

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. к-ты,

Тәжі М.Б. Барменшинова

« 15 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жоғары мысты агломератты шахталы тотықсыздандыру балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында таралуын зерттеу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Мырзабаева Куралай Кизатовна

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., қауым. профессор

Н.Қ. Досмұхамедов

« 14 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Металлургия



Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Мырзабаева Куралай Кизатовна*

Тақырыбы: *«Жоғары мысты агломератты шахталы тотықсыздандыру балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында таралуын зерттеу»*

Университет ректорының «08» қазан 2018 ж. № 1113-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «23» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмысның бастапқы берілістері: *ЖШС «Казцинк» жағдайында шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінің өндірістік мәліметтері*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:


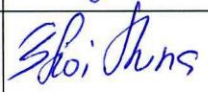
- а) Өндірістің технологиялық үрдістері; металлургиялық есептеулер;*
- б) Мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы;*
- в) Экономика бөлімі;*
- г) Еңбек қорғау бөлімі.*

Графикалық материалдардың тізімі: Дипломдық жұмыс бойынша __слайд
Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.03.2019 ж.	
Әдеби шолу	25.03.2019 ж.	
Металлургиялық есептеулер	08.04.2019 ж.	
Экономикалық бөлім	15.04.2019 ж.	
Қорытынды	22.04.2019 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономикалық бөлім	Н.К.Досмұхамедов техн. ғыл. канд., қауым. профессор	09.04.2019	
Норма бақылау	Г.М.Қойшина PhD, лектор	23.04.19	

Ғылыми жетекші



Н.К. Досмұхамедов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



К.К. Мырзабаева

Күні

«14» қаңтар 2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

дипломдық жұмысына

(жұмыс түрлерінің атауы)

Мырзабаева Құралай Кизатовна

(оқушының аты жөні)

5B070900 – «Металлургия»

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Жоғары мысты агломератты шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу

Рецензияға ұсынылған дипломдық жұмыс келесілерді құрайды: қазақ, орыс, шет тілдеріндегі аңдатпа, кіріспе, негізгі бөлім, металлургиялық есептеулер бөлімі, экономикалық бөлім, еңбек қорғау, қорытынды.

Дипломдық жұмыста, мысқа бай агломератты шахталық тотықсыздандырып балқыту зерттелінді. Жұмыста қорғасын алудың әдістері, соның ішінде шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінің теориясы және тәжірибесі қарастырылды. Жұмыста жоғары мысты агломератты шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінің материалдық және жылулық баланстары есептелінді. Жұмыстың металлургиялық есептеулер бөлімінен алынған нәтижелерден мыс пен қорғасынның балқыту өнімдер арасында бөлініп таралуы зерттелінді. Жұмыста алынған нәтижелер бойынша тәжірибеге ұсыныстар берілді.

Ескерту ретінде жұмыста балқытудан кейін алынатын шлактарды арықарай өңдеу жолдары қарастырылмаған.


Орындаушымен түсіндірме жазбасында барлық зерттеулердің кешені жасалған. Жұмыстағы кестелік материалдар толығымен орындаушымен жасалғанын айқындайды.

Жалпы дипломдық жұмыс «өте жақсы, 98%» деп бағалана алады деп ойлаймын, ал диплом қорғаушының дайындығы «5B070900 – Металлургия» мамандығы бойынша бакалаврға талап етілетін маманды сұраныстарға сәйкес келеді.

Ғылыми жетекші

Т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)



Досмұхамедов Н.Қ.

(қолы)

« 08 » мамыр

2019 ж.

Дипломдық жұмысқа
РЕЦЕНЗИЯ

Мырзабаева Қуралай Кизатовна

(оқушының аты жөні)

«5B070900 – Metallургия»

(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Жоғары мысты агломератты шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу

Орындалды:

а) графикалық бөлім _____ парақ

б) түсініктеме _____ бет

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Рецензияға ұсынылған дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден құрастырылған: қазақ, орыс, шет тілдерінде аңдатпа, кіріспе, негізгі бөлім, металлургиялық есептеулер бөлімі, экономикалық бөлім, еңбек қорғау, қорытынды.

Дипломдық жұмыста, құрамында мысы жоғары агломератты шахталық пеште балқыту зерттелінді. Жұмыста қорғасын алудың әдістері, соның ішінде шахталық тотықсыздандырып балқытудың теориясы және тәжірибесі қарастырылды. Металлургиялық есептеулер бөлімінде мысқа бай агломератты штейнге балқытудың материалдық және жылулық баланстар есептеулері жүргізілген. Балқыту кезінде мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы қарастырылды. Алынған нәтижелер бойынша тәжірибеге ұсыныстар берілді.

Жұмыс бойынша сұрақ: мысқа бай агломератты балқыту кезінде түсті металдардың (Cu, Pb, Zn) алынатын өнімдер арасында бөлініп таралу механизмі қандай?

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жұмыс жұмыстың мазмұны талапқа сай және «өте жақсы, 97%» деп бағалана алады. Ал Мырзабаева Қуралай Кизатовна «5B070900 – Metallургия» мамандығы бойынша бакалавр дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Рецензент

Келісім-шарттарды зерттеу офисінің директоры, т.ғ.к.

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

_____ Абиқов С.Б.
(қолы)

« 08 » _____ 2019 ж.

Отчет подобия

Университет:	Satbayev University
Название:	«Жоғары мысты агломератты шахталы тотықсыздандыру балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында таралуын зерттеу»
Автор:	Мырзабаева Куралай Кизатовна
Координатор:	Нурлан Досмухамедов
Дата отчета:	2019-04-23 05:21:21
Коэффициент подобия № 1: ?	1,9%
Коэффициент подобия № 2: ?	0,0%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	5 273
Число знаков:	40 548
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	1



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 23

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks

i

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Детали отчета подобия

Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены **красным цветом**.

Фрагменты, найденные в интернете отмечены в **зеленый**.

Фрагменты, найденные в базе данных Юридических актов отмечены синим фоном.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс 3 суреттен, 9 кестеден, 48 реакциядан, 5 тараудан тұрады.

Дипломдық жұмыста қазіргі заманауи жағдайда қорғасын өндірісінде кеңінен қолданылатын технологиялар қарастырылып, сарапталған. ЖШС Казцинк қорғасын агломератын шахталық тотықсыздардырып балқыту процесінің технологиялық ерекшеліктері талданып, процестің оңтайлы жаңа жолдары мен зерттеу бағыты таңдалып негізделген.

Жұмыстың негізгі мақсаты – жоғары мысты агломератты шахталы тотықсыздардырып балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында таралуын зерттеу.

Дипломдық жұмыста мысқа бай қорғасын агломератын шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінің металлургиялық есептеулерінің қорытындылары көрсетілген, сонын ішінде:

- Процестің материалдық балансының есебі, жылу балансы қарастырылған.

- Жаңа бөлім ретінде - мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуының негіздері зерттелген.

- Алынған мәліметтер бойынша процестің технологиялық көрсеткіштерін оңтайландырудың жаңа жолдары көрсетілген. Мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуының тепе-теңдік жағдайына жету үшін шлак құрамын келесідей болу керектігі анықталған, % масс.: Pb-1,7, ZnO-22, Cu-0,8, FeO-32, SiO₂-25, CaO-15.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из 3 рисунков, 9 таблиц, 48 реакций и 5 глав.

В дипломной работе рассмотрены и проанализированы технологии, которые широко используются в современном производстве свинца. Изучены технологические особенности и выбраны оптимальные пути процесса шахтной восстановительной плавки свинца и обосновано направление исследования в условиях ТОО Казцинк.

Основной целью работы является исследование распределение меди, свинца между продуктами шахтной восстановительной плавки высокомедистого агломерата.

В дипломной работе показаны результаты металлургических расчетов процесса шахтной восстановительной плавки с высоким содержанием меди, в том числе:

- Расчет материального и теплового баланса.
- В качестве новой части изучены основы распределения меди и свинца между продуктами плавки.
- Полученные результаты показывают новые способы оптимизации показатели процесса. Установлено, что для достижения равновесного распределения меди и свинца между продуктами плавки состав шлака должно быть следующим образом, % масс.: Pb-1,7, ZnO-22, Cu-0,8, FeO-32, SiO₂-25, CaO-15.

ANNOTATION

Diploma work consists of 3 pictures, 9 tables, 48 reactions and 5 chapters.

The diploma work considers and analyzes technologies which are widely used in modern lead production. Technological features were studied and the optimal paths of mine smelting reduction of lead were chosen and the research direction was analyzed in terms of LLP Kazzinc.

The main purpose of the work is to research the distribution of copper and lead between the products of mine recovery smelting of high-copper agglomerate.

The diploma work shows the results of metallurgical calculations of the process of mine smelting reduction with a high copper content, including:

- Calculation of material and heat balance.
- The basics of copper and lead distribution between smelting products were studied in the new part.
- The results show new ways to optimize the performance of the process. It was established that the slag content should be as follows to achieve an equilibrium distribution between the copper and lead smelting products, % mass.: Pb-1.7, ZnO-22, Cu-0.8, FeO-32, SiO₂-25, CaO-15.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	11
1 Қорғасын өндірісіне қысқаша шолу	12
1.1 Бастапқы және алынатын өнімдердің сипаттамасы	12
1.2 Қорғасын алу әдістері	15
1.3 ЖШС «Казцинк» жағдайында қорғасын агломератын шахталы тотықсыздандырып балқыту	19
1.3.1 Процестің теориясы	19
1.3.2 Процестің тәжірибесі	24
1.4 Зерттеу бағытын таңдау және негіздеу	28
2 Технологиялық бөлім	29
2.1 Мысқа бай қорғасын агломератын шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінің материалдық балансы есебі	29
2.2 Шаңның мөлшері мен құрамын есептеу	29
2.3 Штейннің мөлшері мен құрамын есептеу	30
2.4 Шлақтың мөлшері мен құрамын есептеу	30
2.5 Қаралы қорғасынның құрамы мен мөлшерін есептеу	31
2.6 Кокстың жануы үшін үрлеудің мөлшері мен шығатын газдардың құрамын есептеу	32
2.7 Шахталық балқыту процесінің жылулық балансын есептеу	35
3 Мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуын зерттеу	38
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау	39
4.1 Қауіпті және зиянды факторларды анализдеу	39
4.2 Техника қауіпсіздігі	39
5 Экономикалық бөлім	41
5.1 Пайданы есептеу	41
Қорытынды	42
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	43
А қосымшасы Агломераттың құрамын есептеу	44
Б қосымшасы Шаңның мөлшері мен құрамын есептеу	46
В қосымшасы Штейннің мөлшері мен құрамын есептеу	48
Г қосымшасы Шлақтың мөлшері мен құрамын есептеу	50
Д қосымшасы Кокстың жануы үшін үрлеудің мөлшері мен шығатын газдардың құрамын есептеу	53

КІРІСПЕ

Шахтада тотықсыздандыру пешінде агломератты қара қорғасынға балқыту кезінде алынатын мыс-қорғасын штейндерін зауытта қарастырылған жеке өңдеуге жібереді.

Шахтада балқыту процесінде алынатын штейндер құрамында мыс мөлшері төмен (20 % дейін) және қоспалар – қорғасын, мышьяк және сурьма концентрациялары жоғары, сондықтан штейндерді конвертерлеу процесінде алынатын өнімдердің сапасы төмен болып келеді. Штейндерде сурьма мен мышьяк қосындысы 1,5 % құрайды. Штейнге қоспалармен бірге қорғасынның ауқымды көлемі өтеді, осының салдарынан алынатын полиметалды штейндердің сапасы төмендейді.

ЖШС «Казцинк» зауытында шахтада тотықсыздандырып балқытумен қатар шахталы қысқартып балқыту процесін жүзеге асырады. Қолданыстағы технологияның сипатты ерекшелігі қорғасын өндірісінің айтарлықтай барлық өндірістік өнімдері мен қайтымдыларын – шахтада тотықсыздандырып балқытудың мыс бойынша кедей штейндері, мыс шликерлері, шлак қабыршақтары, екіншілей сілтілі балқымалар, конвертерлі шлактар мен өзге қорғасын құрамды материалдарды жеке алынған агрегатта – шахталы пеште жеке өздігінен өңдеуге шығару болып табылады. Процесті қара қорғасын, шлак, газ бен мыс мөлшері бойынша аса бай штейн алу үшін жүргізеді.

Жұмыстың негізгі мақсаты - жоғары мысты агломератты шахталы тотықсыздандыру балқыту процесінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында таралуын зерттеу.

Жұмыста қойылған мақсатқа жету үшін келесі шаралар мен мәселелер қарастырылды:

- ЖШС «Казцинк» жағдайында қорғасын агломератын шахталы тотықсыздандырып балқыту процесінің теориялық және тәжірибелік негіздерін қарастыра отырып жұмыстың негізгі бағыты анықталды.

- Балқыту процесінде алынатын өнімдердің сапасын арттыру мақсатымен мыс, қорғасын, мышьяк және сурьманың өнімдер арасында бөлініп таралуы зерттелді.

- Процестің металлургиялық және технологиялық есептеулері жүргізілді.

1 Қорғасын өндірісіне қысқаша шолу

Қазіргі уақытта бүкіл әлемнің өнеркәсібі, экологиялық стандарттардың қатаңдауына – қорғасыннан жалпылама бас тартуына байланысты түрленулердің кезекті мерзімін бастан өткізуде. Германия оның пайдаланылуын 2000 ж. бастап, Голландия – 2002 ж. бастап, ал Дания, Австрия және Швейцария сияқты еуропалық мемлекеттер қорғасынның қолданылуына мүлдем тыйым салады [1-3]. Бұл үрдіс 2015 жылдан бастап Еуропа Одағының құрамына кіретін барлық мемлекеттер үшін ортақ. АҚШ пен Ресей де қорғасын қолданысына балама табуға көмек көрсететін технологияларды белсенді дамытуда. Көптеген жетекші корпорациялар алдыңғы қатардағы міндеттер тізіміне қорғасыннан бас тартуды қоюда.

Дегенмен, қорғасынсыз технологияларға ғаламдық деңгейде өту – бұл келешектің міндеті. Қоршаған орта мен адам денсаулығына қорғасын қауіптілігі, оның заманауи өнеркәсіп үшін ауқымды маңыздылығымен қарама-қайшы түрде үйлеседі.

Берілген жұмыста қорғасынды пайдаланудан бас тарту үрдісін жан-жақты қарастыруға талпынамыз.

