

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Абдували Жігер

Жылу қазандықтарындағы жылу беру үрдісін зерттеу және жасау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы




ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Жылу қазандықтарындағы жылу беру үрдісін зерттеу және жасау»
тақырыбына

5B070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығы

Орындаған
Абдували Ж.

Ғылыми жетекші
PhD., лектор
 Л.К. Абжанова
« 6 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

5B070200 - Автоматтандыру және басқару



**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Абдували Жігер

Жұмыстың тақырыбы: «Жылу қазандықтарындағы жылу беру үрдісін зерттеу және жасау»

Университеттің «14» Қараша 2018 жылғы ғылыми кеңесінің № 442/1 шешімімен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім «14» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері: дипломалды практикасындағы жиналған мәліметтер.

Түсініктеме жазбаның талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен қысқаша диплом жұмысының мазмұны:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): автоматтық сұлбасы, қағидалық сұлбасы, құрылымдық сұлбасы.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[1] Общая пояснительная записка к проекту «Утилизация газа м/р «Кумколь». Фаза 2. Система сбора газа» №KS-741-DBM-000-001 от 23.03.07 г.


[2] Утилизация попутного нефтяного газа [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.lukoil-zs.ru/projects/project3> (дата обращения: 28.09.2016).

[3] Булаев С.А. Сжигание попутных нефтяных газов. Анализ прошлых лет и государственное регулирование//Вестник Казанского технологического университета. 2013. –Т16,№1.-С202-205.

Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	29.02 - 29.03.2019 ж.	
Арнайы бөлім	01.04 - 08.05.2019 ж.	

Аяқталған дипломдық жұмыстың және оларға қатысты диплом жұмысқа бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық бақылаушының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Нормалық Бақылаушы	Н.С.Сәрсенбаев техн.ғыл.кандидаты, ассистент профессор	06.05.2019 ж.	

Ғылыми жетекшісі  Л.К. Абжанова

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Абдували Ж.

Күні « 6 » 05 2019 ж.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс

Абдували Жигер

5B070200 – Автоматтандыру және басқару

Жылу қазандықтарындағы жылу беру үрдісін зерттеу және жасау

Дипломдық жұмыс жылу орталықтарында жылу бөлу процесстерін зерттеуге арналған. Дипломант объект ретінде Алматы қаласындағы ЖЭО-1 қоланыста тұрған ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116.3-150) бу қазандығын таңдады.

Арнайы бөлімде осы бу қазандығының технологиясын толық қарастырып, бу-су арнасы бойынша температураны реттеудің автоматты реттеу жүйесін құрды. Сондай-ақ, функционалды сұлбасын құрып, техникалық құралдар кешенін қарастырды. Осыған қоса, бу қазандығының визуалдау проблемаларын қарастырды.

Дипломды жазу барысында, дипломант Абдували Жигер тақырыпты мүмкіндігінше зерттеді, негізінен ғылыми бағытта жұмыс істеді. Көптеген ғылыми жұмыстар мен мақалаларды оқып, бу-су арнасы бойынша зерттеулер жасады.

Осы ретте Абдували Жигер өзін тиянақты, білікті, өз бетімен техникалық әдебиетпен және техникалық құжаттамамен жұмыс істей алатынын көрсетті.

Дипломдық жұмыс жақсы деңгейде және студент Абдували Жигер берілген тапсырмаларды уақытында орындады. Қорыта келе дипломдық жұмыс 90 % (өте жақсы) бағаға лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

Лектор, PhD

Абжанова Л.К.

(лауазым, ғыл. дәрежесі, атағы,)



Т. А.Ә.

(колы)

«6» 05

2019 ж.

Raport podobieństwa



Uczelnia:	Satbayev University
Tytuł:	Жылы қазандықтарындағы жылу беру үрдісін зерттеу және жасау
Autor:	Абдуали Ж.
Promotor:	Лауласын Абжанова
Data Raportu Podobieństwa:	2019-05-06 12:48:10
Współczynnik podobieństwa 1: ?	1,4%
Współczynnik podobieństwa 2: ?	0,0%
Długość frazy dla Współczynnika Podobieństwa 2: ?	25
Liczba słów:	8 673
Liczba znaków:	70 499
Adresy stron pominiętych przy sprawdzaniu:	
Liczba wykonanych sprawdzeń pracy dyplomowej: ?	29



Uwaga, w niektórych wyrazach w tym dokumencie pojawiają się litery z różnych alfabetów. Wystąpienia tych liter zostały wyróżnione. Może to świadczyć o próbie ukrycia niedopuszczalnych zapożyczeń. System zamienił te litery na ich odpowiedniki w alfabecie łacińskim a fragmenty, w których występują, zostały poprawnie sprawdzone. Prosimy o dokonanie szczególnie wnikliwej analizy tych fragmentów raportu.

Liczba wyróżnionych wyrazów 32

[>>](#)[Najdłuższe fragmenty zidentyfikowane jako podobne](#)

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился (-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой появления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Абдували Ж.К.

Название: «Жылу қазандықтарындағы жылу беру үрдісін зерттеу және жасау»

Координатор: Абжанова Л.К.

Коэффициент подобия 1: 1,4

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой/начальник структурного подразделения констатирует следующее:


- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе не обладают признаками плагиата, но из чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

06.05.2019 г.

Дата


Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

к защите допускается

06.05.2019 г.



Дата

Подпись заведующего кафедрой / начальника
структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения в отношении работы:

Автор: Абдували Ж.К.

Название: «Жылы казандыктарындагы жылы беру үрдисін зерттеу және жасау»

Координатор: Абжанова Л.К.

Коэффициент подобия 1: 1,4

Коэффициент подобия 2: 0,0

Тревога: 25

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе не обладают признаками плагиата, но из чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

.....
06.05.2019 г.

Дата
руководителя

.....
.....
.....
.....
.....

Подпись Научного

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс бу қазандығында өтетін жылу процесстерін зерттеуге арналған. Жұмыс екі бөлімнен тұрады.

Технологиялық бөлімде бу қазандықтарына шолу жасалып, ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116.3-150) қазандығының жұмыс істеу принципі келтірілген.

Арнайы бөлімде бу ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116.3-150) қазандығының функционалды сұлбасы келтіріліп, бу температурасын бу-су арнасы бойынша реттеудің математикалық моделі құрастырылды. Сондай-ақ, визуалдау жұмыстары келтірілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена исследованию тепловых процессов в паровом котле. Работа состоит из двух разделов.

В технологической части приводится обзор паровых котлов, приводится принцип работы парового котла ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116.3-150).

В специальной части приводится функциональная схема парового котла ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116.3-150), выводится математическая модель регулирования температуры паро-водяного тракта. А также, приведены примеры визуализации системы.

ANNOTATION

This thesis is devoted to the study of thermal processes in a steam boiler. The work consists of two sections.

The technological part provides an overview of steam boilers, the principle of operation of the steam boiler PTVM-100 (KV-GM-116.3-150).

In the special part, the functional diagram of the steam boiler PTVM-100 (KV-GM-116.3-150) is given, a mathematical model of the temperature control of the steam-water path is derived. And also, examples of visualization of the system.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	10
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	
1.1 Бу қазандықтары және олардың классификациясы	11
1.1.1 Бу қазандықтың өндірісі	13
1.1.2 Барабанды қазандықтың жұмыс істеуі	13
1.2 АЛМАТЫ ЖЭС-1	19
1.2.1 ПТВМ-100 қазандығы (КВ-ГМ-116.3-150)	20
1.2.1 ПТВМ-100 қазандықтың құрылғысы және жұмыс принципі (КВ-ГМ-116.3-150)	20
1.2.3 ПТВМ-100 қазандығының техникалық сипаттамалары	24
2. АРНАЙЫ БӨЛІМ	
2.1 ПТВМ-100 қазандығы басқару объектісі ретінде	24
2.2 Бу қазандығын автоматтандыру	26
2.3 Бу қазандығын жобалау (Scada)	43
ҚОРЫТЫНДЫ	
ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	

КІРІСПЕ

Қазақстан ауағында жылу энергиясын өндіру – кеңес заманынан бері жаңармаған өнеркәсіптердің бірі болып табылады. Осыған орай, қазіргі уақытта ЖЭО-да және жылыту орталықтарында қайта жаңарту, сенімділікті арттыру, жылу өнімділігін ұзақ сақтауға бағытталған жұмыстар жүргізіліп жатыр. Дипломдық жұмыс тақырыбы да, сол себепті өзекті.

Біздің елде электр энергиясының шамамен 85%-ы жылу электр станцияларында өндіріледі, онда электр энергиясы жағылатын органикалық отынның химиялық энергиясын пайдалану арқылы өндіріледі.

Бұл дипломдық жұмыста қазандық агрегаттарындағы жылу беру процесі зерттелген. Яғни, ПТВМ-100 бу қазандығының толық жұмыс істеу принциптері, проблемалары қарастырылды.

Бірінші бөлімде бу қазандығының түрлері, классификациясы туралы жазылған. Сондай-ақ, Алматыдағы бірінші жылу электр станциясы туралы ақпарат келтіріледі.

Екінші бөлімде, бу қазандығының су-бу арнасы зерттеліп, сол бойынша будың қысымын ескеретін математикалық жазбалау алынған. Бу қысымын бірқалыпты ұстап тұратын автоматты реттеу жүйесі құрастырылды. Сондай-ақ, автоматтандыру мәселесі және визуализация мәселесі де қарастырылды.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Бу қазандықтарының классификациясы

Жылу электр станциясының негізгі жылу агрегаттары бу қазандығы және бу турбинасы болып табылады. Бу қазандығы-отынды жағу есебінен атмосфералық қысымнан жоғары буды өндіруге арналған құрылғы.

Жылу тасымалдағыштарды дайындау ЖЭО-дағы арнайы жылу дайындау қондырғыларында, сондай-ақ қалалық, топтық (орамдық) немесе өнеркәсіптік қазандықтарда жүргізіледі.

Электр энергетикасын дамыту негізінен 300, 500, 800 және 1000 МВт қуатты конденсациялық турбиналары бар ірі жылу және атом электр станцияларын салу есебінен жүргізіледі. Бұл жағдайда жаңа ЖЭО құрылысы өнеркәсіптік кәсіпорындардың кешендері мен жылу тұтынушылары көп шоғырланатын тұрғын үй алаптары бар аудандарда ғана экономикалық тұрғыдан ақталған.

ЖЭО цехтар бөлімшесіне кіретін қоғамның дербес құрылымдық өндірістік шаруашылық бөлімшесі болып табылады

ЖЭО жұмысының тиімділігін арттырудың және станцияның өзінің де, комбинаттың өндірістік процесінің сенімділігін арттырудың неғұрлым түбегейлі әдістері қайта құру және техникалық қайта жарақтандыру бойынша ірі ауқымды жұмыстарды жүргізу болып табылады.

Бүгінгі таңда энергетика басқармасының негізгі міндеттері келесідей:

- электрмен және ыстық сумен қамтамасыз ету қажеттілігі үшін қаланы, комбинат цехтарын және бөгде ұйымдарды жылумен қамтамасыз ету;
- технологиялық тұтынушылардың түрлі параметрлерін бумен қамтамасыз ету;
- комбинат цехтары мен бөгде ұйымдардың домн жұмысы үшін домна цехына ауа үрлеуді қамтамасыз ету;
- екінші реттік көздерді химиялық тазартылған сумен (ХОВ) қамтамасыз ету;
- электр энергиясын өндіру.

Жоғарыда айтылған міндеттерге сәйкес ЖЭО келесі функцияларды орындайды:

- бойлер қондырғыларында және су жылыту қазандықтарында жылуландыру суын қыздыру және оны ПСЦ жылу желілеріне беру;
- бу қазандықтарында бу өндіру, оны турбокомпрессорға және турбогенераторға беру, сондай-ақ қажетті параметрлердің буына түрлендіргеннен кейін, оны ПСЦ бу желілеріне, меншікті бойлер, деаэраторларға және басқа да өз мұқтаждарына беру;
- жылу желілерін толықтыру үшін деаэрленген суды дайындау, қосалқы энергия ресурстары көздері үшін қоректік су, химиялық тазартылған су (ХОВ);
- өз тұтынушылары мен тораптар мен қосалқы станциялар цехының электр желісі арасында өндірілген электр энергиясын турбогенераторлармен бөлу;

- кестеге сәйкес жылуландыру суының температурасын қамтамасыз ету, тұтынушыларға қажетті мөлшерде оны, буды және химиялық тазартылған суды, ал тиісті сападағы жылуландыру суын жіберу енгізу-химиялық режиммен анықталатын;

- домна цехын қажетті параметрлер мен қажетті мөлшерде турбокомпрессорлардан кейін ауамен қамтамасыз ету;

- паспорттық режимдерге, нормативтік құжаттарға және т. б. сәйкес жабдықтарды пайдалану, жабдықтарды жарамды күйде ұстау үшін ағымдағы және күрделі жөндеулерді уақытында жүргізу;

- ЖЭО-ға жататын кәсіпорынның барлық стандарттары мен нұсқаулықтарын орындау.

ЖЭО құрамына келесі құрылымдық бөлімшелер кіреді: қазандық, турбиналық, химиялық және электр цехтары, олар өз мақсаты бойынша олардың құрамына кіретін тиісті жабдықтарды пайдаланумен, қызмет көрсетумен және жөндеуді ұйымдастырумен айналысатын пайдалану цехтары. Бұл ретте әрбір цехтың өз инфрақұрылымы бар, қоса алғанда цехының бастығы және ауысым бастықтарының қамтамасыз ету үшін постоянно инженерно-техникалық басшылық [1].

Бу қазандығы - қаныққан немесе қызып тұрған буды шығаруға арналған қазандық. Өнеркәсіптік бу қазандықтары технологиялық қажеттіліктерге арналған бу шығарды, олар «индустриялық бу генераторлары» деп аталады. Ол өз пештерінде жанатын отынның энергиясын, электр энергиясын (электр бу қазандығы) немесе басқа қондырғыларда (қалдықтардың қазандықтары) пайдаланатын жылуды қолдануы мүмкін.

Энергетикалық бу қазандары-бу турбиналарында пайдаланылатын бу өндіруге арналған.

Бу қазандары-утилизаторлар бу алу үшін технологиялық циклде пайда болатын ыстық газдардың жылуын екінші қайтара энергетикалық ресурстарды пайдаланады. ҚСҚ қондырғысындағы энергетикалық қалдықтар қазандықтары ГТМ-дан түтін газдарының жылуын пайдаланады.

Жылу алмасу ортаның (түтін газдары, су және бу) салыстырмалы қозғалысына сәйкес бу қазандықтарын екі топқа бөлуге болады:

- газқұбыры (ыстыққұбыры, түтін шығатын) қазандықтар

- су құбыры қазандары

- су құбыры қазандықтары судың және бу-су қоспасының қозғалыс принципіне байланысты бөлінеді:

- барабандар (табиғи және мәжбүрлі циркуляциямен: булану беттерінен бір өту үшін судың бір бөлігі ғана буланады, қалғаны барабанға қайтады және бірнеше рет беттерден өтеді)

- тікелей шығу (қазандықтың кірісі мен шығысы арасында тұрақты түрде, қайтарылмай жылжиды)

Сукұбырларындағы бу генераторларында құбырлардың ішінде су және бу-су қоспасы қозғалады, ал түтін газдары құбырларды сыртынан жуады.

Газқұбырларда, керісінше, құбырлардың ішінде түтін газдары қозғалады, ал жылу тасығыш құбырларды сыртынан жуады.

1.1.1 Бу қазандықтың өндірісі

Өзіңізбен бірге бу қазандығын жасау тек қана дәнекерлеуші дағдыларында тәжірибесі бар адамдар бу қазандықтарды жасай алады. Тек осы жағдайда ғана үлкен қысымға төтеп бере алатын және судың белгілі бір тепе-теңдігін сақтай алатын үйді жылыту үшін герметикалық ыстық құбыр немесе су құбыры сыйымдылығын жасауға болады.

Үйді жылытуға арналған бу ыстық құбыр қазандығы осылай жасалады:

Қуат деңгейін есептейді, жоспардағы ең қолайлы өлшемдерді және сызбаның қуатын таңдауды жүзеге асырады.

Диаметрі 80-100 см және ұзындығы 100-110 см құбырларды алады.

Қалыңдығы 1-2 мм табақ болатты тікбұрыштарға кеседі. Олар пісіру пешінің қабырғалары болады.

Пісіру оттығын дәнекерлейді және онда 13 тесік жасайды.

Құбыр диаметрі 10 см 12 кесіндіге кесіледі.

Диаметрі 12 см болатын құбырдан кішкене кесіндіні кеседі.

13 бөлікті дәнекердің оттығының жоғарғы жағында жасалған тесіктерге салады.

Құбырлардың төменгі ұштары жаншылады және пісіру оттықтарының бетіне дәнекерленеді.

Түтіктері бар оттықты басты корпусқа салады және дәнекерленеді.

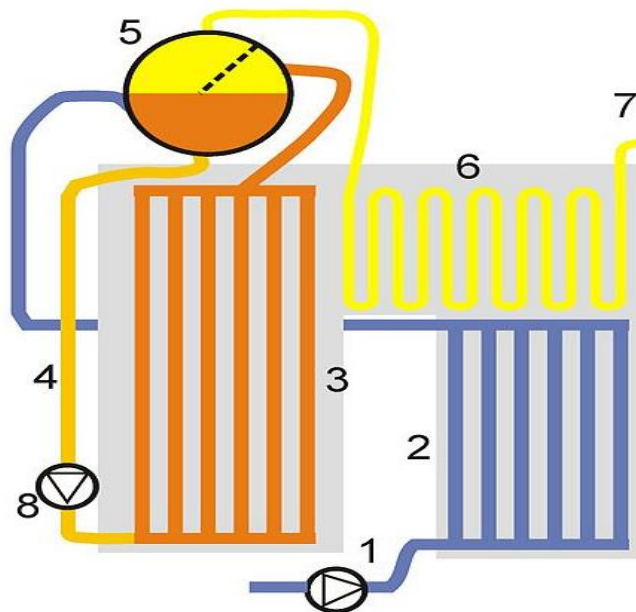
Жылу буындарын алу үшін коллекторды және қысым деңгейін түсіре алатын және теңгерімді теңестіре алатын клапан үстіне дәнекерлейді

Оттықты салатын есік жасап оны түзетеді.

Оттықтың айналасында асбест табақтары орнатылады. Бұл өнімділік пен ПӘК жоғары етеді.

1.1.2 Барабанды қазандықтың жұмыс істеуі

Қазандыққа қоректік сорғымен берілетін су (мысалыбу инжекторымен) экономайзердан өтіп барабанға түседі (қазандықтың жоғары жағында орналасқан), жылжытылмайтын түсіру құбырларынан түседі, содан кейін жылжымалы көтергішке түседі, онда булану орын алады (көтеру және түсіру құбырлары айналым циклін құрайды).



1-қоректік сорғы; 2-экономайзер; 3 - көтергіш құбырлар; 4 - түсіру құбырлары;
5 - барабан; 6 - бу қыздырғыш; 7 - турбина; 8 - айналмалы сорғы

2 Сурет – Мәжбүрлі айналыммен барабанды қазанлықтағы судың айналымы

Экрандағы түтікшелердегі бу-су қоспасы экран арқылы барабанға көтеріледі. Ол жерде бу-су қоспасы бу мен суға бөлінеді. Су түсіру құбырларына қайта құйылады, ал қаныққан бу қыздырғышқа кетеді. Табиғи циркуляциясы бар қазандықтарда циркуляциялық контур бойынша су айналымының жиілігі-5-тен 30-ға дейін. Мәжбүрлі циркуляциясы бар қазандықтар циркуляциялық контурда қысым жасайтын сорғымен жабдықталған. Оның айналым жиілігі 3-10 рет. Барабанлық қазандықтар сындық қысымнан аз қысыммен жұмыс істейді.

