіру құрылғысы өшірілген кезде де ротордың айтарлықтай қисықтық байқалмады. Осы тұжырымның дұрыстығын ескере отырып, бұл ББҚ-да МЖ өшірілген кезде, ол жұмыс істеп тұрған жағдайға қатысты екенін есте ұстаған жөн, бұл мойынтірек аймағындағы ротор мойынында температураның бұзылуын болдырмайды. Сондықтан, МЖ өшірілген кезде ротордың термиялық ауытқуының мәні тәжірибелік түрде анықтау үшін бірнеше рет жасалды. Ол үшін ротордың иілісі өлшенуге болатын жерлерде орналасқан стандартты датчиктердің көмегімен өлшенді, бірақ алшақтық ең көп болатын аймақтардан алыс. Мұндай өлшеулер режимнің ротордың иілуіне салыстырмалы әсері туралы ғана ақпарат бере алатындығымен келісуге болмайды, бірақ олар ағын бөлігіндегі саңылаулар өзгерісінің абсолютті мәні туралы түсінік бермейді.

Сонымен қатар, егжей - тегжейлі зерттеулер көрсеткендей, бірінші мойынтіректің ауданындағы стационарлық ротордың иілуін өлшеу ағын бөлігіндегі біліктің деформациясының шамасын көрсетпейді: тек алдыңғы біліктің консолі салыстырмалы салқын мойынтіректің төменгі жартысымен жанасу аймағында бүгіледі. Ротордың өзі мойынтіректер арасындағы ағын бөлігінде түзу бола алады.

Екінші жағынан, ротормен турбиналық цилиндрлерді салқындету кезінде ағып жатқан бөліктегі саңылаулардың өзгеруін нақты бағалауды есептеу арқылы беруге болады және МЖ өшірілген кезде есептеуге болады. Корпустың иілуін жоғарғы генератрицаның $\Delta t_a - n(k)$ температуралық айырмашылығымен есептеу өте қарапайым, оның дәлдігі тәжірибе жүзінде бірнеше рет тексерілген. Егер көрсетілген температура айырмасы дененің бүкіл ұзындығында бірдей деп санасақ, онда формулалар бойынша максималды ауытқу мәніне тәуелділік пайда болады:

$$y_{\text{мак}} = \frac{\beta \cdot L^2 \cdot \Delta t_{B-H}^{(k)}}{8 \cdot D_k} \quad (5.1)$$

										Бет
										42
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		43

мұнда β - сызықтық кеңею коэффициенті L - тіректер арасындағы корпус ұзындығы; D_k - корпусстың сыртқы диаметрі.

Бұған дейін ұқсас формула тәжірибелік түрде алынды және тексерілді. Ол сәйкесінше, орнына шамалар айырмасының температура корпус бойынша тиісті айырмашылық температурасы және $\Delta t_a - n(p)$ ротор диаметрі, сондай - ақ ротор диаметрі шамасы т. б.

Бұл формула радикалды саңылаудың өзгеруіне жоғары баға береді, өйткені ротордағы температураның "жоғарғы – төменгі" айырмашылығы оның ұзындығы бойынша тұрақты, ал біліктің ұштары бос және роторға майысуға кедергі жасамайды деген болжамнан алынды. Шын мәнінде жылжыту өлкенің стесненен және біліктің майысуы болады бірнеше есе аз бойынша есептелген байланысты (5.1).

Негізгі қиындық $\Delta t_a - n(p)$ шамасын бағалау үшін ротордың температуралық өрісін анықтауды білдіреді. Бұл шама турбинаның цилиндрін суыту процесін математикалық үлгілеу кезінде есептелуі мүмкін.

Сонымен қатар, суыту процестерін нақты есептеу орнына ротордағы температуралық айырмашылық шамасына және турбинаның ағынды бөлігіндегі саңылаулардың өзгеруіне байланысты жоғарғы баға беруге болады. Егер осындай жолмен алынған белгілі бір қормен ағатын бөліктегі саңылауларды азайту шамасы турбинаның сенімділігіне күмән тудырмаса, онда нақты талдау талап етілмейді.

Жұмыста мұндай баға мынадай пайымдауларды ескере отырып берілген:

- турбинаның ішіндегі қуыстар мен саңылаулар атмосфералық қысым кезінде ауамен толтырылған;

- статор бөлшектерінен (диафрагмалардан) роторға жылу алмасу ені шамамен 10 мм жазық сақиналы саңылаулар арқылы жылу өткізгіштігімен жүзеге асырылады;

- табиғи конвекция саңылауларда іс жүзінде жоқ (табиғи конвекция есебінен саңылаулар арқылы жылудың ұлғаюы $ek = 0,18 (Gr, Pr)$ коэффициентімен бағаланады, Грасгоф $ek = 0,18 (Gr, Pr)$ 0,25 Прандтінің сандарға байланысты, ауаның қасиеттері 300 °C температураға сәйкес және 100 °C - та корпусстың үстіңгі және төменгі температураларының айырмасы, рұқсат етілген шекті мәннен екі есе асатын, шама $(Gr, Pr) = 494 < 1000$, яғни $0,25 ek = 0,18 (Gr, Pr)$ коэффициентімен бағаланады. табиғи конвекция іс жүзінде жоқ, және жылу ағыны желтоқсандағы диафрагмалар роторына анықталады. Өзіндік жылу, ауа, т.б. $ek = 1$). Ротор бетіне жылу алмасу шарттарын бағалау нәтижелері бойынша ротор диаметрі бойынша температуралардың шекті ауытқуы анықталды ("жоғарғы – төменгі" айырмасы $\Delta t_a - n(p)$), сонымен бірге алынды :

$$\Delta t_{B H}^{(P)} = \frac{\Delta t_{B H}^{(K)}}{\left(1 + 2 \frac{\lambda_m \cdot S_B}{\lambda_B \cdot D_p}\right)} \quad (5.2)$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		45

яғни, $\lambda_m = 39 \text{ Вт/ (м К)}$, $\lambda_B = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ Вт (м К)}$; $S_B = 1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$;

$$\Delta t_{BH}^{(P)} = 0,032 \quad \Delta t_{BH}^{(K)} \quad D_p = 00,578 \text{ кезінде (ЖҚЦ К-500-240-2)}$$

$$\Delta t_{BH}^{(P)} = 0,033 \quad \Delta t_{BH}^{(K)} \quad D_p = 00,578 \text{ кезінде (ОҚЦ К-500-240-2)}$$

Корпустың "жоғарғы - төменгі" температурасы $100 \text{ }^\circ\text{C}$ тең болған кезде, бұл турбиналарда кездесетін нақты мөлшерден айтарлықтай асып түседі. Бұл жағдайда (5.6) формула бойынша бағаланған саңылау өзгерісінің ең жоғарғы шамасы ЖҚЦ үшін $0,247 \text{ мм}$ және ОҚЦ үшін $0,242 \text{ мм}$ құрайды ($\beta = 13 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град}$ және $\ell_{ЖҚЦ} = 5,146 \text{ м}$ және $\ell_{ОҚЦ} = 5,107 \text{ м}$).

Осылайша, тіпті айтарлықтай жоғары бағалауда да, саңылаудың өзгеру шамасы турбинаның ағынды бөлігіндегі радикалды саңылаулардың шамасынан әлдеқайда аз. Бұл талдау, онда "жоғарғы – төменгі" айырмашылық пайда болуы есебінен иілу ББҚ ажыратылған кезде турбинаға қауіп төндірмейді.

Алынған баға жоғары екенін дәлелдей отырып, "жоғарғы – төменгі" температураларының айырмасы шеңберлік бағыттағы обойма бойынша жылу өткізгіштігінің еруіне байланысты корпусындағы айырмашылыққа қарағанда аз болады. Т–250/300–240 турбинасының ЖҚЦ обоймасының бірінші корпусаралық кеңістігінен кейін бұл әсер обоймадағы температураның $0,52 \Delta t_a$ – н(к) дейін төмендеуіне әкеледі. Мұндай айырмашылық кезінде ротордың ең жоғары майысуы $0,11 - 0,12 \text{ мм-ге}$ дейін азаяды, егер корпуста температуралардың айырмасы $100 \text{ }^\circ\text{C}$ құрайды. Өртүрлілік шамасы $50 \text{ }^\circ\text{C}$ дейін болған кезде ротордың иілу жебесі $0,06 \text{ мм}$ аспайды.

Дәйексөз жұмысында жүргізілген талдау мінсіз емес.

Ең алдымен, қарастырылып отырған құбылыстың қабылданған моделі даулы болып табылады: ротор жоғарғы жағында диафрагманың жоғарғы жартысымен жылу алмасу (ауа саңылауы арқылы), ал төменгі жағында – диафрагманың төменгі жартысымен жылу алмасуы болады. Сонымен қатар, диафрагманың жоғарғы жартысы $\Delta t_{ж}(к)$ корпусының жоғарғы температурасы, ал диафрагманың төменгі жағы $\Delta t_{т}(к)$ корпусының төменгі температурасы болады. Осылайша, сыртқы корпуста пайда болатын температуралық әркелкілік толық диафрагмалармен қабылданады, бұл ішкі корпустарсыз цилиндрлер үшін де жеткілікті даулы. Оның үстіне, мұндай модель екі қабырғалы цилиндрлер үшін жарамсыз, яғни ішкі корпус болған жағдайда болады. Соңғы жағдайда ішкі корпустың диаметрі бойынша температуралардың жалпы айырмашылығы ішкі корпустың (ІК) "жоғарғы – төменгі" айырымының бір бөлігін ғана құрайды, себебі мен СК арасындағы жылу алмасу ал жылу берудің шартты коэффициенті бар сәулелі жылу алмасу есебінен олардың арасындағы ауа саңылаулары арқылы өтеді. Модельді пайдалана отырып, қарапайым мәндер арқылы табуға болады:

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			46

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{ік})} = \Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{нк})} \frac{I+2 \cdot \lambda_m}{\alpha_d \cdot D_m} \quad (5.3)$$

Жылуалмасу кезінде ТК және ІК арасындағы сәулелік жылу алмасуда денелер жүйесінің көрсетілген деңгейі шамамен 0,7 тең деп есептеуге болады; сонда сәулелік жылу берудің шартты коэффициенті металдың орташа температурасы шамамен 300 °С және 2,2 Вт/(кв.м/град) – металдың орташа температурасы шамамен 250 °С болғанда 4,8 Вт/(кв. м/град) жуықты құрайды.

ЖҚЦ турбины үшін (5.3) тәуелділікті аламыз:

К – 500 – 240 – 2 ($D_{\text{вк}} = 1,3 \text{ м}$)

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{ік})} = 0,0741 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{тк})} \quad 300 \text{ } ^\circ\text{С орташа температура кезінде ;}$$

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{ік})} = 0,0354 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{тк})} \quad 250 \text{ } ^\circ\text{С орташа температура кезінде –}$$

К-500-240-2 ($D_{\text{вк}} = 1,7 \text{ м}$) ЖҚЦ турбины;

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{ік})} = 0,947 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{тк})} \quad 300 \text{ } ^\circ\text{С орташа температура кезінде;}$$

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{ік})} = 0,0387 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{тк})} \quad 250 \text{ } ^\circ\text{С орташа температура кезінде.}$$

Сонымен қатар, ротордан диафрагмаға жылу беру тек диафрагмалық тығыздауда радиалды саңылау арқылы өтеді деп санауға болмайды. Жылу диафрагмалар мен дискілер арасындағы сәулелік жылу алмасу жолымен беріледі.

Бұл жылу алмасу дискілердің температуралық өрісін қалыптастыру кезінде анықтаушы болып табылады; ротор білігінің температуралық өрісі дискілердің температуралық өрісінің әсерімен жылу өткізу процестері есебінен қалыптасады.

