

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

Утемисов Даулет Еркинович

Жылу процестерін автоматтандыру

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200—«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ
Кафедра меңгерушісі
физ-мат. ғыл. канд.,
қауымдастырылған профессор
Н.У.Алдияров
« 05 » мамыр 2022 ж.



« Жылу процестерін автоматтандыру » тақырыбына
Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған:

Утемисов Даулет

Пікір беруші;

Ғылыми жетекші:

Резецент

Техника және технология

Доктор PhD

магистрі, лектор

Абжанова Л.К.

Мүсілімов Қ.Б.

« 11 » 05 2022ж

« 11 » мамыр 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасы

5B070200 - «Автоматтандыру және басқару» мамандығы



**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Утемисов Даулет Еркинович

Жобаның тақырыбы: «Жылу процестерін автоматтандыру»

Университет ректорының «24» 12 2022 жылғы ғылыми кеңесінің

№ 489-п/б бұйрығымен бекітілген. Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі

«17» Мамыр 2022 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;

в) есептік бөлім; экономикалық бөлім, еңбек қорғау бөлімі;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген):
функционалдық сұлба, автоматтандыру сұлбасы


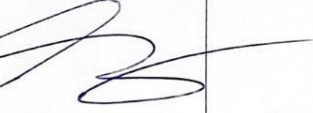
1 Ұсынылған негізгі әдебиеттер: Автоматизация типовых
технологических процессов : учеб. пособие / Ш.К. Кошимбаев, С.С. Жусупбеков ;
Каз. нац. исслед. техн. ун-т им. К. И. Сәтбаева. - Алматы : КазНІТУ, 2016. - 276 с.
: ил. - (ҚазҰТЗУ). - ISBN 978-601-228-930-5.


Дипломдық жобаны даярлау


КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылған сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, Кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Технологиялық бөлім	23.02	
Арнайы бөлім	19.03	

Аяқталған дипломдық жобаның және оларға қатысты диплом жобасы бөлімдерінің кеңесшілері мен нормалық бақылауының қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Есептік бөлім	Мүсілімов Қ.Б техника және технология магистрі, лектор	11.05.2022ж	
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев техн.ғыл.канд., Ассистент- профессор	16.05.2022	

Ғылыми жетекшісі _____  Мүсілімов Қ.Б

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы _____  Утемисов Д.Е

Күні « 16 » февраль 2022 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Утемисов Даулет

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жылу процестерін автоматтандыру

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 0.4

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 16

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Дата

Заведующий кафедрой



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Утемисов Даулет

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жылу процестерін автоматтандыру

Научный руководитель: Нурлан Сарсенбаев

Коэффициент Подобия 1: 0.4

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 16

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Дата

проверяющий эксперт

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс жылу процестерін автоматтандыру жүйесін әзірлеуге арналған. Жұмыс барысында басқару объектісі ретінде жылыту қазандығы қарастырылды, қазандықтың кіріс және шығысындағы су температурасы мен қысымын реттеу процестері және апаттық жағдайға ескертулер әзірленді, технологиялық процестерді реттеу және автоматтандырылған жүйенің әзірлеу алгоритмі жасалынды.

Дипломдық жұмысты тағайындау кезінде жылу процестерінің автоматтандыру әдістері мен тәсілдері зерттелді, сонымен қатар оны басқарудың түрлі әдістері қарастырылды.

Екінші бөлімінде автоматтандыру үшін таңдалған бағдарламаға шолу және талдау жүргізілді.

Үшінші бөлімінде жүйенің SCADA бағдарламасында жүзеге асырылуы және технологиялық процесті автоматтандыру жолы ұсынылды.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена разработке системы автоматизации тепловых процессов. В ходе работы в качестве объекта управления была рассмотрена отопительная котельная, разработаны процессы регулирования температуры и давления воды на входе и выходе котла и предупреждения аварийной ситуации, разработан алгоритм разработки автоматизированной системы и регулирования технологических процессов.

При назначении дипломной работы были изучены методы и приемы автоматизации тепловых процессов, а также рассмотрены различные методы ее управления.

Во второй части был проведен обзор и анализ выбранной программы для автоматизации.

В третьей части предложена реализация системы в программе SCADA и способ автоматизации технологического процесса.

ABSTRACT

The thesis is devoted to the development of a system of automation of thermal processes. During the work, a heating boiler room was considered as an object of management, processes for regulating the temperature and pressure of water at the inlet and outlet of the boiler and emergency prevention were developed, an algorithm for developing an automated system and regulating technological processes was developed.

When assigning the thesis, methods and techniques of automation of thermal processes were studied, as well as various methods of its management were considered.

In the second part, a review and analysis of the selected automation program was carried out.

In the third part, the implementation of the system in the SCADA program and a method for automating the technological process are proposed.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Технологиялық процесті зерттеу бөлімі	10
1.1	Жылулық процесті автоматтандыру.	10
	Араластыру жылу алмастырғыштарын реттеу	10
1.2	Жер үсті жылу алмастырғыштарын реттеу	17
1.3	Құбырлы пештерді автоматтандыру	24
2	Бағдарламалық бөлімі	28
2.1	Функционалдық сұлбасын әзірлеу	28
2.2	Автоматтандыру құралдарын таңдау негіздемесі	31
3	Жүзеге асыру бөлімі	35
3.1	Автоматтандыру жүйесін әзірлеу	35
3.2	Басқару жүйесінің элементтерінің сипаттамасы	37
	Қорытынды	41
	Пайдаланылған әдебиеттер	42

КІРІСПЕ

ТП АБЖ енгізу технологиялық объектілерден шынайы ақпарат алу, жедел бақылау, процестерді басқару және дайын өнімді есепке алу, өндіріс қауіпсіздігін арттыру, экологиялық жағдайды жақсарту, еңбек сыйымдылығын төмендету, қосымша пайда алу есебінен өндіріс тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Автоматтандыру еңбек өнімділігінің өсуіне ықпал етеді.

Өлшеу құралдары мен ақпараттық-өлшеу жүйелерінің сенімділігіне көп көңіл бөлінеді. Параметрлердің сенімді мәндерінсіз және осы мәндерді автоматты түрде бақыламай, көп жағдайда процесті немесе орнатуды басқару мүмкін емес, технологиялық процестерді кешенді автоматтандыру міндеттеріне және өндірістік әлеуетті тиімді пайдалануға байланысты өлшенетін параметрлердің сенімді мәндерін алу мәселелері ерекше маңызды. Бұл мәселелерді шешу процестерді талдауды қажет етеді және бұл үшін деректерді өлшеу мен өндеудің сенімді құралдары қажет.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - жылу энергетикалық және жылу технологиялық үдерістерді автоматты басқару жүйелерін талдау және синтездеу негіздерін зерттей отырып, жылу процесіне автоматтандырылған жүйе ұсыну.

Дипломдық жұмыстың тапсырмалары:

- 1) қазіргі заманғы әдістер мен техникалық құралдар базасында автоматты басқару жүйесін құрудың негізгі принциптерін зерделеу;
- 2) басқару жүйелерін талдау және әзірлеу;
- 3) функционалдық сұлбасын көрсету және талдау;
- 4) техникалық процестің қызметін оңтайландыру үшін тиімді бағдарлама таңдау;
- 5) SCADA жүйесінде автоматтандырылған процесті ұсыну.

Дипломдық жұмыстың практикалық маңыздылығы: жылуды қолдану, оның ағындарын басқару және энергияның басқа түрлерін жылуға айналдыру бойынша адам қызметінің техникалық құралдарының, әдістері мен әдістерінің жиынтығы болып табылады.

Дипломдық жұмыстың зерттеу объектілері: жылу және атом электр станциялары, кәсіпорындарды энергиямен қамтамасыз ету жүйелері, энергетика объектілері; жоғары температуралы және төмен температуралы жылу технологияларының қондырғылары, жүйелері мен кешендері; әр түрлі мақсаттағы бу және су жылыту қазандықтары.

1 Технологиялық процесті зерттеу бөлімі

Химиялық технологияда жылу процестері маңызды рөл атқарады. Заттардың химиялық реакциялары олардың физикалық түрленуі, әдетте, жылу әсерлерімен бірге жүреді. Жылу құбылыстары көбінесе технологиялық процестердің негізін құрайды.

Ыстық салқындатқыштардан суыққа жылу беру жылу алмастырғыштарда жүзеге асырылады.

Жылу алмастырғыштарды ажыратыңыз:

1. Салқындатқыштарды тікелей араластыру;
2. Жер үсті жылу алмастырғыштары, онда жылу бос бөлгіш қабырға арқылы өтеді:

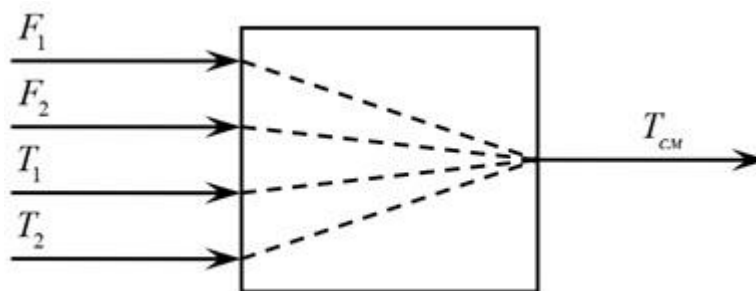
жылу беру жылу тасымалдағыштардың (жылытқыштар, тоңазытқыштар) агрегаттық күйін өзгертпестен ағып кетуі мүмкін.;

агрегаттық күйінің өзгеруімен (буландырғыштар, конденсаторлар).

Өнімдерді жылыту сонымен қатар құбырлы пештерде жану газдарымен жүзеге асырылады.

1.1 Жылулық процесті автоматтандыру. Араластыру жылу алмастырғыштарын реттеу

Араластыру жылу алмастырғыштарын реттеу шығудағы жалпы ағынның T_{cm} температурасының тұрақтылығын сақтау болып табылады. Химиялық аппараттарда қажетті температуралық режимді құру үшін екі немесе одан да көп заттарды әртүрлі жылу құрамымен араластыру нәтижесінде энергия беру қолданылады, оның сұлбасы 1.1 суретте көрсетілген.



1.1 Сурет - Жылу алмастырғышты араластырудың құрылымдық схемасы

Араластырғышы бар резервуардағы құрамды немесе температураны реттеудің көптеген міндеттерінде беру функцияларын анықтаған кезде араластыру өте жақсы болады. Содан кейін объект бірінші ретті дифференциалдық теңдеумен резервуарда болу уақытына тең тұрақты уақытпен сипатталады. Алайда, іс жүзінде кешеуілдеу байқалады, содан кейін

резервуардан шыққан кезде концентрацияның немесе қуат температурасының өзгеруі орын алады. Бұл кідіріс (жылжудың кешігуі) резервуардың көлеміне, сұйықтықтың тұтқырлығына, араластырғыштың дизайнына және айналу жылдамдығына байланысты, араластыру қарқындылығын анықтайды.

Егер $T_2 > T_{cm} > T_1$ болса, онда сұйықтықтардың жылу сыйымдылығы мен тығыздығы бірдей болса, онда $T_{cm} = T_1 + \frac{F_2}{F_1 + F_2} (T_2 - T_1)$, (қоршаған ортадағы шығындар ескерілмейді).

Нақты араластыру процесінің статикалық сипаттамасының ерекшеліктеріне тоқталайық. Мысалы, екі ағын G_1 және G_2 шығындарымен, θ_1 және θ_2 температураларымен, c_{p1} және c_{p2} нақты жылу сыйымдылықтарымен араласатын үздіксіз аппаратты қарастыра болсақ, ол 1.2 – суретте көрсетілген.

Реттеу міндеті G_1 ағынын өзгерту арқылы Шығыс ағынының температурасының θ^0 мәнін ұстап тұрсын, егер бұзылулардың негізгі көздері екінші ағынның шығыны мен температурасы G_2 және θ_2 , ал температура θ_1 және заттардың меншікті жылу сыйымдылығы тұрақты және θ_1^0 , c_{p1} және c_{p2} тең болса. Нысанның статикалық сипаттамаларын $G_1 - \theta$ реттеу арнасы мен $G_2 - \theta$ және $\theta_2 - \theta$ ауытқу арналары арқылы табатын болсақ, ол 1.3 суретте көрсетілген. Ол үшін жылу балансының теңдеуін жазамыз, ол 1- формулада көрсетілген:

$$G_1 \theta_1^0 c_{p1} + G_2 \theta_2 c_{p2} = (G_1 + G_2) \theta c_p \quad (1)$$

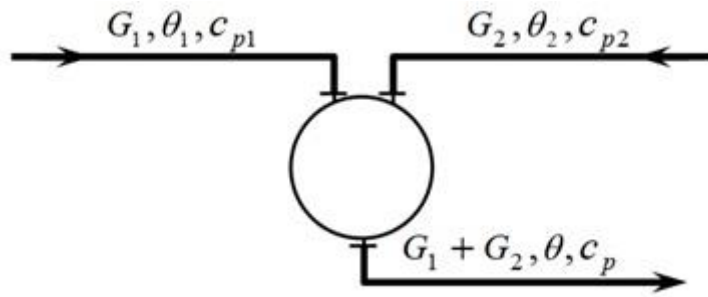
мұндағы $c_p = (G_1 c_{p1} + G_2 c_{p2}) / (G_1 + G_2)$.

Осыдан

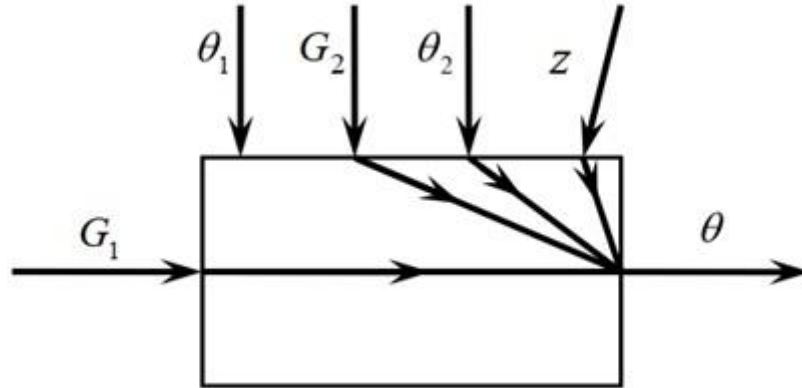
$$\theta = \frac{G_1 \theta_1^0 c_{p1}}{G_1 c_{p1} + G_2 c_{p2}} + \frac{G_2 \theta_2 c_{p2}}{G_1 c_{p1} + G_2 c_{p2}} \quad (2)$$

1.1 суреттен көріп отырғанымыздай, жылу алмастырғыштардың тән ерекшелігі температура каналдары, $\theta_1 - \theta$ және $\theta_2 - \theta$ бойынша статикалық сипаттамалардың сызықтық емес болуы болып табылады.

Объект координаттарының олардың берілген мәндерінен шамалы ауытқулары жағдайында тәуелділікті сызуға болады және әрбір арна бойынша объектінің жақын арада күшейту коэффициенттерін табуға болады.



