

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

Урынбеков Рустем Серикханович

«Жоғары мысты сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру  
кезінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу»

Дипломдық жұмысқа  
**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B070900 – Металлургия

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



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

Тәжі М.Б. Барменшинова

« 14 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жоғары мысты сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру кезінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған:

Урынбеков Рустем Серикханович

Ғылыми жетекші

т.ғ.к., кауым. профессор

Н.Қ. Досмұхамедов

« 15 » 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



БЕКІТЕМІН  
Кафедра менгерушісі  
техн. ғыл. канд.

*М.Б. Барменшинова*  
М.Б. Барменшинова  
2019 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға  
**ТАПСЫРМА**

Білім алушы: *Урынбеков Рустем Серикханович*

Тақырыбы: *«Жоғары мысты сульфидті қорғасын концентратын  
агломерациялық күйдіру кезінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында бөлініп  
таралуын зерттеу»*

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «22» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *ЖШС «Казцинк» өндірісінің  
мәліметтері*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Өндірістің технологиялық үрдістері;

б) Металлургиялық есептеулер;

в) Экономика бөлімі;

г) Еңбек қорғау бөлімі.


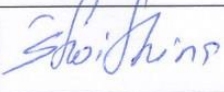
Графикалық материалдардың тізімі: Жұмыс бойынша \_\_\_ слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атау

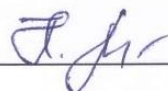
Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

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	14.05.2019	

Ғылыми жетекші



Н.К. Досмұхамедов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Р.С.Урынбеков

Күні

«14» қаңтар 2019 ж.

## Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСЫНА

(жұмыс түрлерінің атауы)

Урынбеков Рүстем Серикханович

(оқушының аты жөні)

5B070900 – «Металлургия»

(мамандық атауы мен шифрі)

**Тақырыбы:** Жоғары мысты сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру 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 сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру процесі зерттелінді. Жұмыста қорғасын өндірісінде кең қолданысқа ие болған агломерациялық күйдіру процесінің теориясы және тәжірибесі қарастырылды. Жұмыста мысқа бай сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру процесінің материалдық және жылу баланстары есептелінді. Жұмыстың металлургиялық есептеулер бөлімінінен алынған нәтижелерден мыс пен қорғасынның күйдіруден кейін алынатын өнімдер арасында бөлініп таралуы зерттелінді. Жұмыста алынған нәтижелер бойынша тәжірибеге ұсыныстар берілді.

Ескерту ретінде жұмыста мысқа бай сульфидті қорғасын концентратын күйдіру кезінде мырыштың бөлініп таралуы 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.

«06» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмысқа  
**РЕЦЕНЗИЯ**

Урынбеков Рүстем Серикханович  
(оқушының аты жөні)

«5B070900 – Metallургия»  
(мамандықтың атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Жоғары мысты сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру 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 сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру процесі зерттелінді. Жұмыста қорғасын алудың технологиялық сұлбасы қарастырылды. Жұмыстың металлургиялық бөлімінде құрамынды мысы жоғары сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру процесінің материалдық және жылу баланстық есептеулері жүргізілді. Агломерациялық күйдіру кезінде алынатын өнімдер арасында мыс пен қорғасынның бөлініп таралуы қарастырылды.

Жұмыс бойынша сұрақ: агломерациялық күйдіру кезінде десульфуризация дәрежесі немен анықталады? Агломератта қалатын күкірттің мөлшері немен байланысты?

**ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ**

Жалпы дипломдық жұмыс жұмыстың мазмұны талапқа сай және «өте жақсы, 97%» деп бағалана алады. Ал Урынбеков Рүстем Серикханович «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 сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру кезінде мыс, қорғасынның өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу»
Автор:	Урынбеков Рустем Серикханович
Координатор:	Нурлан Досмухамедов
Дата отчета:	2019-04-25 08:11:08
Коэффициент подобия № 1: ?	<b>1,4%</b>
Коэффициент подобия № 2: ?	<b>0,0%</b>
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	25
Количество слов:	5 387
Число знаков:	42 463
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	3



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 20

&gt;&gt;

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

&gt;&gt;

Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста қазіргі уақытта қорғасын өндірісінде кең тараған технологиялар қарастырылды. Сонымен қатар, заманауи жағдайда мысқа бай сульфидті қорғасын концентраттарын агломерациялап күйдіру процесінің оптималды параметрлерін таңдау көрсетілді. Агломерациялап күйдірудің мақсаты: концентратты кесектеп және десульфиризациялап келесі процесс – балқытуға дайындау.

Түйін сөздер: мыс, қорғасын, агломерациялап күйдіру, агломерат, шаң, пирометаллургия.

Жұмыстың мақсаты – Мысқа бай сульфидті қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру кезінде мыс, қорғасынның алынатын өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу.

Қойылған мақсатқа жету үшін келесі мәселелер шешілді:

- қорғасын өндірісі технологиялық сұлбасын зерттеу;
- құрамында мысы жоғары сульфидті қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің оптималды параметрлерін орнату;
- негізгі мыс, қорғасынның агломератқа бөліп алуын арттыру жолдарын анықтау;

Дипломдық жұмысты орындау барысында қара мысты оттық тазалау процесіне қатысты еңбекті қорғау шаралары қарастырылған.



## АННОТАЦИЯ

В настоящее время дипломная работа демонстрирует технологию повышения качества свинцовой продукции при производстве свинца. Целью агломерирующего обжига является окускование и десульфидизация концентрата, необходимое для подготовки ее к следующей стадии - плавке. В связи с этим рекомендовано провести исследования по агломерирующего обжига высокомедистых сульфидных свинцовых концентратов.

Ключевые слова: медь, свинец, агломерирующий обжиг, агломерат, пыль, пирометаллургия.

Цель работы – Исследование распределения меди, свинца, между продуктами агломерирующего обжига высокомедистых сульфидных свинцовых концентратов.

Для достижения цели в работе были решены следующие вопросы:

- технологическая схема получения свинца;
- анализ оптимальных параметров процесса агломерирующего обжига высокомедистых сульфидных свинцовых концентратов;
- максимально высокое извлечение основных составляющих концентрата меди и свинца в агломерат;

Рассмотрены мероприятия по охране труда и экономике.

## ANNOTATION

Currently, the thesis demonstrates the technology to improve the quality of lead products in the production of lead. The purpose of agglomerated roasting is the agglomeration and desulfurization of the concentrate, necessary for preparing it for the next stage - smelting. In this regard, it was recommended to conduct research on the agglomerating roasting of high-copper lead sulfide concentrates.

Keywords: copper, lead, agglomerated roasting, agglomerate, dust, pyrometallurgy.

The aim of the work is to study the distribution of copper, lead, between the products of agglomerative roasting of high-copper sulfide lead concentrates.

To achieve the goal in work the following issues were resolved:

- technological scheme for obtaining lead;
- analysis of the optimal parameters of the process of agglomerating roasting of high-copper lead sulfide concentrates;
- the highest possible extraction of the main components of the concentrate of copper and lead in the agglomerate;

Considered event on labor protection and the economy.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	12
1 Қорғасын өндірісі мен тұтынудың заманауи жағдайы	13
1.1 Қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің теориясы мен тәжірибесі	15
1.2 Агломерациялық күйдіру процесінің химизмі	16
1.3 Процестің теориясы мен тәжірибесі	19
1.4 Зерттеу бағытын таңдау және негіздеу	27
2 «Казцинк» ЖШС жағдайында сульфидті мыс-қорғасын құрамды концентратты агломерациялап күйдіру. Metallургиялық есептеулер	29
2.1 Сульфидті мыс – қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің материалдық баланс есебі	31
2.2 Бастапқы шикізаттың рационалдық құрамын есептеу	32
2.3 Шығатын өнімдердің құрамын есептеу	33
2.3.1 Агломераттың құрамын есептеу	33
3 Мыс және қорғасынның агломерациялап күйдіру өнімдері арасында бөлініп таралуын зерттеу	36
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау. Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 15 мамырдағы № 251 – III Заңы «ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕҢБЕК КОДЕКСІ»	38
4.1 Қауіпті және зиянды факторларды анализдеу	38
4.2 Техника қауіпсіздігі	38
5 Экономикалық бөлім	40
5.1 Пайданы есептеу	40
Қорытынды	42
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	43
А қосымшасы. «Казцинк» ЖШС жағдайында сульфидті мыс-қорғасын құрамды концентратты агломерациялап күйдіру. Metallургиялық есептеулер	44
Б қосымшасы. Сульфидті мыс – қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің материалдық баланс есебі	49
В қосымшасы. Агломераттың рационалдық құрамын есептеу	55

## КІРІСПЕ

Түсті металлургия саласы Қазақстанның негізгі өндіріс көзі болып табылады және Қазақстан экономикасының дамуы осы саланың жағдайына тікелей байланысты.

Кеннен қорғасын алудың бастапқы тәсілі беймәлім және алғашында қорғасын кездейсоқ алынды деген болжам бар. Тотыққан қорғасын кені болып келетін тастармен желден қорғалған от орнында кесу, соғу, балқытуға берілетін жұмсақ металды адам байқауы мүмкін. ТМД елдерінде қорғасынның негізгі үлесі Қазақстан Республикасының зауыттарында (АО "УК СЦК", АО "ЛПК", АО "ШСЗ") өндіріледі. Қорғасынды Ресейде "Электроцинк" зауытында және ПО "Дальполиметалл", Украинада – "Укрцинк" зауытында өндіреді. АО "ЛПК" және "Укрцинк" қорғасын зауыттарында екіншілей қорғасын шикізаты өңделеді, қалған зауыттарда шихта, негізінен, кен шикізатынан тұрады. АО "УК СЦК", АО "ШСЗ", "Электроцинк" қорғасын зауыттарының шихтасында кен шикізатынан басқа, мырыш, мыс және өзге өндірістің жартылай өнімдері мен қалдықтары, клинкер мен үйінді шлактар, екіншілей шикізат және т.б. кездеседі.

Агломератта кездесу түрі бойынша қорғасынның болжамды таралуы төменде келтірілген, жалпы қорғасын мөлшерінің %: силикатты – 55–60; ферритті – 10–15; сульфидті – 15–20; тотықты – 8–10; металлды – 3–5; сульфатты – 1 кем.

## 1 Қорғасын өндірісі мен тұтынудың замануи жағдайы

Қорғасын металлургиясы жаңа дәуірге дейін ертеректе туындады. Египетте, мысалы, ол жаңа дәуірге дейін 5000-7000 жыл бұрын күміс және алтынмен біруақытта алынды. Кеннен қорғасын алудың бастапқы тәсілі беймәлім және алғашында қорғасын кездейсоқ алынды деген болжам бар. Тотыққан қорғасын кені болып келетін тастармен желден қорғалған от орнында кесу, соғу, балқытуға берілетін жұмсақ металды адам байқауы мүмкін. Қызығушылық танытқан адам қорғасынды қарапайым отта, одан кейін ішінен таспен төселген кішкентай шұңқырларда балқыта бастады. Бастапқыда мұндай пештер табиғи күшпен жұмыс істеді, содан кейін шлак түзілуі қажет температураға қол жеткізу үшін үрлеу (қамыс үрлеуіштер, жүндер) қолдануды үйренді. Мұндай кішігірім екі фурмасы бар шахталы пештер шамамен 6000 жыл бұрын жұмыс істеді. Отын ретінде ағаш көмірі қолданылды [1].

Грецияда қорғасын жылтырағынан (қорғасын сульфиді) күмісті бөліп алу кезінде қосалқы өнім ретінде қорғасын алынды. Алынған кен ұсақталды, байытылды (бос жыныс шайылды) және ағаш көмірмен ошақтарда балқытылды. Күміс алу үшін қорғасынды тотықтырды, глеттан металды қорғасын алды.

Қазіргі таңда қорғасынның дүниежүзілік тұтынуы, Қорғасын мен мырышты зерттеу бойынша Халықаралық топтың (International Lead Zinc Study Group – ILZSG) бағасы бойынша 1965 ж. 3,4 млн тоннадан 2000 ж. 6,44 млн тоннаға көтерілді. Бұл кезде кен шикізатынан қорғасын өндірісі айтарлықтай жоғарылаған жоқ (1965 ж. 2,7 млн т және 2000 ж. 3,0 млн т-ға жуық). Металдардың Лондондық биржасында қорғасын құны 1996 ж. мамыр айында 840 \$/т дейін (орташа жылдық құны – 734 \$/т) шарықтаулы бағасынан 2000 ж. 455 \$/т деңгейіне төмендеді. Қорғасынның негізгі өндірушілері мен тұтынушылары АҚШ, Жапония, Қытай, Германия, Австралия, Ұлыбритания, Канада, Мексика болып табылады.

Қорғасын өндірісінің негізгі шикізаты кендер мен концентраттар болып келеді. Мұнда қорғасын мен мырыштан басқа, алтын, күміс, мыс, қалайы, кадмий, мышьяк, сурьма, висмут және т.б. тәрізді кейбір өзге бағалы металдар кездеседі. Осы металдардың барлығы әдетте, кенді полиметалл кенорындарында қорғасын мен мырыштың ілеспелері болып табылады.

Өнеркәсіптің қорғасын-мырыш саласында заманауи ғылымның міндеті аса жоғары экономикалық тиімділікпен шикізатты кешенді пайдалану жолдарын зерделеу және жасау болып табылады [2].