1.1 Бастапқы және алынатын өнімдердің сипаттамасы

Шахталы пешке балқытуға түсетін агломераттың басты құрамдастары қорғасын тотығы, қорғасын силикаттары мен ферриттері, сонымен қатар сульфид, сульфат, металл түріндегі қорғасынның бір бөлігі болып табылады.

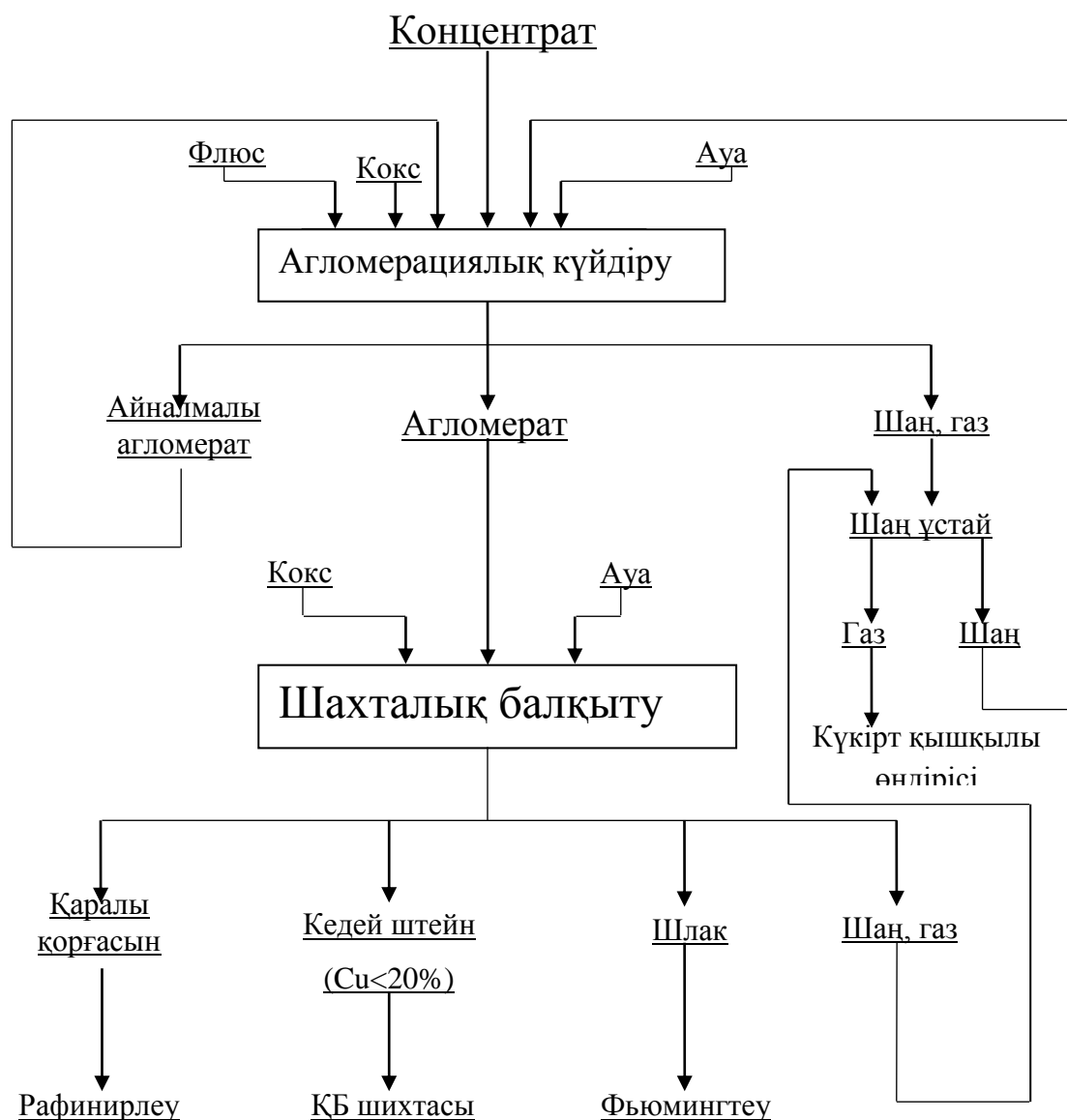
Шахтада балқыту процесін, шихтаға қайсыбір өзге қайтымдылар қосылмаған, тек бір агломератта жүргізеді. Шихтада агломерат үлесі шамамен 85 % құрайды, қалғаны – тотықсыздандырғыш ретінде қолданылатын кварцты флюс және кокс. Агломератта қорғасын мөлшері 40 % дейін болады [4, 5].

Шахтада тотықсыздандырып балқытудың жалпы технологиялық сұлбасы 1- суретте көрсетілген. Зауытта қолданылатын қорғасын өндірісінің жалпы сұлбасы өзара тығыз байланысқан келесі технологиялық процестерді қамтиды: агломерациялық күйдіру, штейнге, қара қорғасынға шахтада тотықсыздандырып балқыту, оны ары қарай тазалау [6].

Процесс жүргізудің тіпті мұндай тиімді ұйымдастырылуында оң техника-экономикалық нәтижелерге қол жеткізу мүмкін емес. Мақсатты өнімдерге қорғасын мен мыс бөлінуі жеткілікті төмен.

Шахтада тотықсыздандырып балқыту процесіне құрамы, % (мас.): Pb 45-50; S 6-8; CaO 10-20; FeO 25-35; SiO₂ 20-25 болатын агломерат түседі.

Шахтада балқыту процесі штейннің аз шығуымен сипатталады. Алынатын шлак құрамы келесідей, % (мас.): Pb-1,7; ZnO-22; Cu-0,8; FeO-32; SiO₂-25; CaO-15.



1 Сурет – Шахтада тотықсыздандырып балқытудың технологиялық сұлбасы

Қорғасын концентраттарын балқыту кезінде алынатын қара қорғасын құрамында мыс, сурьма, мышьяк және т.б. элементтер қоспалары кездеседі. Қара қорғасын құрамы, % (мас.): 91-96 Pb; 2,5-3,0 Cu; 0,5-2 As; 0,5-2 Sb. Қара қорғасында кездесетін мыс тазалау кезінде мыс шликерлері түрінде жойылады, олар қазіргі таңда зауытта қолданылатын технология бойынша шахтада қысқартылған балқытуға жеке өңдеуге жіберіледі.

Шлак бос жыныс тотықтарынан және арнайы енгізілетін флюстен қалыптасатын көпкомпонентті балқыма болып келеді. Құрамынан мырышты бөліп алу үшін мырышқұрамды шлактарды фьюмингтеумен өңдеуге жіберу болжанып отыр.

Шахтада балқыту процесінде мышьяқты айдау үшін де тиімді шарттар құрылмаған. Шаңға мышьяқтың жалпы көлемінің 35 % ғана өтеді. 30 % дейін

мышьяк штейнде шоғырланады, бұл штейн сапасын қатты нашарлатады. [7] жұмыста орнатылғандай, штейнде мышьяқтың аса күшті корреляциясы мыс мөлшерімен байқалады. Штейннің металдануы жағдайында интерметаллидтердің түзілу мүмкіндігі ұлғаяды, бұл штейнде мышьяк концентрациясының жоғарылауына әкеледі.

Балқыту процесінде штейн шығуы көп емес. Мұнда мыс мөлшері төмен және аз аралықта 15- 20 % дейін өзгереді. Штейндерде мыстың қорғасынға қатынасы 1,0 деңгейінде болады. Штейнде мыс мөлшерінің төмендеуін оның кара қорғасынға ауқымды қайта таралуымен түсіндіруге болады [8, 9]. Балқыту жүргізу барысында, шихтада күкірт жетіспеген кезде, штейннің қатты металдануын күтуге болады, нәтижесінде металды мыстың кара қорғасынға өтуі ұлғаяды.

Шахтада балқыту процесінде алынатын штейндер, құрамында мыс мөлшері төмен (20 % дейін) және қоспалар – қорғасын, мышьяк және сурьма концентрациялары жоғары болғандықтан, ары қарай конвертерлеумен өңдеу үшін айтарлықтай жарамсыз. Штейндерде сурьма мен мышьяк қосындысы 1,5 % құрайды. Штейнге қоспалармен бірге қорғасынның ауқымды көлемі өтеді, салдарынан алынатын полиметалды штейндер сапасын төмендетеді. Шахтада тотықсыздандыру пешінде агломератты кара қорғасынға балқыту кезінде алынатын мыс-қорғасын штейндерін зауытта қарастырылған жеке өңдеуге жібереді.

Зауытта шахтада тотықсыздандырып балқытумен қатар шахтада қысқартылған балқытуды жүзеге асырады. Қолданыстағы технологияның сипатты ерекшелігі қорғасын өндірісінің айтарлықтай барлық өндірістік өнімдері мен қайтымдыларын – шахтада тотықсыздандырып балқытудың мыс бойынша кедей штейндері, мыс шликерлері, шлак қабыршақтары, екіншілей сілтілі балқымалар, конвертерлі шлактар мен өзге қорғасын құрамды материалдарды жеке алынған агрегатта – шахталы пеште жеке өздігінен өңдеуге шығару болып табылады. Процесті кара қорғасын, шлак, газ бен мыс мөлшері бойынша аса бай штейн алу үшін жүргізеді.

Кара қорғасынды ары қарай тазалауға жібереді. Мышьяк (1,8 %) пен сурьманың (3,0 %), сонымен қатар мыстың ауқымды концентрациясы алынатын өндірістік өнімдер мен қайтымды материалдар сапасын төмендетеді, кейінгі операцияларға эксплуатациялау шығындарын ұлғайтады. Мыс шликерлерінің шығуы ұлғаяды, кара қорғасын сапасы нашарлайды.

Құрамында мырыш (15-18 %) кездесетін шлактарды, олардан мырышты толық бөліп алу мақсатымен фьюмингтеуге жібереді [4-6]. Ұшқындарға мырыш бөлінуі 80 % - ға әрең жетеді. Фьюмингтеу кезінде шлактардың түсті металдар бойынша жеткілікті кедейленуіне қол жеткізу мүмкін емес. Қазіргі уақытта процестен кейін шығатын шлактардың жиналуы жалғасуда және ауқымды жер көлемін алуда.

Шаңнан тазартылған газдар күкірт қышқылын алу өндірісіне жіберіледі, ал шаңдар бастапқы саты – агломерацияға жіберіледі.

Мыс-қорғасын штейндерінің шығуы орта есеппен тәулігіне 95 тонна құрайды. Алынған мысқа бай мыс-қорғасын штейнін, ары қарай қара мыс алу үшін конвертерлеу процесіне жібереді. Конвертер шаңын ары қарай өңдеу үшін химия-металлургиялық бөлімге жібереді. Шахтада қысқартылған балқыту және конвертерлеу газдары, шаңнан тазартылғаннан кейін, күкірт қышқылын алу өндірісіне жіберіледі.

Балқыту кезінде қара қорғасын шығуы 22 % құрайды. Шихтада жалпы қорғасын мөлшерінен қара металға бар болғаны 68,8 % қорғасын өтеді. Оның ауқымды үлесі штейнге өтеді. Штейнде қорғасын мөлшері 26 % дейін жетеді. Қорғасынның қалған бөлігі - 5,4 %, шлак пен шаң арасында таралады - сәйкесінше 2,1 және 3,3 %. Алынған деректер көрсетуі бойынша, қара металға қорғасын бөлінуінің төмендеуі, негізінен оның штейндермен жоғалымымен шартталады [7].

Штейнде қорғасын кездесуі алынатын өнімдер сапасын төмендетеді, қара металға қорғасын бөлінуін азайтады, сонымен қатар қара мыс алу үшін конвертерлеу процесінде мыс-қорғасын штейндерінің ары қарай өңделуін қиындатады.

1.2 Қорғасын алу әдістері

Қазіргі уақытта қорғасынды екі жолмен алуға болады: пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық. Минералды шикізаттан өнеркәсіптік қорғасын өндірісі, оны алудың пирометаллургиялық тәсілдеріне негізделеді.

Қазіргі таңда түсті металлургияда ғылыми-техникалық прогрестің маңызды бағыттарының бірі металлургия өндірісіне, бір уақытта шикізатты кешенді пайдаланудың жоғары дәрежесін және зиянды тасталындылардан қоршаған ортаның сенімді қорғанысын қамтамасыз ететін ресурс үнемдеуші технологиялар мен жабдықтарды енгізу болып табылады. Ауыр түсті металдар металлургиясының даму тәжірибесінің көрсетуі бойынша, соңғы бірнеше онжылдықта мыс, никель, қорғасын және қорғасын-мырыш кенін өңдеу технологиясы автогенді процестер негізінде жетілдірілуде [3, 8, 9].

Автогенді металлургиялық процесс – толығымен ішкі энергетикалық ресурстар есебінен, жылу энергиясының бөгде көздерінің – отын немесе электр тоғының шығымынсыз жүзеге асырылатын технологиялық процесс. Жылу экзотермиялық химиялық реакциялардың өту есебінен бөлінеді.

Қорғасын концентраттарын өңдеу кезінде бастапқы шикізаттың құрамына тәуелді әртүрлі технологиялар жүзеге асырылуы мүмкін.

Қазіргі уақытта реакциялық балқыту өнеркәсіптік мәнін жоғалтқан жоқ. Реакциялық балқыту кезінде концентратты қорғасын сульфидін толық тотықтырмай, тек бір бөлігін күйдіруге ұшыратады.

Қорғасын сульфиді және оның тотыққан қосылыстары арасындағы реакцияға негізделген, сульфидтерден қорғасынды тікелей балқытып шығаруды

ертректе құрылғысы бойынша ұста ошағына ұқсас пештерде жүргізген, сондықтан оны ошақта балқыту деп атайды.

Процесс жылдамдығы және қорғасын шығуы ауқымды дәрежеде өзара әрекеттесетін заттар байланысына тәуелді. Бос жыныс минералдары мен қорғасын концентратының өзге қоспалары әрекеттесетін PbO және PbS бөле отырып, байланысты нашарлатады. Сондықтан реакциялық балқыту құрамында кемінде 65-70 % Pb болатын тек бай қорғасын концентраттарын өңдеу кезінде тиімді.

Реакциялық балқыту процесінде жалпы қорғасын бөлінуі 80-90 % құрайды. Қалған 10-20 % қорғасын сульфидтері, тотықтары, сульфаттары, силикаттары және металл түрінде шлакқа өтеді. Шлак аз түзіледі, алайда онда қорғасын мөлшері 35-50 % жетеді.