1.2 Сурет - Жылу алмастырғыштың схемалық диаграммасы



1.3 Сурет - Жылу алмастырғыштың құрылымдық схемасы

G_1^0, G_2^0, θ_2^0 арқылы кіріс және шығыс координаттарының берілген мәндерін белгілейміз және функцияны G_1^0, G_2^0, θ_2^0 кіші аймағында Тейлор қатарына таратамыз, бұл 3 – формулада көрсетілген:

$$\theta = \theta^0 + \left(\frac{\partial \theta}{\partial G_1}\right)^0 (G_1 - G_1^0) + \left(\frac{\partial \theta}{\partial G_2}\right)^0 (G_2 - G_2^0) + \left(\frac{\partial \theta}{\partial \theta_2}\right)^0 (\theta_2 - \theta_2^0) \quad (3)$$

Мұндағы,

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial \theta}{\partial G_1}\right)^0 &= \frac{G_2^0 c_{p1} c_{p2} (\theta_1^0 - \theta_2^0)}{(G_1^0 c_{p1} + G_2^0 c_{p2})^2}; \\ \left(\frac{\partial \theta}{\partial G_2}\right)^0 &= \frac{G_1^0 c_{p1} c_{p2} (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{(G_1^0 c_{p1} + G_2^0 c_{p2})^2}; \\ \left(\frac{\partial \theta}{\partial \theta_2}\right)^0 &= \frac{G_2^0 c_{p2}}{G_1^0 c_{p1} + G_2^0 c_{p2}}. \end{aligned} \quad (4)$$

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial G_1}\right)^0 = \frac{G_2^0 c_{p1} c_{p2} (\theta_1^0 - \theta_2^0)}{(G_1^0 c_{p1} + G_2^0 c_{p2})^2};$$

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial G_2}\right)^0 = \frac{G_1^0 c_{p1} c_{p2} (\theta_2^0 - \theta_1^0)}{(G_1^0 c_{p1} + G_2^0 c_{p2})^2};$$

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial \theta_2}\right)^0 = \frac{G_2^0 c_{p2}}{G_1^0 c_{p1} + G_2^0 c_{p2}}.$$

$y = \theta - \theta^0, x_p = G_1 - G_1^0, x_{B1} = G_2 - G_2^0, x_{B2} = \theta_2 - \theta_2^0$ ауытқуларына ауыса отырып, статикалық сипаттаманың теңдеуін 5- формуладағы түрде аламыз:

$$y = k_p x_p + k_1 x_{B1} + k_2 x_{B2} \quad (5)$$

мұндағы $k_p = \left(\frac{\partial \theta}{\partial G_1}\right)^0; k_1 = \left(\frac{\partial \theta}{\partial G_2}\right)^0; k_2 = \left(\frac{\partial \theta}{\partial \theta_2}\right)^0.$

Тәуелділіктерді талдау тәжірибеде байқалған әдеттегі бұзылулармен қатар, сызықтық қателік айтарлықтай болуы мүмкін екенін көрсетеді. Мысалы, G_2 шығысының берілген кірістермен салыстырғанда 30%-ға артуымен k_p кіріс коэффициенті G_1 және G_2 шығыстарының арақатынасына байланысты есептіден 5-20% - ға, ал k_1 -25-40% - ға өзгеруі мүмкін. Қатынасты тұрақтандыру $G_1 / G_2 = \gamma^0$ осы сызықтық емес әсерді азайтуға мүмкіндік береді, өйткені, 6 – формулада көрсетілгендей,

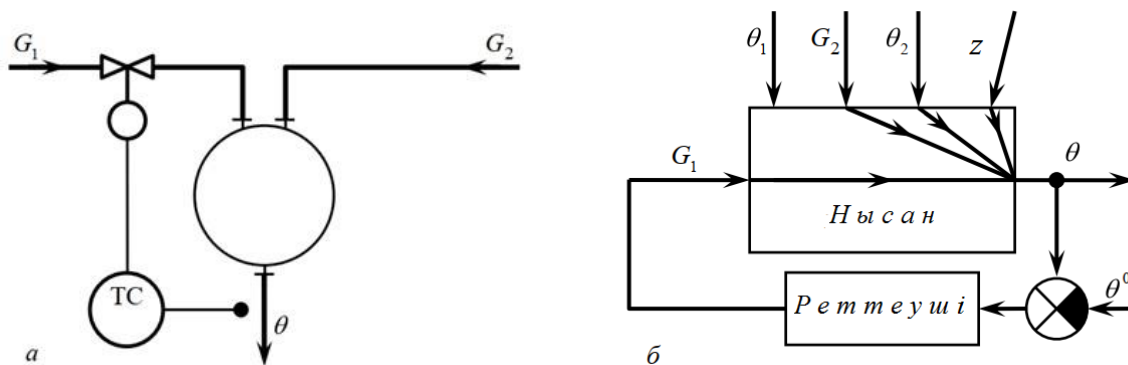
$$\theta = \frac{\theta_1^0 c_{p1}}{c_{p1} + \frac{G_2}{G_1} c_{p2}} + \frac{\theta_2^0 c_{p2}}{\frac{G_2}{G_1} c_{p1} + c_{p2}} = \frac{\theta_1^0 c_{p1}}{c_{p1} + \frac{1}{\gamma^0} c_{p2}} + \frac{\theta_2^0 c_{p2}}{\gamma^0 c_{p1} + c_{p2}} \quad (6)$$

Сонымен қатар, G_2 -ден басқа бұзылулар болмаған кезде шығыс температурасының тұрақтылығы қамтамасыз етіледі.

G_2 -ден басқа бұзылудың басқа көздерінің болуы γ^0 түзету енгізуді қажет етеді, мысалы, θ шығыс температурасының мәніне байланысты.

Араластыру жылу алмастырғыштарын автоматтандыру жүйелерінің нұсқаларын қарастырып, реттеу процестерінің сапасына салыстырмалы талдау жасаймыз.

1 нұсқа. θ қоспасының шығыс температурасын тұрақтандыру мәселесі Бір тізбекті жабық реттеу жүйесін қолдану арқылы шешіледі, онда реттеуші әсер G_1 шығыны болып табылады, 1.4 суретте көрсетілген. Интегралды компоненті бар реттеуші және реттеу Заңын (ПИ - немесе ПИД-реттегіш) пайдалану белгіленген θ мәнін белгіленген режимде ұстап тұруға кепілдік береді, алайда реттеу арнасының үлкен инерциясымен және күшті көтерілістермен өтпелі процестің сапасы қанағаттанарлықсыз болуы мүмкін.



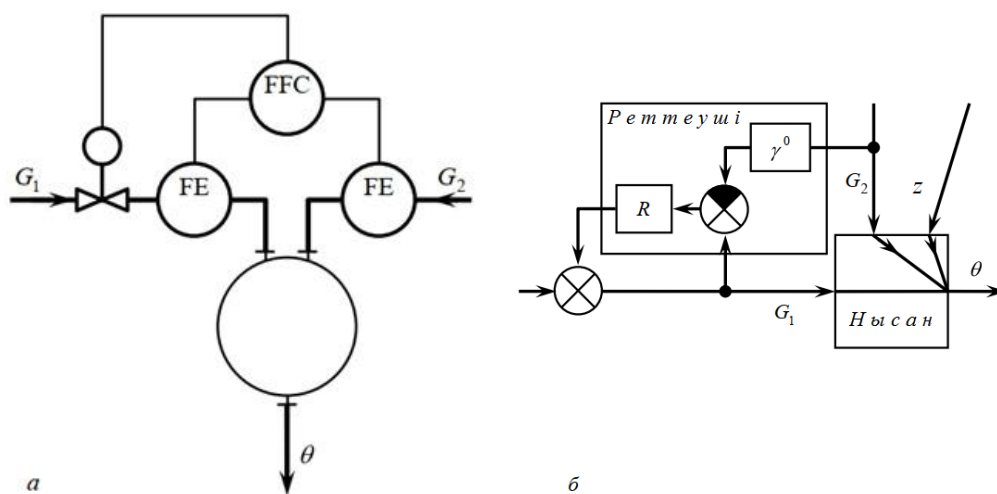
1.4 Сурет - Араластыру жылу алмастырғышындағы жабық бір тізбекті АРЖ температурасының функционалды (а) және құрылымдық (б) схемалары

2-нұсқа G_1 және G_2 шығындарының арақатынасын реттеу жүйесін қамтиды, бұл 1.5 суретте көрсетілген.

Бұл ашық реттеу жүйесі, G_2 шығыны бойынша бұзылуларға θ қоспасының реттелетін температурасының өзгермейтіндігін қамтамасыз ету мүмкіндігі, алайда кез келген басқа бұзылыс болған кезде θ берілгенге тең болмайды.

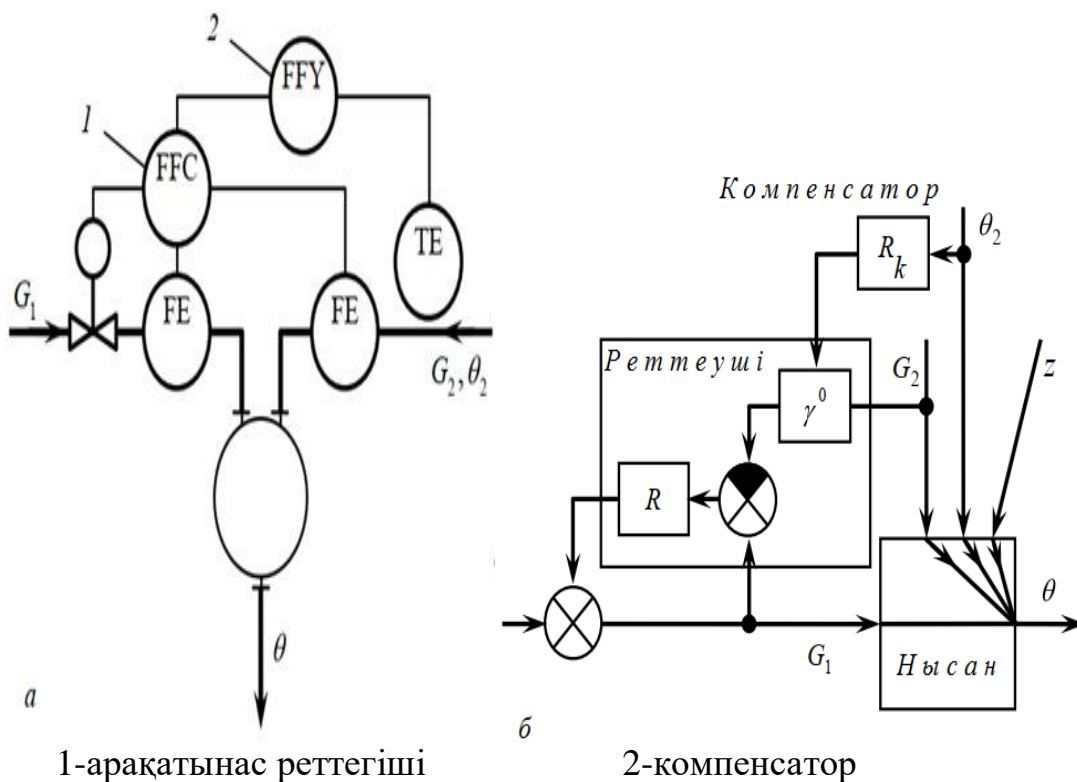
3 нұсқа 1.6 суретте көрсетілгендей, θ_2 -дегі бұзылыстың компенсаторымен ерекшеленеді. Осылайша, бұл реттеу жүйесі Шығыс температурасының G_2 және θ_2 екі негізгі бұзылуынан тәуелсіздігін қамтамасыз ете алады. Алайда, басқа бұзылулар болған кезде (мысалы, қоршаған ортаға жылу жоғалтудың өзгеруі) температура берілгеннен ауытқиды.

4 және 5 нұсқалары негізгі бұзылулардың орнын толтыруды қамтамасыз ететін және реттелетін координат бойынша кері байланыс енгізілетін біріктірілген АСР түрлері болып табылады.



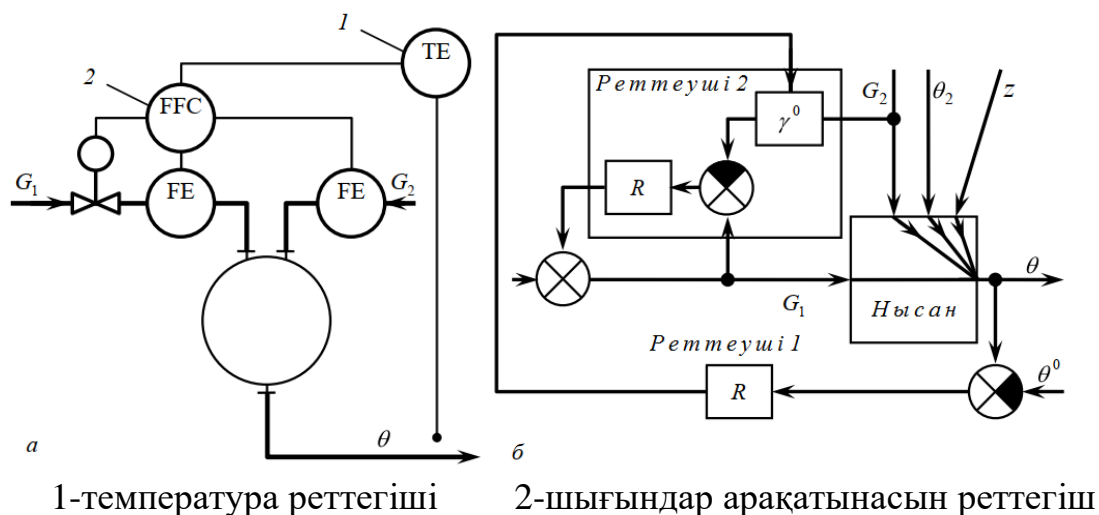
1.5 Сурет - Араластыру жылу алмастырғышындағы ашық Бір тізбекті АСР температурасының функционалды (а) және құрылымдық (б) схемалары

4 нұсқа - G_1 және G_2 шығындарының арақатынасын қоспаның шығыс температурасы бойынша коэффициентті түзетумен реттеу жүйесі θ , 1.7 суретте көрсетілген, яғни екі каскадты АРЖ. Негізгі (сыртқы) реттеуші – 1 температура реттегіші, ал көмекші (ішкі) - G_2 шығысы бойынша бұзылудың өтемақысын жүзеге асыратын 2 арақатынас реттегіші болып табылады.



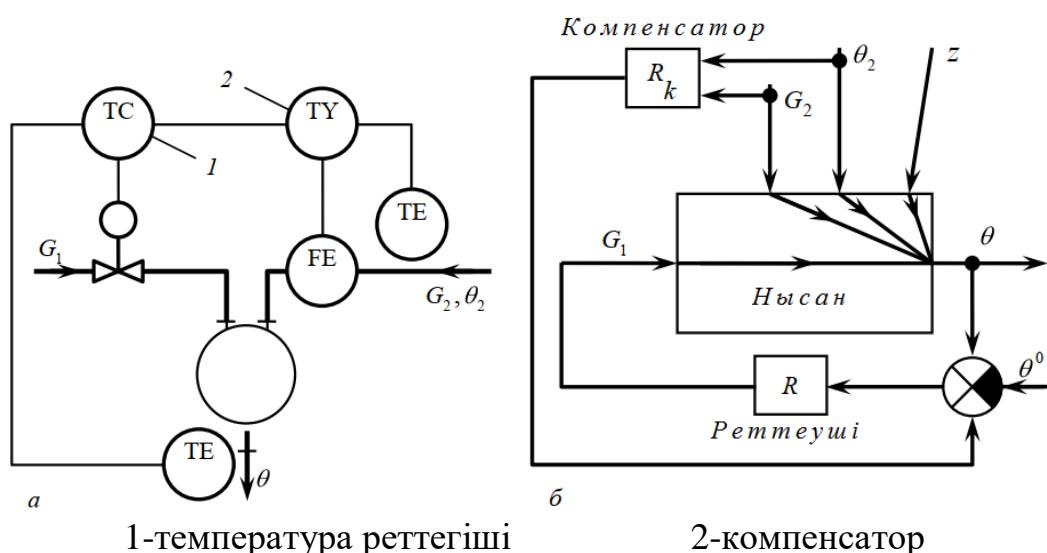
1.6 Сурет - Екі бұзылыстың орнын толтырумен араластыру жылу алмастырғышындағы ашық АРЖ температурасының функционалдық (а) және құрылымдық (б) схемала

5 нұсқа - G_2 және θ_2 екі бұзылысы бойынша түзетумен қоспаның температурасын реттеу жүйесі, яғни біріктірілген АСР. 1.8 суретте көрсетілген динамикалық компенсатор 2 бұл жағдайда екінші ағынның температурасы мен шығысына байланысты 1-реттеушінің шығыс температурасы бойынша тапсырмаға түзетуші түзетуді есептеуге арналған есептеу құрылғысы болуы тиіс.



