

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы



« Мыс өндірісінде электр балқыту пешін энергетикалық режимін басқару »
тақырыбына

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070200 –«Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Орындаған

Сыдықбай Е.Д.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

АУЭС, профессор,
тех. ғылымдарының кандидаты

тех. ғылымдарының кандидаты,

Ш.Б. Биттеев
«13» по 13.05 2022 ж.

Ш.К. Көшімбаев.
«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

ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

Кафедра меңгерушісі

Физика-математика кандидаты
қауымдастырылған профессор

Н.У.Алдияров

«__» мамыр 2022 ж.

**Дипломдық жобаны дайындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сыдықбай Ерасыл Дүйсенбекұлы

Жобаның тақырыбы: «Мыс өндірісінде электр балқыту пешін энергетикалық режимін басқару»

Университеттің «24» желтоқсан 2021 жылғы ғылыми кеңесінің №«489-П/Ө» шешімі- мен бекітілген.

Орындалған жұмыстың өткізу мерзім «__» 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;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): функционалдық сұлба, принципиалды сұлба, құрылымдық сұлба.

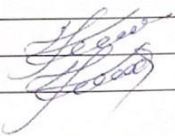
Ұсынылған негізгі әдебиеттер:

[3] А.Д. Свенчанский, М.Я. Смелянский Москва.: Энергия, 1970.Электрические промышленные печи. Свенчанский А.Д.

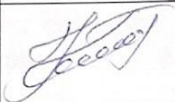
[11] Системы управления плавильных электропечей для металлургии и машиностроения / Елизаров К. А., Деднев А. А., Киссельман М. А., Нехамин С. М. // Электрометаллургия, 2012, № 9. - С. 27 – 36.

Дипломдық жобаны даярлау

КЕСТЕСІ

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

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

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Технологиялық бөлім	Көшімбаев Ш.К. Техн.ғыл.канд, Ассистент-проф		
Арнайы бөлім	Көшімбаев Ш.К. Техн.ғыл.канд, Ассистент-проф		
Нормалық бақылаушы	Н.С.Сарсенбаев техн.ғыл.канд., Ассистент-профессор	12.05.22	

Ғылыми жетекшісі  Көшімбаев Ш.К.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы  Сыдықбай Е.Д.

Күні « » мамыр 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. СӨТБАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

5B070200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы

Сыдықбай Ерасыл

Бакалаврлық диплом жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Тақырыбы: Мыс өндірісінде электр балқыту пешінің энергетикалық режимін басқарудың жергілікті жүйесін әзірлеу

Дипломдық жобада Мыс өндірісінде электр балқыту пешін энергетикалық режимін басқарудың автоматтандырылған жүйесі қарастырылып, оған толықтай мәлімет беріліп, жан-жақты зерттелген.

Бұл дипломдық жобада 6-электродты кендітермиялық электрлі пешке бал шолу жасалып, оның функционалдық және технологиялық сұлбалары көрсетілген.

Арнайы бөлімде пештің автоматтандырылған сұлбасы сызылып, жұмыс істеу принциптері көрсетілген. Кендітермиялық пештің энергетикалық режимін тиімді басқару және автоматтандыру жұмыстары қарастырылған.

Студент Сыдықбай Е. дипломдық жобаны орындау барысында өзінің еңбекқорлығын, тиянақтылығын көрсете білді.

Сыдықбай Е. автоматтандыру үрдісі бойынша толықтай өз білімін көрсетіп, алдына қойылған талаптарды уақытында орындап, оларды шеше білді. Жалпы дипломдық жобаны толық деп бағалап, оның авторы Сыдықбай Ерасыл 5B070200-«Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қоғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші:

Техника ғылымдарының докторы


(қолтаңбасы) Көшімбаев Ш.К.

« 11 » мамыр 2022 ж.

**СЫН ПІКІР
ҒЫЛЫМИ КЕҢЕСШІ**

Дипломдық жұмыс үшін

Сыдықбай Ерасыл

5B070200 – Автоматтандыру және басқару

Тақырыбы: Мыс өндірісінде электр балқыту пешінің энергетикалық режимін басқарудың жергілікті жүйесін әзірлеу

Орындалды:

- а) графикалық бөлімде 3 сұлба жасалынды;
- б) түсініктеме жазба 43 бет.

Дипломдық жобада Мыс өндірісінде электр балқыту пешін энергетикалық режимін басқарудың автоматтандырылған жүйесі қарастырылып, оған толықтай мәлімет беріліп, жан-жақты зерттелген.

Бұл дипломдық жобада 6-электродты кендітермиялық электрлі пешке бал шолу жасалып, оның функционалдық және технологиялық сұлбалары көрсетілген.

Арнайы бөлімде пештің автоматтандырылған сұлбасы сызылып, жұмыс істеу принциптері көрсетілген. Кендітермиялық пештің энергетикалық режимін тиімді басқару және автоматтандыру жұмыстары қарастырылған.

Студент Сыдықбай Е. дипломдық жобаны орындау барысында өзінің еңбекқорлығын, тиянақтылығын көрсете білді.

Сыдықбай Е. автоматтандыру үрдісі бойынша толықтай өз білімін көрсетіп, алдына қойылған талаптарды уақытында орындап, оларды шеше білді. Жалпы дипломдық жобаны толық деп бағалап, оның авторы Сыдықбай Ерасыл 5B070200-«Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша дипломдық жобаны қоғауға және бакалавр мамандығына лайықты деп санаймын.

Жобаны бағалау

Дипломдық жобада барлық мәселелер толықтай қарастырылғанын есепке ала отырып, «90/А/-өте жақсы» және толық деп бағалап, оны орындаушы Сыдықбай Ерасыл 5B07200 – «Автоматтандыру және басқару» мамандығы бойынша бакалавр лауазымына лайықты деп санаймын.

Сын-пікір беруші:

Алматы энергетика және байланыс
университетінің профессоры,
тех.ғыл.докторы _____

«13» мамыр 2022 ж.



Ш.Б.Биттеев

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Алиев 3.40
05 2023 ж.
«13»

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сыдыкбай Ерасыл

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мыс өндірісінде электр балкыту пешін энергетикалық режимін басқару

Научный руководитель: Шамиль Кошимбаев

Коэффициент Подобия 1: 7.7

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 14

Знаки из других алфавитов: 43

Интервалы: 55

Белые Знаки: 1

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: Сыдыкбай Ерасыл

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Мыс өндірісінде электр балқыту пешін энергетикалық режимін басқару

Научный руководитель: Шамиль Кошимбаев

Коэффициент Подобия 1: 7.7

Коэффициент Подобия 2: 2.6

Микропробелы: 14

Знаки из других алфавитов: 43

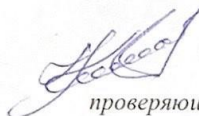
Интервалы: 55

Белые Знаки: 1

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

Осы диплом жобасында мыс концентраттарын кендітермиялық пеште электрбалқыту үрдісін автоматтандыру міндеттері қойылған және жазылған. Басқару объектісінің технологиялық үрдісі сипатталып, қойылған басқару міндеттері мен үрдістің алгоритмдік қамсыздандыруы келтірілді.

Осы қойылған міндеттерді шешу үшін: автоматтандыру сұлбасы, техникалық құралдар кешенінің сұлбасы, кендітермиялық пештің құрылымдық сызбасы және құрастыру жұмыстарын орындауға қажетті сызбалар жасалды. Басқарудың жалпы құрылымының сипаттамасы және басқару жүйесі үшін техникалық құралдар кешенін таңдаудың негіздемесі берілді. Диплом жобасында басқару жүйесінің қызметіне жалпы сипаттама берілді, материалдық және жылу балансына, экономикалық тиімділікке есеп жасалды, еңбек қорғау және өндірістік тазалық мәселелері шешілді. Жұмыс қорытындысына қойылған мәселелерді шешудің басты аспектілері және қолданылған әдебиеттер тізімі берілді.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте поставлены и разработаны задачи автоматизации процесса электроплавки медного концентрата в руднотермической печи. Дано описание технологического процесса как объекта управления, приведены постановка задачи управления и алгоритмическое обеспечение процесса.

Разработаны необходимые для решения поставленной задачи: схема автоматизации, схема комплекса технических средств, конструктивный чертеж руднотермической печи и чертежи для выполнения монтажных работ. Дано описание общей структуры управления и обоснование выбора комплекса технических средств для управляющей системы. В дипломном проекте приведено общее описание функций системы, управления, приведен расчет материального и теплового баланса, экономической эффективности, решены вопросы охраны труда и производственной санитарии. В заключение проекта приведены основные аспекты решения поставленной проблемы и список литературы.

ANNOTATION

In this diploma project the tasks of automation of process of electrofusion of copper concentrate are put and worked out in a stove. Description of technological process is Given as a management object, raising over of management task and algorithmic providing of process is brought.

The necessary are worked out for a decision the set problem: chart of automation, chart of complex of technical equipments, structural draft of stove and drafts for implementation of assembling works. Description of general structure of management and ground of choice of complex of technical equipments are Given for the sensor-based system. To the diploma project common description of functions of the system, management is driven, a calculation over of material and thermal balance, economic efficiency is brought, the questions of labour and productive sanitation protection are decided. In conclusion of project basic aspects over of decision of the put problem and list of literature are brought.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ	10
1.1 Технологиялық үрдістің сипаттамасы	13
1.2 Кендітермиялық пештің сипаттамасы	15
2 АРНАЙЫ БӨЛІМ	17
2.1 Электрлі балқыту үрдісін басқару объектісі ретінде сипаттамасы	19
2.2 Басқару тапсырмаларын құру	20
2.3 Мыс концентраттарының электрбалқыту үрдісін басқару тажірибесіндегі талдамасы	22
2.4 Электрлі балқытуды энергетикалық режимде басқару есебінің мазмұнды қойылымы	24
2.5 Электрлі балқыту үрдісінің энергетикалық режимінің математикалық моделі	27
2.6 Басқару есебінің математикалық қойылымы	30
2.7 Кендітермиялық пештің электрлік режимін талдау	32
2.8 Электр режимін реттеу параметрін таңдау	33
2.9 Электр режимін автоматты реттеу жүйесінің функционалдық сұлбасы	35
2.10 Басқару алгоритімі	37
2.11 Ақпаратпен қамтамасыз ету	38
2.12 Бағдарламаны қамтамасыз ету	39
2.13 Автоматтандыру схемасын бейнелеу	40
ҚОРЫТЫНДЫ	41
ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	42

КІРІСПЕ

Штейнге электрмен балқыту сульфидті мыс-никель шикізатын өңдеу технологиясындағы маңызды қайта бөлудің бірі болып табылады. Электрмен балқыту процесінің негізгі мақсаты-бастапқы зарядты еріту және балқыманы сұйық күйде ұстау арқылы мыс-никель штейнін алу, нәтижесінде материалды штейн мен шлакқа сіңіру немесе стратификациялау. Оксидтер мен силикаттардан тұратын жеңіл шлак балқыманың бетіне көтеріледі, ал кейбір металл фазалары бар түсті металдар мен темір сульфидтерінің қорытпасы болып табылатын және тығыздығы жоғары Штейн ваннаның түбіне түсуге тырысады.

Жұмыстың негізгі мақсаты: кендітермиялық электр пешінің ерекшеліктерін және қолданылатын жабдықтың ерекшеліктерін, оның артықшылықтары мен кемшіліктерін талдау болып табылады.

Міндеттері: пешті басқару жүйесін жаңғырту, оны әзірлеу кезінде туындайтын мәселелерді шешу, автоматты басқару жүйесін құрудың ықтимал нұсқаларын қарастыру.

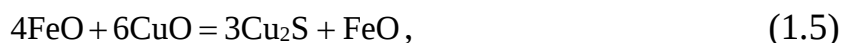
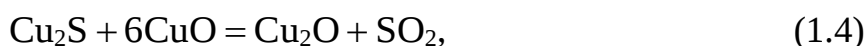
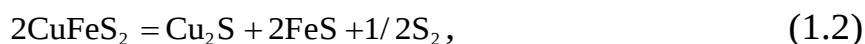
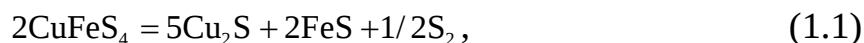
Тақырыптың өзектілігі: Көптеген мәселелерді шешуге көмектесетін соңғы технологиялар мен автоматтандыру құралдарын пайдалану. Автоматтандыру өндірістік процестердің негізгі кластарын, сонымен қатар адамның еңбек және күнделікті өмірінің негізгі бөлігін кеңінен қамтиды. Мұнда операциялардың көпшілігі энергияны алуға, түрлендіруге, тасымалдауға және жүзеге асыруға және арнайы құрылғылар жіберетін ақпараттың көпшілігіне қатысты

Автоматтандырылған жүйелерді пайдаланудың өзектілігі жыл сайын күнделікті өмірде көбірек орын алуда, өйткені. бұл бүкіл автоматтандыру жүйесін дәл және адам өмірі үшін қауіпсіз етеді. Бұл денсаулыққа зиянды процестерді басқаруға адамның қатысуын барынша азайту үшін көптеген мүмкіндіктерді береді.

1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

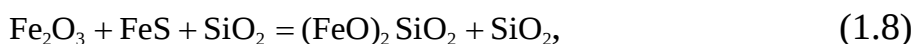
1.1 Технологиялық үрдістің сипаттамасы

Шихтаны қыздыру мен балқыту мөлшеріне қарай келесі реакциялар бойынша жоғарғы сульфидтер, штейнді және шлак түзу жіктеу үрдістері ағады



штейнге сонымен қатар басқа да ауыр түсті металдар, бағалы металдар және көбінесе магнезит сульфидтері кіреді.

