

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»

Ө. Байқоңыров атындағы тау-кен – металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

Бекқалиев Дәурен Ұланұлы

Дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

«Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен – металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы



Дипломдық жобаның

ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБАСЫ

«Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

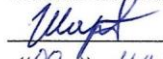
6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

Орындаған

Бекқалиев Д. Ұ.

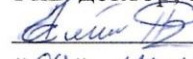
Пікір беруші

техн. ғыл. канд.

 Р.Х. Шарипов
«09» маусым 2023 ж.

Ғылыми жетекші

PhD доктор, аға оқытушы

 Б.Т. Алтайбаев
«09» маусым 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен – металлургия институты

«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасы

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы



Дипломдық жобаны даярлауға
ТАПСЫРМА

Білім алушыға Бекқалиев Дәурен Ұланұлына

Жұмыстың тақырыбы «Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

Университеттің № 408-П/Ө «23» қараша 2022 ж. бұйырығымен бекітілген

Орындалған жұмыстың өткізу мерзімі «13» маусым 2023 жыл.

Дипломдық жұмыстың бастапқы мәліметтері:

а) Қорғасын шаңдарын шаймалаудың негізгі әдістері;

б) Балқаш металлургиялық зауытының шаймалау әдістері;

в) зерттеу жұмысында қолданылатын жабдықтар;

г) қорғасын шаңдарын шаймалаудағы параметрлерді анықтау;

д) шаймалау процесінен кейін алынған нәтижелерді талдау;

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген)
PowerPoint форматында 18 презентация жасалынды.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 28 атау.

**Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ**

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Әдебиетке шолу	27.02.23-17.03.23	<i>Алтайбаев</i>
Технологиялық жағдайларды негіздеу, параметрлерін тандау	20.03.23-07.04.23	<i>Алтайбаев</i>
Металлургиялық есептер	10.04.23-28.04.23	<i>Алтайбаев</i>
Презентация дайындау	02.05.23-05.05.23	<i>Алтайбаев</i>
Еңбек қауіпсіздігі сұрақтары	08.05.23-26.05.23	<i>Алтайбаев</i>

Дипломдық жұмыстың және оған қатысты диплом жұмысының бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының

Қолтаңбалары

Бөлімдердің атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Еңбек қауіпсіздігі бөлімі	Б.Т. Алтайбаев, PhD доктор, аға оқытушы	12.06.2023	<i>Алтайбаев</i>
Қалып бақылаушы	С.К. Джуманкулова PhD доктор, аға оқытушы	12.06.2023	<i>К.Джуманкулова</i>

Ғылыми жетекшісі *Алтайбаев* Б.Т. Алтайбаев

Тапсырманы орындауға білім алушы *Беккалиев* Беккалиев Д.Ұ.

Күні «22» ақпан 2023

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс дербес компьютермен жазылған, 63 беттен, 3 бөлімнен, 13 суреттен, 30 кестеден тұрады. Жұмыстың мазмұнына қорғасын шаңын шаймалау процесіне арналған тапсырма, кіріспе, әдебиетке шолу, практикалық бөлімдер, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімі кіреді. Пайдаланылған әдебиеттер тізіміне 28 атау кіреді.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты – “Балқаш металлургия зауытында қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу” болып табылады. Зерттеу нысаны-зауыттың өзі, ал зерттеу нысаны - қорғасын шаңын шаймалау процестері.

Зерттеу барысында қорғасын шаңына зертханалық зерттеулер жүргізілді, сонымен қатар реагенттердің концентрациясы, рН деңгейі, температура және шаймалау уақыты сияқты шаймалау процесінің негізгі параметрлері анықталды.

Зерттеу нәтижелері оңтайландырылған шаймалау жағдайларын пайдалану процестің тиімділігін айтарлықтай арттыруға ықпал ететінін көрсетті.

Түйінді сөздер: Балқаш металлургия зауыты, қорғасын шаңын шаймалау, электролиздеу процестері, рентгендік дифрактометр және трилонат ерітінділері.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа написана персональным компьютером, состоит из 63 страниц, 3 разделов, 13 рисунков, 30 таблиц. Содержание работы включает задание на процесс выщелачивания свинцовой пыли, введение, обзор литературы, практические разделы, заключение и список использованной литературы. Список использованной литературы включает 28 наименований.

Целью данной дипломной работы является” исследование процесса выщелачивания свинцовой пыли на Балхашском металлургическом заводе". Объектом исследования является само растение, а объектом исследования являются процессы выщелачивания свинцовой пыли.

В ходе исследования были проведены лабораторные исследования свинцовой пыли, а также определены основные параметры процесса выщелачивания, такие как концентрация реагентов, уровень рН, температура и время выщелачивания.

Результаты исследования показали, что использование оптимизированных условий выщелачивания способствует значительному повышению эффективности процесса.

Ключевые слова: Балхашский металлургический завод, процессы выщелачивания свинцовой пыли, электролиза, рентгеновский дифрактометр и трилонатные растворы.

ANNOTATION

The thesis is written by a personal computer, consists of 63 pages, 3 sections, 13 figures, 30 tables. The content of the work includes a task on the process of lead dust leaching, an introduction, a literature review, practical sections, a conclusion and a list of references. The list of references includes 28 titles.

The purpose of this thesis is to "study the leaching process of lead dust at the Balkhash Metallurgical Plant". The object of the study is the plant itself, and the object of the study is the leaching processes of lead dust.

In the course of the study, laboratory studies of lead dust were carried out, and the main parameters of the leaching process were determined, such as the concentration of reagents, pH level, temperature and leaching time.

The results of the study showed that the use of optimized leaching conditions contributes to a significant increase in the efficiency of the process.

Keywords: Balkhash Metallurgical Plant, lead dust leaching processes, electrolysis, X-ray diffractometer and trilonate solutions.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Қорғасын шаңын шаймалау процесі бойынша әдеби шолу	11
1.1 Қорғасын шаңдарының сипаттамасы және оларды өңдеу мәселесі	11
1.2 Қорғасын шаңдарын балқытудың схемалық үлгілерін зерттеу	17
1.3 Қорғасын шаңын шаймалаудың қолданыстағы әдістері	20
1.4 Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігін талдау	24
2 Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесінің зерттеу әдістемесі	28
2.1 Зерттеу объектісіне сипаттама	28
2.2 Балқаш металлургиялық зауытында қолданылатын сілтілеу әдістері	29
2.3 Зерттеу үшін қолданылатын құрал-жабдықтар	31
3 Қорғасын шаңын шаймалау процесін эксперименттік зерттеу	37
3.1 Балқаш металлургиялық зауытында қорғасын шаңын шаймалаудың технологиялық схемасы және өңдеу үдерістері	37
3.2 Зерттеуге үлгілерді дайындау	43
3.3 Қорғасын шаңын шаймалау бойынша тәжірибелер жүргізу	48
Қорытынды	54
Пайдаланған әдебиеттер тізімі	56
Қосымша А	58
Қосымша Б	62

КІРІСПЕ

Қорғасын шаңын шаймалау қалдықтарды өңдеуде және бағалы металдарды алуда маңызды процесс болып табылады. Бұл дипломдық жұмыста қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу осы процестің оңтайлы шарттарын анықтау және оны жақсарту бойынша ұсыныстар әзірлеу мақсатында жүргізіледі. Осы мақсатқа жету үшін қорғасын шаңдарының химиялық қасиеттерін талдау, сілтілеу кинетикасын зерттеу, реактордың оңтайлы параметрлерін анықтау, сонымен қатар сілтісіздендіру процесіне параметрлердің әсерін талдау әдістері қолданылды. Алынған нәтижелер қалдықтарды өңдеумен және бағалы металдарды өндірумен байланысты әртүрлі салалар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Қорғасын шаңын шаймалау металлургия өнеркәсібіндегі өндіріс қалдықтарынан құнды металдарды алуға мүмкіндік беретін маңызды процесс болып табылады. Қазақстандағы Балқаш металлургия зауыты қорғасын шаңын ірі өндірушілердің бірі болып табылады. Осы зауыттағы қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу өндіріс процестерін оңтайландыруға, өнім сапасын жақсартуға және қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтуға үлкен әсер етеді. Бұл жұмыста Балқаш металлургия зауытындағы қорғасын шаңын шаймалау процесінің негізгі аспектілерін, зерттеу әдістері мен нәтижелері қарастырылады.

Балқаш металлургия зауыты шығаратын қорғасын шаңында қорғасын, күміс және алтын сияқты бағалы металдардың едәуір мөлшері бар. Сондықтан оларды шаймалау құнды өнімдерді алудың маңызды кезеңі болып табылады. Алайда, бұл процесс күрделі және уақытты қажет етуі мүмкін, өйткені қорғасын шаңында бағалы металдарды шаймалауды қиындататын әртүрлі қоспалар мен ластаушы заттар бар.

Балқаш металлургия зауытында қорғасын шаңын шаймалаудың жақсы нәтижелеріне қол жеткізу үшін қышқылдармен немесе сілтілермен шаймалау сияқты гидрометаллургиялық әдістерді қоса алғанда, әртүрлі әдістер қолданылады. Сонымен қатар, зауыт өндіріс процесін оңтайландыру және қоршаған ортаға әсерін азайту үшін соңғы технологиялар мен жабдықтарды қолданады.

Бұл жұмыста Балқаш металлургия зауытындағы қорғасын шаңын шаймалау процесінің негізгі кезеңдерін, процестің тиімділігін бағалау үшін қолданылатын зерттеу әдістерін, сондай-ақ алынған нәтижелері қарастырылады. Бұл зерттеу Қазақстанда және әлемде металлургия өнеркәсібін дамыту үшін маңызды мәнге ие, өйткені ол өндірістік процестерді оңтайландыруға, өнім сапасын арттыруға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Бұл жұмыстың практикалық маңызы бар, өйткені қорғасын шаңын шаймалау қорғасын концентраттарын өндіруде маңызды процесс болып табылады, сонымен қатар қалдықтарды кәдеге жарату және бағалы металдарды өндіру үшін пайдалануға болады. Сонымен қатар, бұл жұмыстың нәтижелерін қазіргі заманғы әлемдегі өзекті мәселе болып табылатын қалдықтарды өңдеудің жаңа технологиялары мен әдістерін әзірлеуге пайдалануға болады.

Жұмыста осы тақырып бойынша әдебиеттерге шолу жасалады, сондай-ақ қорғасын шаңдарының шаймалану процесін эксперименттік зерттеу нәтижелері ұсынылады. Алынған деректер талданып, процесті оңтайландыру үшін тиісті қорытындылар мен ұсыныстар жасалады.

Осылайша, бұл дипломдық жұмыс өндірісте практикалық қолдану үшін, сонымен қатар қалдықтарды өңдеу және бағалы металдарды өндіру саласындағы ғылыми зерттеулерді дамыту үшін маңызды.

Қорғасын шаңдарын өңдеу мәселесі өзекті болып табылады және оларды жоюдың тиімді әдістерін іздеуді талап етеді. Бұл дипломдық жобада Балқаш металлургиялық зауытында жаңа, тиімдірек өңдеу әдісін жасау мақсатында қорғасын шаңын шаймалау процесі зерттеледі.

Дипломдық жобаның мақсаты Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу болып табылады.

Осы дипломдық жұмыстың мақсатына жету үшін-Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу - келесі міндеттер қойылды:

- Ғылыми мақалаларды, монографияларды, есептерді және басқа ақпарат көздерін қоса алғанда, зерттеу тақырыбындағы әдебиеттерді зерттеу;

- Балқаш металлургия зауытында қорғасын шаңын шаймалау үшін қолданылатын технологиялық процестерді сипаттау.

- Балқаш металлургия зауытында қорғасын шаңын шаймалау процесінің тиімділігін әртүрлі зерттеу әдістері, соның ішінде металл құрамын талдау, рентгендік құрылымдық талдау және басқа әдістер арқылы бағалау.

- Балқаш металлургия зауытында қорғасын шаңын шаймалаудың оңтайлы жағдайларын анықтау және процесті оңтайландыру бойынша ұсыныстар әзірлеу.

- Қорғасын шаңын шаймалау процесінің қоршаған ортаға әсерін бағалау және жағымсыз әсерлерді азайту бойынша ұсыныстар беру.

Бұл зерттеудің нәтижелері Балқаш металлургия зауытында және басқа металлургия кәсіпорындарында өндірістік процестерді жақсарту үшін, сондай-ақ қоршаған ортаға әсерді азайту үшін пайдаланылуы мүмкін. Бұдан басқа, бұл зерттеу металлургия өнеркәсібі саласындағы одан әрі зерттеулердің негізі ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Дипломдық жобада зерттеу объектісі ретінде Балқаш металлургия зауыты алынды.

Дипломдық жобада зерттеу пәні қорғасын шаңын шаймалау процесстері болып табылады.

Дипломдық жоба жұмысына кіріспе, 3 тарау, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және қосымшалар кіреді.

1 Қорғасын шаңын шаймалау процесі бойынша әдеби шолу

1.1 Қорғасын шандарының сипаттамасы және оларды өңдеу мәселесі

Негізінен металдар жердің тереңдігінен алынған кендерден алынады. Литосфера, біздің жер қыртысы, табиғи химиялық процестерден пайда болған көптеген минералдардан тұратын әртүрлі тау жыныстарынан тұрады. Кендер-бұл қазіргі заманғы технологияларды қолданған кезде құнды минералдарды алу үшін қайта өңдеу экономикалық тұрғыдан тиімді болатын ерекше тау жыныстары.

Қорғасын - Д. И. Менделеевтің периодтық жүйесінің төртінші тобының химиялық элементі, ол сұр-ақ түсті, атомдық нөмірі 82 және атомдық массасы 207,19 болатын металл. Қоршаған ортаға байланысты қорғасын 2 немесе 4 валенттілікке ие болуы мүмкін [1].

Қазіргі уақытта түсті металдар, соның ішінде қорғасын өндірісі материалдық өндірістің барлық салаларындағы қарқынды прогрестің ажырамас бөлігі болып табылады. Әлемде тазартылған қорғасын өндірісі 11 миллион тоннаға, ал мырыш өндірісі 12 миллион тоннаға жетті, алайда өсіп келе жатқан қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін өндірісті ұлғайту қажет.

Әлемдік қорғасын нарығында негізгі өндірушілер Қытай болып табылады, ол жалпы көлемнің 35-37%, АҚШ (10-12 %), Перу (9-10 %), Канада (3-4 %), Швеция (3-4 %), Австралия (16-18 %) және Мексика (2-3%) өндіреді [2]. Бұл елдер әлемдік қорғасын өндірісінің шамамен 70-80% - обеспечивают қамтамасыз етеді.

Қорғасынның негізгі тұтынушылары АҚШ (29-31 %), Ұлыбритания (8,5-9,5 %), Германия (8-9 %), Жапония (шамамен 8 %), Франция (6-7 %), Италия (5,5-6,5 %) және Испания (3,5-4 %). Бұл елдерде өндірілген қорғасынның шамамен 75% шетелде тұтынылады [1].

Қорғасынның балқу температурасы 327,4 °С, ал оның қайнау температурасы 1745°С. қатты қорғасынның тығыздығы 11,336 г / см³ құрайды, бірақ металл сұйық күйге ауысқанда оның мәні сызықтық төмендейді, 328-ден 750 °С-қа дейінгі температура аралығында 10,68-ден 10,19 г/см³-ке дейін төмендейді [4].

Қорғасынның төмен механикалық қасиеттері оның Бринелл қаттылығында көрінеді, ол тек 28-42 МПа құрайды. Алайда, металл жұмсақтықпен, икемділікпен және ең жақсы фольгаға айналдыру қабілетімен сипатталады. 18 °С температурада қорғасынның меншікті жылу сыйымдылығы 0,12 кДж/к·К, ал сұйық металл - 0,142 кДж/кг·к. Металлургтер жұмысының көп бөлігі сұйық металмен жұмыс істейді. Сұйық күйге ауысқан кезде қорғасынның балқу жылуы 5,1 кДж/моль, ал оның қайнау температурасындағы қорғасынның булану жылуы 175-177 кДж/моль аралығында болатындығын атап өткен жөн [4].

Қорғасын қорытпалары басқа металдармен бірегей қасиеттеріне байланысты әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, қорғасын

рентген сәулелерінің жоғары сіңіру коэффициентіне ие, бұл оны Медициналық және ғылыми зерттеулерде таптырмас материал етеді.

Полиметалл кендерінің маңызды компоненттері болып табылатын қорғасын металдары әр түрлі формада болуы мүмкін [3]:

- Гренокит минералы (CdS) көбінесе полиметалл кендерінде кадмийдің басым көзі болып табылады, бірақ кейбір жағдайларда кадмий сфалеритте және басқа мырыш минералдарында көрінбейтін механикалық немесе изоморфты қоспа түрінде болады, бұл оны алу процесін қиындатады.

- Сурьма полиметалл кендерінің кең таралған құрамдас бөлігі болып табылады және оларда бірнеше формада болуы мүмкін. Атап айтқанда, ол қорғасын мен күмістің күрделі сульфоантимониттері түрінде, сондай-ақ галениттегі изоморфты қоспа ретінде болады.

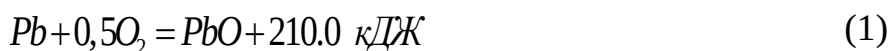
- Кендерде сирек кездесетін висмут әдетте өз минералдары ретінде болады, бірақ көбінесе негізгі сульфидті минералдардағы қосындылар немесе галениттегі изоморфты қоспалар түрінде кездеседі.

- Теллур табиғатта негізінен калаверит (CuTe), сильванит (Ag₂Te₄), гессит (AuTe₂) және басқалары сияқты теллуридтер түрінде кездеседі. Сондай-ақ, теллур кендерде мыс, қорғасын және басқа металдар сульфидтерін қоса алғанда, басқа минералдардағы ең жақсы қоспа түрінде болуы мүмкін. Кейбір кендерде теллуридтер қорғасынның негізгі минералы болып табылатын галенитпен байланысты болуы мүмкін.

- Селен көбінесе кендерде Галена және халькопирит сияқты сульфидті минералдардың күкіртіндегі изоморфты қоспа түрінде кездеседі. Сонымен қатар, селен кенде сильванит (Ag₂Se), кайлерсит (CaSe₂) және басқалары сияқты селенидтер түрінде болуы мүмкін.

Қорғасынның химиялық белсенділігі ауадағы оттегімен әрекеттескенде пайда болады, нәтижесінде әртүрлі қосылыстар пайда болады. Осындай қосылыстардың бірі - Pb₂O, PbO, Pb₂O₃ және Pb₃O₄ - бояу өндірісінде кеңінен қолданылды [5].

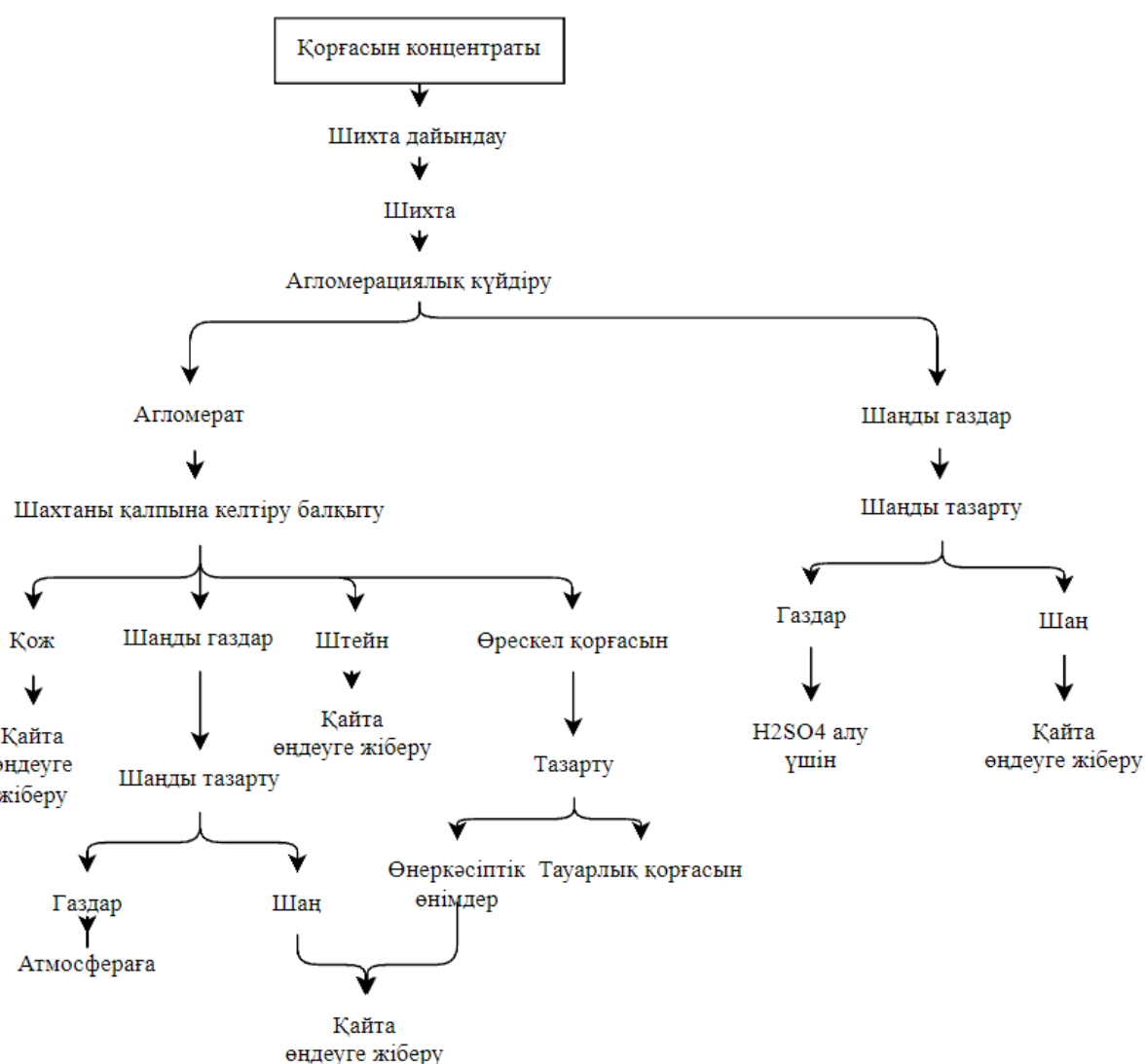
Қорғасын әртүрлі элементтері бар қосылыстардың көп мөлшерін құрайды. Алайда, қорғасынның барлық оттегі қосылыстарының ішінде тек PbO тұрақты, ал қалған қосылыстар тұрақсыз және PbO мен O₂-ге ыдырайды. Дегенмен, барлық қорғасын оксидтерінің ішінде металлургия үшін ең маңыздысы - глет (PbO). Бұл оксид жоғары температурада қорғасынның оттегімен әрекеттесуі арқылы түзіледі, реакция арқылы [3]:



Қорғасынның физикалық-химиялық және механикалық қасиеттері сияқты сипаттамалары оны қолдану мен тұтыну салаларын анықтайды. Өнеркәсіптің әртүрлі салалары қорғасынды жұмсақтық, икемділік, радиациядан қорғау қабілеті, жоғары тығыздық және т.б. сияқты бірегей қасиеттеріне қарай пайдаланады.