1.7 Сурет - Араластыру жылу алмастырғышындағы каскадты АСР температурасының функционалдык (а) және құрылымдык (б) схемалары

Автоматтандыру жүйелерінің қарастырылған мысалдарының ішінен соңғы екі нұсқа реттеудің ең жақсы сапасын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, жүйелерді аспаптық іске асыру жағдайында сериялық өнеркәсіптік реттегіштерде оңай орындалатын төртінші нұсқаға артықшылық беріледі. ЦВМ немесе микропроцессорлық техниканы пайдалану кезінде осы жүйелердің кез-келгенін іске асыру қиын емес.



1.8 Сурет - Аралас жылу алмастырғыштағы температураның функционалды (а) және құрылымдык (б) схемалары

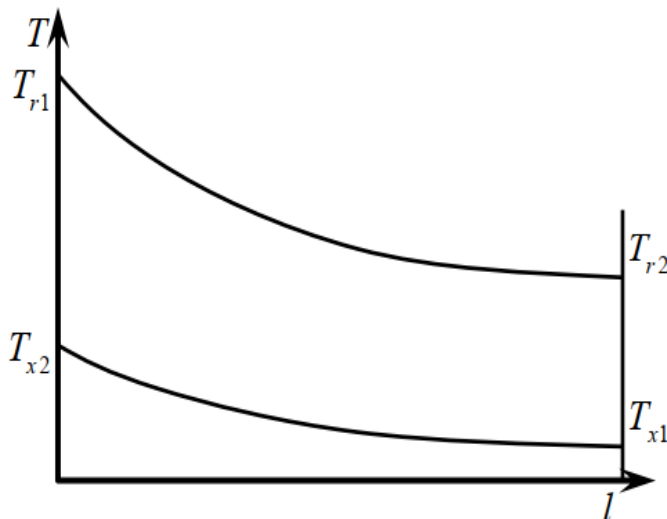
1.2 Жер үсті жылу алмастырғыштарын реттеу

Жер үсті жылу алмастырғыштарын реттеу жылу алмастырғыштан шыққан кезде салқындатқыштардың бірінің температурасының тұрақтылығын сақтау болып табылады, мысалы, T_{x2} .

T_{x2} температурасы қабырға арқылы жылу беру жылдамдығына немесе q жылу ағынына байланысты; өз кезегінде бұл температура процестің қозғаушы күшімен немесе ΔT_{op} орташа температуралық қысымымен анықталады. ΔT_{op} мәні температураның логарифмдік айырмашылығы болып табылады, бұл 7-формулаға сәйкес:

$$\Delta T_{op} = \frac{(T_{r1} - T_{x2}) - (T_{r2} - T_{x1})}{\ln \frac{T_{r1} - T_{x2}}{T_{r2} - T_{x1}}} \quad (7)$$

ΔT_{op} шамасы жылу алмастырғыштың кірісі мен шығысындағы салқындатқыштардың температуралық мәндеріне, атап айтқанда T_{x2} температурасына байланысты. T_{x2} жоғарылаған сайын процестің қозғаушы күші азаяды және керісінше. Бұл жер бетіндегі жылу алмастырғыштардың өзін-өзі тегістеу қасиеті бар екенін көрсетеді, оның графигін 1.10 суреттен көруге болады.



1.10 Сурет - Салқындатқыштар температурасының өзгеру графигі

Егер қатынас 8-формулаға сәйкес болса,

$$\left(\frac{T_{r1} - T_{x2}}{T_{r2} - T_{x1}}\right) < 4 \quad (8)$$

Онда 9 – формулада көрсетілгендей, инженерлік есептеулердегі процестің қозғаушы күшін температураның орташа арифметикалық айырмашылығымен анықтауға болады:

$$\Delta T_{op} = \frac{(T_{r1} - T_{x2}) - (T_{r2} - T_{x1})}{2} \quad (9)$$

Мұндай ауыстырудың қателігі 10% - дан аспайды.

Бұл жағдайда жылу алмастырғыштың негізгі теңдеуі 10 – формулаға сәйкес болады.

$$q = KA \frac{q = KA \Delta T_{op}}{(T_{r1} - T_{x2}) - (T_{r2} - T_{x1})} \quad (10)$$

мұндағы K -қабырғаның жылу беру коэффициенті; A -жылу алмастырғыштың беті.

Біз T_{x2} шығысындағы суық салқындатқыштың температурасы мен салқындатқыштардың массалық шығысы мен жылу алмасатын сұйықтықтар агрегаттық күйін өзгертпеген жағдайда байланыс орнатамыз.

Қабырға арқылы q жылу ағыны 11-формауладағы екі баланстық теңдеумен өрнектеледі:

$$\begin{aligned} q &= c_r F_{MГ} (T_{r1} - T_{r2}); \\ q &= c_x F_{MХ} (T_{x1} - T_{x2}), \end{aligned} \quad (11)$$

мұндағы c_r және c_x - салқындатқыштардың меншікті жылу сыйымдылығы, $F_{MГ}$ және $F_{MХ}$ - олардың массалық шығындары.

Осы теңдеулерден біз T_{x2} және T_{r2} температураларын тауып, оларды 12 - теңдеуге ауыстырамыз.

$$q = \frac{KA}{2} \left\{ T_{r1} - \left[T_{x1} + \frac{q}{c_x F_{MХ}} \right] + \left[T_{r1} - \frac{q}{c_r F_{MГ}} \right] - T_{x1} \right\} \quad (12)$$

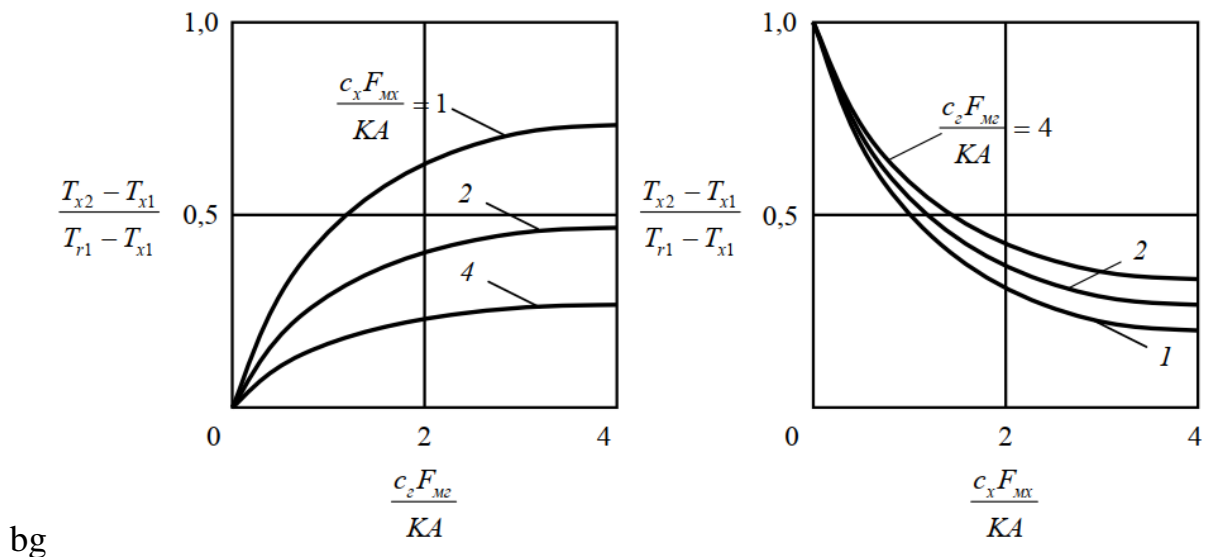
Соңғы теңдіктен біз жылу ағынын анықтаймыз

$$q = \frac{T_{r1} - T_{x1}}{\frac{1}{KA} + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{c_x F_{mx}} + \frac{1}{c_r F_{mг}} \right)} \quad (13)$$

Теңдікті 12 және 13 формулаға бөлу арқылы біз қажетті салыстырмалы температураның процестің басқа шамаларына тәуелділігін аламыз.

$$\frac{T_{x2} - T_{x1}}{T_{r1} - T_{x1}} = \frac{1}{\frac{c_x F_{mx}}{KA} + \frac{1}{2} \left(1 + \frac{c_x F_{mx}}{c_r F_{mг}} \right)} \quad (14)$$

Қисық сызық түрінде алынған тәуелділік 1.11 суретте көрсетілген, мұнда салқындатқыштардың жаппай шығындарының T_{x2} температурасына әсері көрсетілген.



1.11 Сурет - T_{x2} жылу алмастырғышының шығысындағы температураның суық (х) және ыстық (г) салқындатқыштардың жаппай шығындарына тәуелділігі

Осы тәуелділіктерден T_{x2} температурасы $F_{mг}$ және F_{mx} -ге байланысты болады. Қыздырылған өнімнің ағыны объектінің жүктемесі болғандықтан, t_{x2} температурасының тұрақтылығын сақтау үшін суретте көрсетілген реттеу схемасын ұсынуға болады. 41, а, жылу алмастырғыштан шығатын өнімнің температурасы басқа $F_{mг}$ салқындатқышының ағынына әсер ету арқылы реттеледі.

Алайда тәуелділіктерден T_{x2} температурасы ыстық салқындатқыштың ағынына қарағанда суық салқындатқыштың жүктемесіне сезімтал болады.

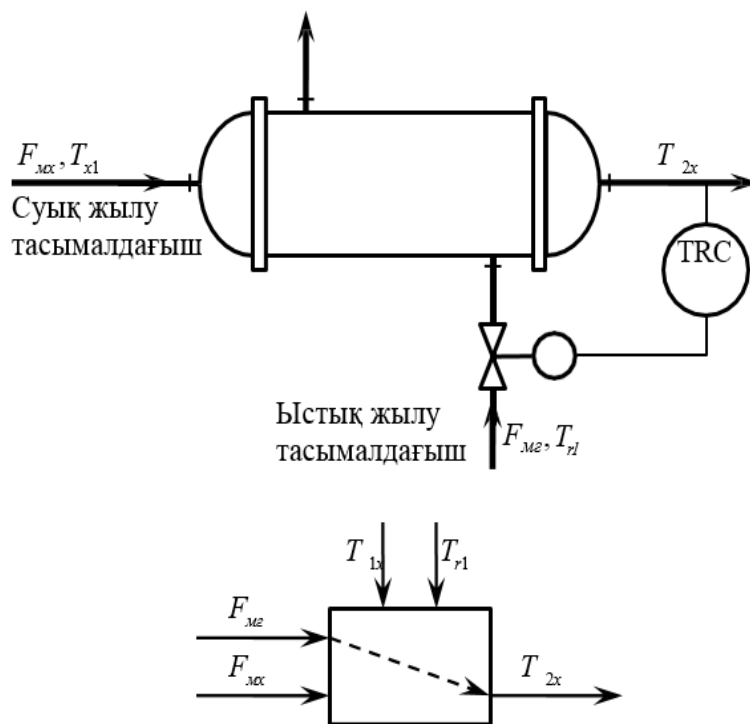
Осыған байланысты жылу алмастырғыштарды салқындатқыштардың шығындарының өзгеруінің кең диапазонында сапалы реттеу қиынға соғады және дифференциалды компоненті бар реттегіштер қажет.

Егер технология шарттары бойынша жылу тасымалдағыштар ағынын өзгертуге жол берілмесе, онда жылу алмастырғыштан шығатын өнімнің температурасын өнімнің бір бөлігін байпасақтау және оның шығынын өзгерту жолымен реттейді. Бұл жағдайда басқару клапаны айналмалы сызыққа орнатылады. Мұндай схемалар, мысалы, шикізатты жылыту үшін ыстық аралық немесе соңғы өнімдердің жылуын пайдалану кезінде қолданылады. Айта кету керек, салқындатқыштардың бірін айналып өту жылу алмастырғыштың бетін біршама ұлғайтуды және дроссельге қарағанда жылыту агентінің (өнімді салқындату немесе қызып кету үшін) көбірек шығынын қажет етеді. Алайда, жылу алмастырғышты реттеу тізбегінен алып тастау және объектінің кешеуілдеу уақытын азайту нәтижесінде реттеу жүйесінің динамикалық сипаттамалары жақсарады.

Салқындатқыштардың агрегаттық күйі өзгерген кезде олардың жылу алмастырғыштағы температурасы іс жүзінде өзгермейді және q жылу беру жылдамдығын 15 - теңдік арқылы анықтауға болады.

$$q = rF_m \quad (15)$$

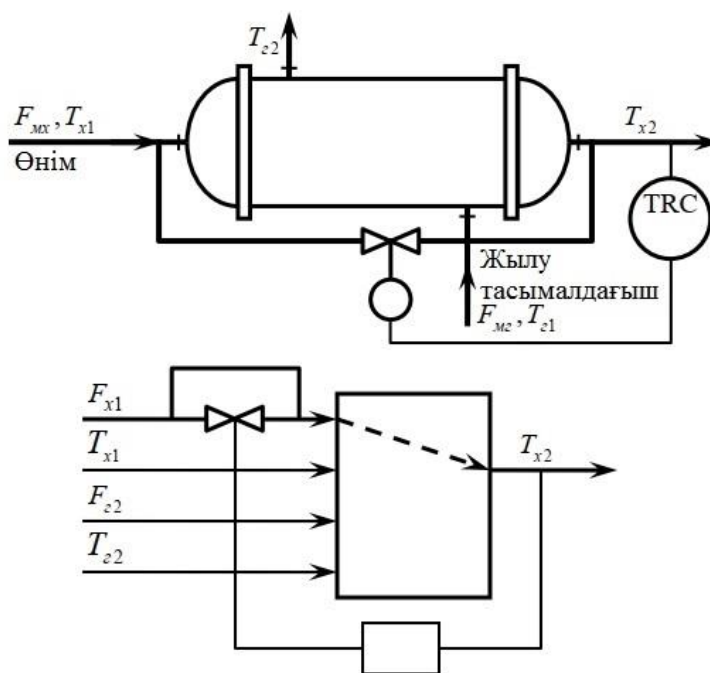
мұндағы r - фазалық ауысудың жылуы; F_m - ортаның массалық шығыны. 1.12 суретте олардың жұмыс сұлбасы көрсетілген.