Қиыр Шығыста қорғасын өндіретін негізгі мемлекеттер Қытай, АҚШ (осы мемлекеттерде жалпы өндірістің 50 % жоғары), Германия, Ұлыбритания, Жапония, Франция, Австралия, Канада, Мексика, Италия, Бельгия, Испания, Оңтүстік Корея болып табылады. Осы мемлекеттерде шығарылатын жалпы қорғасынның шамамен 50 %-ы екіншілей шикізаттан өндіріледі.

ТМД елдерінде қорғасынның негізгі үлесі Қазақстан Республикасының зауыттарында (АО "УК СЦК", АО "ЛПК", АО "ШСЗ") өндіріледі. Қорғасынды

Ресейде "Электроцинк" зауытында және ПО "Дальполиметалл", Украинада – "Укрцинк" зауытында өндіреді. АО "ЛПК" және "Укрцинк" қорғасын зауыттарында екіншілей қорғасын шикізаты өңделеді, қалған зауыттарда шихта, негізінен, кен шикізатынан тұрады. АО "УК СЦК", АО "ШСЗ", "Электроцинк" қорғасын зауыттарының шихтасында кен шикізатынан басқа, мырыш, мыс және өзге өндірістің жартылай өнімдері мен қалдықтары, клинкер мен үйінді шлактар, екіншілей шикізат және т.б. кездеседі.

Қорғасын- ауыл шаруашылығының әртүрлі салаларында таза металл түрінде және өзге металдармен оның қорытпасы түрінде қолданылады. Жұмсақ қорғасын өнеркәсіптің электротехника саласында аса кеңінен қолданысқа ие болды. Мұнда ол, ең бастысы, аккумуляторлар, электркабельдер мен созылмалы сақтандырғыштар дайындауда пайдаланылады. Оған қоса, металды қорғасын, қышқылға төзімді аппараттар мен қышқылөткізгіштер дайындауда химиялық өнеркәсіпте пайдаланылатын құбырлар және жаймалар түрінде қолданылады. Сынамалық талдауда қорғасынды сынамалы қорғасын (ұсақ бөлшек) түрінде қолданады.

Басқа металдармен қорытпалар түрінде қорғасын өнеркәсіптің көптеген салаларында баббиттердің әртүрлі маркаларын немесе оны алмастырғыштар, дәнекерлер және т.б. дайындау үшін қолданылады.

Қорғасынның қалайымен немесе оның алмастырғышымен қорытпасынан типографиялық қорытпа дайындалады.

Арнайы қорытпалар түрінде қорғасын кәдімгі оқтың қабықшасын толтыру үшін, сонымен қатар аңшылық бытыра дайындау үшін қолданылады.

Қорғасын басқа металдармен балқу қабілеттілігіне ие болатындықтан, балқу температурасы төмен қорытпалар алуға болады. Мәселен, мысалы: висмут, қалайы, қорғасын мен кадмий компоненттерінің белгілі бір қатынасы 60 – 300 °С- қа дейін балқу температурасымен қорытпа береді.

Қорғасын  $\alpha, \beta, \gamma$  рентген сәулелерін өткізбеу қабілеттілігіне ие.

Қорғасын этил бензинінде антидетонатор ретінде қолданылады.

Басқа элементтермен химиялық қосылыс ретінде, қорғасын, ең бастысы бояу түрінде қолданылады. Мәселен, мысалы, қорғасынның негіздік көмірқышқыл тұзы жалғыз немесе мырыш тотығымен қоспасы, ғимараттардың ішкі бөлігін әрлеуде қолданылатын қорғасынды ақ сұр – бояу ретінде мәлім.

Қорғасынды қызыл бояу ( $Pb_3O_4$ ) – ұсталық жұмыстар мен темір шатырларды бояуда қолданылатын бояу.

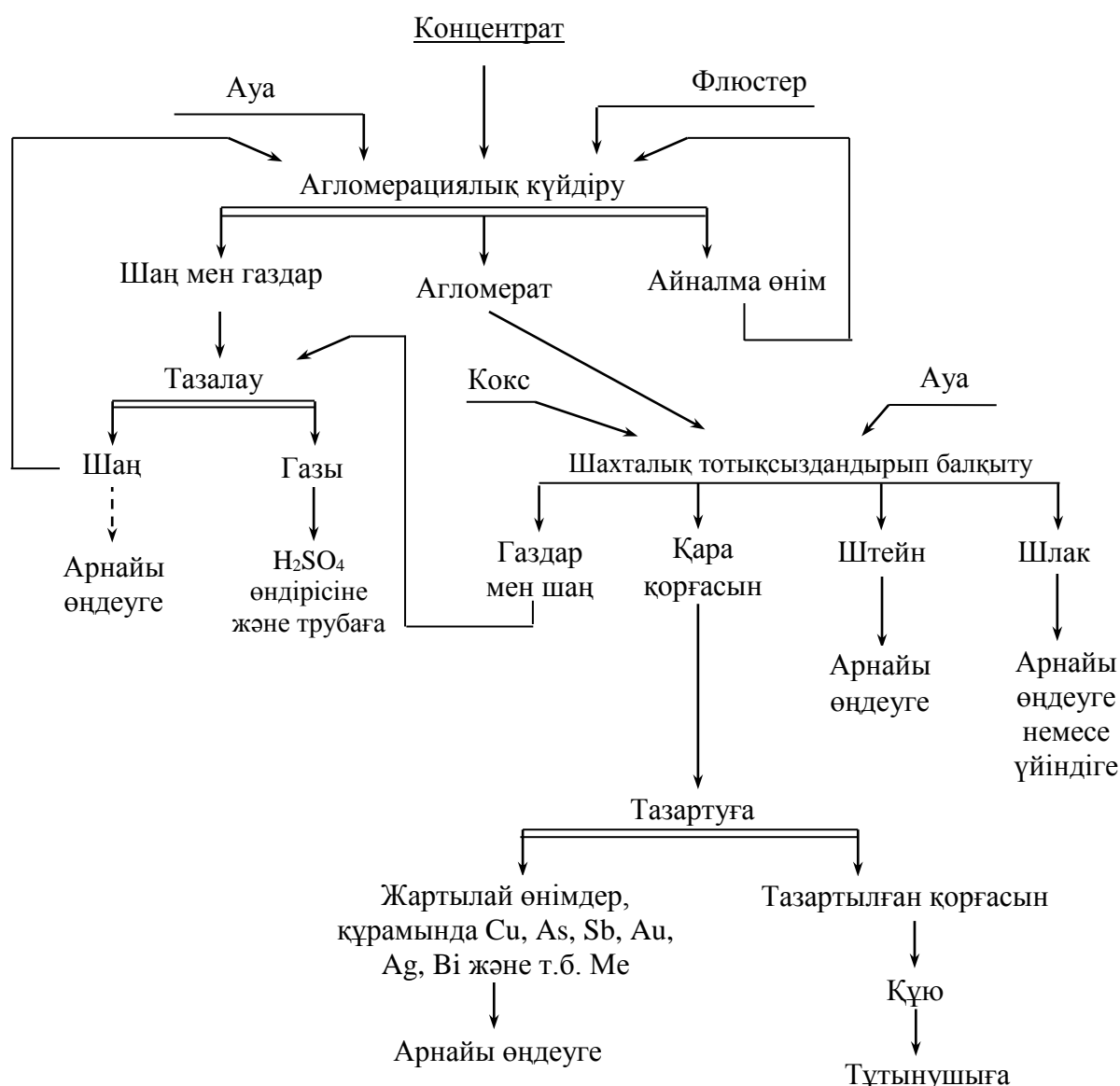
Глет ( $PbO$ ) сынамалы зертханаларда, резеңке, шыны және т.б. өндірісінде пайдаланылады. Көмірқышқылды қорғасын ( $Pb(CH_3COO)_2$ ) медицинада қолданылады (аталмыш "қорғасынды дәке").

Қорғасын тұтынудың негізгі бабы қорғасын-қышқыл аккумуляторлары болып табылады (олардың дайындалуына индустриалды дамыған мемлекеттерде тұтынатын қорғасынның 55 - 85 % дейін шығындалады), мұнда қорғасын глет пен сульфат және сурьма, кальций немесе қалайы қосылған қорытпалар түрінде қолданылады. Тұтынудың өзге облыстары пигменттер мен басқа қосындылар (10%), илемдер (5%), қорытпалар (4%), ату жарақтары (3%), кабель

кабықшаларының (3 %) өндірісі болып табылады. Бензинге қосынды ретінде қорғасын қолданылуы 1 % дейін төмендеді [3, 4].

### 1.1 Қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің теориясы мен тәжірибесі

Қазіргі уақытта, қорғасын алудың негізгі тәсілі шахтада тотықсыздандырып балқыту болып табылады. Балқыту аппараты ретінде шахталы пеш қолданылады. Қорғасын концентратын өңдеу процесін 1 - суретте келтірілген технологиялық сұлба бойынша жүзеге асырады [5-8].



1 Сурет – Шахтада тотықсыздандырып балқыту әдісімен қорғасын концентратын өңдеудің технологиялық сұлбасы

Берілген технологияның бірінші операциясы агломерациялық күйдіру болып табылады. Агломерациялық күйдірудің міндеті – қорғасын концентратын қара қорғасынға шахтада балқытуға дайындау. Сульфидті қорғасын концентраттарын балқытуға дайындаудың мақсаттары келесідей:

- сульфидті шикізатты ауа оттегісімен тотықтыру арқылы концентраттан күкіртті жою. Күйдіру кезінде онтайлы десульфуризация дәрежесі 60 - 85 % аралығында ауытқиды және қорғасын концентратының химиялық құрамына тәуелді. Мәселен, концентратта ауқымды көлемде мыс кездесетін болса, агломератты ары қарай балқыту кезінде штейн алынуына қажетті күкіртті агломератта қалдырады.

- құрамында көп мөлшерде мырыш кездесетін қорғасын шикізатын өңдеу кезінде, күйдіруді максималды десульфуризациямен жүргізеді («нық етіп» тотықтырып күйдіру);

- ұсақ материалды кесектеу және шахталы пеште балқытуға жарамды кеуекті, газөткізгіш, берік агломерат алу;

- концентраттың бағалы ұшқыш компоненттерін, кейіннен күйдіру газдарынан бөліп алумен, газ фазасына өткізу (S, As, Sb, Cd және сирек металдар).

Қорғасын концентраттарын пісіру мен күйдіруді агломерациялық машиналарда жүргізген ыңғайлы, олардың айрықша ерекшелігі күйдіру процесінде шихта қабаты арқылы ауаның қарқынды тесіп өтуі (немесе үрлеу). Күйдірудің мұндай аппаратуралық рәсімделуі бір металлургиялық агрегатта қорғасын концентратын тотықтырып күйдіру мен күйдірілген материалды пісіруді жеңіл біріктіруге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта, сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру қорғасын зауыттарында тұтастай қолданыс тапты.

## 1.2. Агломерациялық күйдіру процесінің химизмі

Қорғасын концентраттарына күкіртті жою және металл сульфидтерін тотыққа дейін тотықтыру қажеттілігі, қорғасын тотығының кейінгі балқыту процесінде қорғасынның аса жеңіл тотықсызданатын қосылысы болуымен туындап отыр [9]. Балқытуға түсетін шихтадан күкірттің жартылай жойылуы сульфидті фазамен қорғасынның жоғалуына және оның қара металға бөлуінің төмендеуіне әкеледі. Күкіртті жоюды концентратты тотықтыру атмосферасында 1000–1100 °С температурасына дейін қыздыру арқылы жүзеге асырады. Бұл кезде келесі реакциялар өтеді:





Агломератта қорғасын сульфатының кездесуі қажет емес, себебі кейінгі тотықсыздандырып балқыту процесінде ол штейнге келесі реакция бойынша өтетін болады:



700 °С жоғары температурада түзілетін қорғасын сульфаты диссоциацияланады:



650 °С жоғары температурада күрделі қорғасын қосылыстары түзіледі:



Мұндай қорғасын қосылыстарының түзілуі қажет. Себебі, қорғасын силикаттары мен ферриттері аса жеңіл балқиды және күйдіру кезінде біршама көлемде сұйық фаза түзеді, ол шихтаның пісірілуіне және ірі кесекті материалдың алынуына әсер етеді. Сондықтан шихтаға, сульфидті минералдан түйіршіктерін механикалық бөлетін, олардың дербес күйдірілуіне әсер ететін флюстер қосады. Сонымен қатар, олар сульфидтердің тотығуы кезінде бөлінетін артық жылу мөлшерін шығаруды жақсартады – термореттеуіш ролін атқарады. Флюстер ретінде шихтаға әктас, кварц, темір кені, қайтымды шлактарды қосады. Балқытылған компоненттер көлемі, шихтаның газөткізгіштігін төмендетпеу және тотығу реакциясы аяқталғанша шихтаның уақыттан бұрын балқуына жол бермеу үшін 20–25 % артық болмау керек. Агломерациялық машинада материал ұзақ уақыт орналасса, қорғасын тотығы мен сульфидінің қатты фазада әрекеттесу реакциясы өтуі мүмкін:



Бұл реакция аз дәрежеде өтеді және қажетсіз, себебі, бұл кезде түзілетін металды қорғасынның балқу температурасы төмен (327,4 °С) және процесс температурасында қақтау машинасының паллеталарын балқытып жібереді, бұл оның жылдам тозуына әкеледі. Оның алдын алу үшін, қорғасын сульфидтерінің мүмкіндігінше максималды тотығу жылдамдығын қамтамасыз ету қажет.