Қорғасын әдетте 5-15% қорғасын бар басқа металдармен қорытпалар түрінде қолданылады. Қалайы, кальций, мырыш, сондай-ақ сурьма, мыс, мышьяк және кадмий бар қорғасын қорытпалары әсіресе танымал. Мұндай қорытпалар компоненттердің пропорцияларына байланысты қола, баббит, жез және дәнекерлеу үшін қолданылады, олар машина жасау мен электротехникада қолданылады. Сонымен қатар, қорғасын типографиялық қорытпада кеңінен қолданылады. Қорғасынның физика-химиялық және механикалық қасиеттері оны әртүрлі салаларда тұтынуды анықтайды.

Бүгінгі таңда металлургиялық кәсіпорындардың көпшілігінде қорғасын шикізатын өңдеу үшін бірнеше кезеңдерді қамтитын әдіс қолданылады: агломерация, шахтаны қалпына келтіру балқыту, өрескел қорғасынды тазарту және жартылай фабрикаларды өңдеу (1 сурет).



1-сурет – Шахталық қалпына келтіру балқыту әдісімен қорғасын концентраттарын өңдеудің технологиялық схемасы

Қорғасын шаңы – атмосферада отын жағу, өнеркәсіптік өндіріс, қорғасын рудасын өндіру және өңдеу және т.б. нәтижесінде әртүрлі процестер нәтижесінде пайда болуы мүмкін қорғасынның ұсақ бөлшектері. Бұл шаңдар ауада ұзақ уақыт бойы сақталуы, таралуы мүмкін. ұзақ қашықтыққа өтіп, топырақ пен суға түседі [5].

Қорғасын шаңдары адам денсаулығына және қоршаған ортаға үлкен қауіп төндіреді. Қорғасын – организмде жиналып, қорғасынмен улану, қан аздық, жүйке жүйесінің зақымдануы және т.б ауыр ауруларды тудыруы мүмкін улы зат. Сонымен қатар қорғасын шаңы топырақ пен судың ластануына әкеліп соғады, бұл өз кезегінде өсімдіктерді зақымдауы мүмкін. , жануарлар мен жалпы экожүйелер [5].

Қорғасын шаңын өңдеу – арнайы техника мен технологияларды қолдануды талап ететін күрделі жұмыс. Қорғасын шаңын өңдеудің әртүрлі әдістері бар, мысалы, ион алмасу процестері, экстракция, сүзу, тотығу және т.б. Дегенмен, бұл әдістер қымбат болуы мүмкін және әрқашан толық тиімді емес.

Сондықтан қорғасын шаңының пайда болуына жол бермеу басты мәселе болып табылады.

Бұған таза және тиімдірек өндіріс технологияларын қолдану, экологиялық стандарттар мен ережелерді жақсарту, сондай-ақ атмосфераға қорғасын шаңының шығарындыларын бақылау және бақылау арқылы қол жеткізуге болады [6].

Агломерациялық күйдіру және қорғасын агломератының газ фазасы бар шахталық балқыту кезінде шаң-тозаңдар тасымалданады.

Шаңның үлкен бөлігі циклондар мен шаң камераларында ұсталады. Ұсақ шаң қап сүзгілерінде және электрофилтрлерде ұсталады. Дөрекі шаңның құрамы шихтаның құрамынан аз ерекшеленеді және құрамымен сипатталады, %: 45-55 Pb; 10-20 Zn; 0,5-1,5 As; 6-8 S; 0,1-1,5 Fe. Дөрекі шаң агломерацияға немесе тікелей қорғасын балқытуға қайтарылады [5].

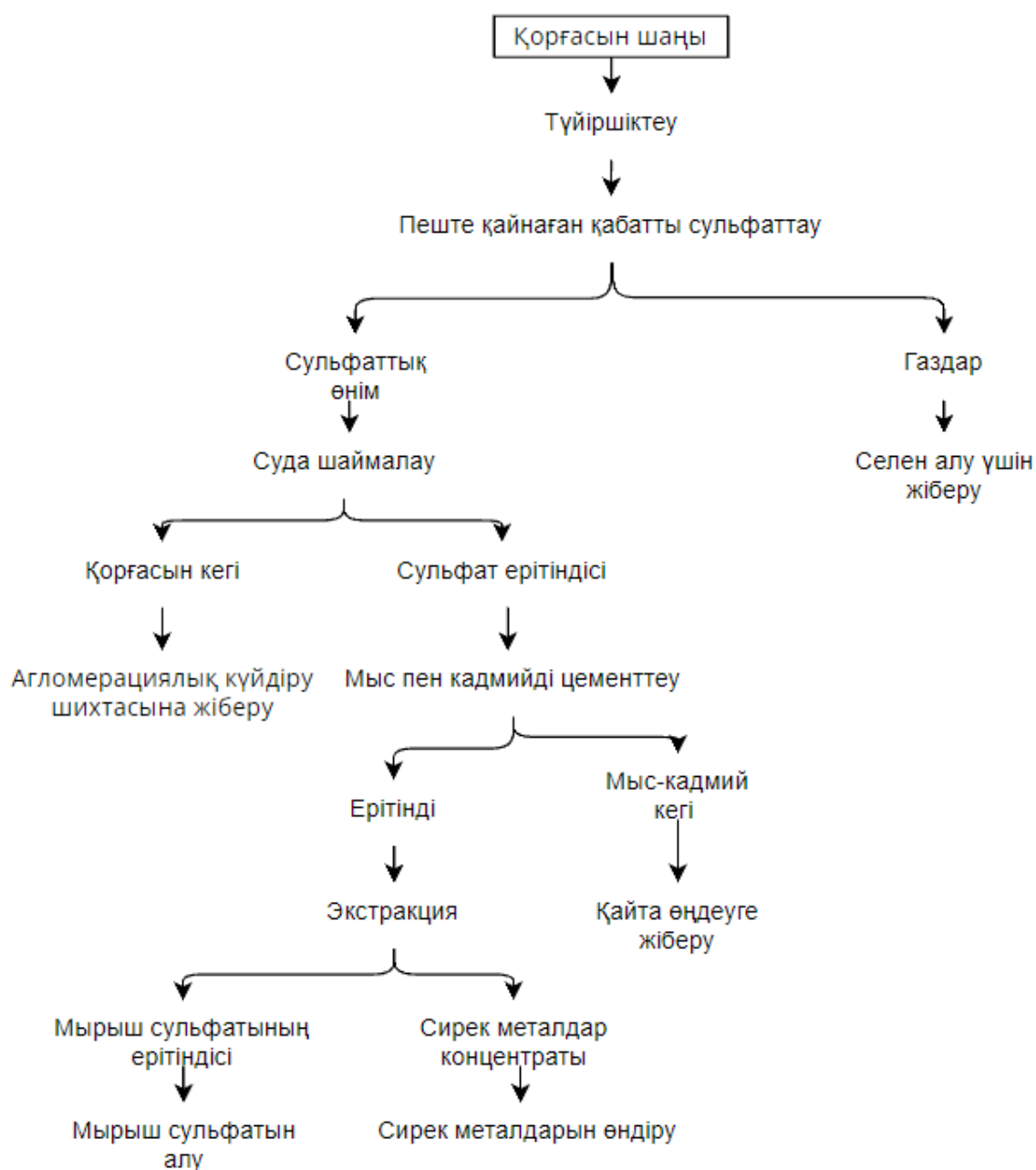
Жұқа шаңға 70% Tl, 50-55% Se, 40-50% Te, 25% In дейін, кадмий мен басқа да құнды шихта компоненттері ауысады. Селен негізінен агломерациялық күйдіру шаңында, қорғасын балқыту шаңында және түрлендіру процесінің шаңында шоғырланған [5].

Таллий негізінен агломерация өрістерінде шоғырланады. Кадмий, мырыш, индий, германий шахта балқымасының шаңында шоғырланады.

Қорғасын өндірісінің жұқа шаңдарын қайта өңдеу гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық тәсілдермен жүзеге асырылады.

Ең көп таралған әдіс-қорғасын өндірісіндегі шаңның бірнеше айналымы, оларда құнды компоненттер максималды жинақталғанға дейін, содан кейін гидрометаллургиялық өңдеу.

Мырыш сульфатын алу үшін күкірт қышқылымен сульфаттау процесін қолдана отырып, қорғасын өндірісінің шаңын өңдеудің технологиялық схемасы 2 суретте көрсетілген [6].



2-сурет – Күшті күкірт қышқылымен сульфатталған қорғасын шаңын өңдеудің технологиялық схемасы

Осы схема бойынша шаң күшті күкірт қышқылы бар тостаған түйіршіктерінде түйіршіктеледі, содан кейін 300-400°C температурада қайнаған қабаттың пештерінде түйіршіктерді термиялық өңдейді. Сульфаттану кезінде шаңнан 80-85% As, 70-75% Se, 85% Cl, 80-85% F шығарылады [3].

Сульфатталған түйіршіктер суға түседі шаймалау, нәтижесінде ерітіндіге 95-97% Zn, 93-95% Cd, 74-93% сирек металдар алынады. Сульфат өнімінің су шаймалауынан қалған қалдықта шамамен 65% мырыш бар; 0,5% қорғасын; 0,2% кадмий. Қорғасын концентратының агломерациялық күйдірілуіне қалай қайтарылады.

Мыс пен кадмийді шаймалағаннан кейін алынған ерітінділерден мырыш қосылыстарын мырыш шаңымен цементтеу арқылы өндіруге болады, ал экстракция әдісімен сұйық ерітінділерден индий мен таллий алуға болады. Мырыш ерітіндісі, өз кезегінде, тұтынушыға жіберілетін құрғақ мырыш сульфатын алғанға дейін булануы мүмкін.

Қорғасын шаңын қайта өңдеу үшін материалдан құнды компоненттерді алуға және бір уақытта процестен зиянды қоспаларды кетіруге мүмкіндік беретін концентрлі қышқылды сульфаттау әдісі тиімді қолданылады. Осылайша, өндіріс процесі экологиялық таза және тиімді болады.

Технологияның жетістіктеріне қарамастан, оның кемшіліктері де бар, мысалы, күкірт қышқылын айтарлықтай қайтымсыз тұтыну, экологиялық проблема тұрғысынан тиімсіздік, селен алудың төмен деңгейі және сульфат түрінде қорғасын алу.

Алайда, Шығыс Қазақстанда орналасқан Лениногор қорғасын зауытында қорғасын шаңын өңдеудің электротермиялық әдісі сыналды. Бұл әдіс аясында шаң натрий сульфатымен және Кокс арқылы араласады, содан кейін 900-1000°C температурада электр пештерінде ериді. Балқыту процесінде натрий сульфаты реакция арқылы сульфидке дейін азаяды [3].



Бұл процестің нәтижесінде натрий сульфиді өрістердегі мырышпен әрекеттеседі және реакцияға сәйкес мырыш сульфитіне айналады [3]:



Мырыш сульфиді мен натрий сульфиді арасындағы реакция нәтижесінде шаңды электрмен балқытудың негізгі өнімдерінің бірі болып табылатын штейн балқымасы түзіледі. Бұл балқымада шаңда болатын Қорғасын қосылыстары металға дейін азаяды, ал балқыту кезінде кадмий сублимацияға ауысады.

Процестің келесі кезеңі-балқытудың негізгі өнімдерін алу. Процесс нәтижесінде алынған металл қорғасын тазартуға түседі, ал кадмий сублиматорлары гидрометаллургиялық өңдеуге жіберіледі. Натрий Штейн-шлак балқымасы күшті су ағынымен ұнтақталады және сілтіленеді, нәтижесінде мырыш концентраты мен селен, теллур және индий сияқты құнды компоненттері бар ерітінді пайда болады.

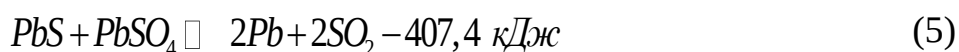
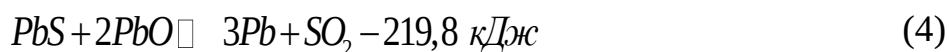
Электротермиялық әдіс шаңды қайта өңдеудің басқа әдістеріне қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Ол қорғасынның жоғары өндірілуін қамтамасыз етеді металл (96%), кадмий сублимация (96%), содан кейін металл (92,5%), сондай-ақ мырыштың салыстырмалы түрде жоғары өндірілуі концентрат (90% дейін).

1.2 Қорғасын шандарын балқытудың схемалық үлгілерін зерттеу

Қорғасынды балқытуға қажетті шихтаны дайындау үшін бай қорғасын концентраты, кокс ұсақ-түйегі, әк және айналым шаңы пайдаланылады, олар ылғалдың қажетті деңгейіне дейін ылғалдандырылады және 800-850 °С температураға дейін алдын ала қыздырылған шоққа жүктеледі. Әдетте шихта 60-75% концентраттан, 20-25% шаңнан, 2-8% әктен және 3-10% Кокс ұсақ-түйегінен тұрады [5].

Балқытудың дұрыс процесін қамтамасыз ету және шихтаның белгілі бір консистенциясын сақтау үшін металлургиялық өндірістер шихтаға әк енгізеді. Сонымен қатар, қажетті температураны ұстап тұру және қорғасын оксидін металл күйіне келтіру процесін жақсарту үшін шихтаға кокс ұсақ-түйегі қосылады.

Ауа шихтаға үрленеді, бұл қорғасын сульфидінің бетінде тиісті оксид пен сульфатқа дейін тотығуына ықпал етеді. Осылайша, бетіндегі тотыққан қабат қалдық сульфидпен әрекеттеседі, нәтижесінде (4) және (5) реакцияларға сәйкес қорғасын тотықсызданады [6].

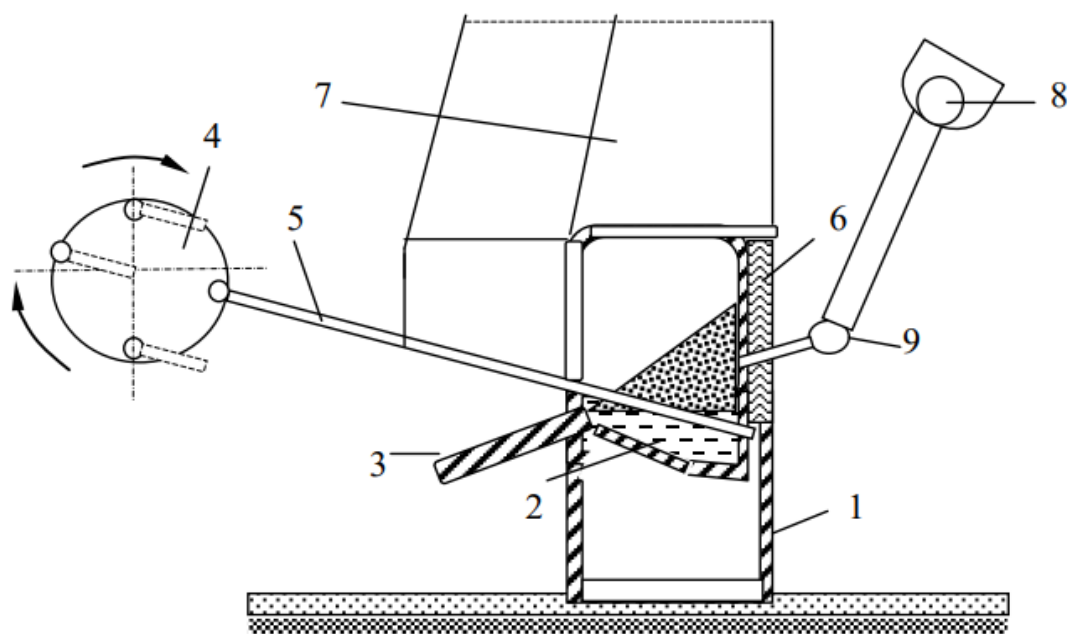


Горн (3 сурет) - шихтаны балқыту үшін қолданылатын кірпішке немесе төсекке орнатылған ұзын шойын қорап. Горнның өлшемдері ұзындығы шамамен 2,0-2,5 м, ені 0,5 м және тереңдігі 0,25 м, ал оның қабырғаларының қалыңдығы 50 мм. горнның артқы қабырғасында шихтаға ауа жіберетін фурмалар бар, ал горнның алдыңғы қабырғасында қожды кетіру үшін көлбеу қалың шойын плитасы бар [2].

Тау пешінің кеңістігі үш кессонмен шектелген және қорғасын ваннасына жетпейтін қаңылтыр болаттан жасалған пердемен жабылған. Горнның қорабының үстіне қойылған сорғыш сорғыш эксгаустерге қосылған. Шұңқырдың бүйірінде қорғасын науасы бар Розетка орналасқан.

Шихтаны шұңқырға бұрышпен орналастырады; балқыту процесінде ол жанасу бетін ұлғайту және жаңарту және концентраттың еруіне жол бермеу үшін механикалық қайта өңдеушімен мезгіл аралық араластырылады. Балқытылған қорғасын мезгіл-мезгіл тау жыныстарынан шығарылады, ал сұр шлак деп аталатын қалдық қорғасын ваннасының бетінен жиналады және қосымша қорғасын алу үшін шағын шахта пешінде бөлек өңделеді [2].

Балқыту процесінде шихтаның 30% - на дейін газ құбырларында тұнбаға түсетін өрескел шанды, сондай-ақ қапшықтар немесе электр сүзгілері арқылы сүзілетін жұқа шанды қамтитын пеш газдары алып кетуі мүмкін. Құрамында 70% қорғасын бар шанды агломерациялауға немесе түйіршіктеуге және концентратпен бірге қайта пайдалануға болады.



1 - станинасы; 2 - ванна; 3 - қожды кетіруге арналған пеш; 4 - кептелу механизмі;
5 - ломик; 6 - кессон; 7 - сорғыш; 8 - үрлеуге арналған коллектор; 9 - ауаны жеткізуге
арналған жүк көлігі

3-сурет – Қорғасынды реакциялық әдіспен балқытуға арналған горнның
схемасы

Құрамында 75% - ға дейін қорғасын бар концентраттарды өңдеу кезінде қорғасын балқыту өнімдеріне бөлінеді: 75% - ға дейін өрескел металда, 20-25% шанда және 10-15% сұр шлактарда. Тау-кен процесінің барлық жартылай өнімдерін ұтымды өңдеу кезінде 95-98% мөлшерінде қорғасынның жалпы алынуына қол жеткізуге болады. Балқыту процесінде бөлінетін газдарда күкірт қышқылын өндіру үшін пайдалануға болатын шамамен 4-5% SO_2 бар [2].

Алайда, бұл процестің кемшіліктері бар, мысалы, жабдықтың төмен өнімділігі, бөлменің жоғары газдануы, ауыр жұмыс жағдайлары, қорғасын концентратының сапасына жоғары талаптар, сондай-ақ металға қорғасынның төмен тікелей алынуы (75% - дан аспайды). Қазіргі уақытта, тау балқыту тек кейбір зауыттарда қолданылады, көбінесе көмекші қайта бөлу ретінде.

Реакциялық балқытуды бастамас бұрын, қорғасын концентраты материалды агломерациялау үшін қысқа барабанды пештерде бір сатылы күйдіріледі. Қорғасын сульфидінің тотығуы агломераттағы PbS:PbO - ның оңтайлы қатынасын ескере отырып жүргізілуі маңызды-1:2. Алынған агломерат ешқандай қоспасыз жоғары алюминий кірпішпен қапталған болат цилиндрлік корпус тәрізді қысқа барабанды пешке жүктеледі. Пештің өлшемдері әсерлі: диаметрі 2,4 м, ұзындығы 2,4 м, ішкі көлемі 10 м^2 , ал балқыту ваннасының тереңдігі 0,8 м.

Екіншіден, қорғасынды өрескел металға тікелей алу көп нәрсені қалайды және салыстырмалы түрде төмен көрсеткіштерге жетеді.

Үшіншіден, қорғасынға бай шлактар қосымша өңдеуді қажет етеді, бұл процестің жалпы тиімділігін төмендетеді. Алайда, осы шектеулерге қарамастан, балқыту әдісі Германия мен Польшадағы кейбір зауыттарда кеңінен қолданылады.

1.3 Қорғасын шаңын шаймалаудың қолданыстағы әдістері

Қорғасын шаңын шаймалаудың бірнеше әдістері бар. Олар физикалық, химиялық немесе аралас болуы мүмкін.

Физикалық әдістердің бірі флотация болып табылады, ол металдарды қажетсіз компоненттерден бөлу үшін материал тығыздығындағы айырмашылықтарды пайдаланады. Қорғасын шаңды суспензия металдарды бөлуге көмектесетін реагенттермен өңделеді және содан кейін сұйықтықтан бөлініп шығатын көбікті суспензия қоспасын жасайды.

Химиялық әдістерге қорғасынды сілтілеу үшін қышқылды немесе сілтілі ерітінділерді қолдану жатады. Мысалы, күкірт қышқылының ерітіндісін қорғасынды еріту және оны басқа компоненттерден бөлу үшін пайдалануға болады. Дегенмен, химиялық әдістерді пайдалану кезінде қауіпсіздік пен қалдықтарды дұрыс өңдеуді ескеру қажет [5].

Аралас әдістер химиялық заттармен біріктірілген флотацияны немесе ортаның рН мәнін өзгерту үшін химиялық заттарды қолдануды қамтуы мүмкін.

Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігі шаңның құрамына, металдардың концентрациясына, өңдеу параметрлеріне және басқа факторларға байланысты болуы мүмкін екенін ескеру маңызды, сондықтан әдісті таңдау осы параметрлерді талдауға негізделуі керек. Сондай-ақ сілтісіздендіру әдісін таңдағанда экологиялық және экономикалық факторларды ескеру қажет.