Пайдасыз шлак үшін



Қатты шихтаға қарағанда электр пешке темір және кремнезем құрайтын флюс ретінде обезмеждеу мақсатында конвертерлі шлак құяды. Шлақты құю көлемі 3м^2 шөміші бар көпірлік кран көмегімен пештің кесілген штейндік жағында орнатылған науа жиындары тесігі арқылы жүргізіледі [1].

Жезқазған мыс балқыту зауыды түсті металлургияның қазіргі заманға сай кәсіпорыны болып табылады. Зауыт құрамына келесі негізгі өндірістер кіреді:

- шахталарды дайындау блогының цехтары (ШДБЦ);
- металлургиялық цех, бөлімше құрамына – электрпештік, конвертерлік және анодтық;
- электролитті цех;
- күкірт қышқылы цехы;
- сирек металдар цехы.

Қайта балқыту зауыд негізіне 50% мыстан тұратын штейн алу үшін алдын-ала ұсақталған шихтаны электрбалқыту негізделген.

Электрбалқытудың негізгі артықшылығы шлак қорытындысының тұйықталған көлемінде жылу концентрациясының жоғары дәрежеге жетуі.

Электротермия кезінде отынды жағу үшін пешке ауа беру қажеттілігі жоқ, сондықтан балқыту үрдісінде біршама жоғары дәрежеде күкірт ангидридін құрайтын газдар аз мөлшерде түзіледі (шағылыстыру пешінің газдарымен салыстырғанда), өз кезегінде шығын газдармен жылу жоғалтуды төмендетеді және оларды күкірт қышқылын өндіруде қолдануға мүмкіндік береді. Пештің нейтрал атмосферасы сульфидтердің қышқылдануына тосқауыл қояды және балқыту кезінде десульфиризациялау дәрежесін төмендетеді. Бұл негізгі материалдардың күкіртін сақтап қалу керектігі және оны штейнге қосу жағдайында маңызды мәнге ие.

«Қазақмыс» мыс зауытының электропешті бөлімі шихтаны жүктеуге, балқыту өнімін шығаруға, газдарды шығаруға мен дөрекі тазалауға арналған құрылғылары бар екі кендітермиялық пештен тұрады. Сонымен қатар электропешті бөлім кешенінің құрамына кіреді:

- гидрожүйелі және орындаушы механизациялары бар насосты-аккумуляторлы бекет;
- электропеш пен қорғаныс жүйесін басқару және жабдықтар мен орындаушы механизацияларды дистанционды басқару пульті;
- насосты жұмсартылған су;
- пайдасыз шлакты ағызуға арналған шлакоотвал.

Шихтаны дайындайтын цех блоктарынан бөлініп алынған мысты құрайтын шихтаны пластикалық конвейер арқылы металлургиялық цехқа келіп түседі, ары қарай электропешті бөлімнен 29000мм қашықтықта орналасқан көлемі әрқайсысы 116м³ болатын басты бункерлерге түседі. Олардан басқа бөлімде электропешке әртүрлі шихталаушы материалдар (известняк, пирит, коксик, доброденный оборот) беріп отыруға арналған қосымша бункерлер орнатылған. Бұл бункерлердің көлемі 24м³.

Шихта ПЭВ 200-ПТИ модельді электровибрациялық қоректендіргіштермен (әрбір бункерде екі данадан) басты бункерлерден шихтаны электропеш бойымен әрбір жағына 12 данадан орналасқан арнайы арналар арқылы пешке төгетін конвейерлерге беріледі. Шихтаны электропешке жүктеу штейндік және шлактық торецте орналасқан екі шеткері арналардан басқа барлық жүктеу арналары бойынша шлактың ертіндісіне байланысты бірқалыпты жүргізіледі. Шеткері арналар учаске немесе цех басшылығының арнайы нұсқауы бойынша жүктеледі. Арналарды жүктеу және пешке шихтаны беру шлак ертіндісінің ашылуын болдырмай отырып (пеш күмбезіндегі температуралық датчиктер сигнализациясы бойынша) оның балқу мөлшеріне байланысты жүргізіледі. Шихтамен жабдыкталуының тоқтап қалған кезінде бұл ақаулардың алдын алу және шлак ертіндісіне шихтаның түсуін қамтамасыздандыру шаралары дереу жүргізіледі.

Кендітермиялық электропештерде электродтар ертіндіге 500-8000мм тереңдікке батырылады. Балқытылған шихта электр энергиясын жылу энергиясына түрлендіру есебінен түзіледі. Бұл кезде жылудың 60 пайызға

жуығы температурасы 1500°C болатын «электродшлак» өту контактысында электрөткізгіш бетінде бөлінеді, ал қалған жылу бөлігі – ваннадағы электрод астындағы шлак қабатында болады.

1.2 Кендітермиялық пештің қысқаша сипаттамасы

Жезқазған мыс зауытында орнатылған РПЗ-33-ШНО2 типті электропештер – үшфазалы, алтыэлектродты, тікбұрышты, ауданы 168м^2 .

Пештің шлакты белдеу ауданының шеткері желілерінің ішкі футеровкасы жоғары тығыздықты магнезитті отқа төзімді материалдардан, арна қабырғалары переклазоштейномысты кірпіштен, сырты шамотты кірпіштен жасалған. Пеш футеровкасының қызмет ету уақытын жоғарлату үшін қабырғаға шлакты белдеу биіктігінде болатты жылан түтікшелері бар латуннан құйылған су салқындатқыш кессондар (тоңазытқыштар) орналастырылған.

Пеш күмбезі шамот кірпішімен төселген. Электродтарға арналған тесіктер, конвертті шлакті құю арналары ыстыққа төзімді бетоннан жасалған. Пештің отқа төзімді қабырға бөлімі бір қабаты магнезитті кірпіштен, екі қабаты магнезитті-хромитті кірпіштен жасалған және бетонды жастық үстінде салынған. Пеш жастығы салқындатылып отырылады, ол үшін бетонды жастықта вентилятордан ауа келетін каналдар бар. Электропештің барлық футеровкасы болат каркаспен капталған.

Пештің конвертті пролетке қаратылған торец қабырғасында штейнді шығаруға арналған 4 шпуралы құрылғылар бар. Қарама-қарсы торецте – шлакты шығаруға арналған 3 шпуралы құрылғы.

Шихтаны балқыту трансформаторлы бөлімде орналасқан әрқайсысының қуаты 16667кВт ЭОНН-25000/35 үш бірфазалы трансформатордан келіп түсетін электр энергиясы корынан бөлінетін жылу есебінен іске асырылады. Трансформатордан электродтарға ток беру сумен салқындатылатын қысқа желілер деп аталатын мыс құбырлары пакетімен және ары қарай иілгіш мыс шлейфтері мен электродтардың түйіндесу беттеріне жалғанған ток өткізгіш трубкалар арқылы іске асырылады.

Қысқа желі, түйіндесу беті мен электродтардың жылжымалы титанды нығыздамалары жоғары температуралық жағдайда жұмыс істейді және өндірістік сулармен салқындатылатын пештердің сумен салқындатылатын басқа элементтеріне қарағанда жұмсартылған судың жеке циркуляциялық жүйесіне жалғанған.

Барлық алты электродтар электр тізбегінде жұптаса жұмыс істейді 1-2, 3-4, 5-6 бірфазалы трансформатордың электродтары сәйкесінше 1, 2, 3.

Әрбір трансформатордың өзі қызып кететін электродтардың 23 сатысына ие. Насосты-аккумуляторлы станциядан электрогидравликалық реттегіш арқылы іске асатын электродтардың күрт төмендеуі болады. Жанып кеткен электродтардың санын көбейту үшін электродтардың секциясы және оған электродты массаны жүктеу қарастырылған [3].

Штейнді пештен конвертерлі пролетте орнатылған көлемі 8м^3 ожаудағы 4 шпуралардың біреуі арқылы науамен шығарады және конвертерлерге көпірлік крандар арқылы тасымалданады. Штейндік шпураларды не оттегімен күйдіру арқылы, не штейнді шығарғанда 10-15 минуттан артық емес қысқамерзімді үзілістен кейін арнайы сындырғышмен жару арқылы ашады. Штейнді шпураларды саз пробкамен пневмопритычка көмегімен жабады. Штейнді шығару конвертерлердің қажеттілігі мен оның пештегі көлеміне байланысты өндіреді. Пеште штейн мөлшері 800мм болған жағдайда штейн ваннасын апаттық деп қарастырады және штейнді пештен ағып кету мүмкіндігіне қарсы шаралар қолданады. Шлакты пештен сумен салқындатылатын болат науа бойынша үш шпуралардың біреуі арқылы көлемі $16,5\text{м}^3$ шлак тасушы ыдысқа аударылады және теміржол тепловозымен пайдасыз жынысты әкетеді. Шлакты шпураларды штейнді шпуралар сияқты оттегіні қолдану арқылы жарады. Шлак шпураларын штейіндегі сияқты болат сындырғышты енгізу арқылы жабады. Пайдасыз шлакты шығару оның пеште жиналуына және шлакты ожаудағы мөлшеріне байланысты периодты түрде жүргізіліп отырады. Ожау толғанда электромеханикалық құрылғы көмегімен бұрылады және шлак үйіндіге төгіледі.

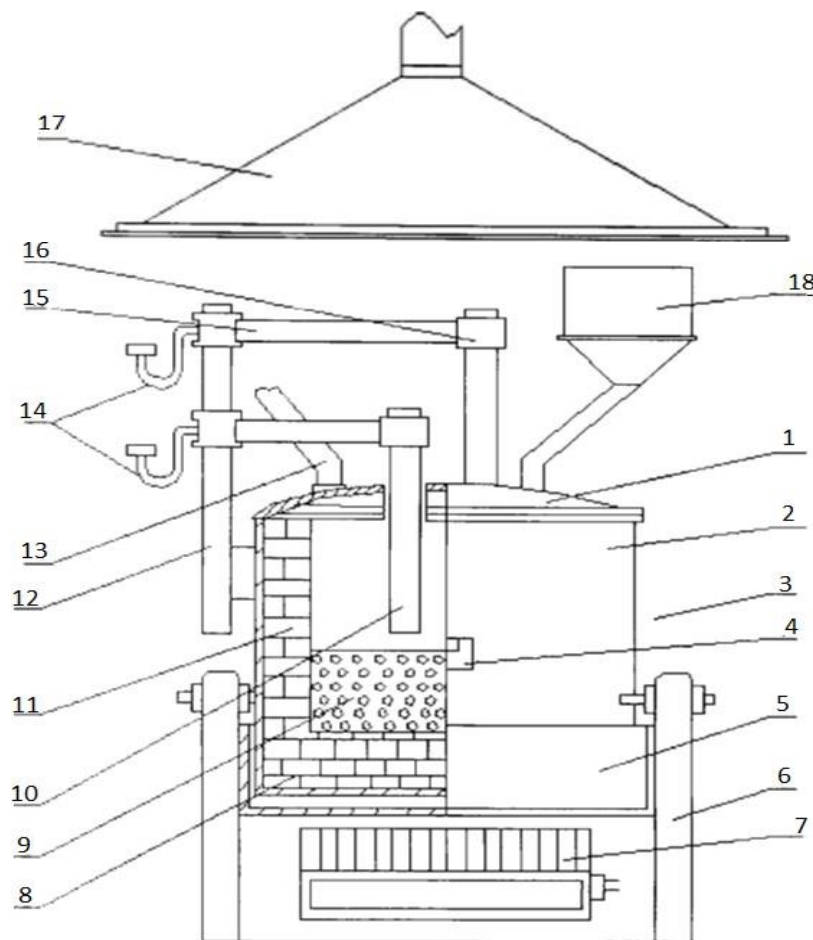
Газдар пеш күмбезіндегі бір тесіктен жеке қозғалыстағы бағана бойынша шаң камерасына (сол және оң) келіп түседі, олардан циклоптарға және ары қарай кірісінде өнімділігі 40 мың $\text{нм}^3/\text{сағ}$ екі эксгаустер орнатылған жылдам газходқа бағытталады. Содан кейін газдар жинақтаушы коллекторға жіберіледі. Ол жерде конвертер газдарымен араластырылады және жалғаушы коллектор арқылы лас газ коллекторына келіп түседі. Ол жерден тазалауға құрғақ электросүзгілерге және ары қарай күкірт қышқылын өндіруге жіберіледі. Күкірт ангидридінің технологиялық газдардағы үлесі 0,5%-дан 2,5%-ға дейін.

Өндірістің басқа әдістерімен салыстырғанда блоктағы электр балқытудың артықшылықтары негізінен шикізатты қыздыру үшін электр энергиясын пайдаланумен байланысты, атап айтқанда:

- энергияны аз көлемде шоғырландыру мүмкіндігі, демек, басқа жолмен қол жеткізе алмайтын жоғары температураны алу;
- аз көлемде жылуды қажетті бөлу мүмкіндігі, бұл үлкен дәлдікпен және біркелкілікпен материалдардың ірі массаларын қыздыруға мүмкіндік береді;
- вакуумда немесе қорғаныш атмосферада жұмыс істеу мүмкіндігі;
- жылу энергиясын бөлуді басқарудың жеңілдігі, бұл технологиялық процестің барысын реттеуге және оны автоматтандыруға мүмкіндік береді;
- толық автоматтандырылған агрегаттарды құрастыру жеңілдігі; қызмет көрсететін персоналдың жұмыс жағдайын жақсарту.

Электрлік балқыту пештері электр энергиясын пайдаланатын шикізатты балқытуға арналған барлық қондырғыларды қамтиды. Олар электр энергиясын жылу энергиясына айналдыру тәсілі бойынша және жылу көзінен жылу шикізатымен энергия беру бойынша, сондай-ақ олардың мақсаты мен орындалуы бойынша айтарлықтай ерекшеленуі мүмкін.