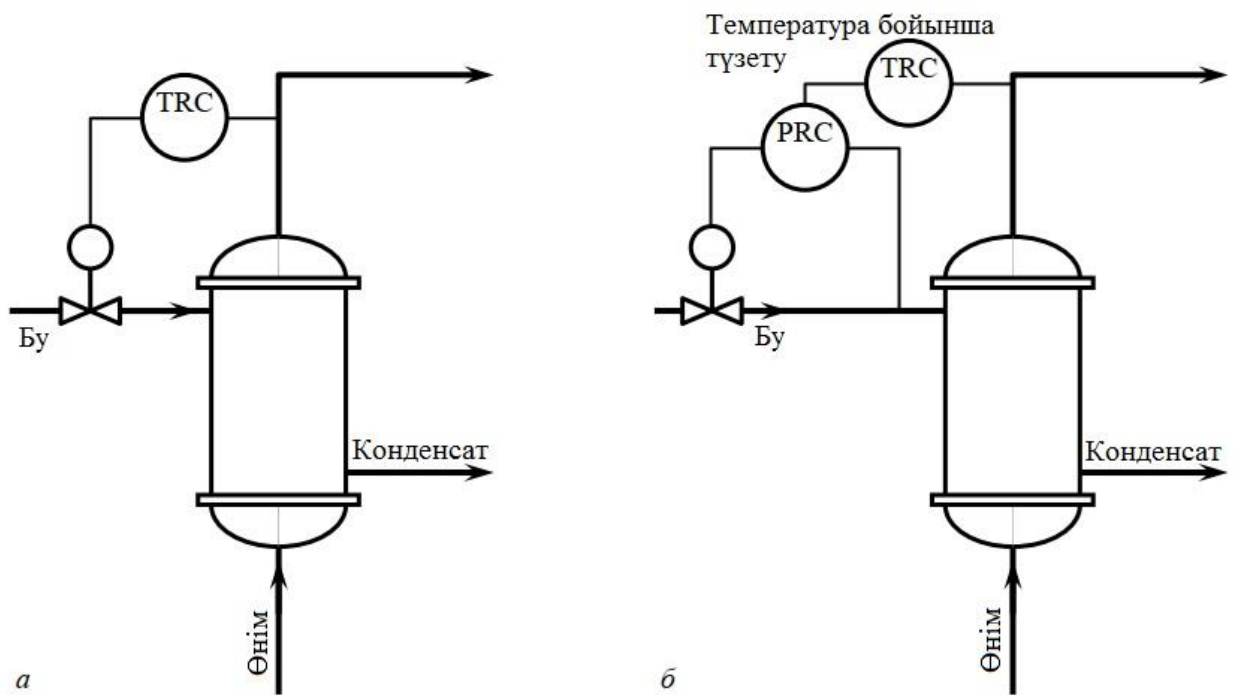
1.12 Сурет - Ыстық салқындатқыштың ағынына әсер ететін беттік жылу алмастырғышты реттеу схемасы

Егер су буы жылыту агенті ретінде пайдаланылса, онда технологиялық өнімнің температурасы әдетте бу беруді өзгерту арқылы реттеледі. Бу қысымының айтарлықтай ауытқуы кезінде қыздырылған өнімнің температурасы бойынша түзетумен бу қысымын реттеудің каскадты жүйесі қолданылады.

1.13 суретте көрсетілгендей, конденсатты бұру желісіне орнатылған клапанмен жылу алмастырғыштан шыққан кезде өнімнің температурасының тұрақтылығын сақтау арқылы жылу беру жылдамдығын реттеуге болады. Бұл жылу алмастырғышты конденсатпен ішінара алмастыруға әкеледі, бұл өз кезегінде жылу алмастырғыштың берілу коэффициентінің жалпы мәніне, демек жылу беру жылдамдығына әсер етеді. Мұндай жүйе бу сызығындағы клапаны бар жүйеге қарағанда баяу әрекет етеді, оны жүктеме кезінде кенеттен бұзылулар болмаған кезде ғана қолдану ұсынылады. Бірақ сонымен бірге бұл су буының жылуын жақсырақ пайдалануға мүмкіндік береді, өйткені бу өткізгіште қосымша гидравликалық кедергілердің болмауына байланысты оның қысымы мен температурасы жоғарырақ, ал шығарылған конденсат бу конденсациясының температурасынан сәл төмен температураны алады. Бұл жылу алмастырғыштың тиімділігін 5-7% арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, конденсатты бұру желісіне орнатылған клапан мөлшері жылыту буының беру желісіне орнатылғаннан аз болады.

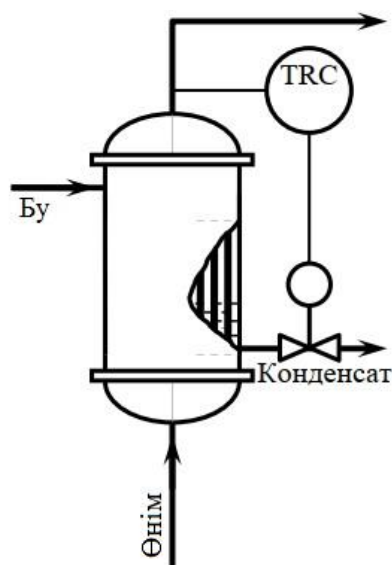


1.13 Сурет - Суық салқындатқышты (өнімді) айналып өту арқылы беттік жылу алмастырғышты реттеу схемасы



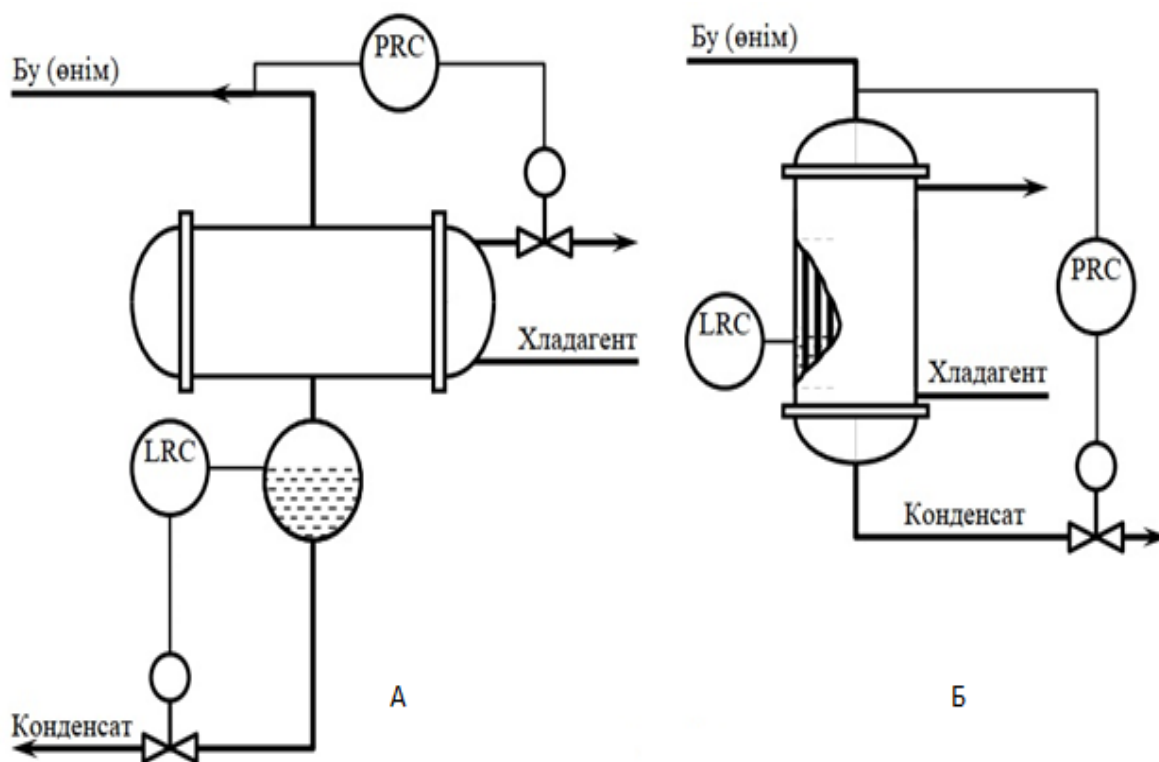
1.14 Сурет - *a*-жылыту уақытын тұтынуға әсер ететін жылу алмастырғыштың жұмысын реттеу схемасы; *б*-өнімнің температурасын реттеудің каскадты жүйесі

Технологиялық өнімнің конденсация процесін осы өнімнің конденсация температурасымен сипаттауға болады. Конденсатордың жүктемесі болып табылатын бу шығынына әсер ете отырып, осы шамаларды тікелей реттеу мүмкін емес.



1.15 Сурет - Конденсатты тұтынуға әсер ету арқылы жылу алмастырғыштың жұмысын реттеу схемасы.

Бұл жағдайда салқындатқыштың немесе конденсаттың ағынына әсер ететін технологиялық өнімнің бу қысымының тұрақтылығын қамтамасыз ететін схемалар кеңінен қолданылады, өйткені қысымды басқару тізбектері өте динамикалық. Конденсатты шығару арқылы деңгейді реттеу, 1.16а суретте көрсетілгендей, конденсатордың материалдық теңгерімінің сақталуын қамтамасыз етеді. Салқындатқышты тұтыну арқылы объектінің жылу жүктемесін бағалауға болады. Өнімнің конденсатын тұтынудың өзгеруі 1.16 б суретте көрсетілгендей, конденсаторды сұйықтықпен ішінара толтырудың арқасында жылу алмасу бетінің өзгеруін анықтайды. Соңғысы, конденсация кезінде булардың берілу коэффициенттері конденсатты салқындатуға қарағанда едәуір жоғары болғандықтан, жылу беру жылдамдығының өзгеруіне әкеледі. Нысанның жылу жүктемесі конденсат деңгейінің ағымдағы мәні бойынша анықталады.

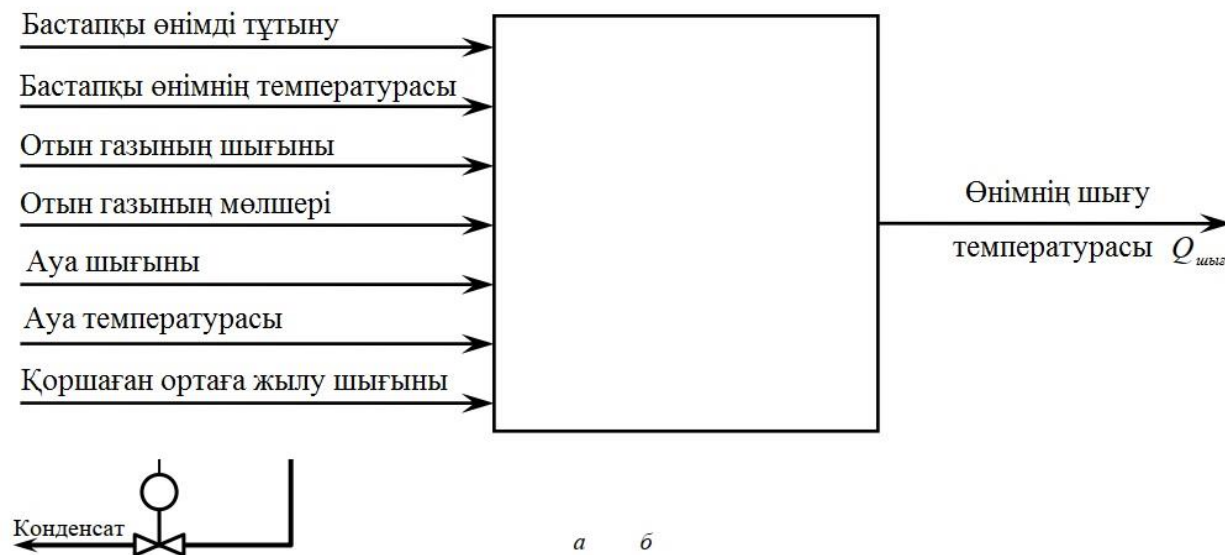


1.16 Сурет - Хладагент (А) және конденсат (Б) шығыстарына әсер ету жолымен конденсаторлар жұмысын реттеу схемалары

1.3 Құбырлы пештерді автоматтандыру

Құбырлы пештің катушқасы арқылы сорылатын өнім жану кезінде пайда болатын жылу әсерінен қызады.

Құбырлы пештерді реттеудің мақсаты-пештің шығысындағы өнімнің температурасының тұрақтылығын сақтау, бұл процесстің сұлбасы 1.17 суретте көрсетілген.



1.17 Сурет - Құбырлы пештерді реттеудің құрылымдық схемасы

Нысанның ауытқулары мыналар болып табылады:

- бастапқы өнімнің шығыны мен температурасы.
- отынның жылу шығару қабілеті.
- отынды жағу үшін берілетін ауаның мөлшері мен температурасы.
- қоршаған ортаға жылу шығыны.

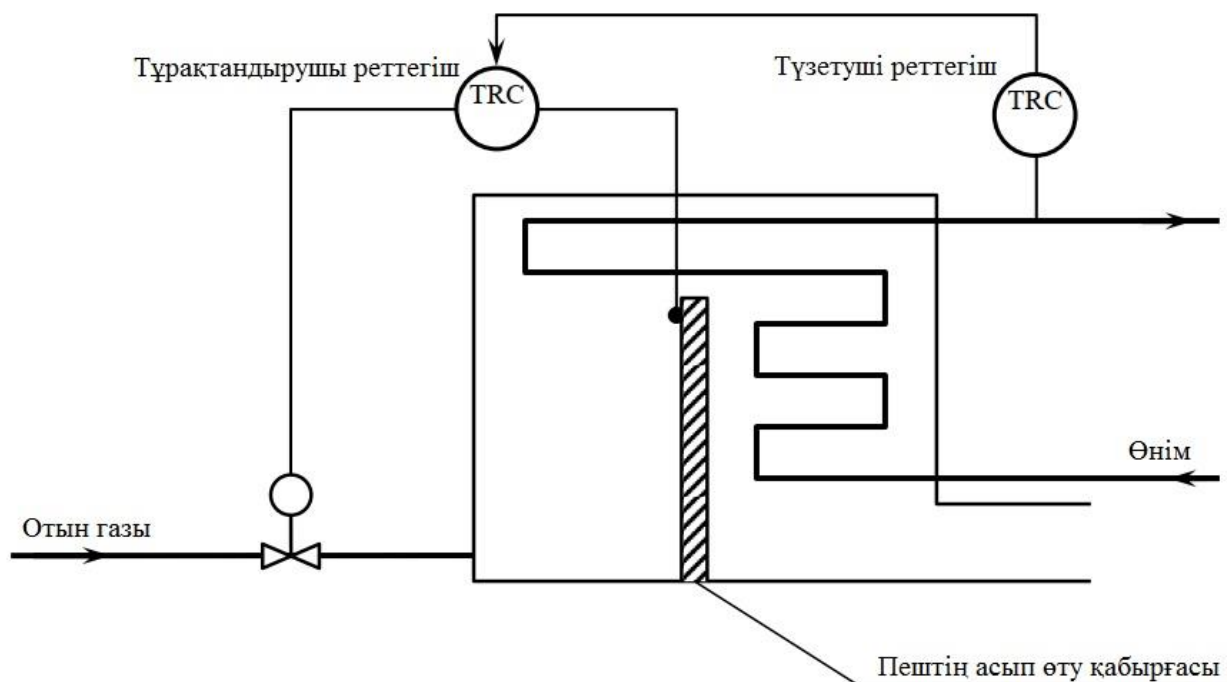
Бұл бұзылуларды пешке отын беруді басқаратын пештің шығысындағы өнімнің температурасын АРЖ көмегімен өтуге болады. Алайда, құбырлы пештер түтін газдарынан жылуды катушқаның қабырғасы арқылы катушқадан өтетін өнімге кешіктіреді. Сонымен қатар, «отын шығыны - шығудағы өнімнің температурасы» арнасы бойынша өтпелі процесс бірнеше сағатқа созылады. Сондықтан, бір тізбекті АРЖ қолданған кезде динамикалық қате және реттеу уақыты Үлкен мәндерге жетеді.

Сонымен қатар, асу қабырғасындағы газдардың температурасы пештің жұмыс режимінің өзгеруіне тез әсер етеді, бұл жану үшін берілетін отын газының мөлшерінің өзгеруіне байланысты.

Сондықтан пештің шығысындағы өнімнің температурасын реттеу сапасын едәуір жақсартуға каскадты реттеу схемасын, суретті қолдану арқылы қол жеткізуге болады. 1.18 суреттегі пештің шығысындағы өнімнің температура реттегішінен (түзету реттегіші) тұрады, ол пешке отын жеткізуді басқаратын ауыстырып тиеу қабырғасындағы газ температурасын реттегіштің

(тұрақтандырғыш реттегіш) жұмысына әсер етеді. Тұрақтандырушы реттегіш өнімнің температурасының өзгеруіне әкелмес бұрын отынның жану процесіне әсер ететін пайда болатын бұзылулардың орнын толтыра бастайды.