Қорғасын шаңын тиімдірек шаймалау үшін органикалық қышқылдар, сульфаттар, хлоридтер және фосфаттар сияқты арнайы реагенттерді пайдалануға болады. Бұл реагенттер шаймалау процесін жылдамдатуға және металды алуды арттыруға көмектеседі. Дегенмен, химиялық заттарды қолдану қалдықтардың пайда болуына және қоршаған ортаның ластануына әкелетінін ескеру қажет, сондықтан қалдықтарды дұрыс өңдеу және кәдеге жарату қажет.

Қорғасын шаңын тиімді шаймалау үшін су және химиялық реакторлар, центрифугалар, сүзгілер және басқа да арнайы жабдықтар сияқты әртүрлі жабдықты пайдалануға болады. Сонымен қатар, сілтісіздендіру процесінің максималды тиімділігіне жету үшін температура, қысым, реагенттер концентрациясы және басқа параметрлер сияқты өңдеу параметрлерін дұрыс реттеу қажет [6].

Қорғасын шаңын шаймалаумен байланысты қиындықтардың бірі - нәтижесінде пайда болған қалдықтарды өңдеу және кәдеге жарату. Кейбір реагенттер мен шаң компоненттері улы және қоршаған ортаға қауіпті болуы

мүмкін, сондықтан қоршаған ортаға теріс әсерді барынша азайтатын өңдеу және жою әдістерін қолдану керек. Қорғасын шаңын шаймалау процесінің экологиялық және әлеуметтік аспектілерін қарастыру және емдеудің ең тиімді және қауіпсіз әдістерін қолдануға ұмтылу маңызды.

Қорғасын шаңын шаймалау процесінде пайда болатын қалдықтарды өңдеу және жоюдың әртүрлі әдістері бар. Кең тараған әдістердің бірі – кері осмос, ол сілтілеу процесінде қолданылатын суды тазартуға және қалдықтардан бағалы металдарды алуға мүмкіндік береді. Басқа әдістерге қалдықтарды залалсыздандыру, флокуляциялау, тұндыру және улы заттарды залалсыздандыру жатады.

Қалдықтарды кәдеге жарату әдістерін пайдалы өнімге қайта өңдеу, құрылыс материалдарын өндіруде пайдалану немесе энергияға айналдыру сияқты қоршаған ортаға кері әсерін азайту үшін де қолдануға болады. Дегенмен, бұл әдістер айтарлықтай инвестициялық және технологиялық мүмкіндіктерді талап етеді, сондықтан оларды пайдалану шектеулі болуы мүмкін [5].

Жаңа реагенттер, жетілдірілген жабдық және қалдықтарды жою әдістері сияқты жаңа технологиялар мен инновацияларды әзірлеу және пайдалану арқылы қорғасын шаңын шаймалау процесін айтарлықтай жақсартуға болатынын атап өткен жөн. Сонымен қатар, қоршаған ортаға әсерді азайтуға және сілтілеу процесінің экономикалық тиімділігін арттыруға көмектесетін қалдықтарды басқарудың неғұрлым тиімді жүйелерін жасауға болады.

Физикалық әдіс [6]. Қорғасын шандарын шаймалаудың физикалық әдісі әртүрлі еріткіштерді қолдануды және шаңнан қорғасынды алу үшін өңдеу әдістерін қамтуы мүмкін.

Осындай әдістердің бірі шаңды қышқыл ерітінділерінде шаймалау болып табылады. Бұл жағдайда шаңды ыдысқа салады, қышқыл ерітінді (мысалы, күкірт қышқылы немесе тұз қышқылы) қосады және сілтілеу процесін жылдамдату үшін қоспаны қыздырады. Содан кейін алынған ерітінді бөлшектерді кетіру үшін сүзгілерден өтеді, содан кейін қорғасынның құрамын талдауға болады.

Екінші әдіс - эфир немесе ацетон сияқты еріткіштерді пайдалану. Бұл жағдайда шандарды еріткіш ыдысқа салып, шандардан қорғасынды алу үшін қоспаны араластырады. Содан кейін алынған ерітінді сүзгіден өткізіліп, қорғасынның құрамы үшін талданады.

Үшінші әдіс - термиялық өңдеуді қолдану. Бұл жағдайда шаң жоғары температураға ұшырайды, бұл материалдың термиялық ыдырауына және қорғасынның бөлінуіне әкеледі. Содан кейін қорғасынды сілтісіздендірудің басқа әдістерін қолдану арқылы алынған қалдықтардан алуға болады.

Бұл әдістердің әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері бар, ал әдісті таңдау нақты жағдайға және шаймалау процесінің талаптарына байланысты.

Мысалы, қышқыл ерітіндісін шаймалау әдісі қорғасынды шаңнан тазарту үшін тиімді болуы мүмкін, бірақ процесс қымбат болуы мүмкін және ерітіндіні қажетті температураға дейін қыздыру үшін көп энергияны қажет етеді. Сонымен

катар, қышқылдарды пайдалану қалдықтарды өңдеу және ерітіндіні жою кезінде қиындықтар тудыруы мүмкін.

Еріткішпен шаймалау құны азырақ және қоршаған ортаға зиянсыз нұсқа болуы мүмкін, бірақ шаймалау кезінде қорғасынмен бәсекелесе алатын басқа заттардың құрамында жоғары шаңдардан қорғасынды алуда тиімділігі төмен болуы мүмкін.

Термиялық өңдеу тез және арзан болуы мүмкін, бірақ бұл әдіс басқа зиянды заттардың пайда болуына әкелуі мүмкін, ал алынған қалдықтардан қорғасынды алу қиын болуы мүмкін.

Химиялық әдіс [6]. Қорғасын шаңын сілтiсiздендiрудiң химиялық әдiсi – құрамында осы металл бар шаңнан қорғасынды алу тәсілдерінің бірі. Бұл әдіс қорғасынды ерітетін, еритін тұздар түзетін, кейін ерімейтін компоненттерден бөлінетін химиялық заттарды қолдануға негізделген.

Қорғасын шаңын шаймалаудың химиялық әдісі әдетте келесі қадамдарды қамтиды:

1 Шаңды дайындау: Шаң майдалап ұнтақталған және құм мен саз сияқты қоспалардан таза болуы керек.

2 Ерітінді дайындау: Күкірт қышқылы немесе тұз қышқылы сияқты қышқылдар әдетте қорғасынды шаймалау үшін қолданылады. Ерітіндіде қорғасынның еруін тездетуге көмектесетін натрий хлориді сияқты басқа қоспалар да болуы мүмкін.

3 Шаң мен ерітіндіні араластыру: Шаң контейнерге салынады, содан кейін ерітінді қосылады. Содан кейін ерітіндінің біркелкі таралуын қамтамасыз ету үшін қоспаны араластырады.

4 Ерітіндіні бөлу: шаң толығымен шайылғаннан кейін ерітінді құм және саз сияқты ерімейтін компоненттерден бөлінеді. Бұл сүзу немесе центрифугалау арқылы болуы мүмкін.

5 Қорғасынды бөлу: қорғасын ерітіндіде еритін тұздар түрінде болады, оны тұндыру немесе экстракция сияқты басқа әдістер арқылы басқа компоненттерден бөлуге болады.

6 Таза қорғасынды тазарту және өндіру: Бөлінген қорғасын қосылыстарын таза қорғасын алу үшін тазартуға және өңдеуге болады.

Қорғасын шаңын шаймалаудың химиялық әдісін өнеркәсіпте қорғасын өндірісінің қалдықтарынан қорғасын алу үшін, сондай-ақ қорғасыннан жер мен суды тазарту бойынша экологиялық жобаларда қолдануға болады.

Қорғасын шаңын шаймалаудың химиялық әдісі тиісті сақтық шараларын қолданбаса, денсаулық пен қоршаған ортаға қауіпті болуы мүмкін екенін ескерген жөн. Қышқыл ерітінділері дұрыс өңделмеген жағдайда өте коррозиялық және қауіпті болуы мүмкін, сондықтан осы реагенттермен жұмыс істегенде қауіпсіздік ережелерін сақтау маңызды.

Тұтастай алғанда, химиялық қорғасын шаңын шаймалау әдісі шаңнан қорғасынды алудың тиімді әдісі болып табылады, бірақ химиялық заттармен және өндіріс қалдықтарымен жұмыс істеу кезінде сақтық пен сақтықты қажет

етеді. Сондықтан сілтісіздендіруді қауіпсіздік және қоршаған ортаны қорғау ережелеріне сәйкес жүргізу маңызды.

Қорғасын шаңын шаймалаудың химиялық әдісі өндіріс қалдықтарынан қорғасын алудың, мысалы, қож мен шаңның, сондай-ақ қорғасыннан топырақ пен суды тазалаудың кең таралған әдістерінің бірі болып табылады. Оны аккумулятор өндірісі, металл құю, қорғасын қоспасын өндіру және т.б. сияқты әртүрлі салаларға қолдануға болады.

Сонымен қатар, сілтісіздендіру процесін бақылау қиын болуы мүмкін, өйткені ол реагенттердің қатынасы, температура және шаймалау уақыты сияқты көптеген факторларға байланысты. Бұл қорғасынның материалдан біркелкі алынбауына және нәтижесінде алынған өнімнің сәйкессіз сапасына әкелуі мүмкін.

Жалпы, қорғасын шаңын шаймалаудың химиялық әдісі өндіріс қалдықтарынан қорғасын алудың және қоршаған ортаны қорғасыннан тазартудың маңызды және тиімді әдісі болып табылады. Дегенмен, кез келген басқа процесс сияқты, ол мұқият көзқарас пен қауіпсіздік ережелерін сақтауды, сондай-ақ алынған өнімнің сапасын үнемі бақылауды талап етеді.

Қорғасын шаңын шаймалау процесін жақсарту үшін реагенттерді қосу, температураны, қысымды және ортаның рН деңгейін өзгерту сияқты әртүрлі әдістерді қолдануға болады. Бұл әдістер шаймалау тиімділігін арттыруға және өндіріс шығындарын азайтуға көмектеседі.

Ең перспективалы әдістердің бірі қорғасынды шаңнан сілтілеу үшін электролизді қолдану болып табылады. Бұл әдіс қолданылатын химиялық реагенттердің мөлшерін азайтады және шаймалау уақытын қысқартады. Сонымен қатар, ол материалдан ауыр металдарды алуда тиімдірек болуы мүмкін.

Тағы бір әдіс - биodeградация және биосорбция сияқты биотехнологиялық процестерді қолдану. Бұл процестер материалдан қорғасын алу үшін микроорганизмдерді немесе биологиялық жүйелерді пайдаланады. Олар химиялық сілтісіздендіру әдістеріне қарағанда экологиялық таза және үнемді болуы мүмкін.

Қорғасын шаңын сілтісіздендірудің химиялық әдісінің кемшіліктеріне карамастан, ол өндіріс қалдықтарынан қорғасынды алудың өнеркәсіпте кең тараған әдістерінің бірі болып қала береді. Оны ұқыптылықпен және қауіпсіздікпен пайдалану және оның тиімділігін арттыру және өндіріс шығындарын азайту үшін үнемі жаңа әдістер мен технологияларды іздестіру маңызды.

Аралас әдіс [6]. Қорғасын шаңын шаймалаудың аралас әдістерін өнеркәсіп қалдықтарынан немесе тұрмыстық шаңнан шаң сияқты шаңның әртүрлі түрлерінен қорғасынды алу үшін пайдалануға болады. Бұл әдістерге қышқылды шаймалау, хелаттаушы агенттерді қолдану арқылы шаймалау және органикалық еріткіштерді алу сияқты бірнеше шаймалау процестерінің комбинациясы кіреді.

Осындай әдістердің бірі шаңнан қорғасынды шаймалау үшін HCl және HNO_3 сияқты қышқылдардың қоспасын қолдануды қамтиды. Содан кейін алынған ерітінді ерітіндіден қорғасынды байланыстыратын хелат агенттерімен

толтырылған бағандар арқылы өтеді. Хелаттаушы агенттерді қолдана отырып, бұл кейінгі шаймалау ерітіндіден қорғасынның қосымша алынуын қамтамасыз етеді.

Осы органикалық еріткіштерді алу процесінен кейін қалған кірді кетіру және таза қорғасын алу үшін қолданылады. Органикалық еріткіш әдетте шаңда болуы мүмкін полициклді хош иісті көмірсутектер (РАН) сияқты органикалық қосылыстарды алу үшін қолданылады.

Қорғасын шаңын шаймалаудың аралас әдістері күрделі материалдардан қорғасын алуда тиімді болуы мүмкін. Алайда, шаңның әр түрі жеке тәсілді қажет етеді және қолданылатын шаймалау әдістері жақсы нәтижеге жету үшін мұқият оңтайландырылуы керек.

Сонымен қатар, қорғасын шаңын шаймалаудың аралас әдістері үнемді болуы мүмкін, өйткені олар қолданыстағы өндірістік қондырғылар мен жабдықтарды пайдалануға мүмкіндік береді. Мысалы, қышқылмен шаймалау өндірістік реакторларда жүргізілуі мүмкін, ал хелаттаушы агенттермен толтырылған бағандар қосымша инфрақұрылымды қажет етпестен процеске қосылуы мүмкін.

Алайда, қорғасынды шаймалау қауіпті процесс болуы мүмкін екенін ескеру қажет, өйткені қышқылдар мен химиялық реагенттер улы болуы мүмкін және дұрыс өңделмеген жағдайда қоршаған ортаның ластануын тудыруы мүмкін. Сондықтан осы әдістерді қолданған кезде қауіпсіздік ережелері мен экологиялық стандарттарды қатаң сақтау қажет.

Тұтастай алғанда, қорғасын шаңын шаймалаудың біріктірілген әдістері процесті мұқият оңтайландыру және қауіпсіздік ережелері мен экологиялық стандарттарды сақтау жағдайында қорғасынды шаңның әртүрлі түрлерінен алудың тиімді әдісін ұсынады.

1.4 Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігін талдау

Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігін бағалау үшін сілтісіздендіру процесінің температурасы, реагенттердің концентрациясы, шаймалау уақыты және басқа факторлар сияқты параметрлері зерттелетін тәжірибелер жүргізіледі. Әдістердің тиімділігін бағалау қорғасынның шаңнан алыну дәрежесін анықтау арқылы жүзеге асырылады.

Қорғасын шаңын шаймалау әдістері әртүрлі болуы мүмкін және эксперименттің нақты жағдайларына байланысты, бірақ жалпы алғанда, ең кең таралған әдістердің бірнешеуін бөліп көрсетуге және тиімділік тұрғысынан салыстырмалы талдау жасауға болады [19].

Ең көп таралған әдістердің бірі-қышқылмен шаймалау. Ол үшін тұз, күкірт, азот және т.б. сияқты әртүрлі қышқылдар қолданылады. бұл әдістің артықшылығы реагенттердің төмен құны, реакцияның жоғары жылдамдығы және ерітіндінің рН бақылау мүмкіндігі. Алайда, бұл әдіс қоршаған ортаны қышқыл қалдықтарымен ластауы мүмкін.

Тағы бір әдіс-сілтімен шаймалау. Ол үшін натрий немесе калий гидроксиді сияқты сілтілер қолданылады. Бұл әдіс қоршаған ортаның ластануын төмендететін жұмсақ реагенттерді қолдану мүмкіндігі, сондай-ақ көптеген металдарды шаймалау мүмкіндігі сияқты артықшылықтарға ие. Әдістің кемшілігі-реакцияның төмен жылдамдығы және ерітіндінің рН бақылауының күрделілігі [8].

Сондай-ақ, кешендерді қолдану арқылы шаймалау әдістерін қолдануға болады. Бұл әдіс тау жыныстары мен топырақтар сияқты күрделі матрицалардан металл иондарын шаймалау үшін қолданылады. Ең көп таралған кешендердің бірі - EDTA (этилендиаминтетрацет қышқылы). Әдістің артықшылығы-көптеген металдарды шаймалау мүмкіндігі және ерітіндінің рН деңгейін дәл бақылау. Кемшілігі-реагенттің жоғары құны.

Шаймалау әдістерінің тиімділігін салыстырмалы талдау үшін ерітіндідегі шаймаланатын металдың концентрациясы, реакция жылдамдығы, шаймалау дәрежесі, реагенттердің құны және т. б. сияқты көрсеткіштерді пайдалануға болады.

Шаймалау - бұл еріткіш минералды кеннен немесе өндірістік қалдықтардан құнды металдарды шығаратын процесс. Шаймалаудың бірнеше әдістері бар, олар туралы жоғарғы бөлімде сипатталған.

Қорғасын шаңы - құрамында бағалы металдар, соның ішінде қорғасын бар өнеркәсіптік қалдықтардың бір түрі. Бұл металдарды шаймалау арқылы алуға болады [21].

Жалпы, шаймалау әдісін таңдау көптеген факторларға, соның ішінде шаң химиясына, жабдықтың құнына, технологиялық мүмкіндіктерге және экономикалық факторларға байланысты. Әрбір нақты жағдайға талдау жасау және қоршаған орта мен адам денсаулығына ең аз шығын мен қауіп-қатермен қорғасын шаңынан бағалы металдарды алудың ең жақсы тиімділігін қамтамасыз ететін әдісті таңдау маңызды.

Қорғасын шаңын шаймалаудың әртүрлі әдістерінің тиімділігіне талдау жасау үшін келесі факторларды ескеру қажет [7]:

- Шаңның химиялық құрамы. Шаймалаудың әртүрлі әдістері Химиялық құрамына байланысты белгілі бір металдарды алу үшін тиімдірек болуы мүмкін.

- Жабдықтың технологиялық мүмкіндіктері мен қол жетімділігі. Кейбір шаймалау әдістері белгілі бір аймақтарда қымбат немесе қол жетімді болмауы мүмкін арнайы жабдықтар мен технологиялық процестерді қажет етуі мүмкін.

- Экономикалық факторлар. Шаймалау әдісін таңдау экономикалық факторларға негізделуі керек, мысалы, жабдықтар мен реагенттердің құны, Қалдықтарды кәдеге жарату құны, бағалы металдарды өндіруден жоғары табыс алу мүмкіндігі.

- Экологиялық тәуекелдер. Кейбір шаймалау әдістері қауіпті химиялық заттарды қолдану немесе қалдықтарды жеткіліксіз өңдеу және кәдеге жарату арқылы қоршаған ортаға және адам денсаулығына қауіп төндіруі мүмкін.

– Реттеуші шектеулер. Әр түрлі аймақтарда өнеркәсіптік қалдықтарды өңдеу мен кәдеге жаратудың әртүрлі заңнамалық талаптары болуы мүмкін, бұл шаймалау әдістерін таңдауды шектеуі мүмкін.

Жалпы, қорғасын шаңын шаймалаудың әртүрлі әдістерінің тиімділігін талдау үшін жоғарыда аталған факторларға сәйкес осы әдістерді салыстырмалы бағалау және нақты жағдайлар мен талаптарды ескере отырып, ең оңтайлы әдісті таңдау қажет.

Шаймалау әдісін таңдау нақты жағдайларға байланысты болса да, олардың артықшылықтары мен кемшіліктеріне негізделген әртүрлі әдістердің тиімділігін жалпы бағалауға болады.

Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігін егжей тегжейлі қарастыру үшін олардың артықшылықтары мен кемшіліктері туралы толығырақ 1 кестеден қарастыруға болады.

Егер, мысал ретінде шаңда металдың үлкен фрагменттерін алатын болсақ, физикалық шаймалау әдісі қолайлы болуы мүмкін, өйткені бұл фрагменттерді оңай алып тастауға және оларды шаңнан бөлуге мүмкіндік береді. Алайда, егер шаң жұқа бөлшектерден тұрса, онда химиялық шаймалау әдісі тиімдірек болуы мүмкін.

Шығарылатын металдар шаңның органикалық компоненттерімен байланысты болса, онда химиялық шаймалау әдісі қолайлы болуы мүмкін. Бұл жағдайда аралас шаймалау әдісі тиімді болуы мүмкін, өйткені ол максималды тиімділік үшін физикалық және химиялық әдістерді қолдана алады [8].

Шаймалау әдісін таңдағанда экологиялық және экономикалық факторларды ескеру қажет. Химиялық шаймалау әдісі тиімдірек болуы мүмкін, бірақ қоршаған ортаға және адам денсаулығына қауіпті болуы мүмкін және химиялық реагенттердің құны жоғары болуы мүмкін. Шаймалаудың физикалық әдісі экологиялық таза болуы мүмкін, бірақ энергия мен жабдықтың үлкен шығындарын қажет етеді.

Мысалы, металдың электрохимиялық қасиеттеріне сүйене отырып, шаңнан қорғасын алу үшін электро тұндыру әдісін қолдануға болады. Бұл әдіс химиялық әдіске қарағанда тиімдірек болуы мүмкін, өйткені ол қауіпті химиялық реагенттерді қолдануды қажет етпейді [8].

1-кесте – Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігі

Шаймалау әдісінің атауы	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Физикалық шаймалау	Шаңнан оңай бөлінетін үлкен металл фрагменттерін алуға мүмкіндік береді. Химиялық реагенттерді қолдануды қажет етпейді. Қажетті жабдық бұрыннан бар болса, арзан әдіс болуы мүмкін.	Жұқа дисперсті шаң бөлшектерінен металдарды алу үшін тиімсіз. Ол көп энергия мен жабдықты қажет етуі мүмкін. Органикалық шаң компоненттерімен байланысты металдарды кетіру үшін тиімсіз.

1 кестенің жалғасы

Шаймалау әдісінің атауы	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Химиялық шаймалау	Жұқа дисперсті шаң бөлшектерінен металдарды алу үшін өте тиімді болуы мүмкін. Органикалық шаң компоненттерімен байланысты металдарды кетіру үшін қолдануға болады. Химиялық реагенттерді пайдалануды азайту және қалдықтарды азайту үшін оңтайландыруға болады.	Қоршаған ортаға және адам денсаулығына қауіпті болуы мүмкін. Арнайы жабдықтар мен технологиялық процестерді қажет етуі мүмкін. Химиялық реагенттердің құны жоғары болуы мүмкін.
Аралас шаймалау	Шаңнан металдарды алудың максималды тиімділігіне қол жеткізу үшін физикалық және химиялық әдістердің комбинациясын қолдануға болады. Химиялық реагенттерді пайдалануды азайту және қалдықтарды азайту үшін оңтайландыруға болады.	Жеке әдістерге қарағанда күрделі және жабдықты қажет етуі мүмкін. Жабдықтар мен реагенттердің жоғары құнын талап етуі мүмкін. Жоғарыда айтылғандардан шаймалау әдісін таңдау шаңның құрамы, мақсатты металдар, жабдықтар мен реагенттердің болуы, экологиялық және экономикалық ойлар сияқты көптеген факторларға байланысты деген қорытынды жасауға болады.

