

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты



Алдияров Н.У.
«05» 06 2023 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА

Тақырыбы «Шағылысу пеште мыс концентраттарын балқытудың жылу режимін бақылау»

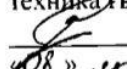
6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

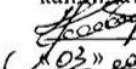
Орындаған:

Халилаева Анель Сакеновна

Пікір беруші:
профессор,
техника ғылымдарының докторы

Ғылым жетекшісі:
техника ғылымдарының
кандидаты, қауымдастырылған профессор


Биттеев Ш.Б.
«08» маусым 2023 ж.


Кошимбаев Ш.К.
«03» маусым 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазак ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Автоматтандыру және басқару
кафедрасының меңгерушісі,
физика-математика ғылымдарының
кандидаты

Алдияров Н.У.

2023 ж.



**Дипломдық жобаны дайындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Халилаева Анель Сакеновна

Жобаның тақырыбы: «Шағылысу пеште мыс концентраттарын балкытудың жылу режимін бақылау»

Университет проректоры Б.А. Жаутиковтың «23» қараша 2022ж. № «408-П/Ө» бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «12» 06 2023 ж.

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, арнайы бөлім.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): *функционалдық сұлба, құрылымдық сұлба.*




Жұмыс презентациясы 25 слайдтарда көрсетілген.

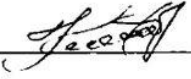
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 17 атаулардан тұрады.


Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім	06.02.23	
Арнайы бөлім	21.02.23	

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Кошимбаев Ш.К., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	03.06.23	
Арнайы бөлім	Кошимбаев Ш.К., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор	03.06.23	
Норма бақылаушы	Жанабаева Э.Ж., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	29.05.23	

Ғылыми жетекшісі  Кошимбаев Ш.К.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Халилаева А.С.

Күні « 28 » аспан 2023 ж.

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба
(жұмыс түрлерінің атауы)

Халилаева Анель Сакеновна
(оқушының аты жөні)

6B07103 «Автоматтандыру және роботтандыру»
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы : «Шағылысу пеште мыс концентраттарын балқытудың жылу режимін бақылау»

Бұл дипломдық жобаның технологиялық бөлімінде мыс концентраттарын шағылысу пеште балқыту үрдісі толықтай сипатталып, мыс концентраттары, штейн және шлакка жеке тоқталып өткен.

Арнайы бөлімде жүйенің жасалуы және басқару объект ретіндегі үрдіс сипатталған. Математикалық модель, жылулық режим, есеп тиімдігі, ақпараттық, техникалық қамтамасыз ету қарастырылған.

Объектінің технологиялық және автоматтандыру сұлбалары мен сипаттамалары көрсетілген. Қамтамасыз ету түрлеріне қойылатын талаптары да келтірілген.

Халилаева А. дипломдық жобаны орындау барысында өзінің еңбекқорлығын, тиянақтылығын көрсете білді.

Студент Халилаева А. автоматтандыру үрдісі бойынша толықтай өз білімін көрсетіп, алдына қойылған тапсырмаларды уақытылы орындап, оларды шеше білді.

Дипломдық жобаны толық деп бағалап, оны орындаушы Халилаева Анель Сакеновна 6B07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қорғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

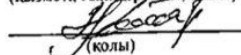
Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасының

техника ғылымдарының кандидаты,

қауымдастырылған профессор

(кызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)



(қолы)

Кошимбаев Ш.К.

«03» маусым 2023 ж.

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

СЫН – ПІКІР

Дипломдық жоба

(жұмыс түрлерінің атауы)

Халилаева Анель Сакеновна

(оқушының аты жөні)

6В07103 «Автоматтандыру және роботтандыру»

(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: «Шағылысу пеште мыс концентраттарын балқытудың жылу режимін бақылау»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 15 парақ
б) түсініктеме 44 бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Бұл дипломдық жобаның технологиялық бөлімінде мыс концентраттарын шағылысу пеште балқыту үрдісі толықтай сипатталып, мыс концентраттары, штейн және шлакка жеке тоқталып өткен.

Арнайы бөлімде жүйенің жасалуы және басқару объект ретіндегі үрдіс сипатталған. Математикалық модель, жылулық режим, есеп тиімділігі, ақпараттық, техникалық қамтамасыз ету қарастырылған.

Объектінің технологиялық және автоматтандыру сұлбалары мен сипаттамалары көрсетілген. Қамтамасыз ету түрлеріне қойылатын талаптары да келтірілген.

Халилаева А. дипломдық жобаны орындау барысында өзінің еңбекқорлығын, тиянақтылығын көрсете білді.

Студент Халилаева А. автоматтандыру үрдісі бойынша толықтай өз білімін көрсетіп, алдына қойылған тапсырмаларды уақытылы орындап, оларды шеше білді.

Дипломдық жобаны толық деп бағалап, оны орындаушы Халилаева Анель Сакеновна 6В07103 – «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қорғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

ЖҰМЫС ҮШІН ЕСКЕРТПЕЛЕР

Дипломдық жобаның кестелерінде кейбір кателіктер бар.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жобада барлық мәселелер толықтай қарастырылғанын есепке ала отырып, «90/А-өте жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Халилаева Анель 6В07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Сын-пікір беруші:

Ғ.Дәукеев атындағы АЭЖБУ

«Автоматтандыру және басқару» кафедрасының
профессоры, техника ғылымдарының докторы,



Биттеев Ш.Б.

2023 ж.

**Протокол анализа Отчета подобия
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

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

Автор: Халилаева Анель Сакеновна

Название: Шагылысу пеште мыс концентраттарын балкытудын жылу режимін бакылау

Координатор: Шамиль Кошимбаев

Коэффициент подобия 1: 4.8

Коэффициент подобия 2: 2.1

Замена букв: 13

Интервалы: 0

Микропробелы: 0


Белые знаки: 0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения констатирует 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 заимствования не обладают признаками плагиата, но их 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: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 4,8 и Коэффициент подобия 2: 2,1. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.


« 02 » мая 202 3 г.
Дата



Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:
Дипломный проект допускается к защите.

« 02 » мая 202 3 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 плагиата в отношении работы:

Автор: Халилаева Анель Сакеновна

Название: Шагылысу пеште мыс концентраттарын балкытудың жылу режимін бақылау

Координатор: Шамиль Кошимбаев

Коэффициент подобия 1: 4.8

Коэффициент подобия 2: 2.1

Замена букв: 13

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

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 заимствования не обладают признаками плагиата, но их 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: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 4,8 и Коэффициент подобия 2: 2,1. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«31» мая 2023 г.

Дата 03.06.23 г.

Подпись Научного руководителя



АНДАТПА

Бұл дипломдық жобада мыс концентраттарын шағылысу пешінде балқыту үрдісінің жылу режимін бақылау зерттеліп, толықтай қарастырылды.

Бірінші бөлімде ең алдымен мыс концентраттары және технологиялық үрдіс сипатталды. Және балқыту үрдісіндегі маңызды штейн және шлак қарастырылды. Сонымен қатар, шағылысу пешінде болатын химиялық реакциялар көрсетілді.

Дипломдық жобаның арнайы бөлімінде, жүйенің жасалуы, басқару объект ретіндегі үрдіс сипаттамасы келтірілді. Мыс концентраттарын балқыту процессін модельдеу қарастырылды және сол процесс үшін ПИД-реттегіш таңдалды. Бұл реттегіш арқылы жүйенің тұрақтылығы тексерілді. Сондай – ақ реттегіштің тиімді орнатуларын іздеу, оның есептеу алгоритмдері де сипатталды. Және пештің жылу режимінің математикалық шешімі және тапсырма тиімділігі көрсетілді.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте было изучено и полностью рассмотрено управление тепловым режимом плавки медных концентратов в отражательной печи.

В первой части описаны прежде всего медные концентраты и технологический процесс. И были рассмотрены важнейшие штейны и шлаки в процессе плавки. Кроме того, были показаны химические реакции, происходящие в отражательной печи.

В специальной части дипломного проекта приводится описание процесса создания системы, управления как объекта. Было рассмотрено моделирование процесса медных концентратов и для этого процесса был выбран ПИД-регулятор. С помощью этого регулятора проверялась устойчивость системы. Также были описаны поиск оптимальных настроек регулятора и его алгоритм. И показано математическое решение теплового режима печи и эффективность задания.

ANATATION

In this thesis project, the control of the thermal mode of melting copper concentrates in a reflective furnace was studied and fully considered.

The first part describes primarily copper concentrates and the technological process. And the most important matte and slag in the melting process were considered. In addition, chemical reactions occurring in a reflecting furnace were shown.

The special part of the diplom project describes the process of creating a management system as an object. The simulation of the process of copper concentrates was considered and a PID controller was selected for this process. With the help of this regulator, the stability of the system was checked. The search for optimal settings of the regulator and its algorithm were also described. And the mathematical solution of the thermal regime of the furnace and the efficiency of the task are shown

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7	
1	Технологиялық бөлім	8
1.1	Мыс және мыс концентраттар	8
1.2	Мыс концентраттарын шағылысу пешінде балқыту үрдісі	8
1.3	Штейн және шлак	11
1.4	Шағылысу пеште болатын химиялық реакциялар	13
2	Арнайы бөлім	17
2.1	Жүйенің жасалуы	17
2.2	Автоматтандыру сұлбасының сипаттамасы	18
2.3	Басқару объект ретіндегі үрдіс сипаттамасы	19
2.4	Мыс концентраттарын балқыту процессін модельдеу	20
2.5	Мыс концентраттарын балқыту процесі үшін ПИД-реттегішін құру	23
2.6	Шағылысу пеш жылу режимінің сәйкестендірілуі	25
2.7	Жылулық режимде басқару теңдігінің орналасуы	27
2.8	Пештің жылу режимінің математикалық шешімі мен тапсырма тиімділігі	28
2.9	Берілген тиімді шағылыстырғыш балқытудың жылу режимін тұрақтандыру	29
2.10	Пеш жұмыс кеңістігіндегі тарту режимін автоматты реттеу	30
2.10.1	Реттегіштің тиімді орнатуларын іздеу	31
2.10.2	Реттегіш орнатуларын есептеу алгоритмі	35
2.11	Ақпараттық қамтамасыз ету	35
2.12	Техникалық қамтамасыз ету	36
2.13	Бағдарламалық қамтамасыз ету	40
Қорытынды	43	
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44	

КІРІСПЕ

Шағылысу пеші – арнайы мыс, никель, қалайыны өңдеуге арналған. Олар металлургияда кен материалдарын өңдеу үшін және де металл бұйымдарын балқыту үшін қолданылады. Шағылыстырғыш балқыту мыс өндірісінің 70 % құрайды. Бұл әдістің негізгі ерекшелігі – өндірістік қуаттың үлкен болуы, сонымен қатар мыстың жоғары түрде алынуы.

Жұмыстың негізгі мақсаты: шағылысу пешінде мыс концентраттарын балқытудың артықшылықтары мен кемшіліктеріне талдау жасау. Және де бұл дипломдық жобадағы процесс шихтадағы мысты 50-55% дейін арттыру үшін зерттеледі.

Мыстан жасалған барлық өнімдер қайта өңдеуге жарамды болып келеді. Себебі мыс қасиетін жоғалтпайды. Қазақстанда мыс шикізаты Орталық, Шығыс және Оңтүстік Қазақстан облыстарында орналасқан. Мыс концентраты пайдалы қазбаларды байытуға негізделген шикізат.

Технологиялық бөлімде мыс концентраттарын шағылысу пешінде балқыту үрдісі және шағылысу пешінде болатын химиялық реакциялар қарастырылады. Сонымен қатар, балқыту үрдісіндегі штейн мен шлак жеке зерттеледі.

Дипломдық жобаның арнайы бөлімінде басқару объект ретіндегі үрдіске сипаттама беріледі. Яғни, объект ретінде мыс концентраттарын балқыту үрдісі алынып, соған қарай математикалық модель құралады. Және осы үрдіс үшін ПИД реттегіші таңдалып, оның нәтижелері, сапа бағасы көрсетіледі. Сондай-ақ, шағылысу пешіндегі балқытудың жылу режимінің тұрақтануы және сәйкестендірілуі сипатталады. Шағылысу пешінде мыс концентраттарын балқытудың автоматтандыру сұлбасына сипаттама беріледі.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

1.1 Мыс және мыс концентраттар

Мыс алтын қызғылт түрде кездеседі. Д. И. Менделеевтің химиялық элементтерінің кестесінде 29-ші орынға ие. Мыстың көптеген артықшылықтары бар, ол жұмсақ, коррозиялық төзімділікке ие, өңдеуге жақсы, электр және жылу өткізгіштігі жоғары болып келеді. Бұл оның негізгі сұранысқа ие болуына себеп физикалық қасиеттер. Онымен қоса, мыс өнімдерінің тығыздығы жоғары, яғни оларды кез – келген қалыңдықтағы парақ немесе сымға айналдыруға мүмкіндік береді. Қазіргі кезде, мыс өндірісіне сұраныс артып келуде. Қазақстанда мыс және мыс концентраттарын өңдеу, балқыту сияқты үрдістер Балқаш мыс зауытында жүзеге асырылып жүр.

Мыс концентраттары шамамен 20% мыс және әртүрлі сульфидті мыс пен темір, сондай – ақ аз мөлшерде басқа қосылыстарда кіреді. Демек, мыс кенін байытуға арналған шикізат деп аталады. Мыс концентраттары мысты өндірумен қатар, қажетті компоненттерді алуға негізделген. Мыс концентраты химиялық бейтарап, өртке және де жарылыстарға төзімді, су қосылысымен улы байланыстарды қалыптастырмайды. Сонымен қатар, ол ауыр жүк болып есептелмейді.

1.2 Мыс концентраттарын шағылысу пешінде балқыту үрдісі

Шағылыстырғыш балқыту бұл дамыған елдер, яғни көбіне Ресей және АҚШ да кездесетін мыс алудың ең негізгі әдістерінің бірі. Шағылыстыру пеші 1 тәулікте 14-25% мыс бар 1000-2000 тонна шихтаны ерітетіндей күші бар. Ал штейннен 150-500 тонна мыс алынады, оны штейнге шығару 97-98% дейін жетеді. Кемшіліктеріне тоқтайтын болсақ, пештің өнімділігі төмен, 1 тонна шихтаны балқытуға арналған отын шығыны 14-22% дейін, көптеген газдардың пайда болуы және олардың тазартылуының қиындылығы. Сонымен қатар, шағылыстырғыш балқытудың жоғары сапа да өтуі көбіне шихтаның дайындалу сапасына байланысты болып келеді [16].