Электр пештерінің жіктелуі ең жиі кездесетін және көптеген жағдайларда белгілердің барлық басқа ерекшеліктерін анықтайтын – электр энергиясын жылуға түрлендіру әдісі арқылы жүзеге асады. Бұл белгі бойынша барлық электр пештерін төрт топқа бөлуге болады: кедергі пештері, доғалы пештер, индукциялық пештер және электронды-сәулелік қыздыру қондырғылары.



1–жинақ; 2–қаптау; 3 – қарау (жұмыс) терезесі; 4 – ағызу ағыншасы; 5 – су жинағыш; 6 – тіреуіш; 7 – электромагниттік құрылғы; 8 – подина; 9 – ванна; 10– графитті электрод; 11 –қабырғаларды футерлеу; 12 – электрұстағыш баған; 13– газ сорғыш; 14 – қысқа желі; 15 – электрұстағыш; 16 – электрұстағыш қысқышы; 17 – шаң шығаратын қолшатыр; 18–шихтаны тиеуге арналған бункер.

1.1 Сурет – Кендітермиялық пештің физикалық моделі

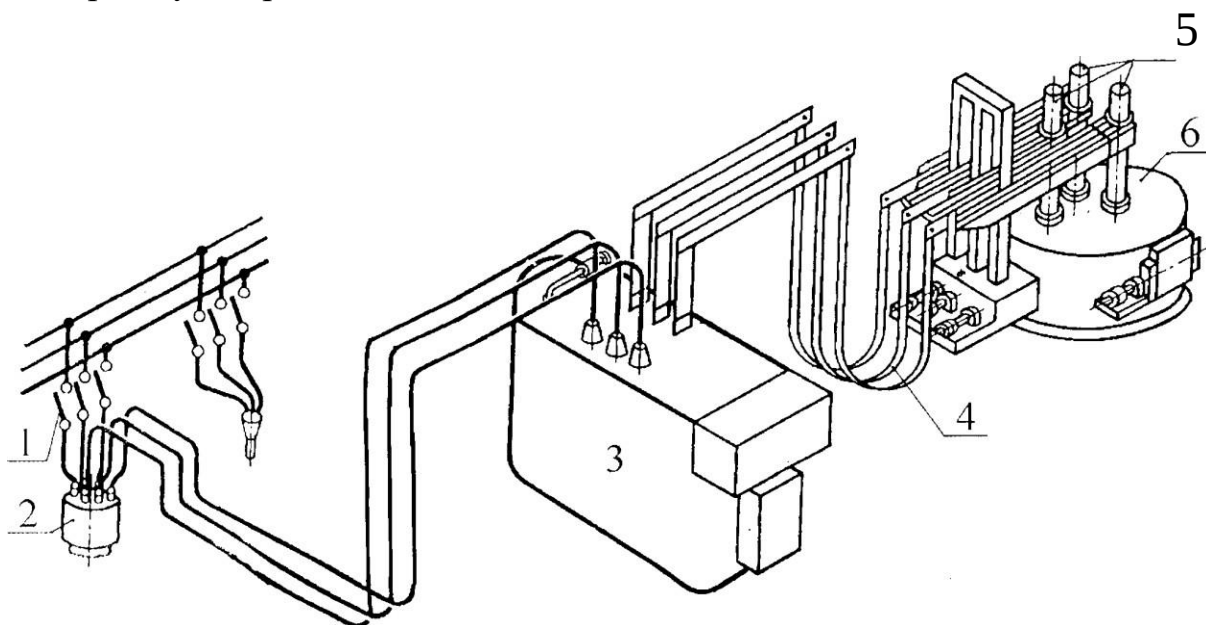
Ваннаның жоғарғы жағында үш тесігі бар 1 футерленген күмбезбен жабылған. Тесік арқылы 10 графиттелген электродтар өтеді, 15 электродұстағыштарда 16 қысу механизмінің көмегімен бекітілген. Жеке тұлғаның көмегімен соңғылары 8 электр жетегі балқыту процесінде доғаның ұзындығын реттеу мақсатында электродпен бірге тік бағытта қозғала

алады.

Шихтаны тиеу жоғарыдан 18 тиегіш себеттің көмегімен жүргізіледі, пеш қондырғысының электрлік сұлбасы екі бөлікке бөлінеді: трансформаторлық тізбектер мен қосалқы тетіктер.

Өз кезегінде трансформаторлық тізбектің схемасы басты және жедел ток тізбегіне бөлінеді.

Негізгі токтың электр тізбегінде қондырғыны жоғары кернеу желісінен қосу және ажырату үшін қызмет ететін 1 ажыратқыш, пешті жедел ажырату үшін қызмет ететін 2 қуат ажыратқышы, 3 пеш трансформаторы, 4 қысқа желісі, пеш трансформаторының екінші шықпаларын 5 электродтармен жалғайтын, 6 электр пеші, электродтарды ауыстыру электр қозғалтқыштары, қорғанысты қосу үшін жоғары және төмен жақтарда қосылған ток трансформаторлары, өлшеу аспаптары, есептеу аспаптары, сондай-ақ қуатты автоматты реттеуіштер.



1.2 Сурет – Кендітермиялық пештің электр жабдықтарының орналасу сұлбасы

Қосалқы механизмдерге жапқышты көтеру, арбаны шығару, күмбезді көтеру, трансформаторды суыту сорғысы, қолшатырды көтеру электр жетектері жатады.

Балқытудың классикалық технологиясы келесідей: пеш қуысына шихта беріледі. Электр тогы пеш трансформаторы, қысқа желі, графитті электродтар арқылы шихта толтырылған пешке енгізіледі. Шихта материалдарын қыздыру және балқыту ең алдымен қуатты электр доғасының есебінен, сондай-ақ шихта және балқымалар арқылы токтың өтуі кезінде бөлінетін жылу есебінен жүзеге асырылады[3].

Блоктарда балқыту процесі қаралғаннан кейін кендегі балқыту пештерінің талаптары сақталады. Олардың негізгісі-пеш қуатын басқарудың

икемділігі.

Кендітермиялық пештің қуаты екі жолмен реттеледі, атап айтқанда:

- пеш трансформаторының кернеу сатысын ауыстырып қосу;
- доғаның пайдалы кедергісін өзгерту.

Пеш трансформаторының кернеу сатысын балқыту кезеңдері бойынша ауыстырып қосуды қолмен – оператор немесе доғаның ұзындығын өзгерту және ауыр температуралық жағдайларда жұмыс істейтін пеш қабырғалары мен күмбезінің сәулеленуін төмендету мақсатында автоматты құрылғылардың көмегімен жүзеге асырады.

Электр пештік трансформаторлық агрегаттағы электродтарда қуатты реттеу оның алғашқы орамдарын қосу схемасының өзгеруіне әкеледі. Үшбұрышқа қосылған екінші орамда едәуір жұмыс токтары өтеді, сондықтан екінші орамды тікелей ауыстырып қосу қиын.

Реттеу үш тәсілмен жүргізіледі:

- трансформатордың бастапқы орамасының орамдары санының өзгеруі. Бастапқы орам орамдарының ең аз санынан шықпалар желісіне қосылу ең жоғары екінші кернеуге сәйкес келеді;

- трансформатордың бастапқы орамасын жұлдызшамен немесе үшбұрышпен қосу. Трансформатордың бастапқы орамын үшбұрышпен қосқанда фазаға қоректендіретін желінің желілік кернеуі келеді. Трансформатордың бастапқы орамын жұлдызшамен қосу кезінде фазаға қоректендіретін желінің фазалық кернеуі келеді. Сондықтан бастапқы орамның үшбұрышына сәйкес келетін екінші кернеу бастапқы орамның жұлдызшасына сәйкес келетін екінші кернеуден екі есе жоғары. Кернеуді реттеудің екі тәсілін біріктіре отырып, екінші кернеу сатысының екі есе санын алады;

Сатыларды ауыстырып қосу жоғары вольтты ажыратқышты ажырату жолымен қоректендіруші желінің кернеуін алып тастау кезінде жүргізіледі. Трансформаторлардың екіншілік кернеу сатыларының көп саны кезінде "жүктеме астында кернеу сатыларын ауыстырып қосу" деп аталады, яғни трансформатор қалыпты жұмыс режимінде – кернеу астында ауыстырып қосылады. Яғни, жүктемесіз ауыстырып қосу кезінде сөзсіз елеулі кідірістер болмайды. Сондай-ақ, "жүктеме астында" ауыстырып қосу пеш қуатын автоматты реттеу үшін қажет.

Электродтарды ауыстыру механизмі пештің жұмысы үшін маңызды мәнге ие, себебі ол негізінен электр балқыту режимін автоматты реттеу сапасын анықтайды, демек, пешке берілетін қуат, $\cos \varphi$ және т.б. осылайша, қозғалыс механизмінің сапасы пештің өнімділігіне, электр энергиясының меншікті шығынына әсер етеді.

Электродтардың қозғалу механизмдері электромеханикалық немесе гидравликалық жетектермен жабдықталған. Электромеханикалық жетегі бар атқару механизмі электр қозғалтқышынан, цилиндрлік редуктордан, кескіш механикалық берілістен және электродты көтеретін құрылымдардан тұрады.

Шихтаны балқыту кезеңінде ток итергіштерін жылдам жою үшін электродтарды үлкен жылдамдықпен көтеруді жүзеге асыру қажет. Көтерілу

жылдамдығы белгіленген қозғалыс жылдамдығына және механизмнің екпін уақытына байланысты. Екпін уақыты механизмнің жылжымалы бөліктерінің инерциясына және реттегіштің электр схемасындағы өтпелі электромагниттік процестер уақытына байланысты болады, ол салыстырмалы түрде аз және секундтың жүздік үлесін құрайды.

Автоматты реттеу жүйесінің инерциондылығы мен кешігуі атқару механизмнің конструкциясына байланысты. Инерциондық және кешігу жоғары мәндері: қозғалтқыш инерциясының, берілістердегі саңылаулардың, жүйенің механизмдерінде құрғақ үйкелудің болуына байланысты. Сонымен қатар, реттеу жүйесінің тез әрекет етуі атқарушы механизмдердің буындарының серпімділігімен шектеледі, ол электродтардың жоғары жылдамдығы кезінде оның жұмысын нашарлататын реттегішке берілетін механикалық ауытқуларға әкеледі.

Тросты-барабанды берілісі бар атқарушы механизмнің 300-ден 400 мс-қа дейін кешігу уақыты болады. Пайдалану барысында саңылаулардың ұлғаюы салдарынан кешігу уақыты 1000 мс-қа дейін өседі. Алайда, бұл механизмде қатты шикіқұраммен жанасу кезінде электродтардың сынуына қарсы ең үлкен кепілдік қамтамасыз етіледі.

Сондай-ақ, қатты байланысы бар механизмдер қолданылады, онда тростық берілісті қолмен ауыстырады. Бірақ бұл жағдайда кешігу айтарлықтай, 75-тен 150 мс-қа дейін. Бірақ тростпен салыстырғанда ұзақ және аз күтім байқалады[5].

2 АРНАЙЫ БӨЛІМ

2.1 Мыс концентраттарының электрбалқытуын басқару объектісі ретінде қысқаша сипаттамасы

Электрбалқыту үрдісі келесі бөлімдерде үрдістің өтуін айтарлықтай түрде анықтайтын мыстың пирометаллургиялық өндірісінің технологиялық тізбегінің маңызды бөлімі болып табылады. Энергия сыйымдылықтың басқа қайта өңдеулермен салыстырғанда мыс шығының шлакпен және көп қайтымсыздығы берілген процестің мыс балқыту өндірісінің технико-экономикалық шарттарына тигізетін айтарлықтай әсерін негіздейді. Электрбалқытудың кірістік материалы ретінде химиялық, минерологиялық, гранометриялық құрамымен, ылғалдылықпен және т.б. сипатталатын түйіршіктелген шихта болады.

Шихта балқытудің соңғы өнімінің сипаттамасы көзқарасынан рационалды пропорцияда концентраттардың, флюстердің және сыртқы материалдардың қоспасын көрсетеді. Қазіргі уақытта Жезқазған ГМК мыс балқыту зауытында шихталатын материалдарды араластыру штабельді шихтарниктен іске асады, ал ол жерден түйіршіктелуге барады және әрі қарай электр пештерге түседі.

Құрамында 25-30% мыс, 6-9% темір, 25-30% кремнийдің екі тотығынан, 3-6% кальций тотығынан, 11-14% күкірттен тұратын түйіршіктелген кептірілген шихта пештің негізгі және қосымша бункерлеріне тиіледі. Ол арқылы материалдың ағуы арқылы электрод айналасында шихтаның құламасын қалыптастырып пеш ваннасына келіп түседі.

Электр пеш ваннасына қайта өңделетін материал ретінде уақыт аралық құрамында мыс, темір, екі тотықты кремний болумен сипатталатын, негізінде шлақтың қалыптасу процесіне әсер ететін және пеш табанына магнетитті настылдердің көзі болып табылатын конверторлы сұйық шлак араластырылады. Пештегі ертінді 50-55% мыстан тұратын штейнге жіберіледі және келесі құрамды ысыру шлағына SiO_2 -50-55%, CaO -14-21%, Fe -10-15% жіберіледі.

Штейнді шығын пеш шпуралары арқылы конверторлы бөлімнің қажеттілігі және балқыту шегі бойынша іске асырылады. Ысыру шлактары шлақтың белгілі бір деңгейін ұстап тұру және жиналу шегі бойынша шлак жүргізетін тостағанға жіберіледі. Балқытудың жылулық және технологиялық режиміне байланысты ысыру шлағымен шихтаның 1% мысы жоғалтылады. Зерттеулер мыстың ығыстыру шлактарына ерітілген жағдайда және механикалық өлшеу формасында болатын және осы кезде оның концентрациясының оның химиялық құрамымен, штейндегі мыс құрамымен, жұмысты ұйымдастырумен анықталатынын көрсетті.