Агломератта кездесу түрі бойынша қорғасынның болжамды таралуы төменде келтірілген, жалпы қорғасын мөлшерінің %: силикатты – 55–60; ферритті – 10–15; сульфидті – 15–20; тотықты – 8–10; металлды – 3–5; сульфатты – 1 кем.

Күйдіру шихтасында қорғасын мөлшері жоғары болған сайын, соншалықты оның аз бөлігі силикаттар мен ферритерге байланысады және

соншалықты көп бөлігі агломератта тотық немесе металл түрінде қалады. Бұл кезде газ фазасына қорғасын жоғалымдары артады, мәселен 1100 °С температурада Pb, PbO және PbS бу серпімділігі, сәйкесінше 1,0; 1,9 және 12 кПа құрайды. Сондықтан қорғасын өндірісінің тәжірибесінде қорғасын мөлшері 50 % жоғары болатын шихтаны агломерациялаудан бас тартады.

Компоненттердің қыздырылуын және күйдіру зонасында отын қоспай оңтайлы температураның ұсталуын қамтамасыз ету үшін, шихтада күкірт мөлшері 6–8 % құрау қажет. Күкірттің аса жоғары мөлшері қажетсіз. Біріншіден, ол шихта қабатының күйдіру зонасында ауқымды жылу бөлінуіне әкеледі, нәтижесінде температура оңтайлыдан жоғарылайды және шихта компоненттерінің уақыттан бұрын балқуы жүреді, ол олардың ары қарай тотығуын қиындатады. Екіншіден, агломерациялық күйдіру кезінде десульфуризацияның (күкірттің жану дәрежесі) 85 % артық емес дәрежесінде, дайын агломератта күкірттің қалдық мөлшері 2 % артық болады және қайта агломерация қажет болады.

Есептелген флюс мөлшерінің енгізілуі шихтада күкірт пен қорғасынның қажетті мөлшерін қамтамасыз етпейді. Шихта құрамын қорғасын мен күкірт бойынша түзету үшін, сонымен қатар оған жақсы газөткізгіштігін беру үшін шихтаға шикі шихта массасынан 100–300 % көлемінде қайтымды агломерат қосады.

Күйдіруге дайын шихта құрамы, %: 6–8 S, 45–50 Pb, 10–20 CaO, 25–35 FeO, 20–25 SiO<sub>2</sub> болу керек. Күйдіру алдында шихтаны ылғалдандырады (6–10 %). Бұл шихтаның кеуектілігі мен газөткізгіштігін арттырады, себебі буланған су кеуектер мен каналдар қалдырады, ол бойынша үрленетін ауа жеңіл және біркелкі өтеді. Оған қоса, су булана отырып, артық жылу бөлігін шығарады және шихтаның термореттегіші болып табылады.

Күйдіру кезінде алынатын агломерат келесі қасиеттерге ие болу керек:

- жоғары беріктілігі;
- жақсы кеуектілігі (кеуектің қосынды көлемі 65–75 %);
- химиялық және гранулометриялық құрамы бойынша біркелкілігі;
- күкірт мөлшері – 1,5–2,5 %, қорғасын – 45–55 %;
- 950–1000 °С температуралық жұмсару аралығы.

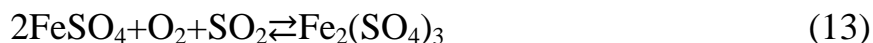
Сульфидті концентраттарда кездесетін қорғасын серіктері, агломерациялық күйдіру процесінде бірқатар түрленулерге ұшырайды. Қорғасын концентраттарында кездесетін пирит және пирротин, 300 °С жоғары қыздырған кезде күкіртті темір және күкірт буының түзілуімен диссоциацияланады:



Күкірт буы тотықтыру атмосферасында 290 °С температурада SO<sub>2</sub> түзілуімен тұтанады, ал күкіртті темір келесі реакциялар бойынша қарқынды тотығады:



Оттегінің артық мөлшерінде екі валентті темір сульфаты үш валенттіге дейін тотығады:



Шихта температурасы жоғарылағанда темір сульфаттары диссоциацияланады, ал агломерациялық күйдіру шарттарында темір сульфаттары айтарлықтай толық диссоциацияланады. Себебі,  $\text{FeSO}_4$  диссоциациялану серпімділігі шамамен  $665\text{ }^\circ\text{C}$  температурада, ал  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  –  $710\text{ }^\circ\text{C}$  кезінде  $101,3\text{ кПа}$  жетеді:



Тотықтыру атмосферасында  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  төмен температурада үшвалентті темір тотығы  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , аса жоғары температурада –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  аса төзімді. сондықтан эквивалентті темір тотығы күйдіру барысында тотығады:



$650\text{ }^\circ\text{C}$  жоғары температурада  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Pb}$  және  $\text{Cd}$  тотықтарын ферриттерге байланыстырады және  $n\text{MeO} \cdot m\text{Fe}_2\text{O}_3$  типті қосылыстар түзеді [4-9].

Сфалерит (мырыш сульфиді) тотықтар, ферриттер, силикаттар мен сульфаттар түзілуімен қорғасын сульфиді тәрізді реакциялар бойынша тотығады. Алайда мырыш сульфиді қорғасын және басқа металдар сульфидтерімен салыстырғанда аса қиын тотығады. Сондықтан, қорғасын концентратында мырыштың жоғары мөлшерінде күйдіру кезінде ауаның жоғары шығыны немесе оттегімен байытылған ауаның пайдаланылуы талап етіледі.

### 1.3 Процестің теориясы мен тәжірибесі

Ұнтаққа дейін күйдіруді  $500\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$ , пісіруді –  $800\text{-}900\text{ }^\circ\text{C}$  дейін және шлактануды –  $1000\text{-}1100\text{ }^\circ\text{C}$  дейінгі температурада жүргізеді. Соңғы жағдайда металл сульфидтері тотыққаннан кейін, барлық шихта толығымен балқытылады және одан кейін кесектерге бөлінеді, олар қара қорғасынға балқыту пешіне жіберіледі [1, 7].

Шарпыма пешінде күйдіру кемшіліктері:

- пеш көп орынды алады;

- өнімділігі төмен (1 м<sup>2</sup> пеш табанының ауданына тәулігіне 0,1 т шихта);
- жоғары отын шығыны (материал салмағының 20-25 %);
- көптеген қол еңбегі және ауыр еңбек шарттары;
- ұшып кету арқылы жоғары қорғасын мен күміс жоғалымдары.

Концентраттарды пісірумен күйдіру әдісі ұсынылды және ол үрлеумен күйдіру атына ие болды. Оның мәні келесіде, ұнтақталған әктаспен араласқан қорғасын концентраты шарпыма немесе көптабанды пеште жартылай күйдіруге ұшырайды, ары қарай ол болат немесе шойын қазандықтарында келесі ретпен ылғалдандырылады және ауамен үрленеді: қазандықтың оттығына (торға) әктас қабаты (тор күйімінен) салынады, жоңқаларды, одан кейін коксикті жандырады және ылғалданған шихта салынады, үрлеу беріледі. Күйдірілгеніне қарай жаңа шихта салынады және осылай қазандық толғанша жүреді. Бұл операция алты сағат бойы жүргізіледі. Содан кейін, 1,5-2,0 сағат үрлеу мен шығару жүргізіледі. Күйдіру дәрежесі – агломератта қалған сульфидті күкірт мөлшері - 1-3 %, 15-20 % қайтымдылар түзіледі.

Бастапқы материалда сульфидті күкірт мөлшері 8-9 % болу керек. Бұл әдістің де күрделі кемшіліктері бар:

- процесс мерзімділігі;
- шихтаның жоғарғы қабаттарында агломераттың нашар сапасы;
- бірқатар қиын механизацияланатын операциялардың кездесуі.

Қазіргі уақытта дүниежүзінің көптеген зауыттарында сульфидті қорғасын концентраттарын шахталы пеште тотықсыздандырып балқытуға дайындау әдісі, шихтаны күйдіру және пісіру процесі жұқа қабатта өтетін тіксызықты пісіру машиналарында қорғасын шикізатын агломерациялық күйдірумен ығыстырылған.

Агломерациялық машиналарда қорғасын концентраттарын пісіріп күйдіру әртүрлі технологиялық сұлбалар бойынша жүргізілуі мүмкін:

- екі сатылы (екі қадамды) күйдіру: бірінші күйдіруде жартылай күйдірілген өнімде сульфидті күкірт мөлшерін 6 – 8 % дейін төмендетеді, одан кейін берілген агломератты ұсақтайды, ылғалдандырады және екінші (қорытынды) күйдіруге ұшыратады, мұнда балқыту үшін жарамды агломерат (1-3 % сульфидті күкірт) алады;

- бірсатылы (бірқадамды) күйдіру: сульфидті концентраттардан, флюстен және өзге қоспалардан тұратын дайындалған шихтаны 6 – 8 % дейін сульфидті күкірт бойынша айналмалы агломерациялық ұсақтармен сұйылтады және бір мезгілде балқыту үшін жарамды агломерат алумен күйдіреді. Агломераттың ауқымды бөлігін 6-8 мм дейін ұсақтайды және күкірт бойынша сұйылту үшін шихтаға қайтарады, ал аз бөлігін ірі кесекті агломерат түрінде балқыту үшін пайдаланады. Сондықтан, бірсатылы күйдіруді қайтымды күйдіру деп атайды. Бірсатылы күйдіру аса жоғары сапалы агломерат алуға мүмкіндік береді, алайда бұл кезде жарамды агломерат бойынша машиналардың өнімділігі төмендейді;

- комбинирленген күйдіру, мұнда барлық шихта бірсатылы күйдіруге,

ал күкірт бойынша аса бай шихтаның қайсыбір компоненті (мысалы, пирит) – екісатылы күйдіруге ұшырайды. Мұнда күкірт бойынша шихтаны сұйылту үшін айналмалы агломераттың мөлшері азаяды.

Көптеген зауыттарда бірқатар артықшылықтарының арқасында бірсатылы күйдіру қолданылады:

- шихтаның газөткізгіштігін арттыра отырып, флотациялау концентраттарын аса толық күйдіруге болады;
- ылғалдылығы жоғары концентраттарды күйдіруге болады;
- шихта материалдарын өлшеу кезіндегі дәлсіздік агломераттың қорытынды құрамына аз әсер етеді;
- балқыту үшін сапасы өте жоғары агломератты іріктеп алуға, қалғанын айналымда қалдыруға болады.

Күйдірілетін шихтаға ауа келтіру тәсіліне байланысты келесідей бөледі:

- вакуум камераларының үстінде орын ауыстыратын шихта арқылы жоғарыдан төмен қарай ауа тартумен күйдіру;
- төменнен жоғары қарай үрлеумен күйдіру.

Ауа тартумен күйдіру вакуум есебінен шихтаны тығыздайды, ал үрлеумен күйдіру шихтаны жұмсартады және оның газөткізгіштігін жоғарылатады. Бұл кезде металл сульфидтерінің тотығуына ауа жақсы пайдаланылады, күйдіру газдарында күкіртті ангидрид концентрациясы жоғарылайды, жарамды агломерат бойынша машина өнімділігі артады. Үрлеумен күйдіру дүниежүзінің көптеген зауыттарында, оның ішінде ОАО «Казцинк» және АО «ШСЗ» қолданылады:

Зауыттарда үрлеумен агломашиналарды енгізу көрсетуі бойынша:

- қорғасын шихталарын агломерациялық күйдіру кезінде шихта дайындаудың барлық сатыларында оның нақтылығына, әсіресе шихтада оңтайлы күкірт мөлшерінің, ылғалдылығының, мөлшері мен айналма ірілігінің сақталуына қатаң талаптар қойылады;

- үрлеумен агломерациялау кезінде жану зонасында қажетті температураны (1000-1100 °С) қамтамасыз ету үшін коксик қосу қажет, себебі жану зонасының температурасын тек шихтадағы жалғыз сульфидті күкірт көмегімен реттеу берілген әдісте қалаулы мақсатқа қол жеткізбейді;

- коксик қосқанда агломератта күкірт мөлшері төмендейді, оның меншікті күйдірілуі жоғарылайды, жарамды агломерат шығуы ұлғаяды, айналмалы агломерат сапасы жақсарады. Коксик шығыны ірілігі 3 мм шихта массасының 0,8-1,0 % құрайды;

- аса жоғары қорғасын мөлшерімен шихтаны күйдіруге болады, себебі күйдіру кезінде түзілетін металды қорғасынның үрлеу камераларына түсуі жойылады;

- кедей күйдіру газдарының рециркуляциясын жүзеге асыру жеңілірек, нәтижесінде күйдіру газдарынан күкіртті пайдалану дәрежесі 85-90 % дейін жеткізілуі мүмкін;

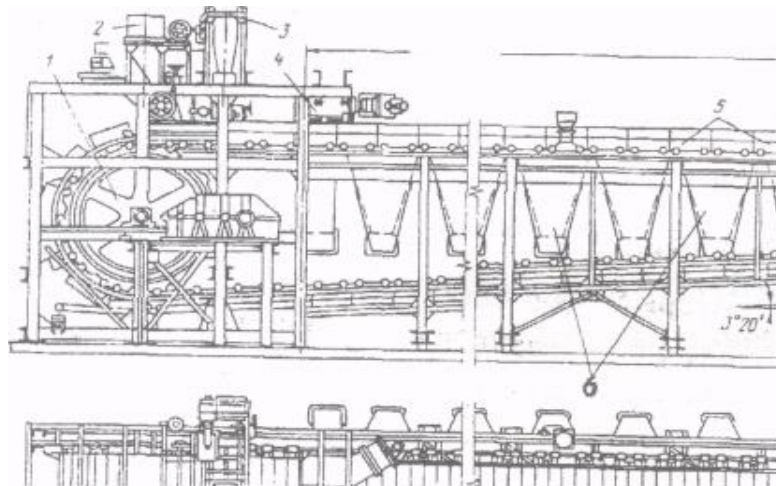
- желтартқыштарға шихтаның күйдірілуін жою, бұл олардың қызмет ету мерзімін ұзартады;

- үрлеу камераларын шаңнан тазалау қажет емес.