Реакциялық балқытуды ошақта, қысқа барабанды пеште және электрпештерінде жүзеге асырады [3].

Ошақта балқыту XIX ғ соңында және XX ғ басында қорғасын өндірісінде кеңінен қолданылды. Бұл әдіс бойынша, құрамында 70 % кем емес Pb болатын концентратты қайтымды шаңмен, әктаспен және кокс ұнтағымен бірге ошаққа тиейді, ол ұзындығы 2,5 м, ені 0,5 м және тереңдігі 0,25 м болатын астау тәрізді шойыннан жасалған жәшік болып келеді. Артқы қабырғасында еңіспен жатқан шихтаға ауа беру үшін фурмалар орнатылған. Балқыту процесінде шихтаны механикалық тырмалауыш көмегімен араластырады. Балқытылған қорғасынды мерзімді түрде шығарады, ал қалдық – сұр шлақты қорғасын ваннасының бетінен жинақтайды және жеке кішкентай шахталы пеште өңдейді.

Германия мен Польшада таралымға ие болған қысқабарабанды айналмалы пештерде реакциялық балқыту, PbS: PbO = 1:2 қатынасымен агломерат алу үшін концентраттың бір бөлігінің алдын-ала агломерациялық күйдірілуін талап етеді. Бұл процестің пеші диаметрі мен ұзындығы 2,4 м-ден болатын, жоғары сазбалшықты кірпішпен футерленген болат цилиндрлі қаптама болып келеді, пештің ішкі көлемі ~ 10 м².

Қысқабарабанды пеште балқыту мерзімді түрде жүргізіледі. Отын ретінде көмір шаңын немесе табиғи газды қолданады. Жалпы балқыту ұзақтығы 3-4 сағ. Әдіс кемшілігі: процестің мерзімділігі, пештің аз өнімділігі, қара металға аз ғана тікелей қорғасын бөлінуі (85-88 %).

Электр пешінде реакциялық балқыту. Бай қорғасын концентраттарын (75 % Pb) электрпешінде балқыту технологиясы 2 % ылғалдылыққа дейін кептірілген концентратты қажетті флюс қоспаларымен аспалы күйде пеш күмбезінің астында тікелей балқытуды қарастырады.

Концентратты пешке форсункалар көмегімен реттелетін ауа шығынымен үрлейді. Материал аспалы күйде орналасқан уақыт ішінде сульфидтер бөлігінің тотығуы жүреді. Қорғасын түзілуінің негізгі реакциялары балқыма ваннасында аяқталады. Процесс жоғары техника-экономикалық көрсеткіштермен сипатталады [3].

Процесс КИВЦЭТ-ЦС (мырыш пен қорғасынды оттекті аспалы - циклонды - электртермиялық балқыту) ВНИИцветмет институтының

технологиясы бойынша 1986 ж. ӨҚМК қорғасын зауытының өнеркәсіптік масштабында игерілген [4]. 20 жыл эксплуатациялау барысында технология мен агрегат конструкциясы ауқымды жетілдірілген, бұл процеске өңделетін шикізатқа қатысты аса ауқымды әмбебаптылықты берді. Балқыту кешені: балқыту шахтасынан, PbO тотықсыздандыру реакторынан (кокстеу фильтри), электртұндырғыштан, жою қазандығынан және газдарды шаң мен возгондардан тазалау және суыту электрфильтринен тұрады.

КИВЦЭТ-ЦС аппаратында концентраттарды балқыту тәсілі техникалық оттегінің тиімді қолданылуына, түзілетін шлак балқымасының электртермиялық түзетілуімен аспалы және циклонда балқыту қағидаларына негізделген. Бұл технология сульфидті қорғасын шикізатын металлургиялық өңдеудің заманауи талаптарына аса толық жауап береді.

КИВЦЭТ-ЦС процесі кезекпен өтетін келесі операцияларды: күйдіру – техникалық оттегі атмосферасында бастапқы шикізатты балқытуды, балқыманың көміртермиялық тотықсыздануын; возгондардың тотығуын және олардың технологиялық газдардан ұсталуын қамтиды [1,3].

Аса жоғары (100 % дейін) десульфуризация дәрежесін (циклонда десульфуризация – 40-50 %) талап ететін қорғасын және қорғасын-мырыш концентраттарын өңдеу кезінде, шихтаны күйдіруді жанарғы құрылғыларының пайдаланылуымен күйдіру – балқыту камерасында жүзеге асыру орынды болып келеді.

Шихтаны күйдіру кезінде металды фазаға қорғасынның тек бір бөлігі өтетіндіктен, ал негізгі массасы тотыққан шлак балқымасында тотыққан күйде қалатындықтан, қара қорғасынға қорғасын бөлінуін арттыру үшін күйдіру-балқыту камерасының балқыма бетінде кокс төсемесін құрайды.

Жанарғы шүмегінен шығатын шаң-газ қоспасы балқыту камерасының күмбезінде тұтанады, ұзындығы екі метрден асатын тік алау түзеді. Алаудың жоғарғы зонасында жанарғы маңында шихтаны тотықтырып күйдіру басталады.

Шихта-оттегі жанарғысы арқылы шихтамен бірге көміртекті тотықсыздандырғышты беру мүмкіндігі тотықсыздандырғыш түйіршіктерінің сәйкес келетін ірілігінің таңдалуын айтарлықтай анықтайды, оған тұтану температурасы мен алауда бөлшектерді қыздыру жылдамдығы тәуелді болады. Кокстың майда бөлшектерінің температурасы жоғарылайды, алайда шахтаның биіктігі бойынша оттегі концентрациясы төмендегендіктен, концентрат бөлшектерінің температурасы мен олардың тотығу жылдамдығы біршама төмендейді. Осылайша, қорғасын шикізатын оттекті-факелде балқыту тотықты балқыманың дайындығын қамтамасыз етеді. КИВЦЭТ агрегатында шихта балқуының жоғары жылдамдығы шлақтың баяу тотықсыздану процесімен, шлақтың аса баяу тұндырылуымен және пештің тотықтыру зонасынан тұндырғышқа түсетін шлак пен штейннің сульфидті қиын бөлінетін (тығыздықтарының төмен айырмасынан) ұсақ дисперсті өлшендісінің ауқымды көлемінің шлактан қабаттануымен айтарлықтай жоққа шығарылады. Мыс бойынша кедей үйінді шлактарын алу үшін жоғары энтальпиямен 12 сағатқа

дейін ұзақ уақыт ұстап тұру, сонымен қатар тотықсыздандырғышты жеткілікті жоғары қыздыру қажет [3].

Процесс кемшілігі, электртермиялық камерада шлакты түзеудің ауқымды ұзақтығына байланысты, процестің төмен меншікті өнімділігі болып табылады.

«Isasmelt/Ausmelt» процесі – сульфидті концентраттардан қорғасын алудың екі сатылы тәсілі, Mount Isa Mines. Ltd. және CSIRO (Австралия) фирмаларымен жасалған.

Процесс екі сатыда жүргізіледі: бірінші сатыда қорғасын концентраттары бай концентраттарды (65-70 % Pb) балқыту кезінде бай шлак және қорғасын түзілуімен балқытылады, ал кедей концентраттарды (45-50 % Pb) шлакқа балқытады; екінші сатыда қара қорғасын мен үйінді шлактың түзілуімен шлактың көмірмен тотықсыздануын жүзеге асырады [10].

1273 К температурада ауамен үрлеу арқылы балқыту кезінде возгондар шығуы 20 % құрайды, үрлеуді оттегімен байыту дәрежесінің 35 % дейін ұлғаюы температураны күрт жоғарылатады және возгондар шығуын 40 % дейін ұлғайтады. Үйінді шлакта қорғасын мөлшері шамамен 3 % құрайды.

«Айзасмелт» пеші тік фурмалы тік отқатөзімді цилиндр болып келеді. Фурма пеш күмбезінде саңылау арқылы төмен түседі, және балқытылған шлакқа батырылады. Ауа фурма арқылы беріледі және шлак бетінен төмен үрленеді, бұл балқыма ваннасының қарқынды араласуына әсер етеді.

«Сиросмелт» технологиясы батырылатын жанғыш фурманың қолданылуына негізделген, ол фурманың сыртқы қаптамасының ауамен суытылуы есебінен түзілетін гарниссаж қабатымен жоғары температурадан және коррозиялы – активті шлактан қорғалған.

Қажет болған жағдайда фурмалар арқылы тікелей балқымаға енгізілетін отын пайдаланылуы мүмкін. Отын ретінде мазут, табиғи газ немесе көмір шаңын пайдаланады. Сонымен қатар концентратпен және флюспен араластырылатын кесекті көмір қолданылады. Қоспа пеш қақпағының екінші саңылауы арқылы енгізіледі [2].

Isasmelt/Ausmelt артықшылықтарына балқытуды жылдам іске қосу және тоқтатуды, атмосфераға бөлінетін газдар тасталынымының жоқ болуын, жоғары өнімділігін жатқызуға болады [10].

Берілген технологияның кемшілігі – процесті толығымен үздіксіз деп санауға болмайды, процестің тотықсыздандыру сатысында шлак жеткіліксіз өңделеді, пеш табаны мен қабырғаларында қақ түзілуі мен балқытылған шихта аймақтарын жедел бақылау мүмкін емес.

1981 ж. бастап «Берцелиус» зауытында (г. Дуйсбург, Германия) «Q-S-L» тәсілімен қорғасын балқытудың өнеркәсіптік құрылғысы жұмыс істейді.

Үздіксіз әрекеттегі реакторда қорғасын концентраттарын автогенді балқыту және бай шлактардан қорғасынды тотықсыздандыру операциялары біріктірілген.

Концентрат пен қайтымды шаң қоспасын ылғалдандырады, жентектейді және реактордың тотықтыру зонасына тиейді. Реактор түбінде орналасқан фурмалар арқылы оттегі үрлейді. Тотықтыру зонасында 1233-1253 К

температурада қорғасын және бай шлактың (~ 60 % қорғасын) алынуымен реакциялық балқыту жүзеге асырылады. Тотықтыру зонасында алынған қорғасын сифон арқылы үздіксіз реактордан шығарылады. Бай шлак тотықсыздандыру зонасына ағады, мұнда фурмалар арқылы үрленетін көмір шаңымен шлакта қорғасынның ақырғы мөлшеріне 2 % дейін тотықсызданады. Тотықсыздандыру зонасында 1373-1503 К температураны ұстап тұрады.

Шлак ваннасының тотықтыру және тотықсыздандыру зоналары арақабырғамен бөлінген. Шлактан тотықсызданған қорғасын тотықсыздандыру зонасынан шығарылады. Тұндырудан кейінкедейленген шлакты тесік арқылы шығарады және түйіршіктейді. Процесте жылуды жоғары дәрежеде жою қарастырылған.

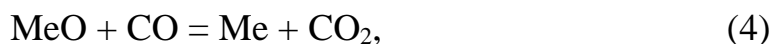
1.3 ЖШС «Казцинк» жағдайында қорғасын агломератын шахталы тотықсыздандырып балқыту

1.3.1 Процестің теориясы

Негізгі тотықсыздандырғыш ретінде көміртегі, көміртегі оксиді және сутегі (сирек) қолданады. Шахталық балқытуда кокс бір уақытта отынның және тотықсыздандырғыштың қызметін атқарады. Келесі реакцияға түсіп газ түріндегі тотықсыздандырғыш түзеді.



Тотықсыздану процесінің термодинамикалық шарты бойынша газ фазасындағы СО-ның СО₂ -ге қатынасы 1:1 болуы тиіс. Бұл қатынасты тиелетін кокспен үрленетін ауадағы оттегінің мөлшерін реттеу арқылы ұстайды. Металл оксиді қатты көміртегімен 2 кезеңмен тотықсызданады:



Қатты көміртегімен тікелей тотықсыздандыру металлургиялық процестерде үлкен роль атқармайды. Өйткені қатты фазалар өзара әлсіз қатынаста болады және бұл реакцияның көпшілігі эндотермиялық. Реакциялар жүру үшін жоғары температура қажет және материалдар тығыз қатынаста болуы тиіс. Кесек агломератпен кокс арасында ондай қатынас болмайды. Сондықтан бұл процесте негізгі тотықсыздандырғыш СО болып табылады. Кокс фурма маңында тұрақты қабат түзіп, келесі реакциямен жанады:



Түзілген CO_2 пеш шахтасымен жоғары көтеріліп кокстың көміртегісімен реакцияға түседі.



Одан жоғары аймақта CO мөлшері азайып, газда CO_2 мөлшері көбейеді және төменгі температурада келесі ыдырау реакциясы жүреді.



Тотықсыздандыру зонасы фурма деңгейінен шамамен 3,5 м жоғары болады.

Қазіргі кезде металл оксидінің тотықсыздану процесінің 2 теориясы қарастырылады:

- Академик Байков теориясы. Бұл теория бойынша металл оксиді ыдырау күйінде болатын жүйе, тек қана белгілі сыртқы шарттарға сай осындай күйде бола алады. Мысалы: металл оксиді бос оттегі бар ортада ғана болады деп есептейді. Олар температураға байланысты келесі реакциялар мен ыдырайды деп есептейді.

Төменгі температурада:



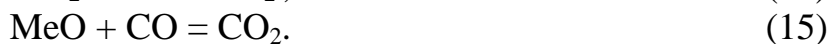
Жоғары температурада:



Өте жоғары температурада:



Осы теория бойынша тотықсыздану 2 кезеңмен жүреді:

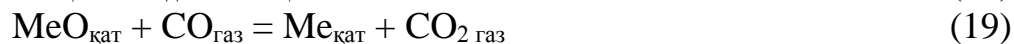
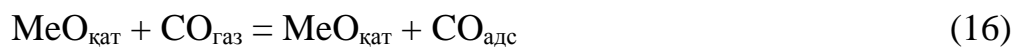


яғни, тотықсыздану ролі – оттегімен байланысып газ фазасындағы оттегінің парциал қысымын төмендету.

- Профессор Чуфаровтың металл оксиді тотықсыздануының адсорбциясы каталитикалық негіздеген бұл теория бойынша тотықсыздану процесі 3 кезеңмен жүреді. а) Тотықсыздандырғыш газдың металл оксиді бетінде

адсорбциясы; б) оттегінің оксидтен бөлініп, CO₂ немесе H₂O түзуі және металдың жаңа фазасының түзілуі; в) тотықсыздану өнімі CO₂ немесе H₂O - ны реакция бетінен әкету.