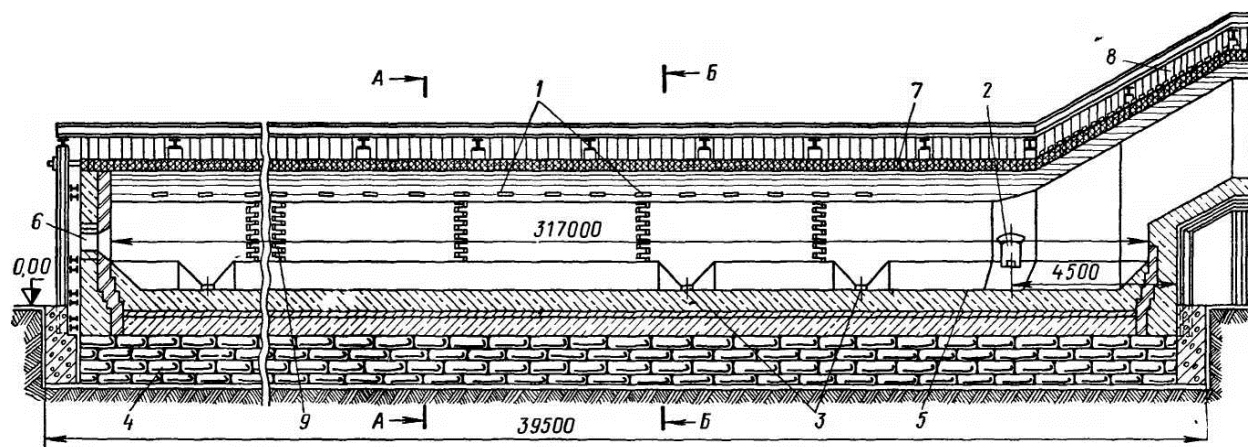
Мыс концентраттарды балқыту барысында шағылысу пешінде атмосфера аздап тотығады. Яғни ол, балқыту процесіндегі күкірттің аздап кетуін анықтайды.

Пештің жұмыс кеңістігінің ұзындығы 30-40м, ені 7-8 м және биіктігі 3,5-4,5м. Магnezит кірпішінен жасалған қоймалар, сонымен қатар қабырғадағы хром-магnezит кірпішінен жасалынған төсеу температурасы 1700 °С дейін төзімді болғандықтан балқыту процесін күшейтеді. Және пештер қарапайым табиғи газбен, мазут және көмір шаңымен жылытылады.

Шығатын газдар қайта өңдеуші қазандықтарға жіберіледі, өйткені шығарылатын газдардың жылуын пайдалану және пештің жылу коэффициенттерін арттыру қажет.

Шихта материалдарын пештің үстіндегі колошник алаңында орналасқан, шихтасы бар бункерден жасалған қоймалық тиеу тесіктері арқылы жүктейді. Балқыту үрдісінен алынған штейн және шлак мезгілді түрде пештен шығарылып отырады. Бұл штейнді шығару үшін арнайы тесіктер бар, олар пештің бүйір қабырғасында орналасқан. Сұйық шлакты пештен шығару үшін, оның артқы жағында не болмаса бүйір қабырғасында, шұңқыр деңгейінен 1 м биіктікте орналасқан шлак терезесі пайдаланылады.

Күкіртті жою шихта құрамы және отынның түріне байланысты. Күйдірілмеген концентратты балқыту барысында күкіртсіздендіру дәрежесі 30-50% құрайды, ал бағалы металл бар концентратты балқыту барысында 20-25% құрайды.



1.1 - сурет – Аспалы қоймасы бар заманауи шағылысу пеші

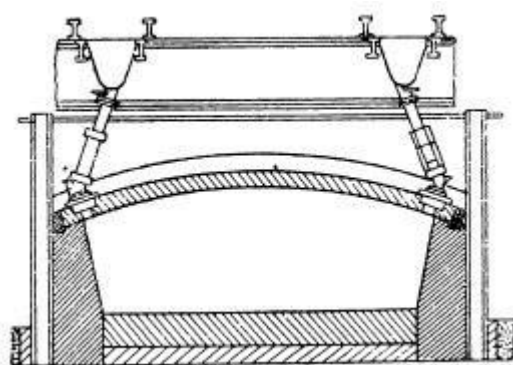
Негізінен пеш өнімділігі шихта материалдарын балқыту сипатына, сонымен қоса жылу кернеулігіне байланысты болып келеді. Оны алдын ала күйдіру барысында шихтаның балқытпасы артады. Қазіргі пештердің жылу ағыны 208-290 Гдж/сағ тең. Шихтаның тәуліктік жүзуі 1 м² ауданында 2-9 дейін құрайды. Және пештің жылу коэффициенті төмен болып келеді, сол себептен күйдірілген шихтаны балқыту кезіндегі жылу шығыны 2,9-4,2 Гдж/т болады.

Бұл суреттегі мыс концентраттарын балқытуға арналған шағылысу пеші қатқан шлак іргетасына салынған кірпіштен жасалған туннельге ұқсас камера. Ол кірпіш отқа шыдамды болып келеді. Және іргетас үшін арнайы шұңқыр қазылады, оған сол пеш өлшемдеріне сәйкес болатын бетон мен тастан жасалынған пішін қойылады. Ары қарай, бұл пішінге балқытылған шлак құйылады.

Өлшемдеріне келетін болсақ, пеш қабырғалары 2-2,25 кірпіштен, нақтырақ 500-565 мм дианас кірпіштен төселінген. Қабырғалардың төменгі бөлігіне 1,5 м биіктікке хром – магнезит, болмаса магнезит кірпішінен жасалынған төсеу қолданылады. Және бұл төсеудің мақсаты қабырғалардың төменгі бөлігіндегі балқыту өнімдерінің әсерінен қорғау үшін қолданылады. Алайда, кейбір зауыттарда бұл қабырғалардың сыртқы беті сумен салқындалатылады, сонда су катушкалар арқылы өтеді.

Шағылыстыру пеш қоймаларының доғалы және ілулі түрлері бар. Арка қоймасының қалыңдығы 500 мм болады, ол сынаға ұқсас динас кірпішінен төселген, себебі бұл кірпіш отқа шыдамды заттардан жоғары температурада қысылудан сақтайды. Динас қоймасының беріктігі пештің енін шектеп тұрады. Динас шағылыстырғыш балқыту жағдайындағы аз химиялық беріктілікке ие. Бұл қоймалардың кемшілігі жөндеуінің қиын болып келуінде. Ал артықшылығы қышқыл шихтада пайдалы болуында. Аспалы қоймалар 1931 жылдан бастап қолданылады.

Шағылысу пешінің қабырға бойына екі таврлық аралықтар болмаса болат бағандар жұппен орнатылады. Ол 0,9-1,8 м аралықпен бекітіледі. Бір – біріне қарама – қарсы жұп аралықтар осы доғаның үстінен өтетін тартқыштармен тартылады. Пеш қызған бойда, асықпай гайкалар босатыла бастайды.



1.2 - сурет – Шағылысу пешінің арка қоймасы

Ең маңызды операциялардың бірі шұңқыр шағылыстырғыш пеш астындағы бетті дайындау. Сонда ол үшін шлақтың негізіне салынған кірпішке ең алдымен отқа шыдамды 50-100 мм қалыңдығы саз қабаты, содан соң артынан 600-700 мм қалыңдығы таза кварц құм қабаты құйылады. Кварцты 1500-1600 °С дейін қыздырған кезде тридимитке айналады. Оның жеке дәндері қайнатылып, тығыз жіне тегіс бетті қалыптастырады [17].

Көмір шаңы оттықтар арқылы пешке барады, алдыңғы қабырғадағы тесіктер арқылы мазут саптамалармен үрленеді. Негізінен, оттықтар болмаса саптамалар 4-6 данадан тұрады және олар бір қатарға жайғасады. Бүрку және үрлеу ауасы 200-250 мм су қысымымен желдеткіш арқылы беріліп, ол бастапқы ауа деп те аталады. Ал қосымша "екінші" ауа оттықтардың қасындағы тесіктер арқылы үрленеді.

Мазуттың калориялық мәні көмір шаңына қарағанда көбірек. Көмір шаңының кемшілігі салыстырмалы түрде жоғары күл құрамы болып табылады. Шағылыстырғыш пештерде материалдарды қыздыру ашық алау түрде жүргізіледі, сонда балқытылған ванна бетіне күл түседі де балқыту өнімдерінің құрамына өз әсерін тигізіп ықтималдылығы жоғары, не болмаса отқа шыдамды болған жағдайда, газдардан ваннаға жылу берілуін нашарлатады, Көмірдің калориялық құндылығы кем дегенде 6060 ккал / кг, ұшпа құрамы 25% жоғары

болуы қажет және күлділігі 35% аспау керек. Көмір көптеген кемшіліктеріне карамастан, мазутқа қарағанда арзан және тапшы, сол себептен ол көптеген мыс балқыту зауыттарда пайдаланылады.

Шағылыстырғыш пештердің пайдалы әсерінің жылу коэффициенті 30% аспайды, яғни өте төмен, ол газдардың жоғары температурасына байланысты болып келеді. Отынды қолдану дәрежесін жоғарылату үшін қалдық газдар бу қазандықтарының астына барады, сол кезде ғана жылуды қолдану коэффициенті 55-65% дейін артады.

Шихтаны қоймадағы пеш бойымен орналасқан бүйір қабырғадағы тесіктер арқылы жеткізеді. Бункерлердің қызуы жүктеу тесіктеріне түсіріледі, ал ол пеш бетіндегі колошник аймағында жайғасқан. Шихта бункерлерге екі жол арқылы жіберіледі. Ол тасылмадаушы немесе вагонеткалар. Сонда жүктелінген шихта қабырғалардың жанымен беткейлерде орналасып, кірпішті шлак және де ыстық газдардың тура әсерінен қорғаштайды.

Сұйық түрлендіргіш шлак арнайы науаға құйылып өтеді. Ал оның астыңғы ұшы пештің ішіне бүйір қабырғалардың алды арқылы не болмаса сол алдыңғы қабырғадағы терезе арқылы орнатылады.

Бұл үрдістегі балқыту өнімдері, яғни штейн мен шлакты, олардың жиналуына қарай шығарады. Шлак пештің бүйір қабырғасында немесе соңғы қабырғада шұңқыр деңгейінен 700-800 мм биіктікте орналасқан шлак терезесі арқылы шығарылады. Бізге қажетті деңгейде шлак отқа шыдамды саздың бөгетімен қамтамасыз етіледі. Және штейнді шығару үшін екі тесікті пайдалану қажет. Олар шұңқыр деңгейіндегі бүйір қабырғаларда орналасқан. Штейн шыққан жерден пеш қабырғасына сумен суықтатылған шойынды немесе мыс плитасы орналасады, олардың төртбұрышты тесіктері бар. Оның ішіне ішкі диаметрі 45-50 мм шойын леткалар салынады.

Қазірге кезде, көптеген зауыттарда шағылысу пешінің жылу режимін бақылап, басқару автоматтандырылған. Берілген отын мөлшерін, температураны, ауаны және тартуды автоматты өлшеу негізінде балқыту режимі сақталынады.

1.3 Штейн және шлак

Штейн неміс тілінде тас деген мағынаға ие. Штейн темір және мыс сульфидтерінен тұрады. Сонымен қатар, штейнде қорғасын, темір оксидтері, кремний диоксиді, мырыш, никель сульфидтері, глинозем және басқа да компоненттер бар. Осы штейнде асыл металдар жақсы ериді. Оның мөлшері 79,9% құрайды. Ал мыстың мөлшері 15-40% аралығында болады. Сонымен қатар, штейннің бір артықшылығы бар, ол алтын мен күмісті жақсы ерітеді. Штейндегі мыстың артуыменен, шлактағы мыс жоғалады. Штейннің балқу температурасы 900-1151 °C аралығында болады. Негізінен штейн құрамы 10-50% Cu және Ni, 15-25% S, қалғаны Fe тұрады. Яғни, ол CuS және FeS қорытпасы. Күкірт, темір және мыстың мөлшері 80-90%, қалған 10% никель,

қорғасын, мырыш, сульфидтер. Шлактарды басқаша силикат қорытпалары деп те атайды. Түсті металлургияда ең негізгілері кальций және темір. Металлургияда шлак қалдық өнім немесе компонент қалдықтарынан тазартылған металл өндіріс өнімі.

Шағылыстырғыш балқыту штейндерінде шахталық балқыту штейндеріне қарағанда күкірт 27% дейін жоғарылайды. Күкірттің мөлшері шахталық балқыту пештерінде 25% тең. Яғни, бұл күкірттің артуының себебі жоғары сульфидтердің толықтай ыдырамауынан болуы мүмкін. Көптеген мәліметтер бойынша, штейндегі оттегі мөлшері 2,1-7,7% аралағында болады, сонда ферриттердің құрамына 7,5-28% тең келіп тұр. Штейн құрамындағы мыс жоғарылаған сәтте, оттегі мөлшері азаяды. Жалпы, Гаулей деректері бойынша, штейндегі оттегі күкірт безіне қатынасы 0,12-0,57 аралықта болады. Штейндегі магнетит механикалық суспензия немесе еритін күйде болуы мүмкін. Себебі, штейннің меншікті салмағына магнетиттің меншікті салмағы жақын болып келеді. Негізінен, штейндердегі басқа да металл сульфидтерін алатын болсақ, олар әртүрлі әсер етеді. Мысалы, мырыш сульфидінің ерігіштігі шектеулі. Меншікті салмағы штейннен аз, дегенмен шлактан үлкен болған артық мырыш сульфиді, осы штейн мен шлак арасында белгілі бір аралық қабатты түзеді. А. А. Цейдлер деректері бойынша, 1 тонна штейн 50 кг дейін алтын мен күмісті еріте алады.

Кесте 1.1 – Шағылыстырғыш балқыту штейндерінің құрамы

Шағылыстырғыш балқыту штейндерінің құрамы					
Зауыттар	Мазмұны, %				
	Cu	Zn	Fe	S	шлак қосындылары
Балқаш	29,8	–	36,7	26,8	1,8
Красноуральский	25,0	3,92	36,9	24,45	2,5
Норанда	24,0	–	45,0	23,9	–
Кировградский	17,0	5,02	44,13	25,9	2,37

Шағылыстырғыш балқыту шлактары силикат қорытпалары болып саналады, яғни темір оксиді және кальций оксиді. Шағылыстырғыш балқыту шлағы темір оксиді 38-45% кремний диоксиді 36-38%, кальций оксиді 5-7% құралады. Балқыту процесінде балқытылған шлактарда пеш өнімділігі төмендейді. Сонымен қатар, пеште температура шектелгендіктен, пеш соңында шлак қасиеттері нашарлайды.

Шлак штейнді дұрыс қорғау үшін, тұтқырлығы минималды болуы қажет, бұл пештің қалыпты жұмыс жасауына көмектеседі. Және шағылыстыратын балқыту шлактарындағы ең зиянды қоспа бар, ол мырыш оксиді. Себебі, бұл қоспамен шлактардың тұтқырлығы артып кетеді. Ал шлак тұтқырлығы артқан жағдайда, мыс жоғалады. Бірақ, шлақтың мыспен жоғалуы, тек қана шлак тұтқырлығына байланысты емес, онымен қоса басқа да факторларға байланысы бар, мысалы салмағына немесе химиялық құрамына. Егер, шағылыстырғыш

балқыту барысында, алынған шлақтың сапасын бағалау қажет болса, шлак пен штейннің арасындағы мыстың таралу көрсеткіші пайдаланылады. В. Б. Боггс таралу көрсеткіші шлактағы мыстың мөлшері, сол шлактағы темірдің орташа 0,01 құрайды деген. Ал мысқа толы штейндерде 0,0125 дейін көтіріледі де, төмен мыс штейндерінде 0,008 дейін түседі. Шлақтың балку температурасы 1100-1250 °С құрайды.