Сондай-ақ, барлық ресурстарды тиімді пайдалануға және қалдықтарды азайтуға мүмкіндік беретін аралас өңдеу әдістерін қолдану пайдалы болуы мүмкін. Мысалы, ірі металл фрагменттерін алу үшін физикалық шаймалау әдісін, содан кейін жұқа бөлшектерден қалған металдарды алу үшін химиялық әдісті қолдану.

Қорғасын шаңын шаймалау әдістерінің тиімділігі көптеген факторларға байланысты және әр нақты жағдай үшін жеке тәсілді қажет етеді. Сондықтан мұқият талдау жүргізу және нақты жағдайлар мен талаптарға байланысты ең тиімді және экологиялық таза әдісті таңдау маңызды.

2 Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесінің зерттеу әдістемесі

2.1 Зерттеу объектісіне сипаттама

Балқаш металлургиялық зауыты Қазақстанның Балқаш қаласында орналасқан. Зауыт 1935 жылы құрылған және Орталық Азиядағы түсті металдарды өндіретін ірі кәсіпорындардың бірі болып табылады [25].

Зауытта өндірілетін өнімнің негізгі үш түрі [27]:

- 1 Мырыш.
- 2 Қорғасын.
- 3 Күкірт.

Зауыт экология және тұрақты даму саласындағы күш-жігерімен де танымал. Атап айтқанда, 1997 жылы қожды қайта өңдеу бағдарламасы іске қосылып, атмосфераға зиянды заттардың шығарылуын азайтты. Өңірдегі экологиялық ахуалды жақсартуға бағытталған жобаларды жүзеге асыру үшін зауыт жергілікті билік органдарымен және қоғамдық ұйымдармен де белсенді түрде ынтымақтасады.

Зауыт өткен ғасырдың 90-жылдарындағы экономикалық қиындықтар кезеңінде басынан өткерген қиындықтарға қарамастан, бүгінгі таңда өнім сапасын жақсарту және қоршаған ортаға тигізетін кері әсерді азайту үшін жаңа технологияларды сәтті жасап, енгізуді жалғастыруда [25].

2015 жылы өнімділікті арттыру және өндіріс тиімділігін арттыру мақсатында зауыт жаңартылды. Жаңғырту аясында жаңа технологиялық желілер орнатылды, сондай-ақ жабдықтар жаңартылды. Сонымен қатар, зауытта сапаны бақылау мен қауіпсіздіктің заманауи жүйелері енгізілген.

Зауыт қалдықтарды өңдеу және зиянды заттарды кәдеге жарату саласында жаңа технологияларды әзірлеу және енгізумен де айналысады. Металлургия және экология саласында инновациялық шешімдерді жасау мақсатында Қазақстандағы және шетелдегі ғылыми-зерттеу орталықтарымен белсенді ынтымақтастықта.

Бүгінгі таңда Балқаш металлургиялық зауыты Қазақстанның негізгі кәсіпорындарының бірі және әлемдік металл өнімдері нарығындағы маңызды ойыншы болып қалуда. Көптеген шетелдік компаниялармен ынтымақтасады және өз өнімдерін әлемнің әртүрлі елдеріне экспорттайды [25].

Балқаш тау-кен металлургиялық комбинатының Қазақстан үшін экономикалық маңызы зор. Бұл елдегі мыс пен мырыштың ең ірі өндірушісі, сонымен қатар қорғасын, күміс және алтын сияқты басқа металдарды өндіреді. Балқаш кен-металлургиялық комбинаты 5 мыңнан астам адамды жұмыспен қамтамасыз етіп отырған облыстағы ең ірі жұмыс беруші болып табылады [25].

Дегенмен, көптеген металлургиялық зауыттар сияқты Балқаш тау-кен металлургиялық комбинаты да бірқатар проблемаларға, соның ішінде қоршаған ортаға ластаушы заттардың шығарылуына байланысты экологиялық проблемаларға тап болып отыр. Зауыт еңбек нормаларын сақтау,

қызметкерлердің қауіпсіздігі мен денсаулығын сақтау саласында да қиындықтарға тап болады.

Осыған орай, соңғы жылдары Балқаш тау-кен металлургия комбинатында өндірістік процестерді жетілдіру және қоршаған ортаға зиянды әсерді азайтатын және қызметкерлердің қауіпсіздік деңгейін арттыруға мүмкіндік беретін заманауи технологияларды көбірек енгізу бойынша белсенді жұмыстар жүргізілуде. Сондай-ақ зауыт аймақтағы тұрақты дамуды қамтамасыз ету және ынтымақтастықты жақсарту үшін билік органдарымен және жергілікті қауымдастықтармен жұмыс істейді.

2.2 Балқаш металлургиялық зауытында қолданылатын сілтілеу әдістері

Балқаш металлургия зауыты Қазақстанда орналасқан және түсті металдар өндірісіне маманданған. Зауытта металл өндіру үшін әртүрлі шаймалау әдістері қолданылады, соның ішінде [28]:

1 Қышқылды шаймалау - күкірт қышқылы сияқты қышқылдың көмегімен кеннен немесе концентраттан металдарды шаймалау процесі. Бұл процесс концентраттан мыс алу үшін қолданылады.

2 Сілтілік шаймалау - бұл металдарды кеннен немесе концентраттан натрий гидроксиді сияқты сілтімен шаймалау процесі. Бұл процесс уранды кеннен алу үшін қолданылады.

3 Флотациялық шаймалау - бұл Кендегі минералдардың беттік қасиеттерін өзгертетін химиялық реагенттер арқылы өңделетін процесс. Бұл металдарды басқа материалдардан бөлуге мүмкіндік береді. Бұл процесс мыс пен мырышты алу үшін қолданылады.

4 Электролиз - бұл электр тогының әсерінен электролит ерітіндісінен металдар бөлінетін процесс. Бұл процесс алюминий өндіру үшін қолданылады.

5 Пирометаллургиялық шаймалау - бұл металдарды жоғары температурада кендерден шаймалау процесі. Бұл процесс қорғасын мен мырышты алу үшін қолданылады.

6 Гидрометаллургиялық шаймалау - бұл химиялық реагенттердің Сулы ерітінділерінің көмегімен металдарды кеннен шаймалау процесі. Бұл процесс мыс, алтын және никель сияқты металдарды алу үшін қолданылады.

Осылайша, Балқаш металлургия зауытында металдың түріне және оның көзіне байланысты шаймалаудың әртүрлі әдістері қолданылады.

Аталған сілтілеу әдістерінің әрқайсысы үшін Балқаш металлургия зауытында тиісті жабдықтар мен технологиялар қолданылады.

Мысалы, қышқылды шаймалау үшін кенді жоғары температура мен қысымда күкірт қышқылымен өндеуге мүмкіндік беретін автоклавтар мен реакторлар сияқты арнайы жабдық қолданылады. Сілтілеу арнайы сілтілі реакторлар мен жабдықтар, ал флотациялық жасушаларда флотациялық сілтілеу жүргізілуі мүмкін.

Электролиз үшін электролиттен металды бөлу процесі жүргізілетін электролизерлер сияқты арнайы жабдық қажет. Пирометаллургиялық шаймалау үшін жоғары температуралы пештер және кенді жоғары температурада өңдеуге мүмкіндік беретін басқа жабдықтар қолданылады.

Гидрометаллургиялық шаймалау химиялық реагенттердің көмегімен шаймалау процесін жүргізуге мүмкіндік беретін арнайы контейнерлер мен реакторларда жүргізілуі мүмкін.

Балқаш металлургия зауытында шаймалаудың барлығы бұл әдістері технологиялық процестерге және өнім сапасының талаптарына сәйкес қолданылады. Әрбір шаймалау әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар және әдісті таңдау металл түрі, кен көзі, технологиялық параметрлер және процестің экономикалық тиімділігі сияқты бірқатар факторларға байланысты.

Жалпы, Балқаш металлургия зауытында шаймалау әдісін таңдау алынатын металдың түріне, кен концентрациясына және басқа факторларға байланысты. Максималды тиімділікке жету және шығындарды азайту үшін бірнеше шаймалау әдістері жиі қолданылады. Алайда, кез-келген таңдалған шаймалау әдісімен зауыт қоршаған ортаға әсерді азайтуға және экологиялық ережелерді сақтауға тырысады.

Шаймалау процесінде қолданылатын химиялық реагенттердің құрамын анықтау және олардың сапасын бақылау үшін хроматография және масс-спектрометрия сияқты басқа талдау әдістерін қолдануға болады.

Балқаш металлургия зауытында қоршаған ортаның ластануына мониторинг жүргізіледі. Ол үшін атомдық абсорбциялық спектроскопия (AAS) және газ хроматографиясы сияқты әртүрлі талдау әдістері қолданылады [26]. Бұл әдістер ластану деңгейін бақылау және оны азайту үшін шаралар қабылдау үшін ауадағы, судағы және топырақтағы әртүрлі зиянды заттардың құрамын анықтауға мүмкіндік береді.

Шаймалау процестерінің қоршаған ортаға теріс әсерін азайту үшін Балқаш металлургия зауытында қалдықтарды өңдеу мен кәдеге жаратудың түрлі технологиялары қолданылады. Мысалы, химиялық реагенттерді шаймалау процесінде қолданған кезде құрамында әртүрлі зиянды заттар бар қалдықтардың едәуір мөлшері пайда болады.

Бұл қалдықтарды зауытта өңдеу үшін флотация, тұндыру және сүзу сияқты әртүрлі әдістер қолданылады. Бұл әдістер қалдықтардан бағалы металдарды алуға және жоюға, сондай-ақ қоршаған ортаның ластану деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді [27].

Сонымен қатар, Балқаш металлургия зауытында суды қайта өңдеу технологиялары қолданылады, бұл суды шаймалау процестерінде қайта пайдалануға, тұщы суды тұтынуды азайтуға және қалдықтарды азайтуға мүмкіндік береді. Зауытта өндірістің энергия тиімділігін арттыру және парниктік газдар шығарындыларын азайту бойынша мамандар жұмыс істейді. Ол үшін жылуды қайта өңдеу және күн немесе жел энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздерін пайдалану сияқты әртүрлі технологияларды қолдануға болады.

Осылайша, Балқаш металлургия зауыты қалдықтарды басқарудың озық технологиялары мен әдістерін қолданып қана қоймай, өңірдегі экологиялық жағдайды жақсартудың және оның қоршаған ортаға әсерін төмендетудің жаңа жолдарын іздеуді жалғастыруда.

2.3 Зерттеу үшін қолданылатын құрал-жабдықтар

Қорғасын шаңын шаймалау бойынша зерттеулер жүргізу үшін әртүрлі жабдық түрлері қолданылады, соның ішінде [27]:

1 Автоматты шаймалау жүйелері: бұл үлгілерді автоматты түрде шаймалауға мүмкіндік беретін арнайы құрылғылар. Олар әдетте зертханаларда көптеген үлгілерді талдау үшін қолданылады.

2 Шейкерлер мен магниттік араластырғыштар: бұл шаймалау процесін жылдамдату үшін ерітінділердегі үлгілерді араластыру үшін қолданылатын жабдық.

3 Қайнатқыштар: бұл үлгілер мен ерітінділерді жылыту үшін қолданылатын құрылғылар, бұл сонымен қатар шаймалау процесін жылдамдатуға көмектеседі.

4 Спектрофотометрлер: бұл сілтіленгеннен кейін ерітінділердегі қорғасын концентрациясын өлшеу үшін қолданылатын құралдар.

5 Әр түрлі іріктеу құралдары: бұл әртүрлі көздерден үлгілерді алуға мүмкіндік беретін сынама алушы, бұрғылау машинасы немесе басқа жабдық болуы мүмкін.

6 Химиялық реактивтер: бұл сілтілеу және талдау ерітінділерін дайындау үшін қолданылатын химиялық қосылыстар жиынтығы.

7 Сүзгілер: шаймалаудан кейін ерітіндіден ерімейтін қалдықтарды бөлу үшін қолданылады.

8 Термостаттар: бұл кейбір шаймалау зерттеулерінде қажет болуы мүмкін ерітінділердің температурасын тұрақты ұстауға мүмкіндік беретін құрылғылар.

9 Таразы: үлгілер мен химиялық реактивтерді дәл өлшеу үшін қолданылады.

10 Микроскоптар: шаймалаудан кейін үлгілерді визуалды талдау үшін пайдалануға болады.

11 Электродтар мен рН өлшеу құралдары: шаймалаудан кейінгі ерітінділердің рН-измерения өлшеу үшін қолданылады.

12 Оттегі бомбалары: бұл жоғары қысымды үлгілерді оттегі атмосферасында шаймалау үшін пайдалануға болатын жабдық.

13 Индуктивті байланысқан плазма-масс-спектрометрия (ICP-MS): бұл ерітінділердегі әртүрлі элементтердің концентрациясын жоғары дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік беретін аналитикалық әдіс.

Бұл қорғасын шаңын шаймалауды зерттеу үшін қолданылатын жабдықтардың толық тізімі емес, өйткені зерттеудің нақты қажеттіліктеріне

байланысты жабдықтар мен әдістердің әртүрлі комбинацияларын қолдануға болады.

Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесінің зерттеу үшін өнеркәсіптік электролизер қолданылды.

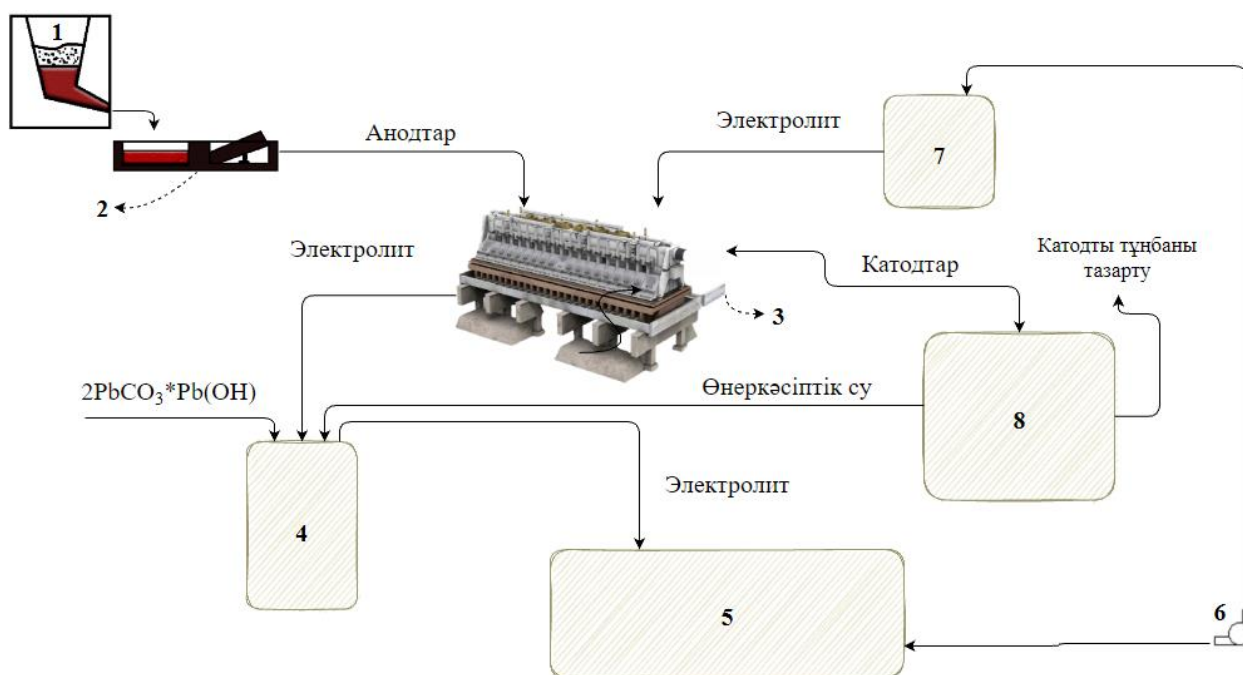
Қорғасын электролизері-қорғасын кендерінен немесе қалдықтардан металл қорғасын алу үшін электролиз процесінде қолданылатын қорғасын катодтарын өндіру үшін қолданылатын құрылғы.

Қорғасын электролизері мембранамен немесе септуммен бөлінген электрод камераларынан тұрады. Әр камерада қорғасын тұзының ерітіндісінен тұратын электролитке батырылған электрод бар. Электродтарға электр тогы түскен кезде ерітіндідегі қорғасын иондары катодқа қарай жылжиды, онда олар тұнбаға түсіп, металл қорғасын түзеді.

Қорғасын электролизеріндегі қорғасын катодтарын өндіру процесі электродтар мен электролиттерді дайындауды, электролиз параметрлерін реттеуді және металл қорғасын өндірісінің максималды тиімділігін қамтамасыз ету үшін электролиз процесін басқаруды қамтитын бірнеше қадамдарды қамтиды.

Қорғасын электролизерлерін қолдану жоғары тазалықтағы қорғасын өндіруге және қорғасын қалдықтарын тиімді жоюға мүмкіндік береді, бұл процесті экологиялық таза етеді.

Зауытта жалпы жұмыс құрылымы 5 суретте көрсетілген.



5-сурет – Тәжірибелік-өнеркәсіптік сынау аппараттарының тізбегінің сызбасы

Ұсынылған 5 суретте анодтарды өндіру үшін қолданылатын өндіріс желісінің бірнеше негізгі компоненттерін көруге болады. Оларға (1) пеш, (2) анод құюға арналған қалыптар, (3) электролизер, (4) электролитті реттеуге

арналған ыдыс, (5) резервуар жинағы, (6) сорғы, (7) қысымды резервуар және (8) катодты жуу кіреді. Бұл элементтердің әрқайсысы өндіру процесінде маңызды рөл атқарады және оңтайлы нәтижеге жету үшін қажет.

Өнеркәсіптік сынақтарды жүргізу әдістемесін әзірлеу кезінде біз артық сыйымдылық жабдығы жоқ үздіксіз электролизерді қолданыстағы мерзімді өндіріс схемасына біріктіру проблемасына тап болдық.

Электролизерді қуаттандыру үшін "бейтарап" шаймалау операциясынан кейін алынған қорғасын сульфаты ерітінділерінің жинағы пайдаланылды. Технология талаптарына сәйкес әр сынақ сериясы компоненттердің концентрациясы өзгерген ерітінділерде жүргізілді.

Зерттеу барысында электролизердің жұмысын анион алмасу мембранасы мен сүзгі тінінің көмегімен катодты және анодты кеңістікті бөлумен, сондай-ақ бөлусіз тексердік. Бөлінген жүйе үшін катод кеңістігі қоспалардан гидролитикалық тазарту сатысында алынған өндірістік ерітіндімен айдалды. Айналым жылдамдығы екі камерада да қысымды теңестіру үшін бірдей болды.

Электролизерден кейін алынған ерітінділер негізгі технологиялық схемаға тасталды: анод камерасынан – гидролитикалық тазартуға, катод камерасынан – қоспаларды цементтеу операциясына.



6-сурет – Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесінің зерттеу үшін өнеркәсіптік электролизер

Балқаш металлургия зауытының қорғасын өнеркәсіптік электролизері - бұл бірқатар негізгі сипаттамаларға ие құрылғы. Мысалы, бекіту бөлшектерін есептемегенде электролизердің жалпы өлшемдері 1200 мм (ұзындығы) x 610 мм (ені) x 870 мм (биіктігі). Сонымен қатар, электролизерде 10 оқшауланған анодты камера және әрқайсысы 137 дм³ болатын 10 оқшауланған катодты камера бар, сонымен қатар қалыңдығы 2 мм (10 дана) С1 қорғасын анодтары және әрқайсысының ауданы 27,5 дм² болатын қалыңдығы 2 мм (10 дана) Х18Н10Т тот баспайтын болаттан жасалған катодтар бар. Тазартылатын ерітіндінің қозғалысы камераларда төменнен жоғары қарай жүреді. Электролизердің корпусы

қарағайдан жасалған, ал бекіту арматурасы 3-ші маркалы болаттан жасалған. Тығыздау үшін қышқылға төзімді тығыздағыш қолданылады. Осы және басқа сипаттамалар өнеркәсіптік электролизерді химиялық заттарды өндірудің тиімді және сенімді құралына айналдырады.

Электролизерді электрмен қамтамасыз ету үшін келесі техникалық сипаттамалары бар ВД-306м түзеткіш қолданылды: токты реттеу шегі 70-тен 315 А-ға дейін, бос жүріс кернеуі 60-тан 100 В-қа дейін, қоректендіру желісінің кернеуіне 380 В қосылады, 50 Гц жиілікте жұмыс істейді, үш фазасы бар және қуаты 23 кВА номиналды жүктеме.

Ерітінділерді электролизер арқылы айдау үшін осындай техникалық сипаттамалары бар НП-25 перистальтикалық сорғылары пайдаланылды: өнімділік сағатына 1,4 м³ жетеді, қысым 1,5 Мпа, сору тереңдігі 9 м жетеді, ал қозғалтқыш қуаты 2,2 кВА құрайды.

Электролизер камераларында газдарды шығару үшін жоғарғы жағында және электролизер камерасынан ерітінділерді жеткізу және шығару үшін бүйірінде орналасқан тесіктер бар.

Мембранаға қосымша қаттылық беру үшін оны қалыңдығы 2 мм шыны талшық парағына бекіту туралы шешім қабылданды. Максималды тиімділікті қамтамасыз ету үшін шыны талшыққа арнайы терезелер кесілді, онда мембрана орнатылып, шыны талшықты жақтаулармен бекітілді. Ашық мембрананың беті электродтың жалпы аумағының әсерлі 83% құрады.