Келесі реакциялармен жүреді:



Металл тотықтарының тотықсыздану реакциялары экзотермиялық және эндотермиялық болуы мүмкін. Температураның өсуімен экзотермиялық реакцияға газдардағы СО-ның үлкен концентрациясы төмен болуы қажет. Металл оксидтерінің тотықсыздану процесінің толық және жылдам жүруі келесі факторларға тәуелді:

- Реакция зонасына тотықсыздандырғыш газдарды әкету және одан газдық өнімдерді жылдам әкету;
- Процестің температурасы (температураның өсуімен тотықсыздану реакциясы жылдам өседі);
- Агломерат кесектерінің ірілігі (өте ірі болса, оксидтер мен тотықсыздандырғыш қатынасы төмендейді, процестің жылдамдығы азаяды);
- Шикіқұрамның кеуектілігі (кеуектілік өсуімен реакция жылдамдығы жоғарылайды).

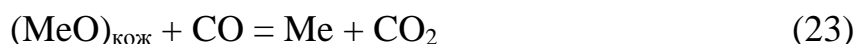
Тотықсыздандыра шахталық балқыту кезіндегі шикіқұрам компоненттерінің өзгеруі

Қорғасын – агломератта негізінен PbO және металдық Pb түрінде болады. (PbO SiO₂, PbO Fe₂O₃). Пешке тиелген агломерат газбен жылдам қызиды, балқу температурасына жеткенде қорғасын балқып бөлінеді. Сұйық Pb шикіқұрамның қалың қабаты арқылы сүзіліп, төмен түседі. Жолда күміс, алтын, мыс, сүрме, висмут және басқа металдарды ерітіп, осы қоспалармен бірге горнда жиналады. Бұл ластанған қорғасынды - қара қорғасын деп атайды.

Негізгі реакциялары:

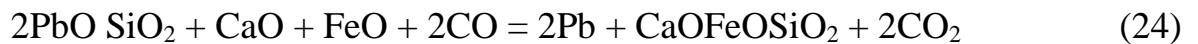


Агломераттағы қорғасын сисликаттары жылдам еріп, қызады және өзінде басқа металдарды ерітеді. Сондықтан бұл процесте қорғасын, мыс, темір және басқа металдар оксидтерінің басым бөлігі қождық құрамнан тотықсызданады.



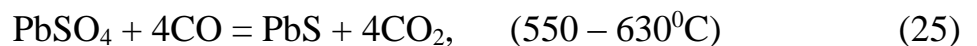
$$K_p = \frac{P_{CO}[Me]_{pb}}{P_{CO}[MeO]_o}$$

яғни қождағы металл окидтерінің мөлшері неғұрлым аз болса, СО-ның соғұрлым көп болуы тиіс. Силикаттағы қорғасының тотықсыздануы қиын. Оған күшті негіздер оң әсер етеді. Силикат құрамындағы қорғасын бөліп алуға жеңілдік береді.



Нәтижесінде сұйық қорғасын әктасты темірлі қож және газ алынады. Бұл процеске біршама уақыт қажет. Сондықтан шахталық балқытуды өте жылдам жүргізбейді.

Қорғасын ферриттері – жеңіл тотықсызданады, төменгі температурада СО мен C_k тотықсызданады. Қорғасын сульфаттардан келесі реакциямен тотықсызданады.



PbS штейнге өтеді немесе келесі реакциямен бөлініп алынады:

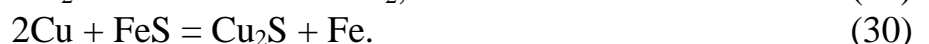


Бұл үшін пешке темір жоңқасын салу қажет.

Мыс – агломератта негізінен Cu_2O , $Cu_2O \cdot SiO_2$, Cu_2S және $Cu_2O \cdot Fe_2O_3$ түрінде болады. Cu_2S өзгермей штейнге өтеді, ал мыстың шала тотықтары күйдіру дәрежесіне байланысты әр түрлі өзгеріске ұшырайды. Егер агломератта штейн түзуге қажетті күкірт қалдырылған болса, келесі реакция жүреді:



Мыс оксидтері металдық мысқа дейін тотықсызданады, бірақ мыстың күкіртке тартылысы күшті болғандықтан шикіқұрамда күкірт жеткілікті болған шартта келесі реакциямен штейнге өтеді:



Егер күкірт жеткіліксіз болса, мыс қара қорғасынға өткізеді. Силикат түріндегі мыс тотықсызданып үлгермесе мыс қожға өтеді, яғни мыс балқыту процесінің барлық өнімдерінде де болады.

Мырыш – агломератта ZnO , ZnS , $ZnSO_4$, бір бөлігі $xZnO$ yFe_2O_3 түрінде болады. Балқыту кезінде мырыш сульфаты келесі реакциямен ыдырайды:



Бір бөлігі тотықсызданып:



ZnS зиянды қосылыс. Балқыту процесінде қож бен штейнге өтеді. Нәтижесінде қождың тығыздығы өсіп, балқуы қиындайды. Ал штейннің тығыздығы төмендеп балқу температурасы өседі. Соның әсерінен штейн мен қожды бөліп алу қиындайды. ZnS көп болса, онда пештің горнында штейннің бетінде мырышты көбікті штейн түзілуі мүмкін. Нәтижесінде процестің жүрісі бұзылады, пештің тоқтауына әкеп соғады. ZnS бір бөлігі келесі реакциямен тотықсызданады.



Мырыш бу түрінде ұшып келесі реакциямен тотығады:

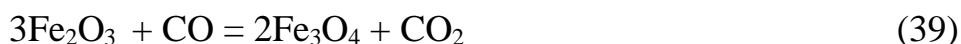


Мырыш тотығуы газдармен әкетіледі, бір бөлігі қақ түзуі мүмкін. ZnO тотықсыздануы қиын оксид оған күшті тотықсыздандыру атмосферасы және $1000^{\circ}C$ жоғары температура қажет.



Егер ZnO агломераттың құрамында болса, оның зиянды әсері төмен болады. Оны (ZnO) балқыту кезінде силикаттарға өткізеді. Қожда FeO - ның мөлшері жоғары SiO_2 мен CaO - ның мөлшері төмен болса, қождың ZnO - ны еріту қабілеті жоғары болады. Сондықтан қонцентраттың құрамында Zn мөлшері жоғары болғанда, күйдіру процесін толық жүргізіп, балқыту кезінде қожға өткізуге тырысады.

Темір – агломератта негізінен Fe_3O_4 , Fe_2O_3 және аз мөлшерде FeO түрінде болады. Темірдің бір бөлігі қорғасын, мыс, мырыш пен ферриттер түзеді. Шахталық пештің тотықсыздандыру атмосферасында негізінен Fe_3O_4 - пен FeO қалады. Өйткені Fe_2O_3 келесі реакциямен жылдам тотықсызданады.



Бұл реакция төменгі температурада тотықсыздандырғыш аз концентрацияда жүреді. Fe_3O_4 күшті тотықсыздандыру атмосферасында келесі реакциямен тотықсызданады.



Оны темірге дейін тотықсыздандыру үшін жоғары температурамен, өте күшті тотықсыздандыру қажет. Бірақ қорғасын балқытуда металға дейін тотықсызданған темір пеште қақ түзеді. (темір жугы) Сондықтан металдық темір түзілетін жағдай жасамайды.

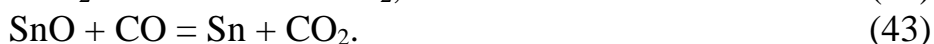
FeO келесі реакциямен силикат түзеді:



Бұл темірлі силикат қожға өтеді. Темір шала тотығының моно силикаты ($2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$) қождың тығыздығын көтереді, сұйық аққыш қасиет береді және мұндай қож сульфидтермен мырыш тотығын жеңіл ерітеді. Күкіртті темір штейнге өтеді.

Мышьяк мен сүрме – бұл металдар балқыту процесінде As_2O_3 түзе жартылай ұшады. Бір бөлігі қара қорғасында ериді немесе балқыту процесінде жеке өнім - шпейза түзеді. Егер агломератта Ni мен Co айтарлықтай мөлшері болған жағдайда, шпейза түзу тиімді. Өйткені бұл металды шпейзада шоғырланады.

Қалайы келесі реакциямен тотықсызданады:



Қалайы қорғасында ериді, қалғаны қожға өтеді. Бұл қымбат металл болғандықтан, оны қорғасыннан бөліп алудың маңызы зор.

Алтын мен күміс – агломератта Au , Ag , Ag_2S , және Ag_2SO_4 түрінде болады. Балқыту кезінде негізінен қара қорғасынға өтеді. Қара қорғасын асыл металдың жақсы коллекторы. Бірақ бұл металдың бір бөлігі штейн мен шпейзаға өтеді.

SiO_2 , MgO , MnO , Al_2O_3 , CaO – бұл оксидтер тотықсызданбай, қожға өтеді.

Шахталық балқыту процесінде шикіқұраммен тотықсыздандырғыш газдар арасында жүрген көптеген күрделі процестер нәтижесінде балқыту процесінің негізгі үш өнімі түзіледі: қара қорғасын, штейн, қож. Бұл өнімдерде металдың бөлінуі көптеген факторларға тәуелді: а) агломераттың құрамы; б) балқыту режимі; в) процестің қарқындылығы; г) температурасы; д) тотықсыздандыру атмосферасы; ж) тұндырудағы өнімдердің өзара толық бөлінуі.

1.3.2 Процестің тәжірибесі

Өскемен металлургиялық кешенінде (ӨМК) қорғасын өндірісінде технология бойынша қолданыстағы үш шахталы пештер қарастырылған. Олардың біреуінде агломераттың классикалық тотықсыздандырып балқытуын, екіншісінде – өндірістік өнімдер мен қайтымды материалдарды жеке өңдеуге шығарумен – қысқартылған балқытуды жүргізеді. Үшінші пеш не күрделі жөндеу жұмыстарында, не резервте орналасуы мүмкін.

Шахтада балқыту мақсаты – алтын және күміспен шоғырланған металл түрінде қорғасынның максималды мөлшерін және агломераттың бос жыныс компоненттері ерітілген үйінді шлак алу.

Балқытудың бастапқы шихтасы қорғасын агломераты, кокс және ауа болып табылады. Шахтада балқытудың отын қызметін кокс атқарады. Пешке тиелген шихта мен кокс бірнеше сағат ішінде колошниктен фурма белдеміне қыздырылған газ ағынына қарсы түседі. Пеште орналасу уақыт аралығында шихта физикалық және химиялық өзгерістерге ұшырайды, нәтижесінде жоғарыда аталған сұйық балқыту өнімдері мен газдар алынады.

Шихта балқытуды, буландырып суытылатын кессондары бар тік бұрышты қималы шахталы пеште жүргізеді. Пеш үздіксіз режимде және сиретілумен жұмыс істейді. Пеш газарнасының сиретілуі тарту күшін өлшегішпен құрылады және 20 мм сут.бағ. құрайды. Бөлінетін газдар көлемі шамамен 290 мың нм³/сағ (бақылау шаң ұстау учаскесінің құралымен жүзеге асырылады). Бөлінетін газдар температурасы потенциометрмен бақыланады және ол 873 К құрайды. Пештің ауа режимі манометр (2000-4000 кгс/м²), шығын өлшегіш (15000-30000 нм³/сағ.) және газ талдағыш (үрлеуде оттегі мөлшері 20-30 %) көрсеткіштерімен бақыланады. Пеш үрлеу қысымының төмендеуін, бөлінетін газ температурасы мен бак-сепараторда су деңгейінің көтерілуін көрсететін дабыл қағу жүйесімен жабдықталған. Суыту үшін буландыру қондырғысында технологиялық бу алынуымен, суды химиялық тазалау бөлімінен түсетін химиялық тазартылған су қолданылады. ӨМК-да кессондарды буландырып суытудың пайдаланылуы кессондарды сумен суыту алдында ауқымды артықшылығын береді. Мәселен, кессондарды суыту үшін қажетті су шығыны шамамен 15 есе қысқарады, 4-5 атм артық қысым мөлшерінде алынатын бу толығымен кешеннің қажеттілігі үшін пайдаланылады. Операторлық бөлімде шахталы пеш жұмысының технологиялық көрсеткіштерін және буландырып суыту жүйесін басқару және бақылау пульті бар.

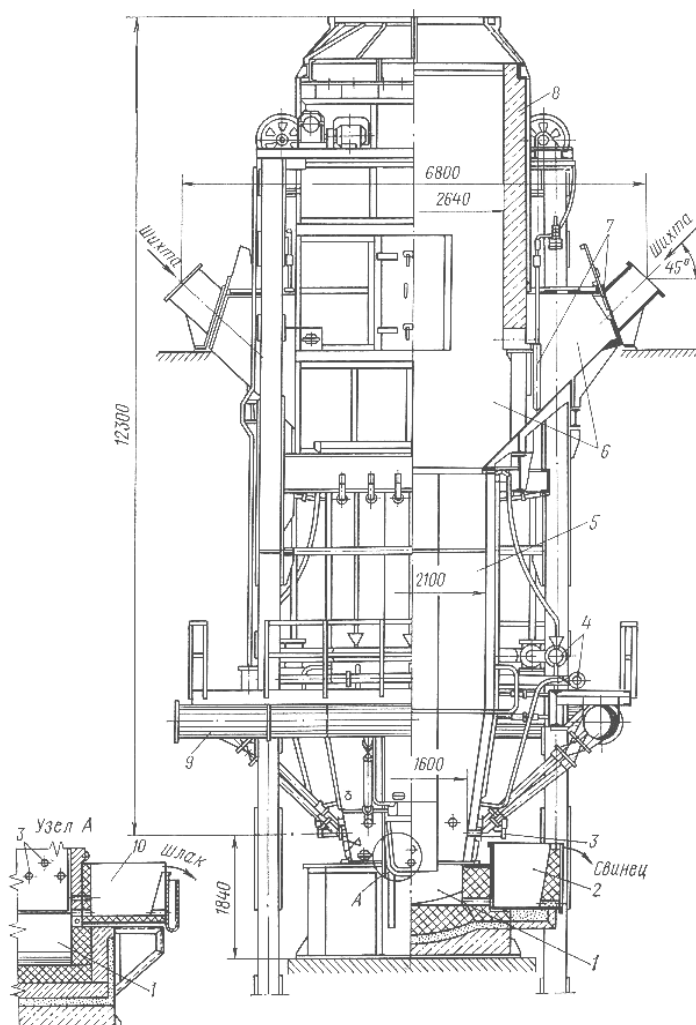
Шахталы пеш ошақтан, шахтадан, колошник пен электрмен қыздырылатын тұндырғыштан тұрады. Ошақ іргетаста орналасады. Ошақ қабырғаларын қалыңдығы 600-800 мм отқатөзімді хром-магнезит кірпіштен қалайды. Қалауын тығыз болаттан пісірілген қаптамаға орналастырады және металдық тартқыштармен тартады. Пеш биіктігі 5,5 м. Ені мен ұзындығы бойынша ошақ тереңдігі 0,5-0,8 м құрайтын фурмалар облысында пеш өлшеміне сәйкес келеді. Ошақ үнемі қорғасынмен, штейнмен және шлакпен

толтырылады. Ошақ тереңдігін бастапқы шихтада мыс мөлшеріне тәуелді таңдайды – мыс жоғары болған сайын, ошақ тереңдігі соншалықты төмен болады.

