

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

7M07223-Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

УДК 665.622.43.046.6-52 (043)

Қолжазба құқықтары үшін

Амангельды Темирлан Мадиялы

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін

Диссертация атауы

Техногенді минералды шикізаттан
аралық өнім алу процесін зерттеу

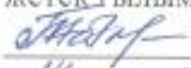
Дайындық бағыты

7M07223-Металлургия және пайдалы
қазбаларды байыту

Ғылыми жетекші:

тех. ғылым канд.,

жетек ғылыми. қызмет.

 Абдыкирова Г.Ж.

«14» июль 2021 ж.

Рецензент:

тех. ғылым канд.

жетек ғылыми. қызмет.

АҚ «КМ»

 Турысбеков Д.К.

2021 ж.



Нормабақылаушы:

PhD докторы, сениор-лектор

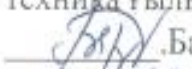
 Дусенова С.Б.

«14» 06 2021 ж.



ҚОРҒАУҒА РҰҚСАТ

МжПҚБ кафедрасының меңгерушісі,
техника ғылымдарының кандидаты

 Барменшинова М.Б.

«14» 06 2021 г.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

7M07223-Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедрасының меңгерушісі,
техника ғылымдарының кандидаты

 Барменшинова М. Б.

**магистрлік диссертацияны орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант Амангельды Темирлан Мадиялы

Тақырып: Техногенді минералды шикізаттан аралық өнім алу процесін зерттеу

Университет ректорының 2019 жылғы "03" желтоқсандағы №435-м бұйрығымен **бекітілген**

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі " 10 " маусым 2021 ж.

Магистрлік диссертацияға бастапқы деректер: Балқаш мыс балкыту зауытының Конвертерлік шлактары.

Магистрлік диссертацияда әзірленетін сұрақтар тізбесі:

- а) мыс Конвертерлік қождарды қайта өңдеу тәсілдерін талдау ;
- б) зерттеу әдістемелері;
- в) мыс өндірісінің Конвертерлік қожында мыс пен темірдің болу нысандарын зерттеу.
- г) Конвертерлік қожды өңдеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау;
- д) термоөңдеуден кейін Конвертерлік қожды байытудың флотациялық әдісін зерттеу.

Графикалық материалдар тізімі: слайдтар

**Магистрлік диссертация дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекші мен консультанттарға ұсыну мерзімдері	Ескертулер
Кіріспе	05.02.2021	
Әдебиеттерге аналитикалық шолу	05.03.2021	
Зерттеу әдістемесі	05.04.2021	
Эксперименттік бөлім	05.05.2021	
Қорытынды	25.05.2021	

ҚОЛТАҢБАЛАР

диссертацияның оларға қатысты бөлімдерін көрсете отырып, аяқталған
магистрлік диссертацияға консультанттар мен нормобақылау

Бөлімнің атауы	Кенесшілер, ТӘА (ғылыми дәрежесі)	Қол қойылған мерзімі	Қолы
Кіріспе	Абдыкирова Г.Ж. техника ғылым. кандидаты Ж.Ғ.Қ	05.02.2021	
Әдебиеттерге аналитикалық шолу		05.03.2021	
Зерттеу әдістемесі		05.04.2021	
Эксперименттік бөлім		05.05.2021	
Қорытынды		25.05.2021	
Нормобақылаушы	Дюсенова С.Б. PhD докторы		

Ғылыми жетекші  Абдыкирова Г.Ж.

Тапсырманы орындауға қабылдаған
білім алушы  Амангельды Т.М.

Уақыты « » 2021 г.

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 5 тараудан, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертациялық жұмыс 78 бетте мазмұндалынып, 22 сурет, 19 кестемен қамтылған.

Жұмыстың мақсаты:

– мыс өндірісінің конверторлық қоқырындағы формасын анықтау және термо-өңдеуден кейін флотация үрдерісін зерттеу.

Балхаш мыс балқыту өндірісінің конверторлық қоқырындағы мыстың және темірдің формаларын анықтаудың зерттеулері жүргізілді. Конверторлық қоқырды температуралық режиммен өңдеу кезіндегі процесте мыстың және темірдің сульфидтік кристалдарының құрылуының ықпалы анықталды. Зерттелген минералды шикізаттың ұнтақтау режимі анықталды. Конверторлық қоқырдың флотациялық байытуының тиімді технологиялық режимі анықталды.

АННОТАЦИЯ

Диссертационная работа состоит из задания, введения, 5 глав, заключения, списка литературы. Диссертационная работа изложена на 78 страницах, содержит 22 рисунка, 19 таблиц.

Целью работы является:

– определение форм нахождения меди в конвертерном шлаке и исследование процесса флотации после термообработки.

Проведены исследования по определению форм нахождения меди и железа в конвертерном шлаке Балхашского медного производства. Определено влияние температурного режима обработки конвертерного шлака на процесс формирования кристаллов сульфидов меди и железа. Установлен режим измельчения исследуемого конвертерного шлака. Установлен оптимальный технологический режим флотационного обогащения конвертерного шлака.

ABSTRACT

The thesis consists of task, introduction, 5 chapters, conclusion, reference list. The thesis takes 78 pages, contains of 22 pictures and 19 tables.

The purpose of work is:

- definition of forms in the presence of copper converter slag and research flotation process after heat treatment.

Researches on definition of forms of finding of copper and iron in converter slag of Balkhash copper production are conducted. Influence of temperature condition of processing of converter slag on process of formation of crystals of sulfides of copper and iron is defined. The mode crushing of the studied mineral raw materials. The optimal process conditions flotation of converter slag.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Құрамында мыс бар техногендік георесурстарды қайта өңдеуге әдеби шолу	11
1.1	Құрамында мыс бар техногендік шикізаттың байытылуын зерттеу	22
1.2	Мыс өндірісінің қождары мен штейндерінің жалпы ерекшелігі	22
1.3	Пирометаллургиялық әдістермен қождың сарқылуы	23
1.4	Қождарды межеленудің гидрометаллургиялық тәсілі	25
1.5	Шетелде және ТМД елдерінде флотация әдісімен түрлі мыс балқыту өндірістерінің қождарын қайта өңдеу технологиясының қазіргі жай-күйін талдау	25
1.6	ТМД елдерінің кәсіпорындарында мыс қожын өңдеу тәжірибесі	28
2	Зерттеу әдістері	34
2.1	Ұсақталған кендерді гранулометриялық талдау	35
2.2	Минерологиялық талдау	35
2.3	Рентгендік фазалық талдау	36
2.4	Атомдық-эмиссиялық спектрлік талдау	37
2.5	Флотациялық байыту әдісі	37
3	Мыс өндірісіндегі конверторлық қожда мыс пен темірдің болу формаларын зерттеу	42
4	Конвертерлік қожды өңдеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау	47
5	Термоөңдеуден кейін конверторлық қождың байытудың флотациялық әдісін зерттеу	67
5.1	Баяу салқындауға дейін және кейін қожды флотациялау процесін зерттеу	73
	Қорытынды	78
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	80
	Қосымша А	83

КІРІСПЕ

Шешілетін ғылыми-техникалық проблеманың қазіргі жай-күйін бағалау. Қазіргі уақытта қиын байытылатын кендер мен техногендік материалдар өңдеуге көбірек тартылуда. Техногендік кен орындары соңғы ғасырларда тау-кен өнеркәсібі аудандарында қалыптасқан кен орындарының класы болып табылады. Бұл кен орындары әдетте өзіндік минералды құрамға ие және әртүрлі пайдалы қазбалардың, атап айтқанда түсті, сирек кездесетін және асыл металдардың, сондай-ақ құрылыс материалдарының (қиыршық тас, құм, қиыршық тас және т.б.) әлеуетті көзі болып табылады. Техногендік шикізатты қайта өңдеуге тарту: жаңа кен орындарын іздеуге және пайдаланылатын кен орындарын барлауға арналған шығыстарды қысқартуды, жер қойнауында сарқылып бара жатқан минералдық ресурстарды сақтауды, арзан құрылыс материалдарын (құм, қиыршықтас, қиыршықтас, цемент) өндіруді, өзі алып жатқан жерлерді босатуды және оларды рекультивациялауды және қоршаған ортаны ластау көздерін (ОС) жоюды қамтамасыз етеді. Жоғарыда айтылғандар тау-кен, металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын қайта өңдеу және толық кәдеге жарату проблемасының өзектілігі мен маңыздылығын көрсетеді.

Тақырыпты әзірлеу үшін негіздеме және бастапқы деректер, ҒЗЖ жүргізу қажеттілігінің негіздемесі. Қазіргі уақытта мыс өндірісі зауыттарының үйінділерінде ондаған мың тонна мыс пен темір және басқа да құнды компоненттер бар көптеген тонна қождар шоғырланған. Сондықтан кенді металлургиялық шикізатты өңдеудің прогрессивті процестерін әзірлеумен және енгізумен қатар, Түсті металдарды ғана емес, темірді де алуды көздейтін қождарды азайту мәселелері де шешілуі тиіс. Сонымен қатар, мыс өндірісінің қождарының қасиеттері оларды түрлі-түсті металдар алынғаннан кейін құрылыс материалдары мен кең ассортимент өнімдерін алу үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

ҒЗЖ метрологиялық қамтамасыз ету туралы мәліметтер

Ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында метрологиялық қамтамасыз ету сертификатталған химиялық-аналитикалық қызмет пен талдаудың физикалық әдістері зертханасының болуымен анықталды. Метрологиялық өлшеулер нормативтік құжаттарға сәйкес тексерілген бақылау-өлшеу аспаптарында орындалды.

Жоспарланған зерттеулердің өзектілігі мен жаңалығы. Соңғы уақытта түсті металлургияда ілгерілеу байланысты болатын мысты тікелей алудың үздіксіз процестерін өндіріске енгізу қождардағы мыс концентрациясының одан әрі 3-7% - ға дейін өсуімен ұштасады. Металдардың жоғары құны түсті, сирек кездесетін, асыл металдар мен темірді тауарлық өнімдерге айналдыру үшін қождарды жетілдіруді экономикалық тұрғыдан тиімді етеді.

Құрамында мыс бар қождарды қайта өңдеу технологияларына ұсақтау, спиральды жіктеуіштері бар тұйық циклде кезең-кезеңмен ұсақтау, мыс минералдарының, өнеркәсіптік өнімдер мен қалдықтардың негізгі және бақылау флотациясы, негізгі мыс флотациясы концентратын қайта тазарту

флотациясы, өнеркәсіптік өнімдерді ұсақтау және оларды флотациялау жатады. Алайда, қождарды флотациялаудың сипатталған схемалары кейіннен флотациялық өңдеуге дайындау мақсатында баяу салқындату сатысынан өтпеген құрамында мыс бар қождарды байыту үшін жеткілікті тиімді болмады.

Қож флотациясының жақсы көрсеткіштеріне олар баяу салқындаған кезде ғана қол жеткізіледі. Бұл баяу салқындатылған қожда рда сульфидті бөлшектердің мөлшері 0,015-0,04 мм болатындығына байланысты, бұл сульфидті-металл суспензиясының төмендеуіне де, оның біршама іріленуіне де ықпал етеді.

Жобаның жаңалығы құрамында мыс бар конверторлы қождың физика-химиялық қасиеттерін, баяу салқындатылған қождың мыс және темір кристалдарының түзілу процесіне әсерін зерделеуден және мысты баяу салқындағаннан кейін концентратқа дейін шығару мүмкіндігін тексеруден тұрады.

Зерттеу кезеңінің мақсаттары мен міндеттері

Осы кезең бойынша зерттеудің мақсаты-баяу салқындағаннан кейін конверторлы қождан мыс концентратын флотациялық әдіспен алу.

Қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін жұмыстардың келесі міндеттері айқындалды:

- мыс конверторлық қождарды өңдеу тәсілдерін талдау;
- мыс өндірісінің конверторлық қожында мыс пен темірдің болу формаларын зерттеу және конверторлық қождың сынамасын технологиялық зерттеулерге дайындау;
- конверторлық қожды өңдеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау.
- термоөңдеуден кейін конверторлық қожды байытудың флотациялық әдісін зерттеу.

1 Құрамында мыс бар техногендік георесурстарды қайта өңдеуге әдеби шолу

Минералдық шикізат қорларының төмендеуі түсті, қара, асыл және сирек металдар кендерінің, сонымен қатар техногенді кендердің жаңа кен орындарын барлауды талап етеді [1-3].

Техногендік минералдық ресурстардың жинақталуы жақын елді мекендердегі эко-жүйені едәуір күшейтетіні бізге мәлім. Осы проблемаларға байланысты прогрессивті идеология құрылды, бұл ең алдымен олардың нәтижелерін бейтараптандырмай, ықтимал экологиялық бұзушылықтардың алдын алады. Бұл әдіс өзінің белгілі бір қиындықтары болса да инновациялық болып саналады және көптеген дамыған елдерде қолданылады. Өндірістің экологиялық қызметтері қолданатын бұл стратегия Еуропада Best Available Technology (Bat) ретінде танылды және қазіргі кезде танымал [4].

Қазақстан экономикасы негізінен минералдық ресурстармен, атап айтқанда, қара және түсті металдармен қамтамасыз етілумен, оларды қолданудың тиімділігімен бағдарланады, мұнда шикізаттан бағалы компоненттерді алу деңгейі, тау-кен істерін дұрыс жүргізу, қорларды нақты бағалау, дайындауды ұйымдастыру және 3-5-ші қайта бөлу технологияларын жақсарту 1-ші жоспарға шығады. Түсті металдардың барланған қорларымен қамтамасыз етілуінің төмендігіне назар аудармай, Қазақстан жаңа кен орындарын анықтау бойынша әлемнің перспективалы өңірлерінің бірі болып қалуда. Соңғы жылдары қажетті компоненттердің құрамы дүниежүзілік деңгейде болатын кендері бар бірқатар кен орындары игерілді (Шығыс Қазақстанда Малеев, Артемьев, Балқаш маңында Родниковское, республиканың оңтүстік ареалында Шалқия, Солтүстік Қазақстанда Шаймерден, Сырыбай, Құмдықөл) [3].

ҚР түсті металлургияда әлемге белгілі 74 химиялық зат алынады, бұл ретте әрбір зат бастапқы шикізаттан жеке технологиялық сұлба бойынша алынады. Сирек металдар мен сирек жер элементтерін алу үшін қолданылатын процестер өте күрделі. Мұндай процестерге хлор металлургиясы, экстракция және сорбция процестері, металлотермиялық қалпына келтіру, катодты сәулелік процестер және т.б. жатады.

Игеріліп жатқан кен орындарының геологиялық жағдайларының нашарлау үрдісіне, сондай-ақ кенді қайта өңдеу және байыту кезінде классикалық технологиялардың енгізілуіне байланысты металлургиялық шикізаттағы пайдалы компоненттің құрамын біртіндеп төмендету үрдісі байқалды. Соңғы 20 жылда кендердегі түсті металдардың құрамы 1,6-1,7 есе төмендеді, сонымен қатар қиын байытылатын кендерді өндіру 15-тен 45% - ға дейін өсті [3]. Бұл критерийлерде түсті металлургия компанияларының тиімділігін арттыру оңай емес, ғылымның, өндірістің және инвесторлардың үйлестірілген әрекеттері қажет болады.

Жеке минералдық шикізатпен қамтамасыз етілген Қазақстанда проблемалар шикізат қасиетінің төмендеуі мен пайда болған технологиялармен

металдарды бөліп алу дәрежесінде, қалдықтардың өсуінде және еңбек өнімділігінің көтерілу қарқынының баяулауында пайда болады.

Мемлекеттің өнеркәсіптік өндіріс құрылымында тау-кен металлургия кешенінің үлесіне ЖІӨ 23,7% көлемінде келеді. Сала меншікті кен орындарының негізінде қалыптасты, атап айтатын болсақ, салыстырмалы түрде арзан энергия көздерінің; қорғасынның маңызды қорлары, хромның, болат кенінің, мыстың, мырыштың, бокситтің және т.б.

Мемлекеттің жетекші тау-кен өндіруші аудандарындағы кен орындарын үнемі пайдалану теріс үрдістердің айтарлықтай жоғары сапалы күшеюіне және мыс кендерінің барланған қорларының азаюына алып келді. Бағаланған пайдалы компоненттердің ресурстары айтарлықтай таусылды. Ірі мыс кен орындарын пайдалану түсті металлургияның өнеркәсіптік кәсіпорындарында игерудің үнемді әдісіне жарамды құрамында мыс бар кен ресурстарының қоры жетіспейтіндігіне алып келді.

Барланған жаңа кен орындары мен техногендік георесурстарды тарту есебінен минералдық-шикізат базасын кеңейту әбден мүмкін.

Қазақстанның тау-кен өндіру және металлургия индустриясын жақсарту процесінде қазіргі уақытта құрамында бағалы компоненттердің едәуір саны бар шламдардың, қождардың мен байыту фабрикаларының қалдықтарының сансыз саны қалыптасты, бұл оларды қайта өңдеу технологиясын жасауды талап етеді [1-2].

Қазақстан Республикасының 1-ші Президенті Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаев минералдық ресурстар және металлургия жөніндегі бірінші Халықаралық Конгресте сөйлеген сөзінде Қазақстанда қазіргі уақытта қалдықтардың көп мөлшері (30 млрд тонна), оның ішінде 20 млрд - тау-кен металлургия кешенінің техногендік қалдықтары жиналғанын, оларды металлургияның дербес шикізат негізі ретінде қарау керектігін атап өтті [3].

Осы уақытқа дейін 22 млрд. тоннадан астам өнеркәсіптік қалдықтар жиналды, оның 230 млн. тонна радиоактивті қалдықтар, жылына 1 миллиард тонна шегінде түскен кезде. Республикада улы қалдықтардың пайда болуының жылдық көлемі 84,4 млн. тоннаны құрайды, оның 63% - ы түсті металлургия қалдықтары болып саналады. Олар негізінен Қарағандыда 29,4%, Шығыс Қазақстан – 25,7%, Қостанай – 17% және Павлодар – 14,6% облыстарында бөлінген. Есептеулер бойынша, «Қалдықтар туралы» заң жобасын қалыптастырған ҚР парламентарийлерінің топтары Қазақстанда түзілетін қалдықтардың жылдық саны жылына бір адамға 60 тонна (дамыған мемлекеттерде - 15 тоннаға дейін) шегінде болады. Өнеркәсіптік қатты қалдықтар, әдетте, біртекті морфологиялық құрамға ие, өзгермейтін және аз мөлшерде пайда болу көздері бар және олар өндірістік циклдердің нәтижесінде пайда болады.

Тау-кен байыту компанияларының қалдықтарын бөлуді мынадай түрде болжауға болады: түзілу орны (яғни, өндіру қалдықтары немесе байыту қалдықтары); бөлу алаңы; зерттелу деңгейі; химиялық құрамы мен физика-механикалық қасиеттерінің ерекшеліктері; техникалық пайдалануға рұқсат

етілуі; ықтимал қолданудың басты бағыттары. Қалдықтардың ресурстық әлеуеті олардың пайда болу алаңының мүмкіндігімен, олардың қаржылық тұрғыдан құнды компоненттерінің болуы немесе болмауымен және оларды техникалық қолдану мүмкіндігімен анықталады.

Іс жүзінде қалдықтарды кәдеге жарату күрделі әдісті және тау – кен және онымен байланысты салалардың әртүрлі мамандарымен өзара әрекеттесуді қажет ететін көптеген міндеттерді шешуге байланысты қиын міндет екенін бәрі түсінеді. Көптеген тау-кен өндірісі аймақтарында бұл міндеттерге көп көңіл бөлінеді [7-8]. Байыту процестерінде өзіне тән ерекшелігін көрсететін қалдықтар қасиеттеріне байланысты, мұнда алынған техногендік кен орнының ресурстық әлеуетін бөлек бағалау және кез-келген объект үшін мәліметтерге сәйкес өзіндік технологиялық шешімдерді әзірлеу маңызды. Мұның бәрі, қалдықтарды өндіріске тарту жолында бірқатар қажетсіз кедергілерді тудыратыны сөзсіз. Сондай-ақ, заңнаманы тудыратын әкімшілік кедергілер болуы мүмкін. Техногендік шикізатты өңдеу әдісін іздеуді таңдаудағы басты аспект экономикалық болып саналады. Егер осы ресурстарды пайдаланудан болатын болжамды пайда технологиялық шешімдерді әзірлеу мен енгізу шығындарынан асып кетсе, ықтимал экологиялық қиындықтар болмаса, қалдықтарды қайта өңдеудің ауқымды процесін күтуге болады. Қазіргі уақытта тау-кен байыту және металлургия кәсіпорындарында тау-кен компанияларының қалдықтарымен байланысты негізгі міндеттер мыналар болып саналады:

- биосфералық процестердің, оның ішінде пайдалы компоненттер минералдарының метаморфтық өзгерістерінің акцизделуінің бұзылуына ықпал ететін қалдық қоймаларының аудандарын жүйелі түрде ұлғайту;
- қазіргі уақытта өңдеуге қарастырылған кедей кендердің құрамымен салыстырылатын құнды компоненті бар ескі жылдық үйінділердің (жатаған қалдықтардың) едәуір ауқымы. Байыту фабрикалары нақты кен орындарын игерудің ұзақ жылдарында қалдық қоймаларының ауқымды көлемін жинақтай алады. Бұл ретте қалдық қоймасындағы кеңістік жағынан пайдалы құрауыш ретке келтірілмейтін сипатта болады;
- физика-химиялық тазалау құрылыстары мен кеніш суларын бейтараптандыру станциялары шламдарының пайда болуы және жиналуы;
- техногенді қалдықтарды өңдеудің жұқа дисперсті қалдықтарын қалыптастыру;
- металлургиялық қожға және шаңға ұқсас техногендік қалдықтарды байыту қажеттілігі.

Қиын байытылатын табиғи және техногендік мыс құрамды георесурстарды игерудің шетелдік құзыреті өндіріс қалдықтарын қайта өңдеудің жаһандық әлемдік тәжірибесі 60-шы жылдары қалыптасты. Шетелде техногендік шикізатты өңдеу деңгейі 85-90% - ға жетті (АҚШ, Батыс Еуропа). Бұған қоршаған ортаны қорғау қызметінің функционалдық жұмысы, металдың жоғары конъюктурасы, жұмыспен қамтылған аумақтардың жоғары бағасы және минералды шикізаттың пайда болуы ықпал етті.

Әлемнің дамыған мемлекеттерінде ірі кәсіпорындар мен шағын дербес зауыттар ретінде геошикізатты қайта өңдеу практикасы жүргізілуде, мұның өзі ІЖӨ-нің 80% - ына дейін түпкілікті жоғары технологиялық өніммен кепілдік береді. Бұл жылына 18 миллион тонна алтын өндіретін қалдықтарды өңдейтін ОАР кәсіпорнының, сондай-ақ 2 миллион тонна алтыны бар қалдықтарды өңдейтін Испания бола алады. Үйіндіден және кедей кендерден алтынды үймелеп шаймалау әдісін пайдалана отырып, АҚШ-та кендерді байыту шығындарымен салыстырғанда аз шығындармен мыс өндіруді белгілі бір дәрежеде арттырды [10].

Мичиган штатында (Огайо) байыту қалдықтарын үймелеп шаймалау кеңінен таралған [11]. Сілтілі сулы ортада тұрақты берік түйіршіктер өндірісі құрылды және өндіріске енгізілді. Сульфидті мыс-мырыш қалдықтарына ұқсас түйіршіктеу сызбаларын қолдану зерттелмеген және олардың үйінділерін ұсақ дисперсті күйде сілтілендіру массив арқылы суды сүзудің төмен коэффициенттерімен шектелген [12]. Америкадағы Мичиган штатынан құрамында 0,3% мысы бар байыту қалдықтарынан чандық сілтілеу әдісі арқылы кеннен 60% мыс бөліп алынды. Бұл жағдайда байыту қалдықтары ең алдымен ұнтақталады және $C:K=2:1$ қатынасында белсенді араластыру арқылы шаймаланады.

XX ғасырдың 70-ші жылдары «Биг Майк» (АҚШ) кенішінде ПВ карьерінің заңды қорларын жетілдіру үшін пайдаланылды. Карьердің түбінде және бүйірлерінде негізінен халькозинмен ұсынылған, құрамында 2% шегінде мыс бар 475 мың тонна аралас кендер сақталған. Кенді шаймалауға дайындау оны қатты жарылыспен ұсақтау болды (ұңғымалар карьердің түбінде және бүйірлерінде бұрғыланды). 600 мың т. тау-кен ұсақталды. Кесектің ірлігі 230 мм-ге жетті. $pH=1,5-2$ болатын күкірт қышқылының сулы ерітінділері қолданылды. Өнімді ерітінділер карьердің негізіне ағызылып, сол жерден ұңғымалар арқылы сорылды. Суару аптасына бір рет жүргізілді. Ерітінділерден мыс цемент аппаратында алынды. Жер асты сілтісіздендіру учаскесі жұмыс істеген уақыт ішінде 7267,5 т мыс алынды, 1 кг мыстың өзіндік құны 31,5 центті құрады, іс жүзінде бұл классикалық әдіспен алынған мыстан гөрі белгілі бір мөлшерінде тиімдірек [14].

Канадада [15] мыс кені кәсіпорындарының қалдықтарынан, құрамында 0,45% мыс бар, «қышқыл шаймалау-шоғырландыру» сұлбасы бойынша үймелеп шаймалау әдісімен айына 600 тонна қалдықтарды өңдеу кезінде 45% кеннен мыс алынады.

Бірқатар еуропалық компаниялар (Германия, Франция және Англия) 1970 жылдары шыққан технологиясы бойынша отқа төзімді металдарды қайта өңдеу нәтижесінде құрамында қалайы бар қожқалдықтары Таиланд, Малайзия, Индонезия және басқа да елдерден қайта өңделген импортталған шикізатты қайта өңдейді. Қытайда ванадий өнімдері қара металл қождарын қайта өңдеу арқылы алады, ал (АҚШ, Ұлыбритания, ОАР) - Cu, Zn, Au, Ag, Pb, Sn. Алыс шетелдерде (АҚШ, Қытай және т.б.) байыту қалдықтарынан көмірді жете игерудің тиімділігі көрсетілген. 250 жыл ішінде жинақталған көмір бассейнінің

қалдықтарын өңдейтін және 5,5 миллион тонна көмір өндіретін Францияның тәжірибесі жұмыс істеп тұр. Қытайда көмір шахталарының қалдықтары жылу электр станцияларында энергияның құрамдас бөлігі ретінде қолданылады.

Қалдықтардың жинақталған едәуір көлемі байыту саласында елеулі қаржылық және экологиялық қиындықтар туғызады. Ресей Федерациясында бұл қиындықтар Оралда өте өткір, өйткені мұнда мыс кен орындарының орталығы және мырыш кен орындарының үштен бірі шоғырланған, сәйкесінше көптеген металл және минералдар пайда болды. Бұл ауданға минералдар мен күкірттің жоғары құрамымен сипатталатын колчеданды қалдықтар тән. Минералды құрамы бойынша үйінділердің негізгі бөлігі минералды элементтерге жақын. Негізгі пайдалы компонент пирит, халькопирит және сфалерит, металл емес - кварц, серицит, кальцит болып табылады. Бөрібайда қалдықтағы мыс мөлшері 0,5% шамасында ауытқиды.

РУ және «Ормете» ААҚ Турин және Пышмин зауыттарында 0,08% - ға дейін, мырыш – «Орметте» 1,8% - дан Турин зауытында 0,01% - ға дейін [21-23].

Құрамында мыс бар минералды шикізатты байыту бойынша ірі кәсіпорындарда Орал өңірінде жинақталған флотация қалдықтарының көлемі 200 млн тоннадан асады, Ставрополь өлкесінің Уруп ТКК - де-10 млн тонна [4-13]. Тек Свердлов облысында 96 млн тоннадан астам мыс-мырыш кендерін байыту қалдықтарының қалдықтары жиналды, олардың ең көп саны - 39 млн тонна - МПК Кировград полигонында 29 млн тонна Сум комбинатында, 25 млн тонна «Сумма» полигонында. Красноуральский зауыты МПК [24-25].

Ресей кәсіпорындарында бос кенді үйінділермен шаймалау әдісі кең таралмады. Ресей Федерациясында 1874 жылдан 1934 жылға дейін Кедабек (Кавказ) кенішінде үйінді шаймалау әдісімен және шахталық қоспалардан мысты байыту арқылы 14 мың тоннадан астам мыс өндірілді [16]. 1939-1941 жылдары мыс үшін Оралда Пышмин, Белореченск және Новолевинск кен орындарында үйінді шаймалау және жерасты шаймалау арқылы бірқатар сынақтар өткізілді. 1954 жылы Гумешевское кен орнының мұнай өңдеу зауыты зерттелді. 1959-1960 жылдары Дегтяр кеніші 1074 тонна мыс өндіріледі. Кен орнының шығуы 2300 тонна мыс жеткізілумен реттеледі. Жұмыс учаскесі жер бетінен қазылған құдықтар және шаймалау ауданындағы жарықтар арқылы сумен суарылды, шаймалау уақыты 15 тәулікті құрады. Шахталық судағы мыс құрамының орташа өзгеруі 0,3-тен 0,8 г/л дейін, өндірістік ерітінділердегі мыстың орташа мөлшері 6 г/л құрайды [17].

1964 жылы «Дегтярский» шахтасында бактериялық ерітінділерді қалпына келтіретін тәжірибелік-өнеркәсіптік жер асты шаймалау қондырғысы құрылды. Содан кейін, 1971 жылдан бастап, ұсақталған материал бұйірлерінде мыс кені мен пирит бағаналары үшін бұрғылау-жару жұмыстары, сондай-ақ су басқан аймақтағы тау шығындары сыналды. Мысты ұсақталған аудандардан алу жылына 6% құрайды [18].

1971 жылы кендерді жерасты шаймалауды зерттеу жұмыстары басталды, қалғаны кейіннен Блявинский кен орнында игерілді. Мыс минералдары

халькопирит және ковелин түрінде кездеседі. Шаймалауға дайындық тереңдігі 95 м дейінгі жазықтықтағы ұңғымалармен кен сілемдерін бұрғылауды қамтыды. Мыс алуды арттыру үшін иммерсиялық шаймалау (су басу) әдісі қолданылды, ал процесті қарқындату үшін суару қоспаларын аэрациялау қолданылды [19]. Блявин кен орнында мыс кендерін сілтісіздендіру үшін жер астынан жүздеген тонна мыс алынды. Алайда, технологиялық процесті, шикізат базасын білмеу және жалпы саланың қалыптасуына кең жол ПВ панельдері өнеркәсіптік қолдануды таппауының алғышарты болды.

«Унипромед» институты башқұрт мыс-күкірт комбинатының мамандарымен бірлесіп [20] байыту фабрикаларының сульфидті қалдықтарын қайта өңдеу технологиясын әзірледі. Арнайы дайындалған алаңдарда сыртқы үйінділердің қалдықтарын биоқышқылдандыру ұсынылды. Қалдықтар биіктігі 1,2 м үйінділерге құйылады, бұл жылы мезгілде олардың қышқылдануына кепілдік береді. Кейіннен қалдықтарды қышқылдандыру аяқталғаннан кейін оларды жұмысшы затпен жуу жүзеге асырылады, ол кейіннен мыс пен мырыш алуға жіберіледі. Құрамында алтыны бар өнімді алу мақсатында кекті орталықтан тепкіш сепараторларда гравитациялық жолмен шаймалау ұсынылды. Бұл технологияның кемшілігі аз қуатты үйінділерді төгу және олардың негізгі жерлерін дайындау үшін аумақтарды маңызды иеліктен шығаруға байланысты үлкен шығындар болып саналады.