Жылу алмасу үрдістерін ескере отырып, сондай-ақ суыту үрдістері өте баяу ағады, ішкі корпус ротормен бірге бірыңғай дене ретінде қалады деген болжам неғұрлым дұрыс болып табылады, оның диаметрі бойынша температуралардың таралуы ротордағы температуралардың тиісті таралуын анықтайды. Егер температураны диаметр бойынша бөлу сызықтық болып табылса, онда ротор диаметрі бойынша температуралардың айырмасы ішкі корпусстың "жоғарғы – төменгі" температураларының әртүрлілігімен сәйкес келеді қарапайым тәуелділік :

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{р})} = \frac{D_p}{D_{\text{ік}}} \Delta t_{\text{ж-т}}^{(\text{ік})} \quad (5.4)$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		47

Әлбетте, бұл ескере отырып, бөлу температура диаметрі бойынша корпусы (яғни, диафрагмалар және дискілер) аламыз ең жоғары температура айырмашылығы диаметрі ротор салыстырғанда әртүрлі болатын жері басқа да нұсқалары болады. К - 500 - 240 - 2 турбинасының 2 - ші сатысының ішкі корпусының диаметрі-шамамен 1,3 м, осылайша ротор білігі мен ішкі корпус диаметрінің қатынасы 0,29 құрайды. Осыны ескере отырып, қарастырылып отырған турбинаның ЖҚЦ үшін ротор диаметрі бойынша температуралардың айырмасы болуы тиіс:

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(p)} = 0,032 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(тк)} \quad 300 \text{ }^\circ\text{C} \text{ орташа температура кезінде ;}$$

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(p)} = 0,015 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(тк)} \quad 250 \text{ }^\circ\text{C} \text{ орташа температура кезінде.}$$

Бұл ОҚЦ турбинасының диафрагмалық тығыздаулар аймағындағы ротор білігінің диаметрі 0,578 м құрайды, ал ішкі корпусдың диаметрі 1,7 м (осы цилиндрдің диаметрі 1,8 – ден 2,0 м – ге дейін) . Осылайша, ротор білігі мен ішкі корпусының диаметрлерінің ара қатынасы 0,340 м-ге жуық құрайды.–500–240–2 ротордың диаметрі бойынша температуралардың айырмасы:

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(p)} = 0,032 \quad \Delta t_{\text{в-н}}^{(тк)} \quad 300 \text{ }^\circ\text{C} \text{ орташа температура кезінде ;}$$

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(p)} = 0,013 \quad \Delta t_{\text{ж-т}}^{(тк)} \quad 250 \text{ }^\circ\text{C} \text{ орташа температура кезінде.}$$

Өндірістік талдау көрсеткендей, ЖҚЦ-дің сыртқы корпусының "жоғарғы – төменгі" температурасының 100°С-та жоғары айырмашылығы болса да, ОҚЦ роторындағы температураның айырмасы 3,2 °С-тан аспайды.

Бұл шама Т - 250/300 - 240 турбинасы үшін жеткілікті жақын 2,9 °С тең, бірақ жоғарыда қолданылған құбылыстың үлгісі цитированной жұмыста қабылданған мәндерден ерекшеленеді.

ЖҚЦ роторының диаметрі бойынша 3,2 °С тең температура айырмашылығы кезінде осы ротордың ең жоғары иілу жебесі (5.1) формулаға сәйкес:

$$y_{\text{мак}} = \frac{13 \cdot 10^{-6} \cdot 3,2 \cdot 5,146^2}{8/0,558} = 0,247 \text{ мм}$$

К–500–240–2 турбинасының ОҚЦ роторындағы температуралардың дәл сондай айырымы кезінде бұл ротордың ең жоғарғы иілу жебесі:

$$y_{\text{мак}} = \frac{13 \cdot 10^{-6} \cdot 3,2 \cdot 5,107^2}{8/0,578} = 0,235 \text{ мм}$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		48

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		49

Алынған шамалар жебенің иілу айтарлықтай төмен радикалды саңылаулар диафрагмалық ағынды бөліктерінің ЖҚЦ мен ОҚЦ қарастырылып отырған турбина . Осыны есепке ала отырып, есептеу кезінде қабылданған сыртқы корпусның "жоғарғы – төменгі" температурасының айырмасы 100 °С-қа көрінеу жоғары екендігі анықталды. Онда пайда болатын температуралардың әртүрлілігі әсерінен қозғалмайтын ротордың майысуы салдарынан радикалды саңылаулардың өзгеруі қауіп төндірмейді.

Жоғарыда жүргізілген теориялық талдау к турбинасының табиғи суыту сипаттамалары бойынша эксперименттік деректермен расталуы мүмкін. Көрсетілген жұмыста алынған ЖҚЦ сыртқы корпусының табиғи суыту сипаттамаларына цилиндр ұзындығының үлкен бөлігінде (бу жіберу қимасынан бастап 1 іріктеу қимасына дейін) "жоғарғы – төменгі" температурасының айырмасы көп емес; олардың ең жоғары мәндері 20-35 °С аспайды. Алдыңғы шеткі тығыздау аймағындағы температуралардың біршама айырмашылығы, онда оның максимум 50 °С жетеді. Тек қана шығару және артқы шеткі тығыздаулар аймағында температуралардың әртүрлілігі айтарлықтай жоғары, ал олардың максимумы 98 – 160 °С жетеді, яғни жоғарыда қарастырылған талдау кезінде қабылданған деңгей, алайда, бұл айырмашылықтар әсер ететін цилиндр учаскелерінің ұзындығы үлкен емес болғандықтан, олардың цилиндр ұзындығы бойынша орташа шамаға тәуелділік бойынша анықталатын температуралардың айырмасы:

$$\Delta t_{\text{ж-т}}^{(K)} = \frac{\sum_{j=1}^N \Delta t_i \Delta l_i}{\sum_{j=1}^N \Delta l_i} \quad (5.5)$$

көп емес. Сонымен қатар, ауа температурасының орташа температурасы корпус пен ротордың майысу жебесін анықтайды. Сол турбинаның ЖҚЦ-дің ішкі корпусын табиғи суыту кезінде температураның әртүрлілігі процесінің бастапқы сатысын қоспағанда, 20 °С -тан аспайтынын көрсетеді.

К-500-240-2 турбинасының ОҚЦ табиғи суыту кезінде де осындай көріністі бақылаймыз. Бұл цилиндрдің "жоғарғы – төменгі" температураларының айырмашылығы ЖҚЦ қарағанда біршама жоғары болады. Бу жіберу, III және IV іріктеу аймақтарындағы олардың ең жоғары мәндері 40 °С - тан аспайды, V іріктеу және алдыңғы соңғы тығыздау аймағында 70-80 °С және тек шығару аймағында ғана 95 °С жетеді.

6 Турбинаны тоқтату режимдерін тәжірибелік өңдеу

6.1 №1 тәжірибе

К – 500 - 240 - 2 турбинасының тоқтауы ауа суытқаннан кейін ЖҚЦ/ОҚЦ 250 / 238 °С металл температурасы кезінде майлау жүйесін ажыратумен іске асады.

Сипатталған тәжірибе Екібастұз №1 МАЭС станциясында К-500-240-2 турбинасында жүргізілді. Тәжірибе жүргізу алдында жұмыстардың техникалық бағдарламасын әзірлеу - "Жоғары температуралы цилиндрлердің жылу жағдайын анықтау бойынша жұмыс бағдарламасы", К-500-240-2 "Екібастұз МАЭС-і" акционерлік қоғамымен орындалған. Бұл бағдарламаны Екібастұз МАЭС бас инженері бекітті. "Турбиналарды тоқтату кезінде майлау жүйесі мен білік бұрылыс құрылғысын ажыратуға жол беретін жоғары температуралы цилиндрлердің жылу жағдайын анықтау жөніндегі жұмыс бағдарламасына сәйкес, К-500-240-2 Екібастұз МАЭС" 100 °С тең мойынтіректердің баббиті температурасының шекті мәні орнатылды.

Тәжірибе жүргізу үшін "Екібастұз МАЭС № 1 станциясының энергия блогында К-500-240-2 турбинасын тоқтату технологиясын жетілдіру бойынша жұмыс бағдарламасы" әзірленді. Екібастұз МАЭС бас инженерінің орынбасары бекіткен.

№1 тәжірибе нәтижелері бойынша қорытындылар

1. ЖҚЦ-дің 250 °С бу жіберу температурасы және ОҚЦ 240 °С температурасы кезінде майлау жүйесін ажыратқаннан кейін турбинаның сенімділігін анықтайтын сыни элемент ЖҚЦ (ОП - 2) артқы мойынтірегі және осы цилиндрлердің бу шығарғыштары арасында орналасқан ОҚЦ (ОП - 3) алдыңғы мойынтірегі болып табылады.

2. Майлау жүйесін ажыратқаннан кейін ОП - 2 температурасы жоғарылайтын ең жоғарғы мән 93,0 °С. ОП - 3 температурасының ең жоғарғы мәні 95,5 °С құрайды. Бұл мәндер рұқсат етілген шамадан төмен - 100 °С.

3. Тірек қалыптарының температурасы ОП - 2 және ОП - 3 баббитінің температурасынан төмен болады. ЖҚЦ (реттеу) жағынан қалыптарда ең үлкен мән белгіленген және 81,0 °С құрайды .

4. Турбинаның механикалық жай - күйін сипаттайтын параметрлер, ағынды бөліктегі саңылаулар: ротордың ұрысы , электрқозғалтқыштың тәжірибеге дейін және кейін өлшенген тоғы. Бұл іс жүзінде өзгеріссіз қалды .

5. Қарастырылған тәжірибенің нәтижелері негізінде пайдалану тәжірибесіне ЖҚЦ/ОҚЦ 250/240 °С температурада МЖ ажырату режимін енгізуді ұсынуға болады .

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		51

6. МЖ ажыратылғаннан кейін мойынтіректердің жылу жағдайын тұрақтандырудың едәуір уақытын және шекті мәндерге жақындап келе жатқан олардың ең жоғары температураларының салыстырмалы жоғары мәнін ескере отырып , турбинаны тоқтату технологиясын жетілдіру есебінен осы шамаларды азайту мүмкіндігін пысықтаған жөн .

6.2 №2 тәжірибе

Майлау жүйесін ажыратумен К-500-240-2 турбинасының тоқтауы

Тоқтау кезінде № 8 мойынтіректі ашумен байланысты жөндеу жұмыстары жүргізілуі тиіс. Бұл ретте қысқа мерзімді жағдай пайда болады, ол кезде май тек мойынтірекке ғана емес, сонымен қатар ротордың гидрокөтергішінің май сорғылары (МГК) ажыратылуы тиіс .

ЖҚЦ / ОҚЦ жоғары температурада майлау жүйесін ажыратумен турбинаны тоқтатудың жетілдірілген технологиясын әзірлеу

1. Осы есептің 3 - бөлімінде сипатталған 250/240 °С тең ЖҚЦ/ОҚЦ температуралары кезінде майлау жүйесін ажыратумен мойынтіректердің температуралық режимін тәжірибелік тексеру осы режимді пайдалану практикасында пайдалану мүмкіндігін растады. Сонымен қатар, көрсетілген тәжірибеде турбинаны тоқтату технологиясын қабылдаған кезде МЖ ажыратудың шекті шарттары алынды: 100 °С тең мойынтіректердің баббитінің шекті рұқсат етілген температурасы кезінде, тәжірибеде ОП - 3 баббитінің максималды температурасы 95,5 °С тең тіркелді. Баббиттің шекті рұқсат етілген температурасын арттыру мүмкіндігін куәландыратын деректер болса да, дайындаушы зауыттың позициясына қарамастан, қазіргі уақытта тиісті ұсыныстарды іске асыру іс жүзінде мүмкін емес. Себебі, тірек мойынтіректерінің баббитінің температурасын өлшеуге арналған екінші аспаптың шкаласы 100 °С шамасымен шектеледі.

6.3 №3 тәжірибе

Сөндірілген майлау жүйесінің ағынды бөлігіне ауа беретін К-500-240 турбинасын тоқтату

Тәжірибе алдында турбинаны жүктемемен бөгеп, блоктың тоқтатылуы болды. Осыдан кейін турбинаның номиналды айналу жиілігіне дейін бұрылуы жүргізілді. Аталған операциялар аяқталғаннан кейін турбина тоқтатылды: конденсатордағы вакуум сақталды.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		52

Май беру ажыратылған кезде турбина мойынтіректерінің жылу жай-күйінің өзгеруі

1. МЖ ажыратудан бұрын ОВД (ОП-1 және ОП-2) тірек мойынтіректерінің баббитінің температурасы 44 – 40 °С болды. МЖ ажыратылғаннан кейін баббиттің ең үлкен қызуы ЖҚЦ бу шығару жағынан орналасқан ОП - 2 - де байқалды. Бірінші сағат ішінде оның температурасы 18 °С - ға - 49 - дан 67 °С-ға дейін ; екінші сағат ішінде 10° С-ға-67-ден 77° с-ға дейін көтерілді . Одан әрі температураның өсу жылдамдығы едәуір төмендеді және МЖ ажыратылғаннан кейін 4-5 сағаттан кейін № 2 ОП-ның температуралық жағдайының 87-90° С деңгейінде тұрақтану үрдісі белгіленді . Осылайша, МЖ ажыратылғаннан кейін бес сағаттан кейін ОП-2 баббитінің температурасы 86,5 °С , ал алты сағаттан кейін – 87,5 °С құрады ; бұл ретте соңғы сағат ішінде температураның өсуі 1,0 °С-тан аспайды.