Таспалы агломерациялық машина, рамаға сүйенетін, көптеген, бір-біріне тығыз жанасқан қозғалмалы арбалардан (паллета) тұратын шексіз таспа болып келеді (сурет 2, 3).

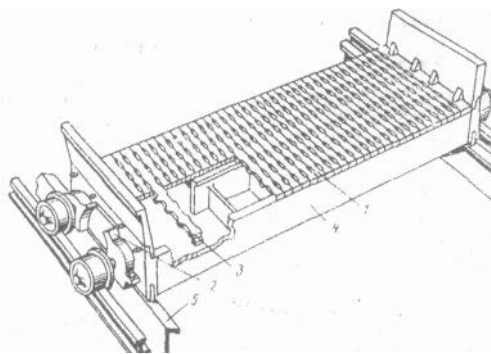
Рама параллель орнатылған және өзара байланысқан екі тұғырдан тұрады. Жоғарғы рама көлденең, ал төменгісі – машинаның соңғы бөлігінен бас бөлігіне көлбеу орнатылған. Машинаның бас бөлігінде бір білікте отырған екі дөңгелек орнатылған, олардың тістері паллета дөңгелектерінің арасындағы саңылауға кіретіндей етіп орналасқан. Тұғырықтар арасында машина бойлығымен тесіп өту машиналарында эксгаустермен байланыстырылған сейілтү камералары (1,5-4,0 Па) немесе үрлеу машиналарында желдеткішпен байланыстырылған үрлеу камералары (3-4 Па) орналасқан. Айналу кезінде дөңгелектер тістермен паллетаны ұстап алады, оны жоғарғы бағыттауыштарға көтереді және итереді. Осылайша, сейілтү немесе қысым камераларының үстінде баяу қозғалатын, алдында тұрған барлық паллеталар машина соңына дейін жетеді және төменгі бағыттауыштарға өтеді, олар бойымен машинаның бас бөлігінің жетекті дөңгелегіне түседі [3-6].

Паллеталар соғуға төзімді шойыннан немесе болаттан дайындалған. Паллета түбі желтартқыштармен жабылған, оның қысқа жақтары борттармен жабдықталған. Паллеталар өзінің ұзын жақтарымен бір-біріне тығыз жанасады, сондықтан паллета ұзындығы машинаның белсенді (тиімді) ені болып табылады, олар үлкен аралықта (1-3,6 м) ауытқиды. Машинаның тиімді ұзындығы сейілтү немесе үрлеу камераларының үстінде орналасқан бөлігінің ұзындығымен анықталады. Машиналар ұзындығы 6,6 - 25 м дейін болады. Машина енінің оның ұзындығына туындысы машинаның тиімді ауданын береді. Ауданы 6,6 - 200 м<sup>2</sup> дейін өзгереді.



1 – бас жетекті жұлдызша; 2 – ұя қоректендіргіші; 3 - шихта қоректендіргіші; 4 - тұтандырғыш көрік; 5 - паллеталар; 6 – вакуум камералары

2 Сурет – АКМ-50 ауа тартылатын агломерациялық машина



1 – желтартқыш тор; 2 – жетекті жұлдызша қармауы; 3 - желтартқыш; 4 – паллета корпусы; 5 – вакуумдық камераның бүйір тақтатасы

### 3 Сурет – Агломерациялық машина паллетасы

Өз роликтерімен паллеталар тірелетін рельстік жолдың жоғарғы көлденең учаскесі жұмысшы болып табылады, ол бойымен агломерация материалымен толтырылған паллеталар қозғалады. Төменгі, көлбеу жол бойынша, босатылған паллеталар қозғалады, олар жоғарғыдан төменгі жолға өтуі кезінде, төңкеріле отырып, машинаның соңғы бөлігінде дайын агломераттан босатылады. Төменгі бағыттауыштар бойымен паллеталар роликпен қозғалады.

Көлденең бағыттауыштар бойынша паллеталар тарту немесе үрлеу камераларының үстінен өтеді, олар күйдірілетін шихта арқылы ауа үрлеу үшін тарту немесе қысу үшін сейілту құратын, эксгаустер немесе желдеткішпен түтікшелер көмегімен қосылған темір жәшіктер болып келеді.

Камералар және арбалар арасында тығыз байланысқа қол жеткізу үшін, камералар қабырғаларында майлау каналдары бар темір пластиналар төселген. Қозғалыс барысында паллеталар шеттері осы пластиналар бойымен сырғиды, осылайша байланыстың осы бөлігінде ауа тартылу ескеріледі. Нығыздаулар, ауа камерасы тарапынан паллеталардың сыртқы бөлігімен бекітілген қалың резеңкелі жаймалармен де жүргізіледі. Ауа камераларының үстінде орын ауыстыру кезінде жеке паллеталар арасындағы байланыстың тығыздығына бір-біріне тығыз жанасқан көршілес үздіксіз қозғалатын паллеталар қысымымен қол жеткізеді.

Агломашина жұмысының мәні келесідей: агломерациялық күйдіру шихтасы машина үстіндегі бункерге түседі. Қоректендіргіш шихтаны осы бункерден араластырғышқа береді, мұнда ол қорытынды араласады және ылғалданады. Көптеген зауыттарда тікелей шихта тиеу алдында паллеталарға аталмыш ұяны – қалыңдығы 20-40 мм айналмалы агломерат қабатын төсейді. Бұл, қорғасынды еріту есебінен агломераттың паллеталар желтартқышына пісірілу қаупін азайту үшін жасалады. Паллеталардың қозғалыстағы тізбегіне, машина таспасының барлық ені бойынша шихтаның таралуына әсер ететін, тербелмелі науа (теңселмелі қоректендіргіш) арқылы ылғал шихта жоғарыдан тиеледі. Шихтамен тиелген паллеталар, темір тақтатас болып келетін, тік бағытта орын ауыстыратын және паллеталарда шихта қабатының қалыңдығын реттеу үшін қызмет ететін теңестіруші астынан өтеді. Шихта қабаты әртүрлі зауыттарда

100-400 мм дейін өзгереді.

Қабат теңестіруден өткеннен кейін паллеталардағы шихта пеш астына (ошаққа) жағу үшін түседі және тұтанады. Осы мезетте, паллеталар сейілту камерасының үстінде орналасады, одан эксгаустермен газдар шығарылады. Күйдірілетін шихта тиелген паллеталар сейілту камералары бойымен баяу қозғалады. Камерадағы вакуум арқасында ауа қыздырылған шихта арқылы сорылады және металл сульфидтерін тотықтырады. Ауаның артық шығынымен қоршалған жұқа шихта қабатында металл сульфидтері жылдам жанады. Күйдірудің экзотермиялық реакциялары ауқымды жылу бөледі, нәтижесінде күйдірілген шихта пісіріледі. Металл сульфидтерінің тотығу және түзілген металл тотықтарының пісірілуінің үдетілген процесі 20-25 мин өтеді. Паллеталардың қозғалыс жылдамдығы машинаның тиімді ұзындығына байланысты және 0,6-1,5 м/мин аралығында ауытқиды. Машинада жұмыс істегенде паллеталардың қозғалыс жылдамдығы шихтаның химиялық құрамына және оның ірілігіне, сонымен қатар, қабылданған күйдіру режиміне: шихта қабатының қалыңдығы, күйдіру дәрежесі, процестің ауа режимі және т.б. тәуелді реттеледі. Сондықтан машина паллеталардың қозғалыс жылдамдығын өзгертуге мүмкіндік беретін құрылғымен жабдықталған.

Тәжірибе жүзінде, күйдіру процессін, паллеталар сейілту камерасының соңына жеткенше дейін, ертерек бітіруге, дайын ыстық агломератты ол арқылы суық ауа тартумен суыту үшін ұмтылады.

Күйдірудің күшті тотықтыру сипаты және процестің жоғары қарқындылығы ауқымды ауа мөлшерін талап етеді. Агломерациялық күйдіру тәжірибесінде тотықтар түзілу үшін теориялық қажетті мөлшерден 5-10 есе артық ауа сорылады. Әдетте, 1 м<sup>2</sup> тиімді аудан арқылы секундына шамамен 1 м<sup>3</sup> ауа сорылады.

Көлденең жол соңында паллета роликтермен раманың дөңгелектенген учаскесіне түседі, босатылады және одан пісірінді торлы елекке аударылады. Майдалар (-20 мм) еленеді, ал агломераттың ірі кесектері ұсақтағышқа, одан кейін 20 мм тесіктері бар електерге түседі. Електің ірілігі +20-100мм болатын жоғарғы өнімді дайын агломерат болып келеді, оны шахталы пешке тасымалдайды. Електің төменгі өнімі кондициялық емес агломерат болып табылады. Оны ұнтақтайды және шихта құрамына айналмалы агломерат ретінде енгізеді [2].

Босатылған паллета төменгі бағыттауыштар бойымен бас жұлдызшаға түседі, ол өзінің тістерімен паллета роликтерімен ілінеді және оны бастапқы орнына көтереді – тиеу астына қояды. Паллеталар желтартқыштары қолмен немесе механикалық тазаланады.

Шихта қабаты арқылы ауа сорылатын агломерациялық машиналардың меншікті өнімділігі 8-10 т/(м<sup>2</sup> тәул) құрайды.

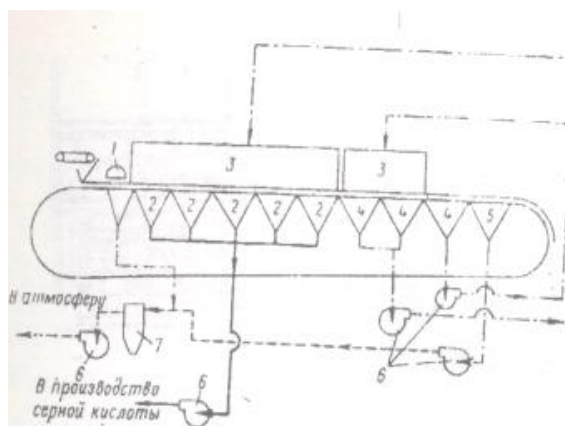
Шихта қабаты арқылы ауа сорылатын агломерациялық машиналардың негізделген кемшілігі – күйдіру газдарының ауамен қатты құнарсыздануы: эксгаустерлердің 50-60 % қуаты зиянды ауаның сорылуына шығындалады, ол күйдіру және пісіру процестеріне қатыспайды. Бөлінетін газдарда күкіртті



ангидридтің орташа мөлшері 1,5-3,0 % құрайды.

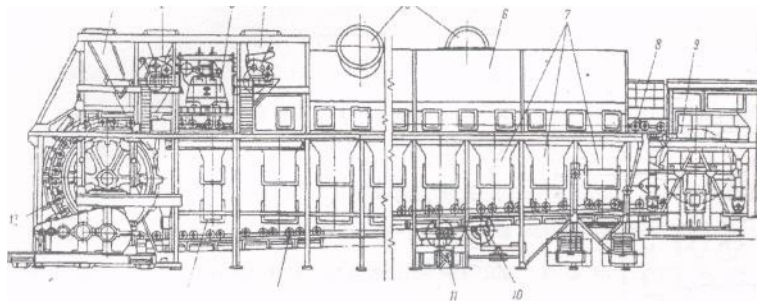
Күкіртті газдардың аса қарқынды бөлінуі күйдірудің бастапқы мерзімінде жүреді. Бұл кезде, күкіртті ангидрид концентрациясы 8-10 % жетеді. Күкірт жануына қарай күйдіру газдарында күкіртті ангидрид концентрациясы төмендейді. Соңғы бөліктегі вакуум камераларының күйдіру газдары ерекше құнарсызданады, себебі, суып жатқан агломераттың газеткізгіштігі жарылу нәтижесінде ұлғаяды, ал борттар саңылауы шихтаның шөгуі салдарынан ұлғаяды. Сұйылтудың алдын алу үшін, бай газдарды бас камералардан жеке алады, ал соңғы камералардың кедей газдарын тазалаудан кейін не тастайды, не айналма ретінде пайдаланады. (сурет 4).