Шетелдік шеберлік тесті қиын байытылатын табиғи және техногендік кен орындарын тиімді игеру үшін қажетті қазбаны өндіру мен өндеудің аралас әдістерін мақсатты түрде қолдану керектігін көрсетті. Алайда, қазіргі уақытқа дейін экологиялық қауіпті емес еріткішті жасау мен құрудың физика-химиялық әдістерінің ұтымды үйлесімінің байланысы шешілген жоқ.

Ресей Федерациясы Бурятия Республикасында Джидин вольфрамолибден фабрикасында жатып қалған қалдықтардың үйінді қалдықтарын бөлу мақсатында орталықтан тепкіш сепараторларда алдын ала байыту жүргізілді [32]. Гравитациялық концентрат гидрометаллургиялық әдістеме бойынша қайта өңделді, ол қосалқы өнім алуға қол жеткізді.

Оңтүстік Орал компанияларының ағынды суларында металдардың шекті рұқсат етілген шоғырлануының қышқылдануы және ұлғаюы тән [33].

Оралда мыс балқыту өндірісінің қождарын өңдеу кезінде көрнекі нәтижелер алынды.

Қожәлі де қайталама байытуға қолданылатын техногендік шикізат ретінде бағаланатыны белгілі.

Қождарды байыту әрдайым металдарды алу тұрғысынан үлкен назар аударды, өйткені минералды материалдардың азаюы және жақында қоршаған ортаны қорғауға ерекше қамқорлық металлургиялық қожды кәдеге жаратудың қиындықтарын зерттеуге түрткі болды [38].

Минералды шикізатты ұсақтау және сепарациялау аясында зерттеулер оны кейіннен қождардан металдарды бөліп алу үшін пайдалану бағытында ұзақ уақыт бойы барлық мүмкін болған мемлекеттерде жүргізілді. Болат құю өндірісінің қалдықтарынан, тот баспайтын болаттан, феррокорытпалардан, мыс,

алюминийден және басқа да металлургиялық қождардан металдарды алудың барлық әдістері жасалды.

Металдарды бөліп алу үшін физиологиялық: қаттылығы, тығыздығы, электронды және магниттік немесе бірдей беттік физика-химиялық қасиеттері қолданылды. Байытудың қарапайым әдістері қолданылды: таңдамалы ұсақтау және елеу, ұнтақтау, гравитациялық әдістер, флотация, күшті және әлсіз өрістерде магниттік байыту және қандай да бір дәрежеде электронды байыту.

Қождарды дайындау әдісін таңдау олардың сапасы мен өңдеу технологиясына байланысты. Егер қождарды межеллеу үшін флотация қолданылса, рудамен бірге келесі процестер қолданылады: қожкожүйіндісі келіп түседі, чашадан шығу нәтижесінде табиғи жолмен мұздатылып ұсақталады, ұнтақталады және флотацияланады. Олай болмаған жағдайда, егер қождарды межеллеу жеке секцияда жүргізілсе, онда үлкен сульфидті қосылыстары бар жақсы кристалданған қожды алу үшін тоғандарда, траншеяларда, жылу оқшауланған шөміштерде баяу салқындату қолданылады [27, 39-40].

Гай БФ үшін қалдық қоймаларын фракциялайтын гравитация-флотациялық технологияны біріктіруге мүмкіндік беретін әдіс әзірленді, ол қысқа конусты үш өнімді гидроциклондарды енгізуді және құрылыс материалдарын дайындауға арналған кварцты өнімді; құрамында -74 мкм класты 85-90% бар өндірілген тау-кен орнын салудың ұсақ түйіршікті компонентін; құрамында 1-1,5% дейін күкірт бар металлургияға арналған флюсті; кондициялық пиритті концентрат; барлық ілеспе компоненттерді алу арқылы пиро немесе гидрометаллургиялық әдістермен жеке циклде өңделетін 1-2% мыс және 3-5% мырыштан тұратын мыс - мырыш өнімі алу үшін қосымша флотацияны ескереді [29].

Бұрын құрылыс жүйесі үшін аз мөлшерде қолданылған Пышмин байыту фабрикасының жатып қалған (15-20 жыл) материалдарын қайта өңдеу үшін құрамында мыс үлесі 4,5-5,5% бөліп алу дәрежесі 94-98% болатын, үйінді қалдықтары мен мыс концентратын ала отырып, өсінділер мен нәзік мыс шламдарының флотосегрегациясын қамтитын байыту сұлбасы жасалды [30]. Қайта ұнтақтау мен екі рет тазалаудан өткен концентрат бөліп алу дәрежесі 85-95% болатын 15-16,5% мыстан және бірқатар сирек құрамдас элементтерден тұрады. Үйінді қалдықтары құрылыс жұмыстарына қолданылады немесе цемент алу үшін шикізатпен қатып қалуы мүмкін. Флотация үлкен және нәзік класты флотациялауға арналған арнайы машиналарда және АИФ ұқсас арнайы реагентпен жүргізіледі.

Бурибаев байыту фабрикасының ертеден келе жатқан қалдық қоймасының материалын қайта өңдеу және абсолютті кәдеге жарату сұлбасы үшін жобалық қорытынды дайындалды [31]. Қалдық қоймада 3962,4 мың тонна материал жинақталған, оның құрамында мыс 0,54%, мырыш 0,17%, күкірт 28,18%, алтын 1,2 г/т, күміс 10,3 г/т, селен, теллур және германия 0,0041%, 0,0028% және 0,00016% бар. Технологиялық сұлбаның базасына құрамында 13% мыс бар мыс концентратын, 39,13% күкірт бар КСФ - 3 маркалы пирит

концентратын және құрылыста қолдану үшін қолданылатын ірі түйіршікті және жұқа дисперсті құм түріндегі ілеспе өнімді ала отырып, коллективті-селективті флотациялау тәсілі жатады.

«Уралмеханобр» ААҚ ғалымдары Рубцовск КБК байыту фабрикасының қалдықтарын өңдеу технологиясын ойлап тапты. Оның тиімділігі металдардың жалпы өндірісін ұлғайту (орта есеппен 7-10%). Қазіргі кезде оның қалдық қоймасында мыс, қорғасын және мырыштың маңызды саны бар қалдықтардың үлкен саны жинақталған. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде тиісті кондициялық концентраттарды ала отырып, жатып қалған қалдықтарды байытудың цианидсіз әзірлемесі жасалды: мыс - құрамында 21,80% мыс бар (мыс бөліп алу 79,85%), мырыш - құрамында 52,49% мырыш бар (мырыш бөліп алу 64,27%).

Өндірістік шеберлік және ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері пиритті байыту қалдықтарын өңдеудің тиімсіз екенін көрсетті. Сондай-ақ, мысал ретінде, біздің елімізде флотациялық және гравитациялық әдістерді, біріктірілген гравитациялық-флотациялық және флотациялық - гидрометаллургиялық технологияларды, үйінді және чанда сілтісіздендіру әдістерін қолданудың мысалдары бар, оны ішінде бұрынғы және қазіргі мыс құрамды қалдықтарды бактериялық әдіспен өңдеу де жатады.

СУМЗ байыту қалдықтарынан мыс-мырыш және пирит концентраттарын, Қарабаш фабрикасының қалдықтарынан мыс (48,8% бөліп алу кезінде 12,3% мыс), мырыш (47% мырыш бөліп алу кезінде 29, 3%) және пирит (71,4% бөліп алу кезінде 44,4% күкірт) концентраттарын алудың флотациялық технологиялары әзірленді [26].

«Гинцветмет» ЖОО-ның зерттеу жұмыстары Уруп БФ қалдықтарынан пирит концентратын, одан әрі жетілдіру және гидрометаллургиялық өңдеу үшін мыс-мырыш өнеркәсіптік өнімін, құрылыста, тау-кен қазбаларын салу үшін, металлургия үшін флюс ретінде қолданылуы мүмкін 1,5-3% күкірт бар кварц өнімін ала отырып, флотация тәсілін пайдалану ықтималдығын көрсетті [32].

Техногендік шикізатты тиімді өңдеудің негізгі бағыты байыту процестері мен химиялық-металлургиялық әдістердің үйлесуіне негізделген аралас технологиялар болып саналады. Аралас технологиялар кедей мыс-мырыш кендерін қиын құрамды, баланстан тыс кендердің үйінділерін және жинақталған байыту қалдықтарын жасауға тартуға мүмкіндік береді [34]. Бұл әзірлемелер «Гинцветмет» ЖОО-да, Қазақ минералды шикізат ЖОО-да және «Унипромедь», МИСиС ЖОО-да орындалды. Бұл технологиялар зертханалық және тәжірибелік-өнеркәсіптік өлшемдерде сыналды және минералды шикізаттың бірқатар түрлері ішінара өнеркәсіптік ауқымда сатылды.

Орал мен Қазақстанның сульфидті-тотыққан мыс-мырыш кендері үшін Гинцветмет пен МИСиС байыту сатысында бай концентраттар мен сульфидті тауарлар алуды қамтитын құрамдастырылған технологияларды ойлап тапты. Құрамында 1-2% мыс және 3-6% мырыш бар, пирит және мырыш концентраттарын жетілдіру және қалдықтарды бақылау циклдарында бөлінетін тауарлар үшін түсті және асыл металл хлоридтерін одан әрі гидрохимиялық

қайта өңдеумен хлоридті күйдіру әзірленді [32]. Хлоридті күйдіруді игеру Учалин, Гай кен орындары үшін Гинцветметте жоғары көрсеткіштермен пысықталды. Бұл технологияны қолдану ықтималдығы байыту қалдықтарының (Гайская, Орта Урал, Сибайская, Учалин фабрикалары), сондай-ақ мырыш концентратын (Учалин және Сибай фабрикалары) майсыздандыру және межеліу кезінде алынған кедей сульфидті өнімдерде көрсетілген. Кедей өнімдерді тазарту мырыш сульфаты мен мыс-темір кекті ерітіндісін алу үшін шаймалау технологиясымен немесе бактериялық шаймалау технологиясымен өңдеуге барлық мүмкіндік бар [34].

Құрамында мыс 3-5% және мырыш 12-25% бар бай өнім үшін мырыштың автоклавты қышқылды сілтісіздендіру, сульфат қоспаларын сатыдан кейінгі бейтараптандыру сұлбасы немесе электролиз және мыс кегін гидрометаллургиялық тәсілдермен немесе автогендік процесте өңдеу бойынша мырыш гидроксиді түрінде мырыштың тұндырылуы әзірленді. Мыс-пиритті кекті алтын алу үшін келесі цианидпен бай мыс концентраты мен пирит өнімін алу үшін қайта өңдеуге болады [35].

Автоклавтық әдістер атмосфераға SO_2 шығарылуымен байланысты тотығу және күкірт қышқылын шаймалау алмасуы үшін қоршаған ортадағы өнеркәсіптік тәжірибеде кеңінен қолданылады.

Гидрометаллургиялық әдістер байыту қалдықтарын, «Центральная» шахтасының кеніш суларын бейтараптандыру станциясының шламдарын, кейіннен импульсті ашу үшін алтын алу үшін Учалин фабрикасының үйінді қалдықтарын және мыс, мырыш, темір алу және күкірт қышқылын алу үшін қалдықтар фазасының аква өңдеу үшін өнеркәсіптік игеру сатысында енгізілген [36].

1980 жылдан бастап Оралда пиритті байыту қалдықтарынан түсті және асыл металдарды био сілтісіздендіру қабілетін анықтау жұмыстары жанданды [26].

Сыртқы үйінділерде башқұрт МСК-нің пириті бар қалдықтарының био-қышқылдануын дамыту, Кировград және Красноуральск зауыттарының қалдықтарын өңдеу үшін үйінді шаймалауды дамыту ұсынылды [26]. Алайда, байыту қалдықтарын олардың орналасқан жерінде өңдеу үшін үймелеп шаймалауды пайдалану байыту қалдықтарының жұқа дисперсті материалы қабаты арқылы суды сүзудің төмен коэффициенттерімен тежеледі [37].

Үнемдеу процесінде тотыққан байыту қалдықтарын механоактивациялау әдістері пайда болды. Механикалық активтендіру мыс-мырыш өнеркәсіп өнімдерінен мырышты сутегі асқын қоспаларымен селективті шаймалау үшін тиімді болды [37].

Жалпы, ТМД елдерінде кендерді байыту қалдықтарын қолдану мөлшері аз деп айтуға болады. Мысалы, құрамында 38% күкірт бар башқұрт және Красноурал комбинаттарының жоғары күкіртті қалдықтары пирит концентратына тігілді, Кировград комбинатының құрамында 7-8% күкірт бар күкіртті қалдықтар салу үшін қолданылды. Қарабаш, Красноуральск және

башқұрт фабрикаларында жинақталған қалдықтарды пирит концентратына қайта өңдеу бойынша жобалық қорытынды тиімсіз болып шықты [26].

Пиритті байыту қалдықтарының мыс, мырыш, алтын және күмісті алдын-ала тартып, қалдықтарды құрылыс материалдары ретінде енгізу арқылы флотацияны қайта өңдеуге барлық мүмкіндігі бар [24, 26-28].

Маңызды проблемалар қалдықтардың шламын қайта өңдеумен байланысты. Шығындардың үлкен үлесі (30% - ға дейін) талғампаз кластарға тиесілі, олардың флотациясы бөлудің флотациялық әдісінің төмен өнімділігіне байланысты тиімсіз. Селективті флокуляция әдісі неғұрлым перспективалы қорытынды болып саналады. Селективті флокуляция полимерден алынатын компоненттің селективті адсорбциясына негізделген, бұл іс жүзінде флокулалардың пайда болуымен бөлшектердің агрегациясын анықтайды, содан кейін флотация, тұндыру немесе басқа әдістермен бөлінеді. Техногендік шикізатты өңдеу кезінде классикалық әдістерді енгізу тиімсіз. реагенттер үйлесімін пайдалана отырып, құрамдастырылған байыту-гидрометаллургиялық технологиялар неғұрлым перспективалы болады. Полиметалл сульфидті тауарларды алу перспективалы, олардың ішінен құнды компоненттерді алу пиро- және гидрометаллургиялық технологияларды қолданады.

Техногендік шикізатты қайта өңдеу қосалқы тауарлық өнімді алуға мүмкіндік береді және бұл қоршаған ортаны ластау қиындықтарын ішінара шешеді.

Пайдалы компоненттердің негізгі шығындары байыту қалдықтарының үлкен кластарымен байланысты екендігі анықталған. Қалдықтан пайдалы компоненттерді алу үшін оларды одан әрі флотациямен ашуды зерттеу қажет. Қалдықтарды байытудың бұл технологиялары, мысалы, Алмалық мыс фабрикасында (Өзбекстан), Балқаш байыту фабрикасында қолданылды. Алайда, сипаттамалардың қаржылық мүмкін еместігіне байланысты мыс қалдықтарын қалпына келтіру кейінге қалдырылды.

Техногендік шикізатты өңдеудің ресейлік тәжірибесіне келетін болсақ, іс жүзінде біздің мемлекетімізде қажетті аумақтарды алып жатқан және жер мен су объектілерінің ластануына қауіп төндіретін қалдықтардың қоры бар.

Үлкен қорлар Жезқазған байыту фабрикасының (ЖБФ) қалдық қоймасында қалыптастырылған, ол Қарағанды облысында Жезқазған қаласынан оңтүстік-шығысқа қарай 6 км жерде орналасқан. Солтүстік-батыс бағытта 200 м қашықтықта Республикалық Жезқазған-Қарағанды автожолы өтеді, батысқа қарай 4,2 км қашықтықта Жезқазған станциясы мен Жезқазған байыту фабрикасы 4,1 км қашықтықта орналасқан. №1, 2 Жезқазған байыту фабрикаларының (ЖБФ) консервацияланған қалдық қоймасы Пионер бөгеті бойынша периметрімен - 12,5 км, үстінен - 10,8 км, ең жоғары биіктігі 69,5 м, жазықты жуынды қалдық қоймасын береді. Үйінді бөгетінің соңғы шекті белгісі 427,5 м құрайды, қалдық қоймасының Пионер бөгеті саздақтардан жасалған.

Қалдықтарды қоймалау 1964-2007 жылдар аралығында жүргізілді. Белгіленген кезең ішінде қалдық қоймасында орташа құрамы 0,128% мыс, 2,46 г/т күміс болатын 852813,51 мың тонна қалдық жинақталған.

Осылайша, ТМД елдерінің кәсіпорындарындағы байыту фабрикаларының мыс қалдықтарын қайта өңдеу әдістерінің әдеби оқулығы металдардың ең жоғары бағасы мысты тауарлық өнімдерге ауыстыру үшін қалдықтарды экономикалық тұрғыдан тиімді өңдеуді дайындайтындығын көрсетеді. Құрамында мыс бар қалдықтарды қайта өңдеу технологиялары спиральды классификаторы бар жабық циклде кезең-кезеңмен ұнтақтауды, мыс минералдарын, өнеркәсіптік өнімдер мен қалдықтарды негізгі және бақылау флотациясын, негізгі мыс флотациясы концентратын, қайта тазарту флотациясын, өнеркәсіптік өнімдерді ұнтақтауды және оларды флотациялауды қамтиды. Байыту фабрикаларының қалдықтарын флотациялау кезінде байыту фабрикаларында қолданылатын классикалық реагенттер қолданылады.

Алайда сипатталған флотация сұлбалары мыс бар қалдықтарды байыту үшін аз тиімді болды.

Мыс бар қалдықтардың флотациясының жақсы сипаттамаларына қос көбіктентіргіш пен басқа реагенттердің үйлесімімен ғана қол жеткізіледі. ЖБФ жатқан қалдықтарды флотациялау кезінде қос Т-90 және МИБК көбіктендіргіштерін енгізу қалдықтардағы мыс құрамының төмендеуіне ықпал етеді, бұл кезде негізгі және бақылау флотациясының концентратына мыс алу артады. Осыған байланысты құрамында мыс бар қалдықтарды өңдеу технологиясын жақсарту мәселесі өзекті болып отыр және үнемі қорытынды жасауды сұрайды. Осы қалдықтарды қайта өңдеуге қосу тек қосалқы өнімді алуға ғана емес, сонымен бірге қоршаған ортаға экологиялық зиянды азайтуға мүмкіндік береді.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде магистрлік диссертацияның мақсаты Жезқазған байыту фабрикасының (ЖБФ) құрамында мыс бар қалдықтарды флотациялаудың қолайлы технологиялық сипаттамаларын зерттеу болып саналады.

1.1 Құрамында мыс бар техногендік шикізаттың байытылуын зерттеу

Соңғы жылдары Қазақстан Республикасында және шетелде техногенді көздерден – байыту фабрикаларының қалдықтарынан, металлургиялық өндірістің мыс қождарынан, тау үйінділерінен құнды компоненттерді алуға қызығушылықтың едәуір артқаны байқалады. АҚШ, Германия, Жапония сияқты мемлекеттерде шойын өндірісіндегі қайталама шикізаттың үлесі 40% – ды, болат – 65%-ды, мыс – 20-дан 45%-ға дейін құрайды.

Қазіргі уақытта Қазақстанның тау-кен өндіру және металлургия өнеркәсібінде құрамында бағалы компоненттердің елеулі саны бар шламдардың, қождармен қалдықтардың үлкен саны пайда болды, бұл оларды қайта өңдеу технологиясын жасауды талап етеді.

1.2 Мыс өндірісінің қождары мен штейндерінің жалпы ерекшелігі

Қождарды байыту әрдайым металдарды алу тұрғысынан үлкен қызығушылық тудырды, өйткені минералды қорлардың азаюы және жақында қоршаған ортаны қорғауға ерекше назар аудару металлургия өндірісінің қождарын жою мәселесін зерттеуге түрткі болды [14].

Минералды шикізатты ұсақтау және сепарациялау саласындағы зерттеулер оларды одан әрі қождардан металдарды алу үшін қолдану мақсатында әртүрлі елдерде ұзақ уақыт бойы жүргізілді. Болат өндірісінің қалдықтарынан металдарды, тот баспайтын болаттан жасалған қождарды, ферроқорытпаларды, мыс, алюминийді және басқа да металлургиялық қождарды алудың әртүрлі әдістері жасалды.

Металдарды бөліп алу үшін физиологиялық: қаттылығы, тығыздығы, электронды және магниттік немесе бірдей беттік физика-химиялық қасиеттері қолданылды. Байытудың қарапайым әдістері қолданылды: таңдамалы ұсақтау және елеу, ұнтақтау, гравитациялық әдістер, флотация, күшті және әлсіз өрістерде магниттік байыту және қандай да бір дәрежеде электронды байыту.

Қождарды дайындау әдісін таңдау олардың сапасы мен өңдеу технологиясына байланысты. Егер қождарды межелее үшін флотация қолданылса, рудамен бірге келесі технология қолданылады: қожқожүйіндісіне келіп түседі, чашадан шығу нәтижесінде табиғи жолмен мұздатылып ұсақталады, ұнтақталады және флотацияланады. Олай болмаған жағдайда, егер қождарды межелее жеке секцияда жүргізілсе, онда үлкен сульфидті қосылыстары бар жақсы кристалданған қожды алу үшін тоғандарда, траншеяларда, жылу оқшауланған шөміштерде баяу салқындату қолданылады [15 -17].

Балқыту қондырғыларында қожды тұндыру әдісі бар, бірақ оқшауланған тұндырғышты қолданған дұрыс. Егер қожды межелее пирометаллургиялық болса, онда одан әрі өңдеу қатты күйде болуы керек, сондықтан түйіршіктеуді

қолдану қажет [18]. Қождарды түйіршіктеу негізінен үш жолмен жүзеге асырылады: дымқыл, жартылай құрғақ және құрғақ.

Ылғалды түйіршіктеу – бұл қожды бассейнде ағызу. Бұл әдістің кемшілігі – түйіршіктің жоғары ылғалдылығы (30% – ға дейін). Бассейндерден қожды грейферлік кранмен алады, содан кейін алаңда кептіреді. Түйіршіктеу науасы – түйіршіктеуге арналған жетілдірілген қондырғы. Түйіршіктеу ағын түрінде ағынды суды бір уақытта бере отырып, қожды науаға ағызу арқылы жүзеге асырылады. Қожды пульпа эвакуация жүргізілетін бассейнге жіберіледі.

Ылғалды түйіршіктеу үшін біріктірілген орнату ең тиімді орнату болып саналады, ол түйіршіктеу науасы және эрлифттен тұрады.

Қожжылуының бір бөлігі оны тұйық циклмен су арқылы көтеру үшін пайдаланылса, бұл түйіршіктердің кептірілуіне мүмкіндік береді. Жартылай құрғақ түйіршіктеу үшін: барабанды және гидронауалы қондырғылар қолданылады.

Грануляциялық барабан қондырғысында шөміштен алынған қождар қабылдау науасына жіберіледі, содан кейін одан қатып қалған және металл қосындылары бөлінетін қабылдау цистернасына жіберіледі, содан кейін пышақтары бар қуыс барабан болып табылатын грануляторға жіберіледі. Қожды барабанға, айналу жылдамдығы 250-300 айн/мин тең, қабылдағыш науа арқылы жүктейді.

Сумен жабдықтауды реттеуге байланысты қождың ылғалдылығы 3-5% болуы мүмкін. Көбінесе гидронауалы түйіршіктеу қолданылады. Қабылдау науасынан 6-7 атм. қысым су ағынымен қожгидронауаға түседі. Су қожды салқындатуға және түйіршіктерге қажетті жылдамдықты беруге қажетті мөлшерде келуі керек. Науаның ұзындығы 8-10 м. Түйіршіктерді тастау ұзындығы 10-25 м, қождың ылғалдылығы 5-7%. Ірілігі 20 мм – ден астам түйіршіктелген қождың құрамы 3-5%-ды, бастапқы қождың құрамына байланысты 5 мм-ден кіші класс – 50%-дан жоғары [19].

1.3 Пирометаллургиялық әдістермен қождың сарқылуы

Пирометаллургиялық әдістер арқылы қождардың сарқылуы мыс өндірісінде кеңінен қолданылады. Шахталық және шағылыстырғыш балқыту кезіндегі конвертерлік қождарбасты балқыту агрегатына қатты немесе сұйық түрінде жіберілді. Шағылыстыру және шахталық балқыту арқылы алынған қождарбұрын үйінді болып саналған. Көптеген зауыттар автогендік технологияға ауысқаннан кейін, басты балқыту қондырғыларында бай штейндер, магнетит мөлшері жоғары қождаржәне сәйкесінше мыс өндіріле бастады. Сарқылудың ең оңай жолы – табиғи тұндыру. Бірақ тұндырғыштардың өлшемдері кішкентай, олар ұсақ суспензияларды үлкейтуге және тұндыруға да жеткіліксіз болады.

Қожды штейн қабаты арқылы фильтрлеу қождағы мыс құрамын 0,1-0,15% - дан артық төмендетпейді, өйткені қожэмульсияланбайды және байланыс беті минималды болып қалады. Газды флотациялау әдісін қолдану

тиімдірек [20]. Балқыманың беткі қабатын қажетті массасы жоқ штейн бөлшектеріне арналған сүзгі ретінде қарастыруға болады, бірақ олар қождың бетіне жиналып, үлкейіп, үлкейтілгеннен кейін тиімді орналасады.

Тұндыру және газ флотациясы сияқты әдістер қождағы мыс құрамын төмендетуі мүмкін, бірақ олар терең сарқылуды қамтамасыз етпейді, өйткені қождағы мыстың ерігіштігі мен штейн құрамы іс жүзінде өзгеріссіз қалады.

Қождарды терең межедеуге қол жеткізу үшін басқа пирометаллургиялық әдістер қолданылады, олар мынадай операцияларды қамтиды: химиялық және заттық құрамын өзгерту есебінен қождағы мыстың ерігіштігін азайту; қалпына келтіру фазасын құру; бөлініп шыққан бөлшектерді тұндыру және оларды қалпына келтіру фазасымен сіңіру.

Қождың химиялық немесе заттық құрамын әртүрлі дәрежедегі темірді азайту арқылы өзгертуге болады. Флюстерді қосу арқылы қожда рдың құрамын реттеуге болады.

Қалпына келтіру фазасын өз сульфидтер есебінен де және қождың сыртқы сульфидизациясы арқылы да құруға болады. Сонда балқу өнімі штейн болып табылады. Қалпына келтіру фазасының аралық өнімі ретінде - металдандырылған штейн болып табылады. Қождың құрамы оның физика-химиялық қасиеттерін жақсарту үшін түзетіледі: тұтқырлығы, қайтымдылығы, сульфидтердің ерігіштігі азаюы немесе оның құрылыс материалдарын алуға жарамды етеін құрамының өзгеруі.

Қождардың сарқылу термодинамикасы және мыс балқымасының термодинамикасы ұқсас және жүйенің берілген параметрлеріне байланысты күкірт-оттегі потенциалының диаграммасымен сипатталады: PO_2 , PS_2 . Ұсақ дисперсті суспензияның коагуляциясы және тұнуы, фазалардың бөлінуі мыс балқыту процесіне сәйкес келеді. Негізінен, қождардың пирометаллургиялық әдіспен сарқылуы электр пештерінде жүзеге асырылады. Шетел кәсіпорындарда қосымша сульфидтеу қолданылмайды, өйткені газды утилизациялауда қиындықтар туындайды. Электр пештеріндегі кемшілік селективті емес қалпына келтіру болып табылады, яғни жоғары температура аймағындағы электрод аймағында қожкез-келген жағдайда жоғары температурада және төмен PO_2 жүйесінде металға дейін азаяды. Қождың негізгі мөлшерін қалпына келтіру сыртқы тотықсыздандырғыштың әсерінен ғана емес, сонымен қатар магнетиттің қалпына келтірілген темірмен әрекеттесуі арқылы жүзеге асырылады. Электр пештеріндегі қайталама реакциялардың төмен жылдамдығына байланысты олар шектеулі кезең болып табылады және ықшам агрегаттарды пайдалануға мүмкіндік бермейді. Плазмохимиялық процестерде де осындай кемшіліктер бар. Электр пештерін пайдалана отырып қождардың сарқылуы «Ассио», «Косака», «Саганосеки», «Тойо», «Тамано» (Жапония), «Глогув II» (ПНР), «Норддойче», «Аффинри» (Германия), «Уэльва» (Испания), «Хидалго» (АҚШ), «Онсан» (Корея), «Пассар» (Филиппин), «Ла Каридат» (Мексика), «Сальвадор» (Бразилия) сияқты қалқыма балқыту процесін орындайтын көптеген зауыттарда қолданылады [1].

«Тамано» және «Пассар» зауыттарында пешішілік электр тоғандар пайдаланылады, яғни электр пеші тұндыру аймағында қалқыма балқыту пешінің ішінде орналасқан. Қазіргі уақытта электр пеші электротермиясын ауыстыру үшін шахтаның астындағы беткі қабатта қалпына келтіру процесі келді, ол айналмалы қыздырғыштар арқылы тотықсыздандырғышты береді [1, 6]. Темір мыс өндірісінің қождарынан өте сирек жағдайларда айналмалы пештерде төмен температуралы қалпына келтіруді қолдана отырып алынады [21-23].

1.4 Қождарды межеленудің гидрометаллургиялық тәсілі

Қождардың гидрометаллургиясы тек «Гатсила» (Үндістан) зауытында қолданылады, өйткені бұл әдіс флотацияны ауыстырды, өйткені соңғысы никель мен кобальт алудың перспективалық байытуын көрсетпеді [24]. Құрамында өлшенген күйдегі балқыма қождары үшін, %: 1,76 Cu; 0,23 Ni; 0,19 Co; 33,6 SiO₂, сілтісіздендіру ерітіндісі ретінде хлорлы темірді пайдаланады, FeCl₃ шығыны стехиометриялықтан 5 есе жоғары. Қождың ірілігі 0,053 мм, шаймалау уақыты 6 сағат, ерітіндіге алу, %: 54 Cu; 77 Ni; 44 Co. Сондай-ақ, бұл әдіс «Кхетри» зауытында өлшенген балқыту қождары мен конвертер қождарының қоспасы үшін де қолданылады. Басқа кәсіпорындар қожфлотациясы немесе олардың электротермиялық межелену әдісін қолданады.

1.5 Шетелдерде және ТМД елдерінде флотация әдісімен түрлі мыс балқыту өндірістерінің қождарын қайта өңдеу технологиясының қазіргі жай-күйін талдау

Мыс балқыту қождарын байыту үшін флотациялау әдісі ТМД кәсіпорындарында және шетелдік зауыттарда кеңінен қолданылады [25]. Барлық жағдайларда флотация үшін баяу салқындатылатын қожды (ТМД кәсіпорындарын қоспағанда) пайдаланады. Қалқыма балқыту қождарын флотациялау «Харьявалта» (Финляндия), «Маунт-Морган», «Теннант Крик» (Австралия), «Самсун» (Түркия), «Кхетри» (Үндістан), «Горн» (Канада), «Гарфилд» (АҚШ), АГМК (Өзбекстан) зауыттарында жүргізіледі.

«Харьявалта» зауытында [26] қалқыма балқыту шлагы мен конверторлық қож 4 мм-ге ірілікке дейін бір-бірінен бөлек ұсақталады. Қалқыма балқу шлагындағы мыстың құрамы 1-1, 5%, конверторлық қожда 3-6%. Қысқартылады. Содан кейін құрамында 3% - ға дейін мыс бар қысқартылған қожфракцияның 90%-ы 0,053 мм дейін екі сатыда ұнтақталады. Флотация жабық циклде екі сатыда жүргізіледі, яғни құм диірменге ұнтақтауға қайта жіберіледі. Негізгі флотацияның қалдықтары бақылау флотациясына келіп түседі [27-28]. Нәтижесінде ~20% мыс бар, бөліп алу дәрежесі ~90% болатын мыс концентраты алынады. Флотация қалдығында 0,1-0,2% мыс болады [29].