№3 тәжірибе нәтижелері бойынша қорытындылар

1. Тоқтау технологиясының өзгеруі- ЖҚЦ және ОҚЦ ағын бөлігіне ауа беру және цилиндрдің алғашқы үш шеткі тығыздауына бу беруді тоқтату мойынтірекке май беруді тоқтатумен бір мезгілде елеулі оң нәтиже берді .

2. ЖҚЦ және ОҚЦ (әсіресе олардың ішкі корпустары) МЖ өшіру сәтінде неғұрлым жоғары температуралық деңгейіне қарамастан , ең ыстық мойынтіректердің баббитінің ең жоғары температурасы – ОП-2 және ОП-3 бұрын жүргізілген тәжірибеге қарағанда төмен болды ; оларға қол жеткізу уақыты да қысқарды . Тәжірибе жүзінде қол жеткізілген нәтижелер келесі сандармен сипатталады : ОП-2 ең жоғары температурасы 93,5 °С тең және МЖ ажыратылғаннан кейін 10 сағаттан соң қол жеткізілді ; ОП-3 ең жоғары температурасы 87,5 °С тең және 10 сағаттан кейін қол жеткізілді .

3. Тәжірибе нәтижелерін талдау көрсеткендей, егер ағынды бөлікке ауа беру 16 сағат 20 минутта тоқтатылмаса (яғни ауа беру басталғаннан кейін 6 сағаттан кейін, ал тағы екі сағатқа созылатын болса , онда ОП-2 жылу жағдайы 88-89° С, ОП-3 - 85° С деңгейінде тұрақтанар еді .

4. Ыстық бумен артқы шеткі тығыздаудың аймағын қыздыруды болдырмау үшін бу беруді тоқтату қажет және бұл тығыздауға бір мезгілде ЖҚЦ нығыздауға және ТҚЦ алдыңғы СБ-ға бу беруді тоқтату қажет .

5. Бұл ретте , жұмыста тығыздаудың эжекторы, негізгі және іске қосу эжекторлары қалуы тиіс (№1 блокта қосымша салқындату эжекторы қосылады).

6.4 №4 тәжірибе

К-500-240-2 майлау жүйесін ажыратқан кезде роторлардың гидропотъемасының май сорғыштарымен турбина мойынтіректерін салқындату тиімділігін тексеру

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		53

Турбина К-500-240-2 роторларды гидростатикалық көтеру жүйесімен жабдықталған. Жүйеде гидрокөтергіштің май сорғылары (МГК) қолданылады, жеткілікті жоғары қысымды дамытады, ол 10,2 МПа (100 кгс/см²), бірақ шектеулі берілуі бар (400 л/мин). Тәжірибе көрсеткендей, МГК ашу мойынтіректері кезінде жұмысқа қосылуы мүмкін; бұл ретте мойынтіректердің корпустарынан май шығару сорғыларының аз өнімділігіне байланысты болмайды. Екінші жағынан, роторлардың гидроөтергіш жүйесі майлау жүйесіне толығымен тәуелсіз; оларды тек ортақ майбақтары біріктіреді. МЖ ажыратылған кезде ротордың айналуын қамтамасыз ету үшін және жұмыс істеп тұрған схемада МГК және МГК арынды коллекторынан тарту сызығы болады. Бұл жағдайлар МГК - ті монтаждау және жөндеу жұмыстары кезінде майлаудың май жүйесі ажыратылған кезде пайдалануға мүмкіндік береді. Тоқтаған "суық" турбинада бұл мүмкіндік бірнеше рет тексерілді. Цилиндрлер металының жоғары температуралары кезінде МЖ ажырату мүмкіндігін тексеру бойынша жұмыстарды жүргізуге байланысты МГК қамтамасыз ететін май шығынымен ғана, яғни МЖ тоқтаған кезде ыстық турбина кезінде мойынтіректер аймағында роторларды салқындату мүмкіндігі туралы мәселе туындады. Бұл мәселені оң шешкен кезде өте қолайлы жағдай туындайды: турбинаны қысқа мерзімді тоқтатуды және МЖ ажыратуды талап ететін жөндеу жұмыстарын жүргізу қажет болған кезде (Бірақ МГК жұмыс істеу мүмкіндігін жоққа шығармаймыз) оларды турбинаны алдын - ала тоңазытпай орындауға болады. Осылайша, осындай жұмыстарды жүргізу үшін турбинаның тұрып қалу ұзақтығын айтарлықтай қысқартуға болады. Сонымен қатар, негізгі үнемдеу турбинаны босату және оны кейінгі іске қосу уақытының қысқаруымен байланысты.

Тамыз айының соңында жоғарыда сипатталған турбинадағы жағдай пайда болды: ТҚЦ мойынтіректерінің бірінде апаттық бактағы кішкене ағудың пайда болуы анықталды, оны жою үшін бірнеше сағат қажет. Егер бұл ағуды әдеттегі технологиямен жойса, турбинаны жүктемемен (8 - 10 сағат) босату керек, содан кейін оны тоқтату керек, ЖҚЦ және ОҚЦ металының температурасының МЖ ажыратуға рұқсат беретін деңгейге дейін төмендеуін күту керек, жөндеу жұмыстарын жүргізу керек, содан кейін блокты суық күйден іске қосу керек .

Бұл операцияларға жалпы алғанда үш тәуліктен кем емес уақыт қажет болды.

Уақытты қысқарту үшін жөндеу жұмыстарын жүргізу мойынтіректерді салқындату тиімділігін тексеру жөніндегі тәжірибемен тек МГК - тен ғана май беру туралы шешім қабылданды. МГК жұмыс істеп тұрған кезде МЖ ажырату мүмкіндігін алдын ала кем дегенде ішінара ыдыратпай тексеру туралы шешім қабылданды.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			54

Тәжірибе өткізу үшін "Бағдарлама" әзірленді. Оны әзірлеу кезінде қолданыстағы жүйенің белгілі бір кемшіліктері пайда болды. МГК коллекторынан МГК - де май жеткізу желісінің болуы МЖ ажыратылған кезде ротордың осы құрылғымен айналу мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Осылайша, МЖ ажыратылған кезде және ТҚЦ тоқтаған кезде сөзсіз жылу иілу құрымай роторды біркелкі суыту мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Бірақ жүйеде МГК коллекторынан қоздырғыштың мойынтіректеріне (тиристорлық қозу СТВ - станциясы) майды жеткізу қарастырылмаған. Сондықтан СҚ ажыратылған кезде турбинаның білік өткізгішінің айналуы майсыз айналғанда оқпан мойынтіректерінің баббитінің зақымдану қаупіне байланысты алынып тасталады. Нәтижесінде, МГК - тен май жеткізу болуына қарамастан оны пайдалануға болмайды. Мойынтіректерді салқындату және бұл жағдайда қозғалмайтын ротор кезінде жүзеге асырылуы тиіс. Дәл осы нұсқа "бағдарламада" салынған болатын. Оны жүзеге асыру мүмкіндігі турбинаны дайындаушы зауытпен келісілген.

6.5 Тәжірибені аяқтау

Электрқозғалтқыштың оны ажыратудың алдында өлшенген тогының шамасы 23 А құрады. Ротордың ұрысы бұл ретте: ЖҚЦ - 0,05 мм, ОҚЦ - 0,03 мм.

31.08 сағат 18: 50 минутта мойынтіректерге май беру қалпына келтірілді; 19 сағат ББҚ іске қосылды.

ББҚ қосқаннан кейін оны қосқаннан кейін бірінші кезеңде уақыт өте келе біртіндеп азайған ББҚ электрқозғалтқышының тогын өлшейтін амперметр бағыттамасының тербелістері байқалды. Роторлардың ұрысы алдымен жоғары болды және біртіндеп оның азаюы болды.

6.6 Тәжірибе нәтижелері бойынша негізгі қорытындылар

1. Майлау жүйесі ажыратылған кезде роторлардың гидрокөтеру сорғыларынан май беру арқылы турбина мойынтіректерін салқындату тиімділігі тексерілді және расталды.

2. ЖҚЦ металының температурасы кезінде:

- ІК - 415/413 ,
- СК – 390/408 °С

ОҚЦ металының температурасы кезінде:

- ІК – 403,
- СК – 390/392 °С

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
							55
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

(суытусыз турбинаның тоқтауы) тіректі мойынтіректердің баббитінің ең жоғары температурасы ОП - 2 (75 °С) және ОП - 1 (73,5 °С) кезінде тіркелді; қалған мойынтіректерде ол: ОП - 3 - 50 °С; ОП - 4 - 55,5 °С; ОП - 5 – 66 °С; ОП - 6 – 68,5 °С; ОП - 7 - 7 - 63°С; ОП - 8 – 64 °С.

Тірек қалыптарының ең үлкен температурасы 53,5 – 55 °С-қа жетті.

3. Тіректік мойынтіректер баббитінің және тіректік мойынтіректер қалыптарының ең жоғары температуралары МГК сорғысымен майлаудың ажыратылған жүйесі және суыту кезінде белгіленген шекті рұқсат етілген мәннен – 100 °С айтарлықтай төмен болды. Әдетте, бұл температуралар жүктемемен және майлау жүйесіне қосылған турбинаның жұмысы кезінде осы мойынтіректерде байқалатын мәндерден төмен.

4. Турбиналардың бар схемасында МГК арынды коллекторынан қоздырғыш мойынтіректеріне май жеткізу желілерінің болмауы ББҚ көмегімен МЖ ажыратылған кезде турбинаның білік өткізгішін айналдыруға мүмкіндік бермейді. Роторлардың қозғалмайтын күйде болуына байланысты МЖ ажыратумен тоқтау процесінде кейіннен ББҚ қосу кезінде ЖҚЦ роторы сынығының шамасы 0,27 мм - ге жетті, бірақ одан кейін тез төмендеді: 10 минуттан кейін - 0,13 мм-ге дейін, 20 минуттан кейін - 0,10 мм-ге дейін болады.

5. Турбинаны мұқият тыңдау кезінде ББҚ қосылғаннан кейін МЖ ажыратылған және мойынтіректерді роторлардың гидрокөтергіш сорғысымен салқындатқанда ағынды бөлігінде тәжірибеде анықталмады.

6. Тексерілген режим пайдалану практикасында пайдалану үшін ұсынылуы мүмкін. Ажыратылған МЖ-мен бос тұрғаннан кейін ББҚ қосу кезінде ротордың сынуын төмендету үшін мынадай режимді пайдалану қажет:

6.1. Майлау жүйесінде мойынтіректерге май беруді қалпына келтіру;

6.2. Жүргізуге ұстамдылық ішінде 25 - 30 минут қозғалыссыз роторы;

6.3. Роторды 180 градусқа бұру;

6.4. Қозғалмайтын ротор кезінде 25 - 30 минут бойы ұстау керек;

6.5. ББҚ-ны үздіксіз айналу режиміне қосу;

6.6. 50 - 60 минут ішінде ББҚ роторының үздіксіз айналуын жүзеге асыру.

6.7. ЖҚЦ, ОҚЦ роторлары сынуының қалыпты шамасы кезінде буды тығыздағыштарға және басқа да іске қосу операцияларына беруді бастауға рұқсат етіледі.

7. Ротордың айналу мүмкіндігін ББҚ көмегімен МЖ жұмысын қамтамасыз ету үшін МГР коллекторынан СТВ мойынтіректеріне майды жеткізу мәселесін қарастырған жөн, осы жолда реттеу қақпақшасы мен өшіру қақпақшасын орнату қажет.

									ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						56

7 Жұмыс нәтижелері бойынша қорытындылар мен ұсыныстар

Майлау жүйесі ажыратылған кезде роторлардың гидро көтеру сорғыларынан май беру арқылы турбина подшипниктерін салқындату тиімділігі тексерілді және расталды.