Кесте 1.2 – Шағылыстыратын мыс балқыту шлак құрамы

Шағылыстырғыш балқыту шлактарының құрамы						
Зауыттар	Мазмұны, %					
	Cu	Zn	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₂	CaO
Балқаш	0,38	–	30,49	36,84	10,35	9,08
Красноуральский	0,37	3,5	32,5	38,0	5,4	4,68
Норанда	0,31	–	35,6	38,5	6,2	2,1
Кировградский	0,30	3,40	29,65	34,10	4,62	7,1
Среднеуральский	0,35	7,5	35,2	35,4	3,8	4,6

Шлак SiO₂, FeO, CaO, Al₂O₃ тұрады. Яғни 85-95% құрайды. Сонымен қатар, шлакта 0,1-0,5 Cu бар. Штейннің тамшылары қалатын мыстың шлакпен жоғалуы, осы шлак штейннің құрамымен балқыту технологиясына байланысты. Штейн құрамында мыс мөлшері жоғарылайтын болса, шлак пен мыс жоғалу пайызы артады. Шағылысу пешті балқыту кезінде шлак мөлшері массасы бойынша екі немесе үш есе, ал көлемі бойынша штейнге қарағанда үш және бес есе артық. Сондай – ақ, шлак құрамында магнетит болса, мыстың ерігіштігі артып, мыс пен шлақтың жоғалуы артады. Алайда, магнетит қалпына келіп үлгермеген жағдайда, ол штейн – шлак шекарасындағы ваннада жалғасады. Осы жағдайда, газ көпіршіктерімен штейн шлакқа түсіп, мыс пен асыл металдардың жоғалуына алып келеді. Бұл ретте мыс мөлшері 0,3-0,7% құрайды. Негізінен штейнге мыс пен асыл металдарды алу 95-98% құрайды.

1.4 Шағылысу пеште болатын химиялық реакциялар

Шағылысу пешінде жүзеге асатын химиялық реакцияларды төрт топқа бөлуге болады. Бірінші топ, шихтаны бейтарап ауада қыздыру, яғни ол ылғалдың жоғалуы мен тұрақсыз термиялық диссоциация химиялық байланыс реакциясын қосады. Атап айтқанда, карбонат, гидроксид және т.б. Күкірт, жоғары сульфидтердің ыдырауынан бөлінген, пештің газ кеңістігінде жүзеге асатын оттегі есебінен SO₂ дейін тотығады. Ол ауаны сору арқылы кіреді, ең бастылары қыздыру температурасы, минералдардың жеке қасиеттері, шихтаның үлкендігі. 743 °С жоғары күкірт бу қысымынында пирит ыдырайды. Пештің жоғары температурасы пириттің тез әрі толықтай ыдырауына әсерін тигізеді. Балқыту процессінде бүткіл карбонаттар да ыдырауға ұшырайды. Жоғары сульфидтердің

ыдырау есебінен, газды фазаға күкірттің көп мөлшері өтеді. Пирит пен ковеллиннің ыдырауы кезінде, 50% күкірт жойылады.

Екінші топқа, күкіртті жоятын сульфидтермен ферриттердің байланыс реакциясы жатады. $\text{MeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Сонда, басқа да ферриттердің ыдырау реакциясы болып жатады. Толықтай реакцияның ағып өтуі, магнетиттегі шлак пен штейннің қалдығымен, тотыққан күкірттің санын береді. Энергиялық ағым реакциясының магнетит және темір сульфидінің байланысы, кремнезем қатысуымен 1200 °С температурадан жоғары басталады. Температура жоғарылаған сайын, оның ағымы жылдамдық пен тотықтығы артады. Магнетиттің сульфидтермен қалпына келуі шлактағы FeO белсенділігінің аз болуына қатысты SiO_2 және басқа да қышқыл оксидтерінің болуы әсерін тигізеді.

Магнетит құрамын шлак пен штейнде арттыру оның физико – химиялық қасиеттеріне зияны келеді. Fe_3O_4 концентрациясының артуымен шлак штейн бөлімінің шекарасында фазааралық керілу төмендеп, шлак балқымаларының тұтқырлығы артады. Осының барлығы мыстың шлакпен аса төмендеуіне алып келеді. Сонымен қоса, шлакта, штейнде магнетиттің ерігіштігі өте шектеулі болып келеді. Сондықтан да, пеште магнетит төмен температурада жиналады, ол штейн мен шлақтың ортасындағы жартылай балқытылған қабаттың пайда болуына алып келеді. Және сол магнетит тіректері мен шихта секіргіштерінің да пайда болып қалуына әсерін тигізуі мүмкін. Тіректер мен секіргіштер пешті бітейді, ол пеш ваннасының көлемін және шлақтың болу уақытын қысқартады. Магнетит концентрациясының штейн мен оксид фаз бөлімінің шекарасында төмендеуі, осы участіктегі интенсивті ағымы, магнетит пен темір сульфидінің кремнезем қатысуымен балқыту реакциясының байланысымен түсіндіріледі.

Шағылыстырғыш шикі концентраттарды балқыту процесіндегі магнетит көзі айналым түрлендіргіш шлагы болып табылады. Оны сұйық күйде шағылысу пешіне құяды. Түрлендіргіш шлак шағылысу пешіндегі шлакка қарағанда ең аз температураға және үлкен темір оксид құрамына ие. Сол себепті, ол үлкен тығыздыққа ие және шағылысу пешіне толтыру барысында шлак пен штейн бөлімінің шекарасына түсіріледі. Пештің бұл бөлігінде температура салыстырмалы түрде төмен болғандықтан, магнетиттің сульфидпен қалпына келуі жәй және толық емес болып өтеді. Түрлендіргіш шлагының магнетитінің ыдырауы 60% жүреді. Ал түрлендіргіш шлак магнетиті 40% штейнге, 40% шлакка, 20% қалпына келтіруіне кетеді. Құйылатын түрлендіргіш шлагының арнайы бөлімі, штейн шлак шекарасындағы салыстырмалы төмен температура, сол магнетиттің аз тотықсыздану дәрежесі мен жұқа сульфидті суспензияның коалесценциясы үшін толықтай жайлы жағдайлар шағылыстырғыш пештеріндегі сұйық түрлендіргіш шлактарынан мыс алудың белгілі бір дәрежеде төмен болуына себепші. Магнетиттің қалпына келуі үлкен дәрежеде тек түрлендіргіш шлактарды қайта өңдеген жағдайда жетеді.

Шағылысу пешінде сұйық түрлендіргіш шлактарының қайта өңдеуі тиімсіз және әдетте жұмыстың үлкен бұзылыстарына алып келеді. Түрлендіргіш шлагын қайта өңдеу жеке арнайы процессте атқарған дұрыс болып саналады. Осылайша, шикі концентраттардың десульфуризациясы шағылысу пешінде термиялық

жоғары сульфидтердің ыдырауымен, феррит пен сульфидтердің байланысы арқасында жүзеге асырылады. Нәтижесінде, қосымша күкірттің 7-10% жойылады. Десульфуризацияның соңғы дәрежесі 50-55% құрайды. Шейндегі мыс құрамы концентраттағы мыс құрамына қарағанда елеулі түрде өседі.

Химиялық реакцияның үшінші тобы, бұл түсті металл оксидтерінің сульфидтермен байланысы. Бұл топ, металлды шлак пен штейн арасында бөледі. Бағыты және ағым тотығуы металлдың әртүрлілігімен анықталады. Оттегіге жақын болып келетін металдар: магний, алюминий, кальций, кремний және т. б., балқыту кезінде толықтай оксидке формасына сәйкес шлакқа өтеді. Ал күкіртке жақындығы бар металдар, мысалы мыс, никель көбіне штейнде шоғырланады. Мыс, темірге қарағанда жоғары температурада күкіртке жақындығы көбірек, оттегіге жақындығы аз болады.

Төртінші топ құнды компоненттердің балқыту өнімдер арасындағы таралуы. Күкіртпен байланысы бар бүткіл темір, сульфидті формада қалады және толықтай штейнге өтеді. Тек оның байланыс формасы өзгереді: концентратта - FeS_2 , штейнде – FeS . Нәтижесінде, штейн саны жоғары, мыс құрамы төмен 16-20% болады.

Мыс концентраттарын штейнге балқытудың ең қажетті тапсырмасы - айналымдағы материалдар мен концентраттар, қоспалар шихтасын алумен қатар, тапсырылған құрамнан шлак және штейн алу. Шағылыстырғыш балқытудағы шихта сульфидтер мен оксидтерден тұрады.

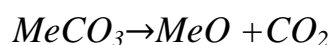
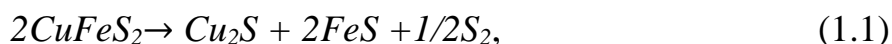
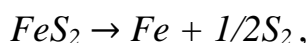
Шлак пен штейннің пайда болу үрдісі шағылысу пешінің көлбеуінде орналасқан әжептеуір араласқан шихта, біртіндеп ыстық газ ағынымен, қабырғалардың және пеш қоймаларының сәулеленуімен қыздырылады. Сонда жоғарғы сульфидтер мен карбонаттардың диссоциациясы қажетті температураға жеткен бойда басталады. Жоғары сульфидтер диссоциациямен бірге, оксидтер және сульфаттармен байланысады. Қорытындысында, штейн балқытпасы пайда болып, күкірт бөлінеді, ол өз кезегінде шихтаның тамшы тәріздес қатты бөлшектерінің бетімен, балқытпа бетіне барып ағады. Бұл үрдісте, штейн тамшыларын ерітеді, сәйкесінше шихтада орналасқан асыл металдарды шоғырландырады. Сонымен қатар, штейнге палладий, теллур, скандий және басқа да элементтер өтеді.

Балқыту бетінен штейн, шлак қабатынан өтіп, пештің тұғырында шоғырланады.

Сонан соң оксидтер өзара байланысады, ол өз кезегінде шлактардың пайда болып, олардың балқытылуына және де балқытпа бетіне ағылуына алып келеді. Бұл үрдістің барлығы шихта температурасының жоғарылауымен бірге жүреді.

Пеш атмосферасын бірінші жақындауында бейтарап жүзінде қарастырған дұрыс, себебі газдық фазада еркін оттегі минималды мөлшері болады.

Жоғарыда айтып өтілгендей, шихтаны бейтарап түрдегі атмосфераны қыздыру бірінші топ үрдісі жылу әсермен және ылғалдылықтың буланумен байланысты. Және ол орнықсыз химиялық қоспалардың, мысалы карбонаттардың, кристаллогидраттардың, пириттердің диссоциация байланысын қосады.



Екінші топ газдық фазада күкірттің жойылуына алып келеді, яғни ол сульфидтермен ферриттердің байланысы болып келеді. Бұл топта ең маңыздысы, магнетит темірінің шлак кремнезем қатысуындағы реакция байланысы.



Сол сияқты басқа да ферриттер мен сульфидтердің реакциясы ағып өтеді. Бұл реакцияның толықтығы, тотыққан күкірт мөлшері және штейн мен шлактағы магнетит қалдығының санымен анықталады. Жігерлі реакция ағыны температура 1200° жоғары болғанда басталады. Сәйкесінше, температураның жоғарылауымен ағынның жылдамдығы және толықтығы жоғарылайды. Магнетиттің сульфидтермен қайта өңделуіне кремнезем немесе басқа да қышқыл оксидтердің болуы әсерін тигізеді. Ал, олардың болуы шлактағы темір оксидінің белсенділігінің төмендеуіне алып келеді. Штейн мен шлактағы магнетит құрамының жоғарылауы олардың қасиеттеріне кері әсерін тигізумен қоймай, сонымен қатар шлакпен темірдің механикалық және электрохимиялық шығынға алып келеді. Магнетит шлак пен штейнде тек шектеулі түрде ерітіледі. Балқытпаның салқындатылуында, үлгі ретінде айтатын болсақ, пеш шұңқырында ол кристаллданып, ванна көлемінің азаюына әсерін тигізеді. Сол себепті, металлургиялық үрдісте бастапқы шихтада магнетиттің минималды құрамы және балқыту үрдісінде оның толықтай қалпына келіп, қамтамасыз етілгені жөн.

Шағылыстырғыш шикі концентраттарды балқыту процесіндегі магнетит көзі айналым түрлендіргіш шлагы болып табылады. Ол шағылысу пешіне сұйық күйде құйылады. Түрлендіргіш шлагы шағылысу пешіндегі шлакқа қарағанда аз көлемдегі температураға және темір оксидінің үлкен құрамына ие. Сондықтан, оның тығыздығы үлкен және шағылысу пешіне құйылатын кезде шлак пен штейннің шекарасына түседі.

Магнетиттің сульфидпен байланысында 7-10% күкірт бөлінеді. Шикі шихтаны шағылысу пешінде балқытқан кезде жалпы десульфуризация жиынтығы 50-55% құрайды.

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Жүйенің жасалуы мен тағайындалуы

Шағылысу пешінде мыс концентраттарын балқыту үрдісіндегі ең негізгі мақсаттары аталды. Ал бұл жүйенің соңғы мақсаты штейннің нақты құрамын алу. Технологиялық процесстің ең негізгі шарты отын жаққандағы керекті жылу мөлшерін беру болып табылады. Демек, жылу режимі шағылысу пешінде мыс концентраттарын балқыту үрдісіндегі ең қажетті бөлігі екен. Алайда, соңғы өнімнің саны және сапасы жылу режимімен қоса, бастапқы материалдардың химиялық құрамына, пеш құрылысына, бастапқы өнімнің соңғы өнімге жетуіне физико – химиялық факторлар да тікелей байланысты. Сонда, технологиялық үрдіске әсерін тигізетін көптеген факторлар бар.

Қорытқанда, шағылысу пешінде мыс концентраттарын балқытуды толықтай автоматтандыру жылу режимімен қатар, басқа да факторларды, мысалы пеш агрегатында бастапқы материалдың қайта өңделу барысында химиялық және физикалық құрамының өзгеруі де ескеріледі. Қазіргі кезде бастапқы материалдың физикалық және химиялық параметрлерін өлшеу үшін қажетті датчиктер жоқ. Сол себепті толықтай автоматтандыру процесі жүзеге асырылмайды. Бірақ, шағылысу пешіне автоматтандырылған режимінің арнайы жеке элементтері енгізіліп жатыр. Ішінде ең кең тарағандары, температураны реттеуші жүйе, пеш агрегатындағы қысым, ауа – отын қатынасы.

Пеш өнімділігі қалыпты жоғары температуралық балқыту аясында сақталады. Осы тұрақты температураны қалпына келтіру кезінде қолмен реттеу жүйесі жүзеге асырылады. Ол үшін 8-10 минут керек, автоматты реттеу барысында бар болғаны 50 секунд қажет. Және пеш ең жоғары дәрежеде жасалған жағдайда жұмыс уақытының 90% дейін жұмыс атқарады.

Температураны реттеуде ең алдымен пеш қоймасының алдыңғы бөлігінде орналасқан радиациялық пирометр карборунды кесеге қойылады. Кейін пирометрдің импульсі реттеуші потенциометрге жіберіледі. Ал екінші пирометр реттеуші потенциометрмен шағылысу пешінің соңында тұрақты температураны ұстап тұруға көмегін тигізеді. Екі бірдей потенциометр изодромды реттеушімен байланысқан, ол жанармайды пешке жіберлуін атқарушы механизм арқылы басқарады.