Шетел зауыттарында қождарды флотациялау ұнтақтау жабдығына арналған неғұрлым сапалы конструкциялық материалдары бар жеке цехтарда

жүргізіледі. Флотациялық өңдеуге кететін конвертерлі қождардың химиялық құрамы, мыс формасы, сонымен қатар кейбір шетелдік зауыттарда конвертерлі қожды флотациялау нәтижелері 1 – кестеде көрсетілген.

1 – кесте – флотациялық қайта өңдеуге түсетін конвертерлік қождың химиялық құрамы

Зауыт, фирма	Құрамы, %								
	Cu	Fe _{барл.}	S	Zn	Крем-незем	Глин-озем	CaO	Au, г/т.	Ag, г/т.
«Тойо-Ниихама», «Сумимото металл майнинг» (Жапония)	4,51	52,45	1,51	1,05	21,54	2,09	0,45	0,6	9
«Косака», «Довамайнинг» (Жапония)	5,72	46,11	1,93	5,95	15,82	1,22	0,60	0,7	60
«Хитати», «Ниппон майнинг» (Жапония)	4-4,63	43,42-46	1,43	5,82	18-20	2,75	0,73	0,4	30
«Саганосеки», «Ниппон майнинг» (Жапония)	4,03	47,04	1,74	2,03	23,75	1,19	0,67	-	-
«Ассио», «Фурукавамайнинг» (Жапония)	6,73	49,35	1,07	4,64	15,38	2,01	0,85	-	-
«Наосима», «Мицубиси металл» (Жапония)	4,02	49,54	1,12	3,36	19,1-20,14	1,2	0,2	0,8	25-36
«Хиби», «Мицубиси майнинг энд смелтинг» (Жапония)	2,92	49,31	1,09	4,94	17,88	0,66	0,94	-	-
«Харьявалта», «Оутокум пу» (Финляндия)	5 - 6	38,4	-	-	23	-	-	-	-
«МаунтаАйза» (США)	2,6-2,9	51 - 58	-	-	21-23	1,1-1,6	0,6-0,9	-	-

2 – кесте – Жапониядағы конвертерлі қождарындағы мыс формасы

Зауыт	Мыс құрамы, %		
	сульфидті	металды	тотықты
«Тойо»	91,5, оның іш. 71 Cu ₂ S	8,5	-
«Косака»	78,3	-	21,5
«Хитати»	86,5	11,1	2,4
«Саганосеки»	91,83	6,98	-
«Ассио»	63	37	-
«Наосима»	90	8	-

Мыс қождарын өңдеудің шетелдік тәжірибесі. «Оутокумпу» (Харьявалта қ., Финляндия) кәсіпорнында қолданылатын мыс қождарын қайта өңдеу технологиясы. Шетелде қайта өңделетін шикізатты барынша толық пайдалану үшін металлургия зауыттарының үйінді қождарында қалатын бағалы компоненттерді алу технологиясын әзірлеуге үлкен көңіл бөлінеді.

Қождарды байыту әдістерімен (магнитті сепарациялау, флотациялау, ауыр суспензияларда байыту) және гидро-және пирометаллургиямен өңдейді. Кейде байыту әдістерімен металлургиялық қайта өңдеуден гөрі металдарды көбірек алуға қол жеткізуге болады.

Мыс қождарын байыту үшін технологиялық сұлбада екі сатылы ұнтақтау және флотация қолданылады.

Қайта өңдеу кәсіпорындарына қожкүйдіру пеші және құрамында 2-6% Cu бар конверторлық қожжатады. Осы кәсіпорындарға электр пештерін ауыстыруға мыс қожфлотациясы енгізілді. Бұл қалдықтағы мыс мөлшерін азайта отырып бөліп алу дәрежесін көтерді (3 – кесте).

3 – кесте - Мыс қождарын әртүрлі технологиялар бойынша қайта өңдеу нәтижелері, %

Көрсеткіштер	Қайта өңдеу технологиясы	
	Электрлі балқыту	Флотация
Мыс құрамы, %:		
қожда	2,7-3,0	2,7-3,0
концентратта	-	10,0-25,0
қалдықта	0,6-0,7	0,3-0,5
Концентраттан мысты бөліп алу, %	77,0	92,0-94,0

Мыс құрамды қождың тиімді флотациясы үшін сульфидтердің кристалдану және тамшы түріндегі металды мыс алу мақсатында оны баяу салқындатады. Егер ол өте тез салқындатылса немесе қожтүйіршіктелсе, онда құрамында фаялиттің ұсақ түйіршіктері ($\text{FeO} * \text{SiO}_2$) бар шыны тәрізді масса алынады. Көбінесе сульфидтер осы массада біркелкі бөлінеді, ал өлшемі бірнеше микрон құрайды. Баяу салқындататын қожда фаялит призмамен кристалданады, оның ұзындығы 0,1-0,2 мм, кейбір сульфидтер осы фаялит бөлшектерінің арасында орналасқан.

Қожәдеттегі рН мәні бойынша амил ксантогенаты және көбіктендіргіш қолдана отырып флотацияланады. Жинағыштың шығыны ұнтақтау дәрежесін ескере отырып таңдалады және 100-300 г/т аралығында болады. Флотация сұлбасы келесі операциялардан тұрады: негізгі, бақылау флотациясы және төрт тазалау флотациясы. Соңғы уақытта ұнтақтау циклінде мыстың үлкен бөлшектерін алу үшін флотациялық машиналар («Ским-Эйр») орнату туралы

шешім қабылданды. Құрамында 3% - ға дейін мысты қожды өндегеннен кейін мыс концентраты алынады, оның құрамында 94% - ға дейін алынған 10-35% мыс бар, ал қалдықта мыс 0,3-0,5% құрайды.

«Норанда» (Канада) кәсіпорнындағы қожды қайта өңдеу технологиясы. Бұл кәсіпорын шағылыстырғыш пештер мен «Норонда» реакторында алынған 3-8% мысты қайта өңдейді. «Норанда» фирмасының қызметкерлері жақсы тұндырылған металл және сульфидті мыс фазаларын ұлғайтуды қамтамасыз ету үшін қожды баяу салқындатудың аса қажеттілігін көрсеткен қожбайыту әдістерін зерттеді. Қожды осы әдіспен салқындатқаннан кейін қожфлотацияны қолдана отырып мыс алу үшін анағұрлым тиімді болады, атап айтқанда 980°C-тан жоғары температурада баяу салқындату өте маңызды болып саналады, сондықтан қожды осы температурадан жоғары кемінде үш сағат ұстау керек. Қожды баяу салқындату үшін 10 немесе 20 тонналық шөміштер қолданылады. Салқындатудың қажетті жылдамдығын реттеу үшін су қолданады. «Горн» фабрикасында «Норонда» әдісімен қожды өңдеу 1972 жылдан бастап қолданылып келеді, тәуліктік өнімділігі – 1200 т/тәу. Салқындатылған қожжақты және конусты ұсатқышта үш сатылы ұсақтаудан өтеді, сонымен қатар үш сатылы елеуден өтіп валкалы ұсатқышта қайта ұсақталады. Ұсақталған қожкекі стадиялы ұнтақтаудан өтеді: бірінші стадия ашық циклдегі диірмендер, екінші стадия - гидроциклондармен тұйық циклде жұмыс істейтін диірмендер. Гидроциклонның екінші стадиясынан шыққан ағызынды алдын ала флотацияға келіп түседі, ал осы стадияның қалдығы гидроциклонмен тұйық циклде төртінші стадияда диірмендерде қайта ұнтақталады. Нәтижесінде 0,043 мм-ден аз класс 72-76% құрайды. Флотация сұлбасы негізгі, алдын-ала, бақылау және екі тазалау операцияларынан тұрады. Қожфлотациясына рН деңгейі ерекше әсер етпейді, сондықтан процесс қалыпты рН деңгейінде 8,5-тен 9,6-ға дейін жүреді. Жинағыш ретінде 40 г/т шығынмен амил ксантогенаты қолданылады, Z-200 реагентімен сынама өткізіледі. Қиын тапсырма ретінде мыстың құрамы 0,5% - дан аспайтын қалдық алу болып табылады. Магнетит пен фаялитке өте жұқа (0,001-0,005 мм) мыс металл қосындыларынан басқа, қалдықтарда кейде өрескел металл пластинкалары кездеседі. Металды мысқа қарағанда сульфидті минералдар тезірек флотацияланатындығы тәжірибе жүзінде анықталды. Мыс мөлшерінің қалдыққа жоғалуын азайту үшін бақылау флотациясына қосымша пневмотикалық камералар орнатылды, осы арқылы қалдықтағы мыс мөлшері азайды. 5-8% мыс құрамды қожды қайта өңдеу арқылы 95% - ға дейін 38%-дық мыс концентратын алуға болады, ал қалдықтағы мыс құрамы 0,4-0,6% құрайды. Қождың сарқылуы үшін байыту процестерімен пирометаллургиялық процестерді салыстыру барысында, бірінші әдісте екінші әдіске қарағанда мыстың жоғалуы аз екені анықталды.

1.6 ТМД елдерінің кәсіпорындарында мыс шлагын өңдеу тәжірибесі

Балқаш (Қазақстан) тау-кен металлургия комбинатындағы қожөңдеу технологиясы. БГМК байыту фабрикасы жылына 14 млн. тонна көлемінде Саяқ

және Қоңырат кен орындарының мыс кендерін өңдеу үшін пайдаланды. Бірақ 1998 жылы Қоңырат кенін өндіру көлемі төмендегеннен кейін байыту фабрикасы құрамында 1,0-1,5% мыс бар жылына 4 млн. тоннаға дейін шағылдырғыш пештер мен Ванюков пештерінің қождарын ішінара өңдеумен айналысады. ҚожСаяқ рудасымен бірге өңделеді, сирек жағдайларда өздігінен өңделеді.

Ұсақтау үш сатылы ашық циклде жақты және конусты ұсақтағыштарда елеу операциясынсыз жүргізіледі. Дайын өнім ретінде 25-30 мм ірілік класты құрайтын қожжатады.

Ұнтақтау бөлімі екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде ашық циклде стерженді диірмені, ал екінші кезеңде шарлы диірмендер тұйық циклде гидроциклондармен бірге жүргізіледі. Құрамы 0,074 мм ірілік класы 50-60% – дан аз болатын гидроциклон ағызындысы ксантогенат (140г/т), Т – 66 (60г/т) флото майы, күкіртті натрий (100г/т) қолдану арқылы негізгі, бақылау және тазалау флотациясына жіберіледі. Флотация кезінде алынған технологиялық көрсеткіштер 4 – кестеде келтірілген.

4 – кесте – БГМК байыту фабрикасындағы қождарды байыту көрсеткіштері, %

Көрсеткіштер	Қож	
	Шағылдырғыш пеш	Ванюков пеші
Мыс құрамы, %		
қожда	0,9-1,2	1,0-1,5
концентратта	12,0-15,0	15,0-17,0
қалдықта	0,35-0,42	0,40-0,48
Концентраттан мысты бөліп алу, %	60,0-70,0	60,0-70,0

БГМК кәсіпорнындағы қожды қайта өңдеуде туындайтын қиындықтар: қождың үлкен абразивтілігіне байланысты жабдықтың тез тозуы, ұнтақтағыштардың өнімділігінің төмендігі. Өзін өзі ұнтақтайтын қолданыстағы «Каскад» диірмендерін қолданысқа енгізген болатын, бірақ бұл теріс нәтиже көрсетті. Толық өзін өзі ұнтақтау 0,074 мм ірілік класының 25-30% - ға дейін төмендеуіне әкелді, осыған байланысты өнімділік 2,5 есе төмендеді; жартылай өзін өзі ұнтақтау 0,074 мм ірілік класын 35-40% - ға дейін төмендетті, сәйкесінше өнімділік көрсеткіші 1,5-2 есеге азайды.

Алмалық (Өзбекстан) тау-кен металлургия комбинатындағы қожөңдеу технологиясы. «Ақ матт» үшін КФП кезінде алынған жоғары негізгі қождардың флотациясын зерттеу кезінде Алмалық ГМК жағдайларына қатысты егжей-тегжейлі экономикалық есептеулер, сондай-ақ қождардың пирометаллургиялық және флотациялық байытылуын салыстыру жүргізілді. «Ақ матт» мыс концентраттарын балқыту және феррито-кальций өздігінен шашылатын

қождарды жартылай өнеркәсіптік сынау үшін Роэмз Гинцветмет КФП пештеріне флотация бойынша зертханалық және жартылай өнеркәсіптік сынақтар жүргізу үшін қожсынамалары алынды. КФП сынақтары екі кезеңде жүргізілді: Алмалық мыс концентратымен және жалпы салалық мәселені шешу үшін әлемдік нарықтан құрылған стандартты құрамы бар модельдік концентратпен. Екінші кезең реконструкциядан кейінгі бірінші КФП пешінен ерекшеленеді, сонымен қатар барлық технологиялық параметрлер дәлірек сақталады. Осылайша, бұл процесте ең жақсы техникалық-экономикалық көрсеткіштерге қол жеткізілді.

Флотация сынақтары ұқсас түрде екі кезеңде өткізілгенін айта кету керек, бұл жұмыста осы кезеңдерді зерттеу нәтижелері бар.

КФП кешенінде мыс сульфидті концентраттарын балқыту нәтижесінде алынған қождартехнологиялық режимдерде алынды, олар бай штейн және ақ штейн алуға мүмкіндік береді, олардың құрамы 5 – кестеде көрсетілген.

5 – кесте – Бастапқы қождардың химиялық құрамы

Бастапқы қожномері	Негізгі компоненттер құрамы, %				
	Cu	Fe	CaO	SiO ₂	CaO/SiO ₂
1	1,5	31,0	26,0	19,0	1,37
2	3,89	39,0	21,5	16,5	1,30
3	1,7	31,5	25,0	18,0	1,39
4	2,5	42,5	19,6	13,5	1,45

1 және 2 қожсынамалары құрамында 65-70% Cu құрайтын штейн алу үшін, ал 3 және 4 сынамалары – құрамында 75-80% мыс құрайтын ақ матт штейн алу үшін балқыту кезінде алынған. Лабораториялық және жартылай өнеркәсіптік масштабтағы 1, 2, 3 және 4 қождарды флотациялаудың технологиялық көрсеткіштері 6 – кестеде келтірілген.

6 – кесте – КФП шлагын флотациялаудың технологиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Лабораториялық зерттеу		Жартылай өнеркәсіптік сынама	
	1 – ші қож	2 – ші қож	3 – ші қож	4 – ші қож
Қождағы мыс құрамы, %	1,5	3,89	1,7	2,5
-0,074 мм түсетін өнім класының құрамы	90	93	78-90	89-93
Мыс құрамы: %				
концентратта	6,3	37,0	6,3	25,9
аралық өнімде	1,1	4,6	-	-
қалдықта	0,35	0,25	0,38	0,66
Концентраттан мысты бөліп алу, %	74,8	89,3	82,6	75,6

Тәжірибе жүзінде, сынақтың бірінші кезеңінде феррит-кальцийдің өзі ыдырататын КФП қождарын флотациялау кезінде мыс құрамы бойынша жеткілікті бай концентраттар мен кедей қалдықтарды алуға болатындығы көрсетілген.

КФП қондырғысының нақты жұмысын сақтаумен сипатталатын қожда р, сынақтың екінші кезеңінде толық ыдырау аймағында болды және ақ матт штейнде алынды. Жұмыс барысында жартылай өнеркәсіптік сынақтарды одан әрі жүргізу үшін қожіріктелді және қоймаға сақталды, осы қождардан лабораториялық тәжірибелер үшін шағын сынамалар алынды.

Красноурал («Святогор» ААҚ) мыс балқыту комбинатындағы қожөңдеу технологиясы. Пештерді пайдаланбай конвертер қождарын қайта өңдеу бойынша зерттеулер «Святогор» ААҚ-да (Красноуральский мыс балқыту комбинаты) 2001-2002 жылдары жүзеге асырылды. Қожды қайта өңдеу және оның тиімділігі қождың құрамына (20% кремний оксиді және 50% темір) және оның арнайы дайындығына (белгілі бір жағдайларда баяу салқындату) байланысты. «Святогор» ААҚ-да конвертер шлагын дайындау және флотациялық өңдеу бойынша өнеркәсіптік сынақтар жүргізді. 1350°C температурада алынған ұсақ кремнийлі конвертерлі қож(19% SiO₂, 53% Fe, 1,8% Cu) қожыдысына тиелді, онда ол 10 сағат суды қолдана отырып, 18 сағат бойы ауада салқындатылды. Минералогиялық талдаудан қождағы мыс 80% сульфидті минералдардың қосындылары түрінде кездесетінін көруге болады, олардың ірлігі 0,006-0,06 мм, ал металл мысының ірлігі 0,002 – 0,004мм.

Темір 65% фаялит минералымен және 20% магнетиттен тұрады. Фаялит құрамына пирит, кейде халькопирит кіреді, олардың түйіршіктерінің ірлігі 0,001-0,16 мм. Магнетит ірлігі 0,04-0,2 мм тәуелсіз қосындылармен ұсынылған, бірақ пирит пен халькопириттің өсінділері түрінде де кездеседі. Конвертерлік қожды флотациялаудың технологиялық көрсеткіштері 7 – кестеде келтірілген.

7 – кесте – «Святогор» ААҚ фабрикасындағы конвертерлік қожды флотациялаудың технологиялық көрсеткіштері

Өнім	Шығымы, %	Массалық үлесі, %		Бөліп алу, %		0,074 мм класс құрамы, %	Шарты
		мыс	темір	мыс	темір		
Концентрат	19,8	6,77	45,96	73,2	17,4	55-60	БКК 90 г/т
Қалдық	80,2	0,61	53,87	26,8	82,6		Т-80 70 г/т
Қож	100,0	1,83	52,30	100,0	100,0		рН 7,5
Концентрат	23,9	6,92	45,69	91,9	20,8	70-75	БКК 90 г/т
Қалдық	76,1	0,19	54,60	8,1	79,2		Т-80 70 г/т
Қож	100,0	1,8	52,50	100,0	100,0		рН 7,5

Концентрат	23,5	7,08	46,69	93,5	20,7	90-95	БКК 90 г/т
Қалдық	76,5	0,15	54,97	6,5	79,3		Т-80 70 г/т
Қож	100,0	1,78	53,00	100,0	100,0		рН 7,5

Тәжірибелік жолмен концентраттағы мыстың үлесін жоғарылату мүмкіндігі алынды, бірақ бұл ретте мыс концентратының сапасы біршама төмендейді.

Флотация қалдықтары магнитті сепарацияға ұшырайды. Оңтайлы магнит өрісінің кернеулігі анықталды – 1500 Э. Алынған темір концентраты құрамында: 0,2% Cu, 3% Zn, 60% Fe, 10% SiO₂, 0,3% S. Магнитті бөлу арқылы алынған концентраттың шығымы 21%, бөліп алу – 23%. Темір концентратының сапасы қара металлургия талаптарына сәйкес келеді.

Осылайша, ТМД елдерінің кәсіпорындарында мыс қождарын қайта өңдеуді әдеби талдау металдардың жоғары құны сирек кездесетін, түсті, асыл металдар мен темірді тауарлық өнімдерге ауыстыру мақсатында қождарды жетілдіруді экономикалық тұрғыдан тиімді ететінін көрсетеді. Мысты қождарды қайта өңдеу технологиясына ұсақтау, тұйық циклдегі спиральды классификаторлы стадиялы ұнтақтау, мыс минералдарының, аралық өнімдер мен қалдықтардың негізгі және бақылау флотациясы, негігі мыс концентратының тазалау флотациясы, аралық өнімді қайта ұнтақтау және олардың флотациясы жатады. Алайда, қождарды флотациялаудың сипатталған сұлбалары кейіннен флотациялық өңдеуге дайындау мақсатында баяу салқындату сатысынан өтпеген, мысты қождарды байыту үшін жеткілікті тиімді болмады. Қож флотациясының жақсы көрсеткіштері баяу салқындату операциясын қолданған кезде ғана қол жеткізеді.

Жоғарыда айтылғандардың негізінде магистрлік диссертацияның мақсаты конвертер шлагында мыстың болу формаларын анықтау және баяу салқындағаннан кейін конвертор шлагынан мыс концентратын флотация әдісімен бөліп алу болып табылады.

Қойылған мақсатқа жету үшін жұмыстардың келесі міндеттері айқындалды:

- мыс конверторлық қождарды өңдеу тәсілдерін талдау;
- мыс өндірісінің конверторлық шлагында мыс пен темірдің болу формаларын зерттеу және конверторлық қождың сынамасын технологиялық зерттеулерге дайындау;
- конверторлық қожды өңдеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау;
- термоөңдеуден өткен конверторлық қожды байытудың флотациялық әдісіне зерттеу.

Минералды шикізатты өндіру мен өңдеудің барлық кезеңдерінде ұтымды пайдалану маңызды экономикалық және экологиялық міндеттердің бірі болып табылады. Тиімділігі жоғары ресурс үнемдейтін технологияларды әзірлеу негізгі және ілеспе элементтерді алудың экономикалық жағынан ақталған

толықтығын ғана емес, сондай-ақ техногендік шикізатты – металлургиялық өндірістің қождарын қайта өңдеу мен пайдалануды да көздейді.

Көбікті флотация әдісімен мыс қождарынан мысты алу тәжірибесі XX ғасырдың 30 жылдарының ортасынан басталды [5]. Бүгінгі күнге дейін бұл мәселе өзекті болып қала береді және шетелдік және ресейлік ғалымдардың көптеген еңбектерінде қозғалады [6-13]. Бірақ флотация, әдетте, металлургиялық байыту фабрикаларында қолданылатын басқа әдістермен салыстырғанда қожды межелеу процесі ретінде қарастырылады [37]. Тау-кен өндіру кешенінің жұмыс істеп тұрған байыту фабрикаларында мыс қождарын флотациялау мәселелеріне жеткілікті назар аударылмаған, Ресейдің Орал өңірінің мыс және мыс-мырыш кендерін қайта өңдейтін байыту фабрикаларының жүйелі түрде толық мыс шлагын өңдеу сапасы бойынша кен концентратымен немесе құрамында мыс бар рентабельді өніммен салыстырылатын концентрат ала отырып, экономикалық, экологиялық таза өнімнің кәсіпорындарының әлеуметтік проблемаларының бір бөлігін шешілетін еді.

2 Зерттеу әдістері

Мыс сульфидті шикізаты көп сатылы өңделеді. Бірінші саты – бастапқы штейнді алу. Екінші саты – алынған штейнді мыспен байыта отырып конверттеу. Алынған байытылған штейн бастапқы штейнмен біріктіріледі, жиынтық штейн бастапқы штейнге қарағанда бай, бірақ конверттелген штейнмен салыстырғанда кедей. Бұл процесс ақ штейн (матт) деп аталатын мыс сульфидін (Cu_2S) алғанға дейін штейнді мыс арқылы одан әрі байытумен қайталанады. Конверттеу қайта бөлу үшін шартты түрде бастапқы және соңғы штейндердің құрамымен ерекшеленетін бірнеше сатыға бөлінеді. Ақ матт мысты конверттеу арқылы алынған штейннен бөлек конверттеледі. Технологиялық процесті кезеңдердің қосындысы ретінде қарастыруға болады, олардың әрқайсысында белгілі бір құрамдағы штейндер мен қождаралынады.

Мысты балқытудан кейін пайда болған қождараморфты қорытпалар болып табылады және әдетте темір мен кальций силикаттарынан тұрады, сонымен қатар нақты балқу шегі болмайды.

Мыстың силикатты қождары сульфидтер мен сульфидті-металл қоспалары бар оксидтердің қорытпасы (көбінесе темір силикаттары) ретінде кездеседі. Ферритті (кремнийсіз) қождар Fe^{3+} мөлшерінің өсуімен және Cu_2O төмен ерігіштігімен олардың гетерогенизациясынсыз «Мицубиси металл майнинг» (Жапония) немесе «Инко-Кеннекот» (АҚШ) зауыттарында үздіксіз конверттеу үшін пайдаланылады. Барлық технологиялық процестер жүретін әртүрлі фазалық қауымдастықтардағы штейндер, қожда р, ұсақ дисперсті қожөлшемелері, газдар Cu-Fe-S-O-SiO_2 ($\text{CaO, MgO, Al}_2\text{O}_3\text{...}$)– C-H-N_2 [1-6] жалпы жүйеге жатады.

Металлургиялық процестерді пайдалану кезінде мыстың қожда рмен жоғалуы. Мысты бөліп алу көрсеткішін жоғарылату үшін мыналар қолданылады:

- бай қожалдыңғы кезең өнімімен біріктіру үшін беріледі;
- бір немесе бірнеше сатыға біріктірілген, мыстан алынған концентрацияланған өнімді бере отырып, қождарды біріктірудің жеке параллель кезеңдері құрылады.

Мыстың қожда рмен жоғалуын азайту перспективаларын бағалау механикалық және химиялық (ерітілген) компоненттерді азайту мүмкіндіктерін талдауға мүмкіндік береді. Мыстың химиялық жоғалуы (ерітілген мыс) оның сульфидті фазадан (штейн) немесе металдан оксидті қожфазасына тепе-теңдік конфигурациясына жеткенге дейін өтуімен түсіндіріледі. Қождағы мыс Cu^0 (атом), Cu_2S (сульфид), Cu_2O (оксид) түрінде кездеседі және штейн (металл) мен шлам арасындағы тепе-теңдік жағдайында келесі шарттар орындалады: $a_{1,4} = a_{1,3}$; $a_{2,4} = a_{2,3}$; $a_{3,4} = a_{3,3}$.

Қожда рдағы мыстың негізгі шығындары қара мысты тікелей алу процестерінде келтірілген. Бұл жағдайда қождағы мысты табудың металл (немесе атомдық) және оксидті формалары негіз болып табылады.

Мыстың қожда рмен жоғалуының келесі компоненті-механикалық шығындар. Қождағы өлшенген бөлшектердің ірілігі 2-ден 200 мкм-ге дейін. Ұсақ дисперсті өлшенген бөлшектердің (дисперсоидтың қатпарлануы) пайда болу себептерін Ванюков А.В. және Зайцев В.Я. егжей-тегжейлі зерттеді [7-9]: шихтадағы және флюстердегі сульфидтердің ұсақ шашырауы; соққы кезінде штейннің немесе металдың шашырауы; балқымалардағы флотациялық процестер; балқыту процесінде қатты шихта бойынша сұйық сульфидтердің сулануы және ысқылануы; ұсақ дисперсті өлшемелердің пайда болуына әкелетін штейн компоненттерін сульфидтеу немесе қалпына келтіру. Барлық ұсақ бөлшектердің қосылуы немесе олардың штейнге (металға) қосылуы жүйедегі Гиббс энергиясының төмендеуіне әкеледі. Бұл жүйе (фазалық ассоциация) термодинамикалық тұрақсыз болуы мүмкін. Бірақ оны кинетикалық тұрақтылыққа байланысты қолайлы уақыт ішінде яғни, жылдамдық процесінің жеткіліксіздігіне байланысты тұрақты термодинамикалық күйге келтіруге болады. Қождағы мыс бөлшек түрінде немесе ерітінді түрінде кездеседі, ал формасы фазалық ассоциацияның нақты күйіне байланысты, яғни ерітілген және механикалық суспензия түріндегі қождағы мыс құрамы әдебиетте келтірілген [10-13] штейн және қожтүзілу әдісіне байланысты. Механикалық шығындардың көп бөлігі шахтамен, шағылыстырғыш балқытумен және отты электрмен балқытумен сипатталады, өйткені оларда қатты фазалық тотығу болады, нәтижесінде мыс оксидтері едәуір мөлшерде қожға айналады, онда олар қайта орнына келеді және сульфидтенеді, ұсақ дисперсті суспензия пайда болады.

2.1 Ұсақталған кендерді гранулометриялық талдау

Кенді дайындаудың әртүрлі сатыларындағы кендер мен оларды қайта өңдеу өнімдері әртүрлі мөлшердегі кесектерден (түйіршіктерден) тұратын сусымалы материалдар болып табылады. Ірілік кластары бойынша таралуы сусымалы материалдардың гранулометриялық құрамын сипаттайды [30-33].

Зерттеуге келіп түскен кендердің гранулометриялық құрамын анықтау үшін елеу тесіктердің өлшемдері: 10; 5; 2,5; және 0,10 мм болатын КСМ (МЕМСТ 9758-86) електер жиынтығы пайдаланылды

2.2 Минералогиялық талдау

Минералогиялық талдау – кендердің сапалық және сандық минералогиялық құрамын анықтайды. Әр түрлі әдістер қолданылады.

1. Тығыз кендерде (аншлифтерде немесе шлифтерде) әр түрлі минералдардың түйіршіктері алатын аудандарды (аландық әдіс), минералдармен қиылысатын параллель сызықтар кесінділерінің ұзындығын (сызықтық әдіс) немесе оларға келетін нүктелер санын (нүктелік әдіс) өлшейді және жинақтайды. Сызықтық және нүктелік әдістер кеңірек қолданылады, өйткені аудандық әдіс ұзақ уақытты қажет етеді.

2. Борпылдақ (ұсақталған) кендер үшін үш әдіс бар.

а. Салмақ әдісі – препараттан құнды минералдың түйіршіктері алынады (бинокуляр астында) және өлшенеді. Бұл әдіс қиынырақ, қолдану үшін бөлшектердің ірілігі 0,5 мм-ден кем болмауы керек.

ә. Статикалық салмақ әдісі – препарат өлшенеді, ал құнды минералдардың массасы түйіршіктер санының (бинокуляр немесе микроскоппен есептелген) олардың орташа массасына көбейтіндісі ретінде анықталады. Әр фракциядағы бағалы минералдың жеке түйіршігінің орташа массасы (ірілігі бойынша) түйіршіктердің массасын олардың санына бөлу арқылы белгіленеді (кем дегенде 2-3 мың). Бұл әдіс салмақ әдісіне қарағанда өнімді және оны ұсақталған материалды зерттеу кезінде қолдануға болады (0,1 мм-ге дейін және жұқа).

б. Көлемдік әдіс – бинокльді микроскопта бағалы минералдың түйіршіктері және препараттың барлық басқа минералдары есептеледі. Бір фракциядағы әртүрлі минералдардың түйіршіктерінің көлемі тең деп алынады. Минералдардың мөлшері көлемдік (C_k) немесе салмақтық (C_c) пайызбен көрсетіледі; мысалы, жоғарыда аталған барлық әдістер бойынша C_k немесе C_c мына формула бойынша есептеледі:

$$C = \frac{\sum A}{\sum B} \cdot 100, \quad (1)$$

мұндағы C – зерттеліп отқан минералдың көлемді немесе салмақты құрамы;

$\sum A$ – зерттелетін минералдың аудандарының қосындысы, осы минералдармен қиылысатын сызықтардың ұзындығы және т. б.;

$\sum B$ – аудандардың, сызықтардың қосындысы, нүктелер немесе түйіршіктер саны, зерттелетін кеннің барлық түйіршіктерінің препараттағы салмағы [34].

Құрамында алтыны бар техногендік шикізат сынамаларына минералогиялық талдау МИН-8 микроскопын (өтетін жарық) және инверттелген Deica микроскопын (шағылысқан жарық) пайдалана отырып жүргізілді.

2.3 Рентгендік фазалық талдау

Рентгенофазалық талдау (РФ Т) – дифракциялық максимумдар (шағылысулар) қарқындылығының анықталатын фазаның мазмұнына тәуелділігіне негізделген көп фазалы поликристалды материалдардағы жекелеген фазалардың құрамын сандық анықтау әдісі.

Құрамында алтын бар шлам сынамаларының рентгенофазалық талдауы D8 Advance (Bruker) аппаратында зерттелді, α сәулеленуі – Cu, түтіктегі кернеу 40/40-қа тең. Алынған дифрактограммалардың деректерін өңдеу және жазықтықаралық қашықтықты есептеу EVA бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүргізілді. Сынамаларды таратып жазу және фазаларды іздеу ASTM

карточкаларының деректер базасын пайдалана отырып Search/match бағдарламасы бойынша жүргізілді.