Шихта қабаты арқылы ауа үрленетін агломерациялық машиналар (сурет 5) орнатылған және келесідей жұмыс істейді. Шихта қабаты бар паллеталар астындағы камераларға желдеткішпен ауа толтырады. Агломашинаның барлық жұмысшы тармағы күйдіру газдарын жинау және цехта жақсы санитарлы еңбек шарттарын құру үшін жабындымен жабдықталған. Жабынды астындағы кеңістік шартты түрде екі зонаға бөлінген: бай газ (қарқынды күйдіру зонасында) және кедей газ (соңғы бөлігінде). Бай газ зонасының облысында ауаны жеке желдеткішпен 3-4 кПа қысыммен беретін 9 үрлеу камералары, кедей газ зонасында – жеке желдеткіші бар 6 үрлеу камералары орналасқан. Жабынды астындағы газдар, жабынды астындағы сейілтуді шамамен 20 кПа қамтамасыз ететін, жеке екі желдеткішпен сорылады.



1 – тұтандырғыш көрік; 2 – вакуумды бай газ камералары; 3 – паллета қалпақтары; 4 – вакуумды айналма газ камералары; 5 – вакуумды кедей газ камералары; 6 - эксгаустерлер; 7 – шаңұстағыштар

4 Сурет – Күйдіру газдарын рециркуляциялау сұлбасы

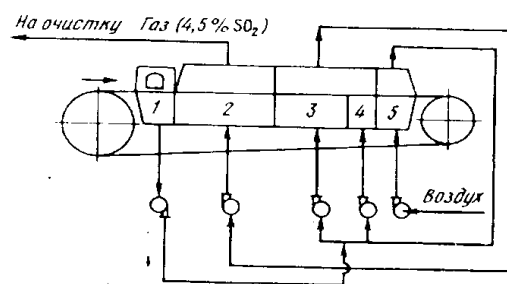


1 – ұя қоректендіргіші; 2 – тұтандырғыш шихта қабатының қоректендіргіші; 3 – газбен тұтандыру көрігі; 4 – негізгі шихта қоректендіргіші; 5 – күдіру газдарын бұру келтеқұбыры; 6 – жоғарғы машина бөлігінің жабындысы; 7- үрлеу камералары; 8 - паллеталар; 9 – жетекті емес жұлдызша; 10 – желтарқыштың қозғалыс барабаны; 11 – желтартқышты соғу механизмі; 12 – вакуумдық камера; 13 - жетекті жұлдызша

5 Сурет – АКМНД - 3 – 75 үрленетін агломерациялық машина

5-7 % күкіртті ангидридi бар бай газдарды күкіртқышқылы өндірісіне жібереді. Оған шихта құрамындағы 55-60 % күкірт өтеді. 2-2,5 % күкіртті ангидридi бар кедей газдарды не алғашқы 9 камераға үрлеуге қайтарады (рециркуляциямен жұмыс, сурет 6), не 450-500 °С бастап 80 °С дейін суытқаннан кейін жеңдік сүзгіштерге шаңұстауға жібереді және атмосфераға тастайды.

Үрлеу агломашиналарында шихта жағу түйіні ерекшеленеді. Үрлеу агломашиналары үш қоректенуші бункермен жабдықталған: ұя, жандыру қабаты мен негізгі шихта үшін. Ұя қабатының биіктігі 15-20мм, жандыру қабаты 20-25 мм және негізгі қабат 200-250 мм тең. Ұяның ірілігі 8-15 мм айналмалы агломераттан дайындайды. Жандыру қабаты, шихтаны агломерациялық таспаға тиеу алдында електе бөліп алатын ұсақ фракция болып келеді. Газ және мазут жанарғылары бар тұтандыру көрігі тұтандыру қабаты мен негізгі шихта қоректендіргіштерінің арасында орналасқан.



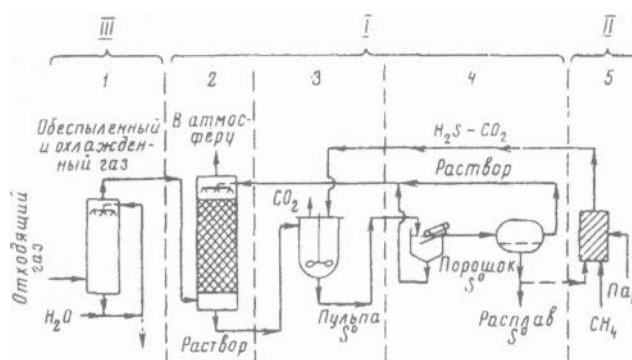
1 – тұтандыру көрігінің вакуумды камерасы; 2 – бай газды үрлеу камералары; 3,4 – айналма газды үрлеу камералары; 5 – кедей газды үрлеу камералары

6 Сурет – Үрленетін агломашинада газдарды рециркуляциялау сұлбасы

Тұтанған қабат, таспамен бірге қозғала отырып, негізгі шихта қабатының астына түседі. Көрік астында жалғыз вакуум камерасы орналасқан, оның сиретілуі 1-1,5 кПа құрайды.

Үрленетін агломашиналардың меншікті өнімділігі 13-18 т/(м<sup>2</sup>\*тәул.) құрайды.

Күкіртті ангидрид бойынша, кедей агломашина газдары, рециркуляция сұлбаларында айналма ретінде пайдаланылуынан басқа, шаңнан тазартылғаннан кейін жеке өндеуге, мысалы, АҚШ қорғасын зауыттарының бірінде орнатылған қондырғыда жүргізілгендей цитрат әдісімен ұшырауы мүмкін. Газ (сурет 7) саптамалы абсорбциялау колоннасына түседі және лимон қышқылы ерітіндісіне қарсы ағында қозғалады. Күкіртті ангидридті лимон қышқылымен абсорбциялау тиімділігі 96-99 % құрайды. Абсорбциядан кейін ерітіндіні элементтік күкірт алумен, күкіртсутегісімен өңдейді. Күкірт бөлінгеннен кейін пульпаны арнайы камераға айдайды, мұнда күкіртті флотациялау үшін керосин қосады. Бөлінген күкіртті балқытады және 45 кг салмағымен құймақалыптарға тарата құяды. Лимон қышқылының регенрацияланған ерітіндісін флотациялау камерасынан абсорбциялау колоннасына қайтарады. Қондырғының газ бойынша өнімділігі 2,8-4,2 м<sup>3</sup>/мин газ, күкірт бойынша – 816 кг/тәул құрайды [10].



1 – газды суыту және тазалау; 2 – күкіртті ангидрид абсорбциясы; 3 – күкіртті күкіртсутегімен тұндыру және ерітіндіні регенерациялау; 4 – күкіртті бөлу; 5 – күкіртсутегі регенерациясы

7 Сурет – Кедей күкіртті газ өндеу қондырғысы

#### 1.4 Зерттеу бағытын таңдау және негіздеу

Өнеркәсіптік деректерді талдау нәтижелері соңғы жылдары агломерациялық күйдіру процесіне түсетін бастапқы шикізат құрамының күрт төмендеуі бұл процестің заманауи талаптарға сай техника - экономикалық көрсеткіштерінің нашарлауына әкелді. Оның негізгі себептері: мыс мөлшерінің сульфидті қорғасын концентратында тым көп өсуі; базалық металдар – мыс пен қорғасынның тауарлық өнімдерге бөліп алу көрсеткіштерінің төмен болуы;

материалдық шығындардың өсуі, келесі қара қорасынға қорғасынның өтуін тиісті жағдайда қамтамасыз етпейді; сонымен қатар, ондағы қоспалар концентрациясы мөлшерінің жоғары болуы алынған өнімнің сапасын тікелей төмендетеді.

Алынатын өнімдердің сапасын жоғарылату үшін теориялық және металлургиялық есептеулер жүргізу қажет:

а) Мысқа бай сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру кезінде оптималды параметрлерді таңдау және талдау;

б) Мыс пен қорғасынның агломерациялық күйдіру процесі кезінде алынатын өнімдер арасында бөлініп таралуын зерттеу.

## **2 «Казцинк» ЖШС жағдайында сульфидті мыс-қорғасын құрамды концентратты агломерациялап күйдіру. Metallургиялық есептеулер**

Агломерациялық күйдіруді жүргізу үшін қорғасын концентратының рационалдық құрамын есептеу қажет.

Қорғасын концентратының рационалдық құрамы есебі А қосымшасында көрсетілген.

1 Кесте – Қорғасын концентратының рационалдық құрамы, %

Компоненттер	Pb	Zn	Fe	Cu	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	O	CO <sub>2</sub>	Басқалары	Барлығы
PbS	58,5	–	–	–	9,02	–	–	–	–	–	–	–	67,52
ZnS	–	3,1	–	–	1,55	–	–	–	–	–	–	–	4,6
CuFeS <sub>2</sub>	–	–	1,4	1,65	1,63	–	–	–	–	–	–	–	4,62
FeS <sub>2</sub>	–	–	4,39	–	5	–	–	–	–	–	–	–	9,39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	0,38	–	–	–	–	–	–	0,18	–	–	0,55
CaCO <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	–	1,5	–	–	1,18	–	2,63
MgCO <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	–	–	1,5	–	1,62	–	3,1
SiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	4,5	–	–	–	–	–	–	4,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1
Басқалары	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,86	1,86
Барлығы	58,5	3,1	6,17	1,65	17,2	4,5	1	1,5	1,5	0,16	2,8	1,86	100

## **2.1 Сульфидті мыс – қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің материалдық баланс есебі**

Агломерация шихтасының құрамы мен мөлшерінің есебі Б қосымшасында көрсетілген.

2 Кесте – Агломерация шихтасының құрамы мен мөлшері (айнымалы агломератсыз), кг

Материал	Компонент												Барлығы
	Pb	Zn	Fe	Cu	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	O	CO <sub>2</sub>	Басқалар ы	
концентрат	35,10	1,89	3,71	0,96	10,32	2,70	0,60	0,90	0,90	0,10	1,69	1,13	60,00
кектер	11,85	4,20	1,70	0,54	5,82	1,72	0,20	2,08	0,20	11,28	–	0,41	40,00
кварц	–	–	–	–	–	1,19	–	–	–	–	–	0,10	1,29
эктас	–	–	–	–	–	0,01	–	0,25	–	–	0,20	0,02	0,48
темір кендері	–	–	5,70	–	–	1,53	–	0,34	–	2,18	0,27	1,74	11,76
Барлығы	46,95	6,09	11,11	1,50	16,14	7,15	0,80	3,57	1,10	13,56	2,16	3,40	113,53



Қоспаның құрғақ массасының 100 кг-на қажет айнымалы агломератты  $X_1$  деп белгілеп, келесі теңдікті аламыз:

$$0,07*(113,53+X)=0,015*X+16,14,$$

мұндағы,  $X = 148,96$  кг, яғни әр 100 кг концентрат пен қорғасын кегінің қоспасына (немесе 113,53 кг құрғақ шихтаға) 148,96 кг айнымалы агломерат енгізу қажет.

Бір сатылы агломерациялық күйдіру шихтасының ақырғы құрамы 3 - кестеде келтірілген.

3 Кесте – Бір сатылы агломерациялық күйдіру шихтасының ақырғы құрамы

Материалы	Құрғақ масса		Жұмысшы масса	
	мөлшері, кг	құрамы, %	мөлшері, кг	құрамы, %
концентрат	60,00	22,86	63,83	23,32
кектер	40,00	15,24	47,06	17,20
кварц	1,29	0,49	1,33	0,49
эктас	0,48	0,18	0,49	0,18
темір кені	11,76	4,48	12,00	4,38
айналмалы агломерат	148,96	56,75	148,96	54,43
Барлығы:	262,49	100,00	273,67	100,00

### 2.3.1 Агломераттың рационалдық құрамын есептеу

Есептеуді 100 кг концентрат пен қорғасын кегінің қоспасына (немесе 113,53 кг құрғақ шихтаға) жүргіземіз. Зауыттың мәліметтерге негіздей отырып, келесілерді қабылдаймыз:

- десульфуризация дәрежесі – 90 %;
- 2/3 күкірт агломератта сульфатты түрде, ал 1/3 сульфидті түрде кездеседі;
- 60 % сульфидті күкірт мырышпен, 20 % темірмен және 20 % қорғасынмен байланысты;
- сульфатты күкірт тең мөлшерде қорғасынмен және кальциймен байланыста;
- агломератта магний оксид түрінде кездеседі;
- қалған темір: 50 %  $Fe_2O_3$  түрінде, 50 %  $Fe_3O_4$  түрінде кездеседі;
- қалған қорғасын оксид түрінде кездеседі, оның 1/3 бөлігі силикатпен байланысты;
- қалған кальций оксиді силикаттарға байланысты;

- барлық мыс мыс (I) оксиді түрінде;
- қалған мырыш оксид түрінде кездеседі.

Агломераттың рационалдық құрамы есебі В қосымшасында көрсетілген.