Қыздырылатын өнімнің шығыны бойынша пештің шамадан тыс жүктемесі күрт өзгерген кезде және отын шығыны бойынша ауытқу болған кезде жоғарыда сипатталған каскадты реттеу схемасы да қолданылады, оның тұрақтандырғыш реттегіші өнім мен отын шығыстарының арақатынасын реттегішке әсер етеді. 1.19 суретте көрсетілген жағдайда арақатынас реттегіші пешке, күрішке отын жеткізуді басқарады.

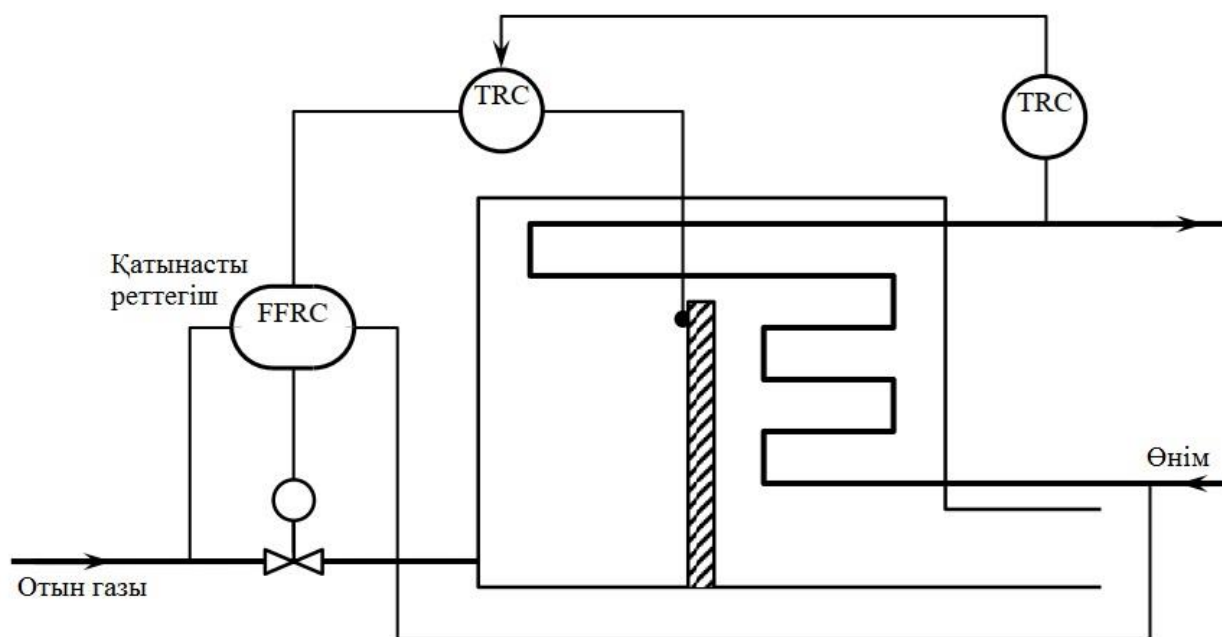


1.18 Сурет - Құбырлы пештегі процесті байланысты реттеу схемасы

Бастапқы ауаны мәжбүрлеп беру кезінде оның оңтайлы шығыны, онда оттықтағы температура максималды мәнді жану процесінің қарқындылығын анықтайтын артық ауа коэффициентінің берілген мәнін қамтамасыз ететін отын газы - ауа қатынасын реттеу арқылы қамтамасыз етеді.

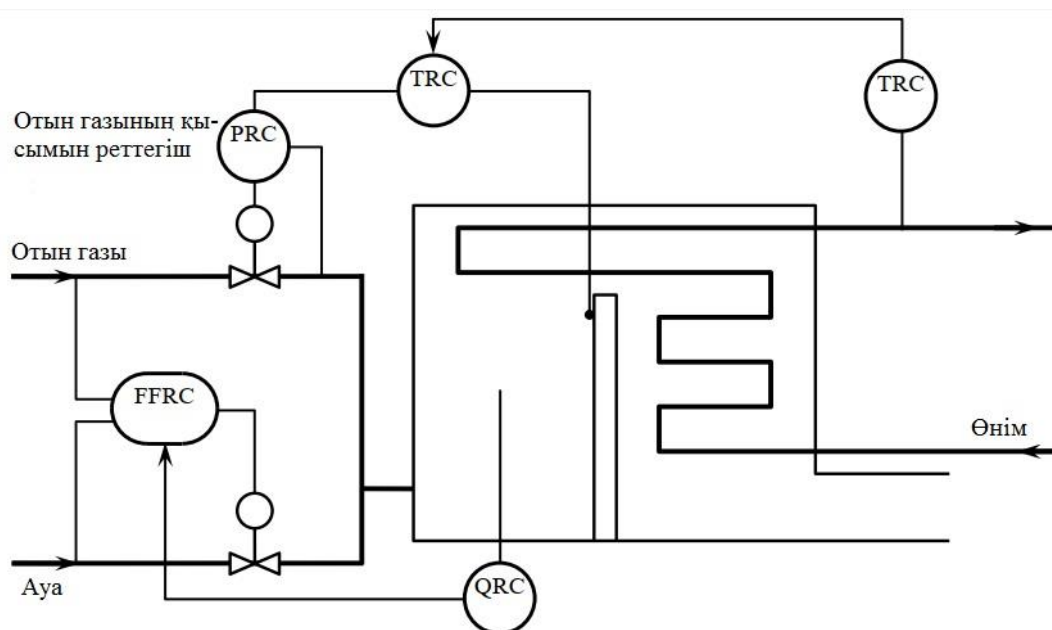
Егер бұл жағдайда отынның калориялық мәні айтарлықтай өзгерсе, онда жану газдарындағы оттегінің тұрақтандыру реттегішінен түзету сигналы арақатынас реттегішіне жіберіледі. Бұл жанармайдың толық жануын және реттеудің жоғары сапасын қамтамасыз етеді.

Құбырлы пештердің жұмыс режимінің қатты бұзылуы оның қысымының өзгеруі болып табылады. Бұл өзгеріс пештің шығысындағы өнімнің температурасын АРЖ-не енгізу арқылы өтеледі, ол пештегі температура реттегішінен берілген қосымша қысым реттегіші болып табылады.



1.19 Сурет - «Отын газы – өнім» арақатынасын реттегіші бар құбырлы пешті реттеудің каскадты схемасы

Мұндай жүйелер отын газының шығынын сапалы реттеуді қамтамасыз етеді, өйткені газ шығыны көбінесе оның қысымына байланысты.

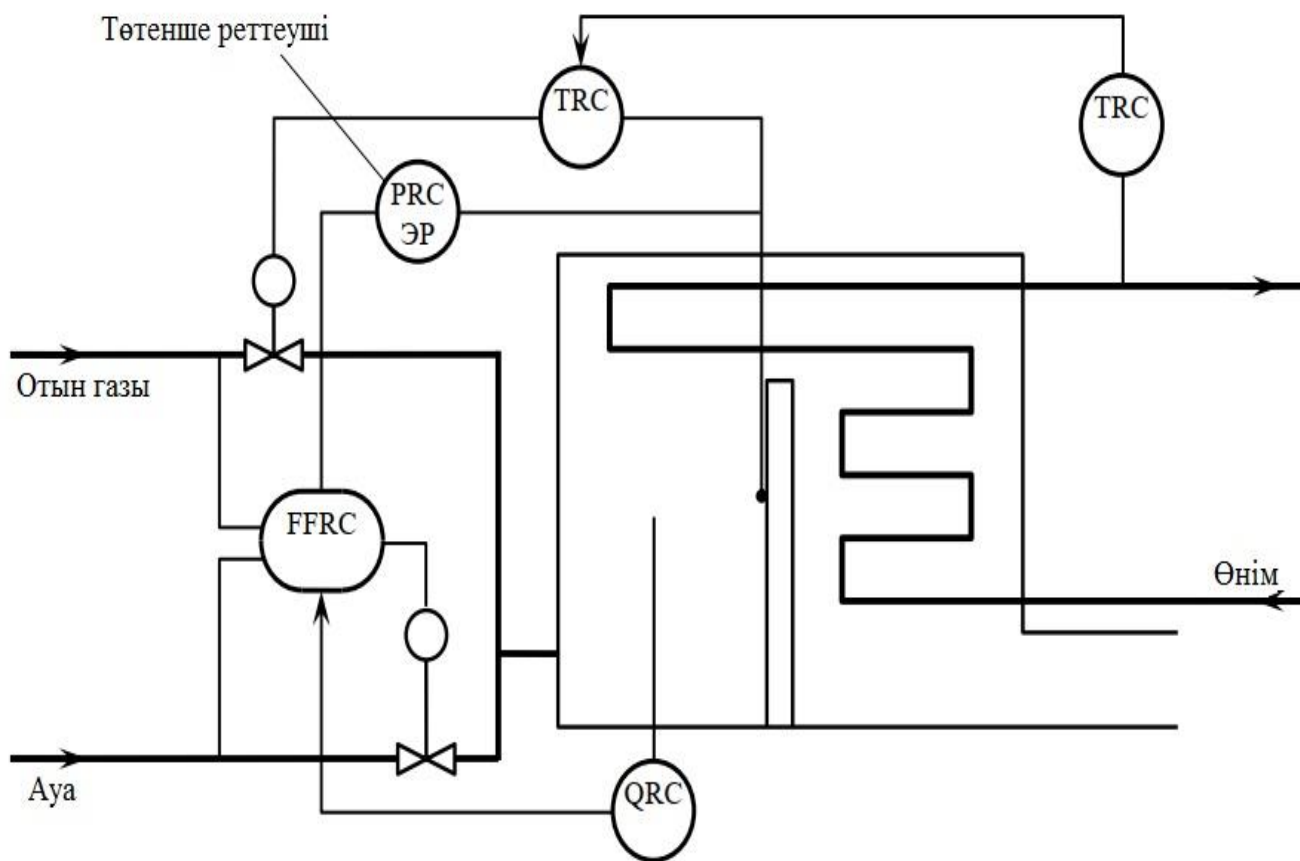


1.20 Сурет - «Отын газы – ауа» арақатынасының реттегішімен және жану газдарындағы оттегінің құрамын түзетумен шығатын өнімнің температурасын реттеудің каскадты схемасы

Пештегі температураның "отын-ауа" қатынасына тәуелділігі өте жоғары болғандықтан, құбырлы пештерді автоматтандыру кезінде экстремалды реттеу жүйелері қолданылады.

1.21 суреттегі төтенше реттегіш бастапқы ауаның жеткізілуін басқаратын "отын газы - ауа" арақатынасының реттегішіне әсер ете отырып, алдыңғы қабырғадан жоғары түтін газдарының температурасының максималды мәндерін іздейді.

«Отын газы-ауа» қатынасын реттеу кезінде қауіпсіздік шараларын қамтамасыз ету қажет, өйткені оттықта ауа жетіспеген кезде жарылғыш қоспасы пайда болуы мүмкін. Отын шығынын шектеуді, бұл шығыс ауа ағынының ағымдағы мәніне сәйкес келетін ең жоғары рұқсат етілген мәннен ешқашан аспайтындай етіп қарастырған жөн. Белгілі бір мәнге қатысты ауа шығыны азайған кезде, пешке отын беруді автоматты түрде азайту қажет.



1.21 Сурет - Газ ауа қатынасын түзететін экстремалды реттегіші бар пештегі өнімнің температурасын реттеу схемасы.

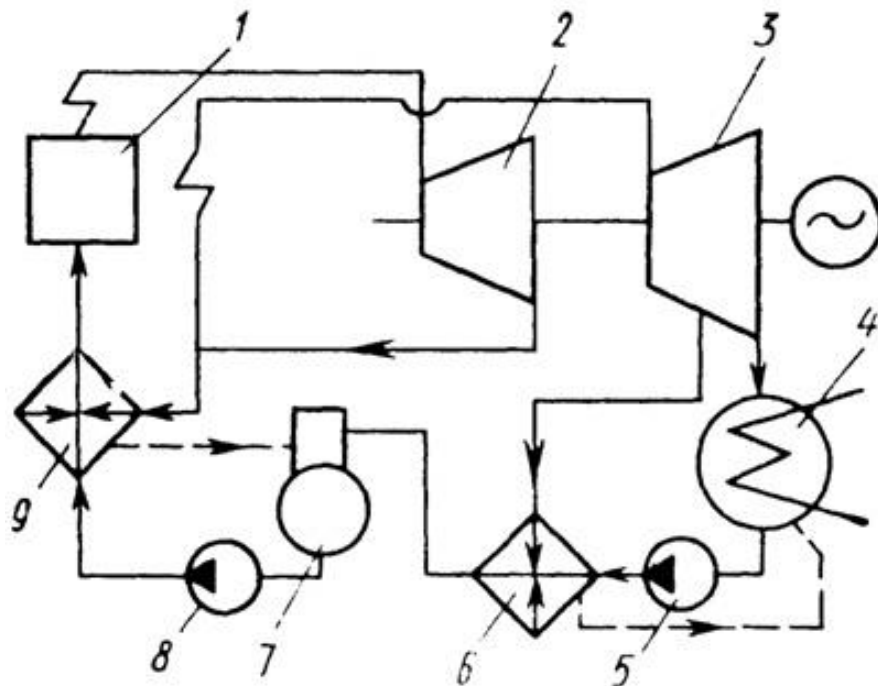
2 Бағдарламалық бөлімі

2.1 Функционалдық және принципіалдық сұлбасын әзірлеу

Станцияның негізгі жылу схемасы энергетикалық қондырғылардың термодинамикалық циклдеріне сәйкес жасалады және орнатылған жабдықтың жұмыс денелерінің негізгі параметрлері мен шығындарын таңдауға және оңтайландыруға қызмет етеді. Қазіргі заманғы жылу электр станциясындағы жылу процестері болып табылатын күрделі техникалық жүйенің мысалы тек бір блоктың негізгі жабдықтарының тізбесі бола алады, яғни олар: жұмыс денесінің генераторы (бу қазандығы немесе бу генераторы бар ядролық реактор); бу турбины; конденсациялық құрылғы; қоректік суды регенеративті жылыту жүйесі; қайталама салқындату жүйесі; тұтынушыларға жылу беруге арналған бойлерлік қондырғылар; отын дайындау жүйесі; қоректік, желілік, циркуляциялық және конденсатты сорғылар; түтін сорғыштар; ауа үрлегіш машиналар және т. б.

Бір жылу процесін қамтамасыз ету үшін, әдетте, осындай 4-6 блок қажет. Принципті жылу схемасында қайталанатын және резервтік агрегаттарсыз тек негізгі элементтер көрсетіледі.

2.1 суретте жұмыста қарастырылатын технологиялық процестің принципіалдық сұлбасы келтірілген.



2.1 Сурет - Принципіалдық жылулық сұлбасы

Сұлбада көрсетілген элементтер келесі объектілерді құрайды: 1-казандық; 2, 3-жоғары және төмен қысымды турбиналық цилиндрлер; 4-конденсатор; 5-конденсатты сорғы; 6-регенеративті төмен қысымды жылытқыш; 7-ауасыздандырғыш; 8-қоректік сорғы; 9-жоғары қысымды қалпына келтіретін жылытқыш.

Принципті жылу схемасынан айырмашылығы жылу процесінің функционалдық сұлбасы барлық негізгі және қосалқы жабдықтарды, барлық агрегаттар мен жүйелерді-жұмыс, резервтік және қосалқы, сондай-ақ жылу энергиясын электр энергиясына айналдыруды қамтамасыз ететін арматурасы мен құрылғылары бар құбырларды қамтиды. Мұнда технологиялық процеске және функционалдық мақсатына сәйкес бір типті (негізгі, қосалқы және резервтік) жабдықтың барлық мүмкін қосылуы мен қайта қосылуы көрсетіледі.

Функционалдық сұлбада негізгі және қосалқы жабдықтардың, арматуралардың, байпасты желілердің, іске қосу және авариялық жүйелердің санын, олардың үлгі өлшемдерін анықтайды және тиісті ерекшелікпен сүйемелденеді.