Пештің ең жоғары өнімділігі тек қана максималды температурада, яғни отынның факелды жануында, отынды жандыру кезінде жүзеге асады. Осы температура артық ауа және оның отынмен араласу дәрежесіне байланысты болып келеді. Соған сәйкес, автоматты құрылғылар қажетті түсіп тұратын отынның өзгерісіне қарай, артық ауаның ең тиімді коэффициентін қолдап тұруы керек. Яғни, ол өзіне ауа мен отын мөлшер қатынасын жергілікті автоматтандыру реттеуші жүйесін қамтамасыз етілу керек. Қалыпты отын мен бірінші және екінші ауа қатынасын ұстап тұру ауа шығыны арқылы жүзеге асырылады.

Отын шығынына қарамастан, шағылысу пешінде нақты оңтайлы қысым қамтамасыз етіледі. Ол тұрақты газ ағын жылдамдығы мен қоршаған ортада алдын ала ескертетін ауаны соруды қамтамасыз етеді, яғни автоматтандыру жүйесі шағылысу пешінде қысымды реттеуші түйінді өзіне қосады. Қысым импульсінің төмендеуі пеш соңынан қысым реттеушіне жіберіледі, ол өз кезегінде түтін мұржасындағы шибер орналасуын өзгертетін атқарушы механизмді қимылға алып келеді. Ол пештегі ауаны соруды ұлғайтып және кішірейтіп тұрады. Бұл автоматты қысым реттеушінің пеш аймағындағы жұмыс кезектілігі.

Шағылысу пешінде жылу режимін автоматтандыру агрегаттардың жылу жұмысын оңтайландыруға әсерін тигізеді. Сонымен қатар ол жоғары жылу режимінде балқытпаны жүргізу шарттарына қол жеткізіледі. Нәтижесінде, автоматтандыру жүйесі шихта ерітілуінің ұлғаюына, мыс пен шлактардың жоғалуының азаюына және меншікті отын шығынының азаюына ықпал етеді.

2.2 Автоматтандыру сұлбасының сипаттамасы

Мыс концентраттарын балқыту үрдісінің автоматтандыру сұлбасында үрлеу желдеткіші, газ, оттық бар. Ең алдымен пеш газы, үрлеу желдеткіші және оттық бір-біріне әсерін тигізіп, пеш ішінде жалынды тұдырғызады. Пеш іші үш түрлі градуста болады, пештің ішіндегі газдардың температурасы 1500-1550 °С, ортасы 1400-1350 °С, ал соңы 1250-1300 °С ие. Оларды оптикалық пирометр арқылы өлшейді. Ал пеш үстінен түтіндік газ, нақты күкіртті антидридтің акустикалық газы шығып кетеді. Және де бұл сұлбада оттектің термомагниттік газ анализаторы, жүктемелі құйын тәрізді шығынөлшегіш бар.

Одан соң, шихта тиеу тесіктері арқылы пешке түскеді, бірінші шлак, екінші штейн бөлінеді. Шлак пен штейн арнайы ковштарға жиналады. Онда термоэлектрлік түрлендіргіш тұндырылған шлақтың деңгейін есептейді. Тұндырылған шлақты басқа да керекті үрдістерге қолдануға болады. Бұл сұлбада қысым өлшеуіш түрлендіргіш, кедергі термометрі, деңгей көрсеткіштері бар. Яғни, олардың әрқайсысы өз қызметін атқарады. Пеш іші отқа төзімді және қышқыл материалдармен қапталған. Пештің қоймасы берік династан және магнезит кірпішінен жасалады.

QE - белгіленген жерде өнім сапасын өлшеуге арналған бастапқы өлшеу түрлендіргіші (сезімтал элемент).

TE – белгіленген жерде температураны өлшеуге арналған бастапқы өлшеу түрлендіргіші (сезімтал элемент).

LE - бастапқы өлшеу түрлендіргіші (сезімтал элемент).

PT - қысымды өлшеуге арналған масштабсыз аспап.

NS - электр қозғалтқышын басқаруға арналған іске қосу аппаратурасы (насосы қосу, өшіру; қақпа клапанды ашып, жабу және т.б.).

HC - қашықтан басқару пультіне орнатылған қашықтан басқару пульті.

LT - белгіленген жерде көрсеткішті дистанционно берумен бірге, деңгейді өлшеуге арналған масштабсыз аспап.

FE - белгіленген жерде ағынды өлшеуге арналған бастапқы өлшеу түрлендіргіші (сезімтал элемент).

2.3 Басқару объект ретіндегі үрдіс сипаттамасы

Жоғарыда атап өтілген технологиялық бөлімдегі шағылыстырғыш балқыту процессінің қысқаша сипаттамасы бойынша ең қажетті ерекшеліктерге ие.

1) Процесстің кірісті материал ағыны деп тоқтаусыз отын мен үрлеу, түрлендіргіш шлак пен мезгілді түрдегі жүктелетін шихта, үздіксіз ағызылатын штейн мен арасында ғана ағызылатын шлакты айтады. Алайда, маңызды шлакты ванна көлемі, шихтаның тоқтаусыз балқыту үрдісі және шлак пайда болуы, балқытпаны шағылысу пешіндегі тоқтаусыз объект құрамына апаруға мүмкіндік береді.

2) Балқытпа үрдісінің ағып өтуін анықтайтын және сипаттайтын көрсеткіштер, сан түрлі физикалық табиғатқа ие. Мысалы, материалды ағын шығыны, химиялық құрам, техникo – экономикалық көрсеткіштер, температура деген сияқты. Шағылыстырғыш балқыту көпөлшемді басқару объектісі болып табылады.

3) Пеш ваннасының үлкен көлемі және де маңызды шихтакөрек бункер сыйымдылығы қажетті инерционды балқытпа үрдісіне шартты.

4) Балқыту процесіне әртүрлі жәй өзгертін басқарылмайтын факторлар ықпал етеді. Мысалы, отын мен шикізаттың дрейфтік сипаттағышы, агрегаттардың ескіруі, тұндырудың қалыптасуы, үрдістің стандартты болмауы.

5) Бақыланбайтын айнымалылардың болуы, бақыланатын дикретті айнымалылар сипаттамасы, бақылау каналындағы жоғары дәрежедегі кедергі, процесстегі ақпараттың толық емес болуына ықпал етеді.

6) Пеш кеңістігіндегі шихта балқытылуы және отын жану үрдістерінің шағылысу пешіндегі маңызды геометриялық өлшемдер нәтижесі.

Шағылыстырғыш балқыту технологиялық басқару объектісі ретінде көпөлшемді, көп байланысқан, күрделі, аса қиын және бір – біріне өзара әсерін тигізетін, кіріс пен шығыс айнымалылардан анықталып жұмыс атқаратын, таратылған параметрлері бар технологиялық объект болып табылады.

Өзара байланысқан физико – химиялық шағылыстырғыш балқыту үрдістердің күрделілігі және пештің әртүрлі жерінде қойылған алуан түрлі наразылық, үлкен мөлшердегі бақыланатын айнымалылар және басқарылатын іс – әрекеттермен сипатталады.

Мыс концентраттарын балқыту жылу режимінің технологиялық ерекшеліктерін талдау барысында шағылыстырғыш балқыту бірнеше айнымалылармен сипатталады.

1) Басқарылатын әсерлер – шибер орналасуы, пеш оттықтары бойынша отын шығыны, әуе үрлеу шығыны;

2) Режимді айнымалылар – жалынды пеш кеңістігіндегі температура, пеш қойма астындағы қысым, шығатын газдар мен пеш атмосферасының химиялық құрамы;

3) Бақыланбайтын наразылық – отын сипаттамасы, шихта пешіне жүктелетін ылғалдылық пен мөлшер саны [3].

Шағылысу пешінің жылу режимін таңдау шағылысу шегіндегі ауысу мастерларымен жүзеге асады. Олар жылу жағдайын бағалайды және құрылғылардың көрсеткіші бойынша талдау жасап, пештің өз ерекшеліктерін де ескере отырып, балқытпаны жүргізу тәжірибелеріне сүйеніп, пештің оттықтары арасында отынды орналастыру бойынша шешім қабылдайды.

Шағылыстырғыш балқыту дайын жүйесінің автоматтандырылуы пеш оттықтарына түсетін бастапқы және екінші реттік шығын бақылауын, ең басты бөлімінің температурасын, үрдістің соңындағы газ қысымын, шихта мен отын бункерінің дәрежесін, сонымен қоса, шығын индикаторының көмегімен шаңкөмір қоспасын қосады. Ауаның шығынын өлшеуге арналған бастапқы құрылғылар, физикалық тұрғыда ескірген және қазіргі заманауи талаптарға сай емес. Шағылыстырғыш балқыту жылу режимінің дайын автоматтандырылған жүйесі ремиконт сияқты контроллерлер базасында отынның артылып қалуына, сонымен қатар, оттықтардың қалыпты жұмыс режимінің ауытқуына себепші. Тәжірибелі пеш операторы жылу режимін қолмен басқару кезінде балқыту үрдісінің жоғары көрсеткіштеріне жиі жетеді. Сол себепті, Simatic S7 – 300 контроллер базасындағы шағылыстырғыш пеш жылу режимін басқару және микропроцессорлы бақылау жүйесі дайындалуда.

2.4 Мыс концентраттарын балқыту процессін модельдеу

Басқару объектісі ретінде мыс концентратын балқыту процесі алынды.



2.1 - сурет – АРЖ функционалды схемасы

Бұл суретте мыс концентраттарын балқытудың автоматты реттеу жүйесінің функционалды схемасы көрсетіліп тұр.

Беріліс функциясы лаплас түрлендіргішінің кіріс және шығыс қатынасын құрайды. Сонда беріліс функциясының теңдеуі мына түрде болады:

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_m}{s^n + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + \dots + a_0} = G(s) \quad (2.1)$$

Сызықтық үрдісіндегі жүйенің барлық элементтері дифференциалды формада мына түрде болады:

$$\Delta\theta = \theta_3 - \theta, \quad (2.2)$$

$$T_0 \frac{d}{dt} \Delta\theta + \Delta\theta = k_0 \cdot \mu - k \cdot f, \quad (2.3)$$

$$T_{\partial\theta} \cdot \frac{d^2}{dt^2} \mu + \frac{d}{dt} \mu = k_{\partial\theta} \cdot u_u, \quad (2.4)$$

$$u_t = k_d \cdot \theta, \quad (2.5)$$

$$T_t \cdot \frac{d}{dt} u_u + u_u = k_t \cdot u_t \quad (2.6)$$

мұндағы θ - пеш температура (реттелу мүмкін);
 θ_3 - пештің бастапқы температурасы;
 $\Delta\theta$ - температура ауытқуы;
 u_0 - көпірдің қуат кернеуі;
 u_m - шығу көпірінің кернеуі;
 μ - клапанның қозғалысына қарай жылжуы;
 f - түрлі наразылық.

Кесте 2.1 – бастапқы деректер кестесі

№	T_0	K_K	k_1	$K_{\text{ш}}$	T_d	K_d	T_o	k_o	F
1	2,0	5,0	1,2	0,8	0,01	20	0,05	0,10	1+0,5t

Беріліс функциясы ТҮАБЖ әр элементі үшін келесі түрге ие:

$$G_{\text{ш}} = K_{\text{ш}} = 0,8, \quad (2.7)$$

$$G_d = \frac{k_d}{T_t s + 1} = \frac{20}{0,01s + 1}, \quad (2.8)$$

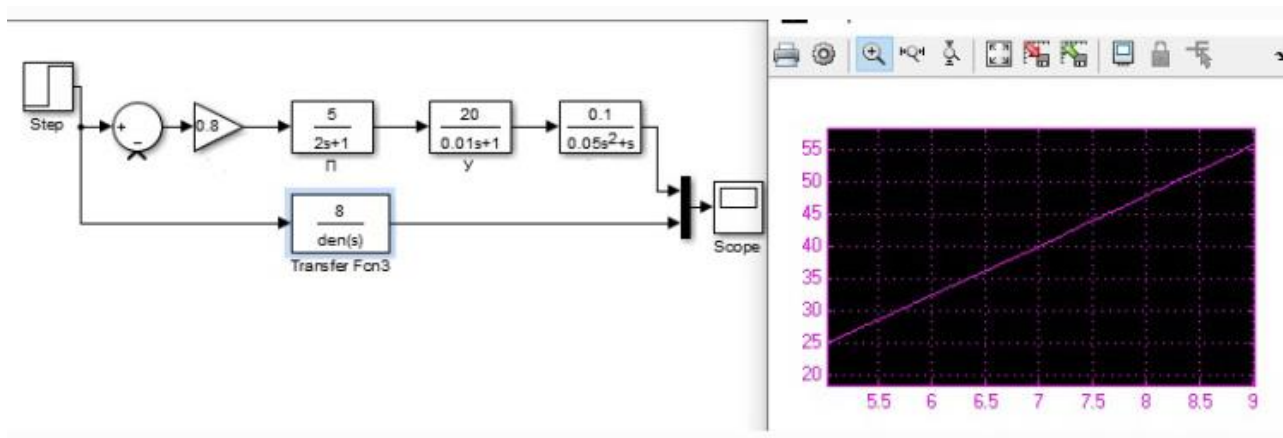
$$G_o = \frac{k_o}{T_o s^2 + s} = \frac{0,1}{0,05s^2 + s}, \quad (2.9)$$

$$G_K(s) = \frac{K_K}{T_o * s + 1} = \frac{5}{2s + 1} \quad (2.10)$$

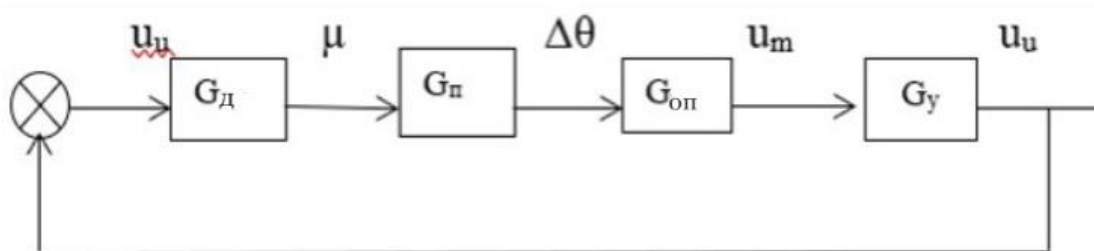
Сонда беріліс функциясы:

$$G_p(s) = G_d \cdot G_K \cdot G_o \cdot G_{\text{ш}}, \quad (2.11)$$

$$G_p(s) = \frac{8}{0,001s^4 + 0.1205s^3 + 2,06s^2 + s} \quad (2.12)$$



2.2 - сурет – Ашық жүйені модельдеудің нәтижесі



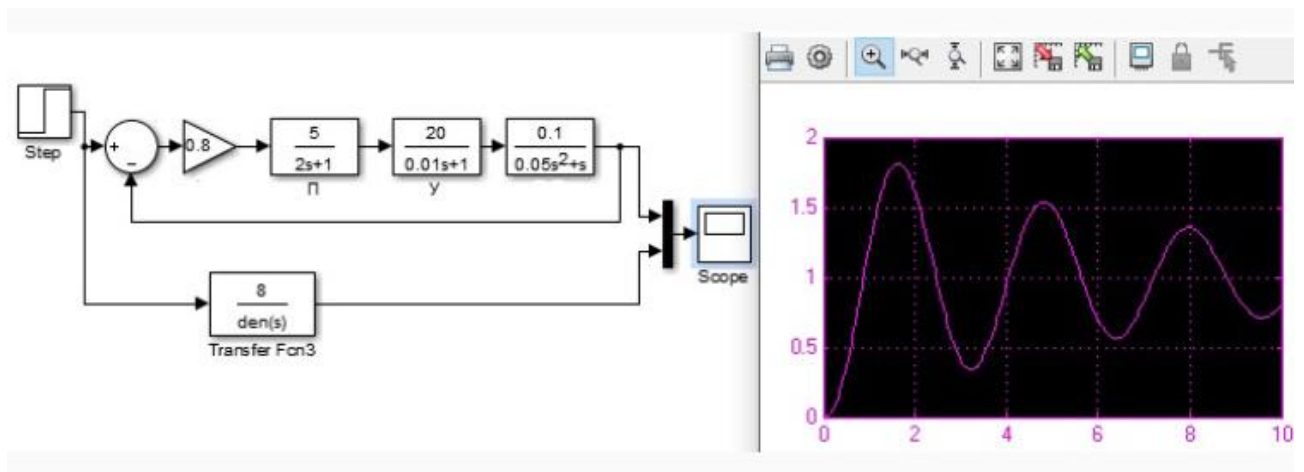
2.3 - сурет – Жабық жүйенің құрылымдық сұлбасы