Тіректік мойынтіректер баббитінің және тіректік мойынтіректер қалыптарының ең жоғары температуралары мак сорғысымен майлаудың ажыратылған жүйесі және суыту кезінде белгіленген шекті рұқсат етілген мәннен - 100° С айтарлықтай төмен болды. Әдетте, бұл температуралар жүктемемен және майлау жүйесіне қосылған турбинаның жұмысы кезінде осы мойынтіректерде байқалатын мәндерден төмен .

1. Турбинаны тоқтату режимдерін тексеру және өңдеу жүргізілді. К-500-240-2 және ОҚЦ бу шығару бөліктері металының жоғары температурасында майлау жүйесін ажыратумен. Бұл режимдерді пайдалану практикасында пайдалану МЖ ажыратумен байланысты жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде турбинаның тұрып қалу ұзақтығын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік береді

2. Май ажырататын режимдерде турбинаның сенімділігін анықтайтын сыни элементтер осы цилиндрлердің бу шығарғыш бөліктері жағынан орналасқан ЖҚЦ (ОП-2) артқы мойынтірегі және ОҚЦ (ОП-3) алдыңғы подшипнигі болып табылады .

3. ЖҚЦ/ОҚЦ 250/238° С температуралары кезінде МЖ ажыратылуы (МЖ өшіру алдында тоқтатылған) баббиттің температурасының жоғарылауына әкеп соқтырды , оның ең жоғарғы мәні 95,5 °С у ОП-2 және 93°с у ОП-3 құрады . Баббиттің ең жоғары температурасына МЖ ажыратылғаннан кейін 23-24 сағаттан кейін қол жеткізілді ; бұл ретте соңғы 12 сағат ішінде ОП-2 баббитінің температурасы небәрі 6° С , ал ОП-3 баббитінің температурасы небәрі 3° С құрады .

4. Баббит температурасының максимумын төмендету және подшипниктердің жылу жағдайын тұрақтандыру уақытын қысқарту үшін тоқтату технологиясы ұсынылды , оған сәйкес ВПУ және МЖ ажыратылғаннан кейін ЖҚЦ және ОҚЦ ағын бөлігіне ауаны беру жүзеге асырылады. ЖҚЦ тығыздауына бу беру және ОҚЦ алдыңғы нығыздалуы тоқтатылады .

5. Жоғарыда көрсетілген технологияны тексеру кезінде МЖ ажырату ЖҚЦ температурасында жүргізілді : ішкі корпус – 310 / 317° С ; сыртқы корпус – 243/255° с . Осы сәтте ОҚЦ бу шығару температурасы : ішкі корпус - 273° С , сыртқы корпус – 240/242° С құрады.

Өкінішке орай, бұл технологияны тексеру ішінара ғана жүргізілді: тәжірибе басталғаннан кейін 6 сағаттан кейін жөндеу жұмыстарын жүргізу шарттары бойынша вакуум бұзылды және ағынды бөлігі арқылы ауа ағыны тоқтатылды. Тәжірибе нәтижелерін талдау көрсеткендей, егер ауа беру мойынтіректердің жылу жағдайы толық тұрақтанғанға дейін жалғасса (оған

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			57

дейін екі сағат жетпесе), баббиттің ең жоғары температурасын: ОП-2 – шамамен 88-89° С; ОП-3 - 85° с құрайды .

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		58

Жүргізілген тәжірибенің нақты нәтижелері келесі сандармен сипатталады: ОП-2 дәрежелі 93,5 °С және МЖ ажыратылғаннан кейін 10 сағаттан кейін қол жеткізілді ; ОП-3 ең жоғары температурасы 87,5 °С тең және 10 сағаттан кейін қол жеткізілді .

6. ОҚЦ артқы мойынтірегінің баббитінің қызуын болдырмау үшін 4 п .бойынша тоқтату технологиясын пайдалану кезінде цсд артқы нығыздауына бу беру жұмыстарын жүргізу желісінде қол ысырмасын жабумен тоқтату қажет.

7. Жоғарыда қарастырылған технологияны пайдалану кезінде қол жеткізілетін мүмкіндіктер туралы түпкілікті қорытындылар үшін мойынтіректердің жылу жағдайын толық тұрақтандырумен қосымша тәжірибе жүргізу қажет .

Бұл технологияны одан әрі жетілдіру келесі режимді пысықтаумен байланысты: ЖҚЦ және ОҚЦ ағын бөлігіне ауа беруді жалғастыру кезінде МЖ ажырату; МЖ ажыратумен бір мезгілде турбинаның барлық СБ-ге бу беруді ажырату; турбинаның барлық эжекторларын жұмысқа қосу: негізгі, іске қосу және салқындату эжекторын .

8. Турбина мойынтіректерін суыту тиімділігін тексеру жүргізілді. К-500-240-2 майлау жүйесі ажыратылған кезде роторлардың гидрокөтергішінің май сорғыштарымен (МГК) жасалынды. Тәжірибе бойынша майлау жүйесін ажырату металының температурасы кезінде суытпай турбинаны тоқтатқаннан кейін жүргізілді: сыртқы корпус – 390/400° С , ішкі корпус – 415/413° С. Бұл ретте ЦСД металының температурасы: ішкі корпус - 403° С , сыртқы корпус – 390/392 °С құрады.

Бұл режимде ОП -2 - 7 °С және ОП - 3 – 73,5 °С-та белгіленген баббиттің ең жоғары температурасы; қалған мойынтіректерде олар айтарлықтай төмен болды. МГК сорғыштарымен суыту және майлау жүйесі ажыратылған кезде тіркелген тіректік подшипниктер баббитінің және тіректік подшипниктер қалыптарының ең жоғары температурасы шекті рұқсат етілген мәннен - 100 °С айтарлықтай төмен болғаны анық. Әдетте, бұл температуралар турбинаның жүктемесі мен майлау жүйесіне қосылған жұмыс кезінде осы мойынтіректерде байқалатын мәндерден төмен.

9. МЖ ажыратылған кезде турбина роторының айналу мүмкіндігін қамтамасыз етуге арналған МГК коллекторынан ББҚ-ға май жеткізу желілерінің болуына қарамастан , осы мүмкіндікті қазіргі уақытта пайдалануға болмайды, себебі МГК-да қоздырғыш мойынтіректеріне май әкелу жоқ. Осыған байланысты қарастырылып отырған режимде ротор қозғалмайтын күйде болады , бұл МЖ-нен мойынтірекке май беруді қалпына келтіргеннен кейін ББҚ қосу сәтінде ротордың байқалатын сынуының пайда болуына әкеледі. Алайда ротордың ББҚ айналуы кезінде айқас шамасы біртіндеп нормаға дейін төмендейді .

10. Тексерілген режим пайдалану практикасында пайдалану үшін ұсынылуы мүмкін. МЖ ажыратумен тоқтап тұрғаннан кейін ББҚ қосу кезінде ротордың сынуын төмендету үшін мынадай режимді пайдалану қажет:

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			59

- 10.1 Майлау жүйесінен подшипниктерге май беруді қалпына келтіру;
- 10.2 Жүргізуге ұстамдылық ішінде 25 - 30 минут қозғалыссыз роторы;
- 10.3 Роторды 180 градусқа бұру;
- 10.4 Қозғалмайтын ротор кезінде 25 - 30 минут бойы ұстау керек;
- 10.5 ББК - ны үздіксіз айналу режиміне қосу;
- 10.6 50 - 60 минут ішінде ББК роторының үздіксіз айналуын жүзеге асыру;
- 10.7 ЖКЦ, ОҚЦ роторлары сынуының қалыпты шамасы кезінде буды тығыздағыштарға және басқа да іске қосу операцияларына беруді бастауға рұқсат етіледі.

11. МЖ ажыратылған кезде және МГК жұмысы кезінде ротордың айналу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін МГК коллекторынан МГК мойынтіректеріне май жеткізу мәселесін қарастыру қажет. Бұл желіде реттеу вентилін және өшіргіш ысырманы орнату қажет.

12. Жүргізілген жұмыстың нәтижелері негізінде майлау жүйесін ажыратуды талап ететін жөндеу жұмыстарын жүргізу қажет болған кезде келесі режимдерді ұсынуға болады:

12.1 Турбинаны дереу іске қосу жүзеге асырылуға тиіс қысқа жөндеу жұмыстары кезінде алдын ала тоңазытпай тоқтату режимі пайдаланылады. Майлау жүйесінен мойынтіректерге май беруді ажырату кезінде мойынтіректерді салқындату гидрокөтергіштің май сорғыштарынан жүзеге асырылады.

12.2 Турбинаның жеткілікті ұзақ тұрып қалуымен байланысты жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде (дереу іске қосу болжанбаса), сондай - ақ жөндеу жұмыстары басталғанға дейін турбинаның жылу жай - күйінің төмендетілген деңгейі қажет болған жағдайларда, ЖКЦ және ОҚЦ 250 °С бу жіберу аймағындағы температураға дейін жүктемемен турбинаны алдын - ала салқындату арқылы тоқтату режимі пайдаланылады. Турбинаны салқындату және тоқтату аяқталғаннан кейін соңғы тығыздағыштарға бу беру ажыратылады, содан кейін майлау жүйесі өшірілуі және жөндеу жұмыстары басталуы мүмкін. Мойынтіректердің жылу жағдайын тұрақтандыруды жеделдету үшін жұмыста негізгі және іске қосу эжекторлары қалады және ЖКЦ және ОҚЦ МГК - не ауаны беру ұйымдастырылды.

13. Қозғалмайтын ротор кезінде МЖ ажыратумен ЖКЦ және ОҚЦ ағын бөлігіне ауа берумен жүргізілген тәжірибенің соңына дейін жүргізілген талдау, мұндай режим ОҚЦ 300 °С дейінгі температура кезінде МЖ ажыратуға мүмкіндік беретінін көрсетеді. Бұл режимді іске асыру турбинаны жүктемеге бөгелту мәселелерін шешуді жеңілдетеді, өйткені өнеркәсіптік қыздыру трактісіне апаттық бүріккіштерді пайдаланбай 300 °С төмен ОҚЦ - ді жеңілдетуді қиындатады. Бұл режимді тәжірибелік тексеруді жүзеге асырған жөн.

									Бет
									60
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні					

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

8 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: Екібастұз МАЭС-індегі К-500-240-2 турбина жұмысын тоқтату режимін жетілдіру. Екібастұз МАЭС-да Харьков турбиналық зауыты (ХТЗ) шығарған К-500-240-2 турбиналары жұмыс істейді. Турбиналардың тоқтату режимдерін тексеру бойынша тәжірибелер жасалынды. К-500-240-2 және ОҚЦ 260 - 300 °С температуралары кезінде майлау жүйелерін өшіре отырып, олардың сенімділігін растады. Осыған байланысты өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде қарастыратын тақырыбым:

- а) Су электр станциясының еңбек ету жағдайына талдау жасау;
- б) Электр станциясындағы электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету, қадамдық және жанасу кернеулеріне есептеулер жүргізу

8.1 Су электр станциясының еңбек ету жағдайына талдау жасау

Қоғамымыздың басты мақсаты – еңбекті адамның ең алғашқы өмірлік қажеттілігі мен маңыздылығына айналдыру. Тиімді еңбек болуы үшін еңбек етушілерге ыңғайлы жағдай жасау, олардың денсаулығына мән беру және сақтау, еңбек жағдайының қауіпсіз екеніне көз жеткізу, кәсіби ауру - сырқауды және өндірісте жарақат алуды болдырмау қажет.

Адам баласы еңбек ету барысында әртүрлі еңбек құралдарымен, машиналармен, сонымен қатар басқа адамдармен қарым - қатынаста болады. Сондай - ақ жұмыс барысында адамға ауа температурасы, оның ылғалдылығы, шудың әсері, дiрiлдiң әсерi, жарық, т.б. түрлі өндірістік жағдайлар әсерін тигізеді. Айтылғандардың барлығы белгілі бір өндірістік жағдайды қалыптастырады. Адамның денсаулығы мен жұмыс істу қабілеті, жұмыс өнімділігі осы жағдайларға байланысты болады. Егер айтылған жағдайлар төмен дәрежеде ұйымдастырылған болса, онда ол жұмыс жасауының жарақаттануы мен науқастануына басты себеп болады.