2.4 Атомдық-эмиссиялық спектрлік талдау

Дифракциялық торы бар спектрографты қолдану үлкен мүмкіндіктер береді, бұл толқын ұзындығының бүкіл диапазонында дисперсияны арттыруға мүмкіндік береді. Тегіс дифракциялық торы бар DFS-13 спектрографы 2000-нан 10 000 А-ға дейінгі спектрді суретке түсіруге арналған. DFS-13 құрылғысы заттардың құрамын неғұрлым толық зерттеуге және олардағы басқа элементтердің қоспаларын анықтауға мүмкіндік береді, ал оларды орташа дисперсиялы спектрографында анықтауға мүмкіндік жоқ.

Дифракциялық спектрографтардың ішінде жалпақ торлы және айнаға бағытталған оптикалық құралдар кеңінен қолданылады. Осы сұлбаға сәйкес DFS-13 спектрографы қолданылды. Ол 600 және 1200 штрих/мм ауыспалы дифракциялық торларға ие және спектрдің жұмыс аймағы 200-ден 1000 нм-ге дейін.

2.5 Флотациялық байыту әдісі

Флотация – минералды шикізаттан пайдалы компоненттерді алудың ең көп таралған әдістерінің бірі. Ол минералдардың беттік энергияның айырмашылығына байланысты олардың фаза аралық қабатта сақталу қабілетінің айырмашылығына негізделген.

Гидрофобты (сумен нашар суланған) минералды бөлшектер фазалық шекарада, әдетте газ бен суда селективті түрде бекітіліп, гидрофильді (сумен жақсы суланған) бөлшектерден бөлінеді. Флотация кезінде газ көпіршіктері немесе май тамшылары нашар суланған бөлшектерге жабысып, оларды бетіне көтереді.

Флотациямен байытуға арналған зертханалық зерттеулерде әдетте 100 г - нан 2 - 3 кг - ға дейін, көбінесе 0,5 - 1 кг. Түсті металл кендері үшін сынаманың салмағы 0,5-1 кг, материалдың ірілігі сәйкесінше 1,5-3 мм-ден аспауы керек. 100 г кен үшін алдымен 1 мм-ден жұқа ұнтақтау керек. Материалдың мұндай ірілігі флотация алдында дымқыл ұнтақтау үшін қолданылатын диірмендердің мөлшеріне өте қолайлы. Сульфидті минералдары жоқ кен сынамасы ірілігі 1 мм-ге дейін ұсақталады.

Сынама кезінде су құбыры металл құбырларының тотығу өнімдері, яғни темір тұздары жоқ су құбыры суын пайдаланады. Ең тиімдісі тәжірибені табиғи зауыттық суда өткізу.

Флотация тәжірибесі үшін кенді ұнтақтау әдетте сулы диірмендерінде жүргізіледі. Ұнтақтау үшін - өлшемі 25 - 18 мм шарлар; аралық өнімдерді ұнтақтау үшін өлшемі 10-40 мм шарларды қолданады. Диірмендегі судың мөлшері кен көлеміне тең болуы керек.

Диірменге алдымен шарлар немесе стерженьдер салынады, содан кейін су құйылады, кен салынады және ұнтақталады. Вал тоқтағаннан кейін диірмен валдан алынады, қақпақты тез бұрап, диірмен өнімі шөмішке құйылады. Осыдан кейін диірмен көлбеу күйге қойылып, диірменнің қабырғалары мен түбін жұқа өткір су ағынымен жуады, пульпа қайта шөмішке құйылады. Содан кейін диірменнің көлбеу жағдайында су ағынымен шелекке диірменнің қабырғаларынан пульпа қалдықтары жуылады. Диірмен өнімі шөмішкеке толығымен жуылғаннан кейін, шарлар ең аз су ағынымен жуылады. Шарлар бір-бірлеп жуылады және қайтадан диірменге салынады.

Стерженді диірменді түсірген кезде алдымен стержендердің ұштары диірменнен шығармай жуылады, содан кейін стержендерді бір-бірлеп алып, диірменнің үстіне жуады. Барлық стержендер алынып, жуылған кезде диірмен өнімі айналмалы қозғалыспен шайқалып, қабылдағышқа құйылады, содан кейін пульпаның қалған бөлігі су ағынымен жуылады.

Флотациялық сынақтар лабораториялық флотация машиналарында жүргізіледі. Ыңғайлы лабораториялық флотация машинасы – бұл көбікті механикалық түрде алып тастайтын және ауа ағынын реттеуге арналған Гинцветмет машинасы. Машина камерасының көлемі шамамен 3,6 л құрайды және оны 1 - 2 кг кенді флотациялау үшін пайдалануға болады.

Тазалау операциялары үшін, сондай-ақ шағын кенмен жұмыс істеу үшін көлемі бойынша полиуретаннан немесе басқа материалдан жасалған шағын машиналар (камералардың көлемі 1; 0,5; 0,2 л) қолданылады.

Үлкен кен ілмесі бар қалдықтарға арналған қабылдағыш ретінде шелектер немесе алюминийден, мырышталған темірден жасалған қораптар қолданылуы мүмкін. Концентраттар үшін де осындай мөлшердегі қораптарды, фарфор шыныаяқтарды және т.б. қолдануға болады, қабылдағыштарда материал жабысып қалуы мүмкін тігістер немесе қатпарлар болмауы керек.

Машинаны қосу үшін моторды қосады, ауа әкелетін қақпақты жабады, сосын флотация жүретін, алдын ала жуылған қабылдағышқа пульпа келіп түседі, ол кейіннен машина бөліміне келіп түседі. Егер қабылдағыштың түбінде шөккен материал қалса, онда оған аз мөлшерде су құйып, шөгіндіні машина бөліміне құяды. Осыдан кейін пульпа қалдықтары жуғыштан су ағынымен жуылады. Машинаға құйылатын судың мөлшері пульпа қосқаннан кейін араластырғыш камерада пирамидалы камераға ауысқанда еркін циркуляцияны қамтамасыз ету керек. Осыдан кейін белгілі бір тәртіппен реагенттер қосылады, араласуға қажетті уақыт беріліп ауа жіберіледі. Егер пульпаның деңгейі төмен болса, машинаға суды көбікті алып тастайтын есу деңгейіне тиетін мөлшерде қосады (егер көбік қолмен алынатын болса, онда пульпаның деңгейін мүмкіндігінше жоғары ұстау керек, егер пульпа көбік тақтасы арқылы төгілмесе). Көбікті алу процесінде оған судың едәуір мөлшері түседі және пульпа деңгейі төмендейді. Деңгейді бірдей биіктікте ұстап тұру үшін бастапқы пульпадағыдай сілтілігі бірдей су қосылады. Тәжірибе барысында қабырғаға және камераның басқа бөліктеріне жабысқан көбікті бірнеше рет жуу керек. Флотацияның аяқталуы көбік түсінің өзгеруі және көбік сынамаларының сағат

шынысындағы тексеру нәтижелері бойынша анықталады. Тәжірибе барысында флотацияның басындағы көбік түсі флотацияланатын минерал түсімен сәйкес келеді; мысалы, қорғасын жылтырын флотациялау кезінде көбік болат түстен (ірі ұнтақтау кезінде) қара көк (ұсақ ұнтақтау кезінде) түске дейін болады; мырыш көбігі сфалериттің немесе мармариттің басым болуына және ірі ұнтақталуына байланысты ашық қоңыр түстен қара қоңыр түске ие болады. Ал осы минералдардың көбігі флотация соңында түссіз, ақ немесе келесі флотацияланатын минералдың түсіне ауысады.

Әдетте флотация жағдайлары алдын-ала белгілі қарапайым кендер үшін, ең алдымен, кенді ұнтақтаудың қажетті ірілігін анықтау үшін тәжірибелер жасалады. Полиметалл және күрделі кендер үшін ұнтақтаудың қажетті ірілігін анықтау бойынша тәжірибелер флотацияның реагенттік шарттары таңдалғаннан кейін қойылады. Тәжірибелер үшін реагенттердің әсерін анықтау үшін минералдардың өсу мөлшерін анықтау үшін микроскопиялық зерттеулерге сәйкес жұқа ұнтақтау керек (әдетте шамамен 80 % - 74 мкн).

Ұнтақтаудың жіңішкелігі ұнтақтау ортасын, кенді, суды және реагенттерді тұрақты тиеу кезінде осы диірмендегі ұнтақтау ұзақтығымен өлшенеді. Ұнтақтаудың ірілігі, әдетте, бүкіл өнім өтетін тесіктің ең аз мөлшері бар елекпен немесе електе бастапқы өнімнің 2% - дан аспайтын бөлігі (мысалы, + 0,42 мм, +0,3 мм және т.б.) немесе – 74 мкн ірілік класының шығуымен анықталады.

Флотациялық тәжірибелер үшін кен 60, 70, 80 % - 74 м дейін ұнтақталады. Көбік екі ыдысқа алынады, әр тәжірибеде концентраттар мен аралық өнімдер алынады. Барлық тәжірибелерде концентраттар алу үшін жинағыштардың, көбіктендіргіштің саны және флотация ұзақтығы бірдей. Аралық өнімді флотациялау ұзақтығы, және жинағыштың мөлшері әр түрлі болады және пайдалы минералдың флотациясы толығымен аяқталып, барынша кедей қалдық алуға тырысады.

Флотация тәжірибелерінде әдетте реагенттерді берудің келесі тәртібі қолданылады: сілтілер (сода, әк және т.б.), басқыштар (сұйық шыны, цианид, мырыш сульфаты және т. б.), қиын еритін жинағыштар (диксантогенид, тиокарбонилид, көмірсутектер және т. б.) ұнтақтау кезінде диірменге беріледі.

Қазіргі уақытта көптеген кендер үшін тәжірибе флотация кезінде пульпаның оңтайлы сілтілігін анықтады. Сілтінің шығыны кеннің де, судың да құрамымен анықталады. Сілтінің ең аз шығыны судың қаттылығын азайту үшін қажетті сілтінің (әк немесе сода) мөлшерімен анықталады.

Кеннің осы түрі үшін қажетті рН алу үшін сілтінің шығынын алдын ала анықтау мынадай түрде жүргізіледі. Кен сынамасы (салмағы 1 кг) шарлы диірменде 80 % - 74 м дейін құрғақ ұнтақтауға жібереді. Содан кейін оның 100 г өлшемесін алып, бөтелкелерге тығынмен жабады, оған 300 мл су және 10% сода ерітіндісінің әр түрлі мөлшері немесе әр түрлі ұсақталған әк қосылады, мысалы, кеннің бір тоннасына 0; 0,5; 1; 1,5 кг сілті және т.б. Сынамаларды қолмен немесе 20-30 мин механикалық теңгергіште шайқайды және пульпаның рН-ы тікелей (потенциометриялық анықтама) немесе ерітіндіні құрғақ ыдысқа

фильтрлеген соң анықтайды. Осылай сілтінің шығынын анықтаған соң, жинағыштардың, басқыштардың және т.б. шығыны тәжірибелік жолмен анықталады. Кейіннен флотацияның барлық негізгі шарттары таңдалған кезде, оның ішінде ұнтақтаудың қажетті ірілігі анықталған кезде, сілтінің шығынын дәлірек анықтау үшін екі - үш тәжірибе қойылады. Полиметалл кендерінің байытылуын зерттеу кезінде басқыштардың түрі мен шығынын анықтау зерттеудің маңызды бөлігі болып табылады. Бұл тапсырма әдетте біріктірілген басқыштар қолданылатындығымен күрделене түседі, олардың шығыны оның құрамдас бөліктерінің әр түрлі қатынасында анықталуы керек. Жинағыштың шығынын бір тәжірибеде көбікті фракциялық алып тастау және жинағышты фракциялық беру арқылы анықтауға болады. Алдымен ксантогенаттың ең аз мөлшері, содан кейін көбік түзуші ретінде қолданылатын майдың салыстырмалы түрде көп мөлшері беріледі, содан кейін көбік алынады.

Жинағыштың мөлшері жоғарылауымен металл алу артып, концентраттардың сапасы нашарлайды. Сондықтан жинағыштың шығынын фракциямен беру әдісі жинағышты бір реттік беру әдісіне артықшылық береді. Бұл жағдайда концентраттың сапасы бөліп алуға байланысты қалай өзгеретіні туралы нақты түсінік алуға болады және берілген кенді флотациялау сұлбасы туралы шешім қабылдау үшін мәліметтер алуға болады.

Реагенттермен жанасу ұзақтығы басқыштарды қолдану барысында үлкен маңызға ие, егер басқыш диірменге емес, флотация алдында ұнтақталған пульпаға берілген болса. Ерітінді түрінде берілген басқа реагенттермен көп жағдайда ұзақтығы 1 минут жеткілікті, бірақ бұл жағдайдың өзіндік ерекшеліктері бар.

Байланыс ұзақтығының флотация нәтижелеріне әсерін анықтау үшін әртүрлі байланыс уақыттарымен бірқатар тәжірибелер жасалады, мысалы 0, 5, 10, 20, 40 мин. Ұзақтықтан басқа, араластырудың өзіндік мәні мен сипаты бар. Сондықтан, егер тәжірибелер пульпаның реагенттермен алдын ала жанасу ұзақтығының флотация нәтижелеріне белгілі бір әсерін көрсетсе, осы жанасу кезінде пульпаны араластырудың әртүрлі қарқындылығы бар эксперименттерді қосымша қойған жөн. Араластыру қарқындылығы араластырғыштың айналу санын өзгерту арқылы өзгереді.

Пульпаның флотация кезіндегі температурасы көп жағдайда бөлме температурасы 15 - 25°C шегінде болады.

Пульпаның тығыздығы көп жағдайда флотация көрсеткіштеріне айтарлықтай әсер етпейді.

Аэрация дәрежесі. Әрқашан негізгі флотация кезінде араластыру күші тым жоғары болмаған жағдайда жақсы аэрацияны қамтамасыз ету қажет. Жақсы аэрация лабораториялық машинада ауа импеллеріне еркін қол жеткізу жағдайында шамамен 6,5-8,0 м/сек айналмалы айналу жылдамдығымен алынады. Тазалау флотациясы кезінде, керісінше, күшті аэрация қажет емес.

Флотация уақыты немесе ұзақтығы флотация режимін анықтау бойынша тәжірибе кезінде жолай анықталады. Ол үшін жүргізілген тәжірибелердің әрқайсысында флотация ұзақтығы жазылады. Бірақ флотация шарттары

таңдалған кезде, көбік уақыт бойынша фракциялық түрде алынып тасталатын бақылау тәжірибесін қоюға болады.

Кеннің флотациялану жылдамдығы осы минералдың немесе минералдардың ең баяу флотацияланатын бөлігінің флотация жылдамдығымен анықталады.

Концентраттарды тазалау шағын машиналарда жүргізіледі. Көбікті өнімнің көлемі оны машинаға өткізген және сумен шайған кезде машина көлемінен үлкен болуы мүмкін. Бұған жол бермеу үшін көбікті өнімді тұндырып, артық сұйықты жуғышқа құяды және оны концентратты машинаға жуу және пульпа деңгейі төмендеген кезде машинаға қосу үшін пайдаланады. Тазалау операцияларында басқыш реагенттерін қоспайды, тіпті тазалау операциясының алдында арнайы пульпа дайындалады [35].

3 Мыс өндірісіндегі конверторлық қожда мыс пен темірдің болу формаларын зерттеу

Конверторлық қождың заттық құрамын зерттеу үшін ДФС-13 дифракциялық спектрографында атомдық – эмиссиялық сапалық спектрлік талдау жүргізілді.

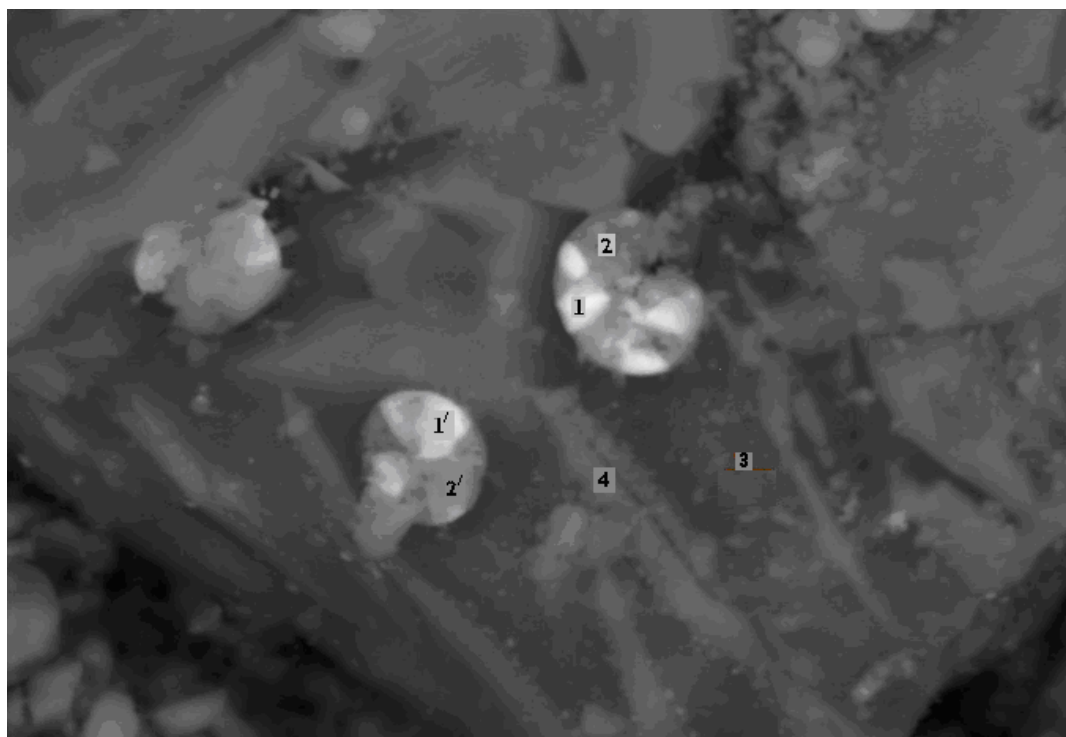
Балқаш мыс қорыту зауытының конверторлық шлагын атомдық-эмиссиялық сапалы спектрлік талдау нәтижелері бойынша талдауға ұсынылған сынамада, %: $Au \geq 1,5$ г/т; $Ag \geq 0,003$ г/т; $Cu \sim 1,0$; $Pb \sim 0,01$; $Zn \geq 0,03$; Mg өте көп; Fe өте көп; Si көп; Al көп; $Bi \sim 0,003$; Ti қарқынды сызықтар; Ca көп; $Sb \leq 0,1$; $Sn \sim 0,01$; $As \leq 0,1$; $Na > 0,1$; Mn интенсивті сызықтар; $La > 0,003$.

Электрондық микроскопта қожсынамасын зерттеу ашық және қараңғы аймақтарды қамтитын дөңгелек глобулалардың (1-сурет) болуын көрсетті.

Ашық – бұл қожда н оқшауланған металдар – мыс және қорғасын, онда темір мен мырыш тотыққан күйде болады (1 және 1').

Глобулалардың қараңғы аймақтары – мыс, қорғасын сульфидтеріне және мырыш пен темір оксидтеріне бай оксисульфидті аймақтар (2 және 2').

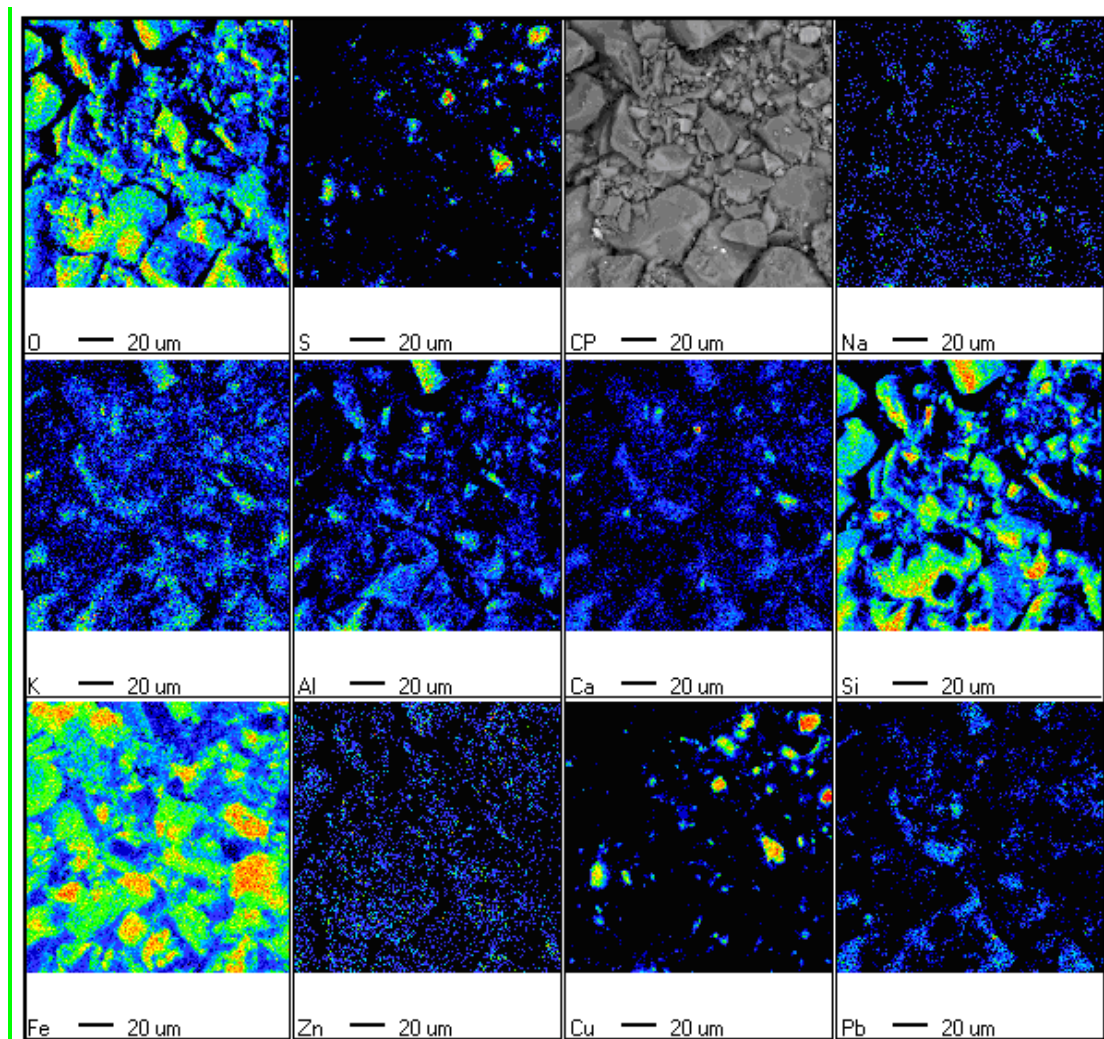
1-суреттегі ашық (4) және күңгірт (3) аймақтар жеке қожды (4) және темірі жоқ (3) аймақтарды құрайды.



1 – сурет - Конвертерлік қожсынамасының микрофотографиясы, х 3000

Конвертерлік қожсынамасында элементтердің нүктелік таралуын қарау кезінде мыс пен күкірттің барынша көп болу учаскелерінің анық сәйкестігі көзге түседі (2-сурет). Күкірттің таралу аймағы мыстың таралу аймағынан біршама аз болғандықтан, кейбір «мыс» бөліктерінде күкірт жоқ (оң жағы,

ортасында), бірақ оттегі, қорғасын және қожтүзетін заттар бар, олар өзара әрекеттескенде оксисульфидті формалардан бөлінетін металл мыс сынамасында болуы мүмкін. Зерттелген сынамада қорғасын әйнегінің болуы байқалады.



2 – сурет – Конверторлық қождағы элементтердің нүктелік таралуы

1-суреттің жоғарғы оң жақ бұрышында қорғасын, кремний, оттегі, сілтілік элементтердің жеткілікті жоғары концентрациясы және темірдің толық болмауы бар ромб тәрізді аймақ орналасқан. Дәл осындай аймақ 2-суреттің орталығынан төмендеу жерде көлденең сызық түрінде байқалады.

Мырыш сынаманың бүкіл аймағына біркелкі таралған, кремний оттегімен байланыстырылады, темір туралы да осылай айтуға болады. Сынамадағы темірдің жоғары мөлшері оттегінің жеткілікті жоғары болуымен және кейбір жағдайларда кремнийдің толық болмауымен байланысты (жоғарғы сол жақ бұрыш, суреттің сол жақтағы төменгі жиегі, суреттің оң жақ жиегіндегі орталық).

Осылайша, конвертор шлағын микрозондты талдау жүргізген зерттеулер бұл сынамаларда мыс сульфид түрінде, қорғасын сульфид түрінде де, оксид түрінде де, әйнек түрінде де, мырыш оксидінде де болатындығын көрсетті. Темір оксидінің концентрациясы өте жоғары. Конвертор шлағының өзі өте

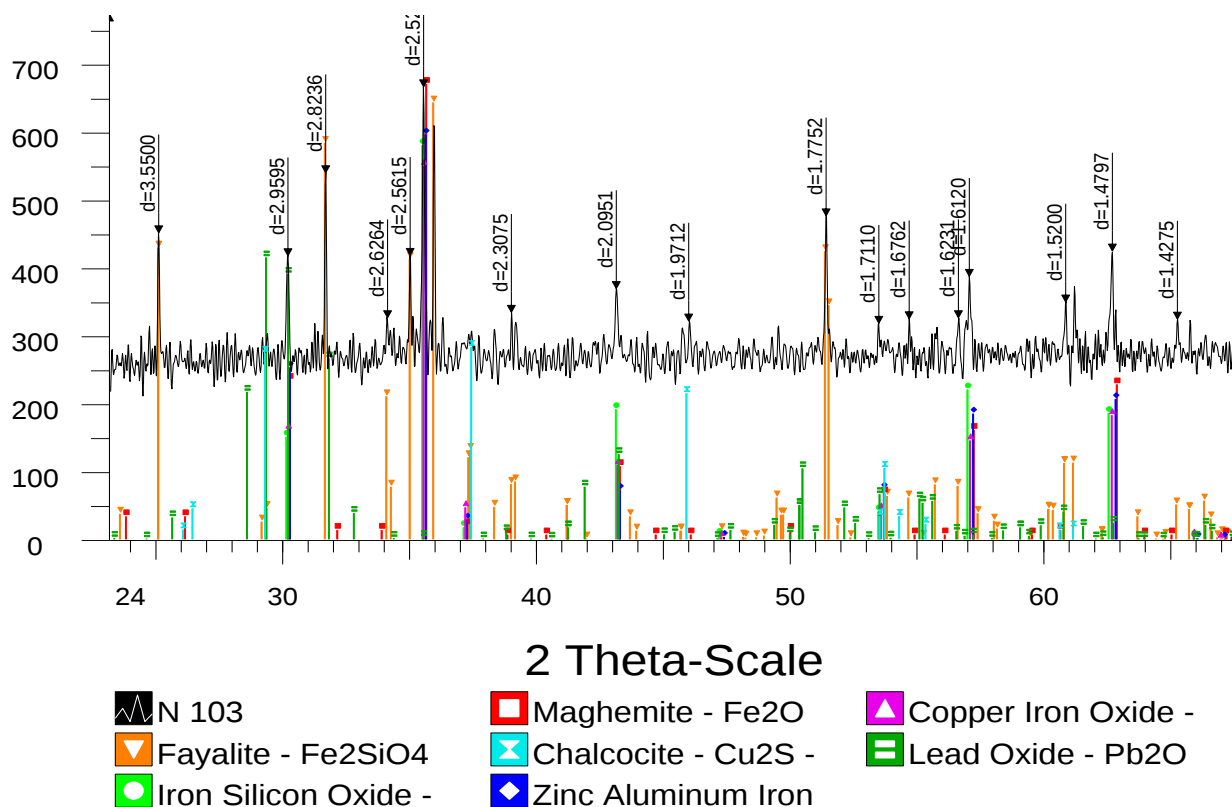
гетерогенді. Сульфидті минералдардың қосындылары өте ұсақ (0,005-0,010 мм), бұл оның құнды құрамдастарын флотация арқылы алу үшін конвертерлік қожды ұнтақтауды талап етеді.

8 – кесте – Рентгенофлуоресцентті талдау нәтижелері

Химиялық элемент	Құрамы, %
O	22,512
Na	0,667
Mg	0,343
Al	1,817
Si	9,333
P	0,014
S	0,954
Cl	0,113
K	0,491
Ca	12,686
Ti	0,006
Cr	0,069
Mn	0,049
Fe	40,534
Cu	2,1
Zn	4,522
Rb	0,007
Zr	0,011
Mo	0,019
Pb	5,621
Ba	0.08

8 – кестедегі мәліметтерден (жартылай сандық талдау) сынамадағы бастапқы кенде мыс 2,1%, қорғасын - 5,621%, мырыш - 4,522%, темір - 40,534% және т. б. көрінеді.

D8 Advance (BRUKER) аппаратында сынамаларға рентгенофазалық талдау жүргізілді, α сәулелену – Cu, түтіктегі кернеу 40/40-қа тең. Балқаш өндірісіндегі конверторлық қождың дифрактограммасы 3-суретте келтірілген.



3 – сурет – БМЗ конверторлық шлагының диффрактограммасы

Алынған диффрактограммалардың деректерін өңдеу және жазықтықаралық қашықтықты есептеу EVA бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүргізілді. Сынамаларды таратып жазу және фазаларды іздеу ASTM карточкаларының деректер базасын пайдалана отырып Search/match бағдарламасы бойынша жүргізілді.

Балқаш өндірісінің конверторлық шлагын рентгенофазалық талдау деректері 9 – кестеде келтірілген.

9 – кесте – Конверторлық қожды рентгенофазалық талдау нәтижелері

Қоспалардың атауы	Формуласы	Құрамы
Фаялит	Fe_2SiO_4	30.8%
Кремний темір оксиді	$\text{Fe}_{2.95}\text{Si}_{0.05}\text{O}_4$	27.6%
Маггемит	Fe_2O_3	12%
Халькозин	Cu_2S	10.1%
Темір-алюминий мырыш оксиді	$\text{Zn}(\text{Al}_{0.5}\text{Fe}_{1.5})\text{O}_4$	8.4%
Мыс темір оксиді	$\text{Cu}(\text{Fe}_2\text{O}_4)$	7.7%
Қорғасын оксиді	Pb_2O_3	3.4%
Қорғасын оксиді сульфаты	$\text{Pb}_3\text{O}_2\text{SO}_4$	

Осылайша, БМЗ конвертер шлагы фаялит, кремний темір оксиді, маггемит, халькозин, темір алюминий мырыш оксиді, мыс темір оксиді, қорғасын оксиді, қорғасын оксид сульфаты сияқты фазалармен ұсынылған.

4 Конвертерлік қожды өндеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау

Конвертерлік қожды термиялық өндеу оның фазалық құрамын өзгертуге бағытталған, бұл болашақта балқымадан құнды металдарды оңай алуға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта шихтаны автогендік режимде балқытуға көшу кезінде балқыту пештерінде конвертерлік қожды қайта өндеу мүмкін емес, сондықтан Үндістандағы конвертерлік қождарды хлорлы темірді қолдана отырып гидрометаллургиялық тәсілмен өңдейтін зауыттан («Гатсила») басқа барлық зауыттар конвертерлік қожды флотациялауға көшті [36].

Бұл салада әсіресе Орал өңірінің ғалымдары белсенді жұмыс істейді, өйткені Ресейдің «мыс белдеуінің» негізгі бөлігі орналасқан [37-39].