Бұл беріліс функциясы келесі түрде болады:

$$G_{зс}(s) = \frac{G_{PC}(s)}{1 + G_{PC}(s)} \quad (2.13)$$

Барлық мәндерді қойып, жабық жүйенің беріліс функциясын аламыз:

$$G_{зс}(s) = \frac{8}{0.001s^4 + 0.1205s^3 + 2.06s^2 + s + 8} \quad (2.14)$$



2.4 - сурет – Жабық жүйені модельдеу нәтижесі

2.5 Мыс концентраттарын балқыту процесі үшін ПИД-реттегішін құру

Пропорционалды-интегралды-дифференциалды реттегіш басқару сигналын қалыптастыру үшін өтпелі үрдістің сапасын және қажетті нақтылығын алу үшін автоматты басқару жүйесінде қолданылады. ПИД-реттегіш үш терминнің қосындысынан тұратын басқару сигналын құрайды. Бірінші кіріс сигналының айырмашылығына және кері байланыс сигналына, яғни сәйкессіздік сигналы, екінші сәйкессіздік сигналының интегралына, үшінші сәйкессіздік сигналының туындысына пропорционалды болып келеді. ПИД-реттегіш арқылы кез-келген реттеу заңдарын жүзеге асыра алады. Пропорционалды компонент реттелінетін шаманың берілген мәннен ауытқуына қарсы шығатын шығыс сигналын шығарады. Ол үлкен болған сайын, ауытқу да үлкен болады. Егер де кіріс сигналы берілген мәнге тең болатын жағдайда шығыс мәні нөлге тең болады. Алайда, тек пропорционалды компоненттің қолданылуы кезінде реттелінетін шаманың мәні берілетін мәнге тұрақталмайды. Бұл компоненттің кемшілігі статикалық қате болып табылады. Статикалық қате шығыс сигналын қамтамасыз ететін, реттелінетін шаманың ауытқуына тең болады. Егер кіріс пен шығыс арасындағы пропорционалды коэффициент көп болған сайын, статикалық қате аз болады. Интегралды компонент реттелінетін шаманың ауытқуынан уақыт бойынша интегралына пропорционалды. Яғни, ол статикалық қатені жою үшін керек. Бірақ, жүйеде сыртқы наразылықтар болмаса, белгілі бір уақыттан кейін реттелінетін шама берілген мәнге тұрақталады, сонда пропорционалды компоненттің сигналы нөлге тең болады. Бұл жағдайда шығыс сигнал интегралды компонентпен толықтай қамтамасыз етіледі. Ал дифференциалды компонент реттелінетін шаманың ауытқуының өзгеруіне қарай пропорционалды. Ауытқулар сыртқы наразылықтардан, бұзулардан болуы мүмкін. Мыс концентраттарын балқыту үрдісі үшін ПИД-реттегішін синтездеу қажет.

ПИД-реттегіш K_p K_d K_i коэффициенттерін анықтауына қарай реттеледі. Компоненттер мына формуламен анықталады:

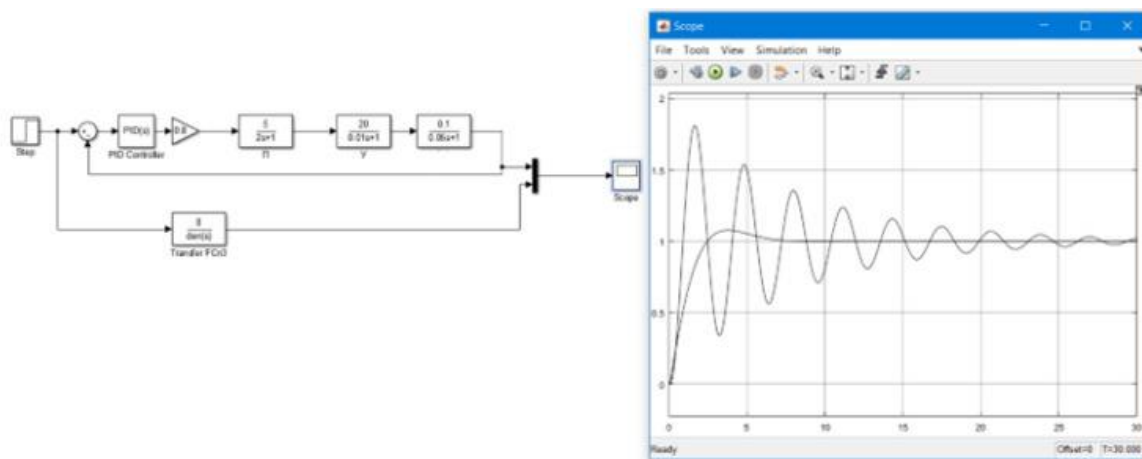
$$P(t) = K_p \cdot e(t), \quad (2.15)$$

$$I(t) = K_i \int_0^t e(t)dt, \quad (2.16)$$

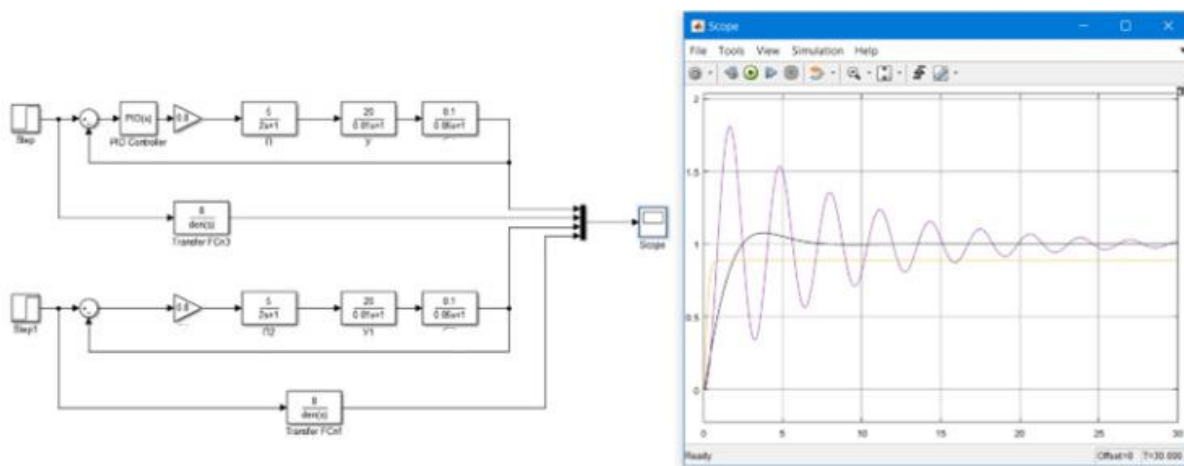
$$D(t) = K_d de(t)/dt \quad (2.17)$$

Бұл формулаларға қарай автоматты реттеу жүйесінің беріліс функциясы және оның параметрлері анықталады:

- 1) нақтылық;
- 2) реттеу жылдамдығы;
- 3) инерция;
- 4) график формасы.

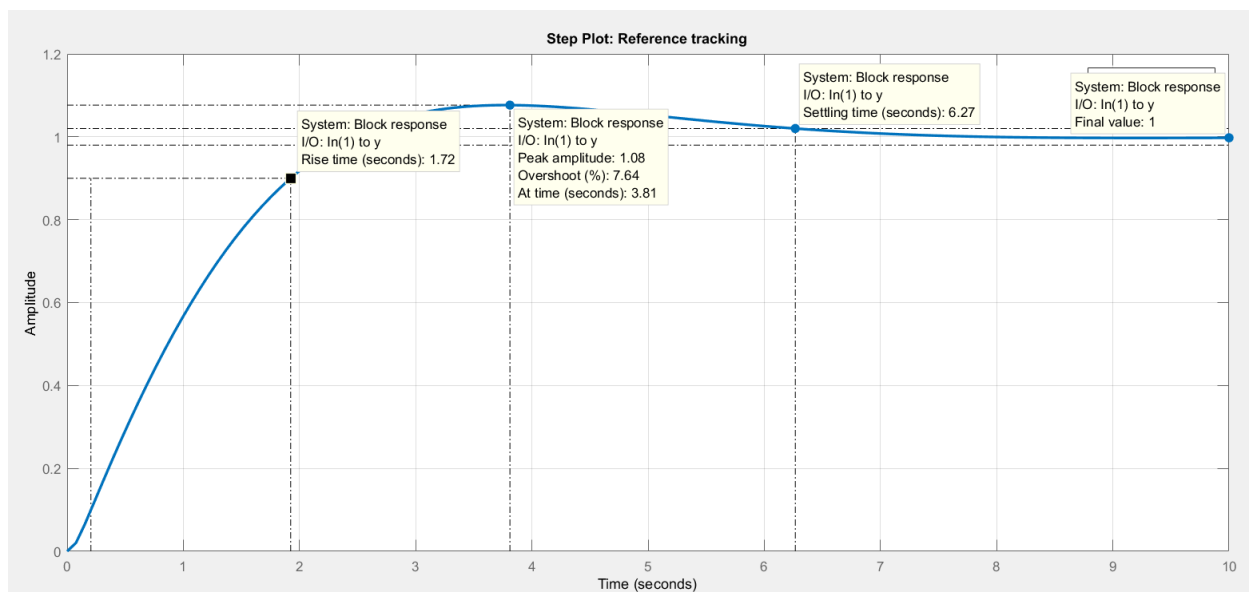


2.5 - сурет – Жабық жүйенің ПИД – реттегішпен модельдеу нәтижесі



2.6 - сурет – Жабық жүйенің ПИД реттегішсіз және ПИД реттегішпен салыстырмалы графигі

2.6-суретте жабық жүйенің ПИД реттегішімен және ПИД реттегішсіз модельдеу жүйесінің салыстырмалы графигі көрсетілген.



2.7 - сурет – ПИД реттегішпен жүйенің сапа бағасы

Кесте 2.2 – ПИД реттегішпен жабық жүйенің сапа бағасы

	№	Сапаны бағалау		Мәні
Негізгі	1	Реттеу уақыты (Settling time)	T_{set}	6.27
	2	Әлсіреу декременті	X	0.006
	3	Тербеліс жиілігі (oscillation frequencies)	ω_{osc}	0.23
	4	Қайта реттеу (Overshoot)	P_{ov}	7.64%
	5	Тербеліс (Oscillation)	M	5.26%
Қосымша	6	Бірінші максимумға жету уақыты (peak time)	T_p	3.81
	7	Өсу уақыты (rise time)	T_R	1.75
	8	Тербеліс саны	M	1

2.6 Шағылысу пеш жылу режимінің сәйкестендірілуі

Шағылысу пешінің жылу режимін сәйкестендіру күрделі және үлкен өлшемдегі есептерге алып келеді. Бірақ, оның математикалық сипаттамасын жеңілдету барысында айнымалылардың формальді ранжировкасы жүргізілген.

Ең алдымен, экспертті бағалау әдісі қолданып, дәрежелік корреляция, яғни, априорлы ақпарат рәсімделуіне негізделген. Өтілген дәрежелік корреляция процесстің айнымалы санын, оның сәйкестендірілуін қолдана отырып, априорлы түрде шектеуге мүмкіндік берді. Ранжирлеу нәтижесі бойынша және шағылыстырғыш балқыту процессіне қатысты жылу режимін математикалық моделінің есебі мына теңдік түрде:

$$t_1 = t_1(g_1, g_2, g_3, g_4, q_1, q_2),$$

мұнда t_1 – i - нүктесіндегі пеш температурасы ($i = 1, 5$);

$g_1 - g_4$ - әрбір пеш оттықтары туралы отын шығыны, т/сағ;

q_1, q_2 – әрбір жеке компоненттің үрлеу шығыны (бастапқы и екінші реттік ауа), м³/сағ.

Шағылыстырғыш балқыту үрдісі бойынша статикалық ақпараттар автоматтандырылған бақылау құрылғыларының көрсеткіші мен бастапқы және соңғы балқытпа өнімдері туралы талдау нәтижесін көрсетеді.

Пештің жылу режим көрсеткіштері тоқтаусыз бақыланатын параметрлерге жатқызылады.

Шағылыстырғыш балқыту процессін тарату кеңістігінің есебі бес датчик температурасын орнату арқылы бақыланатын температураның таратылуымен жүзеге асады. Демек, пештегі температура бекітілген, автоматты түрде тіркелетін және өлшенетін 5 нүктемен ($t_1 \dots t_5$) сипатталады.

Уақытша ақпарат аралығы Δt келесімен анықталады:

$$\Delta t \geq \max[\theta_{yi}^*],$$

мұнда θ_{yi}^* - автокорреляционды функцияның құлдырау уақыты;

$R_{yi}(\theta)$ – айнымалы шығыс, y_i шартымен анықталады:

$$R_{yi}(\theta \geq \theta^*) \leq 0.05R_{yi}(\theta)$$

Пештің температуралық профилінің қайта қалпына келуі жылу режимінің көрсеткішіне байланысы, яғни әр 4 оттық бойынша отын шығыны ($g_{1 \div 4}$) және үрлеу шығыны бастапқы (g_1) және екінші реттік (g_2) ауа, пештің жылу режимін кеңістікте таралған үрдіске сәйкестендірілуін қарастырады. Бұл процесстің «жеке айырмашылық» теңдігімен сипатталуы, пештің аталған көрсеткіштерден, отты кеңістігінде осьтік сызықты бойлай, бекітілген нүктелерде температура мағынасының тәуелділігін көрсететін теңдік жүйесіне алып келеді.