1.1.3 Жұмыс принципі

Егер жұмыс принципі және бу қазандығының әдеттегі жобалар туралы айтатын болсақ, онда ол алдын ала қыздырылған судың булануына әкеліп соқтыратын сыйымдылықтар болып табылады. Көбінесе, бұл сыйымдылық әртүрлі өлшемдегі құбыр болып табылады. Бу қазандығының тағы бір негізгі функционалдық элементі-отын жанатын отындық камера. Отын камерасының құрылымдық жобалау ерекшеліктері қазандықты пайдалану кезінде қолданылатын отын түріне тікелей байланысты. Мысалы, қатты отын (отын немесе көмір) үшін оттық камерасының төменгі бөлігі масақ торлармен жабдықталады, онда қатты отын орналасады. Масақ торлары арқылы ауа оттық камерасына өтеді, ал тиімді тарту үшін-яғни ауа қозғалысы және отын жануы үшін-оттықтың жоғарғы бөлігінде түтін құбыры орнатылады.

1.1.4 Бу қазандықтарының түрлері мен құрылымы

Қазандық қондырғыларында пайдаланылатын бу қазандықтарғы өзінің өнімділігі бойынша ерекшеленеді. Нәтижесінде қазандықтарды сыйымдылығы жағынан тапсырыс берушіге оңтайлы сәйкес келетін бу қазандығы бар жабдықпен қамтамасыз ету мүмкін болады. Бу түзетін қазандықтар отынның барлық түрлерін пайдаланады.

Бу модульдік қазандықтар толығымен автоматтандырылған. Осының арқасында қондырғы жұмысын тұрақты бақылауда ұстаудың қажеті жоқ, бұл осы жабдыққа қызмет көрсетуге арналған қаржылық шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Қондырғының жұмысы туралы ақпарат ақпараттық қалқанға келіп түседі және автоматты басқару жүйесімен талданады. Қазандық жұмысында іркілістер туындаған жағдайда олар туралы ақпарат автоматты режимде кезекші операторға беріледі, бұл анықталған бұзушылықтарды жою үшін қажетті шараларды уақтылы қабылдауға мүмкіндік береді.

Бу қазандықтарының барлық түрлері жалпы элементтерге ие:

- барабан
- түсіру құбырлары
- коллектор
- ыстық құбырлар
- сепаратор
- бу қыздырғыш

Барабан коллектормен түсіру және ыстық құбырлармен жалғанады. Төмен түсіретін құбырлар қызбайды. Жылу құбырлары оттықта орналасқан және оттың даму сатысына байланысты оларда жұмыс сипаттамалары жоқ будың белгілі бір саны қалыптасады. Сепаратор барабанда орналасқан, ал бу қыздырғыш барабанға жалғанған.

Үйді жылытуға арналған бу қазандығының жұмыс істеу принципі - бұл қажетті сипаттамалары бар бу шығару. Қысымды және қуатты дамытудың тепе-теңдігін автоматты түрде реттеу құрылғысын пайдалану келесі кезеңдерден тұрады:

- суық тазартылған су барабанға түседі;
- кейін ол түсіру құбырларымен коллекторға қозғалады.

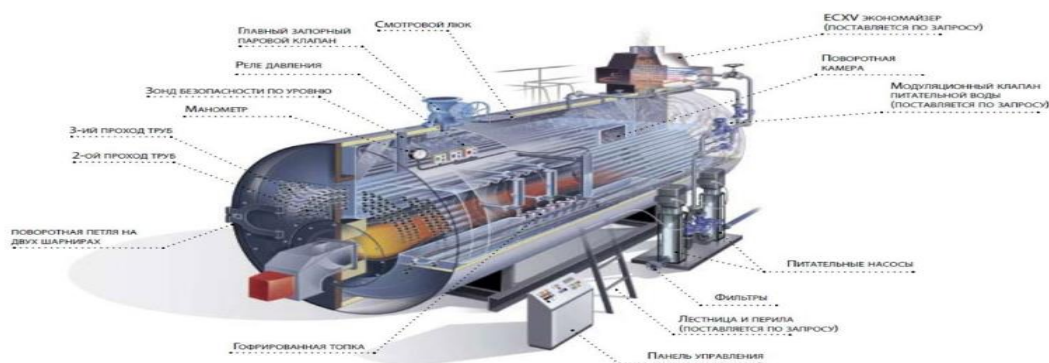
Содан кейін ол ыстық құбырларға түседі. Түтін газдары бар от судың қайнау температурасына дейін қызуын жүзеге асыра отырып, олардың сыртқы бетіне қызады. Онда бу қалыптасады. Оның сипаттамалары әлі жұмыс істемейді.

Жұмыс істемейтін сипаттамалары бар бумен сұйықтық барабанға қайтарылады. Бу жоғары қарай жылжиды және сепаратор арқылы өтіп, Судан бөлінеді [2].

Конденсат барабанға қайтарады, және бу жоғары сипаттамаларға ие болатын қыздырғышқа беріледі. Нәтижесінде қысымның айтарлықтай өсуі, өнімділігі және қазандық қондырғысының тиімділігін арттыру болып келеді.

Жоғары қысымды қыздырылған бу жылу желісіне беріледі.

Электр бу қазандығының жұмыс принципі іс жүзінде бірдей. Суды 100 ° C температураға дейін қыздыруды жүзеге асырады. Оның құрылымында батыру және жалын түтіктері жоқ, себебі барабан коллектордың ортасында орналасқан. Өндірушілер барабанды ішкі камера деп атайды, ал коллектор - сыртқы.

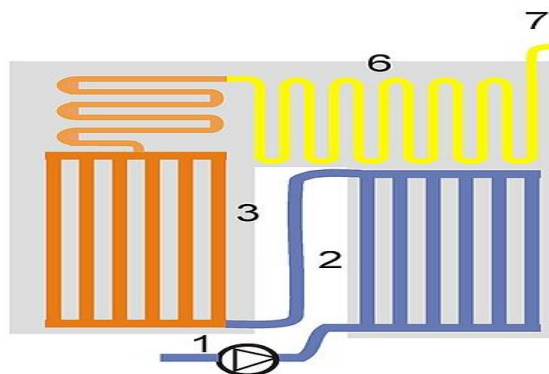


3 Сурет – Бу қазандығының құрылымы

Электрлік автоматты блоктың жұмысы кезінде су алдымен сыртқы камераға түседі, содан кейін оның бөлігінде сепаратор бар ішкі камераға түседі. Суды жылытуды пластиналы электрод жүзеге асырады

1.1.5 Тікелей ағынды қазандықтар

Тікелей ағынды қазандықтарда барабан жоқ. Буландырғыш құбырлар арқылы су бір рет өтіп, біртіндеп буға айналады. Бу түзілуі аяқталатын аймақ өтпелі деп аталады. Буландырғыш құбырлардан кейін бу-су қоспасы (бу) бу қыздырғышқа түседі. Өте жиі тура ағынды қазандықтарда аралық бу қыздырғыш бар. Тікелей ағынды қазандық-ашық гидравликалық жүйе. Мұндай қазандар тек субкритикалық қысымда ғана емес, аса критикалық қысымда да жұмыс істейді.



1-қоректік сорғы; 2-экономайзер; 3-буландырғыш құбырлар; 6-бу қыздырғыш; 7-турбина

4 Сурет - Тікелей ағынды қазандықтағы судың айналымы

Көптеген жағдайларда үй су немесе бу жылыту жүйесімен қызады, оның басты элементі - ыстық су қазандығы. Ол өте жоғары ПӘК-ке ие және әртүрлі модификациялармен ұсынылған [5].

1.1.6 Ыстық құбыр қазандары

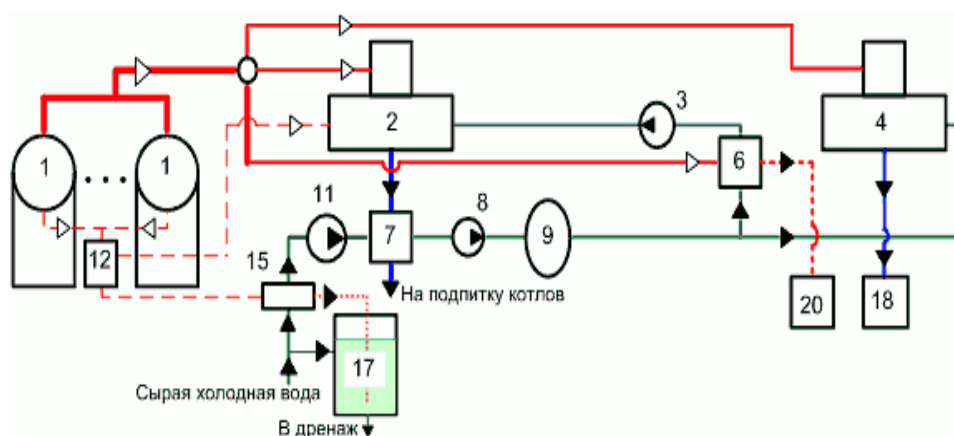
Мұндай қазандық 1 МПА-ға дейін қызып кететін будың қысымды дамуын қамтамасыз ете алады. Сонымен қатар, оның қуаты 360 кВт сирек болады, өйткені жоғары қуаты бар құрылғы үшін өте қалың қабырғалар жасау қажет. Әйтпесе, құрылғы жарылуы мүмкін.

Онда су бар сыйымдылық бар және ол арқылы ыстық және түтіндік түтіктер өтеді. Құбырлар арқылы суды жылытатын улы газ қозғалады.

1.1.7 Су құбыры қазандары

Ағаш отын және басқа да отынмен жұмыс істейтін құрылғылардың ерекшелігі оттықтың ортасында су өтіп барып қыздырылатын құбырлардың орналасуы болып табылады.

Бу су құбыры қазандығында жұмыс режимдерінің параметрлерін реттеуге болады (су балансы өзгеріссіз қалады). Ол үлкен ПӘК-тің иесі.



5 Сурет - Су құбыры қазандадығы

Автоматты реттеу агрегатының бірнеше түрі бар, олар түсіру және ыстық құбырының орналастыру схемасымен ерекшеленеді.

Жоңқадағы көлденең құрылғылар (барабан мен коллектор бір деңгейде, бірақ корпусың қарама-қарсы ұшында болады; құбырлар бойлық немесе көлденең болып табылады).

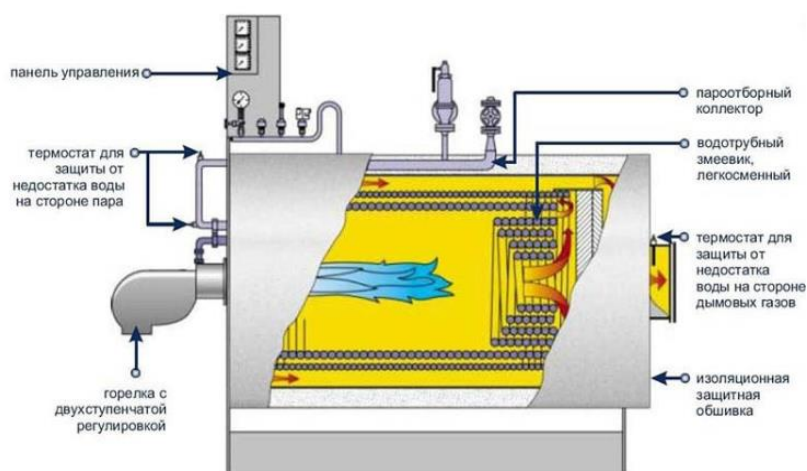
Жоңқадағы тік қазандар (құбырлары тік болып табылады).

Радиациялық қазандық жабдығы. Ол қысым балансын автоматты реттеумен және қуаттың дамуымен екі жоғары сипатталған құрылғылардың конструкциясын үйлестіреді.

Жиі жоғары және төмен қысымды су құбыры қазандықтары арнайы оттық экрандарымен жабдықталған. Олар су қозғалатын және оны қыздыру жүзеге асырылатын түтікшелер жүйесі болып табылады. Бұл экрандар пештің қабырғаларының бетіне бекітілген. Олардың арқасында тиімділік өседі, сондай-ақ үйді жылыту үшін құрылғының ПӘК-гі ұлғаяды.

1.1.8 Тікелей ағынды және шойын қазандықтары

Екеуі де жоңқадағы немесе басқа да отындағы суқұбыры қазанының түрлері деп атауға болады. Біріншісі өте жоғары ПӘК ерекшеленеді. Оны үлкен электр станцияларында көруге болады.



6 Сурет - Тікелей ағынды және шойын қазандықтары

Оның сондай-ақ коллектор мен барабан бар. Олардың әрқайсысы құбырлардың жеке жылу жүйесімен ұсынылған. Бұл жүйелерді бүріккіш суқұбыры жылан қосады. Барабанға бу жинағыш коллектор қосылған. Мұндай жылу жүйесіндегі су мен қыздырылған будың қозғалысы мәжбүрлі болып табылады, яғни сорғылар сұйықтық балансын қолдайды және қуат деңгейінің дамуын реттейді.

Жоғары ПӘК бар тура ағынды үш жүрісті Автоматты агрегаттардың ерекшелігі, олардағы қысым рұқсат етілгеннен жоғары көтерілуі мүмкін. Сонымен қатар жоғары қысымды мұндай бу қазандары істен шықпайды.

Жеке үйді жылытуға арналған шойын секциялық қазандық агрегатында стандартты батареяға өте ұқсас су құбырлары мен ыдыстар жүйесі бар. Бұл ретте мұндай жылу жүйесін ұлғайтуға да, азайтуға да болады. Адамдар оны жиі таңдайды, себебі ол бар:

- жоғары ПӘК-і.
- қызған будың тез дайындалуымен салыстырмалы түрде.
- барабанды жылу жүйесінің секцияларын қосу арқылы қуат деңгейін арттыру мүмкіндігі.

1.2 АЛМАТЫ ЖЭС-1

Алматы ОЭС (қазір ЖЭО-1 АлЭС) жобалау және құрылысы 1931 жылы басталды. Бірінші агрегаттың 1935 жылдың 25 қазандары өнеркәсіптік жүктемеге қойылды.



7 Сурет – Алматы ЖЭС-1

1935 жылы 1,8 млн. кВт * сағ электр энергиясы өндірілді. Бүгінгі күн үшін бұл станция жұмысының тәулік ішіндегі электр энергиясын өндіру, алайда Алматы үшін қыркыншы жылдардың ортасы үшін турбинаны іске қосу үлкен мерекеге айналды.

1940 жылға үш қазандық және үш турбина орнатылды. Жалпы қуаты 10,5 МВт. 1946 жылға дейін тағы екі турбина және бір қазандық іске қосылды. Бұл жерде электр станциясы құрылысының бірінші кезегі аяқталды.

Екінші кезекте 1953-55 жж. қуаты 6,3 МВт № 6 ст. екі қазандық пен турбина құрастырылып, іске қосылды.

Кеңейтудің үшінші және төртінші кезегі жылу тұтынуында электр энергиясын өндіру мәселесін шешеді. 1957 жылы орташа қысымдағы қазандық және АТ-12 жылуландыру турбиначасы, қуаты 12 МВт. 1960-61 жылдары БКЗ-160-100 жоғары қысымды екі қазандық және өнеркәсіптік тұтынушыларға бу беретін турбина және Р-25-90/18 турбиначасының су жылытқышына орнатылды және жұмысқа қосылды. 1960 жылы Алматы ОЭС Алматы ЖЭО болып өзгертілді. Алматы ЖЭО-дан алғаш рет жылу 1961 жылдың 4 тоқсанында жіберілді. Монтаждау 1966-67 жж. екі су жылытатын қазандықты Алматы ЖЭО кеңейтудің төртінші кезегін бітірді.



8 Сурет – Алматы ЖЭС-1 станциясы

Станцияны кеңейтудің бесінші кезегі Алматы қаласын дамытудың Бас жоспарын ескере отырып жобаланған.

ЖЭО-да 1969 жылдан 1972 жылға дейін, суды жылыту және оны өнеркәсіптік тұтынушыларға жіберу үшін буды іріктейтін екі турбина орнатылған. БКЗ-160-100 төрт қазандығы және ПТВМ-100 екі су жылытатын қазандығы 100 Гкал/сағ. 1976-79жж. тағы үш су жылытатын қазан іске қосылды.

2000 жылдың соңында ескірген тиімділігі аз жабдықтар жұмыстан шығарылды және бөлшектелді. Үш бу турбины - бір Р-25-90/18 және екі ПТ-60-90/13 қосынды қуаты 145 МВт, алты жоғары қысымды БКЗ-160-100 бу қазандықтары және 100 Гкал/сағ-тан 7 ПТВМ-100 су жылыту қазандықтары жұмыс істейді [6].

ЖЭО-1 АПК АҚ қайта құрылғаннан кейін 2007 жылдың 15 ақпанынан бастап жұмыс істей бастады. "Алматы электр станциялары" АҚ құрамында.

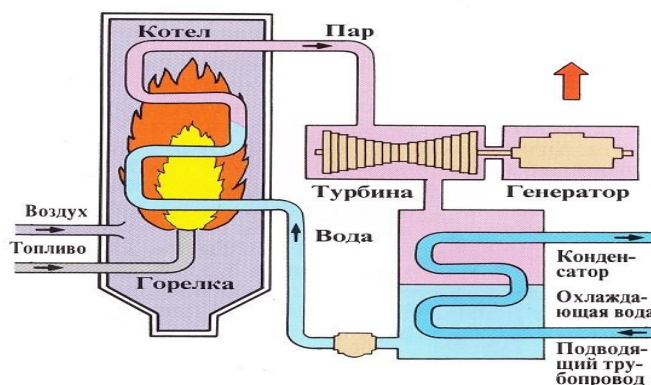
1.2.1 ПТВМ-100 қазандығы (КВ-ГМ-116.3-150)

1.2.1.2 ПТВМ-100 қазандықтың құрылғысы және жұмыс принципі (КВ-ГМ-116.3-150)

Өнімділігі ПТВМ су жылыту қазандары: 30, 50, 100, 120, 180 Гкал / сағ, жылу, өнеркәсіптік және тұрмыстық мақсаттағы ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде, ЖЭО-да жылудың шекті-резервтік көздері ретінде қолданылатын 150°C дейінгі температурадағы ыстық су алуға арналған.



9 Сурет - ПТВМ-100



10 Сурет – ПТВМ-100 қазандығының жұмыс принципі

ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтары мұнаралы компонентке ие: тік оттық камераның үстінде тікбұрышты формадағы қыздырудың конвективті беті орналасқан.

От жағу камерасы 64 мм қадаммен Ø60x3 мм құбырлармен экрандалған және Ø60x3 мм құбырлардан жасалған екі түсті экранмен адыммен бөлінген.

Жоғарғы коллекторлар қаңқасына ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтарының құбыр жүйелері ілінеді және төмен қарай кеңейтіледі.

ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтарының конструкциясы жартылай жабық қондырғыға жол береді - үй-жайға жанарғы құрылғылар, арматура, автоматика және үрлеу желдеткіштері орналасқан қазандықтың төменгі бөлігі ғана бекітілген, бұл жылу станциясы ғимаратының құрылысына кететін шығындарды едәуір төмендетеді және жазғы жөндеуге қолайлы жағдай жасайды.

ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтары үшін оларды қазандық қаңқасына тікелей тірелетін Болат түтін құбырымен, сондай-ақ жеке тұрған темір бетонды немесе кірпіш түтін құбырымен орнату мүмкіндігі қарастырылған.

ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтары әр жағынан сегіз данадан фронт және артқы қабырғаларында екі рет орналасқан МГМГ-8 он алты газ-мазутты жанарғылармен жабдықталған. Әрбір жанарғы жеке үрлеу желдеткішімен жабдықталған.

"Би қазандығы зауыты" ААҚ-ның келісімі бойынша ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтары сондай-ақ тиісті өнімділікке сәйкес шетелдік және отандық газ жанарғыларымен жабдықталуы мүмкін.

ПТВМ-100(КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтарының конвективті бөлігін тазалау үшін форсункалық типті арнайы шүмектің көмегімен оны желілік сумен жуу көзделеді. Су шығыны қазандықтың жұмыс режиміне байланысты: қысқы кезеңде су айналымының 4 жүріс сұлбасы қолданылады, жазғы кезеңде екі жүрісті (шындалған). 4-ші жүрісті сұлба кезінде жылу желісінен су бір төменгі коллекторға шығарылады және қазандықтың қыздыру бетінің барлық элементтері арқылы біртіндеп өтеді, көтерілу-түсіру қозғалыстарын жасайды, содан кейін төменгі коллектор арқылы жылу желісіне жіберіледі.

Екі жүрісті режим кезінде су бір мезгілде екі төменгі коллекторға келіп, жылу желісіне шығарылады. Бұл ретте су екі есе көп болады, өйткені ол 70°С орнына 110°С Жоғары температуралы қазандыққа түседі.