Оралда құрамында 0,8-2,0% Cu; 3,5% Zn; 1,5% S; 45%-ға дейін Fe, сондай-ақ 1,3 г/т Au және 11 г/т Ag бар 110 млн.тоннадан астам мыс қождары жинақталды [40].

Шикізат базасының сарқылуы пайдалы қазбаларды пайдаланудың кешенді тәсілін және мыс өндірісінің шлагынан металды неғұрлым толық алу мәселесін шешуді талап етеді.

Мыстың массалық үлесін қайталама мыс минералдарының пайда болуына қарай қайта бөле отырып, құрамында мыс бар минералдардың мөлшерін ұлғайту үшін қожды баяу салқындатудың әртүрлі әдістері ұсынылады және зерттеледі.

Бірақ, осы мәселеге арналған көптеген жұмыстарға қарамастан, зерттелген басқа қожда рға мәліметтерді экстраполяциялау заңсыз, өйткені металлургиялық балқымалар сияқты күрделі жүйелер үшін жалпы заңдылықтар жоқ.

Балқаш мыс зауытының (БМЗ) конвертерлік қождарында мыс пен темірдің болу формаларын зерттеу кезінде рентгенофазалық және микрондтық талдаулар мынадай фазалардың бар екендігі анықталды: фаялит, темірдің кремний оксиді, маггемит, халькозин, мырыштың темір-алюминий оксиді, темірдің мыс оксиді, қорғасын оксиді, қорғасын оксиді сульфаты.

Яғни, БМЗ конвертер қождары мыс құрамды – халькозин, табиғи мыс, интерметалдық қосылыстар мөлшерін ұлғайту мүмкіндігі туралы ғана айтуға болады. Темір тотығын халькопириттің кристалды торындағы мыспен араластыруға келмейді. Темір шлагының барлығы дерлік тотығып, силикат немесе оксид түрінде болады.

Қождарды баяу салқындату кезінде, әдетте, бөлшекаралық кеңістік мөлшері артады және силикаттардың қайта кристалдануы жүреді, бұл материалдың кейінгі ұнтақталуын жеңілдетеді.

Балқыманы баяу салқындату үшін алдымен оны еріту керек екені белгілі. Ерітілген қождың бастапқы құрамымен салыстырғанда мүлдем басқа минералогиялық құрам болуы мүмкін. БМЗ қожсынамасының химиялық құрамы 10 – кестеде келтірілген.

10 – кесте – Сынаманың химиялық құрамы

Сынама №	Cu	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S
1	1,89	5,3	3,3	41,3	20,1	0,30	0,58	4,2	1,08

Лабораторияда балқыту әдісі келесідей болды: қожсынамасы механикалық ерітіндіде 20 минут ішінде -10 мм ірілікке дейін ұнтақталды. Қожсынамасын орташа ұнтақтаумен қысқартуға болады, бірақ оның ұсақ ұнтақталған материалын термиялық өңдеуге ұшырату мүмкін емес, өйткені оның газ тәріздес ортасының фазалық құрамына үлкен әсер етеді. Ұнтақталған сынаманы тигельдерге, содан кейін суық пешке тиейді, пешті 1250°C-қа дейін 30 минут қыздырып, кейін сынаманы 1250°C температурада 30 минут ұстайды, содан кейін сынаманы ауада сөндіреді. Сынаманы кесу кезінде сынаманың еріп кетпегенін қадағалау керек. Жоғарғы бөлігі кесектермен, төменгі жағы қабықшалармен және жеке шыны тәрізді ұшқындармен жағылады.

Келесі балқытуды сол пештің қожсынамасын ыстық пешке тиеп, балқытып және 1250°C температурада 30 минут ұстап, кейін пеште 900°C-қа дейін салқындату арқылы және қайтадан бір сағат ұстау арқылы жүргізді. Содан кейін, бір жағдайда пештен 1-ші тигель алынып, сөндірілді (2-сынама), ал 2-ші тигель пешпен бірге салқындауға қалдырылды (3-сынама). Химиялық және рентгенофазалық талдаулар 11 және 12 – кестелерде келтірілген.

11 – кесте – Сынамаларды химиялық талдау, масса %

сынама №	Cu	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S
2	1,90	4,8	3,4	41,3	18,8	0,32	0,58	4,7	1,21
3	1,93	5,5	3,6	42,7	18,3	0,27	0,63	4,2	1,57

12 – кесте – Рентгенофазалық жартылай сандық талдау

1-сынама:	фаялит- 71,2%; магнетит- 28,8%
2-сынама:	гортонолит- 42,0%; магнетит- 10,1%; Si бар Fe оксиді – 47,9%
3-сынама:	гортонолит- 40,7%; магнетит- 25,1%; Si бар Fe оксиді – 34,2%

Тигельдің жоғарғы бөлігінде оксидті темірден, ал төменде оған қол тигізбестен балқытылған, көзге көрінбейтін тығыз пленка пайда болады.

Бір қождың сынамаларында әртүрлі термиялық өңдеуге ұшыраса да мыс пен күкірт құрамының айқын артуына назар аударуға болады. Сонымен, 1-сынама – зауыттың бастапқы шлагы; 2-сынама - 1250°C температурада қайта балқытылған, 900°C дейін салқындатылған, осы температурада ұсталған және қатайтылған сынама. 3-сынама 2-сынаманың барлық термиялық өңдеуінен өтті, бірақ пеште салқындатылды. Сынамаларда мыс пен күкірттің құрамының ұлғаюының айқын тенденциясы бар, бұл тең ұнтақтау жағдайы, ұсақ дисперсті

суспензияның іріленуіне және оның мүмкін болатын шөгуіне байланысты, мыс саңылауының ұлғаюына байланысты деп түсіндіріледі.

Сынамалардың фазалық құрамы да өзгереді: қожды қайта қыздыру фаялитте темірдің тотығуына әкеледі және сынамадағы соңғысының мөлшері үш валентті темір – Fe_3O_4 магнетиті және оның кремний торына (кремнийі бар темір оксиді) – $\text{Fe}_{2,95}\text{Si}_{0,05}\text{O}_4$ сіндірілген магнетит қосылыстарының тиісті өсуімен шамамен екі есе азаяды. Фаялит сонымен қатар гидронолит – фаялит – $2(\text{Fe}_{0,85} \cdot \text{Mg}_{0,15})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ изоморфты қатарының минералына ауысу арқылы біршама өзгереді.

1 қождың сынамасын ыстық пешке жүктеп, 1250°C температурада жарты сағат ұстап, ауада сөндірумен - 4 қожсынамасына тәжірибе жүргізілді.

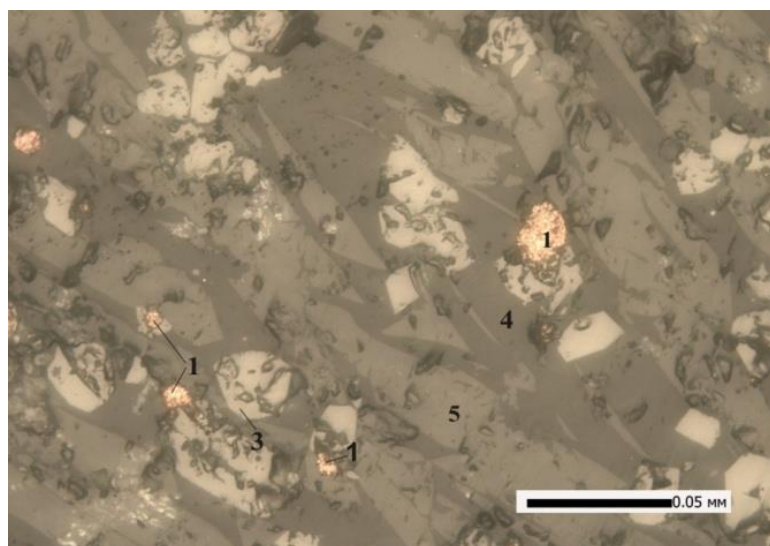
1 және 4 сынамаларына минералогиялық талдау, барлық кейінгі сынамалар сияқты, Leica микроскопымен жылтыр жұқа кесінділерде және иммерсиялы ортада жүргізілді. Минералды фазаларды диагностикалау мақсатында оларға электронды-зондтық талдау жүргізілді. Келесі минералды фазалар анықталды: металды мыс, халькозин (Cu_2S), магнетит (Fe_3O_4), маггемит (Fe_2O_3), кремний және темір оксиді ($\text{Fe}_{2,95}\text{Si}_{0,05}\text{O}_4$), фаялит (Fe_2SiO_4) және гидронолит [$2(\text{Fe}_{0,85}, \text{Mg}_{0,15})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$], мырыш, алюминий және темір оксиді [$\text{Zn}(\text{Al}_{0,5}\text{Fe}_{1,5})\text{O}_4$], мыс және темір оксиді [$\text{Cu}(\text{Fe}_2\text{O}_4)$], қорғасын оксиді (Pb_2O_3), темір қоспасы бар алюмосиликат, $\text{Cu}_2(\text{Sb,Pb})\text{O}_2$, Cu_2PbS .

4 – суретте 1 – сынамасының микрофотографиясы көрсетілген.

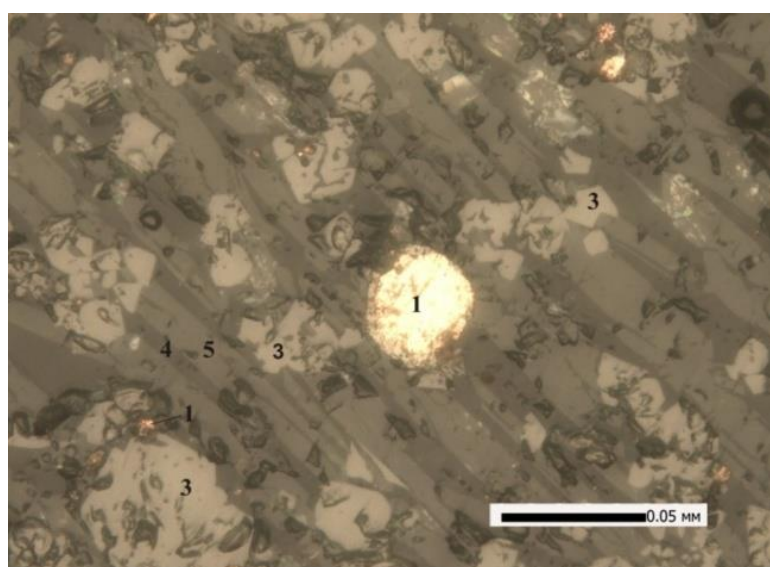
Бастапқы қождың сынамасы фаялит, силикат, магнетит, кремний бар темір оксиді және шыны негізіндегі қорытпа болып табылады. Мыс фазасы металды мыс пен халькозинмен ұсынылған. Қожмассасының құрылымы жұқа және ұзын призматикалық фаялит кристалдарының призмалық және ұзын призматикалық кремнийлі қожфазасының кристалдарымен ауысуына байланысты, оның аясында идиоморфты түйіршіктер түрінде магнетит пен кремнийі бар темір оксиді болады.

Металл мыс сынамада екі морфологиялық айырмашылық түрінде кездеседі – жұқа дисперсті (4а – сурет) және ұсақ түйіршікті (4б – сурет). Ол көлденең қимасы бойынша 0,005-тен 0,035 мм-ге дейінгі моншақтарды құрайды. Ол бос түйіршіктерде, сондай-ақ халькозиндегі қоспалар түрінде болады. Металл мысының бос түйіршіктері кейде халькозин шекарасымен болады. Ірілігі 0,005–0,01 мм болатын түйіршіктер басым. Микроскоптың көру аймағында 400-ден 12-15 металл мыс түйіршіктері болады.

Халькозин кубтық сингония – дигениттің жоғары температуралы айырмашылығымен ұсынылған. Шағылысқан жарықта ол ашық сұр изотропты. Түйіршіктердің пішіні көбінесе дөңгелек немесе сәл бұрмаланған. Кристалдардың ірілігі көлденең қимада 0,25 мм-ге жетеді (4б – сурет).



а)



б)

1-металл мыс; 3 – магнетит және кремнийі бар темір оксиді; 4 – фаялит; 5- силикатты қожфазасы.

4 – сурет – 1 – сынама, жылтыратылған шлиф, шағылысқан жарық, 400 ұлғайту

Магнетит сынамада 28,8% құрайды. Кубтық сингония минералы, қатты магнитті. Ол әдетте тетрагональды, ромбтық, гексоэдрлік және тұрақсыз пішінді түйіршіктерді құрайды. Түйіршік ірілігі көлденең қимада 0,01-ден 0,15 мм-ге дейін. Ол жалғыз түйіршіктер мен гломеропорфир өсінділері түрінде кездеседі.

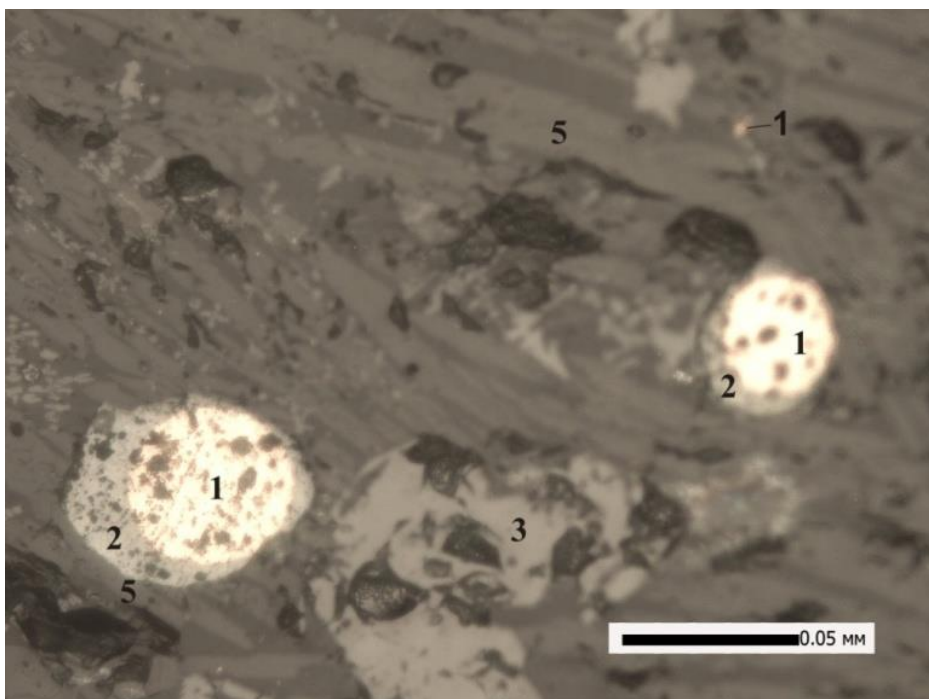
Фаялит – оливин тобындағы минералдардың темірлі түрі. Сынамада ол 71,2% құрайды, кен минералдары арасындағы бос жерлерді толтырады және өте жоғары сыну көрсеткіштері, рельефі және кедергі түстері бар жұқа инелер мен ұзын пипристік кристалдардың агрегаттарын құрайды. Шағылысқан

жарықта минерал сұр, ол екінші металл емес фазамен – темір мен қорғасын қоспасы бар силикатпен тығыз байланысты.

Темір мен қорғасын қоспасы бар силикат (қожfazасы) фаялитке қарағанда шағылысқан жарықта призмалық кристалдар түзеді. Мөлдір шлифте ол фаялитке қарағанда салыстырмалы түрде төмен сыну көрсеткіштерімен және төмен екі жақты сынумен сипатталады. Оптикалық қасиеттері бойынша ол табиғи ромбтық пироксенге жақын.

Шыны фаялит пен силикат түйіршіктерінің арасындағы бос жерлерді толтырады және сынамада алғашқы пайыздарды құрайды. Ол изотропты, түссіз.

4 – сынама учаскесінің микрофотографиясы 5 – суретте көрсетілген.



1-металл мыс; 2-халькозин; 3-гортонолит; 5-силикатты қожfazасы

5 – сурет – 4 – сынама, жылтыратылған шлиф, шағылысқан жарық, 400 ұлғайту

Металл мыс көлденең қимада 0,005-тен 0,055 мм-ге дейінгі моншақтарды құрайды. Ол бос түйіршіктерде, сондай-ақ халькозиндегі қоспалар түрінде болады. Металды мыстың бос түйіршіктері кейде халькозин шекарасымен келеді (5-сурет). Мыс түйіршіктерінің ірілігі 0,005-тен аз (дисперсті) 0,015, 0,02, 0,025, 0,04, сирек 0,05 мм-ге дейін. Ірілігі 0,01-0,015 мм түйіршіктер басым. Микроскоптың көру аймағында 400-ден 4-5-тен 10-12-ге дейін металды мыс түйіршіктері бар.

Халькозин 1-сынамада жоғарыда сипатталғанға ұқсас. Ол кубтық сингонияның жоғары температуралы түрі – дигенитпен, шағылысқан жарықта –

ашық сұр изотропты. Түйіршіктердің пішіні көбінесе дөңгелек немесе сәл бұрмаланған. Кристалдардың ірілігі көлденең қимада 0,7 мм жетеді.

Магнетит 12,2%, кремний бар темір оксиді – 49,2% құрайды. Микроскоптың көмегімен олар ажыратылмайды және әдетте тетрагональды, ромбтық, гексаэдрлік және тұрақты емес пішінді түйіршіктер түзеді. Түйіршік ірілігі көлденең қимада 0,01-ден 0,15 мм-ге дейін.

Гидронолит – оливин тобындағы минералдардың темір-магний түрі. Сынамада 38,6% құрайды, ал оптикалық сипаттамалары бойынша жоғарыда сипатталған фаялитке ұқсас.

Темір мен қорғасын қоспасы бар силикат призмалық кристалдар түзеді, шағылысқан жарықта фаялит пен гортонолитке қарағанда жеңіл, шлифтерде олар төмен бирипреломациямен және тікелей жойылуымен сипатталады.

Шыны гортонолит пен силикат фазасының түйіршіктері арасындағы бос жерлерді толтырады және сынамада алғашқы пайыздарды құрайды. Бұл изотропты, түссіз. Сынаманың құрамы мен құрылымдық-текстуралық ерекшеліктері бойынша бастапқы 1 – сынамаға ұқсас.

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден көріп отырғанымыздай, бастапқы қожды ауада қатаю арқылы балқыту металл мыс түйіршіктерінің ірілігін 0,005-0,35 мм-ден (1 – сынама) 0,005-0,055 м – ге дейін арттырады, халькозин моншақтары 0,25-тен 0,7 мм – ге дейін артады. 400-ден асқан жағдайда бірінші жағдайда 12-15 дана мыс, ал ерітілгеннен кейін-4-5-тен 10-12 түйіршіктерге дейін анықталады.

Яғни, қождың тұрақсыз құрамына қарамастан, қожды қысқа мерзімді термиялық өңдеуден кейін металл және сульфидті мыс суспензиясының біршама ұлғаюы байқалады деп санауға болады.

Жүргізілген тәжірибелерге сүйене отырып, конвертер шлағын термиялық өңдеудің оның сарқылуына әсері туралы келесі зерттеу әдісін таңдаймыз:

- 10 мм фракциялы қожды 1250 градусқа дейін қыздырылған пешке салу;
- 1250 градуста 30 мин ұстау;
- берілген температураға дейін салқындату (900, 1000, 1100°C) және онда ұстау – 60 мин;
- пешпен бірге салқындату;
- қожсынамасы ұсақталады, ұнтақталады, содан кейін 20 минут ішінде ұнтақ күйіне дейін СМБМ типті механикалық ерітіндіде өңделеді.

Қождарды термоөңдеу температурасын таңдау жұмысқа негізделген [41]. Біріншісінде авторлар штейнмен байланысқан қождағы суспензияда әрқашан оның Штейннің өзінен гөрі мыс көп болатындығын көрсетті.

1-сынаманың микрондтық талдауы өлшеменің құрамы әртүрлі анықтамалықтардың деректері бойынша балқу температурасы 1100-1129°C құрайтын ақ маттқа жақын екенін көрсетті [42, 43].

Мыс концентраттарын әр түрлі арақатынаста өңдеу кезінде алынған штейндердің балқу температурасын зерттеу кезінде штейндегі мыс құрамының 43-тен 55% - ға дейін жоғарылауы оның балқу температурасын 950-ден 860-қа дейін төмендететіні анықталды. Қожсынамасын іріктеу кезінде ПВ-1 және ПВ-2

бар штейндегі мыс мөлшері 48,9-50,7% құрады, бірақ штейндегі қорғасын құрамы зерттелгендегіден жоғары болды – 4,72%, 4,0% орнына, бұл температураны 925-тен ~900-910°C-қа дейін біршама төмендету керек.

Конвертерлік қожды өндеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау. Әзірленген әдістеме бойынша бастапқы қожбенэксперименттер жүргізілді, ал алынған, термиялық өңделген сынамалармен - химиялық, жартылай сандық рентгенофазалық, жылтыратылған сынамалардың микроскопиялық талдаулары (4 және 6 сынамалар үшін мөлдір шлифтердің микроскопиялық талдауы да жүргізілді), сондай-ақ түзілген фазалардың құрамын және элементтердің растрлық таралуын анықтау үшін ұсақталған (фракциясы <0,080 мм) және жылтыратылған сынамалардың электрондық микрозондтық талдауы жүргізілді.

13 – кестеде химиялық, ал 14 – кестеде қождарды термоөндеуден кейін алынған рентгенофазалық жартылай сандық талдаулардың нәтижелері келтірілген. Сол жерде салыстыру үшін 1250°C температура кезінде бастапқы және қайта балқытылған қожқұрамдардың деректері келтірілген.

13 – кесте – Термиялық өндеуге дейінгі және одан кейінгі қождың химиялық құрамы

Термоөндеу параметрлері (сынама №)	Компоненттер құрамы, %								
	Cu	Pb	Zn	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S
№1 сынама – Бастапқы қож	1,89	5,3	3,3	41,3	20,1	0,30	0,58	4,2	1,08
№4 сынама – балқ.-1250°C - 30 мин, суытылған	1,91	4,8	2,2	40,6	18,8	0,27	0,58	4,7	1,61
№5 Сынама Балқ. - 1250°C - 30 мин, салқын. 1100°C дейін – 1 сағат, салқын. пешпен	1,95	4,8	3,2	42,0	18,5	0,3	0,63	4,5	1,85
№6 Сынама Балқ. - 1250°C -30 мин, салқын. 1000°C дейін – 1 сағат, салқын. пешпен	1,9	4,8	3,4	41,3	17,4	0,32	0,63	4,4	1,39
№3 Сынама Балқ. - 1250°C -30 мин, салқын. 900°C дейін-1 сағат, салқын. пешпен	1,93	5,5	3,6	42,7	18,3	0,27	0,63	4,2	1,57

Сынамалардың минералогиялық, рентгенқұрылымдық және электрондық микрозондтық талдаулары бастапқы сынаманың және температуралық өндеуден өткен сынамалардың матрицасының (руда емес минералдар мен

тотыққан темір) құрамы минералдық құрамның толық сәйкес келуімен сипатталатынын көрсетті. Олардың сандық қатынасы ғана ерекшеленеді: магнетит фазасы төмендейді, бірақ магнетит оның торына кіретін кремниймен бірге пайда болады - $\text{Fe}_{2,95} \cdot \text{Si}_{0,05} \cdot \text{O}_4$; Темірдің тотығуына байланысты фаялиттің мөлшері жартысына жуық азаяды, ал оның қалдығы гидронолитке айналады – сонымен қатар оливин тобының минералы – $2(\text{Fe}_{0,85}, \text{Mg}_{0,15})\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, фаялиттің изоморфы $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ (12 – кесте).

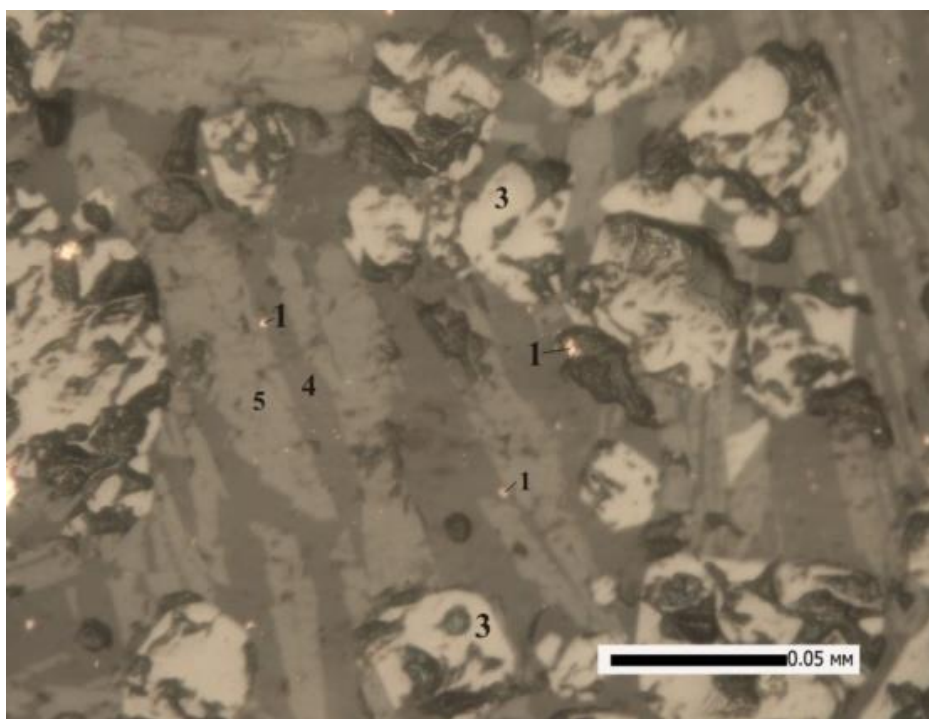
Магнетит пен кремнийі бар темір оксиді 1 және 4 сынамаларына, жылтыратылған шлифте олар ерекшеленбейді. Олар тетрагональды, ромбтық, гексаэдрлік және тұрақты емес пішінді түйіршіктер мен олардың өсінділерін құрайды. Түйіршік ірілігі 0,02-ден 0,35 мм-ге дейін.

14 – кесте – Термиялық өңдеуге дейінгі және кейінгі қождың фазалық құрамы

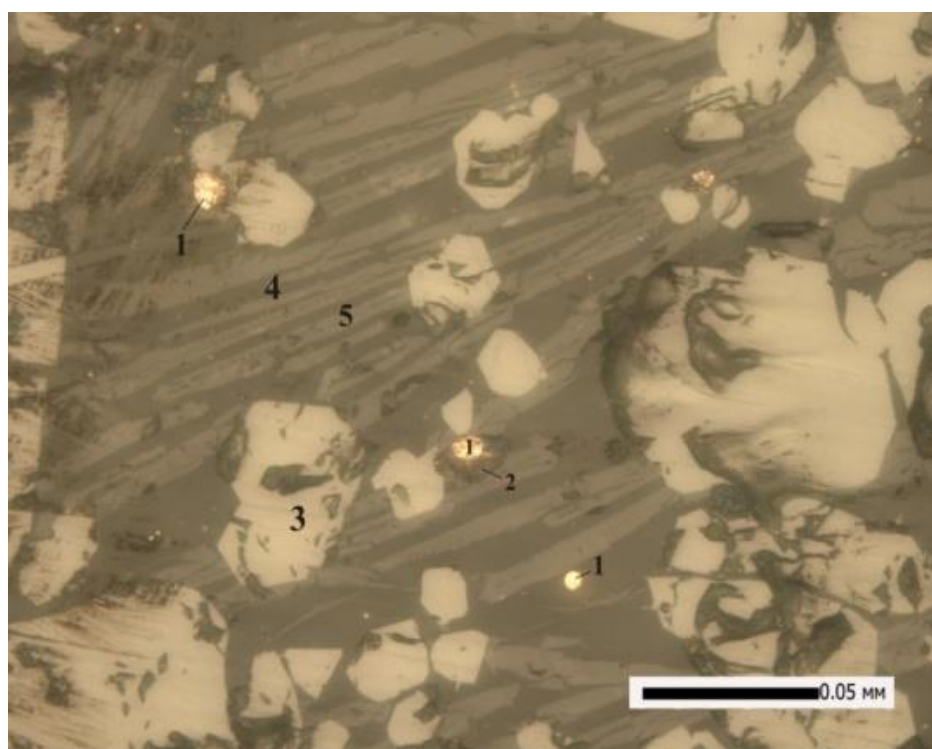
Сына- ма №	Фаялит *, гортонолит	Магнетит	Кремний темір оксиді	Термоөңдеу параметрлері
1	71,2*	28,8	-	Жоқ
4	38,6	12,2	49,2	1250°C - 30 мин, суытылған
5	41,1	11,5	47,5	Балқ. - 1250°C - 30 мин, салқын. 1100°C дейін – 1 сағат, салқын. пешпен
6	42,9	11,8	45,3	Балқ. - 1250°C -30 мин, салқын. 1000°C дейін – 1 сағат, салқын. пешпен
3	40,7	25,1	34,2	Балқ. - 1250°C -30 мин, салқын. 900°C дейін-1 сағат, салқын. пешпен
Ескерту: фаялит тек 1 – сынамада анықталды				

Қожфазасының құрылымы түйіршікті жолақты, силикат қожфазасының жұқа және ұзын призматикалық кристалдары кезектеседі, оның аясында идиоморфты түйіршіктер түрінде магнетит пен кремнийі бар темір оксиді болады. Барлық сынамаларда гортонолит пен қожфазасының түйіршіктері арасындағы саңылауларды толтыратын және алғашқы пайыздарды құрайтын шыны болады.

5, 6,3 сынамалардың микрофотографиялары 6-8 суреттерде келтірілген.