Айнымалыларға сәйкес көптік корреляция коэффициентінің квадраты:

$$R_{t1/g1+g4,g1-2}^2 = 0.852;$$

$$R_{t2/g1+g4,g1-2}^2 = 0.857;$$

$$R_{t3/g1+g4,g1-2}^2 = 0.844;$$

$$R_{t4/g1+g4,g1-2}^2 = 0.836;$$

$$R_{t5/g1+g4,g1-2}^2 = 0.791$$

Қанағаттанарлық теңдік сәйкестендіру шараның мәні бойынша мына түрге ие:

$$\begin{aligned}t_1 &= 9.36 + 0.58g_1 + 0.59g_2 + 0.68g_3 + 0.61g_4 + 0.02q_1 - 0.03q_2; \\t_2 &= 9.92 + 0.76g_1 + 0.79g_2 + 0.89g_3 + 0.84g_4 + 0.03q_1 - 0.04q_2; \\t_3 &= 9.52 + 0.72g_1 + 0.68g_2 + 0.71g_3 + 0.70g_4 + 0.02q_1 - 0.01q_2; \\t_4 &= 8.67 + 0.56g_1 + 0.58g_2 + 0.60g_3 + 0.63g_4 + 0.03q_1 + 0.01q_2; \\t_5 &= 10.3 + 0.31g_1 + 0.28g_2 + 0.29g_3 + 0.33g_4 + 0.06q_1;\end{aligned}$$

Сәйкестендіру шараның мәні бойынша теңдік: 0,864; 0,86; 0,858; 0,841; 0,795 құрайды. Бұл қажетті қатынастарда сызықты аппроксимациялаудың қолжетімді екеніне дәлел. екінші реттік ауа шығынының артуы, шаңкөмір факелды шығарып, сонымен қатар, пеш соңындағы температураны арттырып жатқанын теңдіктен көрінеді.

2.7 Жылулық режимде басқару теңдігінің орналасуы

Шағылыстырғыш балқытудың қолайлы технологиялық режимінің іске асырылуы, отты кеңістіктің температуралық профилі таңдау мен үрлеу компоненттері және пеш оттықтары бойынша, автоматты отын шығынының реттелуімен іске асырылады.

Шаң – көмір отын бағасының өсу шарттары, оның дайындалу шығынын және шағылыстырғыш балқыту процессінің маңызды энергия сыйымдылығын қосқанда да, отынды шығындар мыс штейннің қажетті өзіндік бағасын құраушы. Тіпті, аз пайызды отын экономиясының қатынасы маңызды экономикалық ықпалын тигізеді, сол себепті шағылыстырғыш балқытуда отынды шығынның түсуі өзекті тапсырманы көрсетеді.

Балқыту шихта сапасының бірлік мөлшеріне жататын отын шығынының өлшемі агрегат, шихта, оттықтардың құрылысымен, отын сипаттамасымен және отынды жандыру шарттарымен, негізі параллель жұмыс жасайтын шаң – көмір оттықтар арасындағы отынды тарату және пештің үрлеу режимімен анықталады.

$$Z_i = \frac{\partial y_3}{\partial g_i} \quad (2.18)$$

мұнда y_3 – пештегі бақылау температурасының таралуы негізіндегі қатынас бойынша анықталатын балқытпа шихтасы;

g_i – отын шығыны, i – пеш оттықтары.

$\eta_i = \frac{\Delta y_3}{\Delta g_i}$ көрсеткіш мағынасы әр түрлі оттықтар үшін әр түрлі болады және уақыт ағыны бойынша $(\frac{\Delta y'_3}{\Delta g_i} < \frac{\Delta y''_3}{\Delta g_i})$ өзгеріп тұрады, жеке оттықтардың сипаттамасының өзгерісі, пештегі сан алуан бағдарлауының болуы, үрлеудің оттықтар бойынша таралу теңсіздігі, пешке жүктелетін шихта құрамының әр түрлілігімен түсіндіріледі. Сондықтан, пештегі отынды жану процессін басқару инерционды стационарлы емес, көпөлшемді объектіні басқарумен сипатталады. Кіріс айнымалылар деп оттықтар бойынша отын шығыны және бірінші және екінші реттік үрлеу сипаттамасының шығыны, ал шығыс айнымалылар отын кеңістігінде температуралық профильді өзімен жуықтайтын, пештегі бекітілген нүктелердегі температураның мәнін айтады. Басқарылатын тапсырма жеке оттықтардың ең тиімді жұмысын қамтамасыз еткен жағдайда отын кеңістігіндегі пештің берілген температуралық профилін қамтамасыз етумен тұжырымдалады.

Жеке оттықтардың тиімді жұмысын субъективті бағасының негізінде, тәжірибелі ауысымдағы шебер, тиімді, яғни бірге жасаған жұмысының отын шығынын минимум түрдегі тиімді нұсқасын табуға тырысып, жеке оттықтар арасында уақыттың өтуімен отын шығыны және үрлеуді бөледі.

Балқыту процессінің математикалық моделінің болуы, отын жану режимін, таңдау есебін барлық оттықтар бойынша, отын шығынын минималды жиынтық түрде шектеулердің орындалуымен тапсырманы құрауға мүмкіндік береді:

- а) тапсырылған тиімді температуралық профильді отынды пеш кеңістіктері;
- б) балқытпа үрдісінің қалыпты ағып өту шарттары бойынша және қоректендергіштің шекті қуаттылығымен анықталатын жеке оттықтар бойынша шектелген отын шығыны;
- в) бастапқы ауа шығыны мен отын шығыны арасындағы қатынас;
- г) екінші реттік ауа шығыны бойынша.

2.8 Пештің жылу режимінің математикалық шешімі мен тапсырма тиімділігі

Сандық формада сызықты бағдарламалау келесі түрде көрсетіледі:

$$J = \sum_{i=1}^4 g_i \rightarrow \min_{g \in G} \quad (2.19)$$

шектеулер бойынша:

$$\begin{aligned}
9.29 + 0.58g_1 + 0.59g_2 + 0.68g_3 + 0.61g_4 + 0.02q_1 - 0.003q_2 &= 13.5; \\
10.31 + 0.76g_1 + 0.79g_2 + 0.89g_3 + 0.84g_4 + 0.03q_1 - 0.04q_2 &= 15.5; \\
10.32 + 0.72g_1 + 0.68g_2 + 0.74g_3 + 0.70g_4 + 0.02q_1 - 0.01q_2 &= 14.8; \\
8.76 + 0.56g_1 + 0.58g_2 + 0.66g_3 + 0.63g_4 + 0.03q_1 + 0.01q_2 &= 13.3; \\
9.40 + 0.31g_1 + 0.28g_2 + 0.29g_3 + 0.33g_4 - 0.06q_1 &= 12.5;
\end{aligned}$$

$$1.3 \leq g \leq 2.5;$$

$$1.3 \leq g_2 \leq 2.5;$$

$$1.3 \leq g_3 \leq 2.5;$$

$$1.3 \leq g_4 \leq 2.5;$$

$$0.29q_1 \leq g_1 + g_2 + g_3 + g_4 \leq 0.33q_2;$$

$$g_1 \leq g_2 \leq 40;$$

$$g_3 \leq 2;$$

Берілген тапсырманың шешімі симплекс әдісін қолданған кезінде мына түрде болады:

$$g_1 = g_2 = g_3 = 1.3 \text{ бірл/с} = 1300 \text{ кг/с};$$

$$g_3 = 2200 \text{ кг/с};$$

$$q_1 = 18500 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$q_1 = 35400 \text{ м}^3/\text{с}.$$

мұнда $g = (g_1, \dots, g_n)$ және $q = (q_1, q_2)$ – пештің әр оттық шығыны бойынша және бастапқы мен екінші реттік ауа шығынын сипаттайтын векторлар;

Сонда жиынтық шығын мәні 6,1% бірл/с құрайды, алайда ол БГМК – ның орташа мәнінен 7% төмен [5].

Алынған тапсырманың шешімі «шағылыстырғыш балқыту операторының кеңесі» деген сипаттамаға ие.

2.9 Берілген тиімді шағылыстырғыш балқытудың жылу режимін тұрақтандыру

Тиімділеу тапсырмасының шешімімен алынған жылу режимін іске асыру, локальді автоматты реттегіш жүйеге керекті тапсырманы орнату бойынша жүзеге асырылады.

Осы жобаға сәйкес, келесі айнымалыларды бақылау іске асырылады:

- оттықтар бойынша отын шығыны;

- пеш соңындағы, басындағы, ортасындағы және газ құбырындағы температура;

- бастапқы және екінші реттік ауа шығыны;

- пеш қоймасындағы қысым;

- шығатын газдардағы O_2 құрамы;

- бастапқы және екінші реттік ауа қысымы.

Автоматты реттегіш жүйесі келесі түйіндерден тұрады:

- берілген тарту режиміндегі автоматты сақтау;

- пештегі берілген температураны автоматты сақтау;

- берілген отын – ауа қатынасын және отынды жану сапасын қадағалап, автоматты сақтау.

Шағылысу пешіндегі температуралық режимді анықтау үшін екі нүкте алынады. Олар алдыңғы қабырғадан 8000 мм аралықта орналасқан пеш басындағы температура нүктесі және шлақты терезе аумағында орналасқан пештің соңғы температура нүктесі.

Бұл температураларды анықтау үшін, карбофраксалық стакандар пеш қоймасында қойылған. Пеш түбінде, өздігінен жазатын және тіркелетін потенциометрлармен байланысқан радиоционды пирометрлер таңдалған. Сол себепті, потенциометрлер контроллермен электрлік байланысқа ие. Олар орындаушы механизмді басқара алады. Соңғысы, реостаттармен буындалып, шаң бергіштердің айналым сандарын өзгертеді. Берілген температурадан ауытқу болған жағдайда, орындаушы механизмді қосатын, потенциометрлердің біреуі контроллерге сигнал береді. Ал шаң бергіштердің айналым сандарының өсуіне алып келетін, шаң бергіш реостаттардың соқтығысын өзгертеді және ол отын шығынының өзгеруіне, соған сәйкес берілген температураның артып немесе кемуіне алып барады.

Ауа құбырындағы бастапқы және екінші реттік ауа шығынын реттеу үшін орындаушы механизммен дроссельді заслонкалар және қысым айырмашылығынан тіркелу және басқаратын құрылғысына түсетін диафрагмалар орнатылған.

Отын – ауа қатынасын автоматты сақтау регулятор көмегі арқылы жүзеге асады. Оған екі сигнал әсер етеді, бірінші отын шығынын өлшегіш және екінші бастапқы ауа шығын өлшегіші. Сигналдарының қатынасына қарап регулятор, бастапқы ауа мөлшерін кемітіп немесе үлкейтіп, дроссельдің орындаушы механизміне әсер етеді. Бастапқы ауа шығынының кемуі оттық өлшемінің есептелуімен шектелген. Одан кейін оттық, көмірлі шаңмен толып қалуы әбден мүмкін.

Отын – ауа қатынасының автоматты сақталуы газоанализатормен де реттеледі, егер берілген газдарға қарағанда шығып жатқан газдарда ауа құрамы өзгертін болса, яғни отын жану сапасына бақылау жүргізіледі.

2.10 Пеш жұмыс кеңістігіндегі тарту режимін автоматты реттеу

Айналманың көмейімен жүретін газдарды бөлу мен тартуды реттеу үшін шиберлер орнатылған. Шиберлер жеке ыстыққа төзімді, хромды болатты плиталардан жасалған.

Шиберлерді көтеру және түсіру электрлі тыныш жүретін лебедкалармен іске асады.

Пештегі қысым алдыңғы қабырғадан 18000 мм арақашықтықта жайғасқан қойма нүктесінде өлшенеді.

Пештің жұмыс кеңістігіндегі қысымды автоматты реттеу үшін бастапқы құрылғымен қысым түйін қоршауы орналасқан, сол жерден импульс екінші реттік құрылғыға жіберіледі, ол өз кезегінде қысым реттеуішімен байланысқан.

Тапсырмаға сәйкес қысым реттеуіш, шиберді қимылға алып келетін, реверсивті лебедканың магнитті жібергіштерін қосады. Олар айналым көмейінде орналасып, тапсырмаға сай пеш қысымын өзгертеді. Шибер жағдайы соңғы ажыратқыштармен бекітіледі [6].

2.10.1 Реттегіштің тиімді орнатуларын іздеу

Реттегіштің сандық орнатуларын іздеу барысындағы бүткіл тапсырма кезеңдері – жүйедегі өтпелі үрдісті алу, интегралдық критерий сапасын есептеу және оның минималдануы сандық әдіспен шешу. Өтпелі үрдіс реттегіш жүйесінде сандық үрдіс көмегімен алынады.

Сол себепті, аналитикалық мәні белгісіз функцияның экстремумын іздеген дұрыс. Осы тапсырманы шешу үшін экстремумды анықтайтын итерациялық алгоритм, яғни Давидон – Флэтчер алгоритмін қолданған жөн.

Бұл алгоритм локальді экстремумды табудағы ең әсерлі тәсілге жатады. Оған квазиньютонды әдіс кіреді. Бұл тәсілдерге функцияның кему бағытын анықтау үшін функцияның бір бөлігін Тейлор қатарына жіктеу үшін қолданады. Айғақтар кеңістігінің кезекті нүкте аймағында нақты функцияның жуықталуын алған бойда, экстремумның шарттарын қолдана отырып, оның минимумын табу қажет. Себебі, жайылған квадратты бөлігі сызықты емес функцияны нақтырақ жуықтайды.

Негізінен, бұл әдіс көптеген есептеу қиыншылықтарымен бірге жүреді. Квазиньютонды тәсілдерде екінші туындының матрицасы айғақтар кеңістігінің ағынындағы және бастапқы нүктелердегі бірінші туындылардың мәндерін пайдаланумен жуықталады. Сол себепті, мұндай алгоритмдер оңай градиентті тәсілдердің қарапайым есептеуішті және екінші реттік жоғары ұқсастықты қосады.

Мұндай алгоритмдер келесі түрге ие:

$$\Phi^{k+1} = \Phi^k - \gamma_k \cdot H_k \nabla J(\Phi^k) \quad (2.20)$$

мұнда Φ^k - k итерациясының ықшамдау параметрлерінің векторлар мәні;

γ_k - кадам өлшемінің векторы;

$$\gamma_k = \arg \min\{\psi(\gamma) - J(\Phi^k - \gamma H_k \nabla J(\Phi^k)), \gamma \geq 0\} \quad (2.21)$$

мұндағы $k=0, 1 \dots$

H_k матрицасы k – итерациясында алынған, рекурентті әдіспен ақпараттар негізінде қайтадан саналады, сол себепті:

$$H_k - [V^k][(\Phi^k)]^{-1} \rightarrow 0$$

Солай, өз атауларын түсіндіретін, шектегі тәсілдер ньютондыққа ауысады.

Давитон – Флэтчер – Пауэл алгоритмінде H_k матрицасының квадратты ұқсастығына ие, келесі формуламен қайтадан есептеледі:

$$H_{k+1} = H_k - \frac{H_k y^k (y^k)^T H_k}{H_k y^k, y^k} + \gamma \frac{R^k (R^k)^T}{(R^k, y^k)}, H > 0 \quad (2.22)$$

мұндағы

$$R^k = -\gamma H_k \nabla J(\Phi^k) \quad (2.23)$$

$$y^k = \nabla J(\Phi^{k+1}) - \nabla J(\Phi^k) \quad (2.24)$$

Жаһанды экстремумды анықтау үшін реттегіш орнату коэффициенттері болып табылатын, оңтайландыру параметрлерінің қажетті бірінші жақындауын табу қажет. Мұндай алгоритм сөзсіз оңтайландырылған, себебі онда ізделініп жатқан параметрлерге ешбір шектеу қойылмайды. Берілген реттегіш орнату тапсырмасында критерийлерді ықшамдап ғана қоймай, тұрақты шарттарын қанағаттандыру қажет. Солай шектеліп тұрғандықтан, олар теңсіздік сипаттына ие болып тұрған, оң Гурвиц анықтауыштарында қорытындылайды.