Қорғасын агломератын тотықсыздандырып балқыту өнімдері қара қорғасын, шлак, штейн, шаң және газдар болып табылады. Балқытудың сұйық өнімдері пештің ішкі ошағында жиналады. Қабылдағышта қорғасын деңгейі оның ошақтағы деңгейінен жоғары. Қара қорғасынды үздіксіз сифон каналы арқылы футерленген шөмішке шығарады және монорельстік арбамен тазалау бөліміне тасымалдайды. Таралған штейн және шлақты ошақ тесіктері арқылы сумен суытылатын науа бойынша электрлі қыздырылатын тұндырғышқа түседі, мұнда олардың меншікті салмағы бойынша бөлінуі жүреді. Тұндырғыштар ретінде көлемі 12-16 м³, қуаты 1200-2500 кВт болатын электртермиялық пештерді пайдаланады. Пештің ұзындық осі бойынша диаметрі 555 мм болатын үш электрод орналасады. Электродтар арақашықтығы 1800 мм. Пеш отқатөзімді кірпішпен футерленген. Пештің ішкі бөлігі магнезит кірпіштен орындалған, ал сырты шамоттан, ал пеш күмбезі аркалы болып келеді. Тұндырғыш табанының қалыңдығы 640 мм құрайды, және кері тоғыспа пішініне ие. Табаны әртүрлі отқа төзімді материалдардан қаланған. Жоғарғы қабаты магнезит кірпішінен, ортаңғы қабаты – шамоттан, ал төменгі қабаты отқатөзімді бетоннан қаланған. Шахталы пеште балқыту өнімдерінің тиелуі тұндырғыш күмбезінің саңылауы арқылы жүргізіледі. Шлактағы қорғасынды тұндырғыштарға қосымша түсіру үшін клинкер, кокс майдасы беріледі. Сифонмен шығару артықшылығы ошақта балқыту өнімдерінің деңгейі мен температурасын реттеу мүмкіндігі, сонымен қатар табанда қақ түзілуінің алдын алу болып табылады.

Көріктің өсуін алдын-алу үшін оның түбінде металдың аз қабатын сақтайды. Шлак пен штейнді шығару кессонының арнайы саңылауы арқылы ошақтан шығарады, оны әдетте пештің бүйір қабырғасында орнатады. Пештен шлак пен штейнді шығару саңылаулары фурма осінен біршама төмен орналасады.

Шахталы пештің сызба нұсқасы 2-суретте көрсетілген.



1 – ошақ; 2 – қара қорғасын шығару сифоны; 3 – фурма; 4 – сумен суыту жүйесінің коллекторы; 5 – пеш шахтасы; 6 – колошник; 7 – тиеу шибері; 8 – колошник шатыры; 9 – үрлеу келтіру колошнигі; 10 – шлак шығару сифоны

2 Сурет – Шахталы пештің көлденең қимасы

Пеш шахтасы тікелей пеш ошағында орнатылған. Пеш шахтасы кессондардың екі қатарынан тұрады: бірінші қатары көрік бүйіріне бекітіледі; екіншісі қатаң сақинаға тіреле отырып, пеш айналасында бекітіледі.

Кокс пен қорғасын материалдарын тиеу үшін, сумен суытылатын арқалыққа құрастырылған колошник қарастырылған. Шихтаны мерзімді түрде жеке мөлшерлемен – тиелген кокс қабатына қабатпен пешке береді.

Тұндырғыштың негізгі шлак тесігінің үстінде шлақты шығаруға арналған апаттық шпур қарастырылған, оны тұндырғыш балқымаға толған жағдайда қолданады.

Шлақты штейнмен сыртқы тұндырғышқа шығарады, одан штейн шахтада қысқартылған балқытуға ары қарай өңдеу үшін жіберіледі, шлақты фьюмингтеу процесінде өңдейді. Шлак құрамы бойынша күрделі көпкомпонентті тотықтар қорытпасы болып келеді. Бастапқы шихтада мышьяк пен сурьманың, сонымен

қатар мыстың ауқымды концентрациясы алынатын өндіріс өнімдері мен қайтымды материалдар сапасын төмендетеді, кейінгі операциялардың эксплуатациялау шығындарын ұлғайтады. Мыс шликерлерінің шығуы ұлғаяды, қара қорғасын сапасы нашарлайды.

Құрамында 18 % дейін мырыш болатын шлактарды, олардан мырышты қосымша бөліп алу мақсатымен фьюмингтеуге жібереді. Фьюмингтеу кезінде шлактардың түсті металдар бойынша да толық кедейленуіне қол жеткізу мүмкін емес, бұл түсті металдарды мақсаты бойынша пайдалануға мүмкіндік бермейді. Шлактар, ауқымды аймақты ала отырып, жиналуы жалғасуда.

Шаңданған пеш газдарын шаң ұстау құрылғыларына бағыттайды, одан кейін тазартылған газдарды атмосфераға тастайды, ал шаң өңдеуге түседі.

Штейндер полиметалдарға жатады және темір, мыс, қорғасын мен мырыш сульфидтерінен тұрады. Алынған штейндерді конвертерлеу әдісімен күрделі қосымша өңдеуге ұшыратады, ол қосымша материалдардың шығындарына және металдардың жоғары жоғалымына байланысты.

1.4 Зерттеу бағытын таңдау және негіздеу

Тәжірибеде көрсетілгендей минералогиялық және химиялық құрамы күрделі полиметалды кендер мен концентраттарды түсті металлургиядағы кәсіпорындарда өңдеу қолданыстағы технологиялық сұлбалардың күрделенуіне алып келді. Әсіресе бұл қорғасын өндірісінде мыс құрамды қорғасын шикізатынан штейн алу процесінде көрініс табады.

Жоғары мыс құрамды агломератты штейнге балқытудың технологиялық көрсеткіштері қара қорғасынды тікелей балқытуға қарағанда нашар. ЖШС Казцинкте алынған полиметалды штейндер көпкомпонентті мыс, мырыш, темір және қорғасын сульфидтерінің сұйық ерітіндісінен тұрады. Полиметалды штейндер құрамы, диаграммалық құрылысы көптеген зерттеушілер қарастырған және олардың деректері бір - бірімен жақсы келісілген. Құрамында бағалы металдар мен мышьяк, сурьма және басқа металдар бар полиметалды штейн өте төменгі температурада (873-1223 К) балқуға қабілетті. Қорғасын балқыту процесінде алынған штейн шлакпен және қара қорғасынмен тікелей байланыста болады. Қорғасын мен штейн арасында фаза аралық әрекеттесуі жүріп, қорғасынның біраз мөлшері штейнде ериді. Бұл өз кезегінде тек қана қорғасынның қара металға өту мөлшерін төмендетумен қатар штейн мен қара қорғасынның толық бөлінуіне кедергі жасайды.

Термодинамикалық үрдісте қорғасынның штейнмен жоғалуы тәжірибеде маңызды қызығушылыққа ие, сонымен қатар қорғасынның штейнмен электрохимиялық түрде жоғалуы технологиялық процесс көрсеткіштерінің жақсаруына ықпалын тигізеді.

2 Технологиялық бөлім

2.1 Мысқа бай қорғасын агломератын шахталық тотықсыздандырып балқыту процесінің материалдық балансы есебі

Балқытуға келесі құрамдағы агломерат келіп түседі, % (мас.): 33,8 Pb; 4,16 Zn; 1,08 Cu; 9,5 S; 15,1 Fe; 8,7 SiO₂; 6,6 CaO және басқалары.

Есептеу 100 кг агломератқа жүргізіледі. Агломераттың берілген құрамы үшін ондағы оттегі мен басқалардың құрамын есептеу қажет. Балқу процесі кезінде өзінің формасын өзгертпейтін, яғни CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃ секілді тұрақты қосылыстармен байланысатын оттегі оттегі бойынша жеке баланста ескерілмейді, себебі ол берілген компоненттердің балансында ескеріледі.

Агломераттың нақтылаушы есебі

Агломераттың рационалдық құрамын есептеу үшін дипломдық жұмыста ЖШС «Казцинк» шахталы пешінің тәжірибе мәліметтері қолданылды. Тәжірибе деректері бойынша, келесі шарттарды қабылдаймыз:

– агломераттағы 2/3 күкірт сульфаттарда, ал 1/3 күкірт сульфидтерде кездеседі;

– сульфатты күкірт 50% мөлшерде кальциймен, ал 50%-ы қорғасынмен байланысқан;

– сульфидті қорғасынның 60%-ы мырышпен, ал 40%-ы темірмен байланысқан;

– қалған қорғасын оксид түрінде;

– 50 % темір Fe₂O₃ түрінде, ал 50 %-ы Fe₃O₄ түрінде;

– мырыш ZnO түрінде, мыс Cu₂O түрінде.

Агломераттың құрамының толық есебі А қосымшасында берілген.

2.2 Шаңның мөлшері мен құрамын есептеу

Шаңның мөлшері мен құрамынын есептеулері Б қосымшасында көрсетілген.

1-кестеде металлургиялық есептер бойынша анықталған тотықтыру ескергендегі шаңның құрамы мен мөлшері көрсетілген.

1 Кесте – Тотықтыру ескергендегі шаңның құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
1	2	3
PbO	0,4	40,4
ZnO	0,2	17,3

1	2	3
Cu ₂ O	0,01	1,4
SiO ₂	0,1	9,5
CaO	0,07	7,3
Fe ₂ O ₃	0,12	24,1
Барлығы	0,9	100,00

Қорғасын зауыттарының тәжірибелік мәліметтері бойынша шахталық балқыту кезінде газдардың механикалық шығуы өңделетін агломерат массасының 1-2 % - ын құрайды. Біздің жағдайда газдың механикалық шығуы 1,56 % - ға тең.

2.3 Штейннің мөлшері мен құрамын есептеу

Штейннің мөлшері мен құрамының толық есептеулері В қосымшасында көрсетілген.

Есептеулер нәтижесінде анықталған штейннің құрамы мен мөлшері 2-кестеде көрсетілген.

2 Кесте – Штейннің құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
Pb	0,35	3,7
Zn	0,36	4,1
Cu	0,97	10,5
Fe	5,68	60,8
S	1,8	20,0
Басқалары	0,09	0,9
Барлығы	9,0	100,00

2.4 Шлактың мөлшері мен құрамын есептеу

Шлактың мөлшері мен құрамын есептеу Г қосымшасында көрсетілген.

Есептеулер нәтижесінде анықталған шлактың құрамы мен мөлшері 3 және 4-кестеде көрсетілген.

3 Кесте – Шлақтың химиялық құрамы және мөлшері

Элемент, компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
Pb	0,39	1,00
SiO ₂	9,78	25,9
CaO	6,57	17,48
Cu	0,06	0,14
Zn	3,48	9,2
Fe	9,53	25,29
O	4,53	11,99
Басқалары	3,38	9
Барлығы	37,7	100,00

4 Кесте – Шлақтың заттық құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
PbO	0,42	1,07
SiO ₂	9,78	25,95
CaO	6,57	17,43
Al ₂ O ₃	0,92	2,41
Cu ₂ O	0,06	0,15
ZnO	4,34	11,54
FeO	12,26	32,46
Басқалары	3,39	9
Барлығы	37,7	100,00

2.5 Қаралы қорғасынның құрамы мен мөлшерін есептеу

Қаралы металдағы қорғасын мөлшері:

$$G_{Pb} = G_{Pb}^{арл} - G_{Pb}^{ша} - G_{Pb}^{шт} - G_{Pb}^{шл} = 33,8 - 0,34 - 0,34 - 0,37 = 32,75 \text{ кг}$$

Сәйкесінше, қаралы металға өтетін басқа компоненттердің құрамын осылай анықтаймыз.

$$G_{Zn} = G_{Zn}^{арл} - G_{Zn}^{ша} - G_{Zn}^{шт} - G_{Zn}^{шл} = 4,16 - 0,12 - 0,37 - 3,49 = 0,17 \text{ кг}$$

$$G_{Cu} = G_{Cu}^{арл} - G_{Cu}^{ша} - G_{Cu}^{шт} - G_{Cu}^{шл} = 1,08 - 0,02 - 0,97 - 0,05 = 0,04 \text{ кг}$$

$$G_S = G_S^{\text{арл}} \cdot \frac{\varepsilon_S^{\text{сч}}}{100} = 9,5 \cdot \frac{0,5}{100} = 0,05 \text{ кг}$$

$$G_{\text{бас}} = (G_{\text{бас}}^{\text{арл}} - G_{\text{бас}}^{\text{шт}}) \cdot \frac{\varepsilon_{\text{бас}}}{100} = (3,53 - 0,09) \cdot \frac{1}{100} = 0,03 \text{ кг}$$

Қаралы металдың құрамы мен мөлшері 5-кестеде келтірілген.

5 Кесте – Қаралы қорғасынның мөлшері мен құрамы

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
Pb	32,76	99,2
Zn	0,16	0,52
Cu	0,04	0,13
S	0,05	0,14
Барлығы	33,0	100,00

2.6 Кокстың жануы үшін үрлеудің мөлшері мен шығатын газдардың құрамын есептеу

Кокстың жануы үшін үрлеудің мөлшері мен шығатын газдардың құрамын есептеу Д қосымшасында көрсетілген.

Есептеулер нәтижесінде анықталған шығатын газдардың мөлшері мен құрамы 6-кестеде көрсетілген.