Мембраналары бар камералар жиынтығын орнату үшін болат бұрыштан жасалған сенімді тіректер және оларды қатайту үшін ұзын шпилькалар пайдаланылды. Тығыздықты қамтамасыз ету үшін қосылыс орнына қышқылға төзімді тығыздағыштың арнайы қабаты қолданылды. Жиналған электролизер бір күн бойы тығыздағышты полимерлеу процесінен өтті, содан кейін тығыздығын тексеру үшін сумен толтырылды. Ұяшықты кейіннен бөлшектеу кезінде тығыздағыш қабаты зақымдану анықталған жерлерде ғана қолданылады.

Уақыт факторын қарастырған кезде, ерітінді электролизер арқылы өтетінін ескеру маңызды, ол келесідей формуламен анықталады [3]:

$$\tau = \frac{V}{v} \quad (5)$$

Мұндағы параметрлердің анықтамасы келесідей:

- V - электролизер камерасының көлемін білдіреді, литрмен өлшенеді;
- v - ерітінді ағынының жылдамдығы, минутына литрмен өлшенеді.

Электролизерінің шығысындағы хлордың қалдық мөлшері формуламен анықталады [3]:

$$C = C_0 \cdot \exp(-k \cdot I \cdot n \cdot \tau) \quad (6)$$

мұндағы параметрлердің анықтамасы келесідей:

- k - жылдамдық константасы;

- I - ток, ампер;
- $n=10$ - электролизер камераларының саны.

2 және 3 кестелерде катодты және анодты кеңістіктерге бөлінбейтін электролизер үшін, сондай-ақ ион алмасу мембранасын пайдаланатын электролизер үшін $k=3.8 \cdot 10^{-6}$ кезінде есептік деректер келтірілген.

2-кесте - Катодты және анодты кеңістікті бөлусіз электролиздің тиімділігін талдау

Хлор құрамы, г/литр		Электр тогының күші, А	Шығын, л/мин	τ , мин	Есептелген қалдық хлор мөлшері, г/дм ³
Кіру кезіндегі мән	Шығу кезіндегі мән				
5,7	5,6	85	11,0	12,5	5,5
5,9	5,7	85	11,5	11,9	5,7
5,2	4,7	85	12,0	11,4	5,0
5,2	4,9	85	12,0	11,4	5,0
5,6	5,6	85	13,0	10,6	5,4
5,7	5,5	85	14,0	9,8	5,5
5,8	5,7	90	11,0	12,5	5,6
5,2	4,5	90	11,0	12,5	5,0
3,9	3,8	90	10,0	13,7	3,7
4,7	4,5	90	11,0	12,5	4,5
5,7	5,6	90	11,0	12,5	5,5
5,6	5,5	90	11,5	11,9	5,4
5,8	5,7	90	12,0	11,4	5,6
5,5	5,3	90	12,5	11,0	5,3
4,8	4,7	95	10,0	13,7	4,6

Көріп отырғандай электролиздік аппарат, өнеркәсіптік сынақтар процесінде есептік және нақты мәндердің ауытқулары арасында айтарлықтай сәйкессіздік бар, бұл заңдылықтың болуын көрсетуі мүмкін. Алайда, алынған тәуелділіктен айтарлықтай ауытқулар хлордың қосымша алынуынан туындауы мүмкін, бұл бір хлорлы мыс түзілгенде пайда болады. Бұл басқа эксперименттердегі ұқсас мәндерден асатын ерітіндідегі мыс құрамының төмендеуімен жанама түрде расталуы мүмкін.

3-кесте – Катодты және анодты кеңістікті бөлу арқылы электролиздің тиімділігін талдау

Хлор құрамы, г/литр		Электр тогының күші, А	Шығын, л/мин	τ , мин	Есептелген қалдық хлор мөлшері, г/дм ³
Кіру кезіндегі мән	Шығу кезіндегі мән				
4,2	4,0	80	12,0	12,5	3,7
5,2	4,1	80	12,0	12,5	4,6
5,1	4,3	80	11,0	12,5	4,5
5,5	4,6	80	10,5	11,4	4,8
4,9	4,7	80	10,5	11,4	4,3

3 кестенің жалғасы

Хлор құрамы, г/литр		Электр тогының күші, А	Шығын, л/мин	τ, мин	Есептелген қалдық хлор мөлшері, г/дм ³
Кіру кезіндегі мән	Шығу кезіндегі мән				
5,1	4,3	80	10,0	10,6	4,4
3,0	2,4	80	10,0	9,8	2,6
5,5	3,0	85	13,0	13,7	4,9
6,0	4,6	85	13,0	13,7	5,3
6,9	4,2	85	11,5	12,5	6,0
4,2	4,0	90	11,5	11,9	3,6

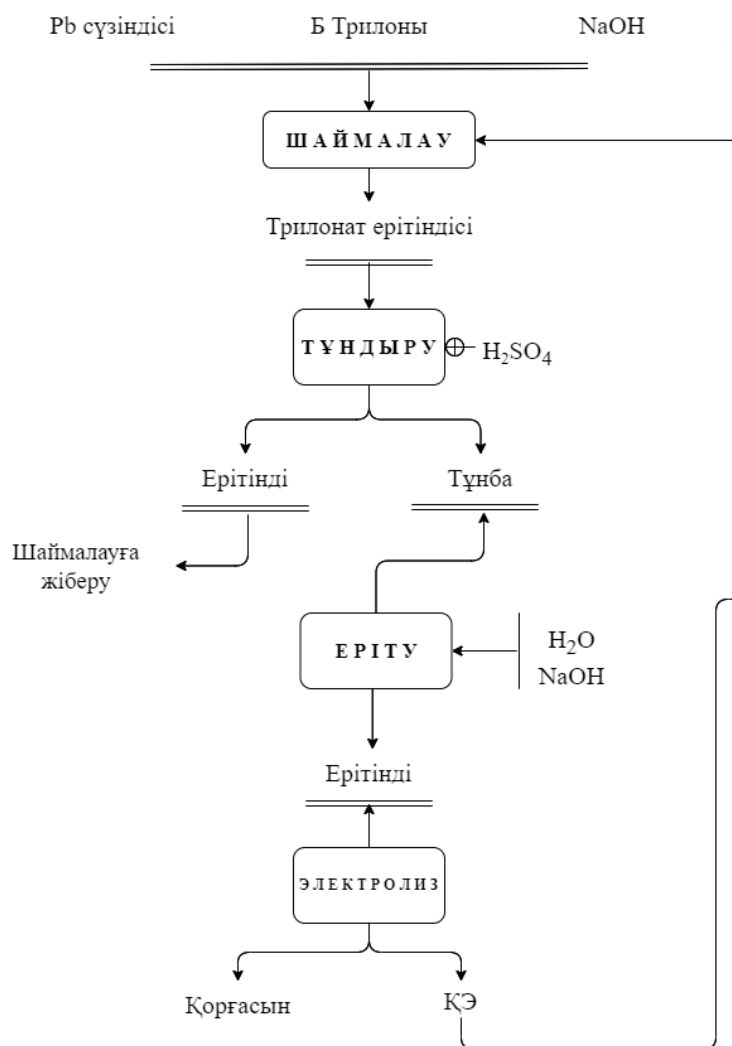
Зерттеу барысында анықталған ерітіндідегі хлордың тепе-теңдік құрамының тәуелділігі ең баяу газ көпіршіктерінің пайда болуымен және олардың хлор ионының тотығуы нәтижесінде атмосфераға шығарылуымен байланысты ерітіндінің газсыздандыру сатысы екенін көрсетеді. Практикалық және есептік деректер арасындағы айырмашылықтың өзгеруіне сүйене отырып, газ шығару процесінің жылдамдығы электролизердің жұмыс істеу ұзақтығымен азаяды, өйткені катодта тұнба жиналады. Бұл потенциалдың ауысуына байланысты болуы мүмкін, бұл хлордағы анод процесінің тиімділігінің төмендеуіне әкеледі. Бұл болжам мыс пен кадмий құрамындағы өзгерістерді хлордың қалдық мөлшері, есептелген және нақты арасындағы айырмашылықпен салыстырған кезде расталады.

3 Қорғасын шаңын шаймалау процесін эксперименттік зерттеу

3.1 Балқаш металлургиялық зауытында қорғасын шаңын шаймалаудың технологиялық схемасы және өндеу үдерістері

Балқаш металлургия зауытында мырыш өндірісінің қорғасын сүзінділерінің қайта өндеудің инновациялық схемасы әзірленді, оған үш негізгі блок кіреді: металдарды шаймалау, ерітіндіні тазарту және қорғасынды электр экстракциясы (7 сурет).

Сілтілеу қорғасын сүзбесін өндеудің негізгі фазасы болып табылады, ол 100 г/дм^3 концентрациясы бар этилендиаминтетрацет қышқылының (трилон Б) натрий тұзының Сулы ерітіндісімен жүзеге асырылады. Бұл инновациялық реагент қорғасын сульфатының тиімді және экологиялық таза еріткіші болып табылады, ол бір сатыда бай және таза мырыш сүзінділерінің алуға және ағып жатқан жабдықты пайдалануға мүмкіндік береді [10].



7-сурет – Кек түрінде қорғасын өндірісінің қалдықтарын қайта өндеу процесінің сипаттамасы

Әрбір металлургиялық процесс бастапқы шикізатты бір-бірімен араласпайтын және әртүрлі қасиеттері мен құрамдары бар екі немесе одан да көп фазалардан тұратын гетерогенді жүйеге ауыстыруға негізделген. Процесс барысында бір фаза алынатын металмен байытылады, ал басқа фазалар негізгі компонентпен кедейленеді. Фазалардың ең көп таралған комбинациясы болып табылады $G + C$, $G + K$, $C + C$, $C + K$, $C + C + C$ және $C + C + K$, мұндағы G газ фазасын білдіреді, C – сұйық, ал K – қатты [8].

Жүйелерді бөлу үшін $G + K$ және $G + C$, тығыздықтың үлкен айырмашылығына байланысты тұндыру қолданылады. Жүйелер $G + G$ тұндыру немесе центрифугалау арқылы бөлуге болады, өйткені Фазалар бір-бірінде ерімейді. $G + K$ жүйесін $400^{\circ}C$ дейінгі температурада тұндыру, Центрифугалау немесе сүзу арқылы бөлуге болады.

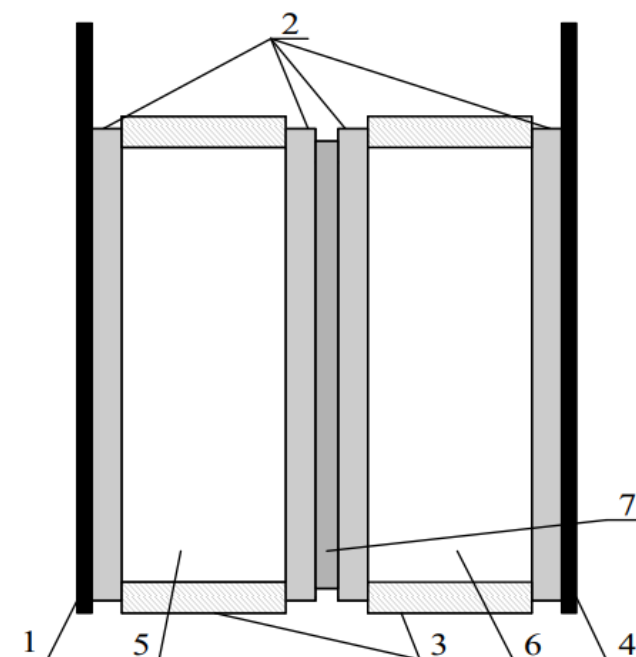
Металлургияда пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық процестер қолданылады. Біріншісі жоғары температурада, көбінесе қайта өңделетін материалдың еруімен жүзеге асырылады. Екінші процестер сұйық ортада $300^{\circ}C$ -тан аспайтын температурада жүзеге асырылады. Электрометаллургиялық процестер пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық болуы мүмкін, бірақ олардың жүруі үшін энергетикалық негіз ретінде электр энергиясын қолданумен ерекшеленеді.

Балқаш металлургия зауытының зертханасында қорғасын сүзінділерін шаймалаудың оңтайлы параметрлерін анықтауға бағытталған эксперименттер жүргізілді. Процестің максималды тиімділігіне қол жеткізу үшін белгілі бір параметрлерді қолдану қажет екендігі анықталды, мысалы $pH\ 7$, қатынасы $G:K = 7-8$ және температура $20-25^{\circ}C$. мұндай жағдайларда сүзінділерден қорғасынның шамамен 96%, мырыштың 30%, мыстың 20%-ы алынып тасталды және темір әрең алынды [9].

Сонымен қатар, трилонат ерітіндісін металл қоспаларынан тазарту бойынша зерттеулер жүргізілді. Бұл процесс ортаның қышқылдығына байланысты ЭДТҚ-ның тұздарының әртүрлі ерігіштігін қолдануға негізделген. pH -ны 1,5-ке дейін төмендету арқылы трилонат кешендері ыдырайды, бұл этилендиаминтетрацет қышқылы (ЭДТҚ) түзілуіне әкеледі. Қорғасынды сульфат түрінде ЭДТҚ-мен бірге тұндыру үшін ерітіндіні күкірт қышқылымен қышқылдандырған жөн. Алынған жауын-шашын қоспасын сүзгіден өткізіп, металл қоспаларынан шайылған сумен ЭДТҚ ерітіп, жоғалтпау үшін қышқылдандырылған ерітіндімен мұқият жуу керек [11].

Қорғасын концентрациясы 40 г/дм^3 және $pH\ 10$ дайын электролит алу үшін жуылған тұнба құрамында сілті бар суда ериді. Содан кейін бұл ерітінді қорғасынның одан әрі электроэкстракциясында қолданылатын трилон қорғасын ерітіндісі - католит алу үшін қолданылады.

Электр экстракциясы екі камералы жабық электролизерде және МК-40 маркалы катион алмасу мембранасында жүргізілді. Мембрана ЭДТҚ4 аниондарының анодтық аймаққа енуіне жол бермеу үшін қажет, өйткені олар тотығуға және трилон в ыдырауына әкелуі мүмкін, бұл қайтымсыз және оның жоғалуына әкеледі. Электролизер схемасы 8 суретте көрсетілген.



1 – катод; 2 - резеңкеден жасалған тығыздағыш; 3 - жасуша корпусы; 4 – анод;
5 – католит; 6 – анолит; 7 - катион алмасу мембранасы.

8-сурет – Қорғасынды электр экстракциялау процесінде қолданылатын электролизер құрылғысының сипаттамасы

Эксперименттер жүргізу үшін қолданылатын зертханалық электролизерде электролит айналымы, талдау сынамаларын алу және қосалқы жабдықты орналастыру үшін технологиялық саңылаулар салынған плексигластан жасалған жақтау бар. Раманың бөліктері арасындағы тығыздағыш резеңке тығыздағыштар құрылымның тығыздығын қамтамасыз етеді, ал катион алмасу мембранасы орталық тығыздағыштар арасында орналасқан.

Электр экстракциясы үшін жасуша катоды тот баспайтын болаттан, ал анод платиаланған титаннан жасалған. Зертханалық сынақтар кезінде катодтың ток тығыздығы 75 A/m^2 , кернеуі $11,24 \text{ В}$ католит пен анолиттің айналым жылдамдығы бірдей және $0,05 \text{ дм}^3/\text{мин}$ болды.

Эксперименттер жүргізу үшін арнайы әдіс қолданылды. Тәжірибелердің алғашқы бес сериясында (4 кесте) ылғалдылығы шамамен 25% болатын бастапқы сүзінді 105°C температурада 24 сағат бойы алдын ала кептіріліп, ұсақталған. Эксперименттердің үшінші сериясында қорғасын сүзіндісі қолданылды. Тәжірибелердің алтыншы, жетінші және сегізінші сериялары алдын ала дайындықсыз ағымдағы сүзінді қайта өңдеді. Сүзіндіні шаймалау үшін 100 г/дм^3 концентрациясы бар трилон Б ерітіндісі қолданылды. Операция әртүрлі жағдайларда импеллерлі араластырғыш реакторда жүргізілді: сұйықтықтың бөлшектерге қатынасы және бөлме температурасында эксперименттің ұзақтығы. рН түзету 200 г/дм^3 концентрациясы бар NaOH ерітіндісімен жүзеге асырылды, ол кек пен трилон ерітіндісінен жасалған целлюлозасы бар реакторға қосылды. 5-ші тәжірибелер сериясында 2-сериядан

алынған сілтінің болжамды мөлшері Трилон В ерітіндісіне қосылды, содан кейін алынған ерітінді реакторға құйылды, онда алдын ала дайындалған ағымдағы сүзінді (кептіру, ұнтақтау) болды. Тәжірибелер сериясында 7 және 8 сүзінді алдын ала дайындалған трилон ерітінділерімен және сілтінің болжамды мөлшерімен құйылды, бұл шаймалау уақытын қысқартты. Алынған целлюлоза ноқат сүзгісінде сүзілді және сүзінді жуылды, ал жуулар алынған сүзгімен біріктірілді. 4 кесте эксперименттердің ең өкілді сериялары және алынған өнімдердің құрамы туралы ақпарат бар [12].

Қорғасын сульфаты мен этилендиаминтетраацетаттың бірлескен тұндыру кезеңін зерттеу барысында төрт түрлі сульфат ерітіндісі қолданылды (5 кесте). Олардың алғашқы екеуі-электролиз цехынан алынған қалдық мырыш электролиттері, үшінші ерітінді - реактивті күкірт қышқылының модельдік ерітіндісі (МР), ал төртіншісі-концентрацияланған күкірт қышқылы.

4-кесте – Тәжірибелер шарттары және шаймалау өнімдерінің құрамы

Құрам №-і	Шарт		Элемент атауы	Құрамы		Ерітіндіге экстракциялау
	С:Қ	Ұзақтығы		сүзінді	ерітінді	
2	20:1	60	Pb	2,13	11,4	97,24
2	10:1	60	Pb	2,88	22,8	96,06
1	7:1	60	Pb	2,88	11,4	82,45
2	3:1	60	Pb	27,82	11	18,5
2	10:1	60	Pb	2,24	18	97,1
2	10:1	60	Pb	2,98	19	95,93
2	10:1	20	Pb	2,8	18	96,17
2	10:1	10	Pb	2,84	18	96,12

Қорғасын сульфаты мен ЭДТҚ бірлескен тұндыру кезеңін орындау үшін төрт түрлі сульфат ерітіндісі қолданылды (5 кесте). Алғашқы екі ерітінді электролиз дүкенінен алынған мырыш электролиттері болды. Үшінші ерітінді ретінде реактивті күкірт қышқылының модельдік ерітіндісі, ал төртінші ерітінді концентрацияланған күкірт қышқылы болды.

Ортаның рН-ны реттеу қышқыл ерітінділерін бөлу арқылы жүзеге асырылды. Белгілі бір рН деңгейіне жеткеннен кейін қышқыл ерітінділерін беру және араластыру тоқтатылды. Алынған целлюлоза ноқат сүзгісінде сүзілді, содан кейін тұнба күкірт қышқылының ерітіндісімен жуылып, сүзгімен біріктірілді.

Электр экстракциясы кезінде екі камералы пилоттық электролизер қолданылды (9 сурет), онда күкірт қышқылының ерітіндісі анолит ретінде қызмет етті. Ерітіндінің айналым жылдамдығы қысым және қабылдау ыдыстарының көмегімен реттелді, ал ұяшықтағы ток күші мен кернеу белгілі бір жиілікпен бекітілді. Нөлдік сынама алынғаннан кейін электр экстракциясы процесінде ток күші біртіндеп төмендеді.

5-кесте – Тұндыру процесінде қолданылатын ерітінділердің химиялық құрамы

Ерітінді	Шоғырлану
	H ₂ SO ₄
MP	98
H ₂ SO ₄ шоғырландырғышы	1840

Трилонатты ерітінділерден қорғасын мен ЭДТҚ бөлу процесіне байланысты жағдайлар мен салдардың сипаттамасы 6 кестеде көрсетілген.

6-кесте – Трилонатты ерітінділерден қорғасын мен ЭДТҚ бөлу процесіне байланысты жағдайлар мен салдардың сипаттамасы

Тұндыру ерітіндісінің түрі	Ерітінді		Тұнба	
	элемент	шоғырлану	компонент	мазмұны
1	Pb	15	PbSO ₄	22,5
1	Pb	6,8	PbSO ₄	33,9
1	Pb	7,4	PbSO ₄	32,8
2	Pb	11,2	PbSO ₄	33,3
2	Pb	10,6	PbSO ₄	33,3

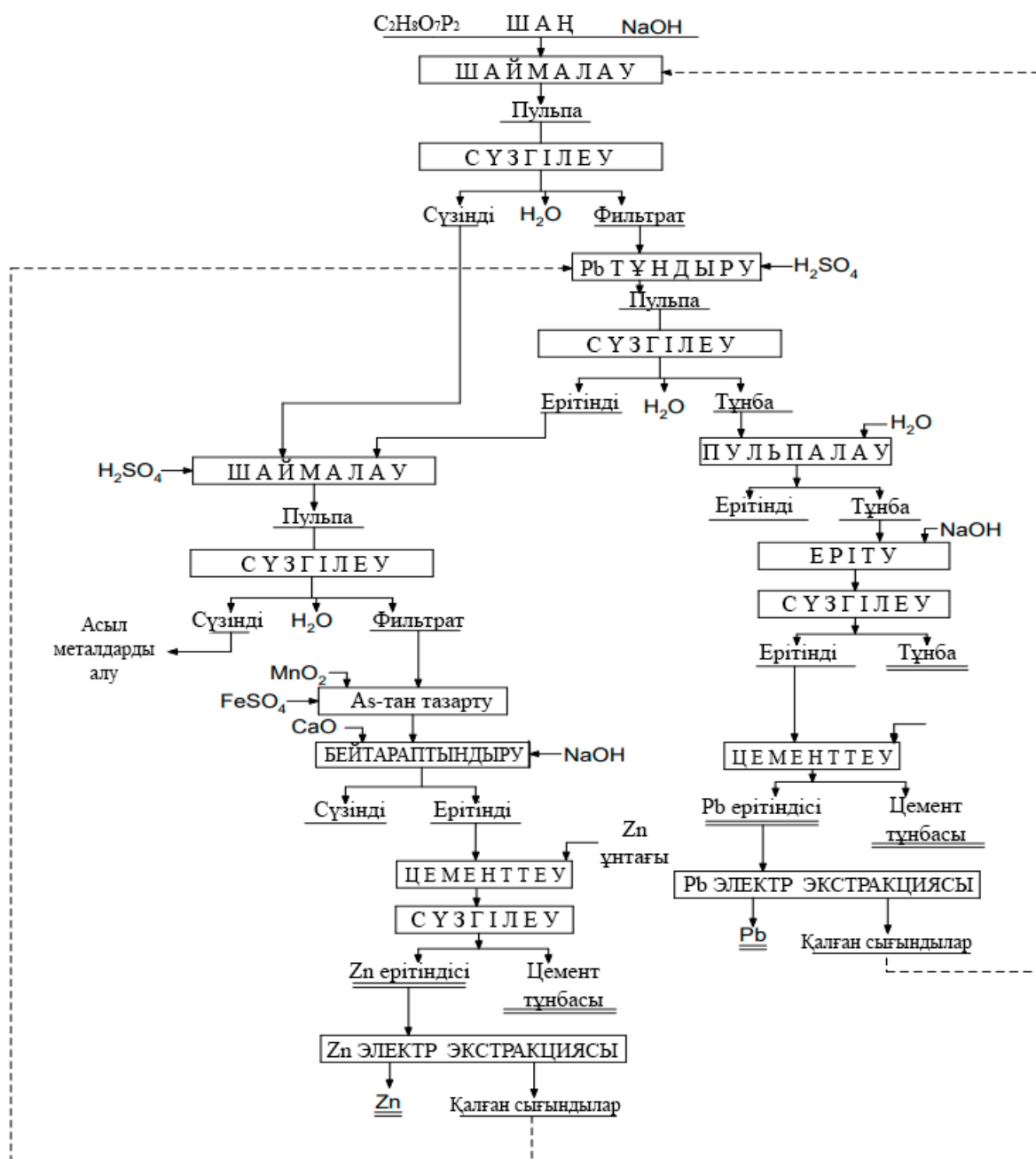
Анолиттің электр өткізгіштігін және SO₄ иондарының қосымша 2 көзін арттыру үшін электр экстракциясы процесі басталғаннан кейін 90 минут ішінде он су натрий сульфаты қосылды. Екінші католит сынамасы 2 сағаттан кейін, ал үшіншісі 6 сағаттан кейін алынды. Анод тақтасында тұз қышқылымен ерітілген қорғасын диоксиді қабаты табылды. Катодтағы қорғасын алдыменактам шөгінділермен тұндырылды, содан кейін дендриттер пайда болды. Катодты тұнба катод тақтасынан алынып, 105°C температурада 24 сағат бойы кептірілді.