Сапа критерийін ықшамдау бастапқы есебін $J(\Phi) \rightarrow \min_{\Phi} J(\Phi), \Phi \in \Phi$ бірпараметрлі функцияның ықшамдау есебімен ауыстырамыз:

$$\min M(\Phi, \beta) = J(\Phi) + \beta \varphi(\Phi), \beta > 0$$

Және $\psi(\Phi)$ функциясы: $\psi(\Phi) = 0$ мүмкін болатын орнатулардың бүткіл мәндері үшін, реттегіштің орнатулары, тұрақтылық шарттарын қанағаттандырып, сонымен қатар $\psi(\Phi) > 0$ бүткіл орнатулардың мәндерін қосатын, тұрақтылық шарттарын бұзатын қасиеттерге ие болуы қажет.

Осыған байланысты, тапсырманы шешу кезінде шектеулерді бұзғанын үшін айыппұл төлеу қажет, сонда мән аймағына сай емес ықшамдалған функция айыппұл мүшесіне жоғарылайды және оңтайландыру алгоритмі сол аймақтан алыстауға тырысады.

Айыппұл функция есебінің бірталай тәсілдері бар, айыппұл үлгісі ретінде квадраттық функцияны таңдау:

$$\begin{cases} \psi(\Phi) = \Delta i^2 & \text{мұнда } \Delta i \leq 0, i = 1, n \\ \psi(\Phi) = 0 & \text{мұнда } \Delta i > 0 \end{cases}$$

мұнда Δi – Гурвиц анықтағышы;

n – сипаттамалау теңдеу реті.

Егер де жүйеде кешігу элементі болатын жағдайда, трансцендентті өлшемді Паде қатарына жіктеумен алгебралық түрге алып келеді:

$$e^{-p\tau_{об}} \approx (1 - 0.5p\tau_{об}) / (1 + 0.5p\tau_{об})$$

Ашық жүйедегі беріліс функциясы келесі түрге ие:

$$W(p) = W_{об}(p) \cdot W_p(p) \quad (2.25)$$

Сонымен қатар, жабық сипаттамалық теңдеуі:

$$Q(p) = 1 + W(p) = 0$$

Объекттің орнатуларын біле тұра, $T_{об}$, $\tau_{об}$ және коэффициенттерді дифференциалды оператор дәрежесі бойынша топтастырып, сипаттамалық теңдеу мынандай түрде алынуға мүмкіндігі бар:

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_n = 0$$

Осы теңдеуде a_n, \dots, a_0 коэффициенттері, K_p , T_u , T_g реттегіштің орнату параметрлеріне байланысты болып келеді. Мұндай параметрлерді сипаттамалық коэффициенттер теңдеулері Гурвиц тұрақтылық критерийлерін қанағаттандыруына қарай таңдаған жөн.

Келесі теңдеу есептеулерінің ыңғайлылығы үшін Коши тапсырмасына өзгереді. Динамика жүйесінің дәрежелік теңдеуі, бірінші реттік теңдеу жүйесіне алып келеді. Ол үшін ең алдымен операторлы теңдеуді дифференциалды реттік теңдеу күйінде жазып алып, үлкен туындыға қатысты етіп көрсетеміз:

$$y^{(n)} = f(t, y, y', \dots, y^{(n-1)})$$

Кейін жаңадан айнымалылар енгізіледі:

$$y_1 = y';$$

$$y_2 = y'';$$

$$y_{n-1} = y^{(n-1)};$$

Және теңдеуді эквивалентті жүйе ретінде көшіреміз:

$$\frac{dy}{dt} = y_1$$

$$\frac{dy}{dt} = y_2$$

$$\frac{dy_{n-2}}{dt} = y_{n-1} \quad (2.26)$$

$$\frac{dy_{n-1}}{dt} = f(t, y, y_1, \dots, y_{n-1})$$

$$0 \leq t \leq t_k$$

Жүйелерді шешу үшін көптеген сандық тәсілдер ойлап табылған, оларды шешу әлдеқайда жеңіл болып келеді. Бірақ, реттеу сапасының әр сандық оңтайландыру критерий итерациясында жүйені қайтадан бірнеше рет шешу болатынын ескерген дұрыс. Сол себепті, Эйлер әдісін таңдаған жөн, өйткені ол жүйені тезірек шығара алады.

Эйлер тәсілі бойынша жүйенің әр теңдеуінің шешімі рекуррентті формулаға сай табылады:

$$y_{i+1} = y_i + hf(t_i, y_i), \quad i = 0, 1, \dots$$

мұндағы i – итерация нөмірі.

Бұл әдістің жоғары емес дәлдігін сапа критерийінің экстремумын іздеу барасында, итерацияның көп санын жасауға мүмкіндік беретінімен қапталады. Дифференциалды теңдеу жүйе шешімінің алгоритімін таңдаған соң, сапа критерийінің интегралды түрін табу қажет. Мысал ретінде, критерий есебінің жорамалды бағдарламасын алсақ болады:

$$F_1 = \int_0^{t_k} \{ [Y(t) - Y_3]^2 \cdot C_1 + [Y'(t)]^2 \cdot C_2 \} dt \quad (2.27)$$

мұнда, C_1, C_2 - салмақ коэффициенттері.

Бірінші қосынды реттегіш объекттің берілген мәннен шығатын өлшемінің жиынтық қайтаруын, екінші өтпелі үрдістің ауытқулығын бағалайды. Негізінен, критерийді ықшамдау минималды ауытқу шығатын өлшем кезінде, объекттің бізге берілген режимге тезірек шығуын қамтамасыз етеді.

2.10.2 Реттегіш орнатуларын есептеу алгоритмі

Блок 1. Келесі мағлұматтарды енгізеді:

- сипаттамалық теңдеудің реті;
- дифференциалды теңдеулердің жүйесінің алғашқы мәндері, негізгі уақытта мағлұматтар сипаттамалық теңдеудің бүткіл туындалардың мәніне сай;
- реттегіш коэффициентінің алғашқы жақындаулары.

Таңдалған апериодты реттегіш объекті кешігу уақытымен, реттегіш орнатуларының алғашқы жақындаулары ретінде қолдануға болады:

- реттегіш коэффициенттерінің мәні;
- $K_{об}$, $T_{об}$ коэффициенттері;
- өтпелі үрдістің графигін тұрғызу масштабы;
- объекттің кешігу уақыты;
- өтпелі үрдіске дейін қарастыратын, уақыттың соңғы сәті. Бұл өлшемді, үрдістің осы сәтіне дейін қалыптасқан режимге дейін шығуы қажет ететінін ескеру керек.

Блок 2. Эйлер тәсілінің сипаттамалық теңдеулерімен анықталған, дифференциалды теңдеулер жүйесінің шешімін іске асырады.

Блок 3. Реттегіш сапа критерийінің интегралды есептелуін жүзеге асырады.

Блок 4. Реттегіш коэффициентінің оптималды мәндерін итерационды іздеуді жүзеге асырады. Бағдарламаны қоспай тұрып қажетті нақтылық шешімді және сандық мәндерді есептеу және жеке туындылар негізінде ықшамдалған функцияның айғақтарын көбейтетін өлшемін беру керек.

Блок 5. табылған шешімді тұрақтылыққа тексереді. Сонда сипаттамалық теңдеудің коэффициенттері Гурвиц критерийін қанағаттандыратынын тексереді.

Блок 6. Егер Гурвиц тұрақтылық шарттарының біреуі бұзылатын болса, айыппұл функциясын құрастырады, ықтимал болатын мәндерден Гурвиц анықтағыштардың ауытқуына пропорционал болып келеді.

Блок 7. Берілген нақтылыққа қол жеткізген жағдайда, рәсімнің оптималды коэффициенттерін іздеуінің аяқталуы жүзеге асырады.

Блок 8. Өтпелі үрдістің график нәтижелерін шығаруын іске асырады. реттеу сапа критерийінің интегралды мәндері, тұрақтылық шартын ойрандату үшін айыппұл мәндері, сонымен қатар реттегіш коэффициенттерінің оптималды мәні.

2.11 Ақпараттық қамтамасыз ету

Мағлұматтық жүйе технологиялық үрдістің ағып өтуі туралы мәліметтердің алғашқы өңделуі және жиналуын қамтамасыз етеді, басқа да жүйелермен қолдану үшін, құрылғының жағдайы және оны дайын түрде беруі де қосылады.

Мағлұматтардың қосымша жүйелерінің тиімділігі ұйымның енгізу тәсіліне және мәліметтердің жаңадан өзгертуге, қосымша жүйелерге беруіне байланысты болып келеді. Қосымша жүйелермен шешілетін есептер функционалды тағайындалуына қарай бірнеше топтарға бөлінеді. Сауалнама және жинау тапсырмалары, сауалнаманы құратын және мәліметтерді жинау, тіркеу, оператордың команда қабылдауларын және үрдістің жағдайы туралы мәліметтерді шығаруды қамтамасыз етеді; аналогты және позиционды датчиктерді өңдеуді орындайтын, тапсырманы өңдеу және деректер массивін құрастыру, мағлұматты массивтерді құрастыруды орындайды.

Мағлұматтық қамтамасыз ету ақпаратты – қамтамасыз жүйелердің алгоритм көмегімен жүзеге асады.

1) Кіріс аналогты сигналдары:

- бастапқы ауа қысымы;
- шығатын газдар температурасы;
- пештегі температура;
- оттегі беру барысындағы қысым;
- бастапқы ауа шығыны;
- оттегі шығыны;
- екінші реттік ауа шығыны;
- бункердегі көмір шаңының дәрежесін есептеу;
- екінші реттік ауаның қысымы;
- компрессорлы ауа қысымы;
- пештегі қысым;
- көмір шаңының шығыны;
- шаң – ауа қоспасының шығыны;
- атқарушы механизмдерінің орналасуы.

2) Дискреттік кіріс сигналдары:

- М/Д басқару кілттерінің орналасуы.

3) Дискреттік шығыс сигналдары:

- атқарушы механизмдермен реттеу.

2.12 Техникалық қамтамасыз ету

Кез – келген объектімен техникалық жабдықтарды басқару жүйесін автоматтандыру техникалық, математикалық және экономикалық, ақпараттық талаптарға сай болуы керек.

Техникалық қамтамасыз етуге көптеген талаптар қойылады. Олар басқару жүйесінің қажетті есептерін тез шешу, операторлардың және қызмет көрсететін персоналдың техникалық жабдықтар жиынтығымен жеңілдетілген сөйлесулері, әр түрлі техникалық құрылғылар арасында мәліметтік түйісулердің мүмкіндіктері.

Сонымен қатар, техникалық талаптарға: уақытылы басқару жүйесінің тапсырмаларына қажетті өнімділік, қызмет көрсетудің қарапайымдылығы.

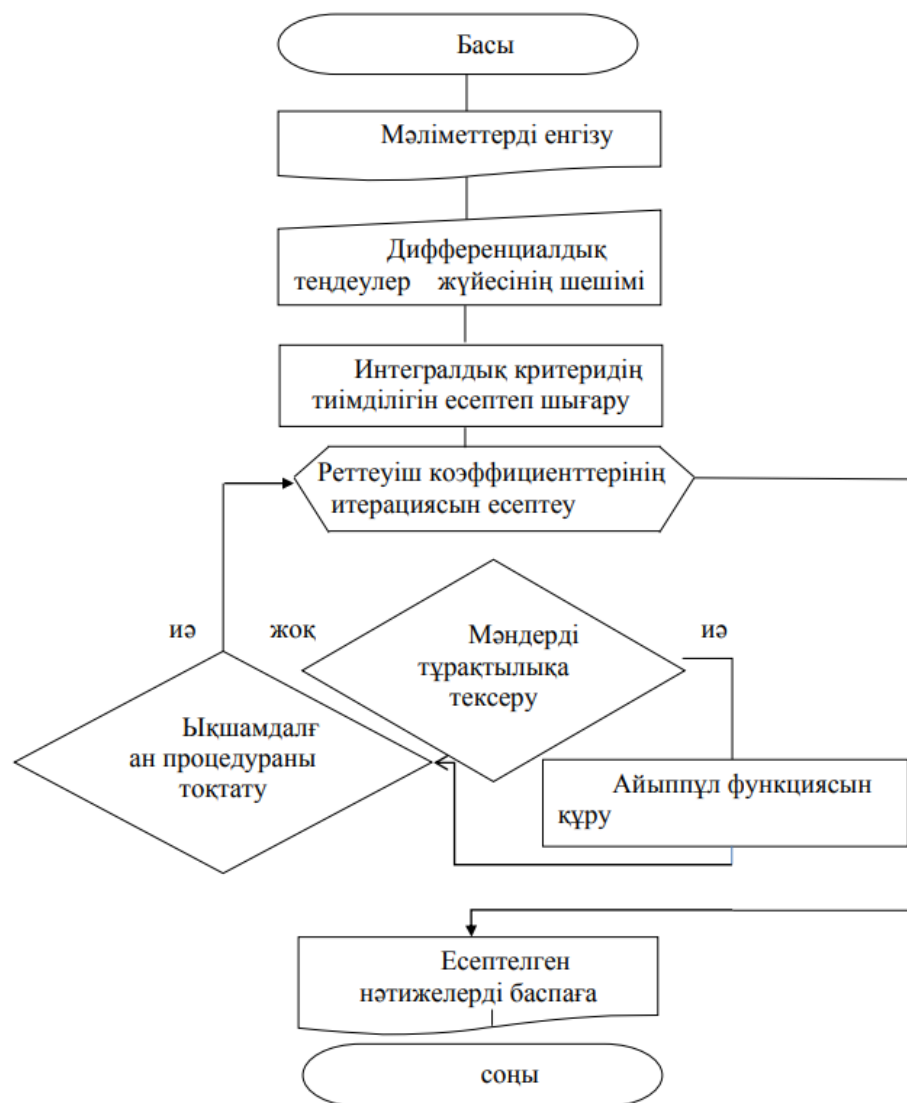
Мыс концентраттарының шағылыстырғыш балқытылуын автоматтандыру кезінде 32 аналогты кіріс сигналдар және 11 дискретті кіріс сигналдар, 11 дискретті басқарылатын сигналдар алынады.

Техникалық жабдықтар жынтығына қойылған талаптарға қарай, техникалық үрдістердің автоматты басқару жүйесін құру үшін, SIEMENS фирмасының SIMATIC жабдықтарының бағдарламалық жүйесі таңдалады.

ET-200М орталықтандырылмаған модульмен бірге SIMATIC S7-300 контроллерінде бақылау және басқару жүйесі іске асырылады. Контроллердің модульді құрылымында орталықтандырылмаған басқару жүйесінің негізінде, жүзеге асырудың қарапайымдылығы және салқындату пайдаланатын мүмкіндіктері бар. Ол контроллерді пештің жылу режимін автоматты реттеу жүйесінде қолдануға мүмкіндік береді.