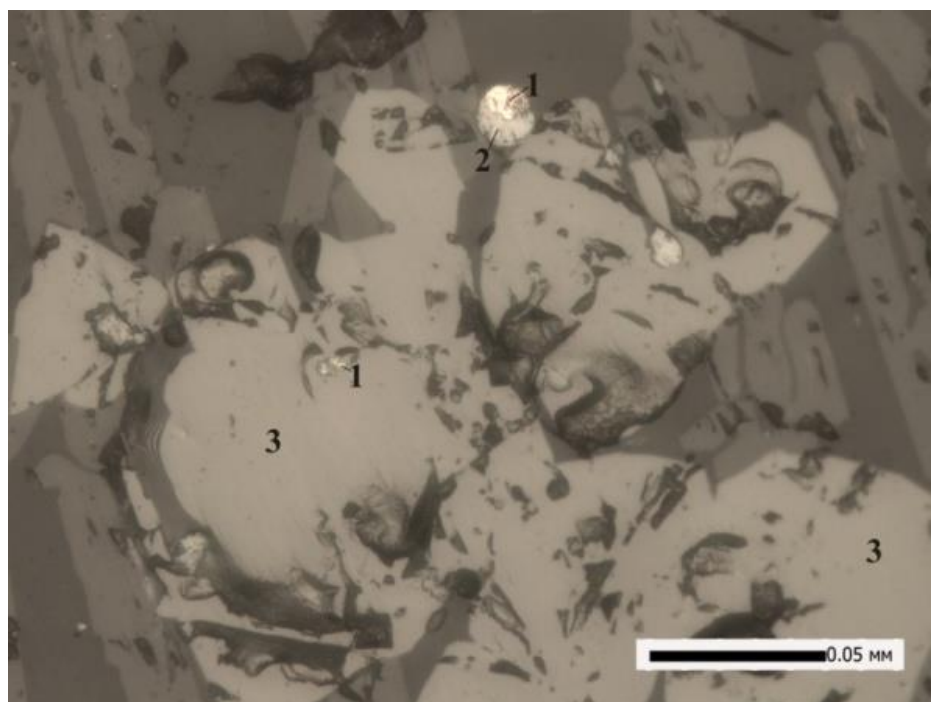
a)



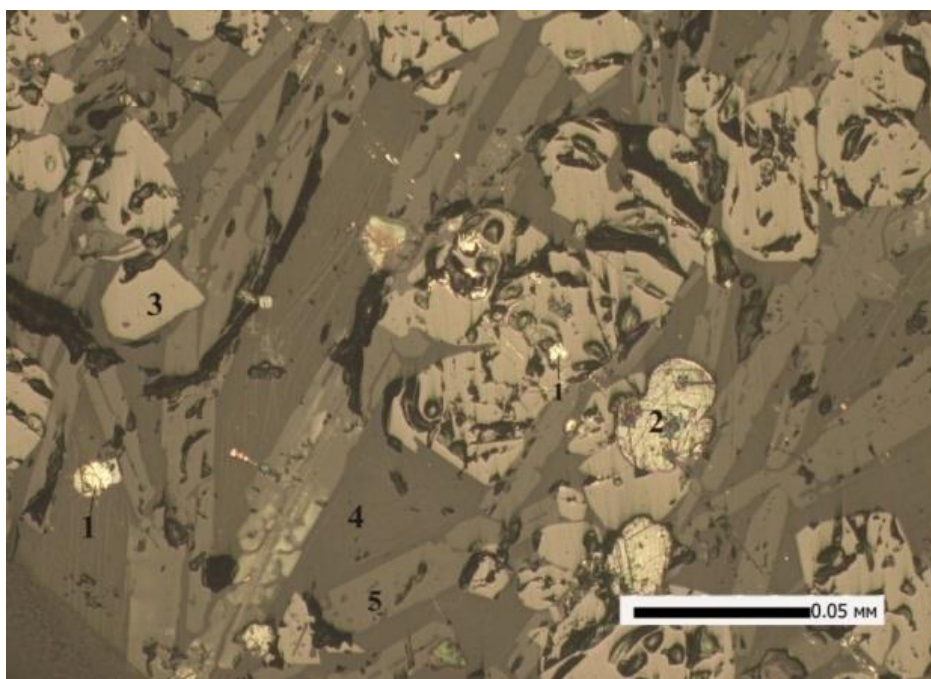
б)

1-металл мыс; 2-халькозин; 3-магнетит және кремнийі бар темір оксиді; 4-гортонолит; 5-силикатты қожфазасы

6 – сурет – 5 – сынама, жылтыратылған шлиф, шағылысқан жарық, 400 ұлғайту



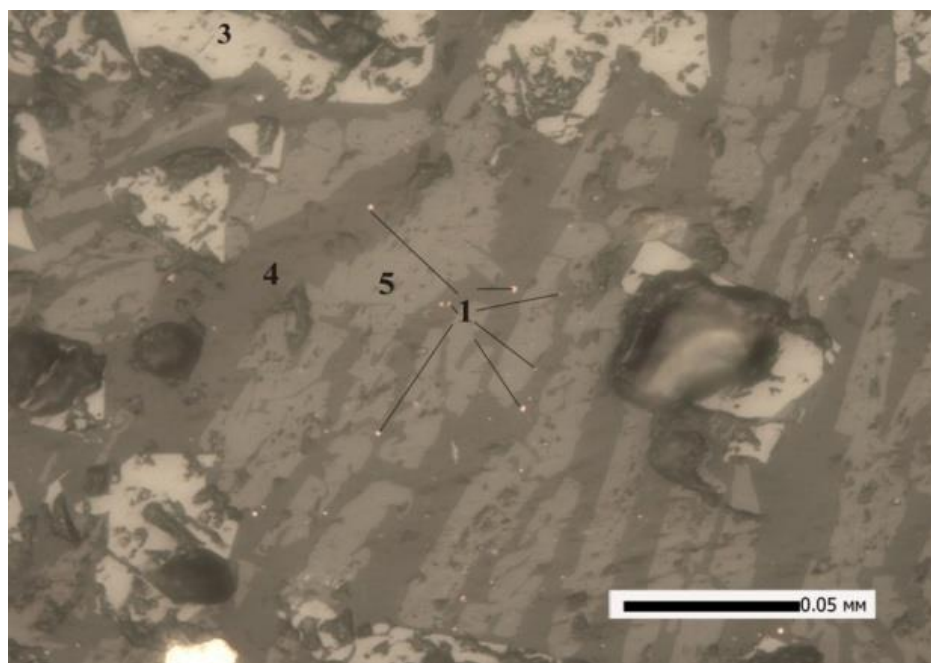
a)



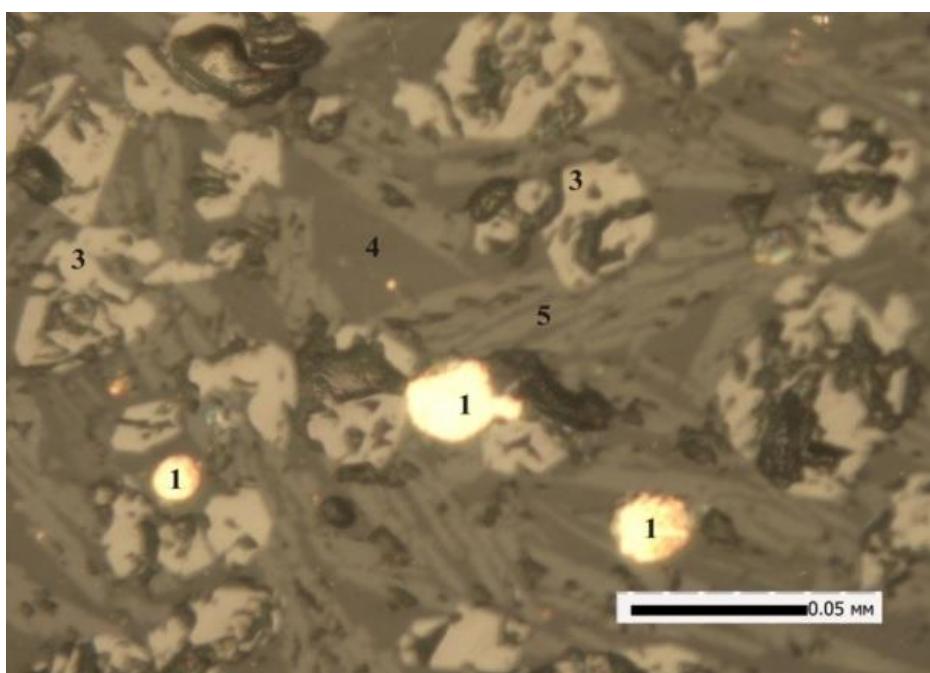
б)

1-металл мыс; 2-халькозин; 3-магнетит және кремнийі бар темір оксиді; 4-гортонолит; 5-силикатты қожфазасы

7 – сурет – 6 – сынама, жылтыратылған шлиф, шағылысқан жарық, 400 ұлғайту



а)



б)

1-металл мыс; 2-халькозин; 3-магнетит және кремнийі бар темір оксиді; 4-гортонолит; 5-силикатты қожфазасы

8 – сурет – 3 – сынама, жылтыратылған шлиф, шағылысқан жарық, 400 ұлғайту

Сынамалардың минералогиялық талдауы 5 – сынамада металл мыстың құрамы төмендегенін көрсетті (6 а және б сурет).

Ол көлденең қимада $<0,005$ -тен $0,01$ мм-ге дейінгі моншақтарды құрайды. Бос түйіршіктерде, сондай-ақ халькозиндегі қоспалар түрінде кездеседі. Металл мысының бос түйіршіктері көбінесе халькозин шекарасымен болады. Мыс

түйіршіктерінің ірілігі 0,005-тен 0,015 – 0,02–ге дейін, сирек-0,04 мм. Түйіршік ірілігі 0,01-0,02 мм. Микроскоптың көру аймағы 400-ден асқан кезде, мыс немесе мүлдем жоқ немесе 2-3 түйіршік түрінде болады, және халькозин қабығында немесе оған қосындылар түрінде болады (6 а – сурет).

Халькозин бұрын сипатталғанға ұқсас. Ол кубтық сингонияның жоғары температуралы түрі – дигенитпен ұсынылған. Түйіршік ірілігі көлденең қимада 0,15-0,25 мм. Халькозинде мыс металының жұқа шашырауы бар (6 б-сурет).

6 - сынамадағы металл мыс түйіршіктерінің ірілігі <0,005-тен 0,025 мм-ге дейін болады, халькозин шекарасы бар немесе ондағы және басқа минералдардағы қосындылар түріндегі мыстың жекелеген түйіршіктері (7 а – сурет).

Халькозин кубтық сингонияның жоғары температуралы түрі – дигенитпен ұсынылған. Түйіршік ірілігі 0,25-0,30 мм (7 б – сурет).

3 – сынамадағы металл мыстың өлшемдері көлденең қимада <0,005-тен 0,02 -0,03 мм-ге дейін өзгереді. Мыс екі модификация түрінде болады: сыйымды матрицадағы қосындылар түрінде жұқа дисперсті (8 а – сурет) және өлшемі 0,02-0,03 мм-ге дейінгі үлкенірек (8 б – сурет). Оның түйіршіктері бос және халькозиндегі қоспалар түрінде болады. Металл мысының бос түйіршіктері көбінесе халькозин шекарасымен болады. Микроскоптың көру аймағы 400-ден асқан кезде дисперсті мыс пен екінші генерациядағы 3-4 мыс түйіршіктерінің айтарлықтай шашырауы байқалады (8 а – сурет).

Халькозин түйіршіктерінің ірілігі 0,2-0,35 мм, бірақ кейде көлденең қимада 0,5 мм жетеді. Халькозинде мыс металының жұқа шашырауы бар (8 б – сурет).

Осылайша, термиялық өңделген сынамалардың минералогиялық талдауы өңдеу температурасының 1100-ден 900-ге дейін өзгеруі матрицаның минералогиялық құрамын өзгертпейтінін көрсетті: гидронолит (фаялит), кремнийлі темір оксиді, магнетит, әдетте қорғасын оксиді, әйнек құрамды силикатты қожфазасы. Тек олардың сандық қатынасы өзгереді (15 – кесте).

Кейбір өзгерістер металл-сульфидті мыс суспензиясының құрамында ғана байқалады.

Сонымен, мыс қождың бастапқы 1 – сынамасында, барлық кейінгі сынамалардағыдай, бос түйіршіктерде, сондай-ақ халькозиндегі қоспалар түрінде болады. Түйіршік ірілігі 0,005-0,01 мм (12-15 түйіршікке дейін) басым. Cu_2S кристалдарының ірілігі 0,25 мм жетеді.

1250°C-та ерітілген және қатайтылған 4 қожсынамасы: Cu_2S -де бос түйіршіктер мен қоспалар түріндегі металды мыс. Бос мыс түйіршіктері кейде халькозин шекарасымен болады. Түйіршік ірілігі <0,005-тен 0,04-ке дейін, сирек 0,05 мм. 0,01-0,025 мм түйіршіктер басым (4,5-тен 10-12 түйіршікке дейін). Cu_2S кристалдарының ірілігі 0,7 мм жетеді.

1100°C температурада бір сағат бойы термиялық өңделген 5 қождың сынамасында ең аз өлшемелер болады. Алдыңғы сияқты, оның құрамында бос түйіршіктер, халькозин және Cu_2S шекарасы бар түйіршіктер бар. мыс түйіршіктерінің ірілігі <0,005-тен 0,02 мм-ге дейін, сирек 0,04 мм. 0,01-0,02 мм

түйіршіктер басым (2-3 түйіршік). Халькозин түйіршіктерінің ірілігі 0,15-0,25 мм.

1000°C температурада бір сағат бойы термиялық өңделген 6 қожсынамасы <0,005-тен 0,02 мм-ге дейінгі түйіршік ірілігіне ие, еркін күйде де, Cu_2S -ке және басқа минералдарға қоспа түрінде де болады, көбінесе халькозин шекарасымен қоршалған. Cu_2S түйіршіктерінің ірілігі – 0 25-0,30 мм.

900°C температурада бір сағат бойы термиялық өңделген 3 қожсынамасы <0,005-тен 0,02-0,03 мм-ге дейінгі түйіршік ірілігіне ие. Бос түйіршіктер көбінесе Cu_2S түрінде болады. Дисперсті, <0,005 мм, мыстың айтарлықтай шашырауы байқалады. Халькозин түйіршіктерінің ірілігі 0,20-0,30 мм, кейде 0,5 мм-ге дейін болады.

Жоғарыда келтірілген мәліметтерден қождың бастапқы сынамасынан да, оның термиялық өңделген сынамаларынан да дисперсті мыс <0,005 мм және әдетте халькозин шекарасы бар ұсақ моншақтар бар екенін көруге болады. Сонымен қатар, мыстың халькозин түйіршіктеріне тұрақты қосылуы, дәлірек айтсақ, салқындаған кезде оның сульфидінен екінші мыс бөлінуі байқалады. Қождағы мыс суспензиясының өлшемдері бастапқыдан термиялық өңделгенге дейін, оларды ұсыну тәртібімен, дигенит кристалдарының өсуі байқалатындай, олардың өлшемдерін біршама арттырады (15 – кесте).

15 – кесте – Мыс өлшемелерінің бастапқыдан термиялық өңделгенге дейінгі қождағы өлшемдері

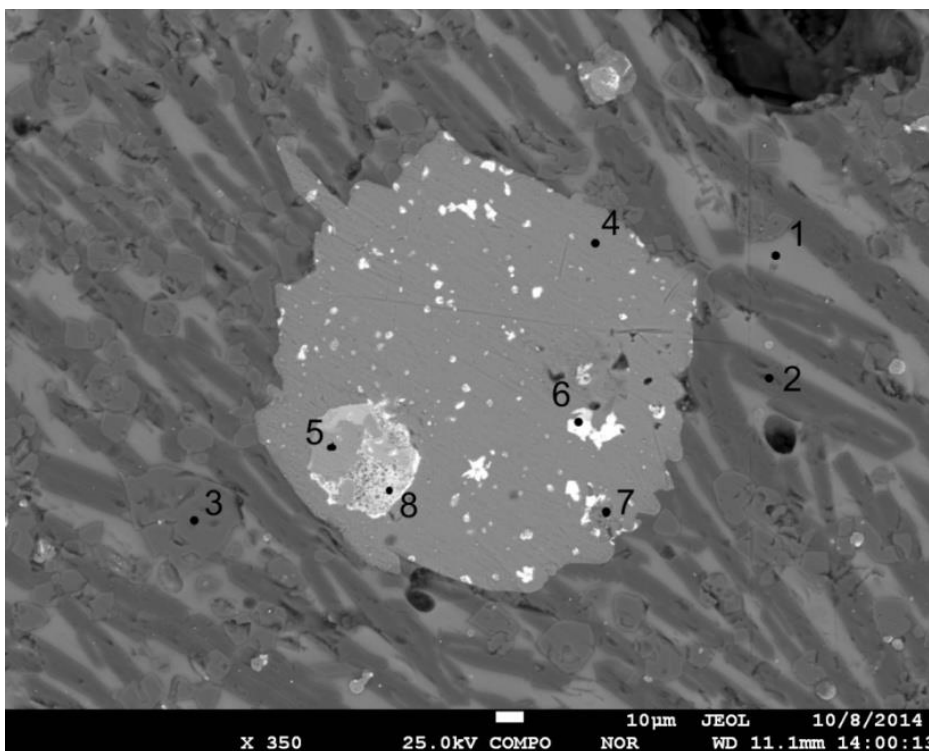
	Cu	Cu_2S
1 – ші сынама	0,005-0,010 мм	0,25 мм – ге дейін
4– ші сынама	0,010-0,015 мм	0,70 мм – ге дейін
5 – ші сынама	0,010-0,020 мм	0,15-0,25 мм
6 – ші сынама	<0,005-0,025 мм	0,25-0,30 мм
3 – ші сынама	<0,005-0,030 мм	0,20-0,35 мм

Бұл өңдеу температурасына байланысты болуы мүмкін, немесе 800°C-тан жоғары температурада пеште болу уақытына байланысты болуы мүмкін, себебі пеш инерцияға ие және оны 1100-ден 200 ° C-қа дейін 900-ден 200 ° C-қа дейін салқындатады.

Осы сынамаларды микрозондтық талдау фазаларды тану үшін минералогиялыққа қосымша ретінде жүргізілді, бірақ бұл ретте өлшенген моншақтардың күрделі құрамы анықталды және оларға басты назар аударылды.

1 – сынама учаскесінің микрофотографиясында (9-сурет) моншақша, шамамен 0,17 мм, таза халькозин (4-нүкте), Силикат қожфазасының матрицасында (1-нүкте) және мырыш пен қорғасын ерітілген фаялитте (2-нүкте) көрінеді. Моншақшаның денесіндегі ашық, жарқын нүктелер (6 – нүкте) – аз мөлшердегі халькозин бар қорғасын (шамамен 10%). Сол жақта, төменгі жағында кішкентай дақ екі қосылыстан тұрады: ашықтау келген, дақ (8 – нүкте)

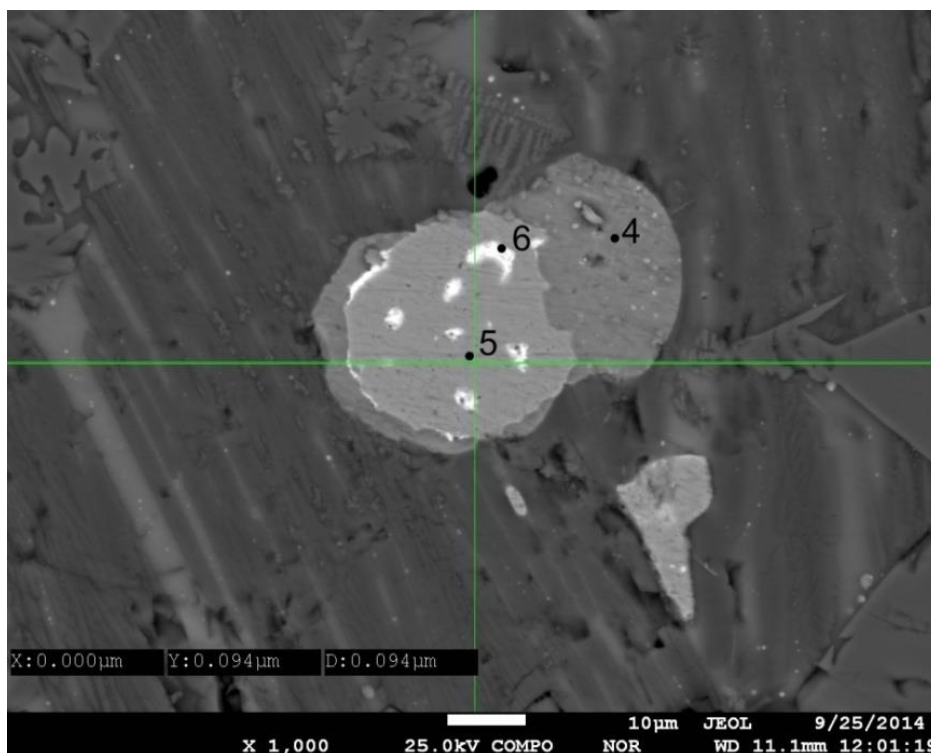
– қорғасын мен хром оксиді, мыс аз (2,7%), ал қаралау келген (5 – нүкте) – мыс, мышьяк және сурьма интерметалл қосылысы; 3 – нүкте – магнетит.



1 – 8 – микрозондты элементтік талдауға сынамаларды іріктеу орындары

9 – сурет – 1 – сынаманың конвертерлік қожучаскесінің микрофотографиясы, 350 ұлғайту

10 – суретте халькозиннің кішкентай моншақшасы бар 4 – сынақ учаскесінің микрофотографиясы көрсетілген. 1,2,3,7,8 сынамалары – матрицаны сипаттайды.

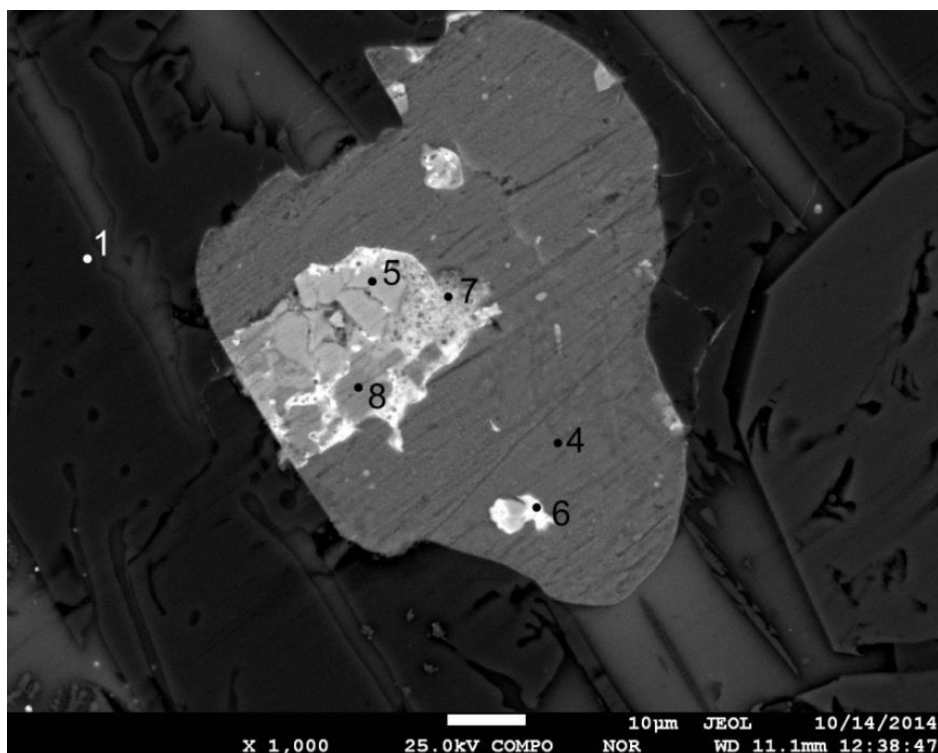


4 – 6 – микрозондты элементтік талдауға сынамаларды іріктеу орындары

10 – сурет – 4 – сынама конвертерлік қожучаскесінің микрофотографиясы 1000 ұлғайту

Фотосуреттен көрініп тұрғандай, халькозин моншақшасында темірдің аз қоспасы бар (2,09%), яғни ақ матта интерметалл қосылысы бар, %: 91,66 Cu; 7,05 Sb және 1,29 Fe (5-нүкте) және мыс-қорғасын-сурьма, (6-нүкте), жартылай тотыққан қорытпа, %: 21,51 Cu; 70,65 Pb; 1,85 Sb; 1,08 Fe және 4,91 оттегі.

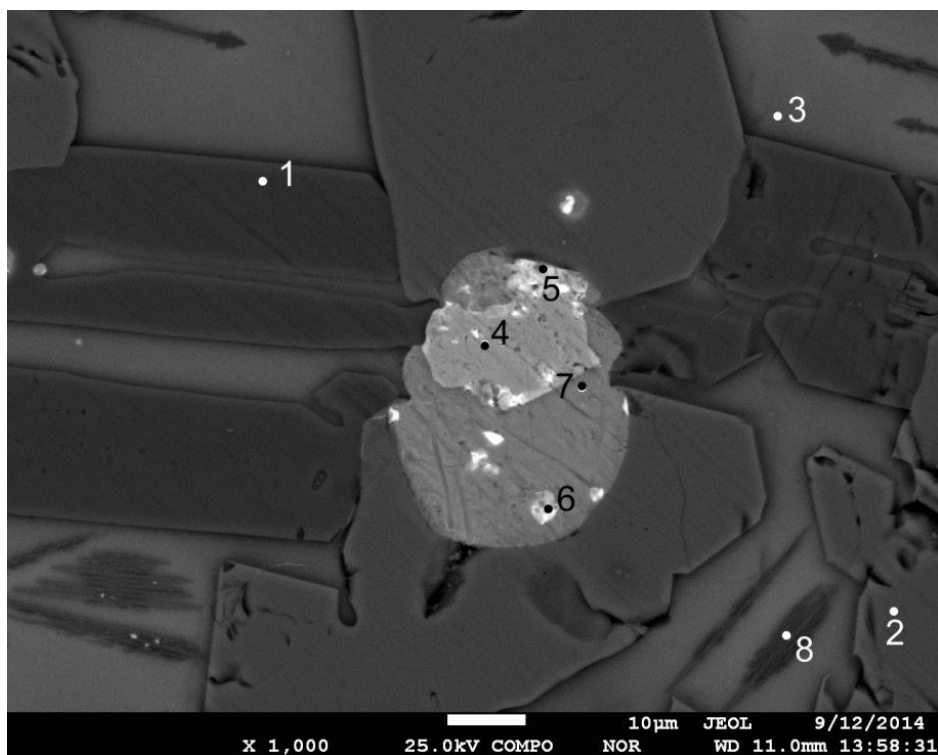
11 – суретте 5 – сынамалы конвертерлік қожучаскесінің микрофотографиясы көрсетілген. Өңделмеген ақ маттың моншақшасында (2,22% Fe) қорғасын – мыс қорытпасының құрамында сурьма, темір және оттегі бар (6 нүкте). Сол жақтағы үлкен металл тәрізді дақ бірнеше қосылыстардың түйіршіктерін камтиды. Сонымен, 5 – ші нүктеде мыс-сурьмалық интерметаллид табылған, %: 46.16 Cu; 53.84 Sb; 7-ші нүктеде толығымен тотыққан қорғасын мен мыс бар. 8-нүктеде мыс-қорғасын-сурьма қорытпасы, %: 41,9 Cu; 48,4 As және 9,7 Sb.



1, 4 – 8 – микрозондты элементтік талдауға сынамаларды іріктеу орындары

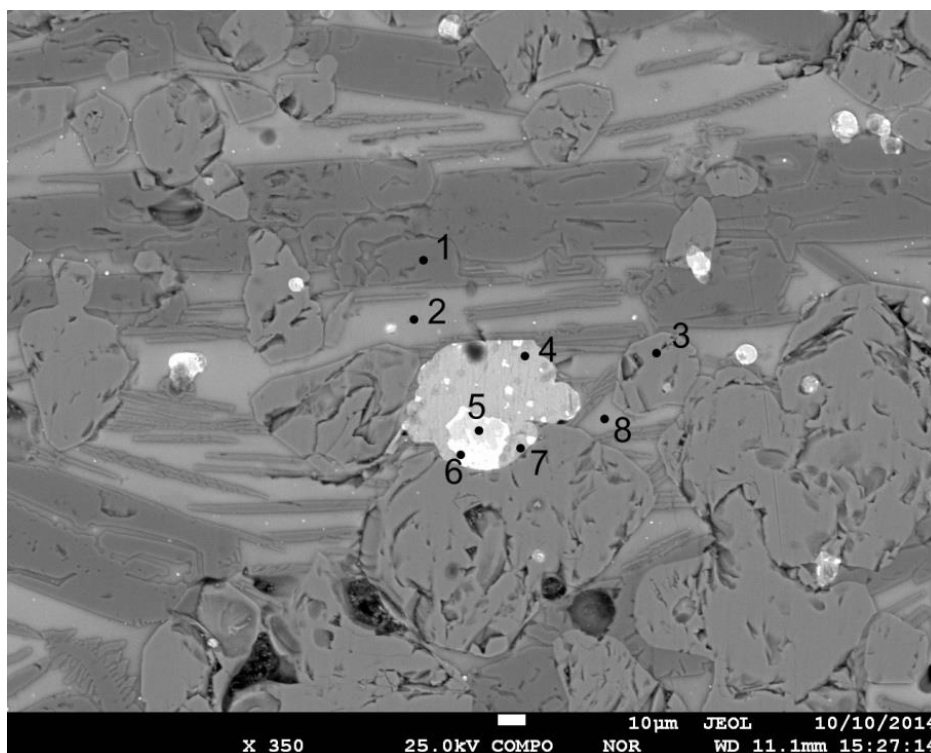
11 – сурет – 5 – сынама конвертерлік қожучаскесінің микрофотографиясы 1000 ұлғайту

12 – суретте 6 – сынаманың микрофотографиясы көрсетілген. Темірмен ластанған ақ маттың моншақшасы (7 нүкте), термиялық өңделген конвертер шлагының 6 сынамасында шамамен 90% Cu, 8,3% Sb және 2,6% Fe бар Cu-Sb-Fe (4 нүкте) интерметалды қосылысты қамтиды. 5-ші нүктеде магнетит фазасымен шекарада сынама алынғаны анық, өйткені онда: 23,66% Cu; 42,95% Pb; 23,07% Sb; 3,0% Fe және 5,6% оттегі анықталды, сонымен қатар магний, хром, мырыш. 6-нүктедегі сынама ақ мат пен қорғасынның шекарасында да алынғаны анық.



1 – 8 – микрозондты элементтік талдауға сынамаларды іріктеу орындары

12 – сурет – 6 – сынама конвертерлік қожучаскесінің микрофотографиясы 1000
ұлғайту



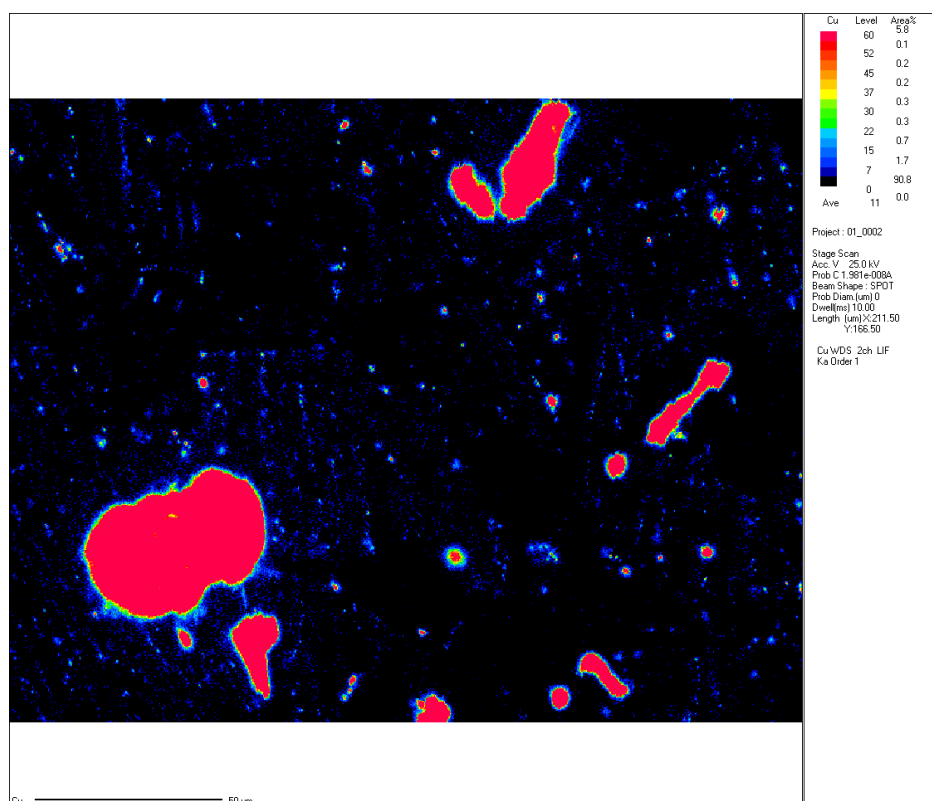
1 – 8 – микрозондты элементтік талдауға сынамаларды іріктеу орындары

13 – сурет – 3 – сынама конвертерлік қожучаскесінің микрофотографиясы 350 ұлғайту

Термиялық өңделген конвертерлік қож3 – сынамасында (13 – сурет) барлық фазалар егжей-тегжейлі зерттелді. Құрамында мыс бар моншақша күрделі құрамға ие: Ақ матта (4 нүкте) құрамында мышьяк – 18,08%, сурьма – 3,13% және темір – 1,19% ерітілген мыс фазасы (5 нүкте) бар. Сондай – ақ, құрамында мыс (60,41%) және мышьяк (4,66%) және сурьма (29,83%) мөлшері аз металдандырылған фаза (6 нүкте) бар. Металл фазаның сыртында, 7 нүктесінде – құрамында сульфидті металдандырылған фаза бар, %: 62,97 Cu; 18,52 As; 3,54 Sb; 2,96 Fe және 12,02 S.