Жылу процестерінің сенімділігін қамтамасыз ету үшін бу құбырларын, сорғыларды және т.б. қоса алғанда, жабдықтардың жекелеген түрлері қайталанады. Мысалы, қоректік судың номиналды ағынына есептелген турбо жетегі бар бір қоректік сорғыны орнатқан кезде 50% берудің резервтік электр жетекті қоректік сорғысы орнатылады.

Функционалды мақсаты мен энергия блогының немесе электр станциясының сенімділігіне әсері бойынша функционалды схеманың барлық элементтері мен жүйелерін төрт топқа бөлуге болады.

1-ші топқа негізгі блоктың толық тоқтауына әкелетін элементтер мен жүйелер кіреді. Мұндай элементтер: реактор, қазандық, турбина, арматурасы бар негізгі бу құбырлары, конденсациялық құрылғы және т. б.

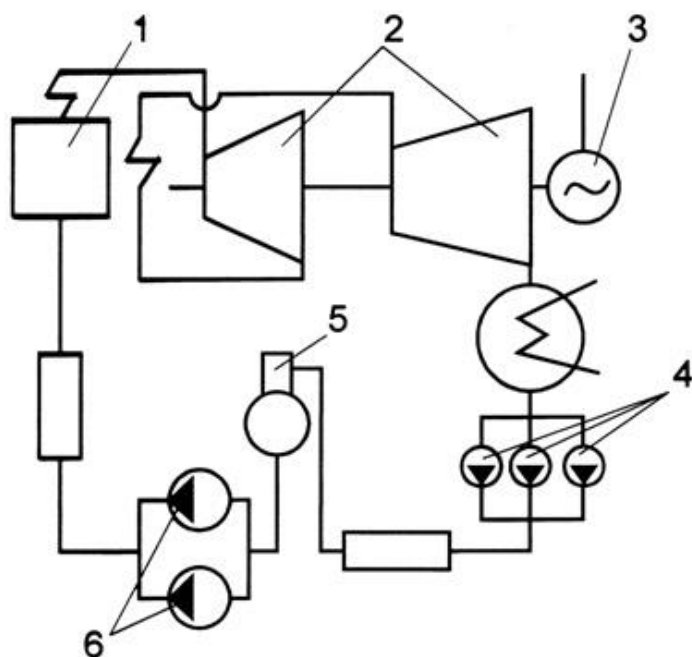
2-ші топқа істен шығуы энергия блогының ішінара істен шығуына, яғни электр қуаты мен жіберілетін жылудың пропорционалды төмендеуіне әкелетін элементтер мен жүйелер кіреді. Мұндай элементтерге тартқыш машиналар, қоректік және конденсатты сорғылар, қосарланған блоктық тізбектердегі қазандықтар және т. б.

3-топқа істен шығуы электр және жылу энергиясын өндіруге нұқсан келтірместен энергия блогының немесе электр станциясының тиімділігінің төмендеуіне әкелетін элементтер, мысалы, қалпына келтіретін ауа жылытқыштар кіреді.

4-ші топқа жылу процесінде орын алатын апаттардың алдын алу мен оқшаулауды және радиациялық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін элементтер мен жүйелер жатады. Бұған реакторда қалдық жылу бөлуді тоқтатқаннан кейін бұруға арналған жылу тасығыштың айналым жүйесінің жабдығы, басқару және авариялық қорғау жүйелерінің жабдығы жатады.

Барлық осы топтардың сенімділігі өзара байланысты.

Жылу процестері сияқты күрделі техникалық жүйелер сенімділігінің сандық көрсеткіштерін есептеу функционалды емес, физикалық емес, логикалық байланыстарды көрсететін 2.2 суреттегі секілді құрылымдық (логикалық) схемаларды құруды талап етеді.

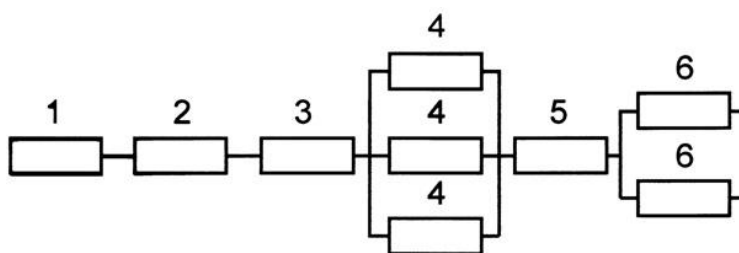


2.2 Сурет - Функционалдық сұлбасы

Құрылымдық схемалар бүкіл жүйенің істен шығуына әкелетін схеманың істен шыққан элементтерінің санын немесе осындай комбинациясын анықтауға мүмкіндік береді. Бу турбиналық блоктың функционалдық схемасы үшін:

- 1-қазандық;
- 2-бу турбинасы;
- 3-электр генераторы;
- 4-конденсатты сорғылар;
- 5-ауасыздандырғыш;
- 6-қоректік сорғылар

Құрылымдық схема келесі 2.3 суреттегідей болады:



2.3 Сурет - Құрылымдық сұлбасы

Қазандықтың, турбинаның, электр генераторының және деаэратордың істен шығуы бүкіл энергия блогының тоқтап қалуына әкеледі, ал қоректік сорғының істен шығуы блок қуатының 50% - ға төмендеуіне әкеледі, ал конденсат сорғысының апаттық тоқтауы қуаттың 30% - ға төмендеуіне әкеледі.

Құрылымдық схеманың егжей-тегжейлі дәрежесі шешілетін міндеттердің сипатымен анықталады. Құрылымдық схеманың элементтері ретінде белгілі бір функционалды мақсаты бар және сенімділік деректері бар бөлінбейтін тұтас ретінде қарастырылатын осындай жабдықты немесе жүйені таңдау қажет. Мысалы, бу турбинасы немесе бу қазандығы сияқты құрылымдық тізбек элементі жүйе ретінде ұсынылуы мүмкін.

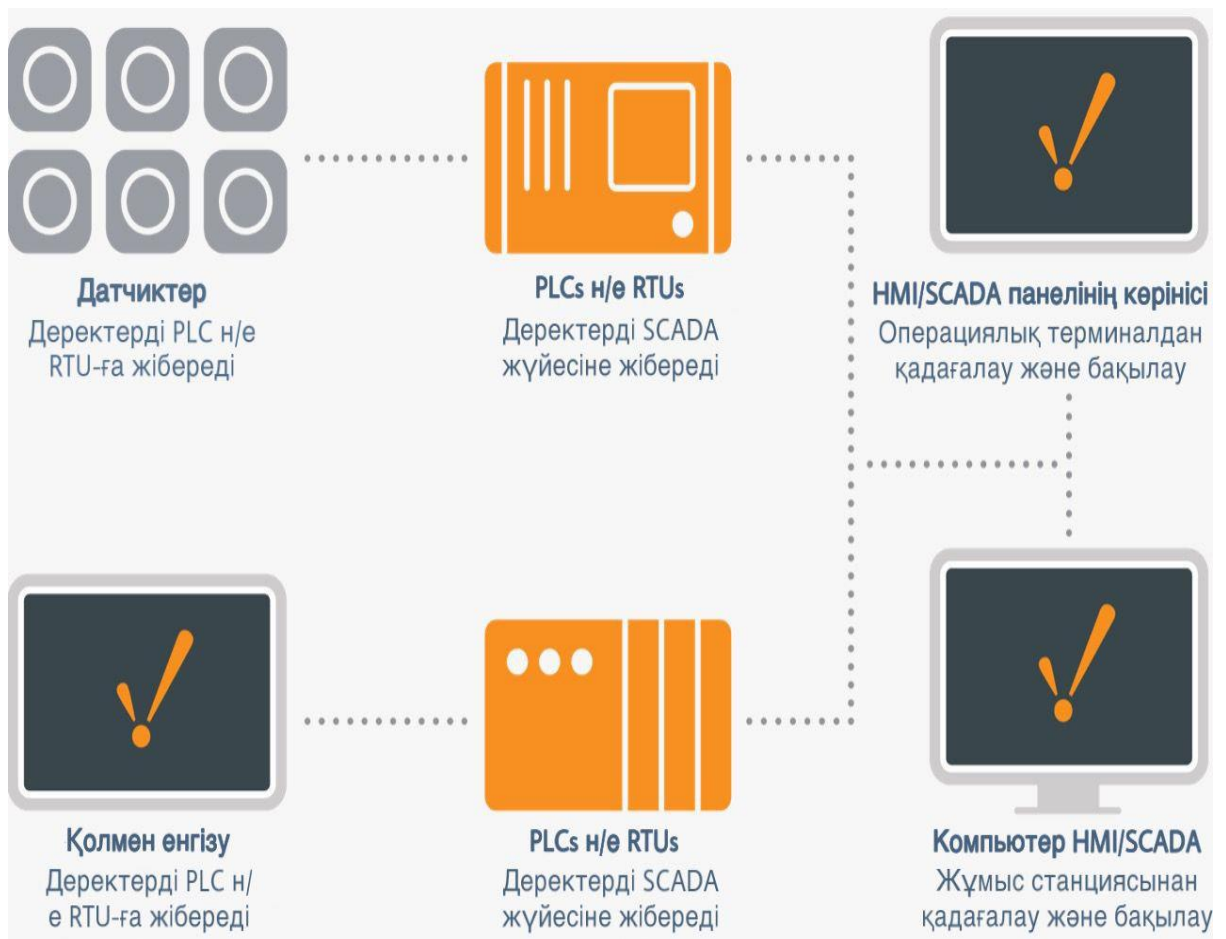
2.2 Автоматтандыру құралдарын таңдау негіздемесі

Жылу процесін автоматтандыру үшін Simple SCADA бағдарламалық жүйесі таңдалды. Бұл бағдарламаны таңдаудың бірнеше себептері бар. Біріншіден, бұл бағдарламаға анықтама берер болсақ, SCADA бағдарламасы диспетчерлік басқару және деректерді жинау жүйелері (SCADA – supervisory control and data acquisition) өнеркәсіптік жүйелер мен автоматтандыру жүйелерін жетілдіру үшін қажет. Сонымен қатар, олар орнатуды толық бақылауды, жақсы байланыс пен жүйенің тиімділігін қамтамасыз етеді.

SCADA аббревиатурасы басқаруды және деректерді жинауды білдіреді, бұл бағдарламалық жасақтама мен аппараттық компоненттердің жиынтығы:

- Нақты уақыт режимінде деректерді жинау және талдау.
- Сенсорлар, клапандар, сорғылар, қозғалтқыштар сияқты құрылғылармен жергілікті немесе қашықтан байланыс.
- Оқиғаларды журнал файлына жазу.

2.1 суретте байқауға болатындай, бұл жинау зауыттық құрылғылардан жиналған, содан кейін PLC сияқты процессорларға берілетін нақты уақыттағы мәліметтерден басталады. Процессордан деректер қашықтан басқару орталығына жіберіледі, онда оператормен өзара әрекеттесудің графикалық көрінісі бар, ол тиімділікті сақтауға, ақылға қонымды шешімдер қабылдау үшін деректерді өңдеуге және жүйелік мәселелер туралы есеп беруге көмектеседі, сонымен қатар процестерді жоғары деңгейде басқаруға және басқаруға мүмкіндік береді.



2.1 Сурет - Негізгі SCADA сұлбасы

SCADA архитектурасын екі санатқа бөлуге болады:

- Аппараттық сәулет
- Бағдарламалық жасақтама архитектурасы

Бұл жүйенің архитектурасы екі негізгі бөліктен тұрады:

- Клиент деңгейі: адам-машина интерфейсі үшін
- Деректер серверінің деңгейі: деректерді өңдеу үшін

2.2 суретте көрсетілген, SCADA станциясы серверлерге жатады және PLC немесе RTU сияқты технологиялық контроллерлер WAN немесе LAN желілері арқылы тікелей немесе жанама түрде өзара әрекеттесе алатын бір компьютерден тұрады.



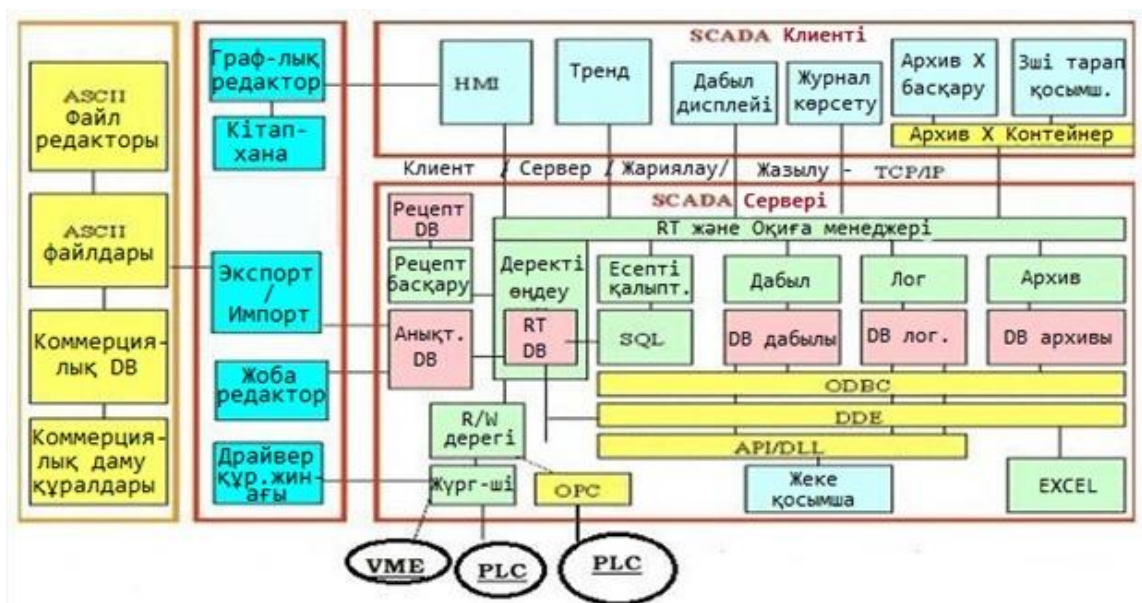
2.2 Сурет - SCADA аппараттық архитектурасы

Бағдарламалық жасақтама архитектурасы мыналардан тұрады:

- Негізінен нақты уақыттағы және көп функциялы мәліметтер базасы үшін пайдаланылатын және деректерді өңдеуге және жинауға жауап беретін Сервер.

- SCADA жүйесінің негізгі функционалдығын қамтамасыз ететін бағдарламалар жиынтығы, мысалы, трендтерді бақылау, диагностика және ақаулықтарды жою, сонымен қатар орнатудың графикалық көрінісі.

2.3 суретте бағдарламалық архитектурасы көрсетілген.



2.3 Сурет - Бағдарламалық архитектурасы

Протоколдар әртүрлі SCADA функционалды блоктарының бір-бірімен әрекеттесуіне мүмкіндік береді. SCADA қосымшалары үшін кеңінен қолданылатын екі протокол:

- HDLC (жоғары деңгейлі деректер арнасын басқару).
- MODBUS.

Хаттамалар OSI (Open Systems Interconnection) ISO (International Standards Organization) стандартты жеті деңгейлі моделіне негізделген, ол туралы толық ақпарат төменде келтірілген. Әр түрлі деңгейлер олардың атқаратын функцияларына байланысты жіктеледі.

Модель коммуникацияларға дамыған жүйеден тәуелсіз болуға және пайдаланушыны желінің күрделілігін түсіну қажеттілігінен арылуға мүмкіндік береді, бұл 1 – кестеде көрсетілген.