S7-300 контроллерлерінің функциялары максималды дәрежеде бағдарламаны жазу үрдісін жеңілдетеді және оның пайдалану үрдісіндегі жөндеу мен қызмет көрсетуі:

- пароль түріндегі қорғаныс;
- адам – машиналық интерфейс;
- жүзетін үтірмен математиканы қолдау;
- диагностикалық функциялар;
- жоғары түрдегі тез әрекет ету: 0,3 минутқа дейін нұсқаулықтарды істеу;
- жұмыс режимінің таңдау кілті;
- орнату параметрлерін оңай анықтау.



2.8 - сурет – Реттеуіштерді күйге келтірудің сандық әдіспен тағайындалған алгоритмнің блок-схемасы

Сонымен қатар, S7-300 контроллерлері түрлі коммуникационды интерфейстерге ие:

- PROFIBUS және Industrial Ethernet желілеріне қосылу үшін, CP – 345 – 3, CP – 343 – 1, CP – 343 – 1 TCP коммуникационды процессорлер пайдаланылады;

- CP340 коммуникационды процессоры PPI интерфейсіне қызмет ету үшін жоспарланған;

- әр орталық процессордің ішіне көпнүктелі MPI интерфейс орнатылған және PG, IBM, SIMATIC S7, M7, C7 тағы да басқа жүйелерін қосу.

SIMATIC S7-300 мәліметтерді берудің түрлі тәсілдерін пайдаланады:

- жаһандық мағлұматарды қолданумен желілік контроллерлердің арасындағы циклдық алмасу;

- үзулер бойынша коммуникациялық блоктарды қолданумен мағлұматтар бойынша желілік алмасу;

SIMATIC S7-300 контроллерлерінің құрамына кіреді:

- 1) CPU 315-2DR орталық процессоры;
- 2) IM 153-1 for ET 200M PROFIBUS-DR модульді интерфейс;
- 3) SM 321, 16 DI, DC 24 V дискретті сигналдарды кіргізуге арналған сигналды модуль;
- 4) SM 322, 16 DO, DC 24 V дискретті сигналдарды шығаруға арналған сигналды модуль;
- 5) SM 331, isolated, 8 outputs аналогты сигналдарды кіргізуге арналған сигналды модуль;
- 6) SM 331, isolated, 4 outputs аналогты сигналдарды шығаруға арналған сигналды модуль;
- 7) IM 365 интерфейсті модуль;
- 8) PS 307 - 1B; 10A; AC 120/230 V, DC 24 V блок қуат көзі модуль;
- 9) PS 307 - 1B; 5A; AC 120/230 V, DC 24 V блок қуат көзі модуль;

CPU 315-2DR орталық процессоры үлкен көлемдегі бағдарламалар жадымен қамтамасыз етілген және орталықтандырылған кіріс-шығыс пен бөлінген оңтайландыру жұмысын рұқсат ететін, автоматтандырудың тапсырмаларын шешуге жоспарланған.

Технологиялық объекттерді бір бірінен кеңістікті жою, сонымен қатар ортақ мағлұматтар қорын талап ету бірталай құрылғылардан, яғни жедел түрдегі мағлұматтарды алмасу үшін, жоғары жылдамдықтағы өнеркәсіптік желімен біріккен, бөлінген жүйенің құрылуын меңзейді.

Бұл желі PROFIBUS-DP деп аталады, ол шағын көлемдегі мағлұматтардың жылдам жіберуін қамтамасыздандырады. Оның жылдамдығы 12 Мбит/с жетеді.

S7-300 контроллердің CPU 315-2DR орталық процессорының PROFIBUS-DP желіге қосылуы желі негізімен автоматты басқарудың бөлінген жүйесін құрады. PROFIBUS-DP өрісті шина желісі деп те атайды. Ол бөлінген кіріс шығыс орталықтан алшақтанған құрылғылардың ET-200 қосылуына өткізеді.

Бұл желі 127 станцияға дейін біріктіру мүмкіндікке ие. PROFIBUS-DP желісі Ethernet компьютерлік желісімен байланысқан.

SM сигналды модульдері дискретті кіріс – шығыс және де аналогты сигналдарға жоспарланған.

Ал, PS қуат көзі блоктары, 120 В болмаса 230 В кернеу айнымалы ток желісінен, контроллердің қуат көзінің мүмкіндігін арттырады.

IM интерфейсті модульдері кіріс шығыс үлкейту құрылысының негізгі контроллеріне қосуға мұрша береді.

Бұл жүйеде пайдаланылатын 16 сигналды модульдер соңына қарай, 32 модульдерге дейін 4 тіректе үлкеюі мүмкін. Ішіндегі біреуі орталық контроллер (CR) болып келеді, ал қалғандары үлкею тіректері (ER). Әр тіректе 8 модуль болуы әбден мүмкін. Тіректер байланысы интерфейсті модульдердің арқасында ғана іске асырылады. Және әрбір тірек жеке интерфейсті модульмен жасақталған. IM 365 интерфейсті модульдерінің қолданылуы 1 метрден аспайтын, негізгі контроллерге бір ғана үлкейту тірегін қосуға болады.

Осылайша, операторлы станция 64 Мбайттан кем болмайтын ЖЖҚ мен, МРІ желісі негізінде контроллермен байланысу үшін CP 5611 коммуникациялы процессорымен жабдықталған, 3,2 Гбайттан кем емес қатты диск, Pentium II негізделеді.

2.13 Бағдарламалық қамтамасыз ету

ТҮАБЖ дегеніміз технологиялық үрдістердің автоматтандырылуын қамтамасыз ететін жалпы ұғым. Оның бағдарламалық қамтамасыз етуі деп сол технологиялық үрдістердің автоматтандырылған бақылау жүйесінің басқарылуын ұйымдастыратын, объекті бақылап, оны толықтай диагностикадан өткізетін негізгі өзек болып табылады. Бағдарламалық қамтамасыз етудің екі түрі бар, арнайы және жалпы.

Жалпы бағдарламалық қамтамасыз етуге келесі бағдарламалар кіреді:

- бағдарламаларды дайындау және жөндеу (редакторлар, интерпретаторлар, трансляторлар және т.б.)

- нағыз уақытта жүйенің техникалық жабдықтарын басқару және есептеу үрдіс бағдарламасы;

- ТҮАБЖ бағдарламалық жабдықтарды бақылау және техникалық диагностика өткізу;

ТҮАБЖ өңдеу үрдісі барысында бағдарламалық қамтамасыз ету, ТҮАБЖ нағыз артықшылықтарын ескеретін, арнайы не болмаса сыртқы бағдарламалық қамтамасыз ету деп аталатын, жалпы бағдарламаларды функционалдау және жоспарлап құру негізі болып табылады. Ол ТҮАБЖ талаптарына қарай, арнайы құруды талап ететін не болмаса басқару жүйесінің типтік функцияларын атқаратын орнатулардан тұратын бөлік.

Оны төрт негізгі элементке бөлуге болады:

- операциянды жүйе;

- қызмет ету персоналмен байланысу кезіндегі басқару жүйесі;

- ТҮАБЖ бағдарламалық қамтамасыз етумен басқару жүйесі;

- басқаратын әсер етуді шығаруға негізделген қолданбалы бағдарламалар.

Қазірге кезде, SIEMENS фирмасы STEP 7 атты жаңа базалық пакет бағдарламасын ойлап шығарды. STEP 7 S7 бағдарламасын функционалды жоспар, командалар тізімі және байланыс жоспарын жазуға мүмкіндік беріп тұр.

Шағылыстырғыш балқыту үрдісі бір бірімен байланысатын, әрекеттесетін қосымша үрдістермен не болмаса біршама жеңіл тапсырмалармен сипатталады.

Бірінші тапсырма автоматтандырылған үрдісті, жеке қосымша тапсырмаларға бөлуден тұрады.

Әр қосымша тапсырма бағдарламалық қамтамасыз ету (software) және аппараттура (hardware) талаптарына сай сипатталады.

Hardware:

- желідегі жұмыс құралдары;

- себеттар саны (rack);

- CPU түрі және сипаттамасы;
- (HMI-жүйесі) операторымен интерфейс;
- модульдер саны және түрлері;
- кіріс/шығыс түрлері және саны.

Software:

- Бағдарлама құрылымы;
- Мағлұматтар құрылымы;
- Мағлұматтарды басқару;
- Коммуникация үшін;
- Жобалар және бағдарламаларды құжаттау.

Негізінде, SIMATIC S7 контроллерда автоматтандыру үрдісі үшін, бүткіл аппараттық құралдар және бағдарламалық талаптар сол жобаның ішінде өңделеді.

Жобаға тоқталатын болсақ, ол өзіне керекті аппараттық құралдарды (+ конфигурация), желіні (+конфигурация), бүкіл бағдарламалар және автоматтандыру бойынша берілген есептерді шешу үшін мағлұматтардың сипаттамасын кіргізеді.

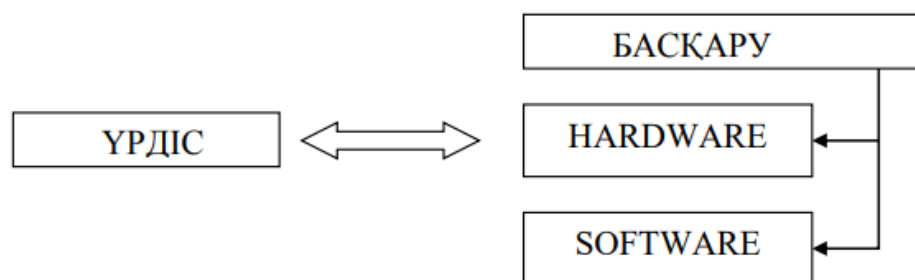
Жобаның құрылымы:

Алдымен мағлұматтар объект ретінде сақталып тұрады. Жоба ішіндегі объекттер ағаш тәріздес(жобаның сатылы лауазымы) құрылымда жайғасады.

Жобаның сатылы лауазымы бірқатар деңгейлерден құралады.

Бірінші деңгей жобаның белгішесін құрайды. Әр жоба өзекті мағлұматтар сақталатын, мағлұматтар базасынан тұрады.

Екінші деңгей (S7-300 Station) станциялардан құралған. Ол станцияларда модульдердің орнатулары және аппараттық құралдардың конфигурациясы ретінде мағлұматтар сақталады. Сонымен қатар, станциялар аппаратты конфигурациялау үшін бастапқы объект болып саналады.



2.9 - сурет – Қосымша тапсырмалы аппаратура мен бағдарламалық қамтамасыз ету талаптары

S7 Program папкалары бағдарламаларды жазу үшін негізделген объекттер. S7 - модулі үшін бүкіл бағдарламалық қамтамасыз ету белгіленген орнатулармен S7 Program папкасында сақталған. Бұл папка S7- блоктар және бағдарламаның бастапқы файлдары үшін негізделген папка болып табылады.

PROFIBUS, Industrial Ethernet қосымша жүйелері түгелдей жалпы жүйенің бір бөлігі.

Үшінші және одан кейінгі деңгейлер үстінде тұрған деңгейдегі объектінің түріне қарай құрамына келесілер кіреді:

offline – бағдарламалау құрылғысындағы мәліметтер базасынан құралатын жобаның құрылымы;

online – PLC бойынша мәліметтер базасынан құралатын жоба құрылымы.

STEP 7 бағдарламалық қамтамасыз ету пайдаланушының бағдарламасын құрылымдауға, ашып айтқанда жеке бағдарламалық құрылымдарға(блоктарға) бөледі:

OB – пайдаланушының бағдарламасы және операциялық жүйе арасындағы интерфейс ретінде көрсетеді, тағы операциянды жүйе арқылы шақырылады.

FC/FB – функционалды блоктар және функциялар қиын бағдарламалар үшін қолданылады. Олар кішігірім басқарылатын құрылымдарға бөлінгені дұрыс болып табылады.

DB – пайдаланушылардың ақпараттарын сақтап тұру үшін қолданылатын мәліметтер блогы.

SFC/SFB – пайдаланушы өзгерте алмайтындай, CPU операциянды жүйесінде біріккен блоктар.

SDB – орнатулар және конфигурациялау қажет ақпараттарды сақтау үшін жоспарланған мағлұматтар жүйе блогы [10].

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобаның технологиялық бөлімінде жалпы мыс концентраттарын шағылысу пешінде балқыту үрдісі қарастырылып, оған сипаттама берілді. Шағылысу пешінде өтетін химиялық реакциялар көрсетілді. Ал арнайы бөлімде, өтіп жатқан процесс басқару объектісі ретінде қарастырылды. Және пештің жылу режимінің математикалық шешімі мен тапсырма тиімділігі есептелді. Математикалық модель құру үшін, мыс концентраттарын балқыту үрдісі объект ретінде алынды. Сонымен қатар, оған арнайы ПИД-реттегіші таңдалды, ПИД-реттегіші бар жабық жүйені модельдеу нәтижелері көрсетілді. Нәтижесінде, ПИД-реттегіші жүйені әлдеқайда жақсартып тұр. Негізінен, бұл процесс шихтадағы мысты 50-55% дейін арттыру үшін орындалады.

Және бұл жобада шағылысу пешінде мыс концентраттарын балқыту үрдісінің автоматтандыру сұлбасы, оның құрылысының конструкциялық сұлбасы, сонымен қатар технологиялық кешенді құрылғылар сұлбасы көрсетілді. Оларға сипаттама берілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Деомидовский Д.А. Metallургические печи цветной металлургии - М: Metallургия, 2016.
- 2 Жуков В.П., Спитченко С.А., Новокрещенов С.А., Холод С.И. Рафинирование меди. Учеб. пособие.-Екатеринбург.:УрФУ, 2017.-317 с.
- 3 Вольский А.Н., Сергиевская Е.М. Теория металлургических процессов. Пирометаллургические процессы. Учеб. Пособие для студентов вузов по спец. «Металлургия цветных металлов».-М.: Metallургия, 2015.-344 с.
- 4 Т.С. Дәулетбақов, Б.С. Баймбетов. Мыс және никель металлургиясы: Оқу құралы. – Алматы ҚазҰТУ. 2003. – 146 б.
- 5 Бесков С.Д. Технологические расчеты. Высшая школа, 1966.
- 6 Технологическая инструкция СКЦ ДМЗ.
- 7 Теория и практика создания автоматизированных систем проектирования и управления (межвузовский сборник трудов) КазПТИ, 1986.
- 8 Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сплошных систем. Наука, 1982.
- 9 Бусленко Н.П. Лекции по теории сплошных систем управления. Наука, 1973.
- 10 Я. Нелинейные импульсные системы. Мир, 1982.
- 11 Цыпкин Л.З., Попков Ю.С. Теория нелинейных импульсных систем. Наука, 1978.
- 12 Кишнев В.В., Иванов В.А., Тохтабаев Г.М., Афанасьев А.А. Технические средства автоматики. Metallургия, 1981.
- 13 Тохтабаев Г.М., Жусупбеков С.С. Нурхасимов Г.В. Структуризация задач управления технологическим комплексом производства и утилизации промышленных газов. КазПТИ, 1986.
- 14 Грацерштейн И.М., Малинова Р.Д. Организация, планирования и управления на предприятиях цветной металлургии. Metallургия, 2000.
- 15 Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. М., Энергоатомиздат, 1983
- 16 <https://okvsk.ru/proizvodstvo-cvetnyh-metallov/1916-otrazhatelnaya-plavka-mednyh-koncentratov.html>
- 17 <https://industrial-wood.ru/metallurgiya-cvetnyh-metallov/14327-plavka-v-otrazhatelnyh-pechah.html>