ПТВМ-100 мұнаралы су жылыту қазандықтарының тиімділігі мен сенімділігін арттыру

Бұл мақалада ПТВМ-100 мұнаралы су жылыту қазандықтарының тиімділігі мен сенімділігін арттыру бойынша Қазақстанда жүргізілген жұмыстардың талдауы берілген.

ЖЭО-да және қазандықтарда жүргізілген ПТВМ-100 қазандықтарын қайта жаңарту сенімділікті арттыруға және ұзақ жылу өнімділігін сақтауға бағытталған, бұл ретте қазандықтардың жұмыс тиімділігі бұрынғы деңгейде қалды.

ПТВМ-100 мұнаралы компонентіндегі су жылытатын қазандарды пайдаланудың ұзақ тәжірибесі салмақты конструктивті кемшіліктердің бар екендігін көрсетті, олар жүктеменің төмендеуіне, олардың жұмысының сенімділігі мен үнемділігіне алып келді. Өз кезегінде бұл жөндеу және пайдалану шығындарының артуына, сондай-ақ зиянды шығарындылардың негізсіз өсуіне және экологиялық көрсеткіштердің төмендеуіне алып келді.

ПТВМ-100 су жылыту қазандығының негізгі конструктивтік кемшіліктері:

- жоғары меншікті жылу кернеулерімен оттықтың шағын көлемі мен биіктігі (479086 ккал/м³), құбырлардың бірінші екі қатарының жылуының конвективті беттері (3,04×10⁶ ккал/м²);

- конвективті құбырлардың U-тәрізді иілу орындарында газ қималарын күл және күйе бөлшектерімен жабуға және шымылдыққа әкелетін шағын қашықтықтар құбырлардың салыстырмалы көлденең қадамы);

- конвективті түтіктердің көлденең қимасының толық жабылуына дейін ішкі шөгінділермен енуіне желілік судың жеткіліксіз сапасы кезінде әкелетін конвективті бума түтіктерінің кіші диаметрі (28×3 мм);

- екінші конвективті пакеттегі газдардың төмен жылдамдығы, түтіктер арасындағы күл мен күйе бөлшектерінің арасындағы кеңістікті қағуға әкеледі;

- конвективті пакеттерді үрлеуге және тазалауға арналған аппараттардың болмауы;

- суық ауада отынды жағу.

1.2.2 ПТВМ-100 су жылыту қазандықтарының техникалық сипаттамасы

ПТВМ-100 су жылытатын қазандар жылыту жүйесінде, өнеркәсіптік және тұрмыстық мақсаттағы ыстық сумен жабдықтау және ЖЭО-да пайдаланылатын жеке тұрған қазандықтарда 150 °С температурадағы ыстық су алуға арналған.

ПТВМ-100 қазандығы негізінен режимде де, сондай-ақ шыңырауда да (желілік суды жылыту үшін) тиісінше 70-тен 150 °С-қа дейін және 110-нан 150 °С-қа дейін пайдаланыла алады.

Қазандықтардың мұнаралы құрастырылуы бар: тік оттық камераның үстінде жылудың конвективті беті орналасқан. Оттық камерасы Ø60x3 ММ құбырлармен экрандалған.

Қазандықтың құбырлы жүйелері жоғарғы коллекторлардың қаңқасына ілінеді және төмен қарай еркін кеңейтіледі, байламдарда шашылып жеткізіледі. Қазанның жинақтаушы тораптары мен бөлшектері байламдар мен жәшіктерде жеткізіледі.

ПТВМ-100 қазандығы 16 МГМГ-8 газ-мазутты жанарғылармен жабдықталған-әр жағынан сегізден.

Әрбір жанарғы жеке үрлеу желдеткішімен жабдықталған.

Келісім бойынша қазандар сондай-ақ тиісті өнімділікке сәйкес шетелдік және отандық газ жанарғыларымен (қажетті техникалық сипаттамалары, сәйкестік сертификаты және Ростехқадағалауды қолдануға рұқсаты бар) жабдыкталуы мүмкін.

Жанарғы құрылғыға қызмет көрсету, оның сипаттамасы мен техникалық сипаттамалары жанарғы құрылғыларға қоса берілетін құжаттамада келтіріледі.

Қазандықтарда жеңілдетілген үю және жылу оқшаулағышы бар.

Мазутпен жұмыс істеу кезінде ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтары тура ағынды сұлба бойынша қосылуы тиіс: суды өткізу отындық камераны қыздыру бетінде жүзеге асырылады, суды бұру – жылудың конвективті беттерінде жүзеге асырылады.

Газ тәрізді отынмен жұмыс істеу кезінде су бойынша ПТВМ-100 (КВ-ГМ-116,3-150) қазандықтарын қосу қарсы схема бойынша орындалады: Суды жеткізу – жылудың конвективті беттеріне, суды бұру – оттық камераны қыздыру беттерінен.

1 Кесте - ПТВМ-100 қазандығының техникалық сипаттама

Атауы	Мәні
Есептік отыр түрі	1 – Газ; 2 – Сұйық отын
Жылу өнімділігі, Гкал/сағ	100,0
Жылу өнімділігі, МВт	116,3
Судың температуралық кестесі, °С	70 – 150
Жұмыс қысымы, МПа (кгс/см ²)	2,5 (25,0)
Қазандық арқылы су шығыны, т/сағ	1235
Гидравликалық кедергі,	0,25
Есептік ПӘК, %	88,6 (86,8)
Шартты отынның үлес шығысы (есептік) м ³ /МВтч/кг/МВтч	156/134
Құрастыру өлшемдері, LxВxН, мм	6900x8720x13063
Дайындау мерзімі	60 - 90

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Бу қазандығын автоматтандыру

Дипломдық жобада КВГМ-100-150 қазандығының БӨАЖА функционалдық схемасының қысқаша сипаттамасы келтірілген. Қызмет көрсетуші персоналдың ең аз санымен қазандықтың сенімді, үнемді және қауіпсіз жұмысы автоматты реттеу, қауіпсіздік автоматикасы, жылу техникалық бақылау, сигнал беру және технологиялық процестерді басқару жүйелері болған кезде ғана жүзеге асырылуы мүмкін.

Жылу көзін автоматты реттеу міндеттері: жылу жүйесіне берілетін су температурасын белгіленген деңгейде ұстау, пайдаланылатын отынды үнемді жағу кезінде жылыту кестесіне сәйкес анықталады және қазандық жұмысының негізгі параметрлерін тұрақтандыру болып табылады.

Жылыту кестесіне сәйкес жылу жүйесіне берілетін су температурасы берілген деңгейде "суық жіберу" сақталады. Берілген су шығыны, жұмыс істейтін қазандықтардың санына қарамастан, қазандықтардың тура және кері желілік су коллекторлары арасындағы қысымның өзгеруі бойынша импульс алатын шығын реттеуішімен (рециркуляция желісіндегі клапанмен) қамтамасыз етіледі [7].

Қоректендірудің реттеуіші желілік судың кері құбырындағы берілген қысымды ұстап тұруды қамтамасыз етеді. Сапалы деаэрацияны қамтамасыз ету үшін деаэраторлар көзделген, олардың тұрақты жұмысы деңгей мен қысымды реттегіштермен қолдау көрсетіледі. Қазандар үшін ауа мен отынның кернеуін реттегіштердің көмегімен жану процесін реттеу қарастырылған.

Қазандық қыздырғышындағы мазут қысымын тұрақтандыру қысымның жалпы реттегішімен жүзеге асырылады. Жоғары күкіртті мазутты жағу кезінде қазандықтың шығуында 150 °С температураны ұстап тұру қыздыру беттерінің төменгі температуралы коррозиясын болдырмауға мүмкіндік береді. Табиғи газды жағу кезінде қазандыққа кіретін температура режим картасы бойынша сақталады.

Басқару құралдары жиынтығымен отын беруді тоқтату арқылы қазандық жұмысының қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі:

- газ қысымының ауытқуы (мазут қысымының төмендеуі);
- қазандықтан шығатын су қысымының ауытқуы;
- қазандық арқылы су шығынын азайту;
- қазандықтың артындағы су температурасының артуы;
- оттықтағы алаудың сөнуі;
- тартымның азаюы;
- ауа қысымының төмендеуі;
- түтін сорғыштың авариялық тоқтауы;
- тізбектердің ақаулығы немесе қауіпсіздік автоматикасы схемасындағы кернеудің жоғалуы.

Қазанды іске қосу және тоқтату операциялары автоматты түрде "кнопкадан" болады. Қазанды тоқтатудың апаттық сигналы БӨП қалқанына шығарылды. Қазандықтарда берілетін және кері коллекторлардағы су температурасын, жалпы қысымды магистральдағы сұйық отын температурасын өлшеуге арналған көрсеткіш аспаптары орнатылады.

Қазандықта мынадай параметрлерді тіркеу көзделуі тиіс: жылу желісі мен ыстық сумен жабдықтаудың беретін құбырларындағы, сондай-ақ әрбір кері құбырдағы су температурасы; жылу желісін қоректендіруге баратын су шығыны.

Жылу техникалық бақылау:

- қазандықтан кейінгі су температурасы; қазандық алдындағы су температурасы;
- қазандықтан кейінгі түтін газдарының температурасы;
- қазандықтан кейінгі су қысымы;
- үрлеу желдеткішінен кейінгі ауа қысымы;
- оттықтағы кернеу.

Деаэрациялық-қоректендіргіш қондырғылар өлшеуге арналған көрсеткіш аспаптарымен жабдықталады: аккумуляторлық және қоректендіргіш бактардағы немесе тиісті құбыржолдардағы су температурасын; әрбір магистральдағы қоректендіргіш судың қысымын; аккумуляторлық және қоректендіргіш бактардағы су деңгейін.

Датчик-өлшеу ақпаратының сигналын беруге, одан әрі түрлендіруге, өңдеуге және (немесе) сақтауға ыңғайлы, бірақ бақылаушының тікелей қабылдауына келмейтін формада жасауға арналған өлшеу құралы [1]. Электрондық техника негізінде жасалған датчиктер электрондық датчиктер деп аталады. Жеке алынған датчик бір физикалық шаманы немесе бір уақытта бірнеше физикалық шамаларды өлшеуге (бақылауға) және түрлендіруге арналуы мүмкін.

Датчиктің құрамына сезімтал және түрлендіргіш элементтер кіреді. Электрондық датчиктердің негізгі сипаттамалары сезімталдық пен қателік болып табылады.

Датчиктер ғылыми зерттеулерде, сынақтарда, сапаны бақылауда, телеметрияда, автоматтандырылған басқару жүйелерінде және өлшеуіш ақпаратты алуды қажет ететін басқа да қызмет салалары мен жүйелерінде кеңінен қолданылады.

Датчиктер құрылғыларды немесе процестерді өлшеуге, сигнал беруге, реттеуге, басқаруға арналған техникалық жүйелердің элементі болып табылады. Датчиктер бақыланатын шаманы (қысым, температура, шығын, концентрация, жиілік, жылдамдық, орын ауыстыру, кернеу, электр тогы және т.б.) өлшеу объектісінің жай-күйі туралы ақпаратты өлшеу, беру, түрлендіру, сақтау және тіркеу үшін ыңғайлы сигналға (электрлік, оптикалық, пневматикалық) түрлендіреді.

Тарихи және логикалық датчиктер байланысты техникамен өлшеу және өлшеу аспаптарымен, мысалы, термометрлер, шығын өлшегіштер, барометрлер,

аспап "қосылуы қажет" және т. б. Жалпылама термин датчигі нығайды дамуына байланысты автоматты басқару жүйелерінің элементі ретінде қорытылған логикалық тұжырымдамасын датчигі — басқару құрылғысы — атқару құрылғы — басқару объектісі. Автоматты жүйедегі датчиктерді қолданудың жеке санаты ретінде олардың ғылыми зерттеулер мен эксперименттер жүйесінде қолданылуын атап өтуге болады.

Датчиктер экономиканың көптеген салаларында — пайдалы қазбаларды өндіру және өңдеу, өнеркәсіптік өндіріс, көлік, коммуникация, логистика, құрылыс, ауыл шаруашылығы, денсаулық сақтау, ғылым және басқа салаларда — қазіргі уақытта техникалық құрылғылардың ажырамас бөлігі болып табылады.

Соңғы уақытта электрондық жүйелердің арзандауына байланысты сигналдарды күрделі өңдейтін датчиктер, параметрлерді теңшеу және реттеу мүмкіндіктері және басқару жүйесінің стандартты интерфейсі жиі қолданылады. Осы терминді Кеңейткіш түсіндірудің және датчиктерді бұрын жаппай қолдану пайда болған өлшеу аспаптарына ауыстырудың белгілі бір үрдісі бар, сондай — ақ ұқсастығы бойынша-өзге табиғат объектілеріне, мысалы, биологиялық [8].

Датчиктер өзінің мақсаты және техникалық іске асырылуы бойынша "өлшеу құралы" ("өлшеу құралы") ұғымына жақын. Бірақ аспаптың көрсеткіштерін адам, әдетте, тікелей қабылдайды (дисплейлер, табло, панельдер, жарық және дыбыс сигналдары және т. б. арқылы.), ал датчиктердің көрсеткіштері өлшеу ақпаратын адам қабылдай алатын нысанға түрлендіруді талап етеді. Датчиктер физикалық шаманы өлшеуді қамтамасыз ете отырып, өлшеу аспаптарының құрамына кіруі мүмкін, оның нәтижелері оператор өлшеу аспабын қабылдауы үшін түрлендіріледі.

Автоматты басқару жүйелерінде датчиктер жабдықты, арматураны және бағдарламалық қамтамасыз етуді іске қосу арқылы бастамашы құрылғылар ролінде әрекет ете алады. Мұндай жүйелерде датчиктердің көрсеткіштері, әдетте, бақылау, өңдеу, талдау және дисплейге шығару үшін есте сақтау құрылғысына немесе баспа құрылғысына жазылады. Роботтар мен басқа да автоматты құрылғылар қоршаған әлемнен және өзінің ішкі органдарынан ақпарат алатын рецепторлардың ролін атқаратын робототехникада датчиктер үлкен маңызға ие.

2.2 ПТВМ-100 қазандығығында будың алғашқы қыздыру температурасын реттеу

Процестің технологиялық принципіалды сұлбасы, барабанды бу қазандығында өтетін суретте көрсетілген. Отын жанарғы құрылғылар арқылы 7 оттыққа түседі, онда оны әдетте алау тәсілімен жағады. Жану процесін ұстап тұру үшін оттыққа QV мөлшерінде ауа беріледі. Оны аула желдеткішінің көмегімен айдайды және алдын ала 9 ауа жылытқышта қыздырады.

Жану процесінде пайда болған қғ түтін газдарын от жағудан ДС түтін сорғыш арқылы сорады. Сонымен қатар олар 5, 6 бу қыздырғыштарын, 8 су экономайзерін, 9 ауа қыздырғыштарын қыздыру беттерінен өтеді және түтін құбыры арқылы атмосфераға шығарылады.

Бу түзілу процесі 2 циркуляциялық контурдағы көтергіш құбырларда, камералық оттықты экрандайтын және 3 түсіру құбырларынан сумен жабдықталатын болады. 4-ші барабаннан жасалған ПБ қаныққан бу қыздырғышқа келіп түседі, алаудың радиациясы және отындық газдармен конвективті жылыту есебінен белгіленген температураға дейін қызады. Бұл жағдайда будың қызып кету температурасын 7 бу салқындатқышта Гвпр суды бүрку арқылы реттейді.

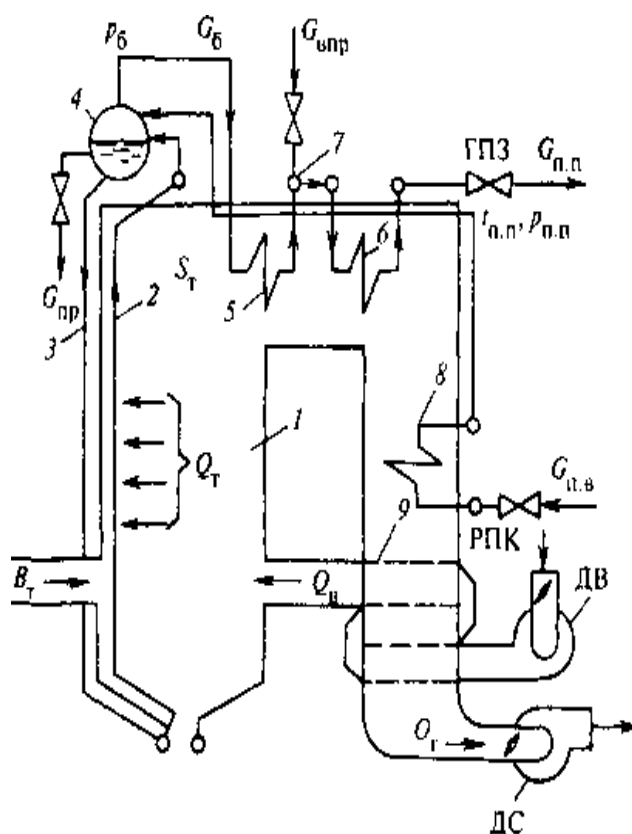
Негізгі реттелетін шамалар g_p қызып кеткен бу шығыны болып табылады. p , оның қысымы $P_{п.п}$ және температура $t_{п.п}$. Бу шығысы айнымалы шам болып табылады, ал оның қысымы мен температурасын рұқсат етілген ауытқулар шегінде тұрақты мәндерге жақын ұстайды, бұл турбинаның немесе жылу энергиясының өзге де тұтынушысының берілген жұмыс режимінің талаптарына байланысты.

Бұдан басқа, келесі шамалардың мәнінің рұқсат етілген ауытқулары шегінде ұстап тұру керек:

- барабандағы су деңгейі H_b — қоректік су берудің өзгеруін реттейді $G_{п.в}$;
- оттықтың жоғарғы бөлігіндегі сиретулер S_T — оттықтан түтін газдарын сорып алатын түтін сорғыштардың берілуін өзгертуді реттейді;
- α (O_2) бу қыздырғышынан ауаның оңтайлы артық болуы-оттыққа ауа айдайтын үрлеу желдеткіштерінің берілуінің өзгеруін реттейді;
- түтін газдарындағы азот оксидтерінің концентрациясы (No_x) - мысалы, газдардың оттыққа рециркуляциясы желдеткіштерінің берілуін реттейді;
- қазандық суының тұз құрамы ($NaCl$ -ге қайта есептегенде) -- барабаннан үздіксіз Үрлеудің кеңейткішіне шығарылатын Спр су шығынының өзгеруін реттейді.

Аталған шамалар реттеуші әсерлердің нәтижесінде және детерминирленген немесе кездейсоқ сипатқа ие сыртқы және ішкі қозу әсерімен өзгереді. Жалпы Қазандық, мысалы, канал бойынша отын-бу шығыны немесе қысымы бағытталған әрекет жүйесі деп саналады.

Алайда, кейбір учаскелердің шығыс реттелетін шамалары бір мезгілде басқаларға қатысты кіріс болып табылады.



ББЫ - басты бу ысырмасы; РПК - реттеуші қоректік клапан; 1 – оттық; 2 - айналым контуры; 3 - түсіру құбырлары; 4 – барабан; 5,6 - бу жылытқыштар; 7 - бу салқындатқыш; 8 – экономайзер; 9 - ауа жылытқыш.