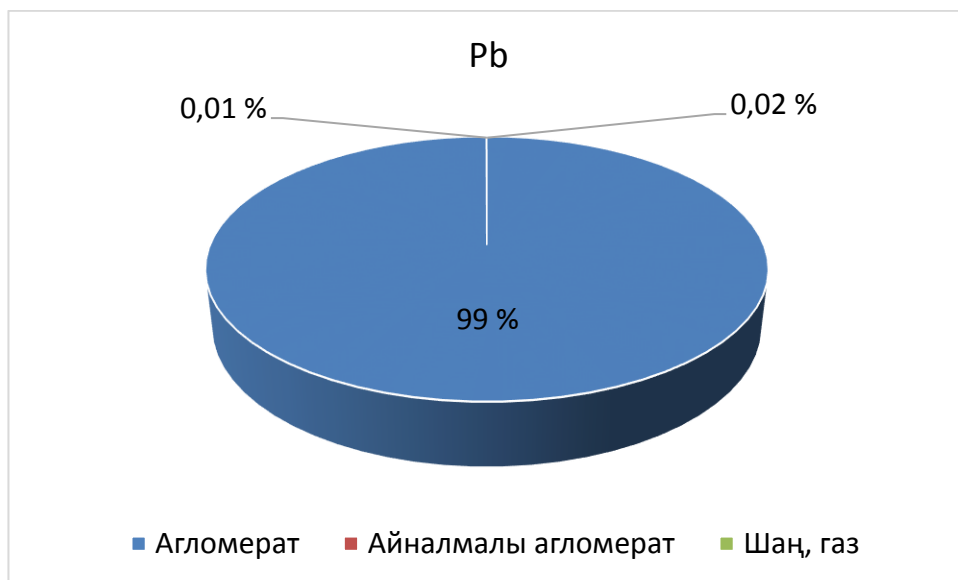
Агломераттың рационалдық құрамын 4 - кестеге келтіреміз.

4 Кесте – Агломераттың рационалдық құрамы

Компонент	Pb	Zn	Fe	Cu	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	O	Басқалары	Барлығы, кг	Барлығы, %
PbO	28,49	–	–	–	–	–	–	–	–	2,20	–	30,69	32,50
PbSO <sub>4</sub>	3,50	–	–	–	0,54	–	–	–	–	1,08	–	5,12	5,42
PbS	0,71	–	–	–	0,11	–	–	–	–	–	–	0,82	0,87
PbO·SiO <sub>2</sub>	14,23	–	–	–	–	4,12	–	–	–	1,10	–	19,45	20,60
Cu <sub>2</sub> O	–	–	–	1,50	–	–	–	–	–	0,19	–	1,69	1,79
ZnS	–	0,65	–	–	0,32	–	–	–	–	–	–	0,97	1,03
ZnO	–	5,44	–	–	–	–	–	–	–	1,33	–	6,77	7,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	5,46	–	–	–	–	–	–	2,35	–	7,81	8,27
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	–	–	5,46	–	–	–	–	–	–	2,09	–	7,55	8,00
FeS	–	–	0,19	–	0,11	–	–	–	–	–	–	0,30	0,32
CaSO <sub>4</sub>	–	–	–	–	0,54	–	–	0,95	–	0,81	–	2,30	2,44
CaO·SiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	2,80	–	2,62	–	–	–	5,42	5,74
MgO	–	–	–	–	–	–	–	–	1,10	–	–	1,10	1,17
SiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	0,23	–	–	–	–	–	0,23	0,24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	0,80	–	–	–	–	0,80	0,85
Басқалары	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	3,40	3,60
Барлығы, кг	46,93	6,09	11,11	1,50	1,62	7,15	0,80	3,57	1,10	11,15	3,40	94,42	100,00
Барлығы, %	49,70	6,45	11,77	1,59	1,72	7,57	0,85	3,78	1,16	11,81	3,60	–	100,00

### 3 Мыс және қорғасынның агломерациялап күйдіру өнімдері арасында бөлініп таралуын зерттеу

Жоғары мысты сульфидті қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінен алынған нәтижелерден сүйене отырып негізгі металдар – мыстың және қорғасынның бөлініп таралуы зерттелінді, алынған нәтижелер 3 суретт келтірілген.



А)



Б)

Сурет 3 – Қорғасынның (А) және мыстың (Б) агломерациялық күйдіру процесінен алынатын өнімдер арасында бөлініп таралуы

3- суреттен көрініп тұрғандай күйдіру процесінен кейін қорғасынның және мыстың агломератқа бөлініп таралуы 99,96 және 99,98 сәйкесінше

құрады. Мұндай нәтижеге агломерациялық күйдіру кезінде негізгі параметрлердің бірі болып табылатын үрлеуді оттегі бойынша байыту болып табылады. Бұл есептеулерді жүргізген кезде ауаны 30% дейін байттық. Бұл процестің өнімділігін және алынатын өнімдердің сапасын арттырды.

### **Ұсыныстар**

Тәжірибеге беретін ұсыныс, агломерациялық күйдіру процесін оттегіге байытылан ауамен жүргізу болып табылады. Мұндай қадам күйдіру процесінің өнімділігін, яғни процестің уақытын төмендетеді, бұл жұмыста алынған нәтижелермен дәлелденген. Сонымен қатар агломерациялық күйдіруден алынатын өнімдердің сапасын арттырады.

## **4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау. Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 15 мамырдағы № 251 – III Заңы «ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕҢБЕК КОДЕКСІ»**

### **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 нәтижесі 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.

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.

## 5 Экономикалық бөлім

### 5.1 Пайданы есептеу

14 Кесте – Әктас пен кварц құмының бағасы мен мөлшері

Өнімдер	Бағасы т\тг.	Бай штейнге балқыту кезіндегі қосатын флюс мөлшері, т	Дәстүрлі штейнге балқыту кезіндегі қосатын флюс мөлшері, т
Әктас	27 500	17,33	11,5
Кварц құмы	50 000	14,51	17,5

а) Бай штейнге балқытқанда шығатын шығынды есептеу:

$$\begin{aligned}Ш_{Б.Ш} &= (\Theta_B \cdot \Theta_K) + (K_B \cdot K_K), \\Ш_{Д.Ш} &= (\Theta_B \cdot \Theta_K) + (K_B \cdot K_K),\end{aligned}$$

мұндағы,  $Ш_{Б.Ш}$  – бай штейннің шығыны

$Ш_{Д.Ш}$  – дәстүрлі штейннің шығыны

$\Theta_B$  – әктастың бағасы

$\Theta_K$  – әктастың көлемі

$K_B$  – кварц құмының бағасы

$K_K$  – кварц құмының көлемі

$$\begin{aligned}Ш_{Д.Ш} &= (27\,500 \cdot 11,5) + (50\,000 \cdot 17,5) = 1191250 \\Ш_{Б.Ш} &= (27\,500 \cdot 17,33) + (50\,000 \cdot 14,51) = 1202075\end{aligned}$$

Флюс шығыны:  $Ш_{\Phi} = Ш_{Б.Ш} - Ш_{Д.Ш} = 1202075 - 1191250 = 10825$

ә) Бай штейнге балқыту кезіндегі штейннің сапасын табу:

Д.Ш бағасы – 751590тг. Си мөлшері – 45%

Б.Ш Си мөлшері – 70%

$$\text{Б. Ш бағасы} = \frac{70 \cdot 751590}{45} = 1169140 \text{тг.}$$

б) Пайданы есептеу:  $\Pi = 1169140 - 10825 = 1158315$

в) Мемлекеттік салық:



Мемлекеттік салық =  $\Pi \cdot 15\% = 1158315 \cdot 0,15 = 173747,25$  теңге

г) Таза пайда:

$$\text{Таза пайда} = \Pi - \text{мемл.салық}, \quad (15)$$

Таза пайда =  $1158315 - 173747,25 = 984567,75$  теңге

д) Өз бағасын өтеу мерзімі:

$$T = \frac{K_{\Gamma} + K_{\text{Ж}}}{\Pi_{\text{таза}}} = \frac{2953703,25 + 984567,75}{984567,75} = 4, \quad (16)$$

г) Рентабельділік:

$$R = \frac{\Pi_{\text{таза}}}{\text{ОК}} = \frac{984567,75}{10760303,3} \cdot 100\% = 9,15\%, \quad (17)$$

## ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі таңда, қорғасын өндірісі қарқынды даму үстінде. Сол себепті де ондағы процестерді жетік білу және олардың қасиеттеріне тоқталу маңызды. Ондағы ең бастапқы операциялардың бірі агломерация.

Қорғасын концентраттарын пісіру мен күйдіруді агломерациялық машиналарда жүргізген ыңғайлы, олардың айрықша ерекшелігі күйдіру процесінде шихта қабаты арқылы ауаның қарқынды тесіп өтуі (немесе үрлеу). Күйдірудің мұндай аппаратуралық рәсімделуі бір металлургиялық агрегатта қорғасын концентратын тотықтырып күйдіру мен күйдірілген материалды пісіруді жеңіл біріктіруге мүмкіндік береді.

Қазіргі уақытта сульфидті қорғасын концентратын агломерациялық күйдіру қорғасын зауыттарында тұтастай қолданыс тапты.

Дипломдық жұмыста жалпы мысқа бай сульфидті қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесі зерттеліп, келесі мәселелердің түйіні шешілді:

- агломерациялар күйдіру кезінде мыстың және қорғасынның күйдіру өнімдері арасында бөлініп таралуы зерттелінді;

- жүргізілген металлургиялық есептеулерге сүйене отырып, агломерациялап күйдіру процесінің материалдық және жылулық балансы есептелінді;

- экономикалық бөлімде пайданы есептеу зерттелінді;

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

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кунаев А.М., Кожухметов С.М., Ванюков А.В., Польшянный И.Р., Зазубин А.И., Есютин В.С. Основы комплексного использования сырья цветной металлургии. Алма-Ата: Наука, 1982, - 391 с.
- 2 Польшянный И.Р., Гайворонский А.Г. Основы применения кислорода при агломерации свинцовых концентратов. Алма-Ата: Наука, 1969, - 236с.
- 3 Польшянный И.Р., Кожухметов С.М. // Физико- химия и технология свинца. Тез. докл. II Республиканской Конференции, 21-23 августа 1984. Т.1, Алма-Ата: Наука, 1984, с. 60-66.
- 4 Шиврин Г.Н. Металлургия свинца и цинка. М.: Металлургия, 1982 - 352с.
- 5 Френц Г.С. Окисление сульфидов металлов. М.: Наука, 1964, – 192с. 81
- 6 Гришин М.В., Крупкин Н.В., Сурков Е.И., Денисов В.Ф., Токарева А.Г.// Цветные металлы. 1980, №3, с. 116-121.
- 7 Смирнов М.П. Рафинирование свинца и переработка полупродуктов. М. : Металлургия, 1977.-280 с.
- 8 Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Теория пирометаллургических процессов. М.: Металлургия, 1973, - 503с.
- 9 Байгулаков З.Е., Интыкбаев А.М., Бейлин Я.З.// Цветные металлы. 1981, №5, с. 27-29.
- 10 Vanderpoorten H. und Meunier G.// Acta Techn. Belg. (Metallurgie). 1962, vol.3, №1, p.15-25.

## А қосымшасы

### «Казцинк» ЖШС жағдайында сульфидті мыс-қорғасын құрамды концентратты агломерациялап күйдіру. Металлургиялық есептеулер

Агломерациялық күйдіру процесіне қорғасын концентраты (А.1 кесте) түседі.

А.1 Кесте – Бастапқы шикізаттың құрамы, %

Компоненттер	Қорғасын концентраты
Pb	58,5
Zn	3,1
Cu	1,65
S	17,2
Fe	6,18
SiO <sub>2</sub>	4,5
CaO	1,5
MgO	1,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,0
Басқалары	4,87
Барлығы:	100

Концентраттың ылғалдылығы ( $W_{к-т}$ ) 6 % құрайды.

Рационалдық құрам есебін 100 кг құрғақ концентратқа жүргіземіз.

Есептеулерді жүргізу үшін металдар келесі минералдар түрінде деп аламыз: қорғасын галенит түрінде (PbS), мырыш сфалерит түрінде (ZnS), мыс халькопирит түрінде (CuFeS<sub>2</sub>), темір пирит (FeS<sub>2</sub>) және гематит (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) түрінде. Бос жыныс әктас (CaCO<sub>3</sub>), кремнезем бос түрінде (SiO<sub>2</sub>) және магний карбонаты (MgCO<sub>3</sub>) түрінде болады.