Бір жұмыс орнында еңбек ететін адамдар еңбек ұжымын құрайды. Ол адамдар еңбек барысында және жұмыстан тыс кездерінде бір-бірімен, тіпті өзге адамдармен қарым - қатынаста болады. Адамдардың өзара қарым – қатынасы да еңбек қауіпсіздігіне әсер етеді. Өзара бірлестік пен мейірімділік орнаған, алауыздығы жоқ еңбек ұжымының еңбек қауіпсіздігіне жақсы әсері болады. Еңбекшілерді жасына, ер немесе әйелдігіне, дайындығы мен сол сферадағы тәжірибесіне қарай айырып бөлудің өзі еңбек жағдайына кері әсерін беруі мүмкін. Ұжымдағы әр адам еңбек тәртібі мен технологиялық міндет - талаптарды саналы түрде қолдап, өндірістік тапсырмаларды орындауға ынта - жігері болуы және еңбек қорғаудың талаптарын орындауға ниетті болуы қажет. Сонымен, өндірісте жарақат алуды болдырмау үшін жұмыс орнында еңбектің қауіпсіз жағдайын қамтамасыз етумен қатар еңбекшілердің тиісті мінез - құлқы мен жүріс - тұрысын қалыптастыру қажет.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			61

Еңбек етушінің сапалы түрде жұмыс істеуін қолдау үшін жұмыс және демалыс уақыттары өте маңызды болып табылады. Жұмыс пен демалыс уақыттарының ұйымдастырылған түрдегі физиологиялық негізделген режимі деп адамның қоғамдық – пайдалы еңбек етуінің жоғары тиімділігіне, денсаулығының жақсы жағдайына, еңбек етушінің қабілеттілігі мен жоғары өнімділік деңгейіне жеткізетін демалыс уақытымен жұмыс уақыттарымен кезектесуі түсіндіріледі.

Адамның ағзасына қажет терморегуляциялық гомеостазды қамтамасыз ету, температураның диапазонының қысқа болуымен байланысты қиын. Микроклимат жылулық баланс әсеріне байланысты төмендегі дәрежелер бойынша ерекшелінеді – суықтаушы, нейтралды және жылытушы. Өндіріс орындарындағы микроклимат жағдайына арнайы гигиеналық міндеттер даярланады.

Шу – қатты ортаның механикалық тербелістері. Шу дегеніміз, кез - келген жағымсыз әсерлі немесе ретті емес жиынтықтағы, әртүрлі жиіліктегі және қарқындылықтағы дыбыстар, олар адам ағзасына мен дене мүшелеріне жағымсыз жұмыс пен демалысқа әсер етеді. Адам ағзасына қалыпты болып 16 Гц - 20 кГц жиіліктегі акустикалық тербелістер жатады және оны дыбыстық деп атайды, ал 16 Гц төмен жиілік – инфрадыбыс, 20 кГц жоғары жиілікті – ультрадыбыс деп атайды. Шудың әсер етуінен адамда кәсіптік керемділік пайда болады және өзгеде адам ағзасының жүйелері зардап шегеді. Шудың гигиеналық нормативтері болады.

Діріл – қатты қосылыстары бар жүйелердің тербелістік қозғалыстары. Дірілдің адам ағзасына әсер етуінен діріл ауруы пайда болады. Діріл ауруының ең маңыздысы, белгілі қан тамыр өзгерістеріне алып келетін және полиневропатиялық симптоматикамен кездесетін түрлері болып табылады.

Ультрадыбыс – қатты ортаның механикалық тербелістерін айтады, оның жиілігі есту шегінің жоғарғы көрсеткіші, яғни, 20 кГц – тен жоғары болады. Ультрадыбыс, дыбыс сияқты физикалық және химиялық көрсеткіштермен сипатталады. Ультрадыбыстың көзі ретінде ультрадыбысты жиілікті тербелістерді туындататын генераторлар жатады.

Өндірістік санитария деп еңбектің дұрыс түрдегі гигиеналық жағдайын жасайтын, сонымен қатар жұмыстың адам ағзасына зиянды әсерін жоятын, кәсіби сырқаттардың орын алуына жол бермейтін санитарлық - техникалық шаралардың жүйесін айтамыз.

Ондай шараларға мыналарды жатқызуға болады:

1. Мекемеде қажетті микроклиматтың қамтамасыз етілуі;
2. Шаңның, бу және газдың адам ағзасына зиянды әсерін жою;
3. Еңбек ететін орында шу және дірілдің мөлшерін азайту немесе жою;
4. Жұмыс орнында тиісті жарықтылықты қамтамасыз ету.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			62

Адамдардың еңбек етуіне қажетті табиғи және жасанды жарықтандырудың болуы атқарылатын жұмыстардың жоғары сапалылығын, қауіпсіздікті қамтамасыз етеді, еңбек жағдайларын жақсартып өнімділігін арттырады. Нәтижесінде еңбек етушілердің психологиялық күйіне әсер етеді. Жұмыс орындарын жарықтандыру сапасы көру жағдайы мен бағаланады да мына жағдайлармен сипатталады:

- әрдайым жарықтандырылумен;
- бетті және жұмыс орынын жарықтандырудың жеткілікті және біркелкі таралған жарықтықтың болуы;
- көзді шағылдырмау;
- жарық түсетін беттерде айқын және өзге де көлеңкелердің болмауы.

Жұмыс орнындағы жарық жеткіліксіздігінен адамның денсаулығына зардап келеді, шаршау ұлғаяды, еңбек өнімділігі мөлшерлі түрде төмендейді, жарақат алу жиілеп, ауырлығы көбейеді.

Жеткіліксіз түрде жарықтандыру сығырлық пен пресбиопияның күрт өршуіне себеп болады, ағзадағы қолайсыз құбылыстар әсерінің төзімділігін төмендетеді.

Қалыпты өндірістік процесс белгіленгеннен кейін жұмысшылардың еңбек және демалыс ауысымды режимі еңбек ырғағының факторы, жұмыс істеушілердің шаршауын алдын алудың тиімді құралы болып табылады.

8.2 Электр станциясындағы электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету қадамдық және жанасу кернеулеріне есептеулер жүргізу

Электр қауіпсіздігі деп электр тогының, электр доғасының, электрлік магнит өрісі және статикалық электрдің зиянды және қауіпті әсерінен адамдарды қорғауды қамтамасыз ететін құқықтық, ұйымдастырушылық техникалық шаралар мен құралдар жүйесін айтады.

Электрлік жарақат – электр тогы мен электр доғасының әсер етуінен болған жарақат.

Техникалық құжаттардан өзге, электр қауіпсіздігін қамтамасыз ететін ұйымдастыру іс-шаралары жүзеге асырылады, ол қызмет көрсетушілерге рұқсат беру тәртібін анықтайды және техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу кезінде қауіпсіз жағдайларды қамтамасыз ету, қорғау құралдарын пайдалану және т. б.

Қорғаныс құралдарына жататындар: диэлектрлік қолғаптар, оқшауланған тұтқалары бар аспаатар, оқшаулағыш клешалар, диэлектрлік боттар мен галоштар, резеңке кілемшелер мен жолдар жатады. Аталған қорғаныс құралдары мезгіл-мезгілімен жоғары кернеу астында сынауға ұшырайды. Қорғаныс құралдарына кернеу көрсеткіштері мен бақылау шамдары, қорғаныс көзілдіріктері, ескерту плакаттары және жылжымалы уақытша қорғаныстық жерге қосу.

Қорғаныс құралдарының бөлінуі негізгі және қосымша болады. Негізгі оқшаулауыш құралдарға ток өткізгіш бөліктерге қауіпсіз жанасуына жол беретін құралдар жатады. Мысалы, диэлектрлік қолғаптар, оқшауланған тұтқалары бар аспаптар, оқшаулағыш қысқыштар жатады. Қосымша қорғаныс құралдарының міндеті, негізгі қорғаныс құралдарының әрекетін күшейту және қауіптілік туралы ескерту үшін қызмет етеді (диэлектрлік боттар, оқалар, кілемшелер, жолдар, қорғаныш көзілдіріктер, ескертетін және тыйым салатын плакаттар мен жерге тұйықтау жұмыстық)

Электр қауіпсіздігі талаптарына сәйкес келмейтін ақауы бар электр жабдықтарын пайдалануға тыйым салынады.

Оқшаулама кедергісінің тұрақты бақылауы болуы қажет. Ол дегеніміз оқшаулама кедергісі рұқсат етілген нормалардан төмен электр құралдарын қолдануға жол бермеу керек.

Электр құралына техникалық қызмет көрсетілуі немесе жөнделуі басталар алдында:

- желінің қажетті учаскесін ажырату және ажырату орнында "қосуға" болмайды;
- "адамдар жұмыс істеп жатыр" деген тыйым салатын плакатты ілу;
- кернеу көрсеткішімен немесе бақылау шамымен ажыратылған учаскенің ток өткізгіш бөліктерінде кернеудің жоқтығын тексеру;
- ажыратылған кабельдің ток өткізгіш желілерін жабу және уақытша жұмыстық жерге қосу арқылы кеме корпусымен қосу қажет.

Жекеленген өндірістік бөлмелерде адам ағзасына шу мен дірілдің, қысым мен қоршаған ауаның құрамы кері әсерін береді. Нәтижесінде бұл факторлар жүйелік реакцияның біраз тежеулеуін, қызметкерлердің әрекеттерінің қателігіне алып келу мүмкіндігін туғызатын көңілдің алаңдаушылығын тудырады және сәтсіз жағдайлардың пайда болуына алып келеді.

Электр құрылғыларына қойылатын талаптар көп жағдайда өзі орнатылған бөлмеге тәуелді. Адамдарды электр тогымен зақымдау қаупі бойынша өндірістік бөлмелер жоғарғы қауіпті, өте қауіпті және жоғарғы қауіпсіз бөлмелер болып бөлінеді.

Салыстырмалы ылғалдылығы ұзақ уақыт 75% асатын немесе ток өткізетін поли немесе ток өткізетін шаңы бар немесе температурасы ұзақ уақыт бойы +30°C асып тұратын, немесе жерлендірілген үлкен металл құрастырма орнатылған және бір жағынан бір мезетте адамның ғимараттардың, технологиялық аппараттардың, механизмдердің және т.б. жермен жанасқан металл құрастырмаларына, екінші жағынан электр жабдықтардың корпусына жанасатын бөлмелерді жоғарғы қауіпті бөлмелер деп айтады. Мұндай бөлмелерге ұсталық, механикалық, шаберханалық өндірістік бөлімшелер және жеке бөліктер, жылытылмайтын қоймалық бөлмелер және т.б. жатады. Жоғарғы қауіпті бөлмелерде қолданылатын электр инструменттің және алып жүретін электр шамшырақтардың кернеуі 42 В аспауы керек.

										Бет
										64
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні						

ДЖ-5В071700-КО-ТЖ

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		65

Өте қауіпті бөлмелердің жоғарғы ылғалдылығы (өндірістік жағдай бойынша олардың ылғалдылығы 100% жуық) немесе оқшаулағышқа және ток жүретін бөлікке тұрақты немесе ұзақ уақыт бұза әсер ететін химиялық белсенді ортасы бар. Өндірістік бөлменің жоғарғы қауіптілік нышанын анықтайтын екі фактордың бір уақытта әсері де мүмкін. Өте қауіпті бөлмелер болып сіндіретін, гальвандық, газдыгенераторлы бөлімшелер мен бөлімдер, жуынатын, кір жуатын жерлер және т.б. есептеледі. Оларда 42 В кернеуден аспайтын, міндетті түрде жеке қорғаныс құралдарын (Диэлектрлік қолғап, кілемше және т.б.) қолдана отырып электр аспаптармен жұмыс істеуге рұқсат етіледі.

Жоғарғы қауіпсіз бөлмелер деп оларда бөлмелердің ерекше және жоғарғы қауіптілігін анықтайтын факторлар болмайтын барлық бөлмелер табылады.

Бұлар қызметтік және тұрмыстық бөлмелер, жылытылатын қоймалар және т.б.

Осы іс - шараларды орындағаннан кейін ғана электр жабдықтарына техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу жүргізу үшін қауіпсіз жағдайлар жасалатын болады.

Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету кезінде электр қондырғысы корпусының оқшауламасы зақымдалған жағдайда ағынды кедергісін, қысқа тұйықталу тогын, нөлдеу кезіндегі токты, шартты қадамдық кернеу тогын, тораптағы электр сымы үзіліп жерге құлаған кездегі кернеуді, қадамдық кернеуді анықтадық.

Нөлдеу жүйесі кезінде электр қондырғысы корпусының оқшауламасы зақымдалған жағдайда бір фазалы қысқа тұйықталуға айналады.