Пештің электр энергиясымен қоректенуі пеш электродына түсетін жоғарғы кернеулі токты (35000В) төменгі кернеулі жұмыс тогына (500В дейін) түрлендіретін үш бір фазалы трансформатордан іске асады.

Электротермиялық пештердің бар классификациясы бойынша мыс концентраттарының электр ерітіндісі көп шлакты процестерге жатады.

Қалың шлакты қабаты бар электротермиялық пештер электр энергиясы шлакты қабатта жылу энергиясына түрленетін жылулық ванналар ретінде қарастырылады. Электр энергиясын пешке жеткізу шлакты қабатқа салынған электродтар арқылы іске асады. Электродты аумақта бөлінетін қуат мөлшері әртүрлі мәліметтер бойынша 50-80% дейін өзгеру мүмкін. Ваннадағы ток екі бағытта ағады – электродтар арасында, сонымен қатар электродтар және пеш подинасы арасында.

Бірінші жағдайда токтың ағу бөлігі аз, себебі электродтар арасындағы электрлік кедергі электрод кедергісіне қарағанда айтарлықтай үлкен. Негізгі жылу бөліну аумағы электродтың екі диаметріне дейін қашықтықта орналасқан, оның нәтижесінде пештің температуралық өрісі біркелкі емес. Электродты аумақтарда монета температуралары 1700-1800⁰С дейін, қабырғада және электрод астындағы аумақта 1250-1350⁰С дейін жетеді. Электродтар астында изотермиялық аумақты бөліп шығаруға болады. Температуралық аумақтың теңсіздігі ерітінді тығыздығының теңсіздігін негіздейді. Бұл 1-2м/с жылдамдықпен электродтың ену тереңдігінде ваннаның жоғарғы бөліктерінде орналасқан тұйықталған траектория бойынша шлактың конвекторлы қозғалысын тудырады. Шихта ваннасындағы массивтер қыздырылған шлактың конвективті ағынмен қалқиды. Электрод маңайындағы шлактың конвективті қозғалысы пеш қуатын көбейту және электродтарды тереңдету кезінде қарқынды болады.

Жұмыстарда физикалық модельдеу әдісімен алынған электр пешінің температуралық және электр өрістерін тарату суреті келтірілген.

Электрлік және температуралық өрістерді салыстыру келесі тұжырымды береді: температуралық өріс өз сипаты бойынша электрлік өрістен қатаң ерекшеленеді. Салыстырмалы электр қуатының электрод жанындағы өрісі тік және радиалды бағытта біркелкі емес. Көбірек салыстырмалы электрлік қуат аумағы электродқа жақын орналастырылады, ол басқа зерттеулермен дәлелденеді. Біркелкі емес тік сипаты электродтардың тереңдетілуі және шлакты ванна биіктігіне байланысты өзгереді. Температуралық өріс көлденең және бойлық бағыттарда біркелкі және электрод астындағы қабаттарда тек тік бағыттарда ғана өзгереді. Ванналарда температураларды теңестіру интенсивті, конвективті жылу алмасумен түсіндіріледі.

Шлактардың физикалық қасиетінің өзгеруі температуралық өріс сипаттамасының өзгеруіне әсер етеді.

Жұмыста ұсынылған токты тарату суреті басқа авторлар мәліметтерімен жақсы үйлеседі.

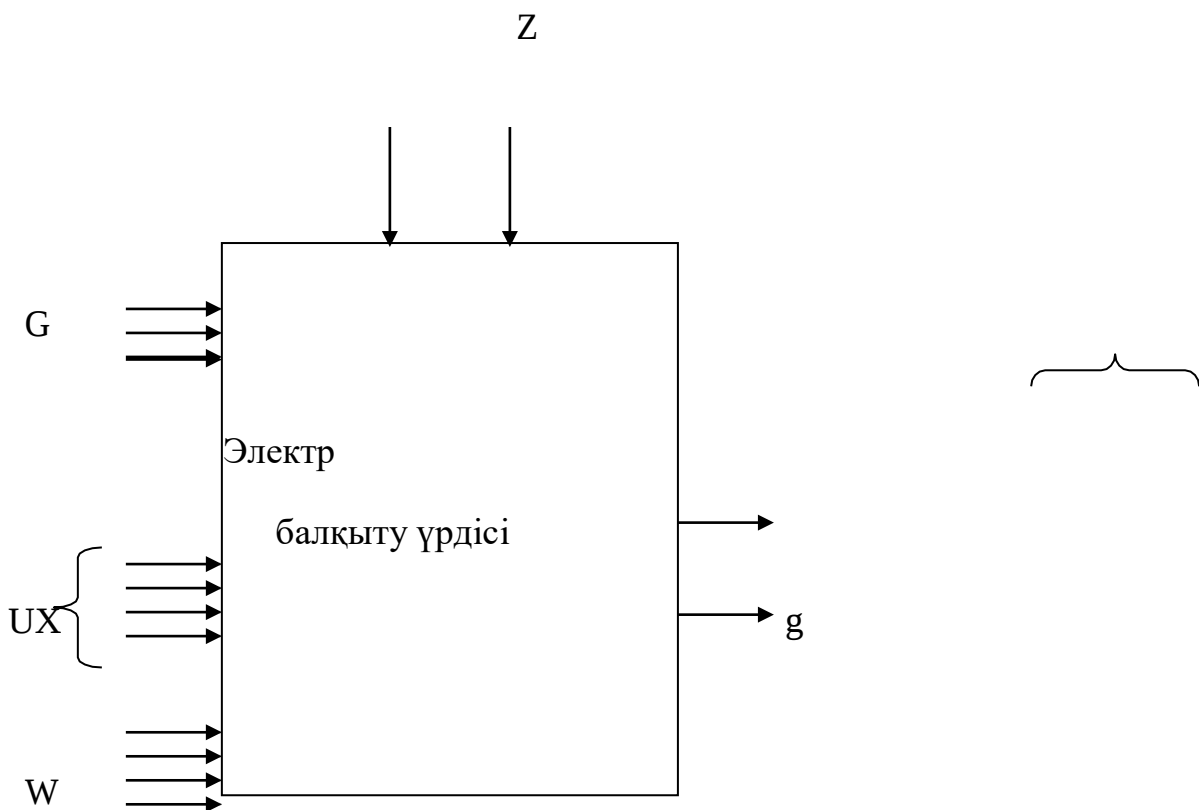
Жақындалған модельдеу әдісімен алынған электротермиялық пештер сипаттамасын толығымен дұрыс деп есептеуге болмайды, себебі жылулық, гидродинамикалық және электродинамикалық ұқсастықтың шарттары толығымен сақталмады.

Электротермиялық пештердің маңызды сипаттамасы ретінде пештің бір электродқа кедергісі және электромагнитті және конвективті күштер әсерімен ерітіндіні араластыру өнімділігі сияқты үрдістер көрсеткіштері болады [6].

2.2 Басқару тапсырмаларын құру

Кендітермиялық электрбалқыту және электр пешінің үрдісін сипаттау басқару объектісі сияқты берілген технологиялық үрдістің келесі ерекшеліктерін белгілеуге мүмкіндік береді.

Электрбалқыту үрдісінің материалды ағыны ретінде үздіксіз келіп түсетін отын және шихта, периодты түрде тиелетін конверторлы шлак болады, ал шығыстық периодты ретінде құйылатын штейн және ысыру шлағы болады. Бірақ, шлакты ваннаның айтарлықтай көлемі, шихтаны еріту және шлак қалыптасу үрдістерінің үздіксіздігі электрбалқытуды үздіксіз объектілер қатарына әкелуге мүмкіндік береді.



2.1 Сурет – Электрбалқыту үрдісінің кірістік және шығыстық айналымының сұлбасы

Электрбалқыту үрдісінің ағыын сипаттайтын және анықтайтын көрсеткіштерінің әртүрлі физикалық табиғаттары бар: G материалдық және W энергетикалық, g ағындарының шығыны, X химиялық құрамы, температура,

технико-экономикалық көрсеткіштер. Олар басқару объектілерінің кірістік немесе шығыстық айнымалылар, U басқарылатын және Z басқарылмайтын, үздіксіз басқарылатын, дискретті немесе бақыланбайтын және т.б. қатарына қосуға болады. Осылайша электротермиялық балқыту көпшаралы басқару объектісі ретінде болады.

Пеш ваннасының үлкен көлемі, шихта қоректендіргіш бункерлердің айтарлықтай сыйымдылығы балқыту үрдісінің инерциялығын шарттайды.

Балқыту үрдісіне біршама баяу өзгертін басқарылмайтын факторлар әсер етеді – агрегаттың нашарлауы, шикізаттың минералдық құрамының дрейфі.

Бақыланбайтын айнымалылардың, айнымалылар қатарын бақылаудың дискретті сипаты, бақылау каналдарында ақаудың үлкен деңгейі үрдіс туралы ақпараттың толық болмауына әкеліп соғады.

Электр пештің айтарлықтай геометриялық өлшемдері салдарынан шихтаны балқыту үрдісі пештің көлденең кесілуі бойынша таратылған. Үрдістің кеңістіктік таратылуы және транспортерлермен басқа қосымша агрегаттардың болуы берілген объект каналы бойынша айтарлықтай кешігудің болуын көрсетеді.

2.3 Мыс концентраттарының электрбалқыту үрдісін басқару практикасы

Электропешті бөлімнің негізгі тапсырмасы ретінде штейнді шығару және өнімнің берілген сапа көрсеткіштері, үрдістің жақсы технико-экономикалық көрсеткіштері қамтамасыз ету кезінде шикізатты өңдеу бойынша тәуліктік жоспарды орындау болып табылады.

Қалыптасқан өндірістік жағдайдан және технологиялық жүйе үрдістерін жүргізу шарттарынан электрбалқытуды басқару технологиялық және энергетикалық режимдерге талаптарды формалаудан, осы талаптарға жауап беретін режимдерді таңдаудан және оларды іске асырудан тұрады.

Қазіргі уақытта электрбалқыту үрдісін басқару технологпен және ауысым оператормен орындалады және ысыру шлагы және электр энергиясының салыстырмалы шығыны бар мыс шығынының көлемі бойынша шектеулерді орындау кезінде көлем және сапа бойынша берілген сипаттамалары бар штейнді шығаруды қамтамасыз ететін балқытудың энергетикалық және технологиялық режимдерін іске асыруға және таңдауға әкелінеді. Ерітілетін штейн көлемі бойынша талаптар мысты шығару және келесі технологиялық қайта балқытулар өнімділігі бойынша жоспарлық тапсырмадан анықталады. Балқыту өнімдерінің химиялық құрамына талаптарды формалау қабылданған металлургиялық есептеу әдістемелерін және кәсіпорын жұмысының тәжірибесін ескере отырып орындалады.

Штейн құрамына қойылатын негізгі талап ретінде оның құрамында мыс пен күкірттің болуы болады. Шлак балқыту температурасы салыстырмалы

салмақ, тұтқырлық, шихта салмағынан үлесі бойынша белгілі бір шарттарды қанағаттандыру керек.

Электрбалқыту кезінде десульфаризациялау және мысты шихтадан штейнге шығару деңгейімен сұраулар қоя отырып технолог балқыту өнімінің берілген сапалық және көлемдік сипаттамасы үшін балансты қатынастар негізінде шихтаның және шихта астындағы материалдарды өңдеуді регламенттейтін тәуліктік жоспар-тапсырмаларды формалауды іске асырады.

Пештің электрлік режимін басқару ауысым шеберлерімен орындалады, олар пештің жылулық жағдайын бағалай отырып бақылаушы-өлшеуші құралдар анализі жолымен және өз тәжірибесіне сүйене отырып, пештің жалпы электрлі қуатын орнату және электр энергиясын пеш фазасы бойынша тарату бойынша шешім қабылдайды.

Пештің электрлік режимін іске асыру электр пештің қуатын автоматты реттеудің сай локальды жүйесі көмегімен іске асырылады.

Шихта құрамы бойынша таңдалған технологиялық режимді іске асыру штабельді шихтарникте шихталанатын материалдар қатарын араластырумен және оларды жоспар-тапсырмаға сай қайта өңдеумен іске асырылады.

Кірістік және шығыстық айнымалылардың үлкен көлемінің болуы, үрдіс инерциялығы, стационарлық емес электрбалқытумен басқаруды қиындатады және бар практика кезінде айнымалылардың берілген технологиялық процестен ауытқуын басқаруға әкеледі: штейннің химиялық құрамының ауытқуына, ысыру шлактары бар мыс шығынының ұлғаюы, пештің электр режимінің бұзылуы және энергия шығынының көбеюі.

Электрбалқыту үрдісі үшін шихтаны есептеу кең таралған әдіске сай орындалады және десульфаризация дәрежесінің қабылданған көлемін, қабылданған көлеміне, мысты шихтадан штейнге беру деңгейіне, ысыру шлагында шлаг қалыптастырушының болуына сүйенеді. Бірақ берілген көрсеткіштер тұрақты ретінде болмайды және ертіндінің ағуы шартына байланысты айтарлықтай өзгереді. Агрегат параметрлерінің дрейфі, шихтаның минерологиялық және гранулометриялық құрамының дрейфі, конверторлар шлак ауытқуы, пештің әртүрлі учаскелеріне электр энергиясының енгізілуі әркелкі болуы ертінді өнімінің құрамының есептіден айтарлықтай ерекшеленуіне әкеп соғады.

Шихтаның берілген құрамын іске асыру шихталанатын материалдардың химиялық құрамының дрейфінен қиындатылған, сонымен қатар зерттеулер көрсеткендей дозалайтын аппаратура жұмысының дәл болмауы және шихтаның шихтаны ортalandыру әдісінің толығымен дамымауы салынатын штабельдің химиялық құрамы бойынша теңсіздіктер тудырады. Осыған байланысты 2-4 тәулік аралығында созылатын штабельді жасау кезінде түйіршектелген шихтаның құрамының ауытқуы орындалады және басқарудың кіші интервалында түйіршіктердің химиялық құрамы штабель бойынша орташа тиімдіден айтарлықтай ауытқиды [13].