6 Кесте – Шығатын газдардың мөлшері мен құрамы

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, % масса бойынша	Мөлшері, м ³	Құрамы, % көлем бойынша
SO ₂	5,68	4,82	1,98	2,42
N ₂	68,32	57,54	54,66	66,22
CO ₂	33,9	28,56	17,25	20,91
CO	10,8	9,09	8,64	10,45
Барлығы	118,7	100,00	82,5	100,0

Жүргізілген есептеулерге сүйене отырып, қорғасын агломератын шахталық балқыту процесінде балқытудың бастапқы (7-кесте) және ақырғы (8-кесте) материалдық баланстар құрамыз.

7 Кесте – Қорғасын агломератын шахталық балқыту процесінің бастапқы материалдық балансы

Материал	Pb	Zn	Cu	Fe	S	O	N ₂	C	SiO ₂	CaO	Басқалары	Барлығы
Тиелді:												
1. Агломерат	33,8	4,16	1,08	15,1	9,5	17,53	-	-	8,70	6,6	3,53	100,0
2. Кокс	-	-	-	0,17	-	-	-	13,87	0,97	0,04	1,37	16,67
3. Ауа	-	-	-	-	-	20,75	68,31	-	-	-	-	89,07
Барлығы	33,8	4,16	1,08	15,27	9,5	38,28	68,31	13,87	9,67	6,64	4,9	206,00
Алынды:												
1. Штейн	0,35	0,36	0,96	5,62	1,85	-	-	-	-	-	0,09	9,0
2. Шлак	0,36	3,5	0,06	9,5	-	4,53	-	-	9,58	6,56	3,4	37,73
3. Қаралы қорғасын	32,74	0,16	0,04	-	0,05	-	-	-	-	-	-	33,02
4. Шаң	0,35	0,13	0,01	0,15	-	0,17	-	-	0,08	0,07	-	0,96
5. Шығатын газдар	-	-	-	-	7,6	33,67	68,3	13,8	-	-	1,4	124,86
Барлығы	33,8	4,16	1,08	15,27	9,5	38,28	68,3	13,8	9,66	6,63	4,9	206,00

8 Кесте – Қорғасын агломератын шахталық балқыту процесінің ақырғы материалдық балансы

Материал	Мөлшері, т	Pb			Zn			Cu			Fe		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Тиелді:													
1. Агломерат	100,0	21,53	33,8	100	2,65	4,16	100	0,69	1,08	100	9,62	15,10	98,89
2. Кокс	16,67	-	-	-	-	-	-		-	-	0,11	0,17	1,11
3. Ауа	89,07	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
Барлығы:	206,0		33,8	100		4,16	100		1,08	100		15,27	
Алынды:													
1. Штейн	9,0	3,77	0,33	1	4,1	0,36	8,88	10,8 8	0,97	90,7 3	62,5 5	5,62	36,87
2. Шлак	37,73	1,07	0,38	1,09	9,28	3,51	84,1 5	0,14	0,06	4,64	25,1 7	9,49	62,16
3. Қаралы қорғасын	33,02	96,88	32,74	96,8 9	0,5	0,16	4,08	0,13	0,04	3,71	-	-	-
4. Шаң	0,96	35,79	0,35	1,02	12,64	0,13	2,89	1,04	0,01	0,92	15,7 8	0,16	0,97
5. Шығатын газдар	124,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Барлығы	206,0		33,8	100		4,16	100		1,08	100		15,27	100

I – құрамы, %; II – мөлшері, кг; III – бөлініп таралуы, %

2.7 Шахталық балқыту процесінің жылулық балансын есептеу

Түсетін жылулар

Кокстың жануынан түсетін жылу:

CO₂ жануынан:

$$94052 * 3,4/12 = 112478 \text{ кДж}$$

CO жануынан:

$$26417 * 2,3/12 = 20998 \text{ кДж}$$

H жануынан:

$$57798 * 0,03/2 = 3629 \text{ кДж}$$

S жануынан:

$$70960 * 0,03/32 = 281 \text{ кДж}$$

Жалпы отынның жануынан:

$$Q_{\text{отын}} = 137985 \text{ кДж}$$

Шихтаның физикалық жылуы

$$Q_{\text{ших}} = 1005 \text{ кДж}$$

Отынның физикалық жылуы

$$Q_{\text{отын}} = 193 \text{ кДж}$$

Ауаның физикалық жылуы

$$Q_{\text{ауа}} = 878 \text{ кДж}$$

Экзотермиялық реакциядан келетін:

$$Q_{\text{экз}} = 53615 \text{ кДж}$$

Жалпы жылу келу:

$$137987+1005+192+879+53615=193675 \text{ кДж}$$

Жылудың шығысы

Қаралы қорғасынмен кететін:

$$Q_{\text{кар.кор}}=2821 \text{ кДж}$$

Штейнмен кететін:

$$Q_{\text{шт}}=30124 \text{ кДж}$$

Шлакпен шығатын:

$$Q_{\text{шл}}=52630 \text{ кДж}$$

Шаңмен шығатын:

$$Q_{\text{ш}}=1005 \text{ кДж}$$

Газбен шығатын:

$$Q_{\text{г}}=40539 \text{ кДж}$$

Эндотермиялық реакциялардан шығатын:

$$Q_{\text{энд}}=57303 \text{ кДж}$$

Сумен суытатын:

$$Q_{\text{к}}=4394 \text{ кДж}$$

Сыртқа жоғалуы:

$$Q_{\text{с}}=1079 \text{ кДж}$$

Жалпы жылу шығуы:

$$Q_{\text{б}}=189895 \text{ кДж}$$

Процестің жалпы жылулық балансы

9 Кесте – Процестің жалпы жылу балансы

Түсетін жылу	Мөлшері	Шығатын жылу	Мөлшері
Отынның жануынан	137987 кДж	Қаралы қорғасынның жылуы	2821 кДж
Экзотермиялық реакциялардан келетін жылу	53613 кДж	Штейннің жылуы	30126 кДж
Шихтаның физикалық жылуы	1005 кДж	Шлақтың жылуы	52630 кДж
Отынның физикалық жылуы	191 кДж	Шаңның жылуы	1005 кДж
Ауаның физикалық жылуы	879 кДж	Газдардың жылуы	40538 кДж
		Эндотермиялық реакциялардан шығатын жылу	57303 кДж
		Суыту кессондарының жылуы	4394 кДж
		Сыртқа жоғалуы	1078 кДж
		Үйлеспеушілік	3781 кДж
Барлығы	193675 кДж	Барлығы	193675 кДж

3. Мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы

Мысқа бай агломератты балқыту кезінде мыс пен қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы 3- суретте келтірілген.



А)



Б)

3 Сурет – Металдардың (А - қорғасын, Б - мыс) балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы

Алынған нәтижелерден көрініп тұрғандай балқыту кезінде қорғасынның шамамен 97% қара қорғасын өтеді.

Мыстың шамамен 91% штейнге өтеді.

Қорыта келе өткізілген металлургиялық есептеулерден алынған нәтижелер өзінің дұрыстығын дәлелдейді.

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

4.1 Қауіпті және зиянды факторларды анализдеу

Онаев И. А атындағы ғылыми орталығын бекіткен зертханада келесідей жұмысты жасау барысында өндірістік жарақат алынуы мүмкін, солардың ішінде ең қауіптілері мен зияндылары:

- зертханадағы уландырғыш және өрт – жарылыс қауіпі бар қасиеттеріне ие материалдар, жабдықтар, реактивтер, техникалық өнімдер, реакция өнімдері және синтезделген заттармен жұмыс кезінде;

- токтың мезеттік тежелуі немесе кернеудің тез көтерілуі салдарынан электр жабдықтарының істен шығу кезінде электр тогымен жарақат алуы мүмкін.

Дипломдық жұмыс барысында қарастырылған зиянды заттардың кейбір жағымсыз факторларды атап айтқан жөн:

- токтың мезеттік тежелуі немесе электр жабдықтарының істен шығу салдарынан өрт болуы мүмкін.

Қанағаттандырылмайтын, болдырылмайтын еңбек жағдайларының салдары өндірістік жарақат, мамандық аурулар мен авариялар болып табылады; еңбек жағдайы ауыр салдар болмағанда да, жұмысшылардың әлсізденуінен, жұмыс қабілетінің төмендеуінен, шаршауынан байқалатын олардың ағзаларына теріс әсер тигізуі мүмкін. Осыған байланысты жұмысшының толық қауіпсіздігін қамтамасыз ету, физикалық ауыртпашылықтарды төмендету керек.

Өндіріс кезінде, жұмысшылардың денсаулығына ұдайы немесе ұзақ уақыт зиян келтіретін жағдай туындайды. Мұндағы зиянды әсер нәтежесі біршама уақыттан кейін байқалуы мүмкін.

Еңбек жағдайларын тексеру және бағалау үшін зерттеу мен тәжірибелердің техникалық әдістерді қолданылады. Оларға мысал ретінде келесілер жатады:

- әртүрлі анализатордың көмегімен ауадағы жағымсыз қоспаларды анықтау;

- температура, ылғалдылық, ауа қозғалысының жылдамдығы және т.б. Бұл зерттеулерге қолданылатын аппаратура әр түрлі. Зерттеу әдістерінің көбі стандарттармен регламенттеледі.

4.2 Техника қауіпсіздігі

Жеке тұлғалық қорғаныс құралдары ағзаға, теріге, киімге уландырғыш заттардың түспеуіне арналған. Олардың қолдану міндетті және қажетті болып табылады. Институттың қышқылдар және улы заттар сақталатын қоймаларында жоғарыда айтылған арнайы қорғаныс құралдарын қолдану міндетті болып есептеледі. Жұмысшыларға және қызметкерлерге, типтік салалық нормаларға

сәйкес, арнайы киім, аяқ киім және қорғаушы құралдар белгілі мерзімге, тегін беріледі. Қорғаушы құралдарға халат, резинадан жасалған қолғап, А, В, БКФ-1, ПШ-2 маркалы противогаздар жатады. Противогаздар белгілі жағдайларға байланысты өкпе органдарын қорғау үшін қолданылады. Бетті және көру органдарын қорғау үшін қорғаушы маскалар, шыныдан жасалған экраны бар маскалар, шыныдан жасалған экраны бар маскалар, ПО – 1, ПО – 2 типті жартылай маскалы герметикалық көзәйнектер беріледі.

Қызметкерлердің қорғаныс құралдарын қолдану 12.4.011 – 95 «қызметкерлердің қорғаныс құралдары. классификациясы» стандарт талаптарына сәйкес болуы тиіс.

Металлургия және байыту институтының қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ететін арнайы техникалық жабдықтар кешеніне ие. Мұндай техникалық жабдықтарға жататындар: қоршағыш, блоктаушы, вентиляциялық құрылымдар, кондиционерлеуші қондырғылар. Жұмыс өрт сөндіргіш заттармен: құм, асбест көрпесімен және т.б. түрлі жабдықтармен қамтамасыз етілуі қажет. Жалпылап келгенде, осының бәрі еңбек қорғаудың негізгі қорынан басқа, адамға әсер ететін қауіпті және зиянды заттардың алдын алу үшін тұлғаға арналған әртүрлі техникалық жабдықтар – электрқорғағыш приборлар, жеке тұлғалық қорғаныш құралдары – пайдаланылады. Зертханада істейтін жұмысшылардың барлығы мүмкіндігінше өлшемдерімен сәйкес, қораптағы маркасына сай келетін жеке противогаздармен қамтамасыз етілуі тиіс.

Еңбекті қорғаудың техникалық құралдары қауіпті және зиянды өндіріс факторларының әсер етуін тоқтатуға бағытталған.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Пайданы есептеу

А) Жылдық пайданы мына формуламен анықтаймыз:

$$\Pi = (B - \Theta K) \cdot D, \quad (44)$$

мұндағы B - көтерме бағасы; ΘK - жобадағы өзіндік құны 1 тоннаға; D – жылдық өндірістік бағдарламасы.

$$\Pi = (790000 - 735157,9) \cdot 190000 = 10419999000 \text{ теңге}$$

Ә) Мемлекеттік салық:

$$\text{Мемлекеттік салық} = \Pi \cdot 15\% \quad (45)$$

$$\text{Мемлекеттік салық} = 10419999000 \cdot 0,15 = 1562999850 \text{ теңге}$$

Б) Таза пайда:

$$\text{Таза пайда} = \Pi - \text{мемл.салық}, \quad (46)$$

$$\text{Таза пайда} = 10419999000 - 1562999850 = 8856999150 \text{ теңге}$$

В) Өз бағасын өтеу мерзімі:

$$T = \frac{K_{\Gamma} + K_{\mathcal{K}}}{\Pi_{\text{таза}}} = \frac{489563640 + 1246354,2}{8856999150} = 5,5 \approx 6, \quad (47)$$

Г) Рентабельділік:

$$R = \frac{\Pi_{\text{таза}}}{OK} = \frac{8856999150}{96809323754} \cdot 100\% = 9,15\%, \quad (48)$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада жалпы қорғасын алудың ЖШС «Казцинк» жағдайында қорғасын агломератын шахталы тотықсыздандырып балқыту процесі зерттеліп, келесі мәселелердің түйіні шешілді:

- Жоғары мысты агломератты шахталық тотықсыздандырып балқыту кезінде штейн, шлак және қара қорғасын алудың металлургиялық есептеулері жүргізілді.

- Металлургиялық есептеулер нәтижесінен мыстың және қорғасынның балқыту өнімдері арасында бөлініп таралуы зерттелінді. Зерттеу нәтижесінде қорғасынның қара қорғасынға 32,7%, шлакқа – 37,7%, штейнге – 9% өтетіні дәлелденді.

- Зерттеу нәтижесінде алынған деректер бойынша қорғасынның қара қорғасынға шығынының төмендеуі оның көп мөлшерде (25 % - ға дейін) штейнге өтуімен байланысты екендігі анықталды.

- Еңбек қорғау бөлімінде қауіпсіздік және еңбекті қорғау, техника қауіпсіздігі зерттелді.

- Экономикалық бөлімде таза пайданы есептеу және рентабельдікті анықтау қарастырылған.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 N. Moelans, B. Coletti, M. Straetemans, B. Blanpain, and P. Wollants, Metallurgical and Materials Processing, Principles, and New Technologies (Yazawa Symposium), ed. F. Kongoli, K. Itagaki, C. Yamagauchi, and H.Y. Sohn (Warrendale, PA: TMS, 2003), p. 509.

2 C.Y. Choi and Y.H. Lee, REWAS 99 – Global Symposium on Recycling, Waste Treatment, and Clean Technology, ed. I. Gaballah, J. Hager, and R. Solozabal (Warrendale, PA: TMS, 1999), p. 147.