Шартты қадамдық кернеу – бұл жердің нүктелер арасындағы кернеуі, яғни адам аяғы бір уақытта жерге жанасу кезіндегі ағынды токтың зақымдалу шарты. Сандық қадамдық кернеу адам қадамы бар жердегі, яғни нүктелердің әртүрлі потенциалдарына тең.

Адамдарды электр қондырғыларының ток жүрмейтін бөліктеріне жанасудан қорғауда қорғаныстық жерге қосу және нөлдеу қолданылады.

Қорғаныстық жерге қосу дегеніміз, кернеуге түсіп қалуы мүмкін болған электр қондырғысының металды бөліктерін жермен арнайы қосуды айтамыз. Қорғаныстық жерге қосуды машина корпусының, аспаптардың, электр инструменттерінің, каркас, щит, пульт және шкафтардың металды корпустарына, сонымен бірге кабелдік муфталар, электр сымының болаттан жасалған трубаларының металды бөліктеріне жүргізеді. Қорғаныстық жерге қосудың мақсаты, ол корпус пен жер арасындағы кернеуді, яғни жанасу кернеуін және де соған байланысты адам денесі арқылы жүріп өтетін токты қауіпсіз шамаға дейін азайту болып табылады.

										Бет
										66
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні	ДЖ-5В071700-КО-ТЖ					

Ток күші берілген кернеуге және дене кедергісіне тәуелді. 0,05 ... 0,2 мм (эпидерма) қалыңдықтағы тері қабатының беті өлі жасушалардан тұратын ұлпаның сүйелденген қатпарларынан тұрады. Сүйелденген қатпардың белсенді кедергісі тері жағдайына тәуелді және бірнеше килоомнан мегаомға дейін (кұрғақ тері кезінде) құрайды. Егерде сүйелденген қатпарды алып тастаса, онда дене кедергісі 1 кОм-ға дейін азаяды. Бұлшық еттердің, май және сүйек ұлпаларының, жүйке талшықтарының, қанның кедергісі анағұрлым аз мәнге ие, түгелдей алғанда адамның ішкі ағзаларының кедергісі $R_{в}=400 \dots 600 \text{ Ом}$ құрайды.

Қазандық цехтың параметрлері: ұзындығы – 38м, ені – 17м, биіктігі – 7м;

Бастапқы деректер: Кернеу, $U=380 \text{ В}$

Магистраль кедергісі, $R_M = 1,2$

Сым бөлігіндегі кедергі, $R_{\text{сым}} = 1,5$

Трансформатор кедергісі, $R_{\text{тр}} = 0,9 \text{ м}$

Нөлдік сымдағы кедергі $R_0 = 1,$

Адам денесінің кедергісі $r_{\text{адам}}=1000 \text{ м}$

Адам құлаған сымнан токтың таралуындағы қашықтығы,

$X= 3 \text{ м}$

Сымның меншікті электр кедергісі, $r = 70 \text{ Ом} \times \text{м}$

Электрлік қондырғысының корпусының оқшауламасы зақымдалған жағдайда $I_{\text{кт}}$ (А) қысқа тұйықталу тогын, сақтандырғыштың балқымалы қойылымындағы номиналды токты $I_{\text{нп}}$ (А); $U_{\text{жанасу}}$ (В) жанасу кернеуінің шамасын анықтау талап етіледі. Сенімділік коэффициентті 3 тең. Нөлдік сымдағы кедергі R_0 (Ом) берілген.

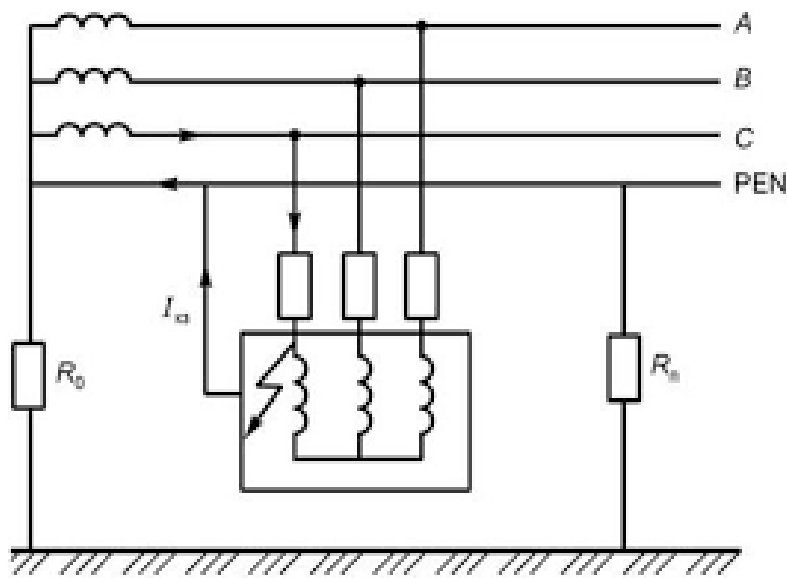
№10 кесте

Параметрлері	Бастапқы деректер									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R_{\text{тр}}$, Ом	0,15	0,1	0,2	0,25	2,5	0,12	0,9	0,9	1,25	1,5
$r_{\text{сым}}$, Ом	2,5	1,84	3,5	2,0	0,1	2,1	1,8	1,5	1,0	1,8
R_M , Ом	0,85	2,8	1,0	0,75	0,5	0,95	2,1	1,2	0,75	0,51
R_0 , Ом	1,76	5,6	0,3	2,5	2,0	1,3	6,6	1,3	2,5	2,0

Нөлдеу жүйесі кезінде электр қондырғысы корпусының оқшауламасы зақымдалған жағдайда бір фазалы қысқа тұйықталуға айналады. Қысқа тұйықталу тогы мына формула бойынша есептелінеді:

$$I_{\text{кт}} = \frac{U_{\text{ж}}}{R_{\text{тр}} + r_{\text{сым}} + R_M}$$

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
							67
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			



2 сурет - Электр қондырғысын нөлдеу схемасы

мұнда $R_{ТК}$ – трансформатор кедергісі;
 $U_{Ж}$ – жанасу кернеуі;
 $r_{СЫМ}$ – сым бөлігіндегі кедергісі;
 R_0 – нөлдік сымдағы кедергісі;
 R_M - магистраль кедергісі.

$$I_{КТ} = \frac{U_{Ж}}{R_{ТР} + r_{СЫМ} + R_M} = \frac{380}{0,9 + 1,5 + 1,2} = 105,5 \text{ А}$$

Сақтандырғыштың балқымалы қойылымындағы номиналды ток былай анықталады:

$$I_{н.т.} = \frac{I_{КТ}}{K}$$

мұнда K - сенімділік коэффициентті, ол бізде $K=3$;

$I_{КТ}$ – қысқа тұйықталу тогы.

Жанасу кернеуін анықтау үшін төмендегі формуланы қолданамыз:

$$U_{ЖК} = I_{К.з.} \times R_0$$

мұнда R_0 – нөлдік сымдағы кедергі

$I_{КТ}$ – қысқа тұйықталу тогы.

$$U_{ЖК} = I_{К.т.} \times R_0 = 105,5 \cdot 1,3 = 137,15 \text{ В}$$

Бұл жерде қысқа тұйықталу тогын, номиналды токты есептеу арқылы, жанасу кернеуін таптым, ол бізде $U_{ЖК} = 137,15 \text{ В}$ тең.

№11 кесте

Параметрлері	Бастапқы деректер									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$r, \text{ Ом}\times\text{м}$	70	100	30	150	90	40	150	100	110	70
$I_{\text{к.т.}}, \text{ А}$	80	50	40	60	30	60	40	40	60	50
$r_{\text{адам}}, \text{ Ом}$	1000	1500	800	1000	1200	1000	1500	500	1000	1000
$x, \text{ м}$	3	1	5	4	2	3	2	3	4	5

Қадамдық кернеу – бұл жердің нүктелер арасындағы кернеуі, яғни адам аяғы бір уақытта жерге жанасу кезіндегі ағынды тоқтың зақымдалу шарты. Сандық қадамдық кернеу адам қадамы бар жердегі, яғни нүктелердің әртүрлі потенциалдарына тең

Жерге қосқыштан x қашықтықта орналасқан адамның бір аяғы және қадамының енінің өлшемі $x_{\text{ш}}$ ($x_{\text{ш}} = 0,8 \text{ м}$) тең деп қабылдауға болады. Шартты қадамдық кернеуді төменгі формуламен анықтаймыз:

$$U_{\text{ш}} = \frac{I_{\text{к.т.}} \cdot r \cdot x_{\text{ш}}}{2\pi \cdot x(x+x_{\text{ш}})}$$

бұл жерде $x_{\text{ш}}$ - жерге қосқыштан x қашықтықта орналасқан адамның бір аяғы және қадамының енінің өлшемі, м;

X - Адам құлаған сымнан тоқтың таралуындағы қашықтығы, м;

r - сымның меншікті электр кедергісі , $\text{Ом}\times\text{м}$;

$I_{\text{к.т.}}$ - қысқа тұйықталу тогы, А.

$$U_{\text{ш}} = \frac{I_{\text{к.т.}} \cdot r \cdot x_{\text{ш}}}{2\pi \cdot x(x+x_{\text{ш}})} = \frac{105,5 \cdot 70 \cdot 0,8}{6,28 \cdot 5(5+0,8)} = 34,2 \text{ В}$$

Шартты қадамдық кернеу тогы төмендегі формуламен анықталады:

$$I_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ш}}}{r_{\text{адам}}}$$

мұнда $U_{\text{ш}}$ – Шартты қадамдық кернеу, В

$r_{\text{адам}}$ - адам денесінің кедергісі, Ом

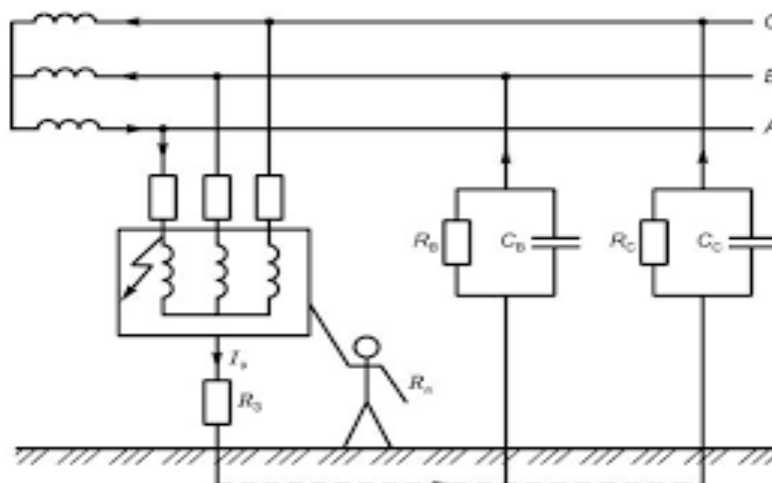
$$I_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ш}}}{r_{\text{адам}}} = \frac{34,2}{1000} = 0,0342 \text{ А}$$

Сонымен, шартты қадамдық кернеуді тапқанда менде $U_{\text{ш}}=34,2 \text{ В}$ шықты, бұл шартты нормадан аспайды.

Қазандық цехта қатты топырақ үстінде орналасқан. Ауданы $S=3500 \text{ м}^2$. Жоғарғы қабат қалыңдығы $h_1 = 1,7 \text{ м}$, меншікті электр кедергісі $r_1=80 \text{ Ом} \times \text{м}$, ал төменгі қабаты саздақ (суглинок) электр кедергісі $r_2=250 \text{ Ом} \times \text{м}$. ρ_1 және ρ_2 сәйкесінше 3,6 және 0,1-ге тең. α және β коэффициенттері өлшемсіз ρ_1 және ρ_2 тәуелді жерге қосылған рұқсат етілген кедергі R . Темір бетонды фундамент ағынды тогын рұқсат етілген кедергіге R сәйкестігін орнату керек

№12 кесте

Параметрлері	Бастапқы деректер
$S, \text{ м}^2$	1500
$h_1, \text{ м}$	2,5
$r_1, \text{ Ом} \times \text{м}$	400
$r_2, \text{ Ом} \times \text{м}$	200
α	3,6
β	0,1



4 - сурет - Қорғаныстық жерге қосудың схемасы

Шығарылуы:

Қазандық цехта жерге қосылған қондырғысы ретінде темірбетонды іргетасты қолдану кезіндегі ағынды кедергісі R (Ом) мына формула бойынша анықталады:

$$R = 0,5 \frac{r_1}{\sqrt{S}} = 0,5 \cdot \frac{239,2}{\sqrt{1500}} = 6,1$$

мұнда S - ғимарат периметрімен шектелген аудан, м^2 ;

r_1 – жердің меншікті эквивалентті электрлік кедергісі, $\text{Ом} \times \text{м}$.