Бұл жағдайларда берілген құрамның штейнді балқыту бойынша тәуліктік жоспар-тапсырмасы айтарлықтай шығынмен орындалады, ол ерітіндінің енгізілу көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеп соғады.

Электрбалқыту үрдісін енгізудің практикасының кемшілігі ретінде электрлік режиммен басқару бойынша ауысым операторлар санын және шихта құрамын таңдау бойынша технологтармен қабылданатын шешімдердің келісілмегендігі болып табылады, бірақ шихтаны еріту және шлақтың қалыптасуы тең дәрежеде шихта құрамымен және пеш фазалары бойынша электр энергиясының таратылуымен анықталады.

Практика көрсеткендей электр пештерінің энергетикалық режимін автоматтандыру жүйесі электр энергиясының қайта шығындалу жағдайын шектемейді. Автоматтандырылған жүйенің жеткіліксіз жоғарғы тиімділігі оларды жасау кезінде шихтаны ерітудің кеңістіктік таратылу фактісі ескерілмеумен, таратылған бақылау әдісінің қолданылмауымен, реттегіштерді таңдау кезеңінде агрегат сипаттамасының дрейфін есепке алуының болмаумен байланысты.

Электрбалқытудың технологиялық үрдісін басқару мыс өнімін тиімді жоғарлату бойынша агрегаттың потенциалды мүмкіндіктерін қолдануға рұқсат етпейді және негізгі технико-экономикалық көрсеткіштерінің жоспарлық мәндеріне жетуді қамтамасыз ететіні анық.

Жоғарғы экономикалық эффектін алуға мүмкіндік жасайтын мыс балқыту өндірісінің үлкен масштабтылығы шихтаны дайындау және электрбалқыту үрдістерінің технико-экономикалық көрсеткіштерінің азғантай пайыздық қатынаста жақсару кезінде берілген үрдістерді басқару үшін ЭЕМ қолдану мақсаттылығын қамтамасыз етеді.

2.4 Электрлі балқытуды энергетикалық режимде басқару есебінің мазмұнды қойылымы

Шихтаны балқыту үрдісінде электрлі энергия ваннаның шлақты қабатында жылуға, өтпелі түйісуінде электрод-шлакпен шлақтың сол қабатында түрленеді.

Балқыту кезіндегі электр энергиясының салыстырмалы шығыны шихтаның оның химиялық құрамымен, пеш қуатымен, фазалы кернеумен, электродтардың тереңдетілуінен пештің терметтелу дәрежесімен бас факторлармен анықталатын жылу тұтынушылығынан тәуелді.

Электродтардың шлақты балқымаға тереңдетілу шамасы электр балқыма режимін анықтайтын негізгі айнымалылардың бірі болып табылады. Пештің шихта құрамымен, электрлі қуатпен, балқу деңгейімен басқа факторлармен ерекшеленетін орнатылған әр режимі үшін электр энергиясын қолданудың максималды тиімділігін қамтамасыз ететін электродтардың оптималды тереңдетілуі болады. Электродтардың пеш ваннасындағы күй өзгерісі жылу бөлінудің шартты аймағының күйінің өзгеруіне алып келеді. Осыдан

электродтарды жүктеудің кіші тереңдігі бөлінетін газдармен үлкен жылу шығыны мен пеш күмбезінің температурасының жоғарылануы салдарынан электр энергиясының салыстырмалы шығынының көбеюіне әкеледі. Ал электродтардың шамадан тыс жүктелуі құламаның қыздырылуы мен ванна температурасының шихтаны жүктеу аймағында төмендеуін тудырады. Шлактың жоғары қабат температурасының төмендеуі кезінде шихтаның балқу жылдамдығы төмендейді. Бұл электр энергияның салыстырмалы шығынының көбеюімен мыстың бөлінгіш шлакпен шығының жоғарылауына әкеледі.

Осылай, электр энергиясының минималды шығыны берілген балқыма мен құрамында мыс бар бөлінетін шлак кезіндегі шихта тоннасына жететін оптималды энергиялық режим электродтардың оптималды тереңдетілуімен қамтамасыздануы мүмкін.

Электрлі пештің энергетикалық режимімен басқару есебінің мазмұнды қойылымы келесі түрде жіктеледі: шихтаның химиялық құрамы мен шығының берілген (сол кездегі) мәндері кезінде электродтардың балқымаға, бөлінетін шлак пен мыстың шығыны, пештің жалпы қуатына, фазалы кернеу, шлак пен штейнді ванналардың биіктігіне шектелу кезіндегі электр энергиясының салыстырмалы шығынын азайтатын тереңдетілу шамасы мен электродтардың шлакты балқымаға тереңдетілу шамасын анықтау керек.

2.5 Электрлі балқыту үрдісінің энергетикалық режимінің математикалық моделі

Электрлі балқыту үрдісін энергетикалық режиммен оптималды басқару экспериментті-аналитикалы модель класында құралған және электр энергия шығынының жүктелетін материалдардың, фазалы кернеу мен электродтардың тереңдетілуінің мөлшері және сапалы сипаттамаларымен өзара байланысын сипаттайтын үрдістің математикалық моделін қолдануға негізделген:

$$Q=F(G,X,U,H) \quad (2.1)$$

мұндағы $H=(h_1 \dots, h_5)$ – электродтардың тереңдетілу векторы;

$U=(U_1, U_2, U_3)$ – фазалы кернеу векторы;

$G=(G_1, \dots, G_6)$ – компоненттері ұсақталатын шихта;

Мөлшері – 1, конвертерлі шлак – 2, жабдықтар – 3, шихта астындағы қоспа – 4, штейн – 5, бөлінетін шлак – 6, басып табылатын вектор $i=1,6$.

$X=(ij)=1,5-X_{ij}$ элемент i -нші компоненттің j -нші материалдағы құрамын анықтайтын матрица (мұнда $j=1,5$ Cu, Fe, SiO₂, CaO, S сәйкес келеді).

Алты электродты үш фазалы электр пешінің математикалық бейнелеуін жеңілдету үшін оның реакциялы кеңістігін 3 аймаққа бөлеміз: бір фазалы екі электродты ваннаға. Мұндай бөлудің негізі болып көрші фазалардың бір-біріне сәйкес коэффициенттерімен ескерілетін маңызсыз әсері болып табылады. Барлық пештердің жалпы математикалық бейнеленуі толығымен үш

аймақтардың модельдерін олардың өзара байланыстарын ескерумен қосындысы алынған.

К-ші фаза тізбегінде бөлінетін қуат трансформатордың екіншіорамасының электрлі тізбегінің фазалы кернеуі мен кедергісіне тәуелді. $W_k = f(U_k, R_0)$ және мына өрнекке сәйкесанықталуы мүмкін:

$$W_k = U_k^2 / R_0 \quad (2.2)$$

мұндағы U_k —фаза кернеуі;

$$R_0 = R_{k,e} + R_b \quad (2.3)$$

мұндағы R_b — ванна кедергісі;

$R_{k,e}$ — үрдістің кіріс параметрлеріне тәуелді болмайтын қысқа тізбек кедергісі.

Күмбез арқылы шығыны:

$$R_b = \sqrt{R_3^2 + R_p^2} \quad (2.4)$$

мұндағы R_3 – пештің эквивалентті схема кедергісіне тең активті кедергісі;

R_p –пештің реактивті кедергісі.

$$W_k = U_k^2 / (R_{k,e} + \sqrt{R_3^2 + R_p^2}) \quad (2.5)$$

мұндағы R_p шамасы кіріс параметрге аз ғана тәуелді және тұрақты болып есептелуі мүмкін. R_p^2 -ты арқылы белгілейміз. Сонда:

$$W_k = U_k^2 / (R_{k,e} + \sqrt{R_3^2 + R_p^2}) \quad (2.6)$$

Көрші фазалардың өзара әсерін ескергендегі нәтижеде n-ші фаза қуаты үшін өрнек мына түрде болады:

$$W_U = \frac{aU^2}{R_{KC} + \sqrt{[\sum(r_1+r_2)]r_{12}/(r_1+r_2+r_3)^2+a_1}} \quad (2.7)$$

г шамалары, өз кезегінде, электродтардың тереңдетілу h_b материалдардың (шлак, шихта) электрлі тізбегін құратын салыстырмалы кедергі, пештің геометриялық өлшемдермен шихтаның жүктелген бөліктері; шлакты ванна биіктік шамаларына тәуелді, яғни

$$r_1 = f(h_i, p_i, d_s, h_{ik}) \quad (2.8)$$

r_1 – кедергісі электрод айналасындағы газды қабат кедергісі r'_1 мен шлак қабатының кедергісі r'' қасындағы түрінде келтіруі мүмкін

$$r_1 = r' + r'' \quad (2.9)$$

r_1 – кедергісі тең фазалы кернеу шамасына тәуелді және шамалы U_k - дан сызықты тәуелділік қолданылуы мүмкін, яғни:

$$r_1 = a_s U_k \quad (2.10)$$

мұндағы a_s —пропорционалдық коэффициенті.

$$r'_1 = p i * l_1 / S_3. \quad (2.11)$$

мұндағы $p i$ —шлактың салыстырмалы кедергісі;

$$l_1 = h_{шл} - h \quad (2.12)$$

$h_{шл}$ —шлакты ванна биіктігі:

S_3 – шартты сұйық цилиндрлі желінің электрод тізбегіндегі қиылысу ауданы:

$$S_3 = \Pi * d^2 / 4; \quad (2.13)$$

d_n –желінің келтірілген диаметрі, оны мына өрнекпен анықтауға болады:

$$d_n = k_1 * d_3 = B ([h_{шлак} * p] d_3)^{0,4} * d_3 \quad (2.14)$$

мұндағы d_3 – электрод диаметрі;

B –эмпирикалық коэффициент.

Мына өрнектерді есептейміз:

$$r_1^4 = p_2 \frac{(h-h)}{\frac{\pi}{4} * [B(h_{шл} * \frac{h}{d_3}) * d_3^2]} = c p_2 \frac{(h_{шл}-h)^{0.2}}{d^{1.2}} \quad (2.15)$$

Мұндағы c —коэффициент

соңғы рет r үшін мынаны аламыз:

$$r_1 = c p_2 (h_{шл} - h)^{0,2} * d^{1,2} + a_2 U_k \quad (2.16)$$

ЖМЗ шарты үшін $d_3=1,2\text{м}$ деп қабылдап аламыз:

$$r_1 = cp_2(h_{\text{шл}} - h)^{0,2} * d^{1,2} + a_2U_k \quad (2.17)$$

Мұндағы d –коэффициент.

r_{12} шамасын табу үшін, балқымаға жүктелінген шихта параллелепипед түріне ие деп аламыз. Сонда, келтірілген эквивалентті электр сұлбасының электродтары арасындағы электр тізбекті бейнелей отырып, r_{12} кедергісінің шамасын мына өрнекпен беруге болады:

$$r_{12} = \frac{(r_{12}+a_4h+a_5U_k)(r_{12}+2r_{12})}{2(r_{12}+a_4h+a_5U_k)+r_{12}+2r_{12}} \quad (2.18)$$

мұндағы a_3, a_4, a_5 – пропорционалдық коэффициенті;
 $a_4h + a_5U_k - U_k$ фазалы кернеуге тәуелді электродтардың айналасындағы газды қабаттың салыстырмалы кедергісі мен электродтардың тереңдетілуі

r_{12} – электрод, электрод тізбегіндегі сұйық желінің (шлактың) кедергісі:

$$r_{12} = p_2 l_3 / (hB - 2S_0) \quad (2.19)$$

мұндағы B – пештің ені;

l_3 – электродтар арасындағы қашықты

S_0 – шихтаның жүктеме бөлігінің көлденең қима ауданы:

$$S_0 = h_0 * B_0 \quad (2.20)$$

мұндағы $h_0 * B_0$ – сәйкесінше шихтаның жүктелген бөлігінің тікбұрышты қимасының биіктігі мен негізі.

r_{12} – шихтаның жүктелген биіктігінің сұйық желінің (шлактың) кедергісі:

$$r_{12} = p_2 / (l_3 - l_0) / S_0 \quad (2.21)$$

r_{12} – уақталған шихтаның жүктелген бөлігіндегі кедергісі:

$$r_{12} = p_1 l_0 / S_0 \quad (2.22)$$

p_1 шихта мен шлактың салыстырмалы кедергісінің шамалары едәуір

түрде темірдің осы материалдағы құрамы мен температурасына тәуелді. Қарастырылған математикалық модельде осы тәуелділіктерді бейнелеу үшін мына өрнектер қолданылған:

$$p_2 = p_{10} + p_{11}t + p_{12}x_{12} \quad (2.23)$$

$$p_2 = p_{20} + p_{21}t + p_{22}x_{22} \quad (2.24)$$

Олардың коэффициенттері шлакты тәжірибелі түрде зерттеу жолымен анықталады.

Шлакты ванна биіктігі h_0 шамаларын анықтау үшін, олардың шамалары мына тәуелділікпен анықталады деп қабылдаймыз:

$$h_s = f_{ns}(U_k, G_i, X_{ij}) \quad (2.25)$$

сонда $h_{шл}$ шамасы үшін былай жазуға болады:

$$h_{шл} = G_{шл}/S_{п} * p_{шл} \quad (2.26)$$

мұндағы $G_{шл}$ – шлактың пештегі мөлшері;

$S_{п}$ – пештің электродтардың қиылысу ауданын есептегендегі қиылысу ауданы;

$p_{шл}$ – шлак тығыздығы; шлак мөлшері балансы теңдеуден анықталады:

$$G_{шл} + G_0 + G_{шл}^+ + G_{шл}^- \quad (2.27)$$

мұндағы G_0 кезең басындағы мысалмен анықталған шлак мөлшері;

$G_{шл}^+$ кезең басында пайда болған шлак мөлшері;

$G_{шл}^-$ кезең басынан құйылған шлак мөлшері;

Бірақта: $G_{шл} - = G_6$

$$G_{шл}^+ = \sum G_i * \sum Y_{r-6}^i * X_1^j (i = 1,4; j = 1,5) \quad (2.28)$$

мұндағы Y_{r-6}^i j-нші компоненттің i-нші материалдан шлакқа бөлінуі.