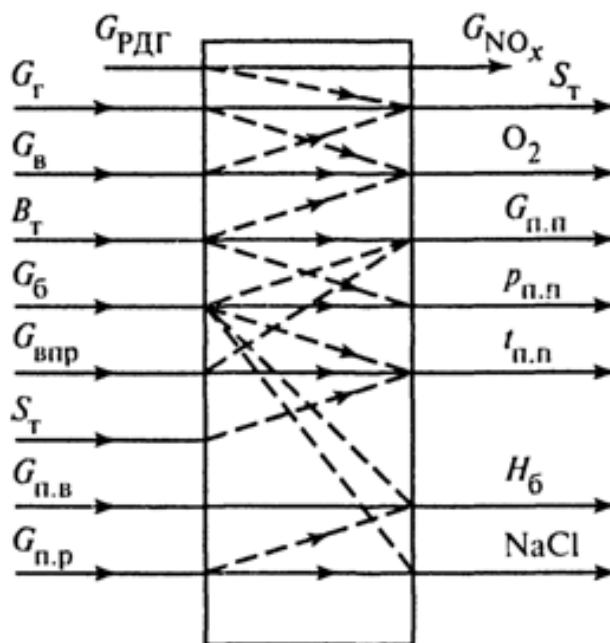
11 Сурет - Барабанды қазандықтың принципті технологиялық схемасы

Отын шығыны бойынша шығыс мәні болып табылатын $G_{пр}$ қызған бу шығыны $G_{пр}$, қызып кететін будың қысымы мен температурасына қатысты кіріс әрекеті болып табылады, сондай-ақ отынды тұтынуға қатысты шығу мәні болып табылатын барабанның p_b -дағы бу қысымы да секцияның кіріс әсерінің бірі ретінде қызмет етеді N_b барабанындағы су деңгейін реттеу.

Демек, қазандық басқару объектісі ретінде-бірнеше өзара байланысты кіріс және шығыс шамалары бар күрделі динамикалық жүйе.

Алайда, кейбір учаскелердің реттеуші әсерлердің негізгі арналары бойынша айқын көрінген бағыттылығы, мысалы, бүрку $G_{пр}$ – тшп қызып кетуі, отын шығыны V_t – рпп қысымы және т. б., тәуелсіз бір байланыс жүйелерінің көмегімен реттелетін шамаларды тұрақтандыруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. 8.2, тұтас желілер) оның шығу шамасын тұрақтандырудың негізгі тәсілі болып табылады, ал басқа да әсерлерді (штрихты желілер) осы учаскеге қатысты ішкі немесе сыртқы ауытқулар деп санайды.

Барабанды қазандықты басқару жүйесі Жалпы жану және бу түзілу процестерінің, будың қызып кету температурасының, қоректену мен су режимінің автономды ЕАЖ кіреді.



12 Сурет - барабан қазандығындағы шығыс және кіріс шамалары арасындағы өзара байланыс схемасы

Барабанды қазандықтардың буының қызуын реттеу

Қазандық шығысындағы будың қызып кету температурасы бу турбинасының және жалпы энергия блоктарының жұмысының үнемділігі мен сенімділігін анықтайтын маңызды параметрге жатады. ПТЭ талаптарына сәйкес қызып кету температурасының рұқсат етілген ұзақ ауытқулары номиналды мәннен жұп, мысалы, $R_{пр}$ бу параметрлері үшін $R_{пр} = 13 \text{ МПа}$ (130 кгс/см^2) және $t_{пп} = 540^\circ\text{C}$ ұлғаю жағына қарай 5°C , ал азаю жағына қарай -10°C құрайды.

Энергетикалық қазандықтардың конструктивтік алғашқы бу қыздырғышы-күбырдың үстіңгі жылу алмастырғыштарының бу трактіне біртіндеп қосылған қатарлар, олардың бір бөлігі-радиациялық - оттықтардың жоғарғы жағында, ал басқалары - конвективті - II-немесе Т-тәрізді қазандықтардың бұрылыс камерасының газ өткізгіштерінде орналастырылады.

Қазандық бу жүктемесінің өзгеруі конвективті БӨП және радиациялық СӨП бөліктердің жылу қабылдауын қайта бөлуге алып келеді. Жылу қабылдау бойынша БӨП және СӨП статикалық сипаттамаларының өзгергіштігінің сапалық көрінісі булы жүктемеге байланысты суретте көрсетілген. 4.7.1, а.

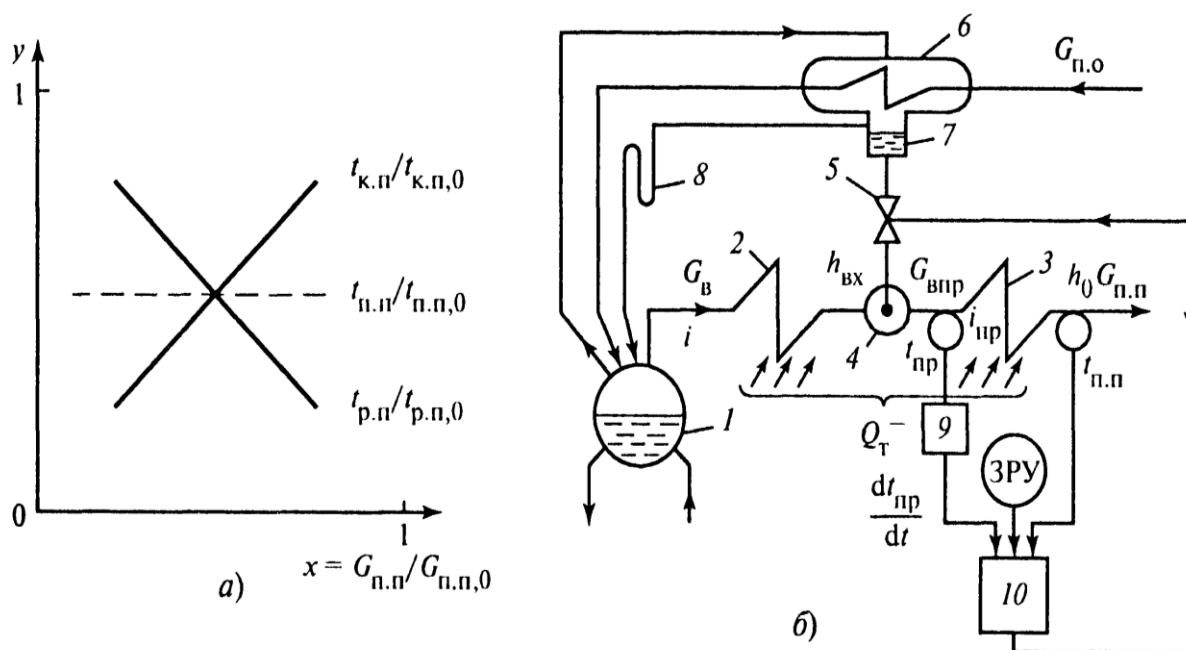
Бу қыздырғыштың құрамдас бөліктерінің статикалық сипаттамаларының айырмашылығы қазан шығысындағы бу температурасын бастапқы реттеу үшін қолданылады. Бұл үшін БӨП мен ӨКП сипаттамасын есептеу және жобалау кезінде суретте көрсетілгендей біріктіреді. 4.7.1, а. Мұндай үйлесім статикадағы $t_{пп} = \text{const}$ шарты болады.

номиналды мәннен жұп, мысалы, $R_{пр}$ бу параметрлері үшін $R_{пр} = 13 \text{ МПа}$ (130 кгс/см^2) және $t_{п.п} = 540^\circ\text{C}$ ұлғаю жағына қарай 5°C , ал азаю жағына қарай -10°C құрайды.

Энергетикалық қазандықтардың конструктивтік алғашқы бу қыздырғышы-құбырдың үстінгі жылу алмастырғыштарының бу трактіне біртіндеп қосылған қатарлар, олардың бір бөлігі-радиациялық - оттықтардың жоғарғы жағында, ал басқалары - конвективті - II-немесе Т-тәрізді қазандықтардың бұрылыс камерасының газ өткізгіштерінде орналастырылады.

Қазандық бу жүктемесінің өзгеруі конвективті БӨП және радиациялық СӨП бөліктердің жылу қабылдауын қайта бөлуге алып келеді. Жылу қабылдау бойынша БӨП және СӨП статикалық сипаттамаларының өзгергіштігінің сапалық көрінісі булы жүктемеге байланысты суретте көрсетілген. 4.7.1, а.

Бу қыздырғыштың құрамдас бөліктерінің статикалық сипаттамаларының айырмашылығы қазан шығысындағы бу температурасын бастапқы реттеу үшін қолданылады. Бұл үшін БӨП мен СӨП сипаттамасын есептеу және жобалау кезінде суретте көрсетілгендей біріктіреді. 4.7.1, а. Мұндай үйлесім статикадағы $t_{п.п} = \text{const}$ шарты болады.



а - қыздыру температурасының статикалық сипаттамалары; б - реттеудің негізгі схемасы; 1 - барабан; 2, 3 - қатты қызу кезеңдері; 4 - дедуперерат; 5 - инъекциялық бақылау клапаны; 6 - бу суыту; 7 - конденсат жинаушы; 8 - су тығыздығы; 9 - дифференциатор; 10 - реттеуші; $T_{пр}$, $t_{р.п}$, 0 - сәулелену қыздырғышының шығу кезіндегі будың температурасы, $t_{к.п}$ $t_{к.п,0}$ - конвективтік шығысқа ұқсас; y - температура коэффициенті

13 Сурет - будың бастапқы қызып кету температурасын реттеу

Алайда, оларды дәлме-дәл біріктіруге көптеген пайдалану факторларының әсерінен қол жеткізу мүмкін емес (жылудың ішкі және сыртқы беттерінің ластануының әр түрлі дәрежесі, энтальпиялардың және газ бен бу ағындарының жылдамдығының өзгеруі, оттықтың биіктігі бойынша ығысуы және т.б.). Сондықтан да жылу инерциялылығының айырмашылықтарына байланысты қазанның шығысындағы бу температурасы статикада да, динамикада да барлық сыртқы және ішкі отынішілік ашуларда да өзгереді. Пайдалану процесінде тпп ауытқулары жедел персонал мен ЕАЖ әрекеттерімен жойылады.

Будың бастапқы қызуының температурасын реттеу. Бу қазандары үшін бу салқындатқыштардың көмегімен шығуда бу температурасын реттеу әдісі кең таралған. Бастапқы қыздыруды реттеудің конструктивті учаскесі жылытылатын және жылытылмайтын құбырларды қоса алғанда, суыту агентін енгізу орнынан шығатын коллекторға дейін бу қыздырғыштың қыздыру бетінің бір бөлігін құрайды, онда берілген температураны ұстап тұру қажет учаске схемасы күріш ұсынылған. 4.7.1 Б. Бу шығысындағы бу шығысындағы бу шығысындағы бу шығысындағы бу шығысындағы бу шығысындағы бу шығысындағы бу шығысы.п және оттық газдарынан қабылданатын жылу мөлшері 2". Кіріс және шығыс шамалар учаскесі қызмет етеді энтальпия кіре берістегі бу қыздырғыш және одан шығу h_0 . Реттеуші әсерімен қызмет етеді шығыны салқындатқыш агенттің Оп. В

Бу қыздырғыштың динамикалық сипаттамалары қоздырғыш және реттеуші әсер арналары бойынша әртүрлі, бірақ жалпы қасиетке ие - айтарлықтай инерциондылыққа ие. Өлшеу реттеуші аспаптардың датчиктері болып табылатын термоэлектрлік термометрлер (термопарлар) да инерциондылыққа ие. Ол әдетте бу қыздырғыштардың эксперименттік динамикалық сипаттамаларын анықтау кезінде ескереді, өйткені fun термобарамен дамытылатын ЭДС бойынша анықтайды. Бу қыздырғыштардың жылу инерциондылығы реттеу әсерінің каналы бойынша негізінен бу салқындатқыштың конструкциясына байланысты.

Бу салқындатқыштардың екі түрі бар: беттік және бүріккіш.

Беттік бу салқындатқышы бу коллекторы, оның ішінде салқындатқыш судың жыланшалары орналасқан. Коллектордан шығатын бу температурасын жыланша арқылы хладагент шығынының өзгеруімен реттейді. Беттік бу салқындатқыштардың артықшылығы хладагент рөлінде қолданылады

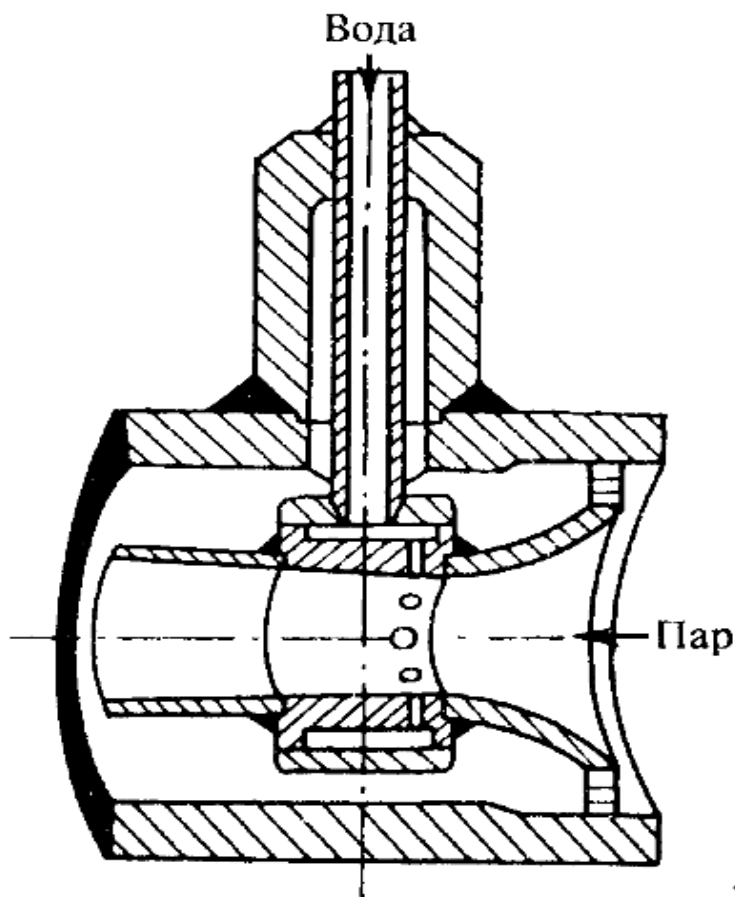
Минералдандырылған емес қоректік су, кемшілігі-салқындатқыш судың шығыны өзгерген кезде шығыстағы бу температурасы бойынша үлкен инерционда.

Қазіргі заманғы энергетикалық барабанды қазандар бастапқы будың температурасын реттеу үшін араластырғыш типті жылу алмастырғыш болып табылатын бу салқындатқышты қамтамасыз етеді. Олардың жұмыс істеу принципі жартылай қыздырылған будың энтальпиясын бу құбырына бүрікілетін салқындатқыш судың булануына алынатын жылу есебінен өзгертуге негізделген. Бүріккіш бу салқындатқыштардың конструкциялары өте әртүрлі. Олардың бірі суретте бейнеленген. 4.7.2. Қисық өзгерістер tпр, tпп арна

бойынша Gвпр - tпр 4.7.3 - суретте келтірілген, отын (газ) шығысының ауытқуы кезінде-в [26].

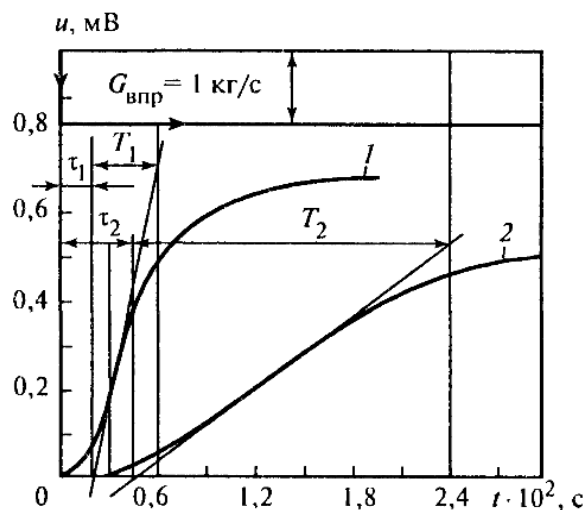
Бүріккіш бу салқындатқыштың жетіспеуі - будың салқындатқыш сумен ластануы - ішінара өз конденсатының салқындатқыш агенті ролінде пайдалану арқылы жойылады. Ол үшін Gб барабанынан бай бу (күріш. 4.7.1) бу - конденсаторға 6 және конденсат жинағышынан 7 бу салқындатқышқа 4 жіберіледі.

Будың бастапқы қызуын автоматты реттеу сұлбасы 4.7.1, б). Будың шығысындағы будың температурасының ауытқуы бойынша негізгі сигналды алады, ол салқындатқыш су шығынына әсер етеді. Будың аралық нүктесінде (тікелей бу салқындатқыш) бу температурасының өзгеру жылдамдығына пропорционал қосымша сигнал, $dt_{пр}/dt$ жартылай қыздырылған бу энтальпиясы өзгерген кезде шығудағы температураның өзгеруін алдын ала ескерте отырып, hпр.



1 - аралық нүктедегі температура tпр бу салқындатқыш ($T_1 = 18$ с, $T_1 = 42$ с); 2 - FN шығысындағы температура.n ($T_2 = 45$ с, $T_2 = 195$ с)

14 Сурет - Бастапқы будың температурасы бойынша уақытша сипаттамалар



15 Сурет - Бүріккіш бу салқындатқыш

Белгіленген режимде жоғалады. Жоғалған сигналды қалыптастыру үшін әдетте нақты саралаушы буынды қолданады.

Бу қыздырғыштың шығуына бұрку нүктесінің жақындауы учаскенің инерциондылығын азайтады, демек, реттеу процестерінің сапасын жақсартады. Сонымен қатар, бұл бу салқындатқышқа дейін орналасқан қыздыру беттерінің металының температуралық режимінің нашарлауына әкеледі. Сондықтан бу қыздырғыштары дамыған қуатты энергетикалық қазандықтарда көп сатылы реттеу қолданылады. Осы мақсатта будың жүрісі бойынша Температураны автоматты реттегіштермен басқарылатын екі және одан да көп бұрку құрылғылары орнатылады.

Бұл қазандықтан шығатын будың температурасын дәл реттеуге және бір уақытта бу қыздырғыштың сөндірілген сатысының металын қорғауға мүмкіндік береді.

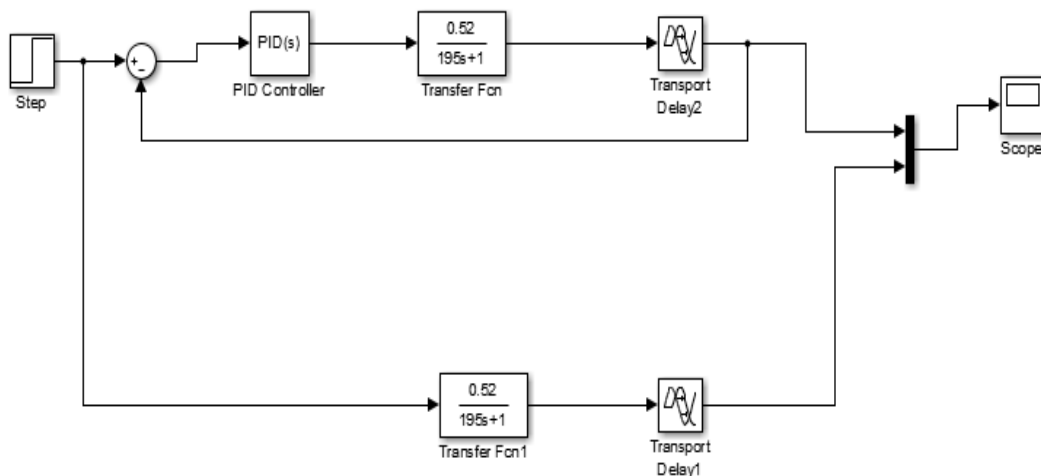
Әрбір сатының шығысындағы автоматты реттегіш екі импульсті схема бойынша әрекет етеді: шығудағы бу температурасының ауытқуы бойынша негізгі сигнал және бу салқындатқыштан кейінгі бу температурасы бойынша қосымша жоғалып бара жатқан сигнал. Будың бірнеше ағыны болған кезде бастапқы қызудың температурасын реттеу бөлек жүзеге асырылады. Автоматты реттеуіштерді орнату бу құбырларының әрқайсысында көзделеді.

2.2.1 Алғашқы бу температурасын реттеудің автоматты жүйесі

Су-бу арнасы бойынша алғашқы будың температурасының өзгерісі төмендегі беріліс функциясымен беріледі. Бұл процессте кешігу уақыты бар 45 секундқа тең.