Электр экстракциясы процесі басталғаннан кейін 700 минуттан кейін анолитке төзімділікті азайту және ұяшықтағы ток күшін арттыру үшін он су натрий сульфатының қосымша бөлігі қосылды.

Электр экстракциясы бойынша зерттеу жүргізу үшін электролизер ажыратылып, келесі уақыт аралықтарында бөлшектелді: 360, 870, 1380, 1620, 1860, 2130 және 2370 минут. Эксперименттің жалпы ұзақтығы 2610 минутты құрады. Эксперимент барысында католиттегі қорғасын құрамына талдау уақыт өте келе жүргізілді: 0, 120, 360, 600, 840, 1110, 1350, 1620, 1860, 2130, 2370 ал электр экстракциясы басталғаннан кейін 2610 минут. Электролизерді әр бөлшектеу кезінде катодты тұнба алынып тасталды, оның бетінде өсіп келе жатқан дендриттері бар ерекше тығыз пластина болды. Тұнба жуылды, кептірілді және өлшенді, ал катодтың беті тәжірибені жалғастыру үшін қосымша дайындықты қажет етпеді.

Анодтың бетінде қорғасын катиондарының катион алмасу мембранасы арқылы өтуі нәтижесінде пайда болған қорғасын диоксидінің жұқа қабаты пайда

болды. Қорғасын катиондары анодтың бетінде тотығып, диоксидтің жұқа қабатын түзді. Электролизерді бөлшектеген сайын анод қорғасын диоксиді пленкасын еріту және анод бетін қалпына келтіру үшін тұз қышқылының ерітіндісіне батырылды.



9-сурет – Құрамында қорғасын бар шаңды өңдеу үшін қолданылатын технологиялық схеманың сипаттамасы

Электр экстракциясы процесінде параметрлердің өзгеруінің уақытқа тәуелділігінің графиктері салынған параметрлер бекітілді. ГОСТ 1467-93 бойынша С1 маркасына сәйкес келетін пайыздық үлесі Ag бар губка қорғасын алынды. Ұяшықтағы кернеу 11,24 В құрады, ток шығысы 93% және катодты қорғасынның 3100 кВт/т электр энергиясының шығыны.

Зерттеудің нәтижелері қосымша А бөлігінде көрсетілген.

Балқаш металлургия зауытында негізгі блоктардың тұтас жүйесі болып табылатын мыс балқыту өндірісінің жұқа шаңдарын кешенді өңдеудің инновациялық схемасы әзірленді (9 сурет). Схема бірнеше қадамдарды қамтиды: шаңды сілтілі ЭДТҚ ерітіндісімен шаймалау, кейіннен еріту арқылы қорғасын фосфонатын тұндыру, процестің басына еріткішті қайтару арқылы қорғасынды электроэкстракциялау, қорғасын фосфонатының тұндыруынан бірінші сатыдағы қатты қалдықты қышқыл ОЭДФ ерітіндісімен шаймалау, мышьяктан тазарту және алынған электролиттен мырыштың электроэкстракциясымен цементтеу [12].

Жұқа шаңды өңдеудің негізгі қадамдарының бірі – $1,5 \text{ моль/дм}^3$ концентрациясы бар оксиэтилидендифосфон қышқылы-ЭД тұзының Сулы ерітіндісімен жүргізілетін шаймалау. Зертханалық жағдайда шаймалау процесін жүргізудің оңтайлы параметрлеріне зерттеулер жүргізілді. Оңтайлы параметрлер келесідей екендігі анықталды: $\text{pH} = 11-12$, қатынасы $\text{Г:Т} = 5:1$, температура $25-27^\circ\text{C}$. Бұл шарттарды ескере отырып, ерітіндіге қорғасынды алу 98% - ға жақын, мырыш 35% , мыс 6% , темір 3% , мышьяк 20% .

Фосфат ерітіндісін металл қоспаларынан тиімді тазарту үшін зерттеулер жүргізілді. Ол үшін pH концентрацияланған күкірт қышқылының төмендеуіне негізделген металдарды бөлудің селективті технологиясы қолданылды, бұл қорғасын фосфонатын тұнба түрінде оқшаулауға мүмкіндік берді [13]. Қалған металдар ерітіндіде қалды және одан әрі өңделуі мүмкін. Алынған тұнба мұқият жуылып, сілтілі ерітіндімен өңделді, бұл жоғары қорғасын электролитін ($\text{Pb} - 200 \text{ г/дм}^3$) және оңтайлы pH деңгейін ($10-11$) берді. Бұл ерітінді фосфонат ерітіндісінен қорғасынның электроэкстракциясын жүргізу үшін катодитке айналды.

3.2 Зерттеуге үлгілерді дайындау

Қорғасын-қалайы сүзіндісінің бастапқы шикізат ретінде пайдаланылды, оның құрамы %: 38.6 Pb , 11.65 Sn , 1.68 Cu , 11.45 Zn , 0.86 Fe , 1.46 As , 0.15 Sb , 0.41 Bi , 0.017 Cd , 3.26 S , 1.6 г/т Au , 271.2 г/т Ag . Бұл сүзінді өнеркәсіптік сынақтар кезеңінде сирек металдар өндіру бөлімшесінде карбонизациядан өтті.

Карбонизациядан кейін алынған сүзінділер (ылғалдылығы $38-45\%$) кептірілген, содан кейін сода мен тотықсыздандырғышпен араластырылып, балқытылған. Бір балқыту үшін $8-10 \text{ кг}$ шихта массасы пайдаланылды. тотықсыздандырғыштың шығыны $8,5\%$, сода шығыны 3% болды. Балқыту 1523K температурада 3 сағат бойы жүргізілді.

Алдын ала көміртекті қорғасын-қалайы сүзбесі бес балқыту процесінде қыздыру элементтері бар пеш арқылы өтті. Эксперименттің негізгі мақсаты балқыту режимдерін пысықтау және алынған өнімдерді егжей-тегжейлі талдау, соның ішінде сүзінді негізгі компоненттері бойынша материалдық теңгерім жасау болды.

Тәжірибе үлкен көлемді қайта өңдеу үшін қалпына келтіру атмосферасында карбонатты қорғасын-қалайы сүзінділерін тікелей балқытуды қолдану перспективасын көрсетті. Мұндай балқыту нәтижесінде қоспалардың аз мөлшері бар қорғасын-қалайы қорытпасы алынды.

1250°C температураны, 8,5% мөлшеріндегі тотықсыздандырғыш шығынын және 3% мөлшеріндегі сода шығынын қоса алғанда, зертханалық сынақтар кезінде айқындалған оңтайлы жағдайларда мынадай көрсеткіштерге қол жеткізілді: қорытпаның шығымы (шихта массасынан) 48-52%, қождың шығымы - 12-15%, қорытпаға қорғасын алу - 96,8-98,6%, қорытпаға қорғасын алу - 96,8-98,6%, қорытпадағы қалайы - 88-95%.

Балқыту нәтижелері зертханалық нәтижелерге сәйкес келеді және кейбір жағдайларда одан да асып түседі. Балқыту өнімдері бойынша элементтердің таралуы 7 кестеде келтірілген.

7-кесте – Карбонатты қорғасын-қалайы сүзіндісінің балқытудың сода-тотықсыздану процесінің өнімдерінде металл элементтерінің таралуы

Өнім атауы	Pb	Cu	Sn	Zn	Bi	Fe	Ag	As	Au	Sb	Cd
Pb-Sn қорытпасы	97,2	80,3	93,4	1,6	85	2,8	100	88,4	100	93,4	-
Қож	20,5	13,1	3,87	15,5	15	95,9	-	3,6	-	3,87	-
Сублимация	0,75	6,6	2,73	82,9	-	1,3	-	7,9	-	2,73	98,9

Алынған өнімдердің құрамы келесідей: қорытпада 2,84% мыс, 69,04% қорғасын, 24,36% қалайы, 0,43% мырыш, 0,031% темір, аз мөлшерде кадмий, 0,64% висмут, 2,36% мышьяк, 0,23% сурьма бар, сонымен қатар құрамында тиісті мөлшерде алтын мен күміс бар.

Қож құрамында 1,26% мыс, 1,84% қорғасын, 3,15% қалайы, 10,15% мырыш, 4,75% темір, аз мөлшерде кадмий, 0,35% висмут, 0,3% мышьяк, 0,14% сурьма, 8,64% натрий, 14,4% күкірт, 10,5% SiO₂ және 1,35% CaO бар.

Дөрекі қорғасын-қалайы қорытпасында мыстың едәуір мөлшері бар (3% дейін), сондықтан оны балқытқаннан кейін оны мыссыздандыру ұсынылады [14]. Зертханалық жұмыстарда мыссыздандыруды жүргізілген жоқ, бірақ электролиз кезінде мыстың мінез-құлқын және оның электролит құрамына, катодты тұнбаның сапасы мен құрамына әсерін зерттедік. Алынған қорытпада алтын мен күміс көп екенін атап өткен жөн.

Сода балқытудың материалдық балансы 8 кестеде келтірілген. Бұл балқыту нәтижесінде алынған қорытпа кремний және борфторсутекті электролиттерде электролиттік тазартудан өтті.

Сода - тотықсыздандырғыш балқытудан кейін қорытпа кремний және борфторсутекті электролиттерді қолдана отырып электролиттік тазартудан өтті. Атап айтқанда, сутегі кремний фторид электролитінің құрамына pbsif₆ (100 г/дм³), SnSiF₆ (60 г/дм³) және H₂SiF₆ (100 г/дм³) қосылыстары, ал сутегі

борфторид электролитінің құрамына $\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$ (150 г/дм³), $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$ (75 г/дм³) қосылыстары кірді) және HBF_4 (100 г/дм³).

8-кесте – Қорғасын-қалайы сүзіндісінің сода-тотықсыздандырғыш балқытуының материалдық балансы

Элементтер	Pb		Cu		Sn		Fe	
Өнім атауы	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Келіп түсті								
Pb-Sn қорытпасы	3,09	38,6	0,13	1,68	1,14	14,2	0,07	0,86
Сода	-	-	-	-	-	-	-	-
Қалпына келтіруші	-	-	-	-	-	-	-	-
Жалпы қорытынды	3,09	-	0,13	-	1,14	-	0,07	-
Алынды								
Pb-Sn қорытпасы	3,01	69	0,11	2,48	1,06	24,4		0,03
Қож	0,03	1,84	0,02	1,26	0,04	3,15	0,07	4,75
Сублимация	0,05	1,61	0,01	0,28	0,03	0,96		0,03
Жалпы қорытынды	3,09	-	0,13	-	1,14	-	0,07	-
Элементтер	Zn		Ag		Bi		Cd	
Өнім атауы	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Келіп түсті								
Pb-Sn қорытпасы	0,92	11,5	2,17E-3	0,027	0,03	0,41	0,0014	0,02
Сода	-	-	-	-	-	-	-	-
Қалпына келтіруші	-	-	-	-	-	-	-	-
Жалпы қорытынды	0,92	-	2,17E-3	-	0,03	-	0,0014	-
Алынды								
Pb-Sn қорытпасы	0,02	0,43	0,00217	0,053	0,03	0,64	-	-
Қож	0,14	10,2	-	-	-	-	-	-
Сублимация	0,76	24	-	-	-	-	-	-
Жалпы қорытынды	0,92	-	0,00217	-	0,03	-		-
Элементтер	Au		As		Sb		Барлығы	
Өнім атауы	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Келіп түсті								
Pb-Sn қорытпасы	1,28E-5	0,0002	0,12	1,46	0,01	0,15	8	88,5
Сода	-	-	-	-	-	-	0,28	3,5
Қалпына келтіруші	-	-	-	-	-	-	0,64	8
Жалпы қорытынды	1,28E-5	-	0,12		0,01	-	8,92	100
Алынды								
Pb-Sn қорытпасы	1,28E-05	0,0003	0,1	2,36	0,01	0,23	4,357	48,9
Қож	-	-	-	-	-	-	1,396	15,7
Сублимация	-	-	-	-	-	-	3,167	35,5

Жалпы қорытынды	1,28E-05	-	0,12	-	0,01	-	8,92	100
-----------------	----------	---	------	---	------	---	------	-----

Оңтайлы нәтижеге қол жеткізу үшін ағаш желімі органикалық қоспа ретінде пайдаланылды (1 г/дм^3 сутегі кремний фторидінің электролиті үшін және 5 г/дм^3 сутегі борфторының электролиті үшін), ал тұрақтандыруды бор қышқылы қамтамасыз етті (сәйкесінше сутегі кремний фторидінің және сутегі борфторының электролиттері үшін 25 г/дм^3 және 60 г/дм^3). Катодты тұнбаның жиналуы 4 күнге (96 сағат) созылды, бұл тегіс тұнба алу және шламның электролитке түсуіне жол бермеу үшін қажет болды, бұл ваннадағы кернеудің жоғарылауына әкелуі мүмкін [15].

Шламның тығыз консистенциясына қарамастан, ваннада катодтар мен анодтардың болу уақытын арттырмау маңызды. Токтың жұмыс тығыздығын 200 А / м^2 деңгейінде сақтау ұсынылады. Процестің тиімді жұмыс істеуі үшін электролиттің айналым жылдамдығын $0,9 \text{ м}^3/\text{сағ}$ деңгейінде ұстау керек.

Кремний-фторлы және борфторсутекті электролиттердің электролизі үшін көрсетілген жағдайларды пайдаланған кезде катодта шағын дендриттері бар тығыз Pb-Sn қорытпасы пайда болды. Тұнба электролиз жүргізілген тот баспайтын болаттан оңай алынып тасталды [14].

Қорғасын мен қорғасын қорытпаларының электролизі процесінде дендриттердің белсенді өсуін болдырмау үшін катодтың жиектер бойымен өткізбейтін материалдан жасалған қорғаныс жиегін қамтиды. Анодта қатты, кеуекті шлам қабығы пайда болды, ол анодтың бетінен оңай алынып тасталды. Электролиз нәтижесінде алынған технологиялық сипаттамалар 9 кестеде келтірілген.

9-кесте – Қорғасын-қалайы қорытпаларын тазарту процесінің сипаттамалары

Айнымалы атаулары	Факторлар	
	Борфторсутекті электролит	Кремний фторидті электролит
Ерітілген анодтар салмағы, кг	2,513	2,857
Пайда болған шламдар саны, кг	0,355	0,375
Алынған қорғасын-қалайы қорытпасы, кг:	2,210	2,540
Катодты ток шығысы, %:	96,3	95,6
Анодты ток шығысы, %:	97,6	98,13
Электролиз ваннасындағы кернеу, В:	0,56	0,6
Қорғасын карбонатының шығыны, қорытпаның т/т салмағы	0,105	0,1

9 кестеден қорғасын-тұз қорытпаларын электрмен тазарту процесі өте тиімді деп қорытынды жасауға болады. Бұл 95-96% жоғары катодты ток шығысымен расталады.

Алайда, құрғақ шламның шығымы 13-14% аралығында. Айта кету керек, токтың анодты шығымы 100% - ға жетпейді, бұл электролиттің негізгі компоненттері бойынша, атап айтқанда қорғасын бойынша сарқылуына және оның қышқылдығының жоғарылауына әкеледі.

Осыған байланысты электролиттің бір бөлігін процестен шығарып, оны негізгі қорғасын карбонатын қосу арқылы қалпына келтіру қажет болды [16]. Электролиз өнімдерінің химиялық құрамы 10 кестеде келтірілген.

10 кестеде келтірілген мәліметтерден электролиттің айналым жылдамдығы мен қорғасынның негізгі карбонатының шығыны электролиттің құрамына айтарлықтай әсер ететіндігі шығады.

Алайда, белгілі бір параметрлердің арқасында қалайы концентрациясының шамалы өсуін қоспағанда, электролиттің құрамы іс жүзінде өзгеріссіз қалады. Бұл 60-65% қорғасын және 34-39% қалайы бар катодты тұнбаның сапасына теріс әсер етпейді.

Сондай-ақ, алынған қорытпада мырыш пен мыстың едәуір мөлшері бар екенін атап өткен жөн (сәйкесінше 0,05 және 0,011%).

10 кестеге сәйкес анодта пайда болатын шламды ерекше назар аудару керек. Күмістің (3,3 кг/т шламға дейін), индийдің (2,6-дан 3,5 кг/т шламға дейін) және алтынның (35 г/т шламға дейін) жоғары мөлшері бұл шламды сирек және асыл металдарды өндіру үшін құнды және маңызды шикізат етеді.

10-кесте – Химиялық аспектідегі электролиз және электролиттік орта өнімдерінің құрамы

Айнымалы атаулары	Факторлар	
	Борфторсутекті электролит	Кремний фторидті электролит
Электролит, г/дм ³	81,5 Pb, 33,4 Sn, 0,05 Zn, 0,002 Cu, н/о As, н/о Sb	59,3 Pb, 32,64 Sn, 0,07 Zn, 0,003 Cu, н/о As, н/о Sb
Катодты тұнба, %	60,72 Pb, 39,15 Sn, 0,05 Zn, 0,011 Cu	65,86 Pb, 34 Sn, 0,05 Zn, 0,011 Cu
Анодты шлам, %	14,16 Pb, 37,57 Sn, 14,56 Cu, 8,43 Zn, 10,05 As, 9,00 Sb, 0,2 Bi, 0,92 Fe; г/т: 3470 In, 3334,5 Ag, 32,2 Au	14,62 Pb, 37,97 Sn, 14,61 Cu, 8,43 Zn, 11,05 As, 3,67 Sb, 0,476 Bi, 0,92 Fe; г/т: 2600 In, 3267,7 Ag, 34,7 Au

11 кестеде электролиз ваннасы жұмыс істеген кезде кернеу балансы көрсетілген.

11 кестедегі деректерді талдау кернеудің ең үлкен төмендеуі анод пен Шина арасындағы контактілерде байқалатынын көрсетеді, ал электролиттегі кернеудің төмендеуі осы мәнмен салыстырғанда шамалы. Анодтық поляризация жалпы кернеудің 7-ден 16% - ға дейін төмендеуін тудырады, яғни қажет болған жағдайда электрод аралық қашықтықтың ұлғаюы ваннаның кернеуіне, демек, электр энергиясын тұтынуға айтарлықтай әсер етпейді [17].

11-кесте – Электролиз ваннасындағы электрлік потенциалдарды теңестіру

Айнымалы атаулары	Борфторсутекті электролит		Кремний фторидті электролит	
	Абсолютті мән, В	Үлесі, %	Абсолютті мән, В	Үлесі, %
Анодты поляризация, В	0,043	7,67	0,078	13
Процестің жалпы кернеуі, В	0,56	100	0,6	100
Электролиттегі кернеудің төмендеуі, В	0,12	21,23	0,11	18,5
Анодты шина контактілеріндегі кернеудің төмендеуі, В	0,25	44,8	0,26	43,2
Катодты шина контактілеріндегі кернеудің төмендеуі, В	0,085	15,1	0,1	16,7
Теңгерімсіздік	0,062	11,2	0,049	8,3

Қорғасын-қалайы қорытпаларын балқыту және электрохимиялық тазарту бойынша сынақтар Балқаш металлургия зауытының қорғасын-қалайы сүзінділерінің өңдеу жөніндегі өнеркәсіптік учаскені жобалауға арналған технологиялық регламентті әзірлеу үшін бастапқы деректерді алуға мүмкіндік берді.