3 Быстров В.П., Васкевич А.Д., Шубский А.Г. Применение автогенных процессов в производстве свинца. Обзорная информация. Выпуск 2. – М: ЦНИИЦМЭИ, – 1988, – 57 с.

4 Уткин Н.И. Производства цветных металлов, – М.: «Интермет Инжиниринг», 2000. – 442 с.

5 Романтеев Ю.П., Федоров А.Н., Быстров С.В. и др. под ред. Быстрова В.П., Metallurgia свинца, – М.: МИСиС, 2005.

6 Такежанов С.Т., Ерофеев И.Е. Концепция «Комплекс» технико-технологического развития цветной металлургии Казахстана. – Алматы. 2001. – 136 с.

7 Мечев В.В., Быстров В.П., Тарасов А.В. Автогенные процессы в цветной металлургии. –М.: Металлургия, 1991. – 413 с.

8 Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. –М.: Металлургия, 1969. – 389 с.

9 Софра Дж., Хьюз Р.А. Применение технологического процесса Ausmelt на плавильных предприятиях. Свинец-Цинк 2005, Киото, Япония, 17-19 октября, 2005.

10 Досмухамедов Н.К., Айтенов К.Д, Жолдасбай Е.Е. О составах и строении медно-свинцовых штейнов свинцового производства. Вестник КазНТУ, 2012. №5. С. 157-163.

11 Безопасность жизнедеятельности: Учеб. Пособие / Б.С. Мастрюков; Учеба. -М., 2003.

12 Скрябин О.О., Экономические и организационные вопросы в дипломных работах: учеб. пособие / М.: Изд. Дом МИСиС, 2012.

13 Лазарева Н.Н. Вредные вещества в промышленности. Справочник для инженеров, химиков и врачей. – М.: Химия, 1974.

А қосымшасы

Агломераттың құрамын есептеу

Агломераттағы темір сульфидімен байланысқан темірдің мөлшері:

$$G_{\text{Fe}}^{\text{FeS}} = 0,4 \cdot G_{\text{S}}^{\text{к-т}} \cdot \frac{M_{\text{Fe}}}{3 \cdot M_{\text{S}}} = 0,4 \cdot 9,5 \cdot \frac{55,85}{3 \cdot 32,07} = 2,21 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Fe}} = G_{\text{Fe}}^{\text{к-т}} - G_{\text{Fe}}^{\text{FeS}} = 15,1 - 2,21 = 12,89 \text{ кг}$$

Осыдан темірмен байланысқан оттегінің мөлшері келесіні құрайды:

$$G_{\text{O}}^{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 0,5 \cdot G_{\text{Fe}}^{\text{арл}} \cdot 4 \cdot \frac{M_{\text{O}}}{3 \cdot M_{\text{Fe}}} = 0,5 \cdot 12,89 \cdot 4 \cdot \frac{16}{3 \cdot 55,85} = 2,46 \text{ кг}$$

$$G_{\text{O}}^{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,5 \cdot G_{\text{Fe}}^{\text{арл}} \cdot 3 \cdot \frac{M_{\text{O}}}{2 \cdot M_{\text{Fe}}} = 0,5 \cdot 12,89 \cdot 3 \cdot \frac{16}{2 \cdot 55,85} = 2,77 \text{ кг}$$

Мырыш сульфидімен байланысқан мырыш мөлшері:

$$G_{\text{Zn}}^{\text{ZnS}} = 0,6 \cdot G_{\text{S}}^{\text{к-т}} \cdot \frac{M_{\text{Zn}}}{3 \cdot M_{\text{S}}} = 0,6 \cdot 9,5 \cdot \frac{65,39}{3 \cdot 32,07} = 3,87 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Zn}} = G_{\text{Zn}}^{\text{к-т}} - G_{\text{Zn}}^{\text{ZnS}} = 4,16 - 3,87 = 0,29 \text{ кг}$$

Мырышпен әрекеттескен оттегінің мөлшері келесідей:

$$G_{\text{O}}^{\text{ZnO}} = G_{\text{Zn}}^{\text{арл}} \cdot \frac{M_{\text{O}}}{M_{\text{Zn}}} = 7,5 \cdot \frac{16}{65,4} = 1,83 \text{ кг}$$

PbSO₄, PbS пен PbO құрамындағы қорғасын мөлшері мен осы қосылыстардағы қорғасынмен байланысқан оттегінің мөлшерін анықтаймыз:

$$G_{\text{Pb}}^{\text{PbSO}_4} = 2 \cdot 0,5 \cdot G_{\text{S}}^{\text{арл}} \cdot \frac{M_{\text{Pb}}}{3 \cdot M_{\text{S}}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 33,8 \cdot \frac{207,2}{3 \cdot 32} = 20,46 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Pb}} = G_{\text{Pb}}^{\text{к-т}} - G_{\text{Pb}}^{\text{PbSO}_4} = 33,8 - 20,46 = 13,34 \text{ кг}$$

$$G_{\text{O}}^{\text{PbO}} = G_{\text{Pb}} \cdot \frac{M_{\text{O}}}{M_{\text{Pb}}} = 13,34 \cdot \frac{16}{207,2} = 1,03 \text{ кг}$$

А қосымшасының жалғасы

$$G_{O}^{PbSO_4} = G_{Pb}^{PbSO_4} \cdot 4 \cdot \frac{M_O}{M_{Pb}} = 13,34 \cdot 4 \cdot \frac{16}{207,2} = 6,32 \text{ кг}$$

Мыспен байланысқан оттегінің мөлшерін табамыз:

$$G_{O}^{Cu_2O} = G_{Cu}^{аргл} \cdot \frac{M_O}{2 \cdot M_{Cu}} = 1,08 \cdot \frac{16}{2 \cdot 63,5} = 0,14 \text{ кг}$$

CaSO₄ (CaO·SO₃) құрамындағы оттегі мөлшері келесідей болып келеді:

$$G_{O}^{CaSO_4} = 2 \cdot 0,5 \cdot G_S^{аргл} \cdot \frac{M_O}{3 \cdot M_S} = 2 \cdot 0,5 \cdot 9,5 \cdot 3 \cdot \frac{16}{3 \cdot 32} = 4,74 \text{ кг}$$

Сульфаттар мен оксидтердегі жалпы оттегі:

$$G_O^* = 0,07 + 2,46 + 2,77 + 1,03 + 6,32 + 4,74 + 0,14 = 17,53 \text{ кг}$$

Осылайша, агломераттағы басқалардың мөлшері 3,53 кг тең болады.

Б қосымшасы

Шаңның мөлшері мен құрамын есептеу

Тотықтыруды ескермей шаңның құрамы мен мөлшерін есептейміз.

$$G_{Pb}^{ша} = G_{Pb}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{Pb}^{ша}}{100} = 33,8 \cdot \frac{1}{100} = 0,33 \text{ кг}$$

$$G_{Zn}^{ша} = G_{Zn}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{Zn}^{ша}}{100} = 4,16 \cdot \frac{3}{100} = 0,13 \text{ кг}$$

$$G_{Cu}^{ша} = G_{Cu}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{Cu}^{ша}}{100} = 1,08 \cdot \frac{1}{100} = 0,01 \text{ кг}$$

$$G_{SiO_2}^{ша} = G_{SiO_2}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{SiO_2}^{ша}}{100} = 8,7 \cdot \frac{1}{100} = 0,08 \text{ кг}$$

$$G_{CaO}^{ша} = G_{CaO}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{CaO}^{ша}}{100} = 6,6 \cdot \frac{1}{100} = 0,07 \text{ кг}$$

$$G_{Fe}^{ша} = G_{Fe}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{Fe}^{ша}}{100} = 15,1 \cdot \frac{1}{100} = 0,16 \text{ кг}$$

$$G_{O}^{ша} = G_{O}^{арл} \cdot \frac{\varepsilon_{O}^{ша}}{100} = 17,53 \cdot \frac{1}{100} = 0,18 \text{ кг}$$

Тотықтыру ескерілмегендегі шаңның құрамы мен мөлшері Б.1-кестеде келтірілген.

Б.1 Кесте – Тотықтыру ескерілмегендегі шаңның құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
Pb	0,33	35,5
Zn	0,13	13,1
Cu	0,01	1,11
SiO ₂	0,08	9,11
CaO	0,07	6,91
Fe	0,16	9,12
O	0,18	25,15
Барлығы	0,95	100,00

Б қосымшасының жалғасы

Тотықтыруды ескере отырып, шаңның құрамы мен мөлшерін анықтаймыз.

$$G_{\text{PbO}}^{\text{ша}} = G_{\text{Pb}}^{\text{ша}} \cdot \frac{M_{\text{PbO}}}{M_{\text{Pb}}} = 0,34 \cdot \frac{223,2}{207,2} = 0,36 \text{ кг}$$

$$G_{\text{ZnO}}^{\text{ша}} = G_{\text{Zn}}^{\text{ша}} \cdot \frac{M_{\text{ZnO}}}{M_{\text{Zn}}} = 0,12 \cdot \frac{81,4}{65,4} = 0,16 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Cu}_2\text{O}}^{\text{ша}} = G_{\text{Cu}}^{\text{ша}} \cdot \frac{M_{\text{Cu}_2\text{O}}}{2 \cdot M_{\text{Cu}}} = 0,01 \cdot \frac{143}{2} \cdot 63,5 = 0,01 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^{\text{ша}} = G_{\text{Fe}}^{\text{ша}} \cdot \frac{M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{2 \cdot M_{\text{Fe}}} = 0,15 \cdot \frac{159,7}{2 \cdot 55,85} = 0,22 \text{ кг}$$

Тотықтыруды ескеріле отырып, шаңның құрамы мен мөлшері Б.2 - кестеде келтірілген.

Б.2 Кесте – Тотықтыру ескергендегі шаңның құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
PbO	0,4	40,4
ZnO	0,2	17,3
Cu ₂ O	0,01	1,4
SiO ₂	0,1	9,5
CaO	0,07	7,3
Fe ₂ O ₃	0,12	24,1
Барлығы	0,9	100,00

Қорғасын зауыттарының тәжірибелік мәліметтері бойынша шахталық балқыту кезінде газдардың механикалық шығуы өңделетін агломерат массасының 1-2 % - ын құрайды. Біздің жағдайда газдың механикалық шығуы 1,56 % - ға тең.

В қосымшасы

Штейннің мөлшері мен құрамын есептеу

Балқыту кезіндегі десульфуризация дәрежесі мен штейндегі күкірттің мөлшері бойынша штейннің мөлшері мен құрамын есептейміз.

Балқыту кезіндегі десульфуризация дәрежесі келесіге тең:

$$D_S = 80 \%$$

Күкірттің штейнге шығымы:

$$\epsilon_S^{\text{шт}} = 100 - D_S - \epsilon_S = 100 - 80 - 0,5 = 19,5 \%$$

Штейнге өтетін күкірттің мөлшері:

$$G_S^{\text{шт}} = G_S^{\text{агл}} \cdot \frac{\epsilon_S^{\text{шт}}}{100} = 9,5 \cdot \frac{19,5}{100} = 1,85 \text{ кг}$$

Штейндегі күкірттің мөлшерін 20 %-ға тең деп алып, штейннің мөлшерін анықтаймыз:

$$G_{\text{шт}} = G_S^{\text{шт}} \cdot \frac{100}{C_S^{\text{шт}}} = 1,85 \cdot \frac{100}{20} = 9 \text{ кг}$$

Штейндегі қорғасынның мөлшері мен құрамын табамыз:

$$G_{\text{Pb}}^{\text{шт}} = G_{\text{Pb}}^{\text{агл}} \cdot \frac{\epsilon_{\text{Pb}}^{\text{шт}}}{100} = 33,8 \cdot \frac{1}{100} = 0,34 \text{ кг}$$

$$C_{\text{Pb}}^{\text{шт}} = G_{\text{Pb}}^{\text{шт}} \cdot \frac{100}{G_{\text{шт}}} = 0,34 \cdot \frac{100}{9} = 3,65 \%$$

Осыған ұқсас әдіспен штейнге өтетін қалған компоненттердің құрамын есептейік:

$$G_{\text{Zn}}^{\text{шт}} = G_{\text{Zn}}^{\text{агл}} \cdot \frac{\epsilon_{\text{Zn}}^{\text{шт}}}{100} = 4,16 \cdot \frac{9}{100} = 0,37 \text{ кг}$$

$$C_{\text{Zn}}^{\text{шт}} = G_{\text{Zn}}^{\text{шт}} \cdot \frac{100}{G_{\text{шт}}} = 0,37 \cdot \frac{100}{9} = 4,04 \%$$

В қосымшасының жалғасы

$$G_{Cu}^{шт} = G_{Cu}^{ағл} \cdot \frac{\epsilon_{Cu}^{шт}}{100} = 1,08 \cdot \frac{90}{100} = 0,97 \text{ кг}$$

$$C_{Cu}^{шт} = G_{Cu}^{шт} \cdot \frac{100}{G_{шт}} = 0,97 \cdot \frac{100}{9} = 10,49 \%$$

$$G_{бас}^{шт} = G_{шт} \cdot \frac{C_{бас}^{шт}}{100} = 9 \cdot \frac{1}{100} = 0,09 \text{ кг}$$

Темірдің құрамын айырма арқылы анықтаймыз.

$$G_{Fe}^{шт} = 100 - C_{бас}^{шт} - C_{Pb}^{шт} - C_{Zn}^{шт} - C_{Cu}^{шт} - C_{бас}^{шт} = 100 - 20 - 3,65 - 4,04 - 10,49 - 1 = 60,81 \%$$

$$G_{Fe}^{шт} = G_{шт} \cdot \frac{C_{Fe}^{шт}}{100} = 9 \cdot \frac{60,81}{100} = 5,63 \text{ кг}$$

Штейннің құрамы мен мөлшері В.1-кестеде келтірілген.

В.1 Кесте – Штейннің құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
Pb	0,35	3,7
Zn	0,36	4,1
Cu	0,97	10,5
Fe	5,68	60,8
S	1,8	20,0
Басқалары	0,09	0,9
Барлығы	9,0	100,00

Г қосымшасы

Шлактың мөлшері мен құрамын есептеу

Балқыту кезіндегі шлактың құрамы мен мөлшерін анықтаймыз. Компоненттер бойынша шлакты есептеуді агломераттағы шлактүзушілер мен кокстың күлінің мөлшеріне сүйене отырып жүргіземіз.

Тәжірибе деректеріне сүйене отырып, балқыту кезіндегі ылғалды кокстың шығыны өнделетін агломерат мөлшерінен 16,5 % - ды құрайды деп есептейміз. Кокстың ылғалдылығы 5 % - ды, күлділігі 14 % - ды құрайды.