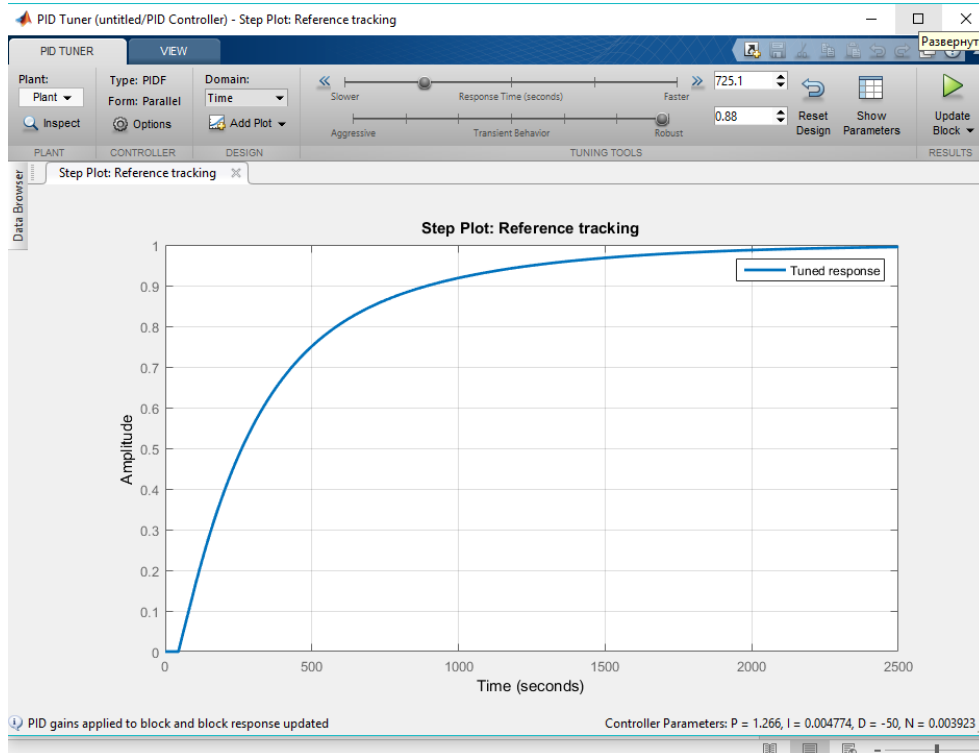
$$W(p) = \frac{0.52}{195s + 1}$$

Simulink моделдеу ортасында бұл температурасын реттеудің автоматты реттеу жүйесі келесідей болады:



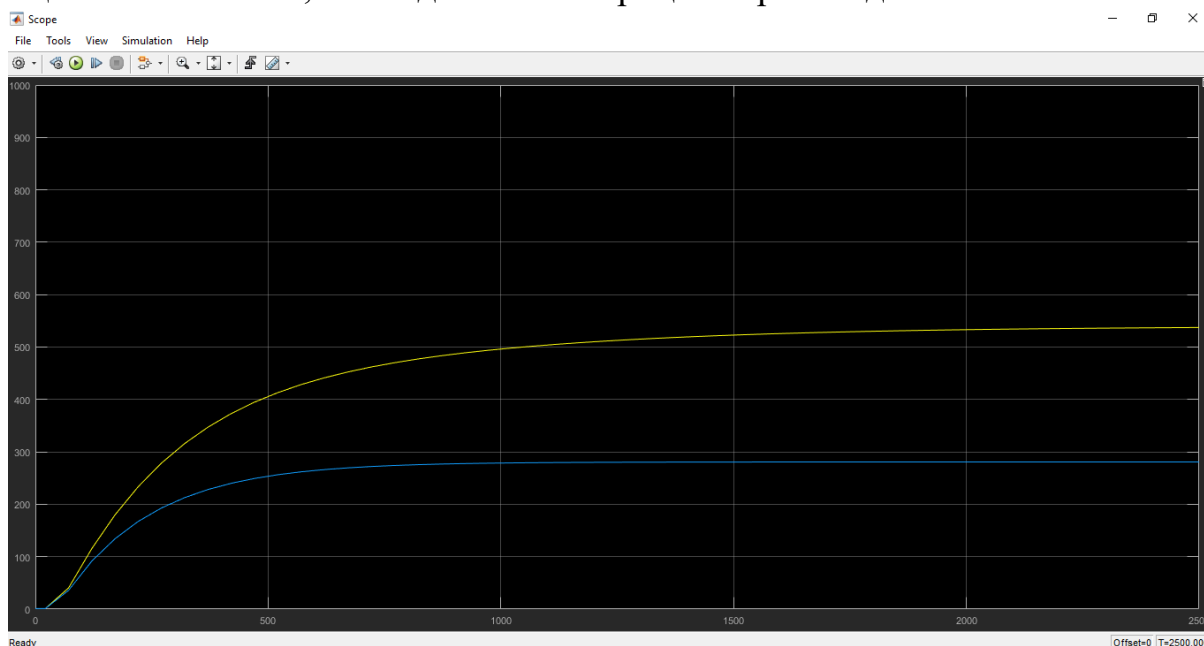
16 Сурет - Simulink моделдеу ортасында бұл температурасын реттеудің автоматты реттеу жүйесі

Реттеу заңдылығы ретінде ПИД-реттегіш алынды. Оның тиімді реттеу параметрлерінің мәні Simulink ортасында анықталды:



17 Сурет - ПИД-реттегішінің тиімді реттеу параметрлерінің мәні

Автоматты реттеу жүйесіндегі ПИД-реттегішінің тиімді параметрлері анықталғаннан кейін, төмендегі өтпелі процесстер алынды:



18 Сурет - Автоматты реттеу жүйесіндегі өтпелі процес

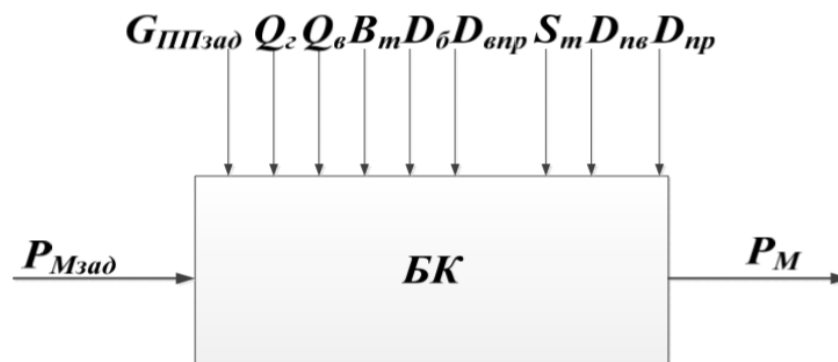
2.2.2 Бу-су арнасы бойынша қысымды реттеудің автоматты жүйесінің математикалық моделі

Барабынды қазандығы (БК) автоматтандыру үшін өте күрделі объект болып табылады: көптеген реттелетін параметрлер, ағынды технологиялық үрдістердің күрделілігі, жабдықтың айтарлықтай тозуы, ұзақ қызмет мерзімі, жиі жөндеу, жекелеген компоненттер мен жинақтарды ауыстыру және т.б.

Жоғарыда айтылғандардың барлығы БК-ның басқару объектісі ретінде математикалық сипаттамасының жоқтығына әкеледі, бұл автоматты реттеудің жаңа жүйелерін құруды немесе қолданыстағыларын жаңғыртуды айтарлықтай қиындатады. Осындай SAR-ны құру және пайдалану, негізінен, қолданылған модельдердің сапасына байланысты. Операциялық модельді нақты жағдайда алу кезінде жабдықтың жұмыс режимдеріне қатысты қиындықтар туындайды, түрлі себептермен туындаған құрылымдық немесе параметрлік белгісіздік, технологиялық кідірістің болуы ОЖ-ның математикалық сипаттамасын алуды қиындатады.

БК конструкциялық немесе технологиялық жағынан шектелген неғұрлым қарапайым учаскелердің тізбекті қосылуы болып табылады: шаң дайындау учаскесі, от жағу камерасы, барабан, бу қыздырғыш және т. б. Осы учаскелердің әрқайсысы жергілікті реттеу жүйесімен (САР) жабдықталған, мысалы: ауа қысымын реттеуіш, қазандық оттығындағы кернеу реттеуіші, шаң дайындау жүйесінің реттеуіштері, қызған будың және т. б. температурасын реттеуіш. Әрине, реттеу учаскелерінің бірінде өзгерістер басқасына міндетті түрде әсер етеді. Кіріс және шығыс шамалары арасындағы өзара байланыс 1 -

ші суретте көрсетілген, онда: $P_{Mзад}$ - магистральдағы қысымға тапсырма, $G_{ППЗад}$ - қыздырылған будың шығынына тапсырма, Q_T - түтін газдары, Q_B - оттыққа берілетін ауа, B_T - отын шығыны, $D_б$ - генерацияланатын жұп, $D_{впр}$ - салқындатқыш судың шығыны, S_T - оттықтың жоғарғы бөлігіндегі сирету, $D_{пв}$ - қоректік судың шығыны, $D_{пр}$ - сепаратордағы су шығыны, P_M - магистральдағы қысым. Шамалар: $G_{ППЗад}$, Q_T , Q_B , B_T , $D_б$, $D_{впр}$, S_T , $D_{пв}$, $D_{пр}$ тиісті ЛСАР үшін кіріс болып табылады.



19 Сурет - Басқару объектісі ретінде барабан қазандығы

Будың негізгі реттелетін шамалары: қыздырылған будың шығыны ($G_{ППЗад}$), магистральдағы қысым (P_M) және қыздырылған будың температурасы (t). Будың шығыны кең диапазонда, ал магистралдегі қысым және жұмыс режимі мен технологиялық шектеулерге байланысты жеткілікті тар диапазонда қыздырылған будың температурасы өзгеруі мүмкін.

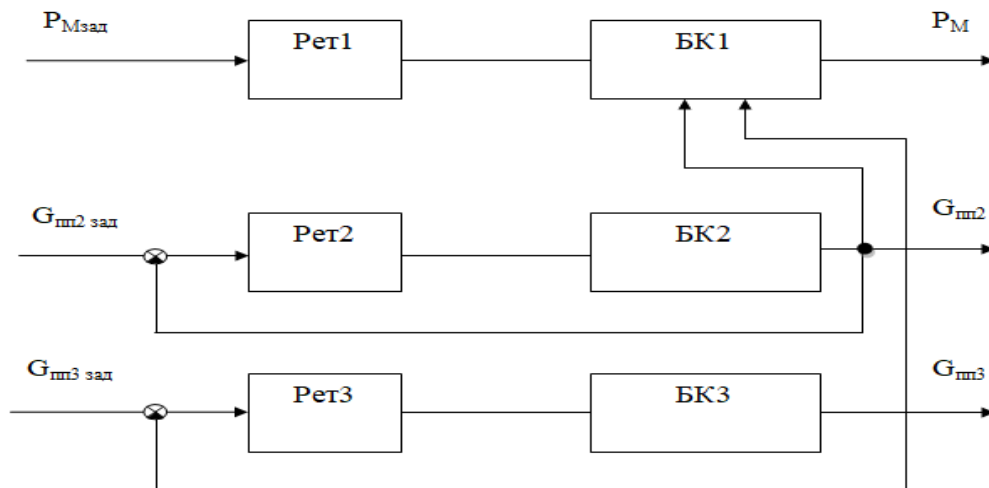
Осылайша, БК математикалық сипаттамасын алу міндеті өзекті болып табылады, бұл жұмыста БК қарастырылады, оның басқа БК-мен өзара байланысы, эксперименталды алынған сипаттамаларды өңдеу тәсілі, беру функцияларын алу мысалы, Имитациялық модельдеу келтіріледі.

Егер бір БК жұмыс істесе, онда эксперимент, математикалық сипаттама алу және САР әзірлеу, сияқты жүргізуге болады, алайда ЖЭО-да бірнеше БК жұмыс істейді және олар бір-біріне өзара әсер етеді. Кейбір ЖЭО-да бірнеше БК жалпы бу магистралінде (ПМ) жұмыс істейді: ПМ қысымын ұстап тұру бойынша және қыздырылған бу шығынын ұстап тұру бойынша. Бұл параметрлер өзара байланысты және жалпы ПМПК жұмыс істеу кезінде бір-біріне әсер етеді. Сонымен қатар, бір ғана БК ПМ қысымын ұстап тұру режимінде жұмыс істей алады (P_M), қалғандары қыздырылған бу шығынын ұстап тұру режимінде жұмыс істейді ($G_{ППЗад}$). Үш БК, 15 сурет мысалында өндірістік экспериментті толығырақ қарастырайық.

Өндірістік тәжірибе

БК1 техникалық қызмет көрсету режимінде болғанда негізгі автоматтандырылған басқару жүйесі (ОСАР) негізгі реттегіш деп аталатын жүйе болып табылады, негізгі реттелетін параметр – P_M -дегі қысыммен қамтамасыз ету тапсырмасы, $P_{Mзад}$ - жергілікті басқару жүйелерінің кіріс

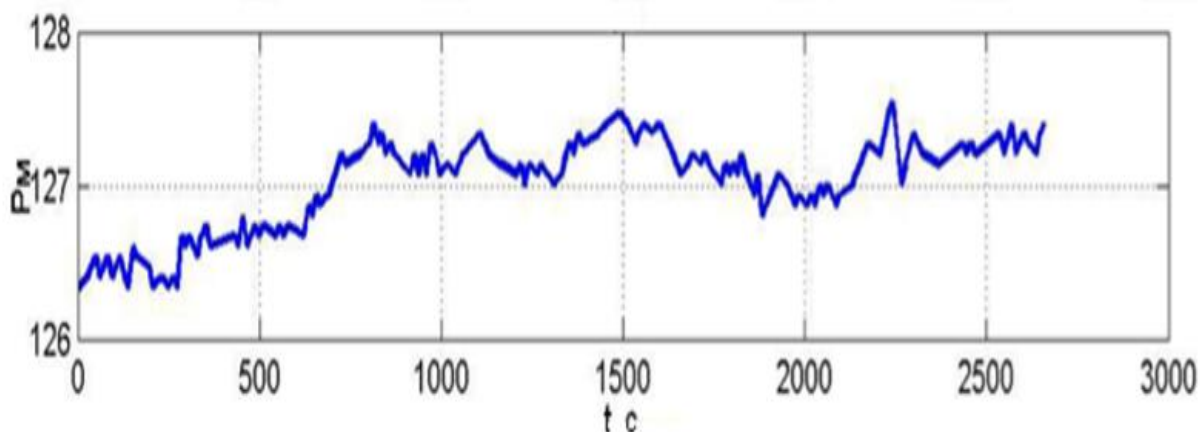
параметрлері байланыс, БК2, БК3 сияқты. БК2 және БК3 техникалық қызмет көрсету режимінде жұмыс істейді, реттеуші ЛСАР - жылу жүктемесінің реттеушісі (РТН), негізгі реттелетін параметр, және - РКН үшін БК2 және БК3 бойынша тапсырмалар.



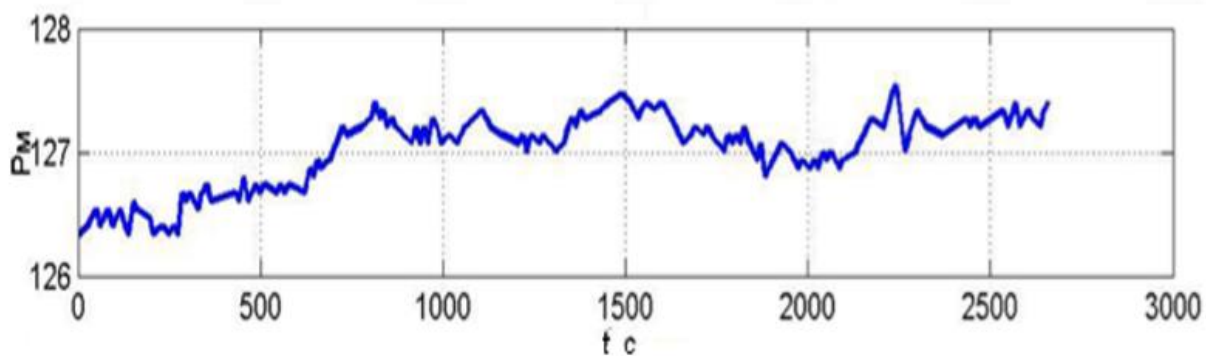
20 Сурет - Жалпы бу магистраліндегі БК жұмысы

Сонымен қатар, үш БК-ның кез келгені қолдау режимінде P_M жұмыс істей алады, ал қалғандары қолдау режимінде $G_{шт}$ жұмыс істейтін болады, сонымен қатар БК-ның жұмыс істейтін саны үлкен және кіші жаққа да өзгеруі мүмкін, ал одан өз кезегінде БК арасындағы қиылысу байланыстары өзгереді, тиісті САР іске қосылады, демек, нақты БК-ның математикалық сипаттамасы өзгереді.

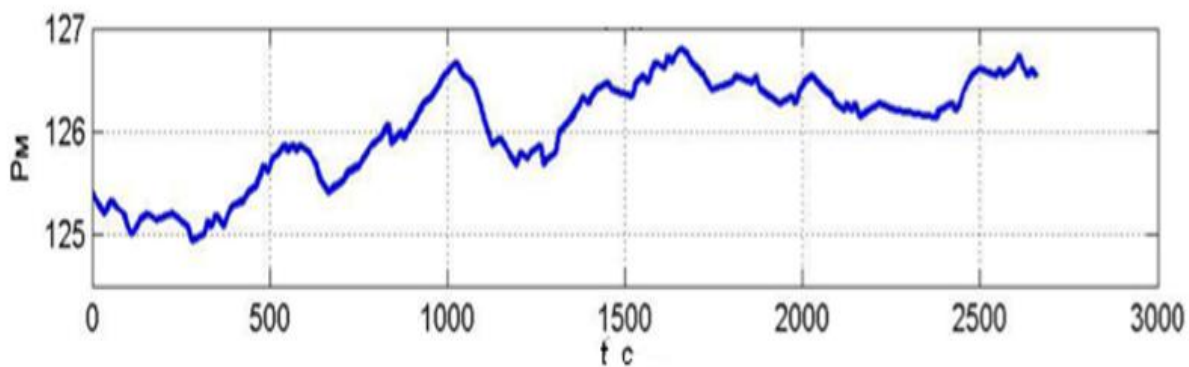
Объектінің имитациялық моделін алу үшін эксперименталды әдісті қолданамыз. Магистральдағы қысым бойынша сигналды қолданамыз (P_M). Бұл сигнал магистральдағы қысымды ұстап тұру режимі үшін өте маңызды болып табылады және сигналдардың әрқайсысы бойынша алынған беру функциялары САР құруды немесе жаңғыртуды жеңілдетуі мүмкін. Математикалық сипаттама алу үшін БК бірнеше эксперимент өткізді, 16-18 суретте P_M - магистральдағы қысым жылдамдатқыш сипаттамалар берілген.