3.3 Қорғасын шаңын шаймалау бойынша тәжірибелер жүргізу

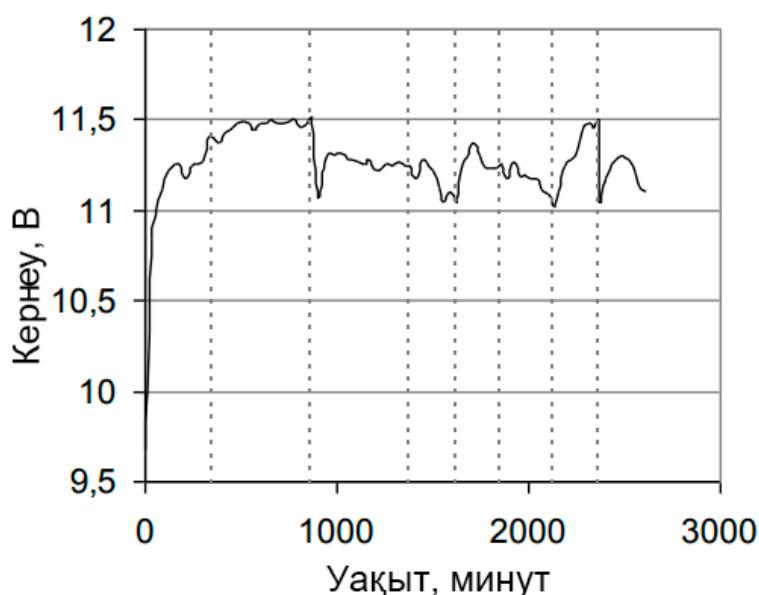
Қазіргі уақытта Балқаш металлургия зауыт құрамында қорғасын бар 100 мың тоннадан астам техногендік қалдықтарды жинады. Бұл материал қорғасын сүзінділері, оның құрамы 12 кестеде сипатталған. Сүзінді ашық жерде сақталғандықтан, оның ылғалдылығы тұрақты емес және ауа-райына байланысты. Сонымен қатар, сүзіндідегі бос қышқыл атмосфералық жауын-шашынмен жуылды [18].

Зауытта қорғасын сүзінділерін қайта өңдеу әдісі жасалды және қолданылды, бұл оларды мырыш сүзінділерін құю процесінде қосудан тұрады. Бұл әдіс мырыштың түпкілікті алынуын арттыруға және қорғасын сүзінділерін негізгі компонент - қорғасынмен байытуға мүмкіндік берді. Алынған материалды ағымдағы қорғасын сүзіндісі деп атау керек, оның құрамы 12 кестеде келтірілген (2-жол) [21]. Дискілі вакуумды сүзгілермен өндегеннен кейін бұл сүзіндінің ылғалдылығы 25% және ортаның қышқылдығы шамамен 1,5 құрайды, өйткені оның құрамында жуылмаған күкірт қышқылы бар.

12-кесте – Тәжірибелер шарттары және шаймалау өнімдерінің құрамы

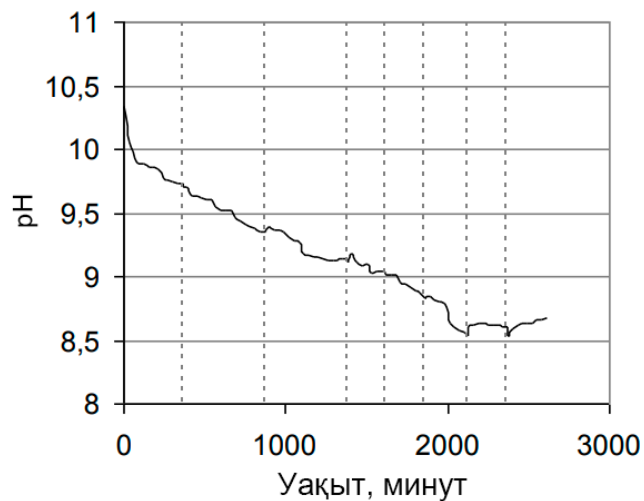
Өнімнің №	Pb	Zn	Cu	Fe
№1 алдыңғы	10,4	16,5	1,75	21,35
№2 қазіргі	27,8	10,1	0,90	12,46

Төмендегі 10-графикте процесс уақытына байланысты ұяшықтағы кернеудің өзгеруі көрсетілген. Тік нүктелі сызықтар катодты тұнбаны кетіру және анод бетін қалпына келтіру үшін электролизер тоқтаған уақытты білдіреді. Графикті талдай отырып, 870 минутқа дейін ұяшықтағы кернеу бірінші тоқтағанға дейін максимумға жеткенін байқауға болады. Кернеудің жоғарылауы жүйенің кедергісінің жоғарылауын көрсетеді. Мұның себебі катод жасушасынан диффузияның жоғары градиентіне байланысты катион алмасу мембранасының кеуектерін қорғасын иондарымен бітеу болуы мүмкін. Католиттегі қорғасын концентрациясы төмендегеннен кейін ұяшықтағы кернеу аздап төмендеді. Сонымен қатар, графикте ұяшықты өшіру кезінде шыңдарды байқауға болады, ал кернеу 11,2 в деңгейінде тұрақталды.



10-сурет – Кернеудің процесс уақытына тәуелділігі

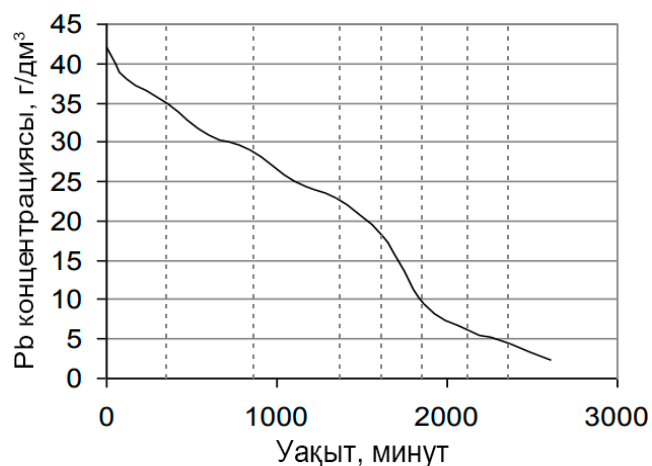
11-суретте көрсетілген график эксперимент уақытына байланысты ортаның рН өзгеруін көрсетеді. Айта кету керек, тәжірибе барысында рН көрсеткішінің біртіндеп төмендеуі байқалды. Бұл катодта қорғасынның тотықсыздану реакциясы болғанын көрсетеді. Айта кету керек, Cu іс жүзінде қалпына келмеді, сондықтан сутегі газының бөлінуі және сәйкесінше католиттің сілтіленуі байқалмады. Көрнекі түрде сутегі газының бөлінуі де байқалмады. Керісінше, анодта судың оттегі газы мен сутегі протондарына дейін тотығу процесі жүреді, бұл газ көпіршіктерінің көп бөлінуімен дәлелденді.



11-сурет – Католиттің pH процесс уақытына тәуелділігі

Электр экстракциясы процесінде сутегі протондары катион алмасу мембранасы арқылы катод кеңістігіне электр өрісі мен анод камерасындағы протондар концентрациясының жоғары градиентінің арқасында енеді. Электроэкстракция процесі аяқталған кезде ортаның қышқылдығының тұрақтануы байқалады, ерітіндідегі қорғасын концентрациясы төмендейді. Қорғасын концентрациясының төмендеуімен судың тотықсыздану реакциясының үлесі қорғасынның тотықсыздану реакциясына қатысты артады. Бұл католитке түсетін сутегі катиондарын бейтараптандыратын қосымша гидроксид иондарының пайда болуына әкеледі. Осылайша, катодты ток шығысы төмендейді. [23]

12-суретте ерітіндідегі қорғасын концентрациясының уақытқа тәуелділігі көрсетілген, бұл эксперимент кезінде қорғасын концентрациясының төмендейтінін көрсетеді. Графикте қорғасынның қалпына келу жылдамдығының төмендеуіне қарай аз ауытқулары бар 10 г/дм^3 концентрация мәніне дейінгі сызықтық учаске байқалады.



12-сурет – Католиттегі қорғасын концентрациясының процесс уақытына тәуелділігі

Графикте ерітіндідегі қорғасын концентрациясы $9,5 \text{ г/дм}^3$ болатын нүктеге жеткенде, қисық сыну пайда болады, бұл қорғасынның тотықсыздану жылдамдығының төмендеуін және бұрын айтылғандай сутектің тотықсыздану реакциясының басым болуын көрсетеді. Осыған байланысты катодты ток шығысының төмендеуі байқалады.

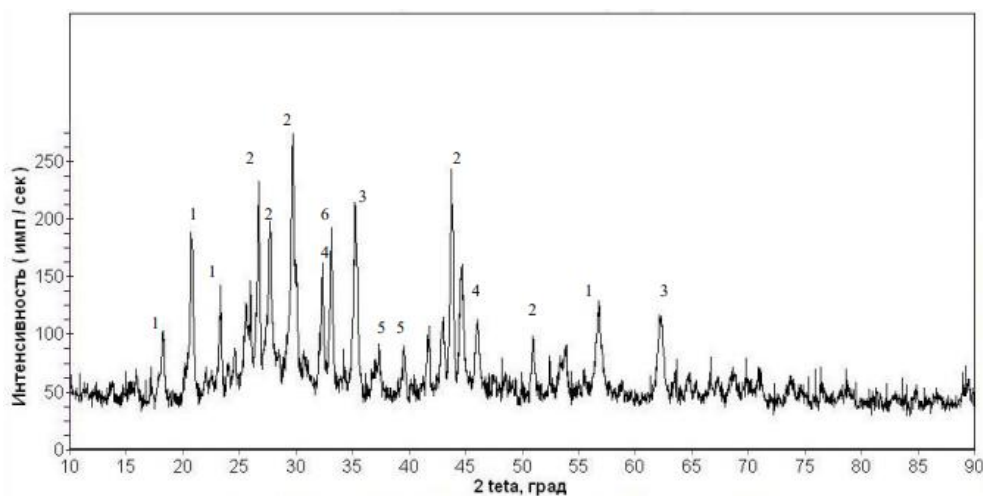
Еріткішті қалпына келтіру және оны процестің басында қайта пайдалану үшін эксперимент жүргізілді. Пайдаланылған католитті сүзіндіге 10 минуттық шаймалағаннан кейін, целлюлоза сүзіліп, сүзгідегі кек жуылды. Фильтрат қоңыр түсті болды және тек $20,5 \text{ г/дм}^3$ болатын қорғасын құрамына талданды. Осы эксперименттің нәтижелері Балқаш металлургия зауытының ағымдағы қорғасын сүзіндісінің 100 кг қайта өңдеуін есептеуге мүмкіндік берді (нәтижелер қосымша А бөлігіндегі кестелерде көрсетілген).

Қазіргі мырыш өндірісінің қорғасын шаңын шаймалау үшін оңтайлы технологиялық параметрлер орнатылды. Бұл F:T=10:1, pH=7, температура 20-25 °C және шаймалау ұзақтығы 10-15 минут. Осы жағдайларда құрғақ каустикалық НАТР шығыны 1 тонна құрғақ ағымдағы қорғасын сүзіндісінің - 240 кг, ал құрғақ мырыш сүзіндісінің шығымы бастапқы құрғақ ағымдағы қорғасын сүзіндісінің массасының 38% құрайды [22].

Сондай-ақ қорғасынды одан әрі электроэкстракциялау үшін таза католит алу арқылы трилонат ерітіндісін металдардан-қоспалардан терең тазарту мүмкіндігі дәлелденді. Зертханалық сынақтар трилонат ерітіндісін pH-ны 1-ге дейін төмендету, сүзу, жуу және алынған тұнбаны pH 10-ға дейін сілтімен еріту әдісімен тазарту нәтижелерін растады.

XRD 7000c рентгендік дифрактометрде (Shimadzu) жұқа шаң үлгісінің құрылымын зерттеу жүргізілді [23].

Рентгенофазалық талдау деректеріне сәйкес (13-суретті қараңыз), жұқа шаң үлгісінде қорғасын сульфаты, мырыш оксиді, мыс оксиді, скородит және мышьяк оксиді сияқты негізгі компоненттер анықталды.



1 – ZnO, 2 – PbSO₄, 3 – ZnFe₂O₄, 4 – Cu₂O, 5– As₂O₃, 6–FeAsO₄·2H₂O

13-сурет – Жұқа шаңның дифрактограммасы

Мыс балқытумен айналысатын өнеркәсіптік кәсіпорындарда құрамында қорғасын бар техногендік шикізаттың едәуір мөлшері жинақталған. Оны қайта өңдеу қазіргі уақытта экономикалық және экологиялық тұрғыдан өзекті міндет болып табылады. Metallургиялық кәсіпорындарда пайда болатын қалдықтардың құрамы өңделетін шикізаттың құрамына, технологияның ерекшеліктеріне және жабдықтың дизайнына байланысты. Біз мыс концентраттарын автогенді балқыту әдісімен өңдеу кезінде пайда болатын жұқа шаңдарды зерттедік.

Балқаш металлургия зауытының жұқа шаңдарының орташа құрамы 13 кестеде келтірілген.

13-кесте – Шаңның орташа құрамы, %:

Pb	Zn	Cu	Fe	As
8,68	13,4	12,9	13,9	3,42

Бұрын біз құрамында қорғасын бар қалдықтарды өңдеудің қолда бар әдістерін талдап, этилендиаминтетрацет қышқылының (Трилон Б) натрий тұзының күрделі түзуші реагентін пайдалануға негізделген өз технологиямызды әзірледік. Бұл қалдықтардан қорғасынды іріктеп алуға және еріткіштің электрохимиялық регенерациясын жүргізуге мүмкіндік береді.

Фосфонат тұнбасын жинақтау үшін біз 120 кг жұқа шаңды қайта өңдеп, төрт "шаймалау – тұндыру" циклін жүргіздік. Шаймалау процесі реакторда (P-1) 25 °C температурада импеллерлік араластырғышпен және рН бақылауымен жүрді. Қышқылдықты реттеу үшін біз реакторға берілген NaOH ерітіндісін (46%) қолдандық.

Алынған сілтілі целлюлозаны біз вакуумдық ноқат сүзгісі арқылы сүздік. Нәтижесінде химиялық құрамы сәйкесінше 14 және 15 кестелерінде ұсынылған фильтрат пен тұнба алынды.

14-кесте – Шаймалаудан кейінгі ерітінділердің құрамы, г/дм³

Көлемі, дм ³	Pb	Cu	Zn	Fe	As
195	12,9	0,0095	3,56	0,37	1,1
130	20	0,011	6,14	0,93	2,29
160	16	0,077	3,76	0,63	1,7
168	15	0,0097	5,6	1,13	1,79

15-кесте – Шаймалаудан кейінгі қатты қалдықтардың құрамы, %

Сүзінді массасы, кг	Pb	Cu	Zn	Fe	As
21,5	0,181	12,6	16,1	21,5	2,9
24,7	0,255	13	16,3	21,3	2,31
23,5	0,222	13,7	18	22,8	2,9
24,3	0,251	13,5	17,8	20,2	2,66

Талдау көрсеткендей, барлық мырыш, темір және мыс ерітіндіде қалады, тұндыру кезінде сұйылту нәтижесінде олардың концентрациясы аздап төмендейді. Олардан айырмашылығы, қорғасын берілген рН мәнімен толығымен тұнбаға түседі. Металл қорғасын алу үшін катодты ток тығыздығы 100 А/м^2 болатын екі камералы электролизерде электр экстракциясы қолданылды. Ұяшықтағы кернеу 11,5 В құрады, бұл ток шығысын 98% деңгейінде алуға мүмкіндік берді. Электр энергиясының шығындары катодты қорғасынның 3036 кВт·сағ/т құрады. Анолит 250 г/дм^3 концентрациясы бар натрий сульфатының ерітіндісі болды, ол қысым және қабылдау ыдыстарының көмегімен айналды. Катодта қорғасын алдыменнымам шөгінділермен қалпына келтірілді, содан кейін дендриттермен өсе бастады. Катодты тұнба катод тақтасынан алынып, 110°C температурада 24 сағат бойы кептірілді. Электр экстракциясына кететін уақыт 890 минутты құрады. Шөгінділерді алып тастағаннан кейін катодтың беті тегіс және тегіс болып қалғанын, экспериментті жалғастырмас бұрын қосымша дайындықты қажет етпейтінін ескеру маңызды.

Зертханада сілтілі шаймалаудың қатты қалдықтарын қышқылмен шаймалау бойынша зерттеулер жүргізілді. Осыдан кейін ерітіндіні мыстан цементтеу және ерітінділерді мышьяктан тазарту жүргізілді. Шаймалаудың оңтайлы параметрлері анықталды: рН 1, С:Қ қатынасы = 5: 1, температура $25\text{-}30^\circ\text{C}$. Бұл жағдайда мырыштың алынуы шамамен 40%, мыс – 6%, Темір – 10% және мышьяк – 50% болды. Қорғасынның ерітіндіге ауысуы табылған жоқ.

16-кесте – Қышқыл шаймалаудан кейін металдардың таралуы

Өнім	Металдардың массасы, кг				
	Pb	Zn	Cu	Fe	As
Келіп түскен мән					
Бірінші шаймалаудың қалдығы	0,215	10,368	14,53	15,94	3,36
Тұндырудан кейінгі ерітінді	0,3	5,64	1,1	0,5	0,9
Алынған мән					
Сүзінді	0,215	6,27	13,68	14,34	1,64
Ерітінді	0,3	9,8088	1,801872	2,086356	2,4624
Үйіспеушілігі	0	-0,062	0,15	0,01	0,16

Нәтижесінде сілтілі шаймалаудан қатты қалдықтарды қышқыл шаймалау жүргізілгеннен кейін ерітінді мен қатты қалдық алынды. Қышқыл шаймалау өнімдері бойынша металдардың таралуы 16 кестеде көрсетілген.

ҚОРЫТЫНДЫ

Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын ірі көлемде шаймалау процесіне зерттеу жүргізілді. Технологиялық схеманың негізгі кезеңдеріне алдын-ала карбонизацияланған қорғасын-қалайы сүзінділерінің сода-тотықсыздандырғыш балқыту және қорғасын-қалайы қорытпаларын алу үшін электролиз жатады.

Зерттеулер көрсеткендей, сода-тотықсыздандырғыш балқытудың оңтайлы режимдеріне $1523 \pm 50\text{K}$ температурасы, тотықсыздандырғыш шығыны 8,5 % және сода шығыны 3% кіреді. Бұл 48-52% диапазонында қорытпаның шығуына және сәйкесінше 98 және 95% деңгейінде қорытпаға қорғасын мен қалайы алуға мүмкіндік берді.

Сонымен қатар, электролиттердің таңдалған құрамдарында (100 PbSiF_6 , 60 SnSiF_6 , 100 H_2SiF_6 (кремний фторидті) және 150 $\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$, 75 $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$, 100 HBF_4 (борфторидті сутегі)) және электролиздің белгілі бір жағдайларында (ток тығыздығы 200 A/m^2 , катодты тұнбаның өсу уақыты - 96 сағат, айналым электролит - $0,9 \text{ м}^3/\text{сағ}$, электролитті қорғасын бойынша түзету), катодта 60-65% қорғасын және 34-39% қалайы бар қорытпа алынды.

Алынған қорғасын мен қалайы қорытпалары дәнекерлеу үшін лигатура ретінде пайдалану үшін перспективалы материал болып табылады. Бұл сынақ нәтижелері қорғасын-қалайы сүзінділерінің қайта өңдеу учаскесінде технологиялық регламентті әзірлеудің бастапқы нүктесі болды. Сонымен қатар, зертханалық зерттеулер еріткіш регенерациясы бар сүзінділерді шаймалау, алынған трилонат ерітінділерін тазарту және қорғасынды электроэкстракциялау тиімділігін растады.

Мырыш өндірісінің ағымдағы қорғасын шаңдарын шаймалаудың оңтайлы технологиялық параметрлері анықталды: Г:С қатынасы 10:1, рН 7 шегінде, температура 20-25 °С, ұзақтығы 10-15 минут. Мұндай жағдайларда құрғақ ағымдағы қорғасын шаңдарының 1 тоннасына құрғақ каустикалық сода шығыны 240 кг құрайды, ал құрғақ мырыш сүзіндісінің шығымы бастапқы құрғақ ағымдағы қорғасын сүзіндісінің массасының 38% құрайды.

Трилонат ерітіндісін металдардан-қоспалардан терең тазарту мүмкіндігі дәлелденді, бұл қорғасын шаңын одан әрі электроэкстракциялау үшін катодит алуға мүмкіндік береді. Зертханалық сынақтардың нәтижелері трилонатты ерітіндіні ерітіндінің рН-1 1-ге дейін төмендету, алынған тұнбаны рН 10-ға дейін сілтімен сүзу, жуу және еріту әдісімен тазарту мүмкіндігін растайды.

100 г/дм^3 трилон Б сулы ерітіндісімен шаймалау кезінде қорғасын-трилонатты тұнбаны тұндыру үшін концентрацияланған күкірт қышқылының шығыны 1 тонна құрғақ ағымды қорғасын шаңына 780 кг немесе $0,42 \text{ м}^3$ құрайды. Құрғақ тұнбаның өнімділігі құрғақ қорғасын шаңының массасының 115% құрады. 1 тонна құрғақ ағымдағы қорғасын шаңының өңдеу кезінде катодит дайындауға арналған құрғақ каустикалық сода шығыны 400 кг құрайды.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Карелов С.В., Сергеев В.А., Паньшин А.М., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. // Цветные металлы. 2019. №6. С. 29-31.
- 2 Карелов С.В., Анисимова О.С., Мамяченков С.В., Сергеев В.А. // Известия вузов. Цветная металлургия. 2018. №2. С. 20-24.
- 3 Рентгенографический и электроннооптический анализ. 2-е издание / Горелкин С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Металлургия, 1970. 366 с.
- 4 Сергеев В.В. комплексная переработка свинецсодержащих промпродуктов цинкового производства. Дис. к.т.н. 05.15.02. Екатеринбург, УГТУ – УПИ. 2015, 136 с.
- 5 Карелов С.В., Сергеев В.А., Паньшин А.М., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. "Содержание свинца в почвах и растениях в условиях интенсивного промышленного загрязнения". Журнал "Цветные металлы", 2019, №6, с. 29-31.
- 6 Баранов В.В. "Анализ свинцовой пыли в атмосферном воздухе и ее воздействие на окружающую среду". Москва: Издательство МГУ, 2013.
- 7 Горшков С.П. "Оценка воздействия свинцовой пыли на здоровье населения". Санкт-Петербург: Издательство СПбГУ, 2010.
- 8 Петрова Е.А. "Химический состав и источники свинцовой пыли в городской среде". Москва: Наука, 2012.
- 9 Смирнова О.Н., Короткова Н.А., Петров Д.В. "Свинцовая пыль в городах России: источники и последствия". Москва: Издательство "Эксмо", 2007.
- 10 Иванов В.Г. "Влияние свинцовой пыли на растительный мир". Журнал "Экология и природопользование", 2015, №3, с. 45-51.
- 11 Королев В.М., Семенов А.Б., Федоров А.В. "Источники свинцовой пыли в промышленных районах". Москва: Издательство "Наука", 2015.
- 12 Лебедева М.Н., Соловьева О.А., Сидоров В.В. "Влияние свинцовой пыли". Журнал "Гигиена и санитария", 2011, №5, с. 27-32.
- 13 Михайлов Л.В., Никитин Н.Ф., Букин А.П. "Особенности распространения свинцовой пыли в окружающей среде". Журнал "Экологическая химия", 2014, №2, с. 18-25.
- 14 Орлов В.А., Ковалева Е.А., Гаврилов В.В. "Опасность свинцовой пыли для здоровья человека". Москва: Издательство "Наука и жизнь", 2018.
- 15 Павлов А.В., Романов С.А., Степанов В.В. "Свинцовая пыль и ее воздействие на почву". Журнал "Почвоведение", 2013, №4, с. 52-59.
- 16 Тихонова Е.В., Шилова Л.Н., Крылова Е.С. "Влияние свинцовой пыли на водные экосистемы". Журнал "Гидробиология", 2016, №2, с. 73-80.
- 17 Ушакова А.А., Гаврилов А.В., Ширяева Т.А. "Свинцовая пыль и ее последствия для животных". Москва: Издательство "Наука и жизнь", 2017.
- 18 Федотова О.Н., Поляков А.В., Щербакова Е.Ю. "Свинцовая пыль и ее воздействие на земледелие". Журнал "Агрохимия", 2016, №1, с. 38-45.