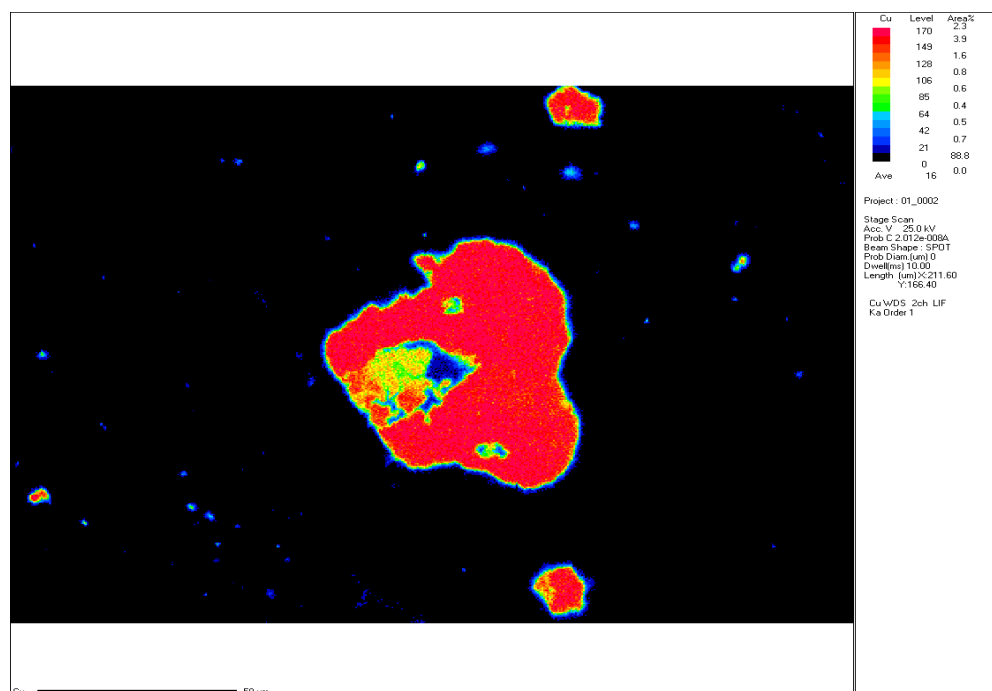
Зерттелген қожсынамаларының учаскелері картаға түсірілді (9 – 13 - суреттер), ол бастапқы, ұсақ ұсақталған 1 – қожды зерттеу кезінде алынған деректермен толық сәйкес келеді.

Суреттерден мысты сипаттамалық рентген сәулесі ($K\alpha$) бойынша картаға түсіру терезелері бөлінді және жарық пен контраст бойынша графикалық түрлендіруден кейін 14-17 суреттерде ұсынылған, олардан қожды қайта балқытқаннан кейін және оны 1250°C температурада жарты сағат ұстағаннан кейін қожда суспензияның көп мөлшері қалатыны анық көрінеді (14 – сурет).

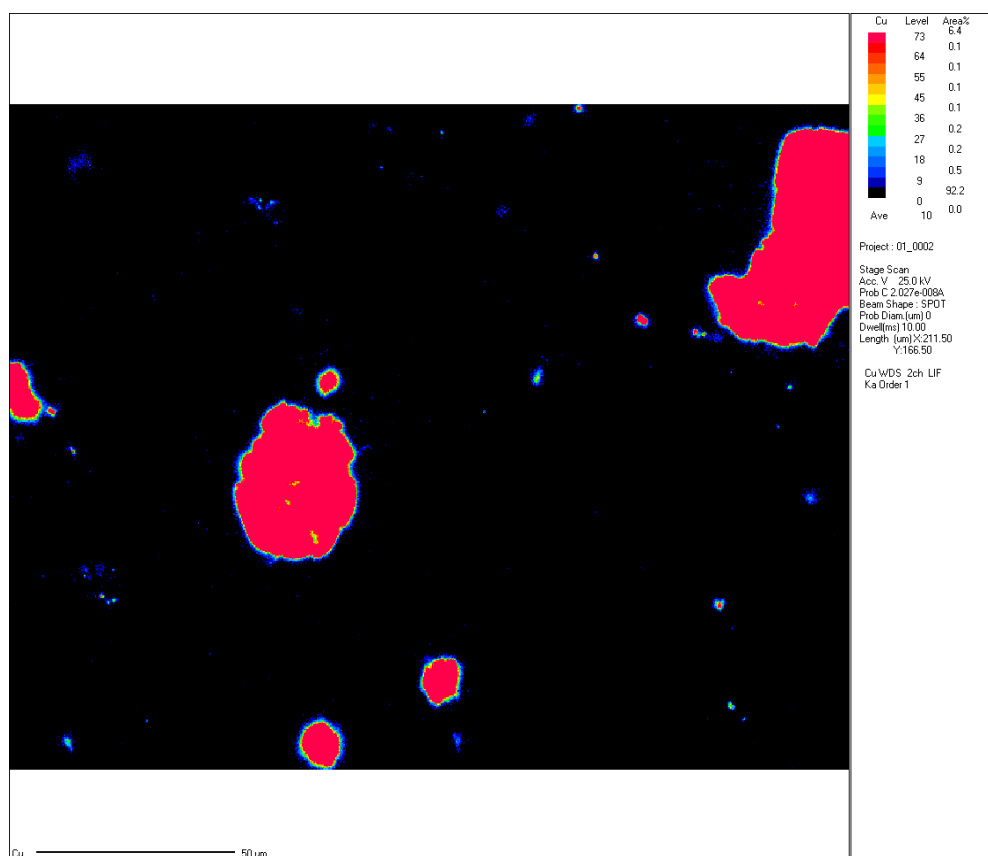


14 – сурет – 4 – сынамасында мыстың растрлық таралуы

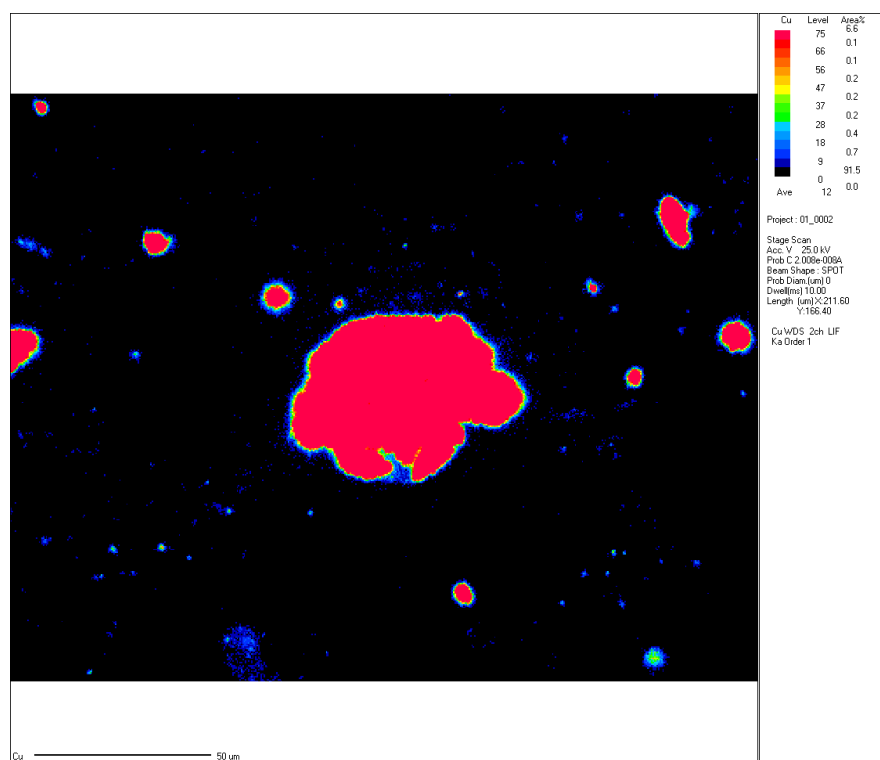
1100, 1000 және 900°C (15,16,17 суреттер) кезінде пеште сатылы салқындатумен осы қождарды балқыту сынамадағы дисперсті өлшемелердің мөлшерін айтарлықтай азайтады.



15 – сурет – 5 – сынамасындағы мыстың растрлық таралуы



16 – сурет – 6 – сынамасындағы мыстың растрлық таралуы



17 – сурет – 3 – сынамасындағы мыстың растрлық таралуы

Осылайша, жүргізілген минералогиялық және электронды микрозондтық талдаулар бастапқы конвертерлік қождың және одан термиялық өңделген сынамалардың минералдық және фазалық құрамдарының толық сәйкес келетін бірдей матрицалары бар екенін көрсетті. Айырықша ерекшелігі – қождың массасындағы минералды компоненттердің сандық қатынасы.

Балқаш мыс зауытының зерттелген конвертер шлагында барлық темір тотыққан күйде болады: фаялит, гортонолит, магнетит және оның торына кіретін басқа элементтері бар магнетит (кремний, мыс, мырыш, алюминий). Термиялық өңделген және өңделмеген қождың барлық сынамалары құрылымының растрлық көрінісі күкірттің тек мыспен байланысын көрсетеді, бұл жұмыс мәліметтеріне мүлдем сәйкес келмейді.

Қожда рдағы мыс табиғи және сульфид түрінде де кездеседі (өңделмеген ақ мат) ірілігі дисперсиядан 0,1 мм-ге дейін. 5 – сынамада ақ маттың моншақшалары 0,3 мм өлшемді көзге көрінеді. Күкірт мыспен байланысты. Қорғасын құрамында мысты түйіршіктерде де, қожбалқымасында да кездеседі. Мырыш силикатты да, темір оксидті балқымаларда да кездеседі.

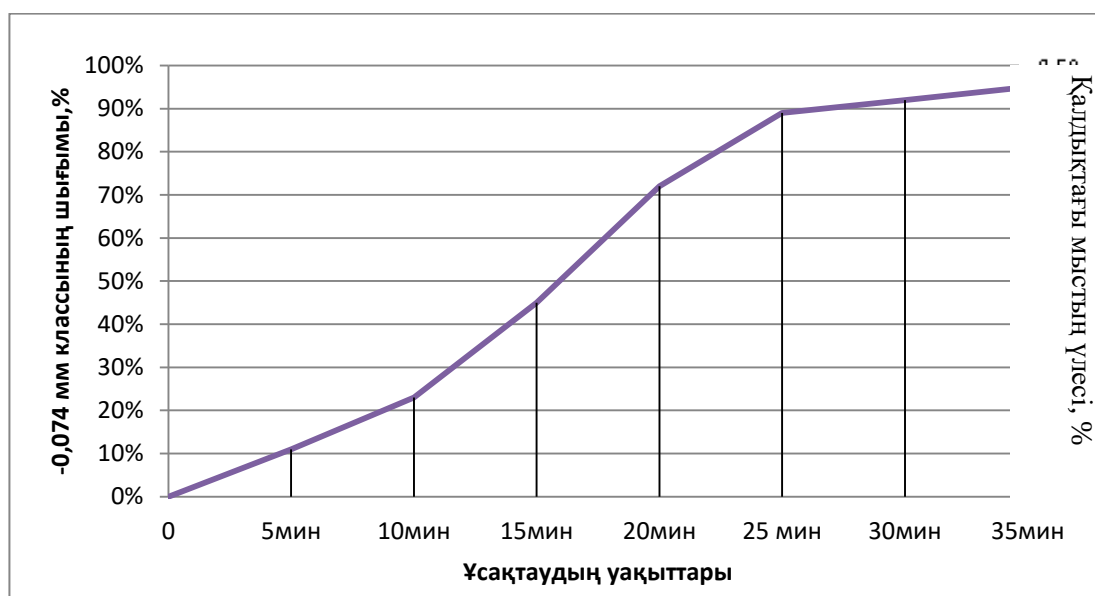
Мыс пен қорғасынның металдандырылған қосылыстарында мышьяк пен сурьманың болуы байқалады, кейде көп мөлшерде.

Осылайша, конвертер шлагын ерітілгеннен кейін баяу салқындату сульфидті-металл суспензиясының төмендеуіне де, оның біршама іріленуіне де ықпал етеді.

5 Термоөндеуден кейін конверторлық қождың байытудың флотациялық әдісін зерттеу

Конверторлы қожда н мыс алу үшін байыту фабрикаларында қолданылатын реагенттерді қолдана отырып, Балқаш мыс балқыту зауытының конверторлы қожды флотациялаудың технологиялық режимдерін анықтау бойынша зертханалық эксперименттер жүргізілді.

Оңтайлы ұсақтау мөлшерін анықтау. Конверторлық қождарды флотациялау бойынша тәжірибелерде -0,074 ММ классы бойынша міндетті түрде жете ұсақтау көзделген. бастапқы қождарды флотациялау алдында жете ұсақтау 5 минут аралықпен 5 минуттан бастап әртүрлі ұнтақтау уақыты ішінде жүргізілді. Қождарды ұсақтаудың оңтайлы ірілігін таңдау бойынша тәжірибелердің нәтижелері ұнтақтау жіңішкелігі -0,074 мм классы бойынша 95% - ға дейін артуымен концентратқа мыс алу өсетіндігін көрсетеді (18 - сурет).



18-сурет – Қождың ұсақтау ірілігінің флотация қалдықтарындағы мыс құрамының көрсеткіштеріне әсері

Осылайша, қожды ұсақтаудың түпкілікті ірілігі 90-95% -0,074 мм болған кезде Орта реттегішін, бутил ксантогенатын және Т-80 қолдана отырып, негізгі және бақылау флотациясын қамтитын схема бойынша 0,90% - дан кем құрамы бар үйінді қалдықтарын алуға болады.

рН ортасының мыс минералдарының флотациясына әсерін зерттеу. Бастапқы қожминералдардың бетін аршып, оларды минус 0,074 мм класының 95% ірілігіне дейін ұсақтауға ұшырады, 50% қатты және өзекті тиегіштің тығыздығы кезінде ұсақтау: Ж=1:1 бөлшектердің бетін шламдардан тазартудың оңтайлы жағдайларын жасайды. Аршу және жете ұсақтау операциялары рН 5 табиғи ортасында реагенттерді дабылдатпай немесе еркін СаО 500-700 г/м³ ортаның сілтілігін жасау үшін әк қосып өзекті диірменде жүзеге асырылды.

Мыс минералдарының флотация ортасының рН оңтайлы мәнін анықтау кезінде реагенттердің шығыны әдеби мәліметтерден алынды [44] және калий бутил ксантогенатының шығыны - 200 г/т, көбіктендіргіш Т-80-90г/т құрады.

Тәжірибелер схема бойынша жүргізілді (сурет.19) реагенттерді қолдана отырып, рН 5,8,9 тең болған кезде негізгі және бақылау флотациясын қамтитын:

Негізгі флотация режимі:

1) бастапқы материалдың ірілігі 90-95% сынып минус 0,074 ММ.

2) реагенттердің шығыны:

- бутил ксантогенаты -200 г / т;

- Т-80-60 г/т.

3) флотация ұзақтығы:

- негізгі флотация-10 минут.

Бақылау флотациясы режимі:

1) бастапқы материалдың ірілігі 90 - 95% сынып минус 0,074 ММ.

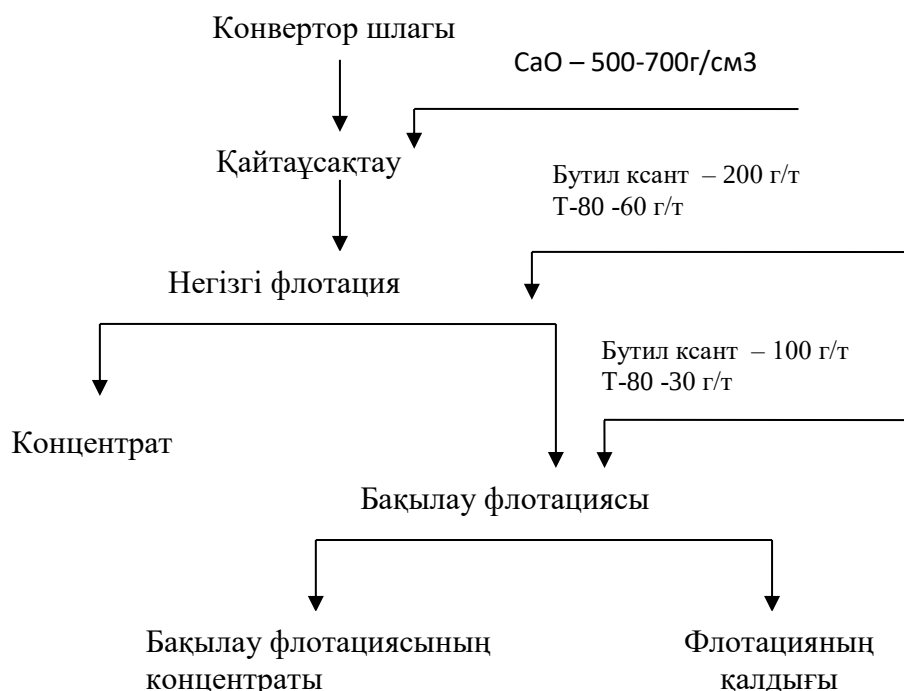
2) реагенттердің шығыны:

- бутил ксантогенаты-100 г / т;

-Т-80-30 г/т.

3) флотация ұзақтығы:

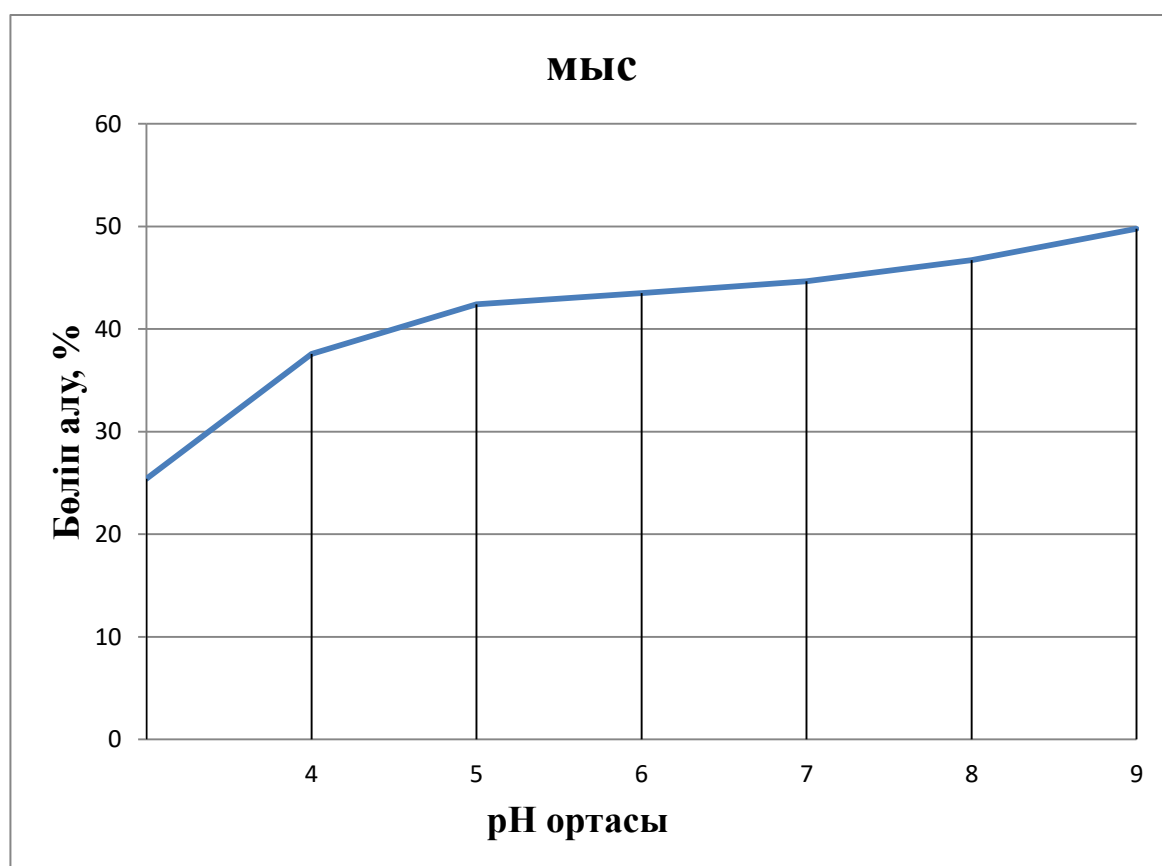
- бақылау флотациясы-10 минут.



19 - сурет - Конверторлы қождың флотациялау сызбасы

16 - кесте - Ортаның рН әртүрлі мәндеріндегі флотация бойынша тәжірибелердің нәтижелері

Өнім	Шығымы, %	Үлесі, %	Бөліп алу, %	рН Ортасы
		Сu	Сu	
Концентрат	14,9	5,3	42,45	5
Промпродукт	16,9	1,37	12,45	
Қалдық	68,2	1,23	45,10	
Исходная	100	1,86	100	
Концентрат	14,8	5,89	46,62	8
Промпродукт	16,7	1,26	11,25	
Қалдық	68,5	1,15	42,13	
Бастапқы	100	1,87	100	
Концентрат	13,9	6,71	49,35	9
Промпродукт	14,9	1,12	8,83	
Қалдық	71,2	1,11	41,82	
Бастапқы	100	1,89	100	



20 – сурет - Мысты бөліп алу қоршаған ортаның рН-на тәуелділігі

Осылайша, ортаның рН оңтайлы мәнін анықтау бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелері рН=9 кезінде концентратқа мыстың ең жоғары

шығарылуы алынғанын және мыс құрамы 6,71% болған кезде 49,35% құрайтынын көрсетеді (кесте.16, сурет. 20).

Күкірт натрийін тұтынудың әсерін зерттеу.Активатор реактивтері минералдардың бетін белсендіру үшін флотация процесінде қолданылады, нәтижесінде оған жинағышты бекіту және минералдардың флотациясы мүмкін болады. Активаторлар минералдар депрессияға ұшыраған кезде немесе минералдардың табиғи флотациясы жеткіліксіз болған кезде қолданылады[45].

Мыс минералдарының тотыққан формаларын алу үшін сульфидизатор - күкірт натрийін беру қажет. Күкірт натрийі пирит депрессиясына қажетті әкпен бірге ұнтақтау диірменіне берілді (500-700 г/м3).

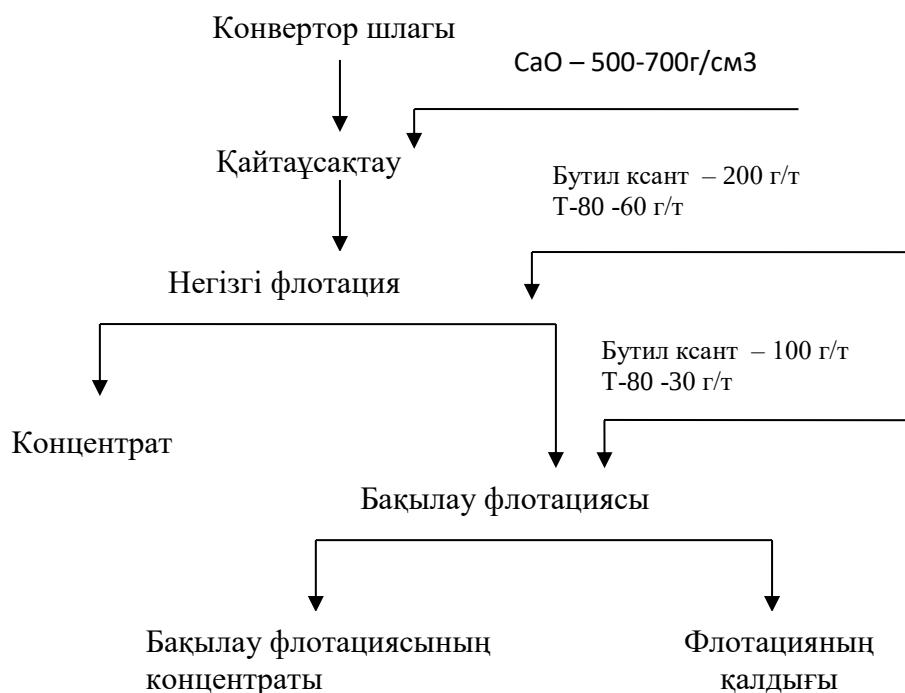
Схема бойынша тәжірибе өткізді (сурет.21) реагенттерді қолдана отырып, негізгі және бақылау флотациясын қамтитын:

Негізгі флотация режимі:

- 1) бастапқы материалдың ірілігі 90-95% сынып минус 0,074 ММ.
- 2) реагенттердің шығыны:
 - күкіртті натрий-100,300,500 г / т
 - бутил ксантогенаты -200 г / т;
- Т-80-60 г/т.
- 3) флотация ұзақтығы:
 - негізгі флотация-10 минут.

Бақылау флотациясы режимі:

- 1) бастапқы материалдың ірілігі 90 - 95% сынып минус 0,074 ММ.
- 2) реагенттердің шығыны:
 - бутил ксантогенаты-100 г / т;
 - Т-80-30 г/т.
- 3) флотация ұзақтығы:
 - бақылау флотациясы-10 минут.



21 – сурет – Конверторлы қождың флотация сызбасы

17 – кесте – Күкіртті натрийдің әртүрлі тұтынуы кезіндегі тәжірибелердің нәтижелері

Өнім	Шығымы, %	Үлесі, %	Бөліп алу, %	Күкіртті натрийдің тұтынуы, г/т
		Мыс	Мыс	
Концентрат	13,46	4,96	35,89	Күкіртті натрийсіз
Промпродукт	4,54	1,16	2,83	
Қалдық	82	1,39	61,28	
Бастапқы	100	1,86	100	
Концентрат	16,79	5,39	47,89	100
Промпродукт	15,11	1,2	9,59	
Қалдық	68,1	1,18	42,52	
Бастапқы	100	1,89	100	
Концентрат	17,49	4,89	45,25	300
Промпродукт	3,61	1,35	2,57	
Қалдық	78,9	1,25	52,18	
Бастапқы	100	1,89	100	
Концентрат	11,09	6,78	40,21	500
Промпродукт	5,78	1,51	4,67	
Қалдық	83,13	1,24	55,12	
Бастапқы	100	1,87	100	



22 – сурет – Мысты бөліп алудың мыс сульфатының тұтынуына тәуелділігі

Осылайша, құрамында мыс бар қожды флотациялау процесіне күкірт натрийін тұтынудың әсері зерттелді және флотацияда активаторды қолдану концентраттағы мысты бөліп алуды арттыруға ықпал ететіні анықталды. Күкіртті натрийдің 100 г/т шығысы кезінде концентратқа мыс алу тәжірибе нәтижелерімен (активаторсыз) салыстырғанда 12% - ға артады. Күкірт натрийін тұтынудың одан әрі артуы концентратқа мыс алудың төмендеуіне әкеледі (17-кесте, 22 – сурет).

5.1 Баяу салқындауға дейін және кейін қожды флотациялау процесін зерттеу

Бастапқы қожды флотациялау процесін зерттеу. Баяу салқындағанға дейін негізгі флотация режимі (21 – сурет):

а) бастапқы материалдың ірілігі 90-95% сынып минус 0,074 ММ.

б) рН-9,0

в) реагенттер шығысы:

- СаО-500-700 г / м³

- Na₂S-100 г / т

- бутил ксантогенаты -200 г / т;

-Т-80-60 г/т.

г) флотация ұзақтығы:

- негізгі флотация-19 минут.

Баяу салқындауға дейінгі бақылау флотациясы режимі:

а) бастапқы материалдың ірілігі 90 - 95% сынып минус 0,074 ММ.

б) реагенттердің шығыны:

- бутил ксантогенаты-100 г / т;

-Т-80-30 г/т.

в) флотация ұзақтығы:

- бақылау флотациясы-10 минут.

18 – кесте - Бастапқы конверторлық қождың флотациялық байыту нәтижелері

Өнім	Шығымы, %	Үлесі, %	Бөліп алу, %
		Мыс	Мыс
Концентрат	8,2	13,21	57,32
Бақ-у. Флот. К-т	5,8	1,75	5,37
Қалдық	86	0,82	37,31
Жиыны	100	1,89	100

Қожды қайта балқытудан және оның баяу салқындауынан кейін флотация процесін зерттеу. Эксперименттерді жүргізу схемасы және баяу салқындағаннан кейін қождың негізгі және бақылау флотациясының реагенттерінің тұтынуы 21 – суретте көрсетілген.

Технологиялық режим:

а) бастапқы материалдың ірілігі 90-95% сынып минус 0,074 ММ.

б) рН-9,0

в) реагенттер шығысы:

- СаО-500-700 г / м3

- Na₂S-100 г / т

- бутил ксантогенаты -200 г / т;

-Т-80-60 г/т.

г) флотация ұзақтығы:

- негізгі флотация-19 минут.

Баяу салқындағаннан кейін бақылау флотациясы режимі :

а) бастапқы материалдың ірілігі 90 - 95% сынып минус 0,074 ММ.

б) реагенттердің шығыны:

- бутил ксантогенаты-100 г / т;

-Т-80-30 г/т.

в) флотация ұзақтығы:

- бақылау флотациясы-10 минут.

Қожды қайта балқытқаннан және оны баяу салқындатқаннан кейін флотациялық байыту нәтижелері 19-кестеде келтірілген.

19 – кесте - Қожды қайта балқытқаннан және оны баяу салқындатқаннан кейін флотациялық байыту нәтижелері

Өнім	Шығымы, %	Үлесі, %	Бөліп алу, %
		Мыс	Мыс
Концентрат	7,8	15,73	64,92
Бақ.флот.к-т	7,5	1,5	5,95
Қалдық	84,7	0,65	29,13
Жиыны	100	1,89	100

Осылайша, бастапқы конверторлық қожды флотациялау бойынша, сондай-ақ негізгі, бақылау флотациясын қамтитын сызба бойынша қайта балқытудан және оны баяу салқындатудан кейін зертханалық зерттеулер жүргізілді. Қожды флотациялық байытудың Келесі технологиялық көрсеткіштері белгіленді:

- ұнтақтау-90-95% кл. - 0,074 мм;

– реагенттердің шығыны: СаО-500 - 700г/м³, Na₂S - 2,7% - 100 г/т, бутил ксантогенаты-0,5% -200 г/т, Т-80-0,5% -60 г/т, пульпаның тығыздығы - 30% тв, флотация уақыты: негізгі флотация-19 мин, бақылау флотациясы-10 мин.

Реагенттерді: СаО, Na₂S, бутил ксантогенаты және Т-80 пайдалана отырып, негізгі, бақылау флотациясын қамтитын сызба бойынша құрамында 1,89% мыс бар бастапқы қожды флотациялық байыту нәтижелері 57,32% бөліп алу кезінде құрамында 13,21% мыс бар мыс концентратын алу мүмкіндігін көрсетеді. Қайта балқытылған бастапқы қожды флотация және баяу салқындатқаннан кейін 15,73% болған кезде мыстың үлесін 7,6% - ға арттыруға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Конверторлық қождың Балхаш мыс өндірісінде мыс пен темірдің болу формаларын анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді. Түрлендіргіш қожды микрозондты талдау нәтижелері көрсеткендей, бұл сынамаларға мыс сульфид түрінде, қорғасын сульфид түрінде де, оксид түрінде де, әйнек түрінде де, мырыш оксидінде де кездеседі.