21 Сурет - Жылдамдық сипаттамалары эксперимент 1



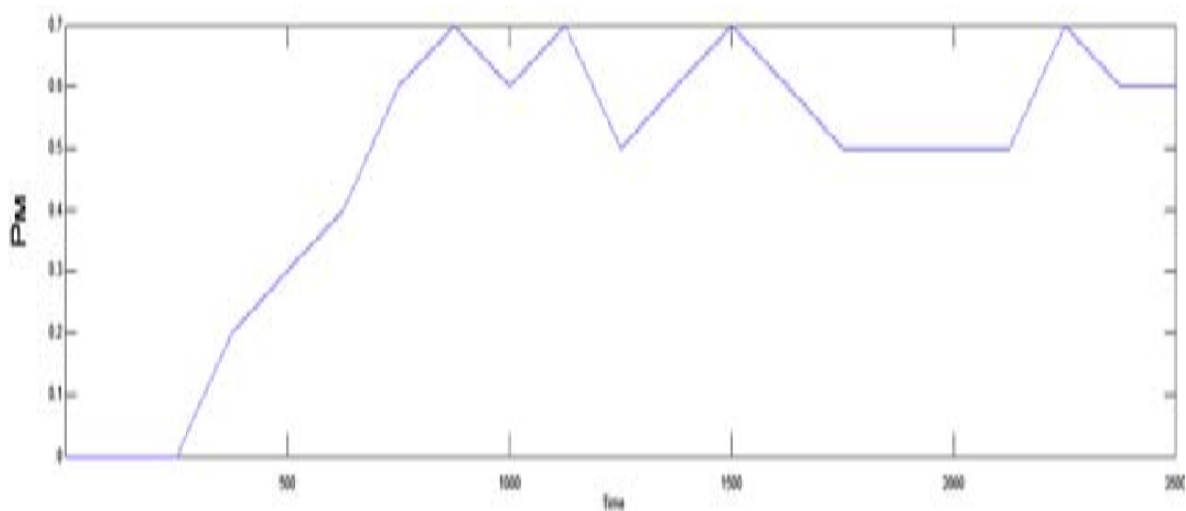
22 Сурет - Жылдамдық сипаттамалары эксперимент 2



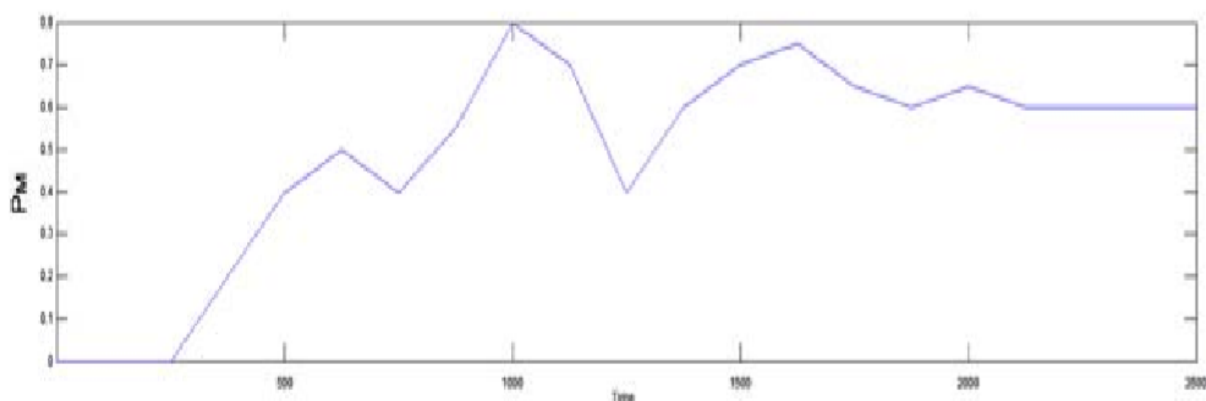
23 Сурет - Жылдамдық сипаттамалары эксперимент 3

Объектінің имитациялық модел

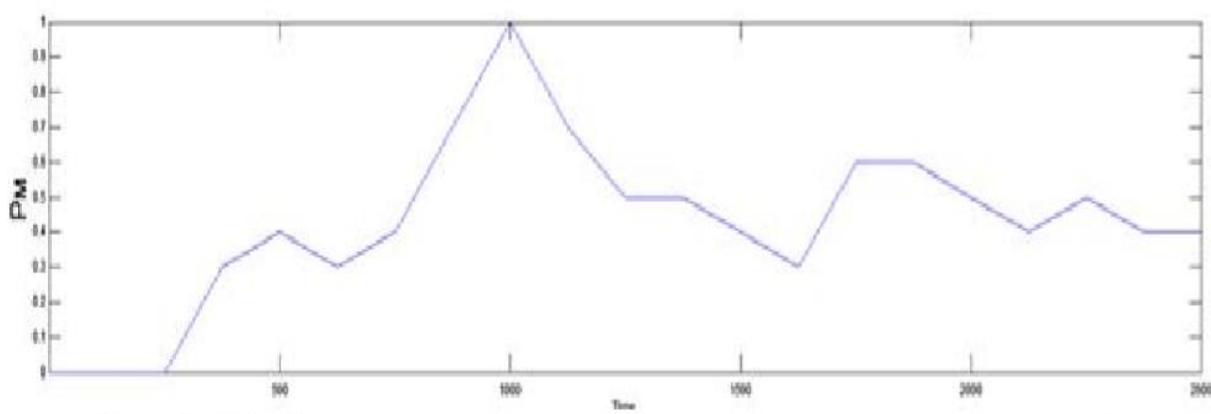
Математикалық сипаттама Matlab көмегімен алынды, атап айтқанда System Identification Toolbox кеңейту. Өңделген жылдамдық сипаттамалары 19-21 суретте ұсынылған.



24 Сурет - Эксперимент үшін өңделген екпінді сипаттамалар 1.



25 Сурет - Эксперимент үшін өңделген екпінді сипаттамалар 2.



26 Сурет - Эксперимент үшін өңделген екпінді сипаттамалар 3.

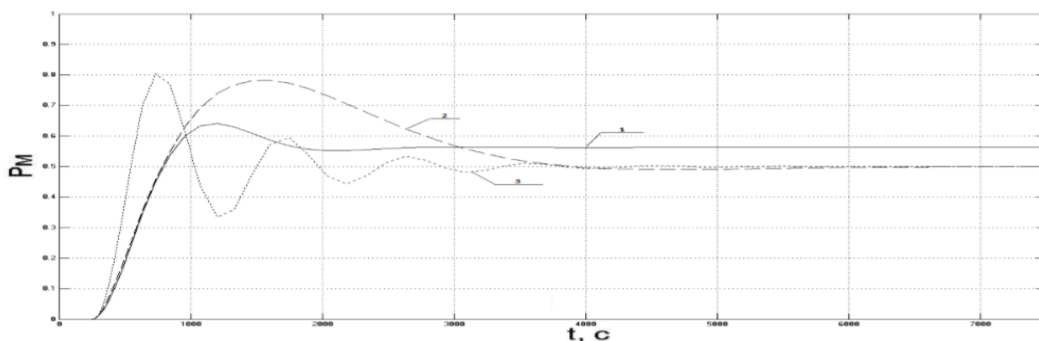
Одан әрі Transfer Function Model s опциясы арқылы жіберу функцияларын аламыз:

$$W_{F M1}(s) = \frac{0.000009}{s^2+0.004258s+0.000016} e^{(-250s)} \quad (1)$$

$$W_{F M2}(s) = \frac{0.000009}{s^3+0.008597s^2+0.000016s+0.000000014} e^{(-250s)} \quad (2)$$

$$W_{F M3}(s) = \frac{0.000009}{s^4+0.01598s^3+0.00018s^2+0.000000075s+0.0000000024} e^{(-250s)} \quad (3)$$

Математикалық сипаттамалар (1)-(3) әртүрлі жұмыс режимдері үшін алынғанын атап өту керек. Сонымен қатар, объект 2-ге тең салыстырмалы тәртіппен тұрақты екінші, үшінші және төртінші тәртіптегі беріліс функцияларымен сипатталуы мүмкін. Беріліс функциялары алынған өтпелі сипаттамаларды құрайық (22 сурет)



27 Сурет - Магистральдағы қысымның өтпелі сипаттамалары, мұнда: 1– эксперимент 1, 2– эксперимент 2, 3– эксперимент 3.

2.2.3 Техникалық құралдар комплексі

ПТВМ-100 қазандығына арналған қысым датчиктері

Қысым датчигі-физикалық параметрлері өлшенетін ортаның (сұйықтық, газ, бу) қысымына байланысты өзгертін құрылғы. Датчиктерде өлшенетін ортаның қысымы біріздендірілген пневматикалық, электр сигналдары немесе сандық кодқа түрлендіріледі.

ПД150 ОВЕН қысым датчигі (түрлендіргіш) екі күштік релесі бар және RS-485 (Modbus хаттамасы) немесе 4-20 мА шығыс сигналы бар электр контактілі манометр болып табылады. Ашық кремний кристалдары бар сенсор қолданылды. Процесске қосылу - "елочка" типті штуцер. Екі индикатор. Түрлі корпустардың түрлері. Кремнийге агрессивті емес газдардың, оның ішінде жанғыш және түтін газдарының қысымын өлшейді.



28 Сурет – ПД150 ОВЕН қысым датчигі

Негізгі сипаттамалары.

Корпус: Қабырға (түрі Бойынша), Қалқан (түрі Щ1)

Индикаторлар: негізгі 65x27мм символдың қызыл биіктігі 20мм-қысым + қосымша 50x21мм символдың жасыл биіктігі 13мм - сенсордың өлшемі немесе температурасы. Үтір-теңшелетін.

Шығу сигналы: 8,0 А + RS-485 (Modbus), (перспективада) 4-20 мА

Негізгі келтірілген қателік: 0,25% , 0,5% , 1,0% , 1,5% өлшенетін диапазонға байланысты ВПИ

Өлшенетін қысым

- Артық (ДИ) 100 Па-дан 0,1 МПа-ға дейін

- Артық - вакуумметриялық (ДИВ) + / - 125 Па-дан + / - 0,1 МПа-ға дейін

- Вакуумметрическое (ДВ) үшін 100 Па-дан -0,1 МПа

Процеске қосылу: "елочка" типті штуцер ішкі диаметрі 4 мм-ден иілгіш түтікке сыртқы диаметрі 7,5 мм

Шаңнан қорғау IP 54; ортаның температурасы -20... + 60 С; қоректену 90...264 В

Өлшенетін орта-тек агрессивті емес газдар, оның ішінде метан, пеш газдары, ауа

Қолданылуы: қазандық автоматика, желдету зертханалық техника және агрессивті емес газдардың қысымын өлшеу (табиғи газ, ауа, пеш газдары және т. б..)

Ашық кристалмен тензорезистивті кремний сенсорының артықшылықтары:

- 100 Па-дан шекті Төмен қысымды өлшеу мүмкіндігі

- Жоғары дәлдік және сипаттамалардың уақытша тұрақтылығы

Қолдану салалары

Қазандық автоматика, желдету жүйесі, зертханалық техника және агрессивті емес газдар қысымын өлшеу (табиғи газ, ауа, пеш газдары және т. б.).

ПД200 ОВЕН қысымының жоғары дәлдіктегі зияткерлік датчиктері

ПД200 ОВЕН қысым датчигі қысымды сыйымдылық түрлендіру әдісі бойынша жұмыс істейді. ПД200 ОВЕНІНІҢ сезімтал элементі өлшенетін қысымды қабылдайтын мембранамен ұштасқан қалақшалары бар конденсатор болып табылады. Қысым астында мембрананың деформациясы қалаудың орын ауыстыруына және конденсатор сыйымдылығының шамасының өзгеруіне әкеледі – берілген қателікпен Шығыс сигналына сыйымдылық өзгерісінің түрленуі нормалаушы түрлендіргіште болады. Мұндай сенсорлар айтарлықтай қымбат, бірақ әдіс қысымды үлкен дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді.

ПД200 ОВЕН автоматты реттеу және өнеркәсіптің түрлі салаларында негізгі технологиялық процестерді басқару жүйелерінде қолдануға арналған. ПД200 датчиктеріне арналған жұмыс ортасы - түрлі сұйықтықтар (соның ішінде агрессивті), бу, газдар (соның ішінде метан), газ қоспалары. ПД200 қысымының түрлендіргіштері климаттық жағдайлары күрделі аудандарда "ашық ауада" орналастырылатын жүйелерде қолдану үшін "далалық" орындалуы бар. ПД200 "жарылыс өткізбейтін қабық" түріндегі жарылысқа қауіпті аймақтарда қолданылуы мүмкін.

ПД200 ОВЕНІНІҢ модификациялары және қолданылу аясы



29 Сурет – ПД200 ОВЕН

СОПАҚ ПД200-ДД. Дифференциалдық қысымды түрлендіргіш

Технологиялық процестерді автоматты бақылау, реттеу және басқарудың әртүрлі жүйелеріндегі өнеркәсіптік нысандар мен ТКШ объектілеріндегі қысымның ауытқуын өлшеуге арналған: тарылтатын құрылғылардағы шығын (тамыр алатын функция бар), қысымдағы герметикалық ыдыстардағы деңгейді өлшеу, сүзгілердің ластануын бақылау, сорғылардың, желдеткіштердің және т. б. жұмысын бақылау.

ПД200-ДИ ОВЕН. Артық қысымды түрлендіргіш

Өнеркәсіптегі және ТКШ-дағы негізгі және екінші өндірістердегі автоматты реттеу және басқару жүйелеріндегі сұйықтықтың қысымын немесе деңгейін өлшеуге арналған: газ тарату жүйелері, газды есепке алу тораптары, Энергетика объектілері, қазандықтар, бу генерациялайтын объектілер, желдету жүйелері және т. б.

РГУ2-1-М1 температура датчигі



30 Сурет – РГУ2-1-М1 температура датчигі

РММ температура датчигі "Хопер" газ қазандығындағы температура берілген мәнге дейін жеткізілетін кезде реттеуішке сигнал беруді жүргізеді. Мұндай жағдайда негізгі қыздырғышқа реттеуішпен газ беру тоқтатылады

РММ температура датчигі негізгі жанарғыға газды беруді қалпына келтіру мақсатында жылу тасымалдағыштың берілген және нақты температурасының екі градус айырмашылығы болған жағдайда реттегішке сигнал береді.

РГУ2-1-М1 автоматикасы комплектісіне реттеу және бақылау блогы, температура датчигі, тарту және Жалын кіреді. Жинақтаушылар импульстік түтіктермен қосылады.

Өнімді бөлек сатып алуға болады. Құрылғы қуаты 25-тен 100 кВт дейінгі РММ энергияға тәуелді автоматикасы бар "Хопер" сериялы едендік су жылытатын газ қазандықтарында қолданылады.

2.3 Бу қазандығын жобалау (Scada)

Қазандықтардың қысқаша сипаттамасы КВГМ-10(КВ-ГМ-11,63-150); КВ-ГМ-20 (КВ-ГМ-23,26-150), КВ-ГМ-30(КВ-ГМ-35-150)

Шартты белгісі қазандық келесідей:

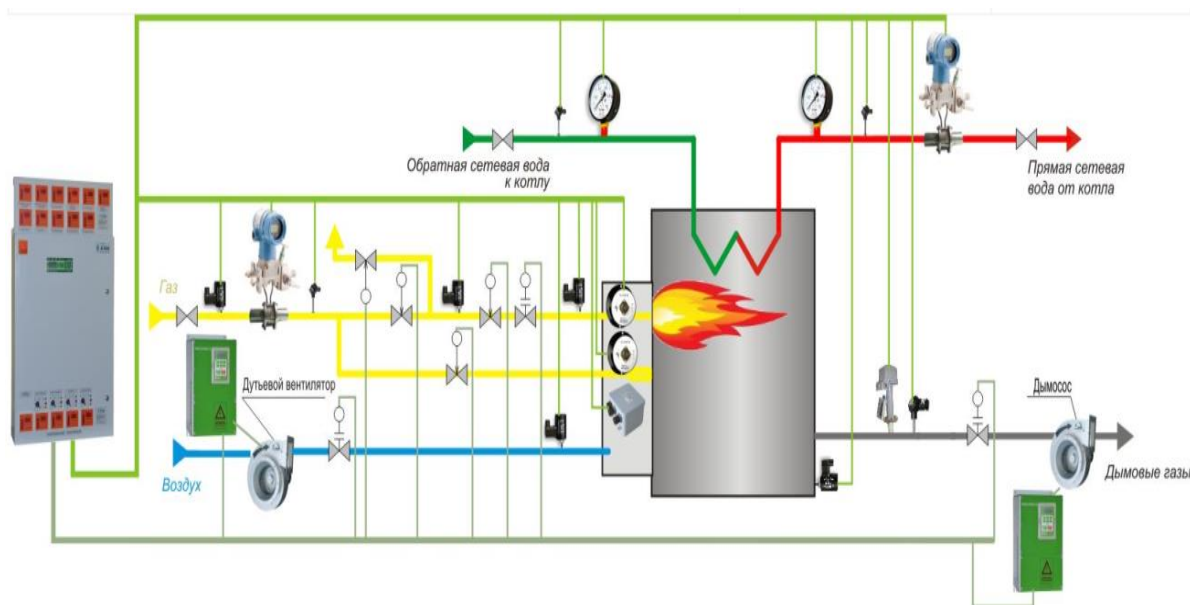
ПТВМ-100

П – қауырт;

Т – теплофикационный; -су;

М – мазутный;

100 –теплопроизводительность Гкал/с)



31 Сурет – ПТВМ-100 қазандықтың сұлбасы

Жылу өнімділігі 11,63; 23,26; 35 МВт (10; 20; 30 Гкал/сағ) КВ-ГМ-10 (20,30) су жылытатын тұрақты қазандары өнеркәсіптік және тұрмыстық мақсаттағы жылыту, желдету және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде пайдаланылатын 1,35 МПа (13,5 кгс/см²) дейінгі қысыммен және номиналды температурасы 150С ыстық су алуға, сондай-ақ технологиялық мақсаттарға арналған.

Жылу өнімділігі 11,63; 23,26; 35 МВт (10; 20; 30 Гкал/сағ) КВ-ГМ-10 (20,30) су жылытатын тұрақты қазандары өнеркәсіптік және тұрмыстық мақсаттағы жылыту, желдету және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде пайдаланылатын 1,35 МПа (13,5 кгс/см²) дейінгі қысыммен және номиналды температурасы 150оС ыстық су алуға, сондай-ақ технологиялық мақсаттарға арналған.

Қазан бір газ-мазутты қыздырғыш түрімен жабдықталған:

- КВ-ГМ-11,63-150 - РГМГ-10 қыздырғыш түрі;
- КВ-ГМ-23,26-150 - РГМГ-20 қыздырғыш түрі;
- КВ-ГМ-35-150 - РГМГ-30 қыздырғыш түрі.

Жанарғы тік коллекторларға алдыңғы экранда бекітілетін қазандықтың ауа қорабына орнатылады. Сұйық отынмен жұмыс істеу кезінде қазандық бастапқы ауа желдеткішімен жинақталады.

Қазандықтың өнімділігін реттеу жанарғы қуатын реттеу арқылы орындалады.

КВ-ГМ қазандарына арналған "АГАВА" КБ автоматика функционалы

Қазандықтың қауіпсіздік автоматикасы және реттеу жүйесі қазандықтарды, кептіргіш пештерді (контроллер) АГАВА 6432 басқарудың микропроцессорлық құрылғысы негізінде құрылған.

АГАВА 6432 Контроллер газ немесе сұйық отынмен жұмыс істеу кезінде қазандықты пайдалану жөніндегі нұсқаулыққа, нормалары мен өнеркәсіптік қауіпсіздік саласындағы ережелерге, қауіпсіздік саласындағы, БК 62.13330.2011, БК 89.13330.2012, ГОСТ Р 54961-2012, ГОСТ 21204-97 қазандықты пайдалану жөніндегі нұсқаулыққа сәйкес қамтамасыз етіледі:

- газ клапандарының герметикалығын автоматты тексеру,
- газдағы қазандық жанарғыларын Автоматты жағу,
- сұйық отында жанарғыны жартылай автоматты немесе қолмен жағу,
- бір оқиға орын алған кезде оттықтың қорғаныс өшірілуі;
- жанарғы алдында газ қысымының көтерілуі/төмендеуі;
- қазандық алдындағы сұйық отын қысымының төмендеуі;
- қыздырғыш алдында ауа қысымының төмендеуі;
- оттықтағы кернеудің төмендеуі;
- қазандық шығысындағы су қысымының жоғарғы авариялық жағдайдан жоғары көтерілуі;
- қазандықтың шығысындағы су қысымының төменгі авариялық қысымнан төмен болуы;
- қазандық арқылы су шығынын төмендету;
- жанарғы немесе тұтандырғыш алауының сөнуі;

- қазандық түтінсорғышын өшіру туралы;
- қазандық үрлеу желдеткішін өшіру;
- сұйық отынмен жұмыс істеу кезінде бастапқы ауа желдеткішін немесе ротациялық форсунка қозғалтқышын ажырату;
- қашықтан және автоматты басқару құрылғыларында және өлшеу құралдарында электр энергиясын беруді тоқтату немесе кернеудің жоғалуы.
- апаттан кейінгі оттықты желдету кемінде 10 минут.
- Барлық міндетті қорғауды жүзеге асырудан басқа автоматика:
- қазандық шығысындағы су температурасы немесе қазандыққа газ қысымы бойынша қазандық қуатын автоматты түрде қалыпты реттеу;

Автоматты қалыпты реттеу:

- отын/ауа арақатынасы желдеткіштің бағыттаушы аппаратының атқару механизмімен немесе желдеткіштің жиілік-реттелетін жетегімен басқару арқылы,
- түтін сорғыш бағыттаушы аппаратының атқару механизмдерін немесе түтін сорғыш қозғалтқышының жиіліктік-реттелетін жетегін басқару арқылы қазандық оттығындағы сирету,
- қазандықтың кіре берісіне түсетін судың температурасы;
- жанарғыға түсетін оттегінің құрамы бойынша немесе ауа температурасы бойынша отын/ауа арақатынасының кестесін түзету,
- резервтік сұйық отынмен жұмыс істеу кезінде қазандықты басқару және қорғау.