- 19 Храмов А.А., Дмитриев В.Н., Смирнов С.Г. "Влияние свинцовой пыли на биологическую продуктивность почвы". Журнал "Почвоведение", 2019, №3, с. 61-67.
- 20 Чернышев А.С., Голубев А.А., Белов А.В. "Содержание свинца в атмосферном воздухе и его экологические последствия". Москва: Издательство "Наука", 2006.
- 21 Шестаков В.В., Игнатова Т.М., Самсонова Л.И. "Свинцовая пыль и ее воздействие". Журнал "Биологическая защита", 2014, №6, с. 11-17.
- 22 Щеглова О.А., Казакова С.В., Марков А.А. "Оценка экологической опасности свинцовой пыли в промышленных районах". Журнал "Экологический мониторинг и биоразнообразие", 2012, №4, с. 83-90.
- 23 Юдин В.П., Беляева Л.А., Петров Ю.С. "Исследование свинцовой пыли в городской атмосфере". Журнал "Атмосферная физика и экология", 2016, №1, с. 48-55.
- 24 Яковлев Д.А., Смирнова И.В., Мельникова О.П. "Влияние свинцовой пыли на микроорганизмы почвы". Журнал "Микробиология", 2013, №5, с. 35-42.
- 25 Зинченко Ю.А. Медный завод в Балхаше: история и современность. // Наука и техника Казахстана. 2018. № 1. С. 67-73.
- 26 Хабенский В.Д., Лукьяненко А.А. О процессах в воздушно-кислородном конвертере Балхашского металлургического комбината. // Вестник Карагандинского университета. 2015. № 1(57). С. 143-146.
- 27 Гордеев А.А., Соловьев А.А. Технология производства анодной меди на Металлургическом комбинате Балхаш. // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института трубной промышленности. 2014. № 4. С. 58-62.
- 28 Петров В.М., Краснова Т.А. Оценка влияния производства Металлургического завода Балхаш на окружающую среду. // Горно-металлургический вестник. 2015. № 1. С. 59-62.

Қосымша А

Шаймалау балансының жалпы жіберілетін элементтер құрылымы

Элементтер	Pb	Zn	Fe	Cu	Na	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S	CaO	C	H	N	O	т.б.	Барлығы
Келіп түскен мөндер															
Pb құрғақ сүзіндісі	27,80	10,10	12,46	0,90		3	2	6,13	3				19,38	15,2 2	100,00
Сүзіндінің ылғалдығы											1,11		8,89		10,00
Құрғақ NaOH					13,80						0,60		9,60		24,00
NaOH бар су											13,12		104,94		118,06
Құрғақ Трилон					13,03					34,03	3,97	7,94	36,27		95,24
Трилоны бар су											100,53		804,23		904,76
Барлығы, кг	27,80	10,10	12,46	0,90	26,83	3	2	6,13	3	34,03	119,32	7,94	983,32	15,2 2	1252,06

Шаймалау балансының жалпы алынатын элементтер құрылымы

Элементтер	Pb	Zn	Fe	Cu	Na	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S	CaO	C	H	N	O	т.б.	Барлығы
Алынған мөндер															
Fe сүзіндісі	0,56	5,05	12,21	0,45		3,00	2,00	0,09	3,00				6,77	15,22	48,34
Трилонатты ерітіндісі	27,24	5,05	0,25	0,45	10,03					26,5	2,64	6,17	28,20		106,49
NaOH					3,78						0,16		2,63		6,57
Na ₃ Hedta					4,35					7,58	0,82	1,77	8,07		22,59
Na ₂ SO ₄					8,67			6,05				7,94	12,07		26,79
H ₂ O											115,70		925,58		1041,27
Барлығы, кг	27,80	10,10	12,46	0,90	26,83	3,00	2,00	6,13	3,00	34,0 3	119,32	7,94	983,32	15,22	1252,06

Темір сүзіндісін сүзу және жуу балансы

Элементтер	Pb	Zn	Cu	Fe	Na	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	O	H	S	N	C	т.б.	Барлығы
Келіп түскен мәндер															
Fe сүзіндісі	0,56	5,05	0,45	12,21		3	2	3	6,77		0,09			15,22	48,35
Трилонат ерітіндісі	27,24	5,05	0,45	0,25	26,83				976,55	119,32	6,05	7,94	34,03		1203,71
Жууға арналған су									85,95	10,74					96,69
Барлығы, кг	27,80	10,10	0,90	12,46	26,83	3	2	3	1069,27	130,06	6,14	7,94	34,03	15,22	1348,75
Алынған мәндер															
Fe шайылған сүзіндісі	0,56	5,05	0,45	12,21		3	2	3	17,51	1,34	0,09			15,22	60,43
Трилонат ерітіндісі	27,24	5,05	0,45	0,25	26,83				1051,7	128,73	6,05	7,94	34,03		1288,27
Барлығы, кг	27,80	10,10	0,90	12,46	26,83	3	2	3	1069,3	130,07	6,14	7,94	34,03	15,22	1348,75

Сульфат-трилонат тұнбасының тұндыру балансы

Элементтер	Pb	Zn	Cu	Fe	Na	O	H	S	N	C	Барлығы
Келіп түскен мәндер											
Трилонат ерітіндісі	27,24	5,05	0,45	0,25	26,83	1051,7	128,73	6,05	7,94	34,03	1288,31
Қышқыл ерітінді						736,67	87,29	25,6	7,94	34,03	849,60
Барлығы, кг	27,24	5,05	0,45	0,25	26,83	1788,4	216,01				2137,91
Алынған мәндер											
Тұнба	27,24					44,69	4,53	4,22	7,94	34,03	122,65
Ерітінді		5,05	0,45	0,25	26,83	1743,7	211,48	27,5			2015,26

Сульфатты-трилонатты тұнбаны жуу балансы

Элементтер	Pb	Zn	Cu	Fe	Na	O	H	S	N	C	Барлығы
Келіп түскен мәндер											
Тұңба	27,24					44,69	4,53	4,22	7,94	34,03	122,65
Жатыр ерітіндісі		5,05	0,45	0,25	26,83	1743,7	211,48	27,5			2015,26
Жууға арналған ерітінді						544,90	68,05	0,31			613,26
Барлығы, кг	27,24	5,05	0,45	0,25	26,83	2333,3	284,07	32,0	7,94	34,03	2751,18
Алынған мәндер											
Жуылған тұңба	27,24					71,93	7,94	4,23	7,94	34,03	153,32
Жуылған ерітінді		5,05	0,45	0,25	26,83	2261,4	276,13	27,8			2597,86
Барлығы, кг	27,24	5,05	0,45	0,25	26,83	2333,3	284,07	32,0	7,94	34,03	2751,18

Сульфат-трилонат тұнбасының еру балансы

Элементтер	Pb	O	H	S	N	C	Na	Барлығы
Келіп түскен мәндер								
Тұнба	27,24	71,93	7,94	4,23	7,94	34,03		153,32
Сілтілі ерітінді		234,1	28,0				28,20	290,39
Қосылған су		277,7	34,7					312,45
Барлығы, кг	27,24	583,8	70,7	4,23	7,94	34,03	28,20	756,16
Алынған мәндер								
Католит	27,24	583,8	70,7	4,23	7,94	34,03	28,20	756,16
Барлығы, кг	27,24	583,8	70,7	4,23	7,94	34,03	28,20	756,16

Трилонат ерітіндісінен қорғасынның электр экстракциясының балансы

Элементтер	Pb	Na	N	H	O	S	C	Барлығы
Келіп түскен мәндер								
Катодит	27,24	28,2	7,94	70,7	584	4,23	34	756,16
Анолит		5,51		74,3	602	3,84		685,87
Барлығы, кг	27,24	33,72	7,94	145	1186	8,08	34	1442,02
Алынған мәндер								
Пайдаланылған катодит	3,54	33,57	7,94	70,7	583,8	4,23	34,03	737,82
Пайдаланылған анолит		0,15		74,3	600,3	3,84		678,63
Pb	23,70							23,70
O2					1,87			1,87
H2				0,00				0,00
Барлығы, кг	27,24	33,72	7,94	145	1186	8,08	34,03	1442,02

Қосымша Б

Шаймалау балансы

Элементтер	Pb	Cu	Zn	Fe	S	O	C	H	Na	As	Si	P	т.б.	Барлығы
Келіп түскен мәндер														
Жұқа шаң	10,42	15,48	16,1	16,43	9,4241	33,47				4,1	4,13		10,46 7	120
Құрғақ NaOH						49,26		3,079	70,8					123,12
NaOH бар су						128,5		16,06						144,54
Құрғақ ОЭДФ						83,94	18	5,996				46,5		154,4
ОЭДФ бар су						396,1		49,51						445,6
Барлығы, кг	10,42	15,48	16,1	16,43	9,4241	691,2	18	74,65	70,8	4,1	4,13	46,5	10,46 7	987,66
Алынған мәндер														
Сүзінді	0,208	14,551	10,5	15,94	7,3754	27,6				3,28	4,13		10,46 7	94,003
Фосфонат ерітіндісі	10,21	0,9288	5,63	0,493		19,01	4,07 8	0,679	7,55	0,82		10,5		59,926
NaOH						4,859		0,304	6,98					12,145
Na ₂ SO ₄					2,0487	4,088			2,94					9,0745
H ₂ O						570,8		71,34						642,1
Na ₄ C ₂ H ₄ O ₇ P ₂						64,92	13,9 2	2,319				35,9		170,42
Барлығы, кг	10,42	15,48	16,1	16,43	9,4241	691,2	18	74,65	70,8	4,1	4,13	46,5	10,46 7	987,66

Сульфат-фосфонат тұнбасының тұндыру балансы

Элементтер	Pb	Cu	Zn	Fe	As	C	H	O	P	S	Na	As	Si	Барлығы
Келіп түскен мәндер														
Сүзінді	0,21	14,55	10,45	15,94	3,28			27,60		7,38		3,28	4,13	94,003
Фосфонат ерітіндісі	10,21	0,93	5,63	0,49	0,82	18,0	82,48	663,64	46,47	2,05	70,8	0,82		893,66
Жууға арналған су							3,00	83,56						94,00
Барлығы, кг	10,21	15,48	16,08	16,43	0,82	18,0	85,48	774,8	46,47	9,42	70,8	4,10	4,13	1081,66
Алынған мәндер														
Жуылған сүзінді	0,21		10,45	15,94	3,28		2,61	48,49		7,38		3,28	4,13	117,50
Фосфонат ерітіндісі	10,21	0,93	5,63	0,49	0,82	18,00	82,48	726,3	46,47	2,05	70,8	0,82		964,16
Барлығы, кг	10,42	0,93	16,08	16,43	4,10	18,0	85,09	774,8	46,47	9,42	70,8	4,10	4,13	1081,66

Сульфат-фосфонат тұнбасының тұндыру балансы

Элементтер	Pb	Cu	Zn	Fe	As	C	H	O	P	S	Na	Барлығы
Келіп түскен мәндер												
Фосфонат ерітіндісі	10,21	0,93	5,63	0,49	0,82	18,0	82,48	726,31	46,47	2,05	70,8	964,16
Қышқыл ерітінді							3,00	96,06		48,14		147,20
Барлығы, кг	10,21	0,93	5,63	0,49	0,82	18,0	85,48	822,37	46,47	50,18	70,8	1111,36
Алынған мәндер												
Тұнба	10,21					1,18	0,30	5,52	3,05			20,26
Ерітінді		0,93	5,63	0,49	0,8	16,8	85,19	816,85	43,41	50,18	70,8	1091,10
Барлығы, кг	10,21	0,93	5,63	0,49	0,8	18,0	85,48	822,37	46,47	50,18	70,8	1111,36

Сульфат-фосфонат тұнбасын жуу балансы

Элементтер	Pb	Cu	Zn	Fe	As	C	H	O	P	S	Na	Барлығы
Келіп түскен мәндер												
Тұнба	10,21					1,18	0,30	5,52	3,05			20,26
Жатыр ерітіндісі		0,93	5,63	0,49	0,8	16,8	85,19	816,85	43,41	50,18	70,8	1091,10
Барлығы, кг							11,26	90,04				101,30
Барлығы, кг	10,21	0,93	5,63	0,49		18,0	96,74	912,41	46,47	50,18	70,8	1212,66
Алынған мәндер												
Жуылған тұнба	10,21					1,18	0,86	10,02	3,05			25,32
Жуылған ерітінді		0,93	5,63	0,49	0,8	16,8	95,88	902,39	43,41	50,18	70,8	1187,33
Барлығы, кг	10,21	0,93	5,63	0,49	0,8	18,0	96,74	912,41	46,47	50,18	70,8	1212,66

Сульфат-фосфонат тұнбасының еру балансы

Элементтер	Pb	O	C	H	Na	P	Барлығы
Келіп түскен мәндер							
Тұнба	10,21	10,02	1,2	0,86		3,05	25,32
Сілтілік ерітінді		20,00		2,15	8,0		30,13
Қосуға арналған су		1,08		0,13			1,21
Барлығы, кг	10,21	31,10	1,2	3,15	8,0	3,05	56,66
Алынған мәндер							
Католит	10,21	31,10	1,2	3,15	8,0	3,05	56,66
Барлығы, кг	10,21	31,10	1,2	3,15	8,0	3,05	56,66

Фосфонат ерітіндісінен қорғасынның электр экстракциясының балансы

Элементтер	Pb	O	C	H	Na	P	S	Барлығы
Келіп түскен мәндер								
Катодит	10,21	31,103	1,18	3,147	7,9665	3,05		56,66
Анолит		40,092		4,293	4,0335		2,88	51,40
Барлығы, кг	10,21	71,20	1	7,44	12	3,05	2,88	108,06
Алынған мәндер								
Пайдаланылған катодит	0,51	31,10	1,2	3,15	10,1	3,05		49,16
Пайдаланылған анолит		39,33		4,29	1,9		2,88	48,44
Pb	9,70							9,70
O ₂		0,76						0,76
H ₂				0,00				0,00
Барлығы, кг	10,21	71,20	1,2	7,44	12	3,05	2,88	108,06

Қышқыл шаймалау балансы

Элементтер	Pb	Cu	Zn	Fe	As	C	H	O	P	S	Na	As	Si	т.б.	Барлығы
Келіп түскен мәндер															
Сүзінді	0,208	14,551	10,5	15,94	3,2832		2,611	48,49		7,38		3,2832	4,13	10,467	117,5
1-ші шаймалау ерітіндісі		0,9288	5,63	0,493	0,8208	16,82	95,88	902,4	43,4	50,2	70,8	0,8208			1187,3
Барлығы, кг	0,208	15,48	16,1	16,43	4,104	16,82	98,49	950,9	43,4	57,6	70,8	4,104	4,13	10,467	1304,8
Алынған мәндер															
Fe сүзіндісі	0,208	13,678	6,27	14,34	1,6416		2,611	45,6		6,93		1,6416	4,13	10,467	105,89
Фосфонат ерітіндісі		1,8019	9,81	2,086	2,4624	5,183	1,393	25,74	13,4			2,4624			61,855
C ₂ H ₈ O ₇ P ₂						11,64	3,875	54,25	30						99,799
Na ₂ SO ₄								98,52		49,4	70,8				218,67
H ₂ SO ₄							0,078	2,509		1,26					3,8448
H ₂ O							90,53	724,2							814,78
Барлығы, кг	0,208	15,48	16,1	16,43	4,104	16,82	98,49	950,9	43,4	57,6	70,8	4,104	4,13	10,467	1304,8

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Бекқалиев Дәурен Ұланұлы

(студенттің Т.А.Ж.)

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

(мамандық шифры, атауы)

Тақырыбы: «Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

Орындалды:

а) графикалық бөлім _____ 13 _____ парак

б) түсіндірме жазбасы _____ 65 _____ бет

Жұмыстың мазмұнына қорғасын шаңын шаймалау процесіне арналған тапсырма, кіріспе, әдебиетке шолу, практикалық бөлімдер, қорытынды және пайдаланылған әдебиеттер тізімі кіреді. Пайдаланылған әдебиеттер тізіміне 28 атау кіреді.

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты – “Балқаш металлургия зауытында қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу” болып табылады. Зерттеу нысаны-зауыттың өзі, ал зерттеу нысаны - қорғасын шаңын шаймалау процестері.

Зерттеу барысында қорғасын шаңына зертханалық зерттеулер жүргізілді, сонымен қатар реагенттердің концентрациясы, рН деңгейі, температура және шаймалау уақыты сияқты шаймалау процесінің негізгі параметрлері анықталды. Өртүрлі реагенттермен эксперименттер жүргізілді және шаймалаудың максималды тиімділігіне қол жеткізілетін оңтайлы жағдайлар анықталды.

Зерттеу нәтижелері оңтайландырылған шаймалау жағдайларын пайдалану процестің тиімділігін айтарлықтай арттыруға ықпал ететінін көрсетті.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Дипломдық жұмыста грамматикалық қателіктер кездеседі және қолданылған әдебиеттер тізімінде ескі әдебиеттер пайдаланылған. Бұл ескерту орындалатын жұмыстың маңыздылығына әсер етпейді.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Дипломдық жұмыс жеткілікті жоғары деңгейде орындалған, және "өте жақсы" (90%) деп бағалауға болады. Дипломдық жұмыстың авторы Бекқалиев Дәурен «6B07203-Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» мамандығы бойынша бакалавр академиялық дәрежесіне сай атағы берілуіне болады.

Рецензент,

PhD докторы, Руководитель

лаборатории перспективных

материалов и технологий и

Казахстанско-Британский технический университет ;

«9» маусым 2023 ж.

Шарипов.Р.Х.

Ф КазНТУ 706-17, Пікір

Бекқалиев Дәурен Ұланұлының
дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру
бағдарламасы

Тақырыбы: «Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау
процесін зерттеу»

Орындалған дипломдық жобаның түсіндірме жазбасы 65 беттен және 18
слайдтан тұрады.

Дипломдық жоба алдын-ала берілген тақырыпқа және тапсырмасына
сәйкес орындалған. Студент осы берілген тақырыпқа сай жүргізілген ғылыми-
зерттеу жұмыстарын және белгілі технологиялармен қорғасын шандарын
алудың әр түрлі тәсілдерін, қорғасын шаңын шаймалап алу технологиясымен,
оларға қатысты әр түрлі шаймалау әдістерімен танысып, соның негізінде
«Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасында жасалған
жаңа технологиялық сұлбаға сүйене отырып, дипломдық жұмыс орындалды.

Есеп бөлімінде шаймалау процесі бойынша технологиялық есептеулер,
қоршаған ортаны қорғау, еңбек қауіпсіздігі бөлімдері және экономикалық
тиімділік бойынша есептеулер орындалды.

Сызба бөлімде технологиялық схемаға сүйене отырып жасалған
шаймалау цехының жобасы жасалды. Жасалған жоба экономикалық және
экологиялық жағынан тиімді.

Дипломдық жобаны орындау кезінде студент Бекқалиев Дәурен өзін
металлургия саласының маманы ретінде дайын екенін көрсете білді. Оның
орындалған дипломдық жобасы «өте жақсы» (95%) деген баға және оның
авторына 6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»
мамандығының бакалавры атағын беруге лайықты деп санаймын.

Ғылыми жетекші

PhD доктор, аға оқытушы

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)



қолы

Алтайбаев Б.Т.

Т.А.Ә

«29» 06 2023 ж.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Беккалиев Дәурен Ұланұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

Научный руководитель: Багдат Алтайбаев

Коэффициент Подобия 1: 1.4

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

Заведующий кафедрой *М.О.М.*
Берменшиев М.Б.
09.06.2023

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Беккалиев Дәурен Ұланұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: «Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

Научный руководитель: Бағдат Алтайбаев

Коэффициент Подобия 1: 1.4

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

Дата

проверяющий эксперт

Б.Т. Алтайбаев

Алтайбаев

12.06.23



Метаданные

Название

«Балқаш металлургия зауытының қорғасын шаңын шаймалау процесін зерттеу»

Автор

Бекқалиев Дәурен Ұланұлы

Научный руководитель / Эксперт

Бағдат Алтайбаев

Подразделение

Г_М_И

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

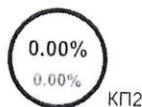
Замена букв	Б	12
Интервалы	A→	0
Микропробелы	␣	0
Белые знаки	␣	0
Парафразы (SmartMarks)	a	19

Объем найденных подоби

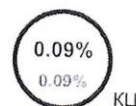
Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25



12135



95370

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("критицираты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	Цвет текста
1	https://official.satbayev.university/download/document/15914/2020%20%D0%91%D0%90%D0%9A%20%D0%90%D0%BB%D1%82%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%D0%A0%20%D0%90..pdf	18	0.15 %
2	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	17	0.14 %
3	https://official.satbayev.university/download/document/15914/2020%20%D0%91%D0%90%D0%9A%20%D0%90%D0%BB%D1%82%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%D0%A0%20%D0%90..pdf	16	0.13 %
4	http://masters.donntu.org/2012/fmf/gurova/links/1.pdf	16	0.13 %