$p_{шл}$ пен $S_{п}$ -ны тұрақты деп алып, аяқты түрде мынаны аламыз:

$$h = d_6(\sum_{i=1}^6 G_i \sum_{i=1}^5 Y_{r-6}^i * X_r^j - G_6) \quad (2.29)$$

Ең негізінің B_0 шамасы пештің геометриялық өлшемдерімен анықталуы мынаған тең:

$$B_0 = (b - d_3)/4 \quad (2.30)$$

Шихтаны жүктелген бөлігінің биіктігі h_0 мына өрнекпен анықталады:

$$h_0 = \frac{2U_0}{10} * B_0 \quad (2.31)$$

мұндағы U_0 – шлак көлемі, пештің ваннасында орналасқан шихта көлемімен шлак штейн тығыздықтарының айырымы арқылы анықталады.

$$U_0 = G_{\text{шл}}/(p_{\text{шл}} - p_{\text{ш}}) \quad (2.32)$$

$G_{\text{шл}}$ – шихта көлемі баланстан анықталады:

$$G_i = G_{\text{ш}}^0 + G_{\text{ш}}^+ - G_{\text{ш}}^- \quad (2.33)$$

мұндағы $G_{\text{ш}}^0$ – шихтаның алғашқы мөлшері;

$G_{\text{ш}}^+$ – пешке жүктелген шихта мөлшері.

$$G_{\text{ш}}^+ = \sum_{i=1}^4 G_i \quad (2.34)$$

$G_{\text{ш}}^-$ – жылу балансымен анықталатын балқытылған шихта мөлшері:

$$Q = cm\Delta t = \lambda G_{\text{ш}}^- \quad (2.35)$$

Q -ваннаға бөлінетін және шихтаны қыздыру мен балқытуға келетін жылу мөлшері; c -қатты шихтаның жылу сыйымдылығы; m -шихта массасы:

$$m = \sum_{i=1}^4 G_i \quad (2.36)$$

λ -шихтаның балқу температурасы.

Жылу балансының $G_{\text{ш}}$ -ны анықтай отырып мынаны аламыз:

$$G_{\text{ш}} = \frac{Q - ct \sum_{i=1}^4 G_i}{\lambda} \quad (2.37)$$

Сонда $G_{\text{ш}}$ -соңғы мөлшері мына өрнекпен анықталады:

$$G_{\text{ш}} = \sum_{i=1}^4 G_i - \frac{Q - ct \sum_{i=1}^4 G_i}{\lambda} = \left(1 - \frac{c\Delta t}{\lambda}\right) * \sum_{i=1}^4 G_i - Q/\lambda \quad (2.38)$$

2.6 Басқару есебінің математикалық қойылымы

Электрлі балқыту үрдісін энергетикалық режимде оптималды басқару есебін түрлендіру кезінде маңызды кезең болып оптималдау баламасын таңдау болып табылады. Электрлі балқытудың энергиялық режимі келесі көрсеткіштермен сипатталады: штейнді шығару бойынша пеш өнімділігі G_5 , мыстың бөлінетін шлактағы құрамы x_6 және электр энергиясының салыстырмалы шығыны. Өнімділік жоспарлы тапсырмалармен анықталатын, ал өнімдердің сапалы сипаттамалары жоғары дәрежеде балқитын материалдардың құрамына тәуелділігін ескере отырып, оптималдау баламасы ретінде электр энергиясының салыстырмалы шығынын алу керек.

Электр энергияның салыстырмалы шығыны электрлі пеш жұмысының энергетикалық жұмысын сипаттайтын өте жинақты көрсеткіші болып табылады

Кіріс айнымалылардың нақты мәндері үшін: қайта өңделетін материалдардың химиялық құрамы мен мөлшері, энергияның салыстырмалы шығыны, негізінде, екі факторлармен анықталады: фазалы кернеулермен $U = \{U_r\}$, ($k=1,3$) және электродтардың тереңдетілуімен $H = \{h\}$, ($i=1,6$). Әр түрлі жүктемелер p үшін U мен H шамалары болады, олар жеткізу энергиясының құлама қызуы, штейнді ванна, шлак арасындағы, шихтаның қызуы мен балқуы, пеш күмбезі мен бөлінетін газдың қызуы, қорытынды түрде: энергияның агрегатпен өндірістік минималды шығынында оптималды таратылуын қамтамасыз етеді. Электр энергиясының салыстырмалы шығынымен U және H шамалары арасындағы байланыс мына өрнекпен берілуі мүмкін:

$$Q(G, X, U, H) = P(U, H)/G_5 \quad (2.39)$$

Осылай, электрлі балқыту үрдісін энергетикалық режимде оптималды басқару есебінің математикалық қойылымы мына түрде түрленуі мүмкін:

$$\min\{t_1 = \frac{W_u}{G_5} - \sum_{i=1}^C \frac{Q_i}{H} = f_2(U_k, I_k) \quad (2.49)$$
$$G_5 = f_3(W_u, X_b, H_1); I_k = \{f_u(U_k, W_k)\}; k=1,3$$

$$I_k < I_k < I_k$$

$$H < H < H$$

$$U_k < U_k < U_k$$

$$G_k < G_k < G_k$$

$$X_k < X_k < X_k$$

2.7 Кендітермиялық пештің электрлік режимін талдау

2.2-суретте кендітермиялық пештің функционалдык электр сұлбасы көрсетілген.

Схеманың жеке элементтері келесі функцияларды орындайды.

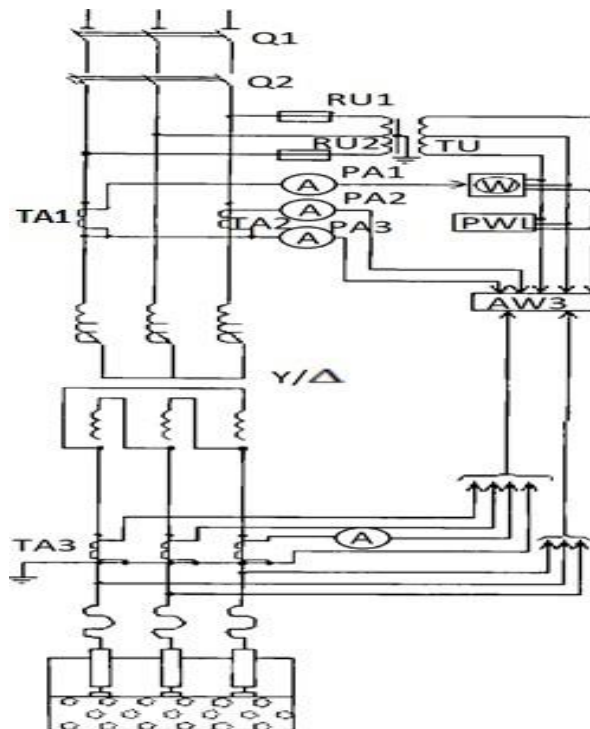
Q1 ажыратқышы электр пешінің қуат тізбегінің көрінетін үзілуін жасау үшін қызмет етеді, бұл, мысалы, жөндеу кезінде қолданылады.

Q2 қуат ажыратқышы қорғаныс аппаратурасымен бірге пешті қауіпті қысқа тұйықталудан қорғайды, сондай-ақ пешті жүктеме астында жедел қосу және ажырату үшін пайдаланылады.

T пеш трансформаторы кернеуді төмендету және оның мөлшерін реттеу үшін қызмет етеді. Трансформатордың екінші орамасы электр пешінің электродтарымен қысқа желі арқылы дәнекерленбеген немесе тармақталмаған электродтарымен жалғанған.

Трансформатордың бірінші жағында пеш қондырғысының басты ажыратқышын ажырату катушкасына әсер ететін максималды реле орнатылған. Реле уақыттыұстап тұру мүмкіншілігіне ие, оның шамасы ток бойынша шамадан тыс жүктелу жиілігінің артуымен төмендейді. Сондықтан ажыратқыш пешті сөндіруді тек апаттық қысқа тұйықталу жағдайында, сондай-ақ ұзақ пайдалану жүктелуі кезінде ғана жүргізеді. Эксплуатациялық, салыстырмалы қысқа мерзімді қысқа тұйықталу пайда болған кезде қондырғыны өшірмей жарық және дыбыстық сигнал беру жұмыс істейді.

Бірінші жағында бақылау-өлшеу аспаптары қосылған. Ол 2.2-суретте көрсетілген.



2.2 Сурет – Кендітермиялық пештің электрлік функционалдык сұлбасы

Екінші жағында амперметрлерді қосатын, автоматты реттегіштердің ток катушкаларын және максималды ток релелерін қосатын үш ток трансформаторы орнатылады.

Реленің жұмысы автоматты реттеуіш жұмысымен сәйкестендірілген. Ағымдағы ток релелерінің тоқтау және тоқтау уақыты қысқа мерзімді қысқа тұйықталу жағдайында реле ұстау уақытында пештің тогын азайтуға мүмкіндік береді. Әрбір технологиялық қысқа тұйықталу кезінде басты ажыратқыш өшіріледі және пештің жұмысы қиындай түседі, ал кейбір жағдайларда мүлдем мүмкін болмайды.

TU кернеу трансформаторына және ТА1, ТА2 ток трансформаторларына басқа да басқару, бақылау және қорғау аппараттары қосылған [14].

2.8 Электр режимін реттеу параметрін тандау

Пештің электр режимін немесе доғада бөлінетін қуатпен басқару, бұрын айтылғандай, екі жолмен болуы мүмкін: пешке берілетін кернеудің өзгеруі және электрод аралық аралықтың ұзындығының өзгеруі.

Пешке берілетін трансформатордың екінші кернеуінің өзгеруі балқытудың белгілі бір сәттерінде периодты түрде жүзеге асырылады. Күшті тізбектердің жиі коммутациясы қажет емес. Электраралық аралықтың ұзындығын автоматты қуат реттегішінің көмегімен жедел ауыстыру мүмкіндігі бар.

Кендітермиялық пештердің реттеуіштеріне мынадай талаптар қойылады:

- 1,5-тен 3,0 с дейінгі уақыт аралығында қысқа тұйықталу мен доғаның үзілуін өндеуді қамтамасыз ететін жылдам әрекет;
 - реттеу уақыты 4 с артық емес;
 - фазалар бойынша реттеудің автономды болуы, басқа фазаларда ауытқулар кезінде электродтардың қажетсіз орын ауыстыруларын жою немесе минимумына келтіру;
 - электродтардың сынуынсыз доғалардың автоматты оталуын қамтамасыз ету;
 - қоректендіруші кернеудің жоғалуы кезінде атқару механизмін тоқтату;
 - реттеуіштің сезімтал емес аймағы электродтардың еру процесін тудыруы мүмкін мәндерден аспауы тиіс
 - доғада бөлінетін қуаттың, қоректендіретін кернеу пешінен, ток өткізгіштер сипаттамаларының өзгерістерінен және т. б. тәуелсіздігін қамтамасыз ету.;
 - қуат (ток)
- тапсырмасын бір қалыпты өзгерту және апсырманы автоматты түрде өзгерту мүмкіндігі;
- жұмыста сенімділік, пайдаланудың қарапайымдылығы, қозғалтқыш-

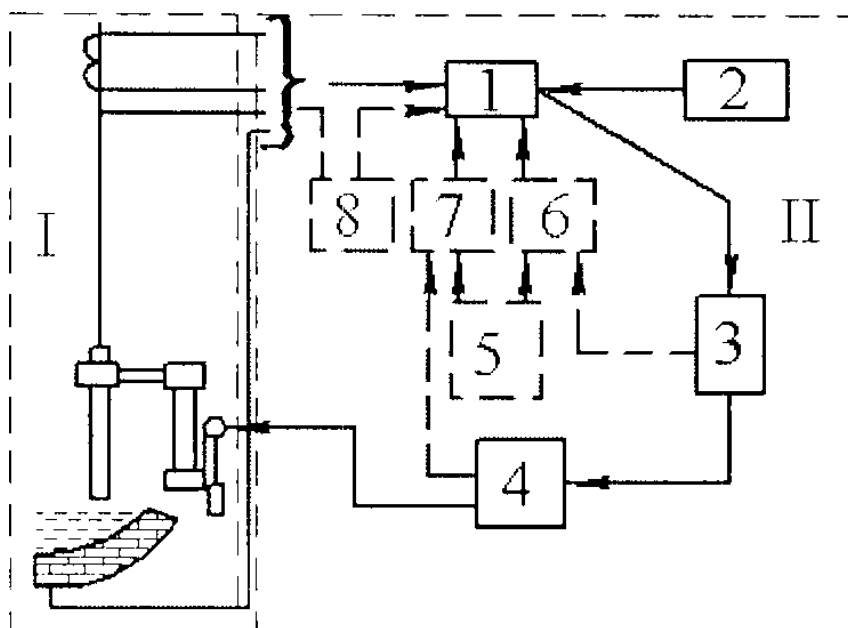
тардың тиімді режимдерін қамтамасыз ету электродтардың орнын ауыстыру, жі қосылуларды болдырмау, іске қосу токтарын шектеу;

– ток өткізбейтін шихта болған кездегі жүйенің сезімталдығы, яғни электродтарды уақытында тоқтату.