Жердің меншікті эквивалентті электрлік кедергісін есептеу үшін мына формуланы қолдану керек:

$$r_3 = r_1 \left[1 - \exp\left(-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}}\right) \right] + r_2 \left[1 - \exp\left(-\beta \frac{\sqrt{S}}{h_1}\right) \right] =$$

$$400 \cdot \left(1 - \exp\left(-3.6 \frac{2.5}{\sqrt{1500}}\right) \right) + 200 \left(1 - \exp\left(-0.1 \frac{\sqrt{1500}}{2.5}\right) \right) = 82,1 + 157,1 =$$

$$239,2; \text{ Ом} \times \text{м}$$

бұл жерде r_1 – жердің үстіңгі қабатының меншікті электрлік кедергісі, Ом·м;
 r_2 – астыңғы қабатының меншікті электрлік кедергісі, Ом·м;
 h_1 – жердің үстіңгі қабатының қалыңдығы, м;
 α, β - өлшемсіз коэффициенттер, жердің қабаттарының меншікті электрлік кедергілерінің қатынасына тәуелділігі.

Сонымен, жердің меншікті эквивалентті кедергісі $r_3 = 239,2 \text{ Ом} \times \text{м}$ шықты, бұл көрсеткіш қалыпты болып табылады.

Осыған байланысты өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімін аяқтай келе, есептеулерді жүргізгенде мен қазандық цехты таңдадым және электр қондырғысы корпусының оқшауламасы зақымдалған жағдайда ағынды кедергісін, қысқа тұйықталу тогын, нөлдеу кезіндегі тоқты, шартты қадамдық кернеу тогын, тораптағы электр сымы үзіліп жерге құлаған кездегі кернеуді, қадамдық кернеуді анықтадым. Қазандық цехта жерге қосу қондырғысы ретінде темірбетонды іргетасы қолданылған. Электр қондырғысын нөлдеу схемасы мен қорғаныстық жерге қосудың схемасын көрсеттім.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			71

9 Экономикалық бөлім

9.1 Екібастұз МАЭС құрылысына капиталдық салымдар

Капиталдық салымдар ірілендірілген көрсеткіштер бойынша есептеледі

$$K_{\text{кұр}} = [K_{\text{бл}}^{\text{б}} + (n_{\text{бл}} - 1) \cdot K_{\text{бл}}^{\text{к}}] \cdot K_{\text{а.к.}} = \\ = [60000 + (4 - 1) \cdot 32000] \cdot 1,326 = 2068,56 \text{ млн.тенге}$$

мұнда ҚР-ның ЭМ деректері бойынша бас және кейінгі блоктарға күрделі салымдар $K_{\text{бл}}^{\text{б}} = 60000$ млн. тенге; $K_{\text{бл}}^{\text{к}} = 32000$ млн.тенге;

ЭМ деректері бойынша Қазақстан үшін құрылыс ауданына түзету коэффициенті $K_{\text{а.к.}} = 1,08$, бірақ Ресейден Қазақстанға көлік шығындарын есепке ала отырып, $K_{\text{а.к.}} = 1,326$.

Үлестік салымдар

$$K_{\text{үл}} = K_{\text{кұр}} / N_6 = 2068 \cdot 10^9 / 2000 \cdot 10^3 = 1034000 \text{ тенге/кВт}$$

мұнда МАЭС-тің белгіленген қуаты

$$N_6 = 2000 \cdot 10^3 \text{ кВт} .$$

9.2 МАЭС жұмысының энергетикалық көрсеткіштері

9.2.1 Электр энергиясының жылдық өндірілуі

$$W_6 = N_6 \cdot h_6 = 2000 \cdot 6872 = 1374400 \text{ МВт сағ/жыл};$$

мұнда ҚР ЭМ деректері бойынша белгіленген қуатты пайдалану сағаттарының жылдық саны, $h_6 = 6872$ сағ/жыл.

9.2.2 Станцияның мұқтаждықтарына электр энергиясының жылдық шығысы

ҚР ЭМ деректері бойынша 500 МВт блоктары бар МАЭС үшін бізде:

$$W_{\text{өм}} = 5 \cdot n_{\text{бл}} \cdot T_p + 0,03478 \cdot W_6 = 5 \cdot 4 \cdot 7500 + 0,03478 \cdot 1374400 = 62801 \\ \text{МВтсағ/жыл};$$

9. 2. 3 Өз мұқтаждарына электр энергиясының үлестік шығысы

$$K_{\text{өм}} = (W_{\text{өм}} / W_6) \cdot 100\% = (62801 / 1374400) \cdot 100\% = 4,56 \%$$

9. 2. 4 Электр энергиясын станция шиналарынан жылдық босату

$$W_{\text{бос}} = W_6 - W_{\text{өм}} = 1374400 - 62801 = 1311599 \text{ МВтсағ/жыл};$$

										ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні							72

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		73

9.2.5 Шартты отынның жылдық шығыны

$$V_{\text{ш}}^{\text{ж}} = 14,8 \cdot n_{\text{бл}} \cdot T_p + 0,282 \cdot W_{\text{o}} + 0,016 \cdot (N_{\text{н}} - 410) \cdot n_{\text{бл}} \cdot h_6 =$$

$$= 14,8 \cdot 4 \cdot 7500 + 0,282 \cdot 1374400 + 0,016 \cdot (500 - 410) \cdot 4 \cdot 6872 = 871151 \text{ ш.о.т}$$

9.2.6 Екібастұз көмірінің табиғи отынының жылдық шығыны

$$V_{\text{т}}^{\text{ж}} = V_{\text{ш}}^{\text{ж}} \cdot (29330/Q_{\text{н}}^{\text{п}}) \cdot (1 + \alpha_{\text{шығ}}/100) =$$

$$= 871151 \cdot (29330/16760) \cdot (1 + 0,3/100) = 1529087,7 \text{ тнт/жыл};$$

9.2.7 Электр энергиясын жіберу бойынша шартты отынның үлес шығысы

$$e_{\text{жіб}}^{\circ} = V_{\text{ш}}^{\text{ж}} \cdot 10^3 / W_{\text{бос}} = 871151 \cdot 10^3 / 1311599 = 664,1 \text{ ш.о.т /кВтсағ}$$

9.2.8 Электр энергиясын жіберу бойынша станцияның ПЭК-і

$$\eta_{\text{жіб}}^{\circ} = (123 / e_{\text{жіб}}^{\circ}) \cdot 100\% = (123/664,1) \cdot 100\% = 34,3 \%;$$

9.3 ГРЭС шиналарынан босатылған электр энергиясының жобалық өзіндік құны

МАЭС шиналарынан жіберілген электр энергиясының өзіндік құнының жобалық есебі калькуляция кезіндегі шығындар баптарының қабылданған номенклатурасына сәйкес жүргізіледі. Электр энергиясын өндіруге және жіберуге жұмсалатын шығындарды алдын ала анықтаймыз [18].

9.3.1 Технологиялық мақсаттарға арналған отын

$$I_{\text{от}} = (C_{\text{пр}} + C_{\text{тас}}) \cdot V_{\text{т}}^{\text{ж}} = (9000 + 1420) \cdot 1529087 = 1593,3 \text{ млн.тг./жыл};$$

Мұнда Екібастұз көмірінің табиғи отынының прейскурантты бағасы

$$C_{\text{пр}} = 9000 \text{ тенге/тнт}$$

Отын тасымалдау бағасы $C_{\text{тас}} = 1420 \text{ тг/тнт}$.

Шартты отын тоннасының бағасы

$$C_{\text{отб}} = I_{\text{от}} / V_{\text{ш}}^{\text{ж}} = 1593,3 \cdot 10^6 / 871151 = 1828,95 \text{ тенге/ ш.о.т}$$

							ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні				74

9.3.2 Технологиялық мақсаттарға арналған су

$$I_c = \alpha_1 \cdot V_T^{\text{ж}} / 1000 + \alpha_2 \cdot \sum D_n^k + \alpha_3 \cdot N_6 + T_{\text{лс}}^6 \cdot n_{\text{бл}} = 6000 \cdot 1529087,7 / 1000 + 24000 \cdot 6600 + 300 \cdot 2000 + 33960 \cdot 10^3 \cdot 4 = 8000 \cdot 10^6 \text{ тг./год} = 168,31 \text{ млн.тг./жыл};$$

мұнда $\alpha_1 = 6000$, т. к. отын көмір;

$\alpha_2 = 24000$ теңге / т қазандықтардың қосынды бу өнімділігі;

$\alpha_3 = 300$ теңге/КВт; 1 кВт-қа орнатылған қуат;

$T_{\text{лс}}^6 = 33960$ мың теңге/жыл бір блок үшін бюджетке су үшін жылдық төлем;

9.3.3 Негізгі өндіріс жұмысшыларының еңбекақысы

$$I_{\text{нөс}} = \alpha_{\text{өж}} \cdot M_{\text{экс}} \cdot \text{ЗП} \cdot K_{\text{а.зп}} = 0,7 \cdot 200 \cdot 1800000 \cdot 1,15 = 347 \text{ млн.тенге/жыл};$$

мұндағы $\alpha_{\text{пр}} = 0,7$ – өндірістік жұмысшылар үшін;

$M_{\text{экс}} = 200$ адам – эксплуатациялық жұмысшылар саны

$\text{ЗП} = 1800000$ – эксплуатациялық жұмысшыларының жылдық еңбекақысы, теңге/жыл.адам;

$K_{\text{а.зп}} = 1,15$ – аудандық коэффициенті.

Жұмысшылардың үлес саны:

$$m_{\text{экс}} = M_{\text{экс}} / N_6 = 200 / 2000 = 0,1 \text{ адам/МВт};$$

$$m_{\text{өж}} = M_{\text{өж}} / N_6 = 400 / 2000 = 0,2 \text{ адам/МВт};$$

9.3.4 Жұмысшылардың қосымша жалақысы

$$I_{\text{жкж}} = 0,1 \cdot I_{\text{нөс}} = 0,1 \cdot 347 = 34,7 \text{ млн.тг./жыл};$$

9.3.5 Әлеуметтік сақтандыруға аударымдар (зейнетақы қоры, салықтар)

$$I_{\text{эс}} = 0,13 \cdot (I_{\text{нөс}} + I_{\text{жкж}}) = 0,13 \cdot (347 + 34,7) = 49,6 \text{ млн.тг./жыл};$$

9.3.6 Жабдықтарды ұстауға және пайдалануға арналған шығыстар

$$I_{\text{экс}} = \beta_{\text{ц}} \cdot I_{\text{а}} = 1,15 \cdot 13500 = 15500 \text{ млн.тг./год};$$

мұнда амортизациялық аударымдар

$$I_{\text{а}} = m \cdot K_{\text{ст}} \cdot (N_{\text{а}} / 100) = 0,1 \cdot 1800000 \cdot (7,5 / 100) = 13500 \text{ млн.тг./жыл};$$

коэффициенті аударымдар $m = 0,1$;

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			75

станцияға аударымдар $K_{CT} = 1800000$ млн.тг
амортизация нормасы $H_a = 7,5\%$.

9.3.7 Цехтың шығындары

$$I_{\text{Цех}} = 0,1 \cdot I_{\text{Экс}} = 0,1 \cdot 15500 = 1550 \text{ млн.тенге/жыл}$$

9.3.8 Жалпы станциялық шығындар

$$I_{\text{Жс}} = 3P_{\text{ауп}} \cdot \varphi_{\text{ауп}} + \gamma \cdot (I_{\text{Экс}} + I_{\text{Цех}}) = 2400000 \cdot 75 \cdot 1,15 + 0,07 \cdot (15500 + 1550) \cdot 10^6 = 1400 \cdot 10^6 \text{ тг./год} = 1400 \text{ млн.тг./жыл};$$

мұндағы жылдық еңбекақы АУП $3P_{\text{ауп}} = 2400000$ тенге/жыл.адам;
аудандық коэффициент $K_{\text{а.зп}} = 1,15$;
АУП саны $\varphi_{\text{ауп}} = 0,15 \cdot M_{\text{экс}} = 0,15 \cdot 500 = 75$ чел;
коэффициент $\gamma = 0,07$.