Кесте 2.1 - OSI анықтамалық моделінің қабаттары

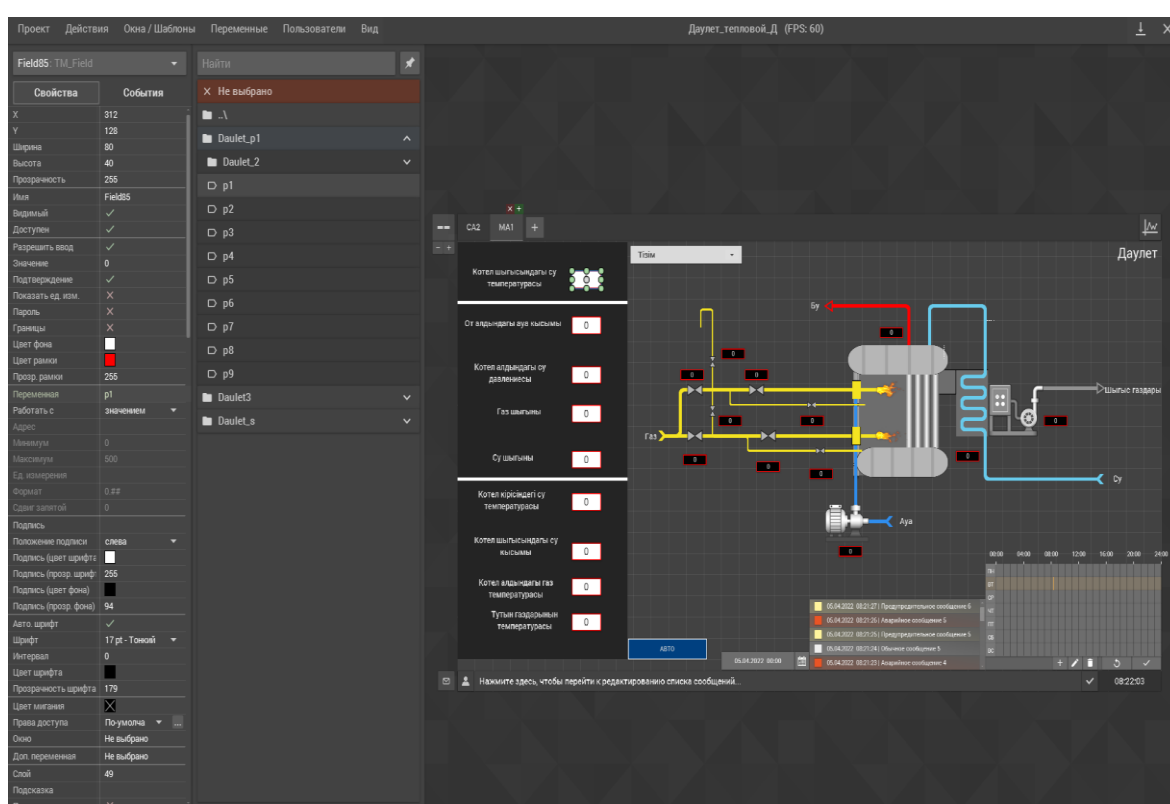
Қабат аты	Сипаттамасы
Қосымша	Бұл деңгей нақты қолданбалы бағдарламалар осы деңгейде болмаса да, пайдаланушының қолданбалы бағдарламаларына желілік қызметтерді ұсынады.
Көрсетілімі	Көрсетілім деңгейі табыс ету, бірінші кезекте, қамқорлық ұсыну туралы деректерді қоса алғанда, шифрлау.
Сеанс	Сеанс деңгейі соңғы пайдаланушының қолданбалы процестері арасында сеансты ашу, жабу және басқару механизмін ұсынады.
Тасымалдау	Тасымалдау деңгейі екі соңғы жүйенің арасындағы байланысты басқарады.
Желі	Желілік деңгей, ең алдымен, хабарламаларды бағыттауға жауап береді.
Мәлімет сілтемесі	Деректер арнасының деңгейі деректер шеңберін бір жүйеден екінші жүйеге жинауға және жіберуге жауап береді.
Физикалық	Физикалық деңгей физикалық деңгейдегі электрлік сигналдар мен механикалық қосылыстарды анықтайды.

3 Жүзеге асыру бөлімі

3.1 Автоматтандыру жүйесін әзірлеу

Жұмыстың практикалық түрде жүзеге асырылуы үшін Simple SCADA бағдарламасы таңдалған болатын. Ең біріншіден, әзірлеу кезеңінде бағдарламаны жүктеп, «Projects» бөлімін таңдаймыз. Бағдарламада жобаны жүзеге асыру үшін қолданушы үшін интерфейсте екі бөлім бар. Біріншісі – Editor, яғни ол редактор, екіншісі – Client, бұл бөлімді дайын жобаларды ашып, толығымен әзірленген жүйеде жүзеге асырылған процесті бақылауға болады.

Дипломдық жұмыста көрсетілген жобаның бағдарламадағы интерфейсі 3.1 суреттегідей болады.



3.1 Сурет - Жұмыс интерфейсі

3.1 Суретте қазандықтың жағдайын зерттеу жылу процесіндегі су өндірісінің жалпы жүйесінің бөлігі болып табылады. Жылу технологиялық процесіне енгізілген SCADA жүйесі қызметкерлерге өндіріс жүйесін бақылауға және мониторинг жасауға мүмкіндік береді.

Жоғарғы тарауда айтылғандай, SCADA жүйесінің негізгі тұжырымдамалары мен негіздеріне сүйене отырып, біз оператор бөлімінен оның басқару интерфейсін көрсете аламыз.

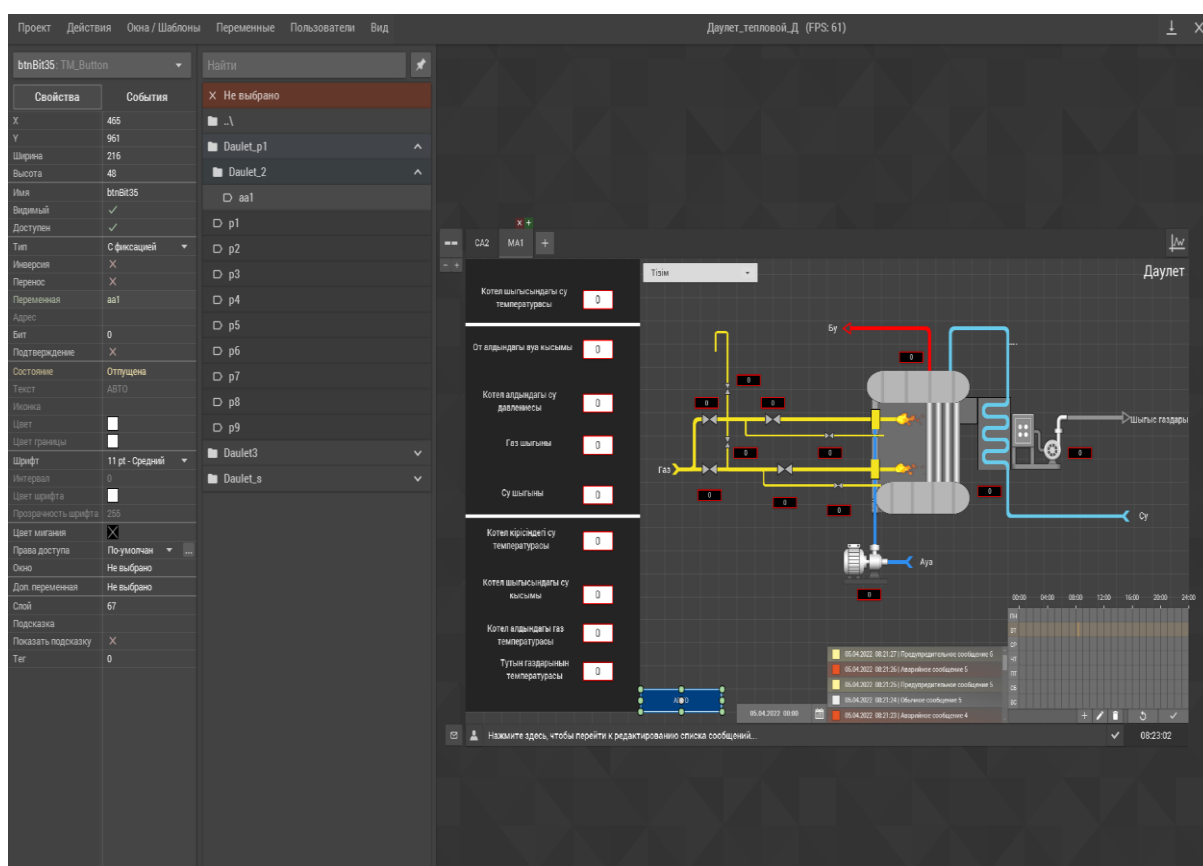
Оператордың интерфейсі мыналарды қамтиды:

- Қазандықтың құрайтын элементтердің графикалық көрінісі, мысалы: клапандар, батырмалар, апаттық жағдайдағы ескертулер.

- Қазандықтағы құбырдың су жеке жылдамдығын, ағыннан төмен және жоғары қысымды, қазандықтан ағыннан төмен лездік және жинақталған ағынды, жұмыс істейтін сорғылардың санын және орташа жұмыс жылдамдығын көрсете аламыз.

- Трендтер, дабылдарды қарау және растау сияқты басқару элементтері.

3.2 Суретте көрсетілген сол жақ төменгі жақтағы көк батырма оператор үшін қолдан басқару және автоматты түрде басқару мүмкіндіктерін береді.

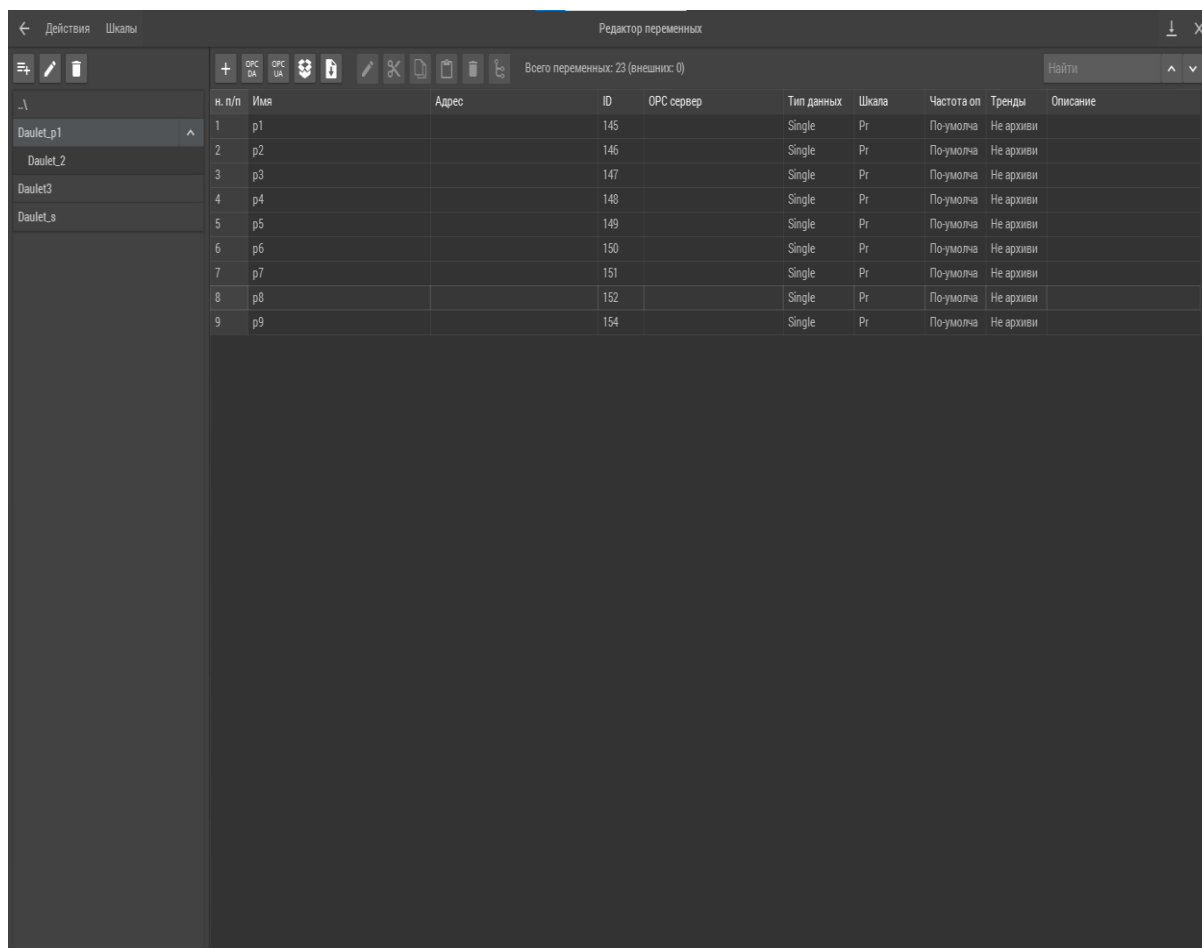


3.2 Сурет - Жобаның басқару батырмалары

Айнымалыларды шығару кезінде біз сол жақ бетте көріп отырған қазандықтың шығысы мен кірісіндегі су температурасы, қысымы, ауа қысымы және қазандықтағы газ температурасы мен газ шығыны, су шығынын бақылауға мүмкіндік аламыз. Олардың есептеу логикасы беру үшін әр айнымалыға Delphi тілін қолдайтын код терезесін ашып енгіземіз.

3.2 Басқару жүйесінің элементтерінің сипаттамасы

Жылулық процесті әзірлеу кезінде SCADA бағдарламасындағы оператор интерфейсінде өзгертуге, өңдеуге және логикасын өзгертуге мүмкіндік беретін элементтер тізілімі берілген. 3.3 суретте көрсетілгендей, мысалы p1 – p9 элементтерін ендіру арқылы құбырлардағы су ағынын бақылай аламыз. Сонымен қатар, элементтерді OPC Server – мен байланыстыруға мүмкіндік бар.