Осылайша, ылғалды кокстың шығыны 13 кг құрайды, ал құрғақ кокс – $17 \cdot 0,96 = 16,3$ кг болады.

Балқытуға кокспен бірге $16,3 \cdot 0,85 = 13,9$ кг көміртегі түседі.

Кокстан шлакқа $16,3 \cdot 0,15 = 2,5$ кг мөлшерде күл өтеді.

Кокстың күлі келесі құрамға ие, %: $\text{SiO}_2 - 48$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 37$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 12$, $\text{CaO} - 2$, басқалары – 1.

Күлге өтеді:

$$\text{SiO}_2 - 2,45 \cdot 0,48 = 1,2 \text{ кг};$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 - 2,45 \cdot 0,37 = 0,9 \text{ кг};$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 - 2,45 \cdot 0,12 = 0,3 \text{ кг},$$

$$\text{оның ішінде: Fe} - 0,3 \cdot 2 \cdot 55,85 / 159,7 = 0,2 \text{ кг};$$

$$\text{O} - 0,3 - 0,17 = 0,09 \text{ кг};$$

$$\text{CaO} - 2,45 \cdot 0,02 = 0,05 \text{ кг};$$

$$\text{басқалары} - 2,45 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ кг}.$$

Шлакқа өтетін SiO_2 жалпы мөлшері келесідей:

$$G_{\text{SiO}_2}^{\text{шл}} = G_{\text{SiO}_2}^{\text{агл}} + G_{\text{SiO}_2}^{\text{кокс}} - G_{\text{SiO}_2}^{\text{ша}} = 8,7 + 1,18 - 0,09 = 9,79 \text{ кг}$$

Осыған сәйкес, шлакқа өтетін қалған компоненттердің мөлшерін есептейміз.

$$G_{\text{Fe}}^{\text{шл}} = G_{\text{Fe}}^{\text{агл}} + G_{\text{Fe}}^{\text{кокс}} - G_{\text{Fe}}^{\text{шт}} - G_{\text{Fe}}^{\text{ша}} = 15,1 + 0,21 - 5,63 - 0,15 = 9,52 \text{ кг}$$

$$G_{\text{FeO}}^{\text{шл}} = G_{\text{Fe}}^{\text{шл}} \cdot \frac{M_{\text{FeO}}}{M_{\text{Fe}}} = 9,52 \cdot \frac{71,85}{55,85} = 12,25 \text{ %}$$

$$G_{\text{CaO}}^{\text{шл}} = G_{\text{CaO}}^{\text{агл}} + G_{\text{CaO}}^{\text{кокс}} - G_{\text{CaO}}^{\text{ша}} = 6,6 + 0,05 - 0,07 = 6,58 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Al}_2\text{O}_3}^{\text{шл}} = 0,91 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Cu}}^{\text{шл}} = G_{\text{Cu}}^{\text{агл}} \cdot \frac{\varepsilon_{\text{Cu}}^{\text{шл}}}{100} = 1,08 \cdot \frac{5}{100} = 0,05 \text{ кг}$$

Г қосымшасының жалғасы

$$G_{\text{Cu}_2\text{O}}^{\text{шл}} = G_{\text{Cu}}^{\text{шл}} \cdot \frac{M_{\text{Cu}_2\text{O}}}{2 \cdot M_{\text{Cu}}} = 0,05 \cdot \frac{143}{2 \cdot 63,5} = 0,06 \text{ кг}$$

$$G_{\text{Zn}}^{\text{шл}} = G_{\text{Zn}}^{\text{агл}} \cdot \frac{\varepsilon_{\text{Zn}}^{\text{шл}}}{100} = 4,16 \cdot \frac{84}{100} = 3,49 \text{ кг}$$

$$G_{\text{ZnO}}^{\text{шл}} = G_{\text{Zn}}^{\text{шл}} \cdot \frac{M_{\text{ZnO}}}{M_{\text{Zn}}} = 3,49 \cdot \frac{81,4}{65,4} = 4,35 \text{ кг}$$

$$G_{\text{бас}}^{\text{шл}} = (G_{\text{бас}}^{\text{агл}} - G_{\text{бас}}^{\text{шт}}) \cdot \frac{\varepsilon_{\text{бас}}^{\text{шл}}}{100} + G_{\text{бас}}^{\text{кокс}} = (3,53 - 0,09) \cdot \frac{98}{100} + 0,02 = 3,39 \text{ кг}$$

Қорғасынды есептегенде шлақтың жалпы мөлшері:

$$9,8 + 12,3 + 6,6 + 0,9 + 0,06 + 4,4 + 3,4 = 37,3 \text{ кг.}$$

Шлақтағы қорғасын мөлшерін 1,5 % тең деп қабылдаймыз, сонда PbO құрамы келесіні құрайды:

$$C_{\text{PbO}}^{\text{шл}} = C_{\text{Pb}}^{\text{шл}} \cdot \frac{M_{\text{PbO}}}{M_{\text{Pb}}} = 1 \cdot \frac{223,2}{207,2} = 1,08 \%$$

Шлақтағы PbO мөлшері: $37,3 \cdot 1,08 / (100 - 1,08) = 0,4 \text{ кг.}$

Сонда шлақтың жалпы мөлшері $37,3 + 0,4 = 37,7 \text{ кг.}$

Шлақты есептеу нәтижелерін Г.1 және Г.2- кестелерге келтіреміз.

Г қосымшасының жалғасы

Г.1 Кесте – Шлактың химиялық құрамы және мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
Pb	0,39	1,00
SiO ₂	9,78	25,9
CaO	6,57	17,48
Cu	0,06	0,14
Zn	3,48	9,2
Fe	9,53	25,29
O	4,53	11,99
Басқалары	3,38	9
Барлығы	37,7	100,00

Г.2 Кесте – Шлактың заттық құрамы мен мөлшері

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, %
PbO	0,42	1,07
SiO ₂	9,78	25,95
CaO	6,57	17,43
Al ₂ O ₃	0,92	2,41
Cu ₂ O	0,06	0,15
ZnO	4,34	11,54
FeO	12,26	32,46
Басқалары	3,39	9
Барлығы	37,7	100,00

Д қосымшасы

Кокстың жануы үшін үрлеудің мөлшері мен шығатын газдардың құрамын есептеу

Газдарға өтетін күкірт мөлшерін анықтаймыз:

$$G_S^{\text{газ}} = G_S^{\text{арл}} \cdot \frac{\varepsilon_S^{\text{газ}}}{100} = 9,5 \cdot \frac{30}{100} = 2,85 \text{ кг}$$

Шығатын газдарда күкірт SO₂ түрінде болады деп қабылдаймыз. Сонда, газдардағы SO₂ мөлшері:

$$G_{\text{SO}_2}^{\text{газ}} = G_S^{\text{газ}} \cdot \frac{M_{\text{SO}_2}}{M_S} = 2,85 \cdot \frac{64}{32} = 5,69 \text{ кг}$$

$$V_{\text{SO}_2}^{\text{газ}} = G_{\text{SO}_2}^{\text{газ}} \cdot \frac{22,4}{M_{\text{SO}_2}} = 5,69 \cdot \frac{22,4}{64} = 1,99 \text{ м}^3$$

SO₂ түзілу үшін қажетті оттегі мөлшері:

$$G_O^{\text{SO}_2} = G_{\text{SO}_2}^{\text{газ}} - G_S^{\text{SO}_2} = 5,69 - 2,85 = 2,84 \text{ кг}$$

Шахталық балқыту процесіндегі коксты жағу пештің газдарындағы CO₂:CO қатынасымен анықталатын пештегі тотықсыздандырғыш атмосфераның пайда болуымен ескеріліп жүреді. Біздің жағдайда CO₂:CO қатынасын 2:1 тең деп аламыз, яғни пештегі кокстың $\frac{2}{3}$ көміртегісі CO₂ - ге дейін, ал $\frac{1}{3}$ -і CO - ға дейін жанады.

$$G_O^{\text{CO}_2} = \frac{2}{3} \cdot G_C^{\text{кокс}} = \frac{2}{3} \cdot 13,87 = 9,25 \text{ кг}$$

$$G_O^{\text{CO}} = \frac{1}{3} \cdot G_C^{\text{кокс}} = \frac{1}{3} \cdot 13,87 = 4,62 \text{ кг}$$

Кокстың жануы кезінде түзілетін газдардың мөлшерін және оның жануына қажетті оттегі мөлшерін анықтаймыз:

$$G_{\text{CO}_2}^{\text{газ}} = G_C^{\text{CO}_2} \cdot \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_C} = 9,25 \cdot \frac{44}{12} = 33,91 \text{ кг}$$

$$G_O^{\text{CO}_2} = G_{\text{CO}_2}^{\text{газ}} - G_C^{\text{CO}_2} = 33,91 - 9,25 = 24,66 \text{ кг}$$

Д қосымшасының жалғасы

$$G_{CO}^{газ} = G_C^{CO} \cdot \frac{M_{CO}}{M_C} = 4,62 \cdot \frac{28}{12} = 10,79 \text{ кг}$$

$$G_O^{CO} = G_{CO}^{газ} - G_C^{CO} = 10,79 - 4,62 = 6,17 \text{ кг}$$

Газдардағы жалпы оттегі CO, CO₂ және SO₂ формада болады:
2,8 + 24,5 + 6,1 = 33,6 кг.

Үрлеумен бірге беруге қажетті оттегінің мөлшерін табамыз:

$$G_O^a = G_O^{CO} + G_O^{CO_2} + G_O^{SO_2} + G_O^{шл} + G_O^{ша} - G_O^{ағл} - G_O^{қокс} = 6,17 + 24,66 + 2,84 + 4,52 + 0,18 - 17,53 - 0,09 = 20,75 \text{ кг}$$

$$V_{O_2}^a = G_O^a \cdot \frac{22,4}{2 \cdot M_{O_2}} = 20,75 \cdot \frac{22,4}{32} = 14,53 \text{ м}^3$$

Үрлеу ретінде құрамында 21 % (көл.) оттегісі бар ауа қолданылады.
Үрлеудің жалпы көлемін есептейміз.

$$V_a = V_{O_2}^a \cdot \frac{100}{C_{O_2}^a} = 14,53 \cdot \frac{100}{21} = 69,18 \text{ м}^3$$

Үрлеудегі азот мөлшері:

$$V_{N_2}^a = V_a - V_{O_2}^a = 69,18 - 14,53 = 54,65 \text{ м}^3$$

$$G_{N_2}^a = G_{N_2}^a \cdot \frac{2 \cdot M_{N_2}}{22,4} = 54,65 \cdot \frac{28}{22,4} = 68,31 \text{ кг}$$

Үрлеу массасы келесіні құрайды:

$$G = G_{O_2} + G_{N_2} = 20,75 + 68,31 = 89,07 \text{ кг}$$

Жүргізілген есептеулерге сүйене отырып шығатын газдардың мөлшері мен құрамының кестесін (Д.1-кесте) құрайық.

Д қосымшасының жалғасы

Д.1 Кесте – Шығатын газдардың мөлшері мен құрамы

Компонент	Мөлшері, кг	Құрамы, % масса бойынша	Мөлшері, м ³	Құрамы, % көлем бойынша
SO ₂	5,68	4,82	1,98	2,42
N ₂	68,32	57,54	54,66	66,22
CO ₂	33,9	28,56	17,25	20,91
CO	10,8	9,09	8,64	10,45
Барлығы	118,7	100,00	82,5	100,0

Жүргізілген есептеулерге сүйене отырып, қорғасын агломератын шахталық балқыту процесінде балқытудың бастапқы (Д.2-кесте) және ақырғы (Д.3-кесте) материалдық баланстар құрамыз.

Д қосымшасының жалғасы

Д.2 Кесте – Қорғасын агломератын шахталық балқыту процесінің бастапқы материалдық балансы

Материал	Pb	Zn	Cu	Fe	S	O	N ₂	C	SiO ₂	CaO	Басқалары	Барлығы
Тиелді												
1. Агломерат	33,8	4,16	1,08	15,1	9,5	17,53	-	-	8,70	6,6	3,53	100,0
2. Кокс	-	-	-	0,17	-	-	-	13,87	0,97	0,04	1,37	16,67
3. Ауа	-	-	-	-	-	20,75	68,31	-	-	-	-	89,07
Барлығы	33,8	4,16	1,08	15,27	9,5	38,28	68,31	13,87	9,67	6,64	4,9	206,00
Алынды												
1. Штейн	0,35	0,36	0,96	5,62	1,85	-	-	-	-	-	0,09	9,0
2. Шлак	0,36	3,5	0,06	9,5	-	4,53	-	-	9,58	6,56	3,4	37,73
3. Қаралы қорғасын	32,74	0,16	0,04	-	0,05	-	-	-	-	-	-	33,02
4. Шаң	0,35	0,13	0,01	0,15	-	0,17	-	-	0,08	0,07	-	0,96
5. Шығатын газдар	-	-	-	-	7,6	33,67	68,3	13,8	-	-	1,4	124,86
Барлығы	33,8	4,16	1,08	15,27	9,5	38,28	68,3	13,8	9,66	6,63	4,9	206,00

Д қосымшасының жалғасы

Д.3 Кесте – Қорғасын агломератын шахталық балқыту процесінің ақырғы материалдық балансы

Материал	Мөлшері, т	Pb			Zn			Cu			Fe			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Тиелді:														
1. Агломерат	100,0	21,53	33,8	100	2,65	4,16	100	0,69	1,08	100	9,62	15,10	98,89	
2. Кокс	16,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	0,17	1,11	
3. Ауа	89,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Барлығы:	206,0		33,8	100		4,16	100		1,08	100		15,27		
Алынды:														
1. Штейн	9,0	3,77	0,33	1	4,1	0,36	8,88	10,88	0,97	90,73	62,55	5,62	36,87	
2. Шлак	37,73	1,07	0,38	1,09	9,28	3,51	84,15	0,14	0,06	4,64	25,17	9,49	62,16	
3. Қаралы қорғасын	33,02	96,88	32,74	96,89	0,5	0,16	4,08	0,13	0,04	3,71	-	-	-	
4. Шаң	0,96	35,79	0,35	1,02	12,64	0,13	2,89	1,04	0,01	0,92	15,78	0,16	0,97	
5. Шығатын газдар	124,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Барлығы	206,0		33,8	100		4,16	100		1,08	100		15,27	100	

I – құрамы, %; II – мөлшері, кг;