9.3.9 МАЭС-дағы өндірістің жалпы шығындары

$$I_{\text{СТ}} = I_{\text{от}} + I_{\text{с}} + I_{\text{нөе}} + I_{\text{жкж}} + I_{\text{эс}} + I_{\text{экс}} + I_{\text{Цех}} + I_{\text{Жс}} = 1593,3 + 168,3 + 347 + 34,7 + 49,6 + 15500 + 1550 + 1400 = 20642,9 \text{ млн.тг./жыл};$$

9.4 Электр энергиясының өзіндік құнының калькуляциясы

МАЭС шиналарынан жіберілген электр энергиясының өзіндік құнының калькуляциясы жалпы өрнектен шыға отырып өндіреміз:

$$S_{\text{жіб}}^{\text{э}} = I_i / W_{\text{жіб}} \text{ , тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб}}^{\text{э}} = I_i / W_{\text{жіб}} \quad I_i / W_{\text{жіб}} = 20642,9 \cdot 10^3 / 1311599 = 14,48 \text{ тенге/кВтсағ}.$$

Шығындардың әрбір құрамдас бөлігі бойынша:

$$S_{\text{жіб.от}}^{\text{э}} = 1593,3 \cdot 10^3 / 1311599 = 1,05 \text{ тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб.су}}^{\text{э}} = 168,3 \cdot 10^3 / 1311599 = 0,128 \text{ тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб.нөе}}^{\text{э}} = 347 \cdot 10^3 / 1311599 = 0,26 \text{ тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб.жкж}}^{\text{э}} = 34,7 \cdot 10^3 / 1311599 = 0,026 \text{ тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб.эс}}^{\text{э}} = 38,17 \cdot 10^3 / 1311599 = 0,029 \text{ тенге/кВтсағ};$$

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		76

$$S_{\text{жіб. эксп}}^3 = 15500 \cdot 10^3 / 1311599 = 11,8 \text{ тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб. цех}}^3 = 1550 \cdot 10^3 / 1311599 = 0,118 \text{ тенге/кВтсағ};$$

$$S_{\text{жіб. жс}}^3 = 1400 \cdot 10^3 / 1311599 = 1,06 \text{ тенге/кВтсағ}.$$

Өзіндік құн құрылымы $I_i \% = (I_i / I_{\text{ст}}) \cdot 100\%$

$$I_{\text{от}} \% = (I_{\text{от}} / I_{\text{ст}}) \cdot 100\% = (1593,3 / 20642,9) \cdot 100\% = 7,71 \%$$

$$I_{\text{су}} \% = (168,3 / 20642,9) \cdot 100\% = 0,82 \%$$

$$I_{\text{нөө}} \% = (347 / 20642,9) \cdot 100\% = 1,67 \%$$

$$I_{\text{жкж}} \% = (34,7 / 20642,9) \cdot 100\% = 0,17 \%$$

$$I_{\text{эс}} \% = (38,17 / 20642,9) \cdot 100\% = 0,18\%$$

$$I_{\text{эксп}} \% = (15500 / 20642,9) \cdot 100\% = 75,12 \%$$

$$I_{\text{цех}} \% = (1550 / 20642,9) \cdot 100\% = 7,7 \%$$

$$I_{\text{жс}} \% = (1400 / 20642,9) \cdot 100\% = 6,7 \%$$

Өзіндік құнның калькуляциясы мен өзіндік құнның құрылымы бойынша есептеулер кестелік түрде жүргізіледі, кесте.4.1.

№13 кесте - Электр энергиясының өзіндік құнының калькуляциясы

№ п/п	Шығындар баптарының атауы	Жылдық шығындар, I_i млн.тенге	Өзіндік құны, $S_{\text{отп}}$, тг/кВтсағ	Өзіндік құнының құрылымы %
1.	Технологиялық мақсаттарға арналған отын	1593,3	1,05	7,7
2.	Технологиялық қажеттіліктерге арналған су	168,3	0,128	0,8
3.	Негізгі жалақы, НӨЕ	347	0,26	1,68
4.	Қосымша жалақы, ЖҚЖ	34,7	0,026	0,16
5.	Әлеуметтік сақтандыруға аударымдар	49,6	0,029	0,18

6.	Пайдалануға арналған шығыстар және эксплуатацияға	15500	11,8	75,2
7.	Цехтың шығындары	1550	0,118	7,2
8.	Жалпы станциялық шығындар	1400	1,06	6,7
	Барлығы	20642,9	14,48	100

№14 кесте - МАЭС техника - экономикалық көрсеткіштері

№ п/п	Көрсеткіштердің аталуы	Шартты белгіленуі	Өлшем бірлігі	Шамасы
1.	Станцияның белгіленген қуаты	N_6	МВт	2000
2.	Белгіленген қуатты пайдалану сағаттарының саны	H_6	сағ	6872
3.	Электр энергиясының жылдық өндірілуі	W_0	мың.МВтсағ	1374400
4.	Электр энергиясын жылдық босату	$W_{жіб}$	мың.МВтсағ	1311599
5.	СН-ға электр энергиясының үлестік шығысы	$K_{өм}$	%	4,5
6.	Станция құрылысына күрделі салымдар	$K_{құр}$	млн.тенге	206856
7.	Үлестік тамшы	$K_{үл}$	тенге/кВт	1034000
8.	Жіберілген кВтс эл шартты отынның үлес шығыны.эн.	$\epsilon_{жіб}^э$	гүт/кВтсағ	664
9.	Электр энергиясын жіберу бойынша пәк	$\eta_{жіб}^э$	%	34,3
10.	Өндірістік персоналдың үлестік саны	$m_{өж}$	адам/МВт	0,1
11.	Удельная эксплуатация жұмысшылары	$m_{экс}$	адам/МВт	0,2
12.	Жіберілген өзіндік құны кВт сағ эл.эн.	$S_{жіб}^э$	тенге/кВтсағ	14,58
13.	Шартты отын тоннасының бағасы	$\Pi_{шо}$	тенге/	18242
14.	Аудандық коэффициент	$K_{а.с}$	-	1,326

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
							78
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			

Экономикалық тиімділікті есептеу үшін бастапқы деректер.

Турбина $\tau = 7,5$ күнді салқындатпай-ақ жөндеуді аяқтағаннан бастап жөндеуге дейінгі қарапайым қуат блогы (Екібастұз МАЭС-мен тәжірибе жүзінде анықталған 180 сағат).

Станцияның электр қондырғыларының орташа жүктемесі 2019 жылға $N_{\text{э}} \text{ орт.} = 392,2 \text{ МВт}$ (Екібастұз МАЭС-ы бойынша).

Электр энергиясын өндіруге арналған меншікті энергия шығыны $\varepsilon/\varepsilon = 4,57\%$ құрайды (Екібастұз МАЭС-ына сәйкес).

Екібастұз МАЭС-ында электр энергиясын сатудың орташа тарифі 2019 жылдың 12 айында. $T_{\text{отп}} - 8,6$ теңге / кВтсағ (Экономика және баға бөлімінің мәліметі бойынша, 2019 ж.).

$T_{\text{топ}}$ электр қуатының тарифінің отын компоненті $6,1$ теңге/кВтсағ құрайды (Экономика және баға департаментінің мәліметі бойынша, 2018 ж.

Екібастұз МАЭС-ның өндірістік және жөндеу жобалау бөлімінің мәліметтері бойынша 2019 жылға арналған электр станцияларының электр қондырғыларының жоспарлы тоқтатылуларының саны = 10.

Жөндеу кезіндегі электр қондырғыларының тоқтап қалуымен байланысты қосымша қуат өндірісі (турбинаны салқындату әдісін қолдану):

$$\text{Эв} = \tau \cdot N_{\text{э ср}} \cdot n$$

$$\text{Эв} = (180-60) \cdot 392,2 \cdot 10 = 705600 \text{ кВт}\cdot\text{сағ}$$

2019 жылға қосымша электр энергиясын босату:

$$\text{Э}_{\text{бос}} = ((100-\varepsilon/\varepsilon)/100) \cdot \text{Эв}$$

$$\text{Э}_{\text{бос}} = ((100-4,57)/100) \cdot 705600 = 673355 \text{ кВт}\cdot\text{сағ}$$

Тауарлық өнімді (электр энергиясын) қосымша босату есебінен түсімнің ұлғаюы 2018 жылы жөндеуде энергия блоктарының тоқтап қалуының қысқаруынан болды:

$$V_{\text{қос}} = \text{Э}_{\text{отп}} \cdot (T_{\text{отп}})$$

$$V_{\text{қос}} = 673355 \cdot 8,6 = 5790845 \text{ теңге} \approx 5,8 \text{ млн. теңге.}$$

Менің дипломдық жұмысымның мақсаты турбиналардың тоқтату режимдерін тексеру бойынша тәжірибелер жүргізе отырып, уақытты азайту арқылы, электр энергиясын үнемдеу болып табылады. Қорыта келе: турбиналарды тоқтатқан кезде электр энергиясын үнемдеу уақытты азайту есебінен орын алады. Бұл жеке тәжірибелер арқылы расталды. Турбинаны тез салқындатуды пайдалану нәтижесінде жылына $5,8$ млн. теңге үнемделеді.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
						79
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		

Қорытынды

К-500-240-2 турбиасының тоқтату режимдеріне тәжірибелік тексеру жүргізілді. Жоғары деңгейде ЖҚЦ және ОҚЦ - дің металының температурасын ажырату мүмкіндігін қамтамасыз ететін, қолданыстағы нұсқаулықтарда көзделгендегідей орындалды. Майлау жүйесін, сондай - ақ роторлардың гидрокөтергіш сорғыларын ажыратуды талап ететін жөндеу жұмыстарын орындау қажет болған жағдайда, тиісті операциялар ЖҚЦ және ТҚЦ бу шығару бөлігінің температурасы 250 °С дейін төмендеген кезде басталуы мүмкін.

Майлау жүйесін ажыратуды талап ететін, бірақ турбина роторларының гидрокөтеру жүйесін ажыратумен байланысты емес, турбинаның қысқа тұрып қалуымен байланысты жөндеу жұмыстарын орындау қажет болған жағдайда, майлау жүйесі ажыратылады, ал гидрокөтергіштің май сорғыштары жұмыста қалады және мойынтіректерді салқындатуды қамтамасыз етеді.

Менің жұмысымда турбинаны ауамен салқындату әдісі таңдалды, бұл турбинаны өшірілгеннен кейін 60 сағат ішінде жөндеуге шығаруға мүмкіндік береді, бұл қуат блогының жөндеу уақытын қысқартады. Қорыта келе, бұл жоба экономикалық жағынан тиімді, себебі электр энергиясы үнемделіп, аз шығын жұмсалады.

					ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні		80

Әдебиеттер тізімі

- 1 И.К.Вишницкий, Ю.И. Кириллов, Б.Ф. Лейпунский, Ф.В. Сапожников. Строительство тепловых электростанций. Том 1. – Москва, 2010.
- 2 Цанев С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. – Москва.: Изд-во МЭИ, 2002.
- 3 Григорьев В.А., Зорин В.М. Тепловые и атомные электрические станции. – Москва, 1982.
- 4 Титов В.В., Хуторецкий Г.М., Загородная Г.А. Турбогенераторы, расчет и конструкция. – Ленинград, 1967.
- 5 Газотурбинные технологии. Специализированный журнал. 2006 г.
- 6 Дипломдық жобаны орындауға арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы, 2017.
- 7 КЕАҚ СТ 56023-1910-04-2014 Оқу әдістемелік және оқу жұмыстарының құрылуына, жазылуына, рәсімделуіне және мазмұнына қойылатын талаптар. – Алматы, АУЭС, 2014.
- 8 Леонкова А.М., Качан А.Д. Тепловые и атомные электрические станции. Дипломное проектирование. – Минск, «Высшая школа», 1991.
- 9 Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах. – Алматы, АУЭС, 2014.
- 10 Шварц В.А.М. Конструкция газотурбинных установок. Машиностроение, 1970г.
- 11 Нормы экономического проектирования тепловых электрических станций – ВГПИ и НИИ. «Энергосетьпроект», 1997.
- 12 Рыжкин В.Я. «Тепловые электрические станции». М., «Энергия», 1976 г.
- 13 Попова Т.М. «Пособие для расчета экономической части дипломного проекта». Алматы АИЭС, 2000 г.

						ДЖ-5В071700-КО-ТЖ	Бет
Өзг.	Бет	Құжат №	Қолы	Күні			81