Пештің электр режимін реттеу үшін дифференциалды схема қабылданады. Электр режимінің түзеткіш параметрлері ретінде $J = Q/P$ және белсенді қуатты P қабылдауға болады. Синусоидалы ток кезінде $J = \tan \varphi$. Бұл параметрді енгізу мәні $\tan \varphi$ мәндерін бір мәнді анықтайды. Сонымен қатар, реттеуіш өзінің әрекет принципі бойынша желілік кернеудің тербелісі кезінде ток мәнін өзгертеді. $\tan \varphi$ тұрақтануы токтың тұрақтануына әкеледі.

2.9 Электр режимін автоматты реттеу жүйесінің функционалдық сұлбасы

Кендітермиялық пештің электр режимін автоматты реттеу жүйесі I (пеш) реттеу объектісінен және II реттеуіштен тұрады. 2.3-суретте реттеу жүйесінің функционалдық сұлбасы келтірілген.



2.3 Сурет – Реттеу жүйесінің функционалдық сұлбасы

Кендітермиялық пеште әр фазаға бір реттегіш және бір резервтік реттегіш қарастырылған. Реттеуіштің негізгі элементтері: 1 Өлшеу және салыстыру элементі, 3 күшейткіш элемент, 4 атқару механизмі және 2-ші элемент. Реттеу сапасын жақсарту үшін реттеуіште басты және ішкі кері байланыс қолданылады. Бір басты кері байланыс реттеуіштің кіруіне 1 сигналды өлшеу және салыстыру элементіне, токтың күші мен фазаның кернеуіне пропорционал

беруді қамтамасыз етеді. Екінші басты ретті байланыс реттеу контурына токтың өзгеру жылдамдығына және фаза кернеуіне пропорционалды сигналдарды енгізеді. Бұл байланыс 8 элементімен қамтамасыз етіледі. 6 және 7 элементтері ішкі кері байланысты жүзеге асырады. 6 элементі 3 күшейткіш элементінің шығымы мен 1 өлшеу және салыстыру элементі арасындағы кері байланысты құрайды. 7 элемент 4 атқару механизмі мен өлшеу және салыстыру элементі арасындағы электродтың жылжу жылдамдығы бойынша кері байланысты жүзеге асырады. 5 элемент реттеу объектісінің өзгермелі сипаттамаларына байланысты кері байланыстардың шамасын өзгерту үшін қызмет етеді. Бағдарламалау режимінің элементтері, есептегіш құрылғылар және т.б. схемаға енгізілуі мүмкін.

Реттеуіштердің элементтік орындалуы әртүрлі болуы мүмкін. Өлшеу буынында тапсырманы орнату үшін автотрансформаторлар, трансформацияның ауыспалы коэффициенті бар трансформаторлар, потенциометрлер, ал реттелетін параметрді қалыптастыру үшін-арнайы релелер, резисторлар, электрондық және магниттік күшейткіштер және т. б. қолданылады. Жоғарыда аталған элементтердің әртүрлі комбинациялары берілген реттеу заңын іске асыратын реттеуіштердің принциптік схемаларының үлкен санын алуға мүмкіндік береді. Автоматтандырудың негізгі құралдарының тиісті комбинациясын таңдау бірінші кезекте реттеу сапасымен және жүйенің сенімділігімен анықталады. Бұл көрсеткіштер күштік күшейткіштің ерекшеліктеріне және электродтың қозғалу механизмінің жетегіне байланысты.

Кенді термиялық пештің электр режимін автоматты реттеу жүйесінің күшейткішінің түрі бойынша келесі топтарға жіктеуге болады:

- реле-контактор-қозғалтқыш;
- айналмалы күшейткіш (генератор, электр машиналық күшейткіш (ЭМК) - қозғалтқыш;
- статикалық күшейткіш (магниттік, жартылай өткізгіш және т.б. қозғалтқыш;
- статикалық күшейткіш-үйкеліс немесе сырғу муфтасы;
- электрогидравлика.

Электродтарды ауыстыру механизмінің жетегі электромеханикалық және дроссельді гидравликалық болуы мүмкін. Электрмеханикалықпен салыстырғанда гидрожетектің негізгі кемшіліктері мыналар болып табылады: цилиндрде сенімді және берік тығыздауды қамтамасыз ету қиындығы және орнату үшін жеке бөлменің қажеттілігі .

2.10 Басқару алгоритімі

Басқару алгоритімі келесі ішкі жүйелерді таралуын көрсетеді: сигналдардың жиналуы мен өңделуі, математиканың модельдер теңдеулерін таралуын, басқару әсерлерін өңдеп және беру.

Алгоритмнің блок-схемасы суретте берілген.

1. Блок. Берілген массивтердің жинақталуы, өңделуі және түрленуі жүргізіледі.
2. Блок. Электрлі балқыту үрдісінің математикалық модель тендеуінің таралуы жүзеге асады. Блоктың кірісіне $G, X, H, 0$ кіріс параметрлері туралы ақпарат түседі, шығысында -Қил, $G5$ есеп X_0 есептің мәндері түседі.
3. Блок. Математикалық модельдің объектіге тепе-теңдігінің тексерілуі жүзеге асырылады. Тепе-теңсіздік жағдайында бейімделу блогына айналады.
4. Блок. Математикалық модель параметрлерінің бейімделу алгоритмінің белгілері бойынша түзетілуі жүзеге асады.
5. Блок. Басқару әсерлерінің оптималдау есептерінің шешімдері кезінде оптималды мәндері анықталады.
6. Блок. Розенброк әдісі бойынша оптималдау есебі шешіледі.
7. Блок. Пеш жұмысының аварияға тексерілуі жүзеге асады. Шарттың беруін орындамаған жағдайда кернеуді төмендетуге тапсырма беріледі.
8. Блок. Кернеудің фактілі мәндерін оптималмен салыстыруы жүзеге асырылады. Уфак аудан шегінен шыққан жағдайда. Кернеу сатыларын сол немесе басқа жаққа қайта қосу есебі беріледі.
9. Блок. Нақты өткізгіштің оптималмен салыстырылуы іске асырылады аудан шегінен шығып кеткен жағдайда электродты сол немесе басқа жаққа қайта жіберу есебі беріледі.
10. Блок. $I < I_{ном}$ шартын орындауға тексерілу іске асырылады. Кернеуді жоғарлатуға есептеген жағдайда. Егер шарт орындалса, кернеуді жоғарлатуға болады.
11. Блок. Электродты ұстау күйін тексеру жүргізіледі. Егер электродты ұстаныш төменгі шекті жағдайда орналасса, кернеуді үлкейтуге есеп беріледі. Егер ондай болмаса-басқару электродты тереңдетуді жоғарлату арқылы жүзеге асырылады.
12. Электр ұстағыш жоғарғы шекті күйде тұрған жақта, сол тексеріледі. Егер олай болмаса-кернеуді төмендетуге есеп берілген жағдайда, электрод котеріледі.
- 13-14. Блоктар. Басқару әсерлерінің шамалары анықталады (кернеу сатыларының мөлшері) және кернеуді қай сатысында жұмыс істеу керек жөнінде ақпарат беріледі.
- 15-16. Электродтардың тереңдетілуін тікелей басқару алгоритмі іске асырылады.

2.11 Ақпаратпен қамтамасыз ету

Мыс шоғырын электрлі балқытудың ТҰАБЖ ақпаратпен қамтамасыз етілуі мыс шоғырын электрлі балқытудың технологиялық үрдісінің жүйесін ақпаратты-есептеу және басқару функциясының және басқарудың функционалды есептерін шешуді іске асырылуын қамтамасыз ету қажет.

Ақпаратты ішкі жүйенің негізгі функциялары:

- 1) басқарудың технологиялық объектісінің күйіне сұраныс;
- 2) басқару объектісінің күйін, сонымен қатар параметрлер мәнінің жұмыс тәртібінен ауытқуы туралы сигналды, ақпараттардың дұрыстығын бақылау, авария алдындағы жағдайды бақылау мен болжауды талдау;
- 3) технологиялық параметрлердің периодты, сонымен қатар (ақпаратты оператордың қалауы бойынша беру) режимдерде ақиқат мәндерінің көзбен шолуынуы және кернеуі.
- 4) Жүйенің берілген базасының құрылуы мен оперативті енгізілуі. Электрлі балқытудың ТҰАБЖ-нің ақпаратты қамтамасыз етілуі берілген дискреттікпен жинақтау ұйымын, технологиялық үрдіс пен жабдықтың күйі туралы ақпараттың берілуі мен ұсынылуы, сонымен қатар есеп көрсеткіштері туралы ақпаратты оперативті қызметшіге ұсынылуын қосады. Электрлі балқыту ТҰАБЖ үшін алғашқы ақпарат болып технологиялық үрдістің берілген күйі болып табылады. Ақпарат көзі болып сәйкес айнаымалылары автоматты бақылау түрлендіргіштермен аспаптары болып табылады.
- 5) Электрлі балқыту ТҰАБЖ-ның шығыс ақпараты өзінше орындаушы механизмге басқарушы әсерлер болады.
- 6) Ақпаратпен қамтамасыз ету ақпараттың үрдістің келесі мөлшердегі сипаттамаларына сәйкес енгізілумен шығуын жүзеге асырады:
 - 1) кіріс аналогты сигналдарының жалпы саны 24. Аналогты сигналдар шығынды, денгей температураны, разрядталуды, сиымдылықты, кернеу, токпен, қуатты сипаттайды.
 - 2) Кіріс дискретті сигналдың жалпы саны 8. Дискретті сигналдар пештің жұмыс жағдайын, электродтар күйін және басқару кілтін сипаттайды.
 - 3) Дискретті шығыс сигналдарының жалпы саны 12. Электродтар күйін реттеу қарастырылады.

2.12 Техникамен қамтамасыз ету

Басқару жүйесінің техникалық құралдарын автоматтандырудың объектісімен тандау мына талаптарға негізделеді; техникалық, экономикалық, ақпараттық, математикалық. Бұл талаптар автоматтандыру объектісін, техникалық құралдарын және адамдарды біріктіру үшін қажет. Техникалық қамтамасыз етуге келесі талаптар қойылады:

- 1) басқару жүйесінің басты есептерін жеткілікті түрде жылдам шешу;
- 2) операторлармен қызмет етуші адамның тКҚ-мен қатынасуын жеңілдету;
- 3) әр түрлі техникалық құралдардың өздері арасында ақпаратты түйісу мүмкіндігі;

Негізгі техникалық құралдарға мыналар жатады: басқарудың барлық қажетті есептерін өз уақытында шешуге қажетті өнімділік, сенімділік, бірыңғайланған блоктарды, қондырғыларды қолдану, пайдалану мен қызмет ету қарапайымдылығы.

Басқару жүйесінде қолдану үшін кез-келген техникалық құралды ең

жалпы таңдау баламасы болып экономикалық балама болып табылады, ол келесі талаптарға негізделеді: ТҚК-нің құруға минималды капиталды қаржы бөлу, Минималды эксплуатациялышығындар мен пайдалану қарапайымдылығы.

Мыс шоғырын электрлі балқыту үрдісін автоматтандыру схемасын құрастыру кезінде мыналар алынады: 24 аналогті кіріс, 8 дискретті кіріс сигналдары, 12 дискретті шығыс басқару сигналдары, ТҚК-не қойылған талаптардан, экономикалық талаптардан, сенімділік талаптарынан, сонымен қатар үрдіс сипаттамасынан ең орынды болып техникалық және бағдарламалы SIMATIC S7 құралдар кешенін таңдау болады.

SIMATIC S7 көптеген бір-бірімен біркөк компоненттерден тұратын ыңғайлы бағдарламаланатын басқару жүйесінің тобы. Оған контроллер, програматорлар, жеке перифериялық модульдер кіреді. Жинақта программаторлармен бағдарламалық қамтамасыз етілу қойылады. SIMATIC S7 контроллерлері жоғары өнімділікке, өте суық климатқа, механикалық әсерлерге төзімділікке Олар тез модификацияға беріледі, одан қондырғының өлшемі өте үлкен емес. Қарастырылып жатқан электрлі балқыту үрдісі үшін көрсетілген аналогты мен дискретті кіріспен шығыстар санымен бірге ең қолайлы бағдарламаланатын контроллер болып модульді ішкі котроллер SIMATIC S7 - 315 болып табылады, контроллерде CPU-315 процессоры қолданылады. Берілген бағдарламалар үшін негізгі жад 48кБайт RAM/EEPROM. 1Кбинарлы операцияны өндеу уақыты 0,8 мс. Шиналы жүйесі Profibus-DP.

Бағдарламалы S7-315 контроллері мынадан тұрады:

1. орталық модуль;
2. Шиналы модуль;
3. Шиналы модульге бекітілген перифериялық модуль;

Перифериялы модульдер шыналы модульдер арқылы стандартты профильді шишаға бекітіледі. Максималды 32 перифериялық модульдер торт стандартты профильді шинаға орналасуы мүмкін.

Перифериялы модуль болып мыналар табылады:

- санды кірістермен шығыстар модулі;
- аналогты кірістер мен шығыстар модулі;
- санагыштар, таймерлер және шекті мәндер модулі;
- диагностика модулы;
- имитация модуль;
- берілгендердің тізбекті айналымдағы коммутациялы процессорлары.

CPU-315 орталық модулі S7-315 IFM кескіндеу үшін қажет. Аналогты сипалдарды еңгізу үшін алты 6ES 7331-7KB02 аналогты кіріс модульдерін пайдаланамыз. Бұл модульдің кіріс саны 4-ке тең, сигнал диапазоны 20мА. Дискретті сигналдарды еңгізу үшін 6ES 7321-1BH01 санды кіріс модулі қолданылады. Санды кірістің таңдап алынған модульде 8-ге тең кіріс саны бар, дискретті сигнал деңгейі 24/60. Үрдістері басқару үшін 6ES 7322-1BH01 санды модулі қолданылады, оның шығыс саны 8-ге тең. Шығыс сигнал деңгейі 24В. Модульдерде айқас тұйықталудан электронды қорғаныс қарастырылған.