Тіркеу үшін оқиғалар мен негізгі технологиялық параметрлерін қазандық контроллерге іске асырылды электрондық тіркеуші.

Қазандықты басқаруға арналған автоматика жиынтығы кіреді:

1. Шкаф БӨАЖА белгіленген, онда:

- АГАВА бақылаушысы 6432.20 контроллердің құрамы басқару мен бақылаудың қажетті арналарының санына байланысты өзгеруі мүмкін,
- АДИ-0.1 индикаторлары немесе газ, ауа қысымын, АДН, АДР сиретуін көп фазалы өлшеуіштер.
- қазандық мнемосхемасындағы және кестелік түрдегі аналогтық және дискретті датчиктерден сигналдарды индикациялау үшін 10 дюйм оператордың сенсорлық панелі, қазандықтың аналогтық параметрлерінің мұрағатын жүргізу (сауалнамалық парақтың талаптарына сәйкес опциональды түрде орнатылады));
- АДИ-01.7 атқарушы тетіктерінің және қазандық реттегіштерін қашықтықтан басқару тумблерлерінің орналасу индикаторлары туралы;
- қоректендіру блоктары, контроллер модульдерін және автоматтандыру құралдарын қоректендіру үшін импульсті асқын кернеулерден қорғау құрылғысы;
- сыртқы құрылғыларды қосу үшін Клемма қосқыштары.

2. Кернеудің қысқа мерзімді шөгулерінен қорғау үшін БӨАЖА жабдықтарының үздіксіз қоректену көзі.

3. Газ, ауа қысымын, АДН, АДР типті сиретуді өлшеуіштер жиынтығы

4. Тұтандырғыш және жанарғыштың алауын бақылауға арналған АДП жалыны датчиктерінің жиынтығы.

5. АДМ-100 типті су және сұйық отын қысымының датчиктерінің жиынтығы.

6. Температура датчиктерінің жиынтығы (түтін газдары, су және т.б.).

7. Түтін газдарындағы оттегінің құрамын өлшегіш.

8. Отын және су бойынша шығын өлшегіштер (қажет болған жағдайда - жобалық құжаттамаға сәйкес жабдықтардың түрлері жеткізіледі).

9. Атқарушы тетіктердің, газ клапандарының жиынтығы (қажет болған жағдайда - жобалық құжаттамаға сәйкес жабдықтардың түрлері жеткізіледі).

10. Түтін сорғыш және желдеткіш қозғалтқыштарына арналған ERMAN жиілік түрлендіргіштерінің немесе АГАВА-Е қозғалтқыштарын басқару станцияларының жиынтығы.

КВ-ГМ қазандығына арналған "Диспетчер" АБЖ

Қазандықтағы қазандықтардың санына байланысты диспетчерлендіру жүйесі қазандықты диспетчерлендірудің жалпы жүйесінің бір бөлігі, сондай-ақ бір қазандық үшін сатылған болуы мүмкін.

Диспетчерлендіру жүйесі қазандық немесе қазандық операторының АЖО-нан тұрады.:

- қазандықтың функцион көрсетіледі: қазандықтың атқарушы механизмдерінің жағдайы, аналогты датчиктерден сигналдардың мәні, қазандықтың жұмыс режимі;

- қазан параметрлерінің аналогтық мәндерінің графиктері ағымдағы және мұрағаттық мәндер;

- автоматика жұмысының оқиғалар журналы

- диспетчерлендіру жүйесі операторға мүмкіндік береді:

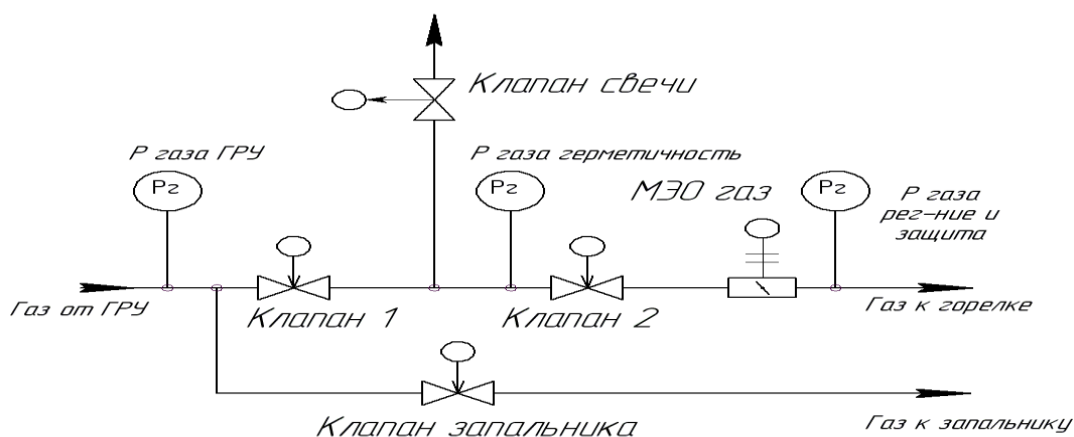
- қазандықтың жұмыс режимін бақылау;

- белгілі бір кезеңдегі қазандықтың жұмысы туралы есептерді қағаз тасығыштарға басып шығару;

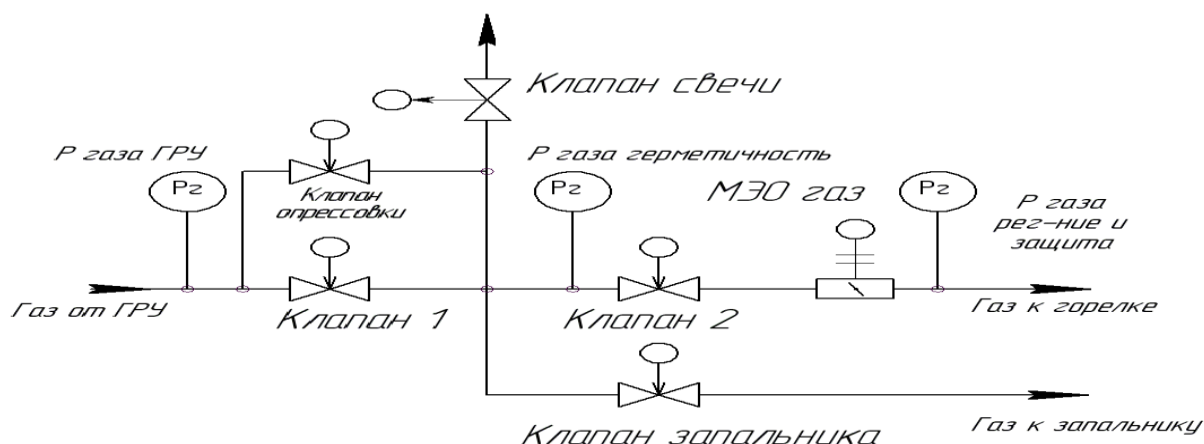
- қазандықты қашықтан іске қосу / тоқтату;

- қазандық өнімділігін реттеу жарғысын өзгерту;

- қашықтан режимге шығару және дк командалары бойынша қазандық реттегіштерін басқару (опция, сұраныс бойынша ұсынылады);



32 Сурет – Газды бу қазандығына берудің автоматты басқару жүйесі
Газ схемасы ГОСТ 21204-97 сәйкес қуаты 2 МВт және одан да жоғары оттықтарға арналған.



33 Сурет – Авариялық апаттың алдын алатын бу қазандығына газды берудің автоматты басқару жүйесі

Басқару үшін қазан пайдаланылады 5 бақылаушыларды, олардың біреуі бақылаушы болып табылады общекотловым және төрт контроллер үшін қолданылады басқару қазандықтың оттық (бір контроллер тұратын топқа 3 немесе 4 жанарғыларды).

Жалпы әкімшілік контроллер келесі функцияларды орындайды:

- қазандықтың кіре берісінде және шығуында су ысырмаларын басқару;
- жалпыкотлды газ бойынша ысырманы және жалпыкотлды ПЗК басқару (газда жұмыс істеу кезінде);
- мазуттың жалпыкотлды ысырмасын және мазуттың жалпыкотлды қақпақшаны-кескішті басқару (мазутта жұмыс істеу кезінде);
- жалпы газ құбырында газды реттеуіш жапқышты басқару • газбен жұмыс істегенде);
- қазандық оттығындағы сиретуді Автоматты және қашықтықтан реттеу;
- қазандық жанарғыларын жағу кезектілігі мен тәртібін басқару;
- қазандық шығысындағы су температурасы бойынша немесе қазандыққа газ шығыны бойынша қазандықтың қуатын автоматты реттеу;
- қажетті оттықтардың санын автоматты немесе қашықтықтан қосу;
- қазандықты жалпыкотлды қорғаныс бойынша авариялық ажырату.:
- температура су қазандықтың шығу,
- қазандық шығысындағы су қысымының көтерілуі/төмендеуі,
- қазандық алдындағы газ қысымының төмендеуі (газбен жұмыс істегенде),
- қазандық алдындағы мазут қысымының төмендеуі (мазутта жұмыс істеу кезінде),
- қазандық арқылы су шығынын төмендету,
- қазандық оттығындағы кернеудің төмендеуі,

- оттықтағы от жанарғылар алауларының және (немесе) алаудың сөнуі,
- өсімдік жанарғының авариялық ажыратылуы,
- қазандықтың түтінсорғышын өшіру (болған жағдайда)),
- қашықтан және автоматты басқару құрылғыларында және өлшеу құралдарында электр энергиясын беруді тоқтату немесе кернеудің жоғалуы.

Жану контроллері келесі функцияларды орындайды:

- газ клапандарының герметикалығын тексеру;
- газда және қолмен жақ мазутта жанарғыларды Автоматты жағу;
- оттықтағы отын-ауа қатынасын автоматты реттеу;
- оттықтарды қорғау:
- жанарғы алдында газ қысымының төмендеуі/жоғарылауы,
- қыздырғыш алдында ауа қысымының төмендеуі,
- өрт сөндіру жанарғысының алау сөнуі,
- жанарғы желдеткішін өшіру,
- қашықтан және автоматты басқару құрылғыларында және өлшеу құралдарында электр энергиясын беруді тоқтату немесе кернеудің жоғалуы.

Қазандық өнімділігін реттеу

Қазандық қуатын реттеу Қазандық газ құбырының жалпы учаскесінде орналасқан газ реттегішімен де, қосылған жанарғылардың санымен де орындалады. Қыздырғышты басқарудың әртүрлі алгоритмдері қазандықтың жұмысын реттеген кезде автоматика құрылғысы арқылы қыздырғыштарды толығымен автоматты түрде қосу/ажыратуды және қажетті қазандық жүктемесіне байланысты оператор таңдайтын оттықтарды жартылай автоматты түрде қосу/ажыратуды қамтамасыз етеді.

От жағу жанарғылары әрқашан жұмыс істейді. Жанарғыларды жартылай автоматты қосу/ажырату қажеттілігіне қарай оператормен орындалады. Жұмыс істеп тұрған жанарғылардың саны контроллердің мәзірінен таңдалады, жанарғыларды қосу/ажырату автоматты түрде орындалады.

Автоматика жиынтығы басқару үшін қазан

Жалпы қазандық шкаф БӨАЖА белгіленген, онда:

- АГАВА 6432.20 бақылаушысы (контроллердің құрамы басқару мен бақылаудың қажетті арналарының санына байланысты өзгеруі мүмкін);

- қазандықтың мнемосхемасындағы және кестелік түрдегі аналогты және дискретті датчиктерден сигналдарды индикациялау үшін диагоналі 15 дюймді оператордың сенсорлық панелі, қазандықтың Аналогты параметрлерінің мұрағатын жүргізу;

- АДИ-01.7 атқарушы тетіктерінің және қазандық реттегіштерін қашықтықтан басқару тумблерлерінің орналасу индикаторлары туралы;

- қоректендіру блоктары, контроллер модульдерін және автоматтандыру құралдарын қоректендіру үшін импульсті асқын кернеулерден қорғау құрылғысы;

- сыртқы құрылғыларды қосу үшін Клемма қосқыштары.

2. Оларға орнатылған БӨАЖА жанарғы шкафтары:

- АГАВА бақылаушысы 6432.20 контроллердің құрамы басқару мен бақылаудың қажетті арналарының санына байланысты өзгеруі мүмкін;
- кескіш клапандар арасындағы газ қысымының индикаторлары;
- АДИ-01.7 бағыттаушы аппараттары және қазандық реттегіштерін қашықтықтан басқару тумблерлері;
- қоректендіру блоктары, контроллер модульдерін және автоматтандыру құралдарын қоректендіру үшін импульсті асқын кернеулерден қорғау құрылғысы;
- сыртқы құрылғыларды қосу үшін Клемма қосқыштары.

3. БУПЖА жабдықтарының үздіксіз қоректендіру көздері қысқа мерзімді кернеудің шөгудерінен қорғау үшін.

4. Газ, ауа қысымын, АДН, АДР типті сиретуді өлшеуіштер жиынтығы.

5. Тұтандырғыштар мен жанарғылардың алауларын бақылауға арналған АДП жалыны датчиктерінің жиынтығы.

6. АДМ-100 типті су және сұйық отын қысымының датчиктерінің жиынтығы.

7. Температура датчиктерінің жиынтығы (түтін газдары, су және т.б.).

8. Түтін газдарындағы оттегінің құрамын өлшегіш

9. Отын және су бойынша шығын өлшегіштер (қажет болған жағдайда – жобалық құжаттамаға сәйкес жабдықтардың түрлері жеткізіледі).

10. Атқарушы тетіктердің, газ клапандарының жиынтығы (қажет болған жағдайда – жобалық құжаттамаға сәйкес жабдықтардың түрлері жеткізіледі).

11. Түтін сорғыш қозғалтқыштары, желдеткіштер, қазандықтың рециркуляциясы сорғысына арналған ERMAN жиілік түрлендіргіштерінің немесе АГАВА-Е қозғалтқыштарын басқару станцияларының жиынтығы (технологиялық схемада сорғы қазандығы болған жағдайда).

12. Ысырмалар мен 3 фазалық атқару механизмдерін басқарудың күштік шкафы (қажет болған жағдайда - жобалық құжаттамаға сәйкес жеткізіледі).

"ПТВМ қазандарына арналған" Диспетчер " ТП АБЖ»

Қазандықтағы қазандықтардың санына байланысты диспетчерлендіру жүйесі қазандықты диспетчерлендірудің жалпы жүйесінің бір бөлігі, сондай-ақ бір қазандық үшін сатылған болуы мүмкін.

Диспетчерлендіру жүйесі қазандық немесе қазандық операторының АЖО-нан тұрады, онда көрсетілетін:

- қазандықтың Орындаушы механизмдерінің жағдайы, Аналогты датчиктерден сигналдардың мәні, қазандықтың жұмыс режимі көрсетілетін қазандық мнемосхемасы;

- қазан параметрлерінің аналогтық мәндерінің графиктері ағымдағы және мұрағаттық мәндер;

- автоматика жұмысының оқиғалар журналы

Диспетчерлендіру жүйесі операторға мүмкіндік береді:

- қазандықтың жұмыс режимін бақылау;

- белгілі бір кезеңдегі қазандықтың жұмысы туралы есептерді қағаз тасығыштарда басып шығару арқылы жасау;

- қазандықты қашықтан іске қосу / тоқтату;
- қазандық өнімділігін реттеу Жарғысын өзгерту;
- қашықтан режимге шығу және ПК командалары бойынша қазандық реттегіштерін басқару (опция, қажет болған жағдайда ұсынылады •);
- қазандықтың кіре берісінде және шығуында су ысырмасын, газ бойынша ысырманы (опция, қажет болған жағдайда ұсынылады) басқару.
- Тіркелімдер картасында мекенжай кеңістігі ұяшықтарының толық сипаттамасы бар

Қазандық қондырғылар

Бу қазандығы қондырғылары бірыңғай блокқа жиналған екі немесе одан да көп модуль болып табылады. Белгілі бір бу қондырғысын құрастыру үшін қолданылатын модульдердің саны жабдықтың қажетті қуаты мен толтыру ерекшеліктеріне тікелей байланысты. Сонымен қатар, егер қажет болса, бу қазандығы қажетті қосалқы үй-жайлармен толықтырылуы мүмкін.

Бу қазандығы қондырғысының модульдері әртүрлі қалыңдықтағы сэндвич-панельдерден жасалған қоршаулары бар рамалық металл конструкциялар болып табылады. Тасымалдау кезінде жетіспейтін қабырғалар уақытша алмалы-салмалы панельдермен ауыстырылады. Жинау кезінде шатыр мен қабырға панелі арасындағы буындарға арнайы тығыздағыштар қойылады - ылғалдың түсуіне жол бермеу үшін. Екі монтаждау мүмкіндігі бар - әр модуль үшін жеке шатыр немесе модульдердің бүкіл блогы үшін бір шатырмен.

Бүгінде кең таралған қазандық қондырғылары ұзақ мерзімді және қауіпсіз пайдалануға, сондай-ақ маңызды, ыңғайлы және жылдам техникалық қызмет көрсетуге мүмкіндік беретін қазіргі замандағы, жоғары сенімді және жоғары сапалы жабдықпен жабдықталған. Мысалы, бу қазандықтарын құрастыру және орнату кезінде KSM компаниясы VIESSMANN, BOSCH және BUDERUS сияқты жетекші неміс өндірушілерінің жабдықтарын пайдаланады.

Көп жағдайда қазандық қондырғылары кешенді технологиялық проблемаларды шешуге және өнеркәсіптік сектордың, оның ішінде азық-түлік және химия өнеркәсібінде, медицинада, тау-кен өнеркәсібінде және т.б. өндірістік циклдарда жылу жабдықтарын пайдалануды қамтамасыз етеді.

Бу қазандықтарын жіктеу әр түрлі белгілер бойынша жүргізіледі:

Жанармай қазандарының түрі бойынша:

- сұйық отын;
- газ; көмір;
- электрлік;
- газ майы.

Энергетикалық қазандар. Су балансын жақсы реттейтін мұндай бу құрылғылары электр қондырғыларының турбиналарының айналуына қажетті сипаттамалардың қызып кеткен буын шығаруға арналған.

Өнеркәсіптік Автоматты. Олардың арқасында кәсіпорындардың әртүрлі функционалдық және жылу жүйелері жұмыс істей алады.

Пайдалану. Екінші ресурстарды (қоқыс, жоңқа) жағу арқылы қыздырылған буды өндіруге арналған.

Тұрмыстық. Мұндай автоматты құрылғылар жиі аз қуатты бу қазандары болып табылады. Негізінен жеке үйлердің радиаторларын қыздыру үшін пайдаланылады. Оларда жоңқаларды жағуға болады.

Қызған бу мен судың қозғалыс тәсілі бойынша болады:

Табиғи қозғалыстағы және қысым балансын автоматты реттейтін агрегаттар.

Мәжбүрлі қозғалыстағы қайнату құрылғылары. Олардың құрамына балансты реттеуді және қуат деңгейін дамытуды жақсартатын арнайы электр сорғылары кіреді.

Конденсатты қайтару әдісі бойынша қазандар:

- жабық пісіру құрылғылары;
- ашық құрылғылар;
- конструкциялық ерекшеліктері бойынша қазандар болады;

Конструкциялық ерекшеліктер бойынша қазандар болады:

- ыстық құбыр;
- су құбыры (сатып алушылардың көпшілігі оларға өз таңдауын тоқтатады)

SCADA (аббр. ағылш. Supervisory Control And Data Acquisition-диспетчерлік басқару және деректерді жинау) - мониторинг немесе Басқару объектісі туралы ақпаратты жинау, өңдеу, бейнелеу және мұрағаттау жүйелерін нақты уақытта әзірлеуге немесе жұмысты қамтамасыз етуге арналған бағдарламалық пакет. SCADA болуы мүмкін бөлігінде ТП АБЖ, АСКУЭ жүйесін, экологиялық мониторинг, ғылыми экспериментті автоматтандыру ғимараттар және т. б. SCADA-жүйесі пайдаланылады барлық салаларында шаруашылығы, талап етіледі қамтамасыз ету операторлық бақылау технологиялық процестерді нақты уақыт. Бұл бағдарламалық жасақтама компьютерлерге орнатылады және объектімен байланыс үшін Енгізу-шығару драйверлерін немесе OPC/DDE серверлерін пайдаланады. Бағдарламалық код бағдарламалау тілдерінің бірінде жазылуы да, жобалау ортасында генерациялануы да мүмкін.