Галениттің салмағын анықтаймыз:

$$G_{PbS}^{к-т} = \frac{G_{Pb}^{к-т} \cdot M_{PbS}}{M_{Pb}} = \frac{58,5 \cdot 239,2}{207,2} = 67,53 \text{ кг.}$$

Галениттегі күкірт мөлшері:

$$G_S^{PbS} = \frac{G_{PbS}^{к-т} \cdot M_S}{M_{PbS}} = \frac{67,53 \cdot 32}{239,2} = 9,03 \text{ кг.}$$

Сфалерит салмағын анықтаймыз:

## А қосымшасының жалғасы

$$G_{\text{ZnS}}^{\text{к-т}} = \frac{G_{\text{Zn}}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{ZnS}}}{M_{\text{Zn}}} = \frac{3,15 \cdot 97,4}{65,4} = 4,69 \text{ кг.}$$

Сфалериттегі күкірт мөлшері:

$$G_{\text{S}}^{\text{ZnS}} = \frac{G_{\text{ZnS}}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{S}}}{M_{\text{ZnS}}} = \frac{4,69 \cdot 32}{97,4} = 1,54 \text{ кг.}$$

Халькопирит салмағын анықтаймыз:

$$G_{\text{CuFeS}_2}^{\text{к-т}} = \frac{G_{\text{Cu}}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{CuFeS}_2}}{M_{\text{Cu}}} = \frac{1,6 \cdot 183,35}{63,5} = 4,62 \text{ кг.}$$

Халькопириттегі темір мөлшері:

$$G_{\text{Fe}}^{\text{CuFeS}_2} = \frac{G_{\text{CuFeS}_2}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{Fe}}}{M_{\text{CuFeS}_2}} = \frac{4,62 \cdot 55,85}{183,35} = 1,41 \text{ кг.}$$

Халькопириттегі күкірт мөлшері:

$$G_{\text{S}}^{\text{CuFeS}_2} = \frac{G_{\text{CuFeS}_2}^{\text{к-т}} \cdot 2 \cdot M_{\text{S}}}{M_{\text{CuFeS}_2}} = \frac{4,62 \cdot 2 \cdot 32}{183,35} = 1,61 \text{ кг.}$$

Қалған күкірт темірмен пирит түрінде байланысқан:

$$G_{\text{S}}^{\text{FeS}_2} = 17,2 - 9,03 - 1,54 - 1,61 = 5,02 \text{ кг.}$$

Пириттің салмағы:

$$G_{\text{FeS}_2}^{\text{к-т}} = \frac{G_{\text{S}}^{\text{FeS}_2} \cdot M_{\text{FeS}_2}}{2 \cdot M_{\text{S}}} = \frac{5,02 \cdot 119,85}{2 \cdot 32} = 9,4 \text{ кг.}$$

Пириттегі темір мөлшері:

$$G_{\text{Fe}}^{\text{FeS}_2} = \frac{G_{\text{FeS}_2}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{Fe}}}{M_{\text{FeS}_2}} = \frac{9,4 \cdot 55,85}{119,85} = 4,38 \text{ кг.}$$

Қалған темір гематит түрінде болады:

## А қосымшасының жалғасы

$$G_{\text{Fe}}^{\text{Fe}_2\text{O}_3} = G_{\text{Fe}}^{\text{к-т}} - G_{\text{Fe}}^{\text{CuFeS}_2} - G_{\text{Fe}}^{\text{FeS}_2} = 6,18 - 1,41 - 4,38 = 0,39 \text{ кг.}$$

Гематиттің салмағы:

$$G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^{\text{к-т}} = \frac{G_{\text{Fe}}^{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{2 \cdot M_{\text{Fe}}} = \frac{0,39 \cdot 159,7}{2 \cdot 55,85} = 0,56 \text{ кг.}$$

Гематиттегі оттегі мөлшері:

$$G_{\text{O}}^{\text{Fe}_2\text{O}_3} = G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^{\text{к-т}} - G_{\text{Fe}}^{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,56 - 0,39 = 0,17 \text{ кг.}$$

Әктастың салмағын анықтаймыз:

$$G_{\text{CaCO}_3}^{\text{к-т}} = \frac{G_{\text{CaO}}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaO}}} = \frac{1,5 \cdot 100,1}{56,1} = 2,68 \text{ кг,}$$
$$G_{\text{CO}_2}^{\text{CaCO}_3} = G_{\text{CaCO}_3}^{\text{к-т}} - G_{\text{CaO}}^{\text{CaCO}_3} = 2,68 - 1,5 = 1,18 \text{ кг.}$$

Магний карбонатының салмағын анықтаймыз:

$$G_{\text{MgCO}_3}^{\text{к-т}} = \frac{G_{\text{MgO}}^{\text{к-т}} \cdot M_{\text{MgCO}_3}}{M_{\text{MgO}}} = \frac{1,5 \cdot 84,3}{40,3} = 3,14 \text{ кг,}$$
$$G_{\text{CO}_2}^{\text{MgCO}_3} = G_{\text{MgCO}_3}^{\text{к-т}} - G_{\text{MgO}}^{\text{MgCO}_3} = 3,14 - 1,5 = 1,64 \text{ кг.}$$

Алынған нәтижелерді А.2 кестеге енгіземіз.

### А қосымшасының жалғасы

А.2 Кесте – Қорғасын концентратының рационалдық құрамы, %

Компоненттер	Pb	Zn	Fe	Cu	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	O	CO <sub>2</sub>	Басқалары	Барлығы
PbS	58,5	–	–	–	9,02	–	–	–	–	–	–	–	67,52
ZnS	–	3,1	–	–	1,55	–	–	–	–	–	–	–	4,6
CuFeS <sub>2</sub>	–	–	1,4	1,65	1,63	–	–	–	–	–	–	–	4,62
FeS <sub>2</sub>	–	–	4,39	–	5	–	–	–	–	–	–	–	9,39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	0,38	–	–	–	–	–	–	0,18	–	–	0,55
CaCO <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	–	1,5	–	–	1,18	–	2,63
MgCO <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	–	–	1,5	–	1,62	–	3,1
SiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	4,5	–	–	–	–	–	–	4,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1
Басқалары	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,86	1,86
Барлығы	58,5	3,1	6,17	1,65	17,2	4,5	1	1,5	1,5	0,16	2,8	1,86	100

## А қосымшасының жалғасы

Концентраттың ылғалдылығын анықтаймыз:

$$G_{\text{к-т}}^{\text{вл.}} = \frac{G_{\text{к-т}}}{1 - \frac{W_{\text{к-т}}}{100}} = \frac{100}{1 - \frac{6}{100}} = 106,38$$

$$W_{\text{см}} = \frac{G_{\text{см}}^{\text{вл.}} - G_{\text{см}}}{G_{\text{см}}^{\text{вл.}}} * 100 = 106,38 - \frac{100}{106,38} * 100 = 5,99\%$$



## Б қосымшасы

### Сульфидті мыс – қорғасын концентратын агломерациялап күйдіру процесінің материалдық баланс есебі

Шихта агломерациялық күйдіруге белгілі бір мөлшерлік қатынаста тұрады. Қорғасынды концентратты агломерациялық күйдіру кезінде флюсталған (өздігінен балқытын) агломерат алады. Яғни шихтаны есептеген кезде қосылатын флюстің мөлшерін ескереді. Сол себептен агломерация арналған шихтаны есептеу балқытуға арналған шихтаның есептеуі болып табылады.

Агломерациялау 2 кестеде келтірілген концентрат түседі. Есепті 100 кг концентратқа жүргіземіз.

Алдымен өздігінен балқытын шлақтың құрамын анықтаймыз. Алдын-ала агломерациялау мен шахталық балқытудың барлық шаңдарын айналмалы деп алып, агломератты балқытқан кезде барлық мырыш, темір, кремнезем, кальций оксиді, магний оксиді мен басқалар шлаққа өтеді деп есептейміз. Мырыш шлақта ZnO түрінде, ал темір FeO түрінде болады.

Өздігінен балқытын шлақтағы ZnO мен FeO массасын анықтаймыз:

$$G_{ZnO}^{с\ шл} = \frac{G_{Zn}^{с\ м} * M_{ZnO}}{M_{Zn}} = \frac{3,15 * 81,4}{65,4} = 3,92 \text{ кг,}$$

$$G_{FeO}^{с\ шл} = \frac{G_{Fe}^{с\ м} * M_{FeO}}{M_{Fe}} = \frac{6,18 * 71,85}{55,85} = 7,95 \text{ кг.}$$

Алынған нәтижелерді Б.1 кестеге енгіземіз.

Б.1 Кесте – Өздігінен балқытын шлақтың (флюстерді қоспағанда) құрамы мен мөлшері

Компоненттер	Салмағы, кг	Мөлшері, %
SiO <sub>2</sub>	4,42	19,46
CaO	2,98	13,12
MgO	1,10	4,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80	3,52
FeO	7,95	35,01
ZnO	3,92	17,26
Басқалары	1,54	6,78
Барлығы	22,71	100

Қорғасын зауыттары шикізат құрамы мен әртүрлі құрамды шлактарды алу бойынша жұмыс істейді.

## Б қосымшасының жалғасы

Шлактың физика-химиялық қасиеттеріне әсер ететін ZnO мен Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> мөлшері жоғары болған сайын, сәйкесінше CaO, SiO<sub>2</sub> және FeO мөлшері азая түседі.

Есептеулер үшін шламтағы ZnO мөлшері 20 %-ға тең деп аламыз. Негізгі компоненттер бойынша қажетті қатынасты берейік.

$$K_1 = \frac{SiO_2}{CaO} = 2 \quad 1 - \text{шарт,}$$

$$K_2 = \frac{FeO}{SiO_2} = 2 \quad 2 - \text{шарт.}$$

ZnO мөлшері бойынша шламтың массасын анықтаймыз:

$$G_{\text{шл}} = \frac{G_{ZnO}^{\text{шл}}}{C_{ZnO}^{\text{шл}}} * 100 = \frac{3,92}{20} * 100 = 19,6 \text{ кг.}$$

Флюстер ретінде кварц, әктас пен темір кенін қолданады. Флюстер келесі құрамға ие, %:

- кварц: 92,0 SiO<sub>2</sub>, 8,0 басқалары, 3,0 ылғалдылық;
- әктас: 52,4 CaO, 1,4 SiO<sub>2</sub>, 41,1 CO<sub>2</sub>, 5,1 басқалары, 2,0 ылғалдылық;
- темір кені: 2,9 CaO, 13,0 SiO<sub>2</sub>, 67,0 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, (несеме FeO мен O қайта санағанда, сәйкесінше, 62,37 мен 4,63), 2,28 CO<sub>2</sub>, 14,82 басқалары, 2,0 ылғалдығы.

Барлық дерлік флюстар ақырғы шламқа, ал CO<sub>2</sub> мен оттегі газдарға өтеді деп есептейміз. Онда флюстердің құрғақ массасынан шламқа кварц массасының 100 %-ы, әктас массасының 58,9 %-ы, темір кеннің 93,09 %-ы өтеді.

Кварцтың, әктастың және темір кенінің құрғақ массаға қажет мөлшерлерін X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> деп белгілейміз. Сонда ақырғы шламтың массасы:

$$G_{\text{шл}} = G_{\text{с.шл}} + X_1 + 0,589 \cdot X_2 + 0,931 \cdot X_3 \quad (\text{Б.1})$$

1 шарт бойынша келесі теңдікті аламыз:

$$G_{SiO_2}^{\text{с.шл}} + X_1 \cdot 0,92 + X_2 \cdot 0,014 + X_3 \cdot 0,13 = K_1 \cdot (G_{CaO}^{\text{с.шл}} + X_2 \cdot 0,524 + X_3 \cdot 0,029) \quad (\text{Б.2})$$

2 шарттан келесі теңдікті аламыз:

$$G_{FeO}^{\text{с.шл}} + X_3 \cdot 0,623 = K_2 \cdot (G_{SiO_2}^{\text{с.шл}} + X_1 \cdot 0,92 + X_2 \cdot 0,014 + X_3 \cdot 0,13) \quad (\text{Б.3})$$

## Б қосымшасының жалғасы

(Б.1) – (Б.3) теңдіктер жүйесін шешіп, айнымалылардың мәндерін табамыз

$$X_1 = 0,65 \text{ кг}; X_2 = 0,24 \text{ кг}; X_3 = 5,88 \text{ кг}.$$

Осылай табылған флюстердің мөлшерін ылғалды (жұмысшы) массаға қайта есептейміз де, есептеулер нәтижесін Б.2 – кестеге келтіреміз.

Б.2 Кесте – Флюстер мөлшері, кг

Материалдар	құрғақ масса	жұмысшы масса
Кварц	0,65	0,66
Әктас	0,24	0,25
Темір кені	5,88	6
Барлығы	6,77	6,91

Флюстерді ескере отырып, ақырғы шлақтың құрамын есептейміз.  
Ақырғы өнімдегі  $\text{SiO}_2$  массасы:

$$G_{\text{SiO}_2}^{\text{шл}} = G_{\text{SiO}_2}^{\text{см}} + G_{\text{кв}} \cdot \frac{C_{\text{SiO}_2}^{\text{кв}}}{100} + G_{\text{изв}} \cdot \frac{C_{\text{SiO}_2}^{\text{изв}}}{100} + G_{\text{ж.р}} \cdot \frac{C_{\text{SiO}_2}^{\text{ж.р}}}{100} = 7,14 \text{ кг}.$$

Ақырғы өнімдегі  $\text{CaO}$  массасы:

$$G_{\text{CaO}}^{\text{шл}} = G_{\text{CaO}}^{\text{см}} + G_{\text{изв}} \cdot \frac{C_{\text{CaO}}^{\text{изв}}}{100} + G_{\text{ж.р}} \cdot \frac{C_{\text{CaO}}^{\text{ж.р}}}{100} = 3,57 \text{ кг}.$$

Ақырғы өнімдегі  $\text{FeO}$  массасы:

$$G_{\text{FeO}}^{\text{шл}} = G_{\text{FeO}}^{\text{см}} + G_{\text{ж.р}} \cdot \frac{C_{\text{FeO}}^{\text{ж.р}}}{100} = 14,29 \text{ кг}.$$

Ақырғы өнімдегі басқалардың массасы:

$$G_{\text{пр}}^{\text{шл}} = G_{\text{пр}}^{\text{см}} + G_{\text{кв}} \cdot \frac{C_{\text{пр}}^{\text{кв}}}{100} + G_{\text{изв}} \cdot \frac{C_{\text{пр}}^{\text{изв}}}{100} + G_{\text{ж.р}} \cdot \frac{C_{\text{пр}}^{\text{ж.р}}}{100} = 3,41 \text{ кг}.$$

Ақырғы шлақтың құрамы мен мөлшері Б.3 кестеде келтірілген.