Қолданылатын тасымалдау PG 720-PU программатор, автоматтандыру техникасы үшін өте үлгілі құрал-жабдық болып табылады.

PG 720-PU программатор-SIMATIC S7 тасымалдаушы программаторлар тобының ең онімді бағдарламалушы қондырғы болып табылады. Өнеркәсіптік компьютерлермен толық бірігу салаларынан PG 720-PO қолданудың әр түрлі мүмкіншіліктері ұсынылады, цехта сервисті және бағдарламаушы құрылғы ретінде, сонымен қатар жазу столында программатормен персоналды Компьютер ретінде пайдалануға болады.

PG 720-PU көмегімен барлық контроллерді "on line" режимде және де "off line" режимде S7-200 ден S7-400-ге дейін бағдарламалауға, тексеруге және жөндеуге болады. PG 720-PU 256 Мбайтқа дейін кеңейтілген 128 Мбайтты оперативті (RAM) жадылы, тактылы жиілігі 300 МГц 32-разрядты Pentium II микропроцессорлы орталық платадан; еске сақтау көлемі 105 МБайт (19мс) қатты дискіден; бір дискісі 3,5 дюймді, түрлі-түсті 17 дюймді маниторлы құрылған және т.б. тұрады.

Үрдісті көзбен шолу үшін операторлы OP25 панелі қолданылады. кешен, оның

2.12 Бағдарламаны қамтамасыз ету

Технологиялық үрдісті басқарудың автоматтандырылған жүйесі- бұл бағдарламалы-аппаратуралы жұмысы берілгендердің қоррекөзі мен тұтынушы болатын оперативті адам мен технологиялық жабдықтар ортасында болады. Осындай кешен элементтерінің бірі берілгендерді өңдеу бойынша ереженің орындалуын қамтамасыз ететін бағдарламалардан пайда болған.

Нақ осы ережелер, әріқарай, оларды іске асыратын бағдарламалар объектіде немесе ТҰАБЖ-нің техникалық құралында пайда болатын реакцияларды қосып алады, басқаша айтқанда бағдарламалар басқару жүйесі үшін функционалды толықтықты тудырады және оның автоматтандыру дәрежесін қамтамасыз етеді.

Барлық ТҰАБЖ-да бағдарламалар басқаруды ұйымдастыратын, объект күінің диагностикасын жүзеге асыратын, басқарылған объектіні пайдалану кезіндегі жағдайдың өзгерісіне: немесе оператор технологтың нұсқамаларына жауап беретін қандай да бір ядро туады. мұндай жүйесі ТҰАБЖ-ін бағдарламалы қамтамасыздануы деп аталады.

Оларды жалпы және арнайы қолданбалы бағдарламалы қамтамасыз ету деп ажыратады.

Жалпы бағдарламалы қамтамасыздану БЕМ-мен бірге қойылады және ТОБ мен ТҰАБЖ функциясына қатысты информант болып табылады. Оның құрамына мыналарды ұйымдастыру үшін арналған бағдарламалар кіреді:

- 1) БЕМ-ғы есептеу үрдісі мен жүйені нақты магатапты уақытта техникалық құралдармен (опирациялы жүйелер);
- 2) бағдарламалардың даярлығы мен тоқтатылуын;

3) ТҮАБЖ-ның және бағдарламалы құралдарының бақылануы диагностикасын (диагностикалық сигналдарының генераторлары, тесттер).

Қолданбалы бағдарламалы қамтамасыздану нақты ТҮАБЖ құру кезінде құрылатын бағдарламалардан тұрады және нақты түрде оның функциясы мен технологиялық басқару объектісінің спецификасына тәуелді. Оған нақты ақпаратты жинақтау мен бастапқы өндеу, реттеу әсерлерін анықтау, сапалылық болмасын есептеу, математикалық параметрлерінің модельдің техникалық және Оның барабарлығын идентификациясын тексеру, оптималды басқаруын табу үшін керекті бағдарламалар жатады.

SIMATIC S7 контроллерлері үшін бағдарламалы қамтамасыздану программаторлармен бірге қойылады. Бағдарламалы қамтамасыздану Windows операциялы жүйелерде негізделеді. Ор программатормен бірге S7 – бағдарламаны бағдарламалау, тестілеу және орнықтыру үшін STEP-7 базалы пакет қойылады. STEP-7 бағдарламасын мынадай түрде жазуға мүмкіндік жасайды: контакты жоспар, функционалды жоспар және командалар тізімі (KOP/UP/AWL),

S7-315 - де сонымен қатар практикада өзін корсететін CRAPH 7 пакетін қолдануға болады, ол ког/UP/AWL пакетінің функциясын теруден болек, басқару жүйесін қадамды үрдістерімен стандартталған түрдегі корінісіне жобалау, бағдарламалау және құжаттандыру мүмкіндігін ұсынады. Одан бөлек, контроллерді пішін үйлесімге келтіру, сонымен қатар программаторлар арасындағы байланысты тараптар көмегімен ұйымдастыру үшін бағдарламалардың әртүрлі пакеттері қойылады.

2.13 Автоматтандыру схемасын бейнелеу

Электрлі балқыту үрдісін басқару жүйесінің негізгі түрлендіргіштері болып шихта мен шихталған материалдар температурасы, қысымы, қиығын, шлакты ванна деңгейі, Н-нің газдағы сиымдылығы, ток, кернеу куат, орындаушыкүй механизмдердің түрлендіргіштері табылады. болып

1. Газ температурасын өлшеу (1-3 позиция) ХА термोजүппен жүзеге асады. Сипвал терможуштан азаматты сигналдарды енгізу могуле түседі

2. Газөткізгіштегі разрядталу (4-позиция) САПФИР 22м өлшеу Түрлендіргіштермен анықталады, одан бірінғай сигналдар аналогты сигналдарды енгізу модуліне түседі.

3. Шихта мен Шихталанған материалдар шығыны (5,6 позиция) ЛТМ-1М салмақтармен өлшенеді.

4. Электрлі пештері шлакты ваннаның деңгейі (7 позиция) ЭМУР3 денгей өлшегіш көмегі аркалы периодты түрде өлшенеді. ЭМУР3 өлшеу қондырғысында көрсеткіште өлшеу электродының түспелі қозғалыс индукциялы катушка аркалы электрлі сигналға түрленеді, ол екінші тіркемелі аспапқа беріледі. Екінші аспапта күшейтілген бұл сигнал мөлшерленген

түрлендіргішпен бірыңғай сигналға түрленеді, GE S5 464-8ME11 аналог сигналы енгізу модуліне беріледі.

5. Газдағы H₂-нің сыйымдылығы (9 позиция) КСП-4-ті кешендегі ТКГ-4 газоанализатормен анықталады, одан бірыңғай сигнал GE S5 464-8ME11 аналогтын сигналдар енгізу модуліне беріледі.

6. Фазалы токтар мен кернеу электродтарда автоматты бақылау (10-18 позиция). Фазалы топтар мен кернеуді өлшеу амперметр мен вольтметр мен жүзеге асырылады. Көрсеткішті аналогты GE S5 464-8ME11 сигналдарды енгізу модуліне енгізу үшін ток пен кернеудің аспап көрсеткіштерін бірыңғай сигналға түрлендіретін мөлшерлі түрлендіргіштер қолданылады (4-20 мА).

7. Қуатты автоматты түрде бақылау (19-24 позициялары). Қуатты өлшеу ватметрлермен іске асырылады, одан сигналдар қуаттың осы сигналдарды бірыңғай түрлендіретін мөлшерлі түрлендіргіштерге келеді (4-20 мА). Бірыңғай сигналдар аналогты GE S5 464-8ME11 сигналдарды енгізу модуліне түседі. Электродтар күйін автоматты түрде бақылау, электродтардың күйі мен орын ауыстыру электродтар күйін көрсетеді УПЭ-1 көмегімен бақыланады. УПЭ-1 индукциялы көрсеткіш арқылы электродтың түсірмелі ұзындық бірлігінде градуирленген кедергілі көрсеткіш аспабымен өлшенетін электрлі сигналға түрленеді. Аспап көрсеткішін GE S5 464-8ME11 аналогты сигналды енгізу модуліне енгізу үшін аспап көрсеткішін бірыңғай сигналға түрлендіретін ПТ-ДТП түрлендіргіші қолданылады (4-20мА) [15].

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жобаны орындау барысында кендітермиялық пешті технологиялық және электрлік режимде жергілікті басқару жүйесі әзірленді.

Технологиялық бөлімде кендітермиялық пештің жалпы сипаттамасы және электр шығынын есептеу жұмыстары қарастырылды. Жобаның негізгі мақсаты мен міндеттері болып табылатын кендітермиялық пешті электрлік режимде автоматты басқару жүйесін талдау арнайы бөлімде көрсетілген.

Жалпы жағдайда басқару есебі тиімді технологиялық режимде үрдісті жоғары дәлдікте жүргізуді қамтамасыз ететін жүйені құрастыру мен тұрғызу болып табылады.

Бұл жобада кендітермиялық пештің автоматты басқарылуын реттеудің негізгі функционалдық сұлбалары мен электрлік режимдегі сұлбалары қарастырылды.

Жалпы айтқанда жобада барлық жағдай егжей-тегжейлі қарастырылды. Яғни, кендітермиялық пештің жобалық сұлбасынан бастап оның құрылысы, ерекшеліктері, орнатылуы, қанша шығын кететіндігі, түсетін пайда және тиімділігі жөнінде толықтай дерлік ақпарат енгізілді.

Жобаның математикалық есептеулері мен модельденуі арнайы бөлімде айтылып өтті. Кіріс-шығыстар яғни, пайда мен шығындарды есептеу жұмыстары экономикалық бөлімде есептелінді. Себебі бұл есептеулер жобаның экономикалық жағдайына келіп тіреледі.

ТҮАБЖ-ны енгізу мыс концентраттарын электрбалқыту үрдісі үшін рентабельді және толық қолданысқа ие болып табылады.

Жылу пешіндегі кенді балқытудың технологиялық процесін басқару жүйесін қолдану:

- балқыту режимін оңтайландыру есебінен электр энергиясының үлестік шығынын төмендету;
- шикізатты балқыту процесін тұрақтандыру;
- икемді, оңай реттелетін балқыту режимдерін басқару жүйесін алу;
- «адам факторының әсерін азайту»;
- қазіргі заманғы контроллер базасында барлық болып жатқан процестерді жедел бақылау, балқыту процестерін және авариялық оқиғаларды мұрағаттау мүмкіндіктері бар жаңа бағдарламалық-аппараттық кешен алу;
- балқыту процесін басқару, тіркеу және бақылау функциялары бар балқытушының жаңа автоматтандырылған жұмыс орнын алу.

Қорытындылай келе мынадай тұжырымға келуге болады: кендітермиялық пештің басқарылуын автоматты түрге келтіру және оған электр энергиясын пайдалану айтарлықтай тиімді болып табылады. Мұндай режимде жұмыс жасау өндірістегі адам жұмысын әрі қол күшін едәуір жеңілдетеді және де адам қауіпсіздігі барынша жоғары деңгейде жүргізілген.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кашеев И. Д. Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок: Справочник двух книг / И. Д. . Кашеев, Е. Е. Гришенков- М: Изд-во «Интермед Инжиниринг», 2002. 656 с.
- 2 Ижорин М. Н. Сооружение промышленных печей. Том 2: Справочное издание / М. 11. Ижорин, К). 11. Сторожков – М: Изд-во «Теплотехник», 2006. – 671 бет.
- 3 А.Д. Свенчанский, М.Я. Смелянский Москва.: Энергия, 1970.Электрические промышленные печи.Свенчанский А.Д.
- 4 Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок, от24.07.2013г. № 32811.
- 5 Федоров А. А. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Промышленные электрические сети/Под ред. А. А. Федорова, Г. В. Сербиновского. М.: Энергия, 1980.
- 6 Автоматизированная рудовосстановительная печь постоянного тока / Нехамин С. М., Котюк А. В., Фридман М. А. [и др.] // Электрометаллургия, 2001, № 3. - С. 25 – 27.
- 7 Нехамин С. М. Зонная структура ванны электродных плавильных печей при работе на постоянном токе и токе пониженной частоты // Metallurg, 2014, № 2. - 57 – 64.
- 8 Абрамова Е.Я. Расчет понизительной подстанции в системах электро-снабжения: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. / Е. Я. Абрамова, С. К. Алешина, В. И. Чиндяскин. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004.
- 9 Плавка кремния в руднотермической печи на выпрямленном токе / С. М.Нехамин, М. А. Фридман, В. И. Щербинин [и др.] // Цветные металлы, 2000, № 2. - С. 60 – 63.
- 10 Руднотермические печи выпрямленного тока как ресурсосберегающие агрегаты / А. Н. Попов, С. М. Нехамин, М. А. Фридман, Котюк А. В. // Электрометаллургия, 1998, № 1. - С. 11 – 16.
- 11 Системы управления плавильных электропечей для металлургии и машиностроения / Елизаров К. А., Деднев А. А., Киссельман М. А., Нехамин С. М. // Электрометаллургия, 2012, № 9. - С. 27 – 36.
- 12 Mathematical Simulation of Electromagnetic Stirring of Liquid Steel in DC Arc Furnace / S. A. Smirnov, V. V. Kalaev, S. M. Nekhamin [etc.] // High Temperature, 2010, v. 48, No 1. - P. 74 – 83.
- 13 Ершов В. А. Руднотермическая печь как химический реактор// Труды ЛенНИИГипрохима, 1970. Вып. 3. – С. 118 – 124.
- 14 Микулинский А. С. Процессы рудной электротермии. Свердловск: Металлургия, 1966. – 280 с.
- 15 Файницкий М. З. Управление РТП на основе вероятностных моделей. Автореф. дис. д-ра. техн. наук. СПб, 1992. – 40 с.