Кейде SCADA-жүйесі жасақталады қосымша БОЙЫНША бағдарламалау үшін өндірістік контроллер. Мұндай SCADA-жүйелер интеграцияланған деп аталады және оларға softlogic терминін қосады.

"SCADA" термині екі түсінік бар. Сонымен қатар, осы бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуге арналған құрал-сайман құралдарын, сонымен қатар, бағдарламалық жасақтаманы орындауға арналған бағдарламалық кешен ретінде SCADA түсінігі кеңінен таралған. Алайда, SCADA-жүйесі бағдарламалық-аппараттық кешенді жиі білдіреді. SCADA терминінің мұндай түсінігі телеметрия бөліміне тән.

SCADA-жүйелер келесі міндеттерді шешеді:

- "Объектімен байланыс құрылғыларымен" (яғни өндірістік бақылаушылармен және енгізу-шығару платаларымен) деректерді нақты уақытта драйверлер арқылы алмасу.

- Нақты уақытта ақпаратты өңдеу.
- Логикалық басқару.

- Адам үшін ыңғайлы және түсінікті формада монитор экранында ақпаратты көрсету.

- Технологиялық ақпаратпен нақты уақыт деректер базасын жүргізу.

- Авариялық сигнал беру және дабыл хабарламаларын басқару.

- Технологиялық процестің барысы туралы есептерді дайындау және жасау.

- SCADA ДК арасындағы желілік өзара іс-қимылды жүзеге асыру.

- Сыртқы қосымшалармен байланысты қамтамасыз ету (ДББЖ, электрондық кестелер, мәтіндік процессорлар және т.б.).

Кәсіпорынның басқару жүйесінде мұндай қосымшалар көбінесе MES деңгейіне қатысты қосымшалар болып табылады.

SCADA-жүйесін мүмкіндік береді әзірлеу, ТП АБЖ-де автономды қосымшалар, сондай-ақ клиент-серверлік немесе таратылған сәулеті.

SCADA-жүйе әдетте келесі кіші жүйелерді қамтиды:

- Драйверлер немесе енгізу-шығару серверлері-SCADA-ның өнеркәсіптік бақылаушылармен, есептеуіштермен, АСТ және басқа да ақпаратты енгізу-шығару құрылғыларымен байланысын қамтамасыз ететін бағдарламалар.

- Нақты уақыт жүйесі-басымдықтарды ескере отырып, берілген уақытша цикл шегінде деректерді өңдеуді қамтамасыз ететін бағдарлама.

- Адам-машина интерфейсі (HMI, ағылш . Human Machine Interface) - операторға процесс барысы туралы деректерді ұсынатын құрал, бұл операторға процесті бақылауға және басқаруға мүмкіндік береді.

- Адам-машина интерфейсін әзірлеуге арналған бағдарлама-редактор.

- Логикалық басқару жүйесі-SCADA-жүйеде логикалық басқарудың пайдаланушылық бағдарламаларының (скрипттердің) орындалуын қамтамасыз ететін бағдарлама. Өңдеу үшін редакторлар жиынтығы.

- Нақты уақыт дерекқоры-нақты уақыт режимінде процесс тарихын сақтауды қамтамасыз ететін бағдарлама.

- Дабылдарды басқару жүйесі-технологиялық оқиғаларды автоматты бақылауды, оларды қалыпты, ескерту немесе авариялық санатқа жатқызуды, сондай-ақ оператордың немесе компьютермен оқиғаларды өңдеуді қамтамасыз ететін бағдарлама.

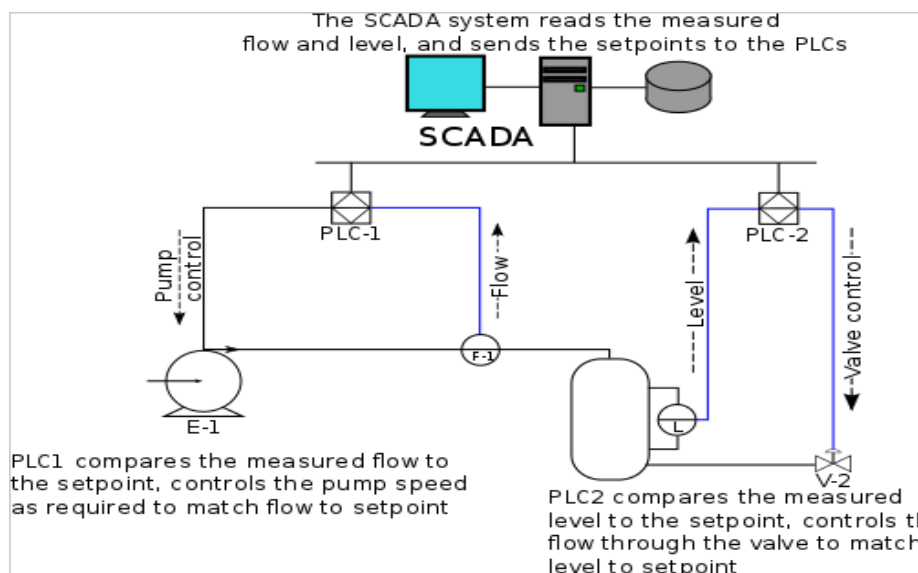
- Есептер генераторы-технологиялық оқиғалар туралы пайдаланушы есептерді жасауды қамтамасыз ететін бағдарлама. Өңдеу үшін редакторлар жиынтығы.

- Сыртқы интерфейстер-SCADA және басқа қосымшалар арасындағы деректер алмасудың стандартты интерфейстері. Әдетте OPC, DDE, ODBC, DL және т. б.

SCADA термині әдетте барлық жүйені бақылау мен басқарудың орталықтандырылған жүйелеріне немесе адамның қатысуымен жүзеге асырылатын жүйе кешендеріне жатады. Басқару әсерлерінің көпшілігі автоматты түрде УСО (RTU) немесе ПЛК (PLC) орындалады. Әдетте, RTU немесе PLC қамтамасыз етіледі, ал SCADA жұмыс режимін басқарады. Мысалы, PLC өндірістік процестің бір бөлігінің ішінде салқындатқыш су

ағынын басқара алады, ал SCADA жүйесі операторларға ағынның тағайыншамаларын өзгертуге, сұйықтықтың қозғалыс бағыттарын өзгертуге, сол немесе басқа сыйымдылықтарды толтыруға, сондай — ақ дабыл хабарламаларын (алармалар) бақылауға мүмкіндік береді-ағынның жоғалуы және бейнеленуі, жазылуы тиіс жоғары температура, және оператор дер кезінде әрекет етуі тиіс. Кері байланысты Басқару циклі RTU немесе PLC арқылы өтеді, ал SCADA жүйесі циклдің толық орындалуын бақылайды.

Деректерді жинау RTU немесе PLC деңгейінде басталады және өлшеу құралының көрсеткіштерін қамтиды. Бұдан әрі деректер НМІ — ді пайдалана отырып, диспетчерлік оператор бақылау шешімдерін қабылдай алатындай-RTU/PLC құралдарын стандартты басқаруды түзететін немесе тоқтататын тәсілмен жиналады және форматталады. Деректер сондай-ақ мұрағатқа трендтерді құру және жинақталған деректерді басқа да аналитикалық өңдеу үшін жазылуы мүмкін.



34 Сурет – Scada жүйесі

Бағдарламаланатын логикалық контроллер (қысқ. ПЛК; ағыл. programmable logic controller, сокр. Бағдарламалау логикасы бар орыс-контроллерге дәл аудару), бағдарламаланатын контроллер-электрондық есептеу машинасының арнайы түрі. Көбінесе технологиялық процестерді автоматтандыру үшін ПЛК қолданылады. Негізгі жұмыс режимі ретінде ӨБҚ ұзақ уақыт автономды пайдалану, көбінесе қоршаған ортаның қолайсыз жағдайында, елеулі қызмет көрсетусіз және адамның араласуынсыз.

Кейде ПЛК-да станоктардың сандық бағдарламалық басқару жүйесі құрылады.

ПЛК-нақты уақыт жүйелерінде жұмыс істеуге арналған құрылғылар.

ПЛК Өнеркәсіпте қолданылатын өзге де электрондық аспаптардан ерекшеленетін бірқатар ерекшеліктерге ие:

- микроконтроллерден (бір кристалды компьютерден) айырмашылығы — электрондық құрылғыларды басқаруға арналған микросхемалар — ПЛК жеке микросхемаға емес, дербес құрылғы болып табылады.

- оператормен шешім қабылдауға және басқаруға бағытталған компьютерлерден айырмашылығы ББА датчиктер сигналдарын дамыған енгізу және сигналдарды атқарушы механизмдерге шығару арқылы машиналармен жұмыс істеуге бағытталған;

- кірістірілетін жүйелерге қарағанда ПЛК оның көмегімен басқарылатын жабдықтардан бөлек дербес бұйымдар ретінде дайындалады.

Технологиялық объектілерді басқару жүйелерінде логикалық командалар, әдетте, құбылмалы нүктелі сандардан арифметикалық операциялардан басым болады, бұл мик(роконтроллердің салыстырмалы қарапайымдылығы кезінде (ені 8 немесе 16 разрядтағы шиналар) нақты уақыт режимінде әрекет ететін қуатты жүйелерді алуға мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы ӨБЖ-да бағдарламалау тілдерінде сандық операциялар логикалық түрде жүзеге асырылады. Қазіргі заманғы компьютерлерді бағдарламалаудың жоғары деңгейлі тілдеріне қарағанда, барлық РС бағдарламалау тілдері машина сөздерінде биттерді манипуляциялауға оңай қол жеткізуге болады.

ПЛК келесі бөліктерден тұрады:

- орталық микросхема (микроконтроллер, немесе FPGA микросхема), қажетті байламмен;

- нақты уақыт сағаттарының ішкі жүйесі;

- энергияға тәуелді жады;

- тізбекті енгізу-шығару интерфейсі (RS-485, RS-232, Ethernet)

- ПЛК кіріс және шығыс кернеулерін қорғау және түрлендіру сұлбалары.

Әдетте ПЛК кіруін немесе шығуын орталық микросхеманың тиісті шығысына бірден қосуға болмайды. Бұл шығулар кернеудің төмен деңгейімен сипатталады, әдетте 3,3-тен 5 вольтқа дейін. ПЛК кіру және шығу жолдары әдетте 24 В тұрақты немесе 220 В айнымалы токтың кернеуімен жұмыс істеуі тиіс. Сондықтан ПЛК шығымы мен микросхеманың шығуының арасында күшейткіш және қорғаныс элементтерін қарастыру қажет.

ПЛК бағдарламалау тілдері

ПЛК бағдарламалау үшін іес61131-3 стандартының МЭК (IEC) стандартталған тілдері қолданылады.

Бағдарламалау тілдері (графикалық):

- LD (Ladder Diagram) — релелік схемалар тілі — PLC үшін ең көп таралған тіл;

- FBD (Function Block Diagram) — функционалдық блоктар тілі — PLC үшін 2-ші тіл;

- SFC (Sequential Function Chart) — күй диаграммасының тілі — автоматтарды бағдарламалау үшін қолданылады;

- CFC (Continuous Function Chart)-іес61131-3 сертификатталмаған, FBD одан әрі дамуы.

Бағдарламалау тілдері (мәтіндік):

- IL — Instruction List)-Ассемблеро-ұқсас тіл;
- ST — Structured Text)-Паскале-ұқсас тіл;
- C-YART-Си-ұқсас тіл (YART Studio).

Құрылымдық өзгерістер IEC61131-3 орындалу ортасы жиынтығы болып табылады ресурстар (көбінесе, бұл-ӨЛК, дегенмен кейбір күшті компьютерлер басқармасы многозадачных ОС мүмкіндік береді іске қосу бірнеше бағдарламалар үлгідегі softPLC және имитировать бір БҰ бірнеше ресурстар). Ресурс міндеттерді орындауға мүмкіндік береді. Тапсырмалар бағдарлама жиынтығы болып табылады. Тапсырмалар циклдік, оқиға бойынша, ең жоғары жиілікпен шақырылуы мүмкін.

Бағдарлама-POU бағдарламалық модульдерінің бір түрі. Модульдер (POU) бағдарлама түрі, функционалдық блок және функция болуы мүмкін. Кейбір жағдайларда ПЛК бағдарламалау үшін стандартты емес тілдер қолданылады, мысалы: C алгоритмдерінің Блок-схемалары-ПЛК үшін бағдарламаларды әзірлеудің бағдарлы ортасы. HiGraph 7-жүйенің күй графы негізінде басқару тілі.

МЭК 61131-3 тілдерінде ПЛК бағдарламалау құралдары ПЛК жеке отбасы үшін арнайы немесе бірнеше (бірақ барлық емес) контроллерлермен жұмыс істейтін әмбебап болуы мүмкін:

- CoDeSys
- ISaGRAF
- "ШЕҢБЕР" АЖР"
- Veremiz
- Klogic

ПЛК бағдарламалау:

- конфигурацияланатын: ПЛК - да бірнеше бағдарлама сақталады, ал ПЛК пернетақтасы арқылы бағдарламаның қажетті нұсқасы таңдалады;

- еркін бағдарламаланатын: бағдарлама ӨБҚ-ға оның арнайы интерфейсі арқылы дербес компьютерден арнайы өндіруші бойынша, кейде программатор арқылы жүктеледі.

РС бағдарламалау дәстүрлі бағдарламалаудан айырмашылығы бар. Бұл әрбір бағдарламалық циклдердің шексіз кезектілігін орындайды.:

- кіріс сигналдарын, оның ішінде манипуляцияларды, мысалы, оператордың пернетақтасында оқу;

- шығыс сигналдарын есептеу және логикалық жағдайларды тексеру;

- басқару сигналдарын беру және қажет болған жағдайда оператордың интерфейс индикаторын басқару.

Сол себепті БГБ бағдарламалау кезінде тулар - шартты өтулердің қандай да бір тармақтарын алгоритммен өту белгілерінің булевтік айнымалылары қолданылады. Осыдан, ПРОГРАММИСТЕН ПЛК бағдарламалау кезінде белгілі бір дағдыны талап етеді.

Мысалы, қоректі ысырып тастағаннан немесе қосқаннан кейін жүйені бастапқы инициализациялау процедуралары. Бұл процедураларды тек бір рет орындау керек. Сондықтан, инициализация аяқталған кезде орнатылған

инициалдауды аяқтау буль айнымалысын (жалауын) енгізеді. Бағдарлама осы жалауды талдайды және егер ол орнатылған болса, онда бастамашылық процедуралар кодының орындалуын айналып өтеді.

ПЛК интерфейстері:

- RS-232;
- RS-485;
- Modbus;
- CC-Link;
- Profibus;
- DeviceNet желілері;
- ControlNet;
- CAN;
- AS-Interface;
- Industrial Ethernet.

ҚОРЫТЫНДЫ

Өндірістерді және өнеркәсіп орындарын автоматтандыру әлемдік тәжірибедегі және еліміздің дамуы барысындағы басым бағыттардың бірі болып табылады. Сол себепті қазіргі заманда елімізде өндірісті автоматтандыруға аса назар аударамыз.

Жылу энергиясын өндіру саласында да қайта жанарту, сенімділікті арттыру, жылу өнімділігін ұзақ сақтауға бағытталған жұмыстар жүргізіліп жатыр.

Дипломдық жұмыста қазандық агрегаттарындағы жылу беру процесі зерттелген. Яғни, ПТВМ-100 бу қазандығының толық жұмыс істеу принциптері, проблемалары қарастырылды.

Бірінші бөлімде бу қазандығының түрлері, классификациясы туралы жазылған. Сондай-ақ, Алматыдағы бірінші жылу электр станциясы туралы ақпарат келтірілген.

Екінші бөлімде, бу қазандығының су-бу арнасы зерттеліп, сол бойынша будың қысымын ескеретін математикалық жазбалау алынған. Бу қысымын бірқалыпты ұстап тұратын автоматты реттеу жүйесі құрастырылды. Сондай-ақ, автоматтандыру мәселесі және визуализация мәселесі де қарастырылды.

Қорыта келе, бұл дипломдық жұмыста төрт жыл бойы алған білім мен тәжірибе өз көрінісін тапқан. Яғни, диплом жазу барысында айтылатын ойды нақтылап, қойылған мақсатқа жету талпыныстары, оның ішінде автоматтандыру мәселесінде технологияның маңыздылығы, техникалық құралдар таңдау мәселесі, математикалық моделдеу маңыздылығы, сондай-ақ, визуализация мәселесі өте маңызды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Бузников Е. Ф. Өндірістік және жылыту қазандық/ Е. Ф. Бузников, К. Ф. Роддатис, Э. Я. Берзиныш. – М.: Энергостройиздат, 1984. – 240 б.
- 2 Эстеркин Р. И. Өнеркәсіптік қазандық қондырғылар/ Р. И. Эстеркин. – Ә.: Энергоатомиздат, 1985. – 400 б.
- 3 "Баян Сұлу" Ақ Жылу генерациялайтын қондырғылар / Г. Н. Дереккөздер – М.: Құрылысиздат, 1986. – 559 Б.
- 4 Соловьев Ю. П. Жобалау жылумен қамтамасыз ететін қондырғылардың, өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін/ Ю. П. Соловьев. – М.: Энергия, 1978. – 192 б.
- 5 Роддатис, К. Ф. Справочник қазандықтар бойынша қондырғылар өнімділігі/ К. Ф. Роддатис, А. Н. Полтарецкий. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
- 6 Соколов Б. А. Қазандық қондырғылар және оларды пайдалану/ Б. А. Соколов. – М.: "Академия" баспа орталығы, 2008. – 432 б.
- 7 Роддатис, К. Ф. Қазандық қондырғылары " / К. Ф. Роддатис. – М.: Энергия, 1977. – 414 с.
- 8 Сидельковский Л. Н. Бу генераторлары, өнеркәсіптік кәсіпорындар/ Л. Н. Орыс Юренев. – М.: Энергия, 1978. – 336 б.
- 9 Сидельковский Л. Н. Қазандық қондырғылары", " өнеркәсіп кәсіпорындарының/ Мағлұмат Орыс Юренев. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 Б.
- 10 Эстеркин Р. И. Қазандық қондырғылар. Курстық және дипломдық жобалау/ Р. И. Эстеркин. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 280
- 11 Жылуэнергетикадағы және жылутехнологиялардағы энергия үнемдеу: оқулық / Данилов О. Л. и др. - М.: изд-во МЭИ, 2010
- 12 Димов, Ю. В. Метрология, стандарттау және сертификаттау: оқулық үшін жоо / Ю. В. Димов. – 2-ші басылым. – СПб.: Питер, 2004. – 432 б.
- 13 Дьяков, А. Ф. Кіші энергетика Ресей / А. Ф. Дьяков. – М.: НТФ "Энергопрогресс", "Энергетик", 2003.
- 14 Тоңазытқыш машиналар мен қондырғылар: Оқу құралы/ П. И. Дячек. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007.
- 15 Еремин, В. Г. тіршілік әрекетінің Қауіпсіздігі энергетикадағы: учебник для студ. жоғ. оқу. заведений / В. Г. Еремин, в. В. Сафронов, А. Г. Схиртладзе, Г. А. Харламов. - М.: "Академия" баспа орталығы, 2010. – 400 б.
- 16 Жылу техникасының теориялық негіздері: Техникалық термодинамика: өзін-өзі ұстауға арналған оқу құралы. жұмыс / Т. Б. Жиргалова, И. В. Катаевская. – Челябинск: ЮУрГУ Баспа үйі, 2006.
- 17 Иванова Г. М. Жылутехникалық өлшеулер және аспаптар / Иванова Г.М. Кузнецов Н.Д., Чистяков В. С. Изд-во МЭИ, 2007.
- 18 А.В. Калиниченко бақылау-өлшеу инженерінің анықтамалығы аспаптары және автоматика / Калиниченко, В. А. 2008.