## Б қосымшасының жалғасы

Б.3 Кесте – Ақырғы шлақтың мөлшері мен құрамы

Компоненттер	Мөлшері, кг	Құрамы, %
SiO <sub>2</sub>	7,14	18,84
CaO	3,57	9,42
MgO	1,10	2,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80	2,11
FeO	14,29	37,72
ZnO	7,58	20,01
Басқалары	3,41	9,00
Барлығы	37,89	100,00

100 кг құрғақ концентратқа құрғақ массасы 13,53 кг немесе жұмысшы массасы 13,82 кг флюстер қажет.

Шихтаның жалпы мөлшері құрғақ массаға 113,53 кг немесе жұмысшы массаға 124,71 кг құрайды.

Құрғақ шихтадағы күкірттің мөлшері:  $16,14 / 113,53 \cdot 100 = 14,22 \%$  құрайды. Айнымалы агломератсыз шихтаның мөлшері Б.4-кестеде келтірілген.

### Б қосымшасының жалғасы

Б.4 Кесте – Агломерация шихтасының құрамы мен мөлшері (айнымалы агломератсыз), кг

Материал	Компонент												
	Pb	Zn	Fe	Cu	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	O	CO <sub>2</sub>	Басқалары	Барлығы
концентрат	35,10	1,89	3,71	0,96	10,32	2,70	0,60	0,90	0,90	0,10	1,69	1,13	60,00
кектер	11,85	4,20	1,70	0,54	5,82	1,72	0,20	2,08	0,20	11,28	–	0,41	40,00
кварц	–	–	–	–	–	1,19	–	–	–	–	–	0,10	1,29
эктас	–	–	–	–	–	0,01	–	0,25	–	–	0,20	0,02	0,48
темір кендері	–	–	5,70	–	–	1,53	–	0,34	–	2,18	0,27	1,74	11,76
Барлығы	46,95	6,09	11,11	1,50	16,14	7,15	0,80	3,57	1,10	13,56	2,16	3,40	113,53

## Б қосымшасының жалғасы

Қоспаның құрғақ массасының 100 кг-на қажет айнымалы агломератты  $X_1$  деп белгілеп, келесі теңдікті аламыз:

$$0,07*(113,53+X)=0,015*X+16,14,$$

мұндағы,  $X = 148,96$  кг, яғни әр 100 кг концентрат пен қорғасын кегінің қоспасына (немесе 113,53 кг құрғақ шихтаға) 148,96 кг айнымалы агломерат енгізу қажет.

Бір сатылы агломерациялық күйдіру шихтасының ақырғы құрамы Б.5-кестеде келтірілген.

Б.5 Кесте – Бір сатылы агломерациялық күйдіру шихтасының ақырғы құрамы

Материалы	Құрғақ масса		Жұмысшы масса	
	мөлшері, кг	құрамы, %	мөлшері, кг	құрамы, %
концентрат	60,00	22,86	63,83	23,32
кектер	40,00	15,24	47,06	17,20
кварц	1,29	0,49	1,33	0,49
эктас	0,48	0,18	0,49	0,18
темір кені	11,76	4,48	12,00	4,38
айналмалы агломерат	148,96	56,75	148,96	54,43
Барлығы:	262,49	100,00	273,67	100,00

## В қосымшасы

### Агломераттың рационалдық құрамын есептеу

Есептеуді күйдіру процесіндегі жоғалымдарды ескеруінсіз жүргіземіз. Агломерация шихтасындағы агломерат айнымалы екенін ескере отырып, яғни ақырғы агломераттың құрамына сәйкес келетіндіктен, оның компоненттерін есептеуде ескерілмейді.

Агломератқа келесі мөлшерде күкірт өтеді:

$$G_S^{\text{арл}} = \frac{G_S^{\text{ших}} \cdot (100 - D_S)}{100} = \frac{16,14 \cdot (100 - 90)}{100} = 1,61 \text{ кг.}$$

Сульфатты күкірт:  $1,61 \cdot \frac{2}{3} = 1,07 \text{ кг.}$

Сульфидті күкірт:  $1,61 \cdot \frac{1}{3} = 0,54 \text{ кг.}$

Сульфидті күкірттің мөлшері:

- мырышпен байланысты:  $0,54 \cdot 0,6 = 0,32 \text{ кг.}$
- темірмен байланысты:  $0,54 \cdot 0,2 = 0,11 \text{ кг.}$
- қорғасынмен байланысты:  $0,54 \cdot 0,2 = 0,11 \text{ кг.}$

Сульфатты күкірттің мөлшері:

- кальциймен байланысты:  $1,07 \cdot 0,5 = 0,54 \text{ кг.}$
- қорғасынмен байланысты:  $1,07 \cdot 0,5 = 0,54 \text{ кг.}$

ZnS мөлшерін анықтаймыз:

$$G_{ZnS}^{\text{арл}} = \frac{G_S^{\text{ZnS}} \cdot M_{ZnS}}{M_S} = \frac{0,32 \cdot 97,4}{32} = 0,97 \text{ кг,}$$

$$G_{Zn}^{\text{ZnS}} = \frac{G_{ZnS}^{\text{арл}} \cdot M_{Zn}}{M_{ZnS}} = \frac{0,97 \cdot 65,4}{97,4} = 0,65 \text{ кг.}$$

ZnO мөлшері:

$$G_{ZnO}^{\text{арл}} = \frac{(G_{Zn}^{\text{ших}} - G_{Zn}^{\text{ZnS}}) \cdot M_{ZnO}}{M_{Zn}} = \frac{(6,09 - 0,65) \cdot 81,4}{65,4} = 6,77 \text{ кг.}$$

Агломераттағы FeS мөлшерін есептейміз:

$$G_{FeS}^{\text{арл}} = \frac{G_S^{\text{FeS}} \cdot M_{FeS}}{M_S} = \frac{0,11 \cdot 87,85}{32} = 0,3 \text{ кг,}$$

$$G_{Fe}^{\text{FeS}} = \frac{G_{FeS}^{\text{арл}} \cdot M_{Fe}}{M_{FeS}} = \frac{0,3 \cdot 55,85}{87,85} = 0,19 \text{ кг.}$$

## В қосымшасының жалғасы

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> массасын табамыз:

$$G_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^{\text{агл}} = \frac{(G_{\text{Fe}}^{\text{ших}} - G_{\text{Fe}}^{\text{FeS}}) \cdot 0,5 \cdot M_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{2 \cdot M_{\text{Fe}}} = \frac{(11,11 - 0,19) \cdot 0,5 \cdot 159,7}{2 \cdot 55,85} = 7,81 \text{ кг.}$$

Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> массасын есептейміз:

$$G_{\text{Fe}_3\text{O}_4}^{\text{агл}} = \frac{(G_{\text{Fe}}^{\text{ших}} - G_{\text{Fe}}^{\text{FeS}}) \cdot 0,5 \cdot M_{\text{Fe}_3\text{O}_4}}{3 \cdot M_{\text{Fe}}} = \frac{(11,11 - 0,19) \cdot 0,5 \cdot 231,55}{3 \cdot 55,85} = 7,55 \text{ кг.}$$

PbS мөлшерін анықтаймыз:

$$G_{\text{PbS}}^{\text{агл}} = \frac{G_{\text{S}}^{\text{PbS}} \cdot M_{\text{PbS}}}{M_{\text{S}}} = \frac{0,11 \cdot 239,2}{32} = 0,82 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{Pb}}^{\text{PbS}} = \frac{G_{\text{PbS}}^{\text{агл}} \cdot M_{\text{Pb}}}{M_{\text{PbS}}} = \frac{0,82 \cdot 207,2}{239,2} = 0,71 \text{ кг.}$$

PbSO<sub>4</sub> массасы:

$$G_{\text{PbSO}_4}^{\text{агл}} = \frac{G_{\text{S}}^{\text{PbSO}_4} \cdot M_{\text{PbSO}_4}}{M_{\text{S}}} = \frac{0,54 \cdot 303,2}{32} = 5,12 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{Pb}}^{\text{PbSO}_4} = \frac{G_{\text{PbSO}_4}^{\text{агл}} \cdot M_{\text{Pb}}}{M_{\text{PbSO}_4}} = \frac{5,12 \cdot 207,2}{303,2} = 3,5 \text{ кг.}$$

PbO-ның жалпы мөлшері:

$$G_{\text{PbO}}^{\text{агл}} = \frac{(G_{\text{Pb}}^{\text{ших}} - G_{\text{Pb}}^{\text{PbS}} - G_{\text{Pb}}^{\text{PbSO}_4}) \cdot M_{\text{PbO}}}{M_{\text{Pb}}} = \frac{(46,95 - 0,71 - 3,5) \cdot 223,2}{207,2} = 46,04 \text{ кг;}$$

оның ішінде:

$$\text{PbO түрінде: } 46,04 \cdot \frac{2}{3} = 30,69 \text{ кг,}$$

$$\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2 \text{ түрінде: } 46,04 \cdot \frac{1}{3} = 15,35 \text{ кг.}$$

Барлық PbO·SiO<sub>2</sub>:

$$G_{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2}^{\text{агл}} = \frac{G_{\text{PbO}}^{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2} \cdot M_{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2}}{M_{\text{PbO}}} = \frac{15,35 \cdot 283,2}{223,2} = 19,45 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{SiO}_2}^{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2} = \frac{G_{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2}^{\text{агл}} \cdot M_{\text{SiO}_2}}{M_{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2}} = \frac{19,45 \cdot 60}{283,2} = 4,12 \text{ кг.}$$



## В қосымшасының жалғасы

CaSO<sub>4</sub> массасы:

$$G_{\text{CaSO}_4}^{\text{арл}} = \frac{G_S^{\text{CaSO}_4} \cdot M_{\text{CaSO}_4}}{M_S} = \frac{0,54 \cdot 136,1}{32} = 2,3 \text{ кг},$$

$$G_{\text{CaO}}^{\text{CaSO}_4} = \frac{G_{\text{CaSO}_4}^{\text{арл}} \cdot M_{\text{CaO}}}{M_{\text{CaSO}_4}} = \frac{2,3 \cdot 56,1}{136,1} = 0,95 \text{ кг}.$$

CaO·SiO<sub>2</sub> массасын есептейміз:

$$G_{\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2}^{\text{арл}} = \frac{(G_{\text{CaO}}^{\text{ших}} - G_{\text{CaO}}^{\text{CaSO}_4}) \cdot M_{\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2}}{M_{\text{CaO}}} = \frac{(3,57 - 0,95) \cdot 56,1}{116,1} = 5,42 \text{ кг},$$

$$G_{\text{SiO}_2}^{\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2} = \frac{G_{\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2}^{\text{арл}} \cdot M_{\text{SiO}_2}}{M_{\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2}} = \frac{5,42 \cdot 60}{116,1} = 2,8 \text{ кг}.$$

Қалған SiO<sub>2</sub>:

$$G_{\text{SiO}_2} = G_{\text{SiO}_2}^{\text{ших}} - G_{\text{SiO}_2}^{\text{PbO} \cdot \text{SiO}_2} - G_{\text{SiO}_2}^{\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2} = 7,15 - 4,12 - 2,8 = 0,23 \text{ кг}.$$

Cu<sub>2</sub>O мөлшері:

$$G_{\text{Cu}_2\text{O}}^{\text{арл}} = \frac{G_{\text{Cu}}^{\text{ших}} \cdot (2 \cdot M_{\text{Cu}} + M_{\text{O}})}{2 \cdot M_{\text{Cu}}} = \frac{1,5 \cdot (2 \cdot 63,51 + 16)}{2 \cdot 63,51} = 1,69 \text{ кг}.$$

Агломераттың рационалдық құрамы В.1-кестеге келтіреміз.

## В қосымшасының жалғасы

В.1 Кесте – Агломераттың рационалдық құрамы

Компонент	Pb	Zn	Fe	Cu	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	O	Басқалары	Барлығы, кг	Барлығы, %
PbO	28,49	–	–	–	–	–	–	–	–	2,20	–	30,69	32,50
PbSO <sub>4</sub>	3,50	–	–	–	0,54	–	–	–	–	1,08	–	5,12	5,42
PbS	0,71	–	–	–	0,11	–	–	–	–	–	–	0,82	0,87
PbO·SiO <sub>2</sub>	14,23	–	–	–	–	4,12	–	–	–	1,10	–	19,45	20,60
Cu <sub>2</sub> O	–	–	–	1,50	–	–	–	–	–	0,19	–	1,69	1,79
ZnS	–	0,65	–	–	0,32	–	–	–	–	–	–	0,97	1,03
ZnO	–	5,44	–	–	–	–	–	–	–	1,33	–	6,77	7,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	5,46	–	–	–	–	–	–	2,35	–	7,81	8,27
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	–	–	5,46	–	–	–	–	–	–	2,09	–	7,55	8,00
FeS	–	–	0,19	–	0,11	–	–	–	–	–	–	0,30	0,32
CaSO <sub>4</sub>	–	–	–	–	0,54	–	–	0,95	–	0,81	–	2,30	2,44
CaO·SiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	2,80	–	2,62	–	–	–	5,42	5,74
MgO	–	–	–	–	–	–	–	–	1,10	–	–	1,10	1,17
SiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	0,23	–	–	–	–	–	0,23	0,24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	–	–	–	–	–	0,80	–	–	–	–	0,80	0,85
Басқалары	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	3,40	3,60
Барлығы, кг	46,93	6,09	11,11	1,50	1,62	7,15	0,80	3,57	1,10	11,15	3,40	94,42	100,00
Барлығы, %	49,70	6,45	11,77	1,59	1,72	7,57	0,85	3,78	1,16	11,81	3,60	–	100,00