№	Имя	Адрес	ID	OPC сервер	Тип данных	Шкала	Частота оп	Тренды	Описание
1	p1		145		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
2	p2		146		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
3	p3		147		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
4	p4		148		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
5	p5		149		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
6	p6		150		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
7	p7		151		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
8	p8		152		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	
9	p9		154		Single	Pr	По-умолча	Не архиви	

3.3 Сурет - Элементтер терезесі

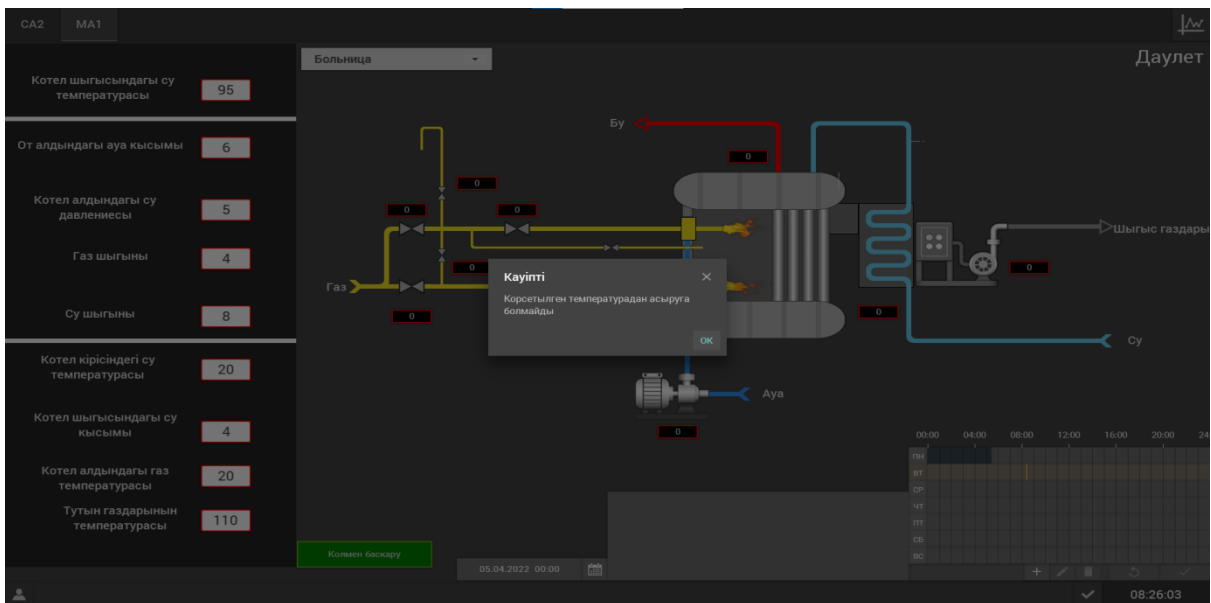
Біздің жобада қазандықтағы су немесе газдың қысымы мен температурасын өлшеу арқылы, шектен тыс мәнінде ескертпелер шығаруға мүмкіндік беретін логика жасалған. Яғни, максимум шегі 85 мәнінен бастап ескертулер көрсете бастайды. Айнымалыға берілген код және ескертулердің көрінісі 3.4 және 3.5 суретте көрсетілген.

```

Скрипт Действия
Найти
procedure Field85_OnDataChange(Sender: TM_Control);
begin
2
3 if sp_1.Value = 2 then
4   if pl.Value > 85 then
5     ShowMessageClient(GetClientName, 'Кайыр! ', 'Корсетілген температурадан асыруга болмайды', cNone);
6   if sp_1.Value = 3 then
7     if pl.Value > 90 then
8       ShowMessageClient(GetClientName, 'Кайыр! ', 'Корсетілген температурадан асыруга болмайды', cNone);
9   if sp_1.Value = 4 then
10    if pl.Value > 105 then
11      ShowMessageClient(GetClientName, 'Кайыр! ', 'Корсетілген температурадан асыруга болмайды', cNone);
12   if sp_1.Value = 5 then
13     if pl.Value > 130 then
14       ShowMessageClient(GetClientName, 'Кайыр! ', 'Корсетілген температурадан асыруга болмайды', cNone);
15   if sp_1.Value = 6 then
16     if pl.Value > 150 then
17       ShowMessageClient(GetClientName, 'Кайыр! ', 'Корсетілген температурадан асыруга болмайды', cNone);
18   end.

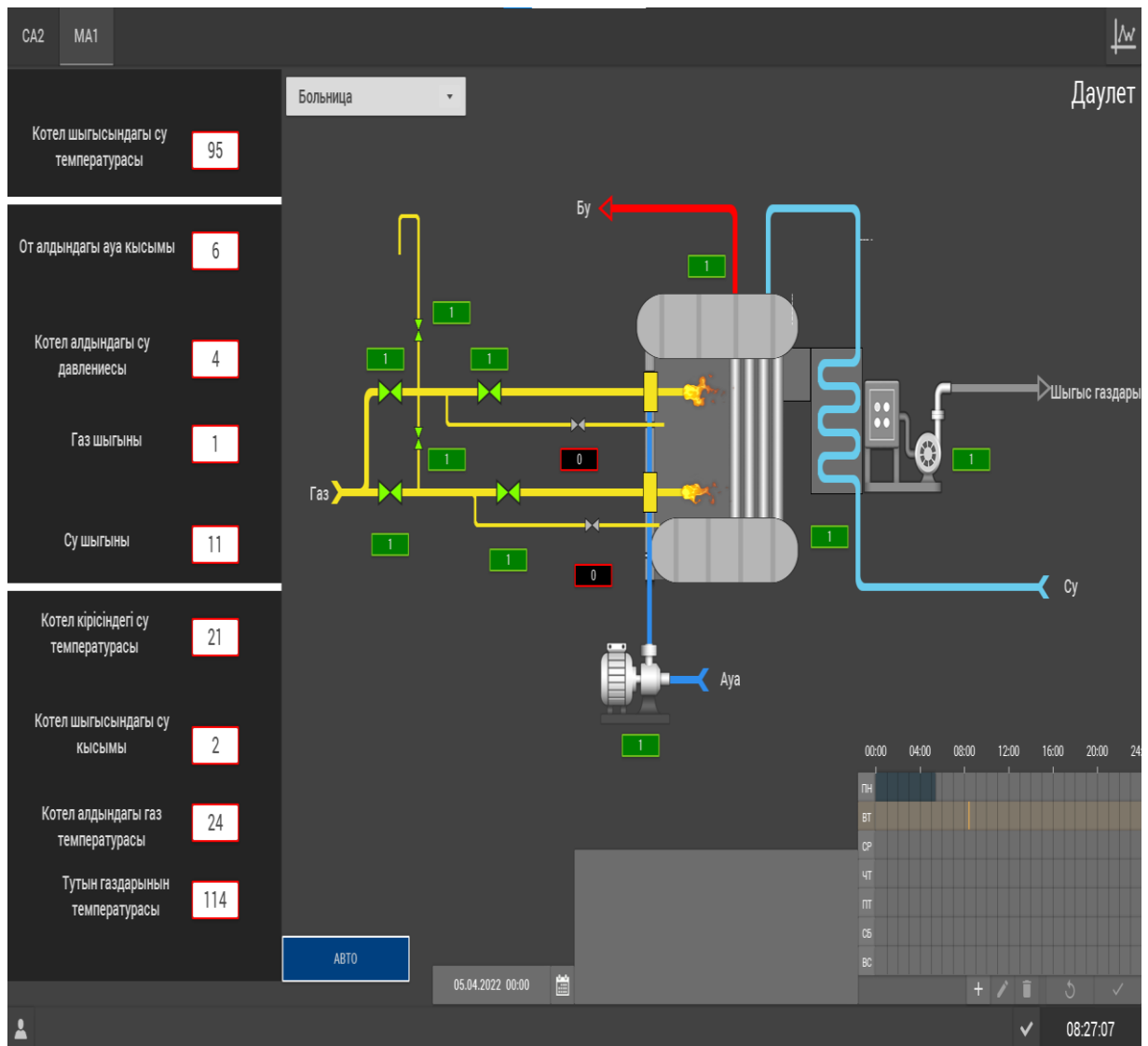
```

3.4 Сурет - Ескертулер кодының терезесі



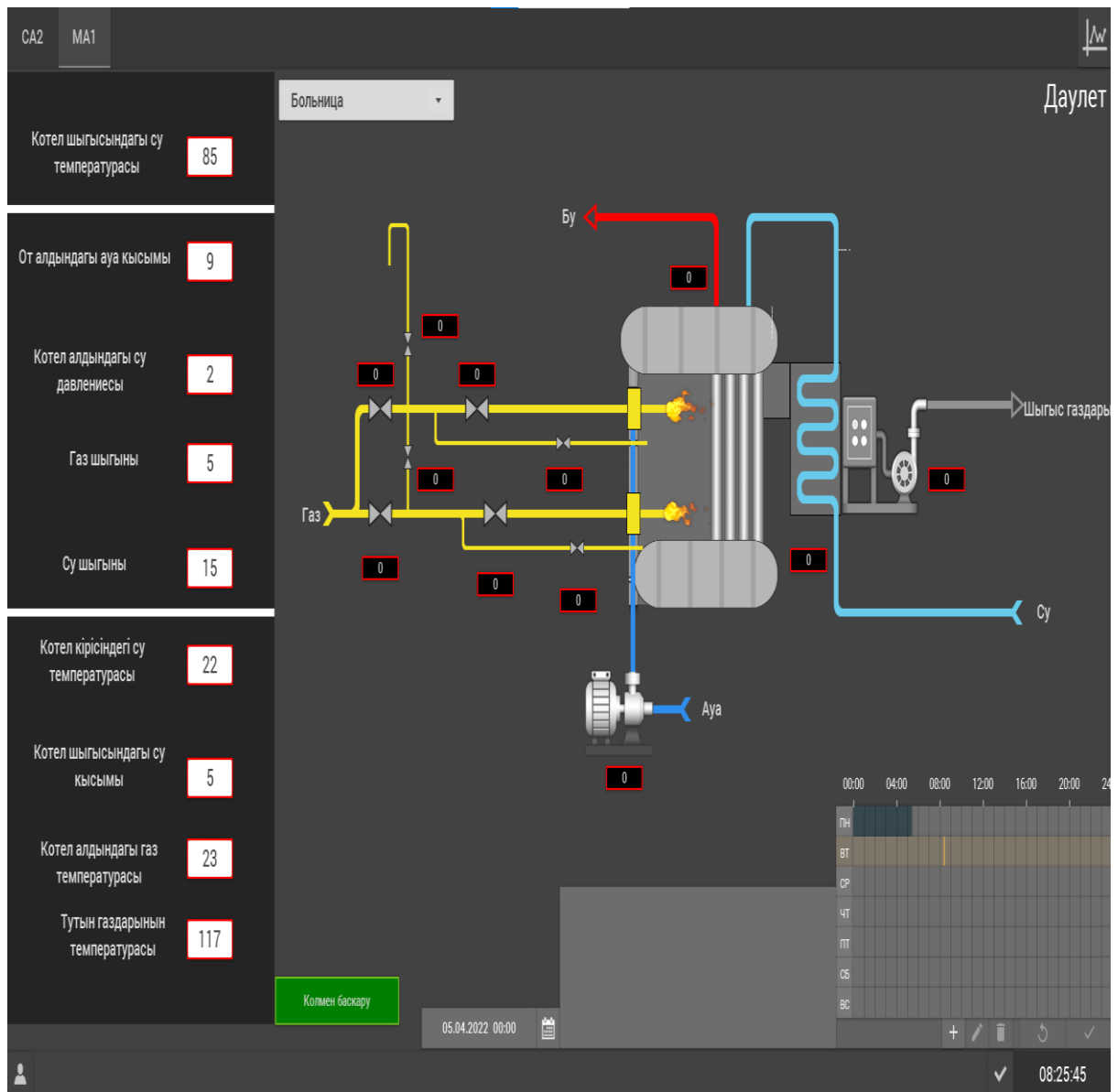
3.5 Сурет - Қауіпті жағдай ескертілімі

Біздің SCADA жобасындағы интерфейсте клиенттік интерфейстен бақылайтын болсақ, 3.6 суретте көрсетілген, қазандықты көруге болады, қазандықты жылыту кезіндегі от қазандықтың ішіне бейнеленген, ал от өз кезегінде құбырлар арқылы берілетін газ есебінен жанады. Құбырлардан қалыпты температура мен қысымнан өткен газ жасыл түсте жанады және 1 санын көрсетеді, яғни ол құбырда газ өтіп жатыр дегенді білдіреді. Қазандықтың үстіңгі бөлігінде бу, ал астыңғы бөлігінен ауа бөлініп шығады. Жылыған су құбыр арқылы таралады, ал сүзгіден өткен газ басқа бөлік арқылы шығады. Клиенттік интерфейсте, сонымен қатар, оң жақ төменгі бөлігінде уақыт кестесін көруге болады, оған сәйкес болып жатқан процесті күнтізбелеуге және жоспарлауға болады.



3.6 Сурет - Бағдарламадағы клиенттік интерфейс

Екінші жағдай бойынша, бізде қалыпты емес жағдайдағы қазандықтың және клапандардың әрекетін көруге болады. 3.7 суретте байқауға болатындай, мұнда ауытқу кезіндегі құбырлардың жабылып, бойынан газ өткізбей, процесті тоқтатуға әрекет жасайтынын көруге болады.



3.7 Сурет - Апаттық жағдайдағы қазандық көрінісі

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобаны орындау барысында келесі тапсырмалар орындалды:

- 1) қазіргі заманғы әдістер мен техникалық құралдар базасында автоматты басқару жүйесін құрудың негізгі принциптерін зерттелді;
- 2) басқару жүйелерін талдау жүргізілді;
- 3) функционалдық сұлбасын көрсету және талдау жүргізілді;
- 4) техникалық процестің қызметін оңтайландыру үшін тиімді бағдарлама таңдалды;
- 5) SCADA жүйесінде автоматтандырылған процес әзірленді.

Жұмыс барысында барабан қазандығының технологиялық процесінің ерекшеліктері зерттелді, сонымен қатар қазандықты автоматты басқарудың әртүрлі әдістері қарастырылды.

Автоматтандыру схемасы жасалды. Бағдарлама интерфейсіне оператор мен клиент жағынан зерделенген және басқарылатын жүйе ұсынылды. Апаттық жағдайлар үшін айнымалылар шарттары және ескертулер көрсетілуі үшін логикасы берілді.

SCADA бағдарламасында автоматтандырылған түрде басқару ұсынылғанымен қатар, қолдан басқару мүмкіндігі де ұсынылады.

Қорытындылай келе, бізде жылу процесін автоматтандыру тағайындалды, біз SCADA бағдарламасы арқылы жылу технологиялық процесін толықтай көрсетіп, оператор және клиент интерфейсінен басқаруға мүмкіндік беретін жүйе ұсындық.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Seor презентациясы. SEOR ресми веб-сайты, <https://www.seor.dz/presentation/>.
- 2 Техникалық құжаттама. SEOP, 2020 ж.
- 3 Өндірістік жүйелерді қадағалау және мониторингілеу. М. Комбакау, П. Берруэ, Э. Замай, П. Шарбонно, А.Хатабы. Гренобль, Франция: IFAC өндірісі мен логистикасын басқару және бақылау, 2020.
- 4 Мониторинг, қашықтан басқару және бақылау арасындағы айырмашылық. "КАРЕЛ ИНДАСТРИЗ". <https://www.carel.nz/what-is-the-difference-between-monitoring-remote-management-and-supervision->
- 5 Сара, Икедиче. "Этюд және қадағалау жүйесін жоспарлау" магистрлік диссертациясы. Джилали Бунаам Хемис Милиан Университеті, 2018.
- 6 SCADA дегеніміз не, индуктивті автоматтандыру, 2018, <https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-scada> .
- 7 SCADA жүйесі: бұл не? (Диспетчерлік басқару және деректерді жинау). электр 4U, 2020 ж., <https://www.electrical4u.com/scada-system/>.
- 8 SCADA ерекшеліктері. Inst Құралдары. <https://instrumentationtools.com/features-of-scada/>.
- 9 SCADA қай жерде қолданылады. DPS шешімдері. <https://www.dpstele.com/scada/where-is-used.php> .
- 10 SCADA жүйесі-компоненттер, аппараттық және бағдарламалық архитектура, түрлері. <https://electricalfundablog.com/scada-system-components-architecture> .
- 11 Байланыс және SCADA хаттамалары. Inst Құралдары, [https://instrumentationtools.com/scada - байланыс және хаттамалар/](https://instrumentationtools.com/scada-baylanyys-jane-hatтамалар/).
- 12 Байланыс және SCADA хаттамалары. Дж.Джаясамраж.
- 13 OPC тарихы және эволюциясы. НОВОТЕК. [https://www.novotek.com/uk/solutions/kerware -байланыс платформасы / opc-jane-opc-ua/](https://www.novotek.com/uk/solutions/kerware-baylanyys-platформасы-opc-jane-opc-ua/).
- 14 OPC деректеріне қол жеткізу. Википедия. https://en.wikipedia.org/wiki/OPC_Data_Access .
- 15 OPC XML-DA. ЛОЙТЕК. <https://www.loytec.com/products/functions/opc-xml-da> .
- 16 OPC деректерімен алмасу. матрикон. <https://www.matrikonopc.com/downloads/143/specifications/index.aspx> .
- 17 Ewon өнеркәсіптік маршрутизаторларымен байланыс. <https://www.promotic.eu/en/pmdoc/Subsystems/Comm/PLC/eWON.htm> .
- 18 OPC XML-DA үшін QuickOPC. OPC зертханалары. [https://www.opclabs.com/products/quickopc/opc - техникалық сипаттамалары / opc-xml-da](https://www.opclabs.com/products/quickopc/opc-техникалық-сипаттамалары-opc-xml-da).