2. Балқаш мыс балқыту зауытының зерттелген Конвертерлік шлагында барлық темір тотыққан күйде болады: фаялит, гортонолит, магнетит және оның торына кіретін басқа элементтері (кремний, мыс, мырыш, алюминий) бар магнетит. Термиялық өңделген және өңделмеген қождың барлық үлгілері құрылымының растрлық көрінісі күкірттің тек мыспен байланысын көрсетеді. Қожда рдағы мыс табиғи және сульфид түрінде де кездеседі (өңделмеген ақ мат) мөлшері дисперсиядан 0,1 мм-ге дейін. Қожда балқытудан және баяу салқындағаннан кейін, өлшемі 0,3 мм болатын ақ маттың патшалары нақты белгіленген.күкірт мыспен байланысты. Қорғасын құрамында мыс бар дәндерде де, қожбалқымасында да кездеседі. Мырыш силикатты да, темір оксидті балқымаларда да кездеседі.

3. Конверторлық қожды өңдеудің температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсері анықталды. Қайта балқытудың технологиялық режимі және конвертор шлагын баяу салқындату:

- 10 мм фракциялы қожды 1250оc дейін қыздырылған пешке салу;
- 1250оc кезінде ұстау - 30 мин;
- берілген температураға дейін салқындату (900, 1000, 1100оC) және онда ұстау-60 мин;
- пешпен бірге салқындату;

Конверторлық қожды 1250оc температурада қайта балқыту және оны 1100оc температурада 60 минут баяу салқындату кезінде мыс түйірлері мен мыс минералдарының 0,3 мм-ге дейін іріленуі және дисперсті сульфидті-металл жүзіндісі мөлшерінің 0,005 – 0,01 мм азаюы байқалады.

4. Минералогиялық және электронды микрозондтық талдаулар бастапқы Конвертерлік қождың және одан термиялық өңделген сынамалардың минералдық және фазалық құрамы іс жүзінде толық сәйкес келетін бірдей матрицаларға ие екендігін көрсетті. Айырықша ерекшелігі-қождың массасындағы минералды компоненттердің сандық қатынасы.

5. Мыс пен қорғасынның металдандырылған қосылыстарында мышьяк пен сурьманың болуы байқалады.

6. Конвертер қожын қайта балқытқаннан кейін баяу салқындату сульфидті-металл суспензияның төмендеуіне де, оның біршама іріленуіне де ықпал етеді.

7. Реагенттерді: CaO, Na₂S, бутил ксантогенаты және Т-80 пайдалана отырып, негізгі, бақылау флотациясын қамтитын схема бойынша құрамында 1,89% мыс бар бастапқы қожды флотациялық байыту нәтижелері 57,32% алу кезінде құрамында 13,21% мыс бар мыс концентратын алу мүмкіндігін

көрсетеді. Қайта балқытылған Флотация және бастапқы қожды баяу салқындатқаннан кейін 15,73% болған кезде экстракцияны 7,6% - ға арттыруға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Состояние, перспективы и технико-экономические показатели производства меди за рубежом. ЦНЦМЭИ, 1985.
- 2 Есин О.А., Гельд П.В. Физич. химия пиромет. процессов. Ч. II. М.: Металлургия. 1966. 704с
- 3 Чумаров С.И., Есин О.А., Пастухов З.А. Физическая химия и электрохимия расплавленных солей и шлаков. – Л.: Химия, 1970 - с. 142-148.
- 4 Хасанов А.С. Физическая свойства жидких шлаков и штейнов // Горный вестник Узбекистана 2004г. № 3/18 с.84-85
- 5 Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медно-никелевого сырья Челябинск, Металлургия, 1988. 432 с.
- 6 Мечев В.В., Быстров В.П. и др. Автоген. процессы в цв. металлургии. –М.: М.,1991. 413с.
- 7 Хасанов А.С. Физическая свойства жидких шлаков и штейнов // Горный вестник Узбекистана 2004г. № 3/18 с.84-85
- 8 Вайсбург С.Е. Физико-химические свойства и особенности строения шлаковых расплавов. – М.: Металлургия, 1991. 304 с.
- 9 Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цв. мет-гии. –М.: Металлургия, 1969. –408с.
- 10 Металлургия меди, никеля и кобальта/Худяков И.Ф., Тихонов А.И., Деев В.И., Набойченко С.С. – М.: Металлургия, 1977. – 256 с.
- 11 Ванюков А.В. Плавка в жидкой ванне. – М.: Металлургия, 1988. – 208 с.
- 12 Михайлов С.Н., Мохов И.В., Ефимов В.А. Иссл. металлургич. смеси штейн–газовая фаза в условиях термодинамического равновесия при контролируемом серокислородном потенциале//Эффективное внедрение автогенных процессов в производстве тяж.цв. металлов: Тез.докл. Всесоюзной научно-технической конф.–М, 1988.–с. 36-41
- 13 Пигарев А.Д. Медно-серное производство. – М.: Металлургия, 1972. – с. 117.
- 14 Киреева О.В., Дресвянкина Т.П., Мамонов С.В. Роль процесса специального охлаждения шлака медеплавильного производства в технологии его переработки// Сборник материалов Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья» - Россия, г. Екатеринбург, 23-24 апреля 2014 г. – С. 174-177.
- 15 Снурников А.П. Гидрометаллургия цинка.М.: -Металлургия, 1982.383 с.
- 16 Митрофанов С.И., Мещанинова В.И. и др. Комбинированные процессы переработки руд цветных металлов. М., Недра, 1988. – с.230.
- 17 Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1986. – 384 с.
- 18 Романенко А.Г. Металлургические шлаки. – М.: Металлургия, 1977.– 191 с.

- 19 Хасанов А.С., Санакулов К.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алм.ГМК. г. М. Известия ВУЗов. 2003г.
- 20 Прохоренко Г.А., Санакулов К.С., Хасанов А.С., Атаханов А.С. Комплексная переработка шлаков с получением меди, железа и других металлов пирометаллургическим способом: Тезисы докладов на конференции г. Алмалык. 20.04.2002г. – с. 24-26
- 21 Атаханов А.С. Технология получения железосодержащих сплавов восстановлением из техногенных отходов: Автореф.дис. канд. техн. наук. – Навои: НГГИ, 2003. – 18 с.
- 22 Атаханов А.С., Абдукадыров А.А., Топилов М.Т., Ахмедова Ф.С. Возможности производства железа в Узбекистане из местного сырья. Тезисы докладов научно-технической конференции, Истиклол 2004 г.Навои. – с. 123
- 23 Атаханов А.С., Шаисламов А.Т., Фазилматов, Бойко Е.А. Производство губчатого железа из магнетитовых концентратов// Тезисы докладов научно-технической конференции, Истиклол 2004 г.Навои. – с. 125
- 24 Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Чаплыгина А.Г. Изучение флотационных свойств конверторных шлаков // К 90-летию проф. Плаксина. - Москва, 1990 г.
- 25 Сабанова М.Н., Савин А.Г., Шадрунова И.В., Орехова Н.Н. Типизация медных шлаков Уральского региона, практика и перспективы флотационной переработки на действующих обогатительных фабриках//Цветные металлы. - 2013. - №8. – С. 14-19
- 26 Гончаров Л.В. Флотационная переработка конвертерных шлаков и шлаков КВП Алмалыкскогомедного завода: Автореф. дис. канд. техн. наук.– Т.:ТашПИ, 1975.–с.29
- 27 Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Шурчков В.П., Белых В.Л.Способ обеднения шлаков медеплавильного производства // а.с. № 1804118. – 1992
- 28 Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса. Ташкент, 1997. –326 с.
- 29 Махмадияров Т.М., Хасанов А.С., Юсупходжаев А.А. Выщелачивание обожженных шлаков КФП и конверторных // Сб. Науч. Трудов ТашПИ «Комплексное использование сырья в цв. металлургии» - Ташкент, 1987- с.24-35.
- 30 Сырьевая и топливная база черной металлургии// Л.И. Леонтьев, Ю.С. Юсфин, Т.Я. Малышева и др. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
- 31 Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы // Под ред. О.С. Богданова. - М.: Недра, 1982. 367 с.
- 32 Подготовка минерального сырья к обогащению и переработке // В.И.Ревновцев, Е.И. Азбель, Е.Г. Баранов и др. – М.: Недра, 1987.
- 33 Митрофанов С.И. Исследования полезных ископаемых на обогатимость // М.: Госгориздатель, 1962.
- 34 "Геологический словарь" в 2-х томах, М, 1978.
- 35 Митрофанов С.И. Исследования руд на обогатимость // М.: ГосНТиздат, 1954.

- 36 Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. – Ташкент. Изд. «Фан». 2007. – 255 с.
- 37 Селиванов Е.Н., Гуляева Р.И., Зелютин Д.И., Беляев В.Б., Сельменских Н.И. Влияние скорости охлаждения на структуру шлака от плавки медно-цинковых концентратов в печи Ванюкова//Цветные металлы. – 2009. - №12. –С. 27-31.
- 38 Селиванов Е.Н., Гуляева Р.И., Удоева Л.Ю., Беляев В.В., Панкратова А.А. Влияние скорости охлаждения на фазовый состав и структуру шлаков конвертирования медных штейнов//Металлы. – 2009. -№ 4. - С. 8-16.
- 39 Сабанова М.П., Шадрунова И.В. Оценка технологических свойств шлаков медной плавки для их утилизации посредством флотации//Доклад на Международном совещании, посвященном 5-летию КазНАЕН «Прогрессивные методы обогащения и комплексная переработка природного и техногенного минерального сырья». Плаксинские чтения-2014. г. Алматы. – С.86-90.
- 40 Кукоев В.А., Бершак В.И., Гусельников Н.Ю. Изучение растворимости меди и серы в шлаках медеплавильного производства//Цветные металлы. – 1980. - №7. – С.61-64.
- 41 Изучение физико-химических закономерностей высокоэффективных пирометаллургических процессов комплексной и глубокой переработки минерального и техногенного сырья цветных, редких и черных металлов: Отчет о НИР (промежуточный)/АО «ЦНЗМО», инв. № 0209РК01859: рук. КожахметовС.М. - Алматы, 2009. – 185 с.
- 42 Roine A. Outokumpu HSE chemistry for windows. Chemical reactions and equilibrium software with extensivethermo chemical database. – Pori: Outokumpu research 04. – 2002.
- 43 Рябин В.А., Остроумов М.А., Свит Т.Ф. Термодинамические свойства веществ: Справочник. – Ленинград: Химия, 1977. – 389 с.
- 44 Богданов О.С., Поднек А.К., Янис Н.А. Теория и технология флотация руд. М.: Недра. 1990. С. 362.
- 45 Полькин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных и редких металлов. - М.: Недра, 1975, 461 с

А ҚОСЫМШАСЫ

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған жұмыстардың тізімі

1. Абдыкирова Г.Ж., Амангельды Т.М., Акказина Н.Т. Конверторлық қождың температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсері // Сатпаевские чтения – 2021, I том

"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2021"

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021"

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

"SATPAYEV READINGS - 2021"

I volume

Секция «Современное развитие технологий в обогащении полезных ископаемых и металлургии»

Абдыкирова Г.Ж., Амангельды Т.М., Акказина Н.Т. Конверторлық шлақтың температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсері	863
Абжамиева Н.Б., Рыспаева М.Б. Интенсификация процессов очистки сточной воды от угольного шлама методом ультрафлокуляции	867
Агибаева Д.Н., Мотовилов И.Ю., Ли Э.М. Исследование кинетики флотации свинцового цикла полиметаллической руды	872
Алтынбек А.Д., Бектай Е.К., Турыбекова Г.С., Шидерин Б.Н. Кинетика окисления железа в урановых растворах	876
Арстанова А.А., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменшинова М.Б. Изучение вещественного и гранулометрического состава свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия	879
Бекишев А.К., Барменшинова М.Б. Изучение физико-механических свойств представительной пробы руды месторождения Космурун	883
Беркинбаева А.С., Тагаева А.Ж. Уран өндіруші ЖШС «Қаратау» кәсіпорынының қоршаған ортаға әсерін бағалау және табиғи-климаттық, геоэкологиялық сипаттамасы	887
Букпанов А.К., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю. Отработка технологии предварительного обогащения окисленной свинцово-цинково-баритовой руды открытой добычи карьера Западный с использованием гравитационных процессов	892
Дарибаева А.А., Муханова А.А. Совершенствование технологии селекции медно-молибденового концентрата с применением микроэмульсионных реагентов	896
Е.Ф. Дерид, Е.А. Оспанов, А.А. Шахалов, Л.А. Суворова, А.А. Жайсан. Разработка комплексной гидрометаллургической технологии переработки некондиционных медных концентратов и свинцовых пылей	900
Елмуратов А.Е. Выбор промывочного раствора для повышения сорбционной ёмкости сорбента	905
Ерен Е., Көшімбаев Ш.К. Мыс концентратын электрбалқытуға арналған шихта дайындау процессінің математикалық моделін құру	907
Ескалина К.Т., Кобыратбекова С.С., Brajendra Mishra	911
Экстракционное концентрирование золота из хвостов обогащения	
Файзулла О.Қ., Байгенженов Ө.С., Тойшыбек А.М. Титан диоксидін шаймалауға органикалық коспалардың әсері	914
Горошилов А.И., Мотовилов И.Ю., Телков Ш.А. Исследование принципиальной возможности	918

**СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБОГАЩЕНИИ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И МЕТАЛЛУРГИИ»**

УДК622.775:669.74

Г.Ж. Абдыкирова¹, Т.М.Амангельды², Н.Т. Акказина²

¹АҚ «Металлургия және кен байыту институты»,

²Satpayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

n.akkazina@satbayev.university

**КОНВЕРТОРЛЫҚ ШЛАКТЫҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ МЫС ЖӘНЕ
ТЕМІР СУЛЬФИД КРИСТАЛДАРЫНЫҢ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСІНЕ ӘСЕРІ**

***Аңдатпа.** Құрамында мыс бар шлактарды қайта өңдеу технологияларында ұсақтау, тұйық циклде кезең-кезеңмен ұсақтау, мыс минералдарының негізгі және бақылау флотациясында, негізгі мыс флотациясы концентратын қайта тазарту флотациясы, өнеркәсіп өнімдерін ұсақтау және оларды флотациялау жатады. Алайда, шлактарды флотациялаудың сипатталған схемалары кейіннен флотациялық өңдеуге дайындау мақсатында баяу салқындату сатысынан өтпеген құрамында мыс бар шлактарды байыту үшін жеткілікті тиімді болмады.*

Байыту фабрикаларында шлактарды флотациялық байыту процесінің сапалық-сандық көрсеткіштерін арттырудың перспективалық бағыттарының бірі оларды арнайы дайындау болып табылады, ол шлак ыдыстарындағы баяу салқындату есебінен минералдарды қайта кристалдандырудан тұрады.

Балқытылған конверторлы шлақтың баяу салқындауының температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау 1100 °C, 1000 °C, 900 °C температурасы кезінде жүргізіледі.

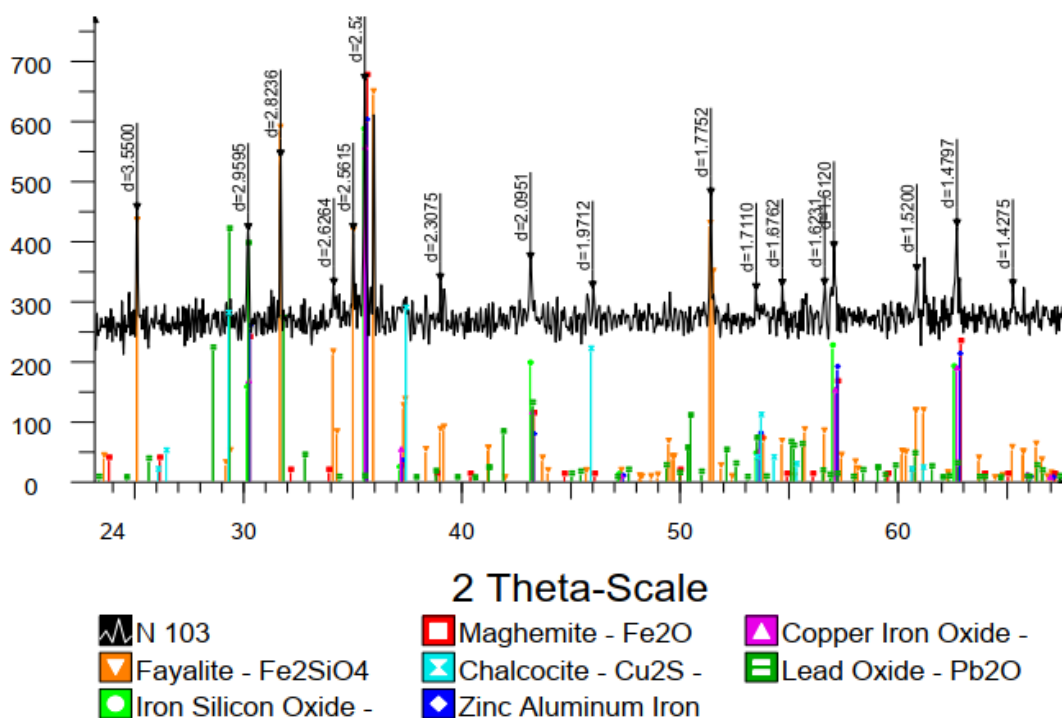
Конверторлы шлақты қайта балқыту және оны баяу салқындату процесінде сульфидті-металл жүзіндісінің төмендеуі де, оның біршама іріленуі де (0,25 мм) байқалады, бұл шлақты флотациялық байытудың технологиялық көрсеткіштерінің артуына ықпал етеді.

***Түйін сөздер:** конверторлық шлак, баяу салқындау, балқу температурасы, түйірішіктердің іріленуі, флотация.*

Техногендік кен орындары соңғы ғасырларда тау-кен өнеркәсібі аудандарында қалыптасқан кен орындарының класы болып табылады. Тау-кен, металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын қайта өңдеу және толық кәдеге жарату проблемасының өзектілігі мен маңыздылығын көрсетеді. Қазіргі уақытта мыс өндірісі зауыттарының үйінділерінде он мыңдаған тонна мыс пен темір және басқа да құнды компоненттер бар көптеген шлактар шоғырланған [1]. Сондықтан кенді металлургиялық шикізатты өндеудің прогрессивті процестерін әзірлеумен және енгізумен қатар, түсті металдарды ғана емес, темірді де алуды көздейтін шлактарды азайту мәселелері де шешілуі тиіс. Құрамында мыс бар шлактарды қайта өңдеу технологияларына ұсату, спиральды жіктеуіштері бар тұйық циклде кезең-кезеңмен ұнтақтау, мыс минералдарының, өнеркәсіптік өнімдер мен қалдықтардың негізгі және бақылау флотациясы, негізгі мыс флотациясы концентратын қайта тазарту флотациясы, өнеркәсіптік өнімдерді ұнтақтау және оларды флотациялау жатады. Алайда, шлактарды флотациялаудың сипатталған схемалары кейіннен флотациялық өңдеуге дайындау мақсатында баяу салқындату сатысынан өтпеген құрамында мысы бар шлактарды байыту үшін жеткілікті тиімді болмады. Байыту фабрикаларында шлактарды флотациялық байыту процесінің сапалық-сандық көрсеткіштерін арттырудың перспективалық бағыттарының бірі оларды арнайы дайындау болып табылады, ол шлак ыдыстарындағы баяу салқындату

есебінен минералдарды қайта кристалдандырудан тұрады [2-4]. Біз конверторлық шлақтың сынамасына рентгенофлуоресценттік талдау жүргіздік. Рентгенофлуоресценттік талдау деректері бойынша Балқаш мыс балқыту зауытының конверторлы шлақтың сынамасында бар, %: O – 22,512; Al –1,817; Ca –12,686; Fe – 40,534; Cu–7,368; Zn –4,532; Pb –5,621 және т. б.

D8 Advance (BRUKER) аппаратында құрамында алтын бар қалдықтардың сынамаларына рентгенофазалық талдау жүргізілді, α – Cu сәулеленуі, түтіктегі кернеу 40/40-қа тең. Балқаш өндірісіндегі конверторлық шлақтың дифрактограммасы 1-суретте көрсетілген.



1 Сурет – Конверторлық шлақтың дифрактограммасы БМЗ

Алынған дифрактограммалардың деректерін өңдеу және жазықтықаралық қашықтықты есептеу EVA бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүргізілді. Сынамаларды таратып жазу және фазаларды іздеу ASTM карточкаларының деректер базасын пайдалана отырып Search/match бағдарламасы бойынша жүргізілді.

Балқаш өндірісінің конверторлық шлағын рентгенофазалық талдау деректері кестеде келтірілген.

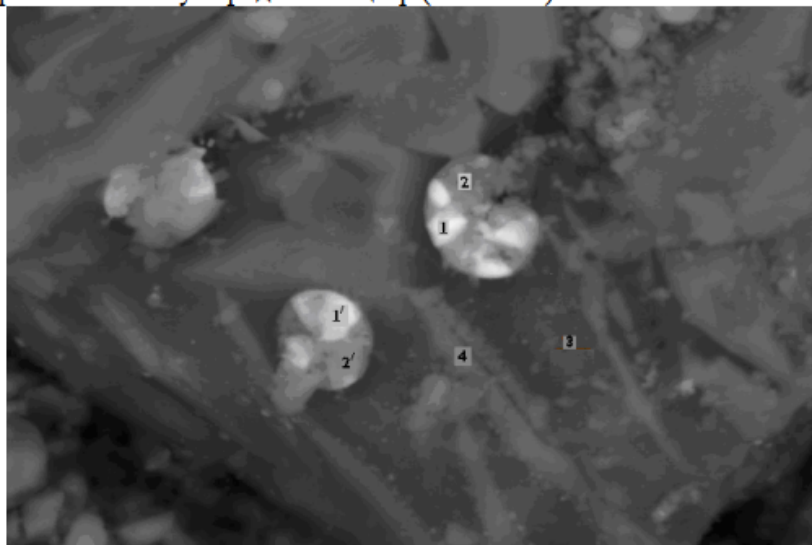
Кесте – Конверторлық шлақтың рентгенофазалық талдау нәтижелері

Қосылыстың атауы	Формула	Үлесі
Фаялит	Fe_2SiO_4	30.8%
Кремний темір оксиді	$\text{Fe}_{2.95}\text{Si}_{0.05}\text{O}_4$	27.6%
Магнетит	Fe_2O_3	12%
Халькозин	Cu_2S	10.1%
Темір-алюминий цинк оксиді	$\text{Zn}(\text{Al}_{0.5}\text{Fe}_{1.5})\text{O}_4$	8.4%
Мыс темір оксиді	$\text{Cu}(\text{Fe}_2\text{O}_4)$	7.7%
Қорғасын оксиді	Pb_2O_3	3.4%

Электрондық микроскопта шлақтың сынамасын зерттеу ашық және қараңғы аймақтарды қамтитын шар тәрізді глобулалардың болуын көрсетті (2-сурет).

Ашық түсті –бұл шлақтағы оқшауланған металдар мыс және қорғасын, онда темір мен мырыш тотыққан күйде болады (1 және 1/).

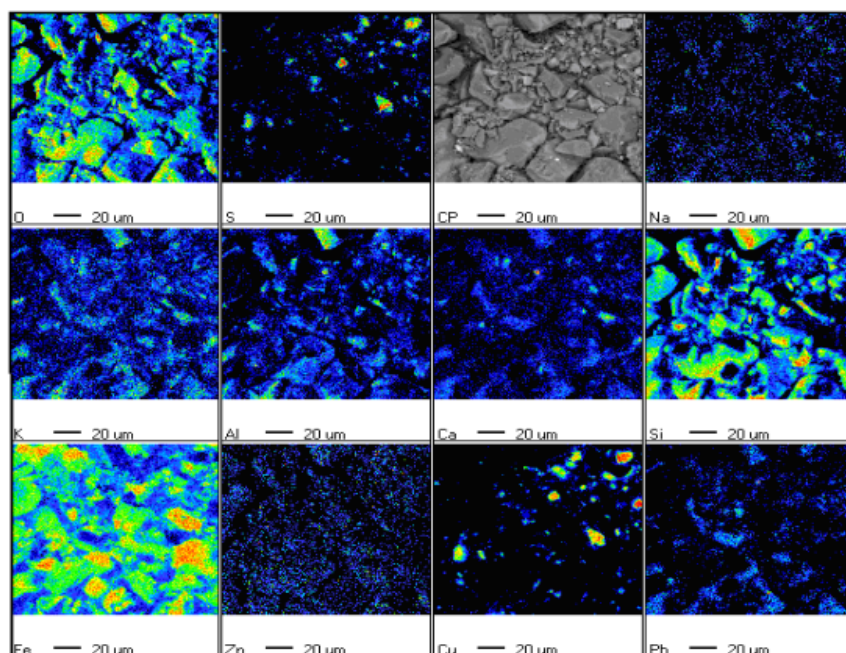
Глобулалардың қараңғы аймақтары-мыс, қорғасын сульфидтеріне және мырыш пен темір оксидтеріне бай оксисульфидті аймақтар (2 және 2/).



2 Сурет – Түрлендіргіш сынамасының микрофотографиясы 1 x 3000

2-суреттегі ашық (4) және күңгірт (3) аймақтар құрамында (4) және құрамында (3) темір жоқ жеке шлак учаскелері болып табылады.

Конвертерлік шлақтың 1 сынамасы үлгісінде элементтердің растрлық таралуын қарау кезінде мыс пен күкірттің барынша көп болу анық көзге түседі (3-сурет). Күкірттің таралуы мыстың таралу аймағынан біршама аз, ал кейбір "мыс" бөліктерінде күкірт жоқ, бірақ оттегі бар, қорғасын және шлақты түзетін, мыс металының әрекеттесуі кезінде оксисульфидті формалардан бөлініп шығуы мүмкін.



3 Сурет – Түрлендіргіш шламтағы элементтердің растрлық таралуы

Мырыш үлгінің бүкіл аймағына біркелкі бөлінеді, кремний оттегімен байланысты, темір туралы да айтуға болады. Үлгідегі темірдің жоғары мөлшері оттегінің жеткілікті мөлшерімен және кейбір жағдайларда кремнийдің толық болмауымен байланысты.

Бастапқы шламның сынамасы фаялит, силикат, магнетит, кремний бар темір оксиді және шыны негізіндегі қорытпа болып табылады. Мыс фазасы металл мыс пен халькозинмен ұсынылған. Шлак массасының құрылымы жұқа және ұзын призматикалық фаялит кристалдарының призмалық және ұзын призматикалық кремнийлі шлак фазасының кристалдарымен ауысуына байланысты, оның аясында идиоморфты дәндер түрінде магнетит пен кремнийі бар темір оксиді болады.

Қорытынды:

Конвертор шлағын қайта балқыту және оның баяу салқындату процесінде сульфидті-металл суспензиясының ұсақталуы да, оның біршама үлкеюі де байқалады. Сонымен, мыс шлағының бастапқы сынамасында, барлық кейінгі үлгілердегідей, бос дәндерде, сондай-ақ халькозиндегі қосындылар түрінде болады. Дәндердің мөлшері 0,005-0,01 мм (12-15 дәнге дейін) басым. Cu_2S кристалдарының мөлшері 0,25 мм жетеді. Осылайша, конвертерлік шламты қайта балқытқаннан кейін баяу салқындату сульфидті-металл суспензияның ұсақталуы да, оның біршама іріленуіне де әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде шламты флотациялық байытудың технологиялық көрсеткіштерінің жоғарылауына ықпал етеді.

Әдебиеттер тізімі:

1 Антоненко Л.К. Проблемы переработки и захоронения отходов горно-металлургического производства // Горный журнал. – 1999. – № 2. – С. 70-72.

Khasanov A.S., Atakhanov A.S., Ismailova F.R. The history of Uzbekistan's metallurgy and new technologic processes // Shanghai University of China Nation Republic. Papers of scientific seminar meeting or winner of "Istedod", 2005 December. –p.30-32 c.

Хасанов А.С. Физическая свойства жидких шлаков и штейнов // Горный вестник Узбекистана 2004г. № 3/18 с.84-85.

Романенко А.Г. Металлургические шлаки. – М.: Металлургия, 1977.–191 с.

G.Abdykirova, T.Amangeldy, N.Akkazina

Influence of the temperature regime of converter slag on the formation of copper and iron sulfide crystals

Abstract. The article shows the relevance and significance of the problem of processing and complete disposal of waste from the mining and metallurgical industries. Slow cooling of the converter slag after its remelting can lead to both a decrease in the sulfide-metal suspension and some of its enlargement, and this, in turn, will contribute to an increase in the technological parameters of the flotation concentration of the slag.

Keywords: converter slag, slow cooling, melting point, grain enlargement, sample, flotation.

Г.Ж. Абдыкирова, Т.М. Амангельды, Н.Т. Акказина

Влияние температурного режима обработки конверторного шлака на процесс формирования кристаллов сульфида меди и железа

Аннотация. В статье показана актуальность и значимость проблемы переработки и полной утилизации отходов горнодобывающей, металлургической промышленности. Медленное охлаждение конверторного шлака после его переплавки, может привести как снижению сульфидно-металлической взвеси, так и некоторому её укрупнению, а это в свою очередь будет способствовать к повышению технологических показателей флотационного обогащения шлака.

Ключевые слова: конверторный шлак, медленное охлаждение, температура плавления, укрупнение зерен, флотация.



Метаданные

Название

Исследование процесса получения промпродукта из техногенного минерального сырья

Автор

Амангельды Темирлан Мадиялы

Научный руководитель

Мадина Барменшинова

Подразделение

ИМИПИ

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв		3
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		4

Объем найденных подоби

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



25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



13552

Количество слов



104201

Количество символов

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 ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://uz.denemetr.com/docs/769/index-283253-1.html?page=5	23	0.17 %
2	https://uz.denemetr.com/docs/769/index-283253-1.html?page=5	22	0.16 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.00 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (0.33 %)



ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	https://uz.denemetr.com/docs/769/index-283253-1.html?page=5	45 (2)	0.33 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИФИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Амангельды Темирлан Мадииулы

Название: Исследование процесса получения промпродукта из техногенного минерального сырья

Координатор: Мадина Барменшинова

Коэффициент подобия 1.0.3

Коэффициент подобия 2.0

Замена букв:3

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Работа выполнена добросовестно и в срок. Признаки плагиата отсутствуют

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Диссертационная работа Аманжолы Темиргали
выполнена самостоятельно, заимствования в ней явл-ся
допустимыми и не образуют плагиата
Допуск к защите

Дата 14.06.2021

зав. кафедрой Ми Оли
Бурмещинский М.Б.
Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобию Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобию, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Амангельды Темирлан Мадидулы

Название: Исследование процесса получения промпродукта из техногенного минерального сырья

Координатор: Мадина Барменшинова

Коэффициент подобию 1: 0.3

Коэффициент подобию 2: 0

Замена букв: 3

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобию констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Допущен к защите диссертации.

14.06.2021

Дата



Подпись Научного руководителя

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Магистрлік диссертацияға

(жұмыс түрінің атауы)

Амангельды Темирлан Мадиялы

(Білім алушының Аты-Жөні)

7M07223 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

(шифр және мамандық атауы)

Тақырыбы: «Техногендік минералдық шикізаттан аралық өнім алу процесін зерттеу»

Амангелді Темірланның диссертациялық жұмысы өзекті мәселе – конверторлық қождарды өндіріске тарту мәселесіне арналған. Металдардың жоғары құны түсті, сирек кездесетін, асыл металдар мен темірді тауарлық өнімдерге айналдыру үшін шлактарды жетілдіруді экономикалық тұрғыдан тиімді етеді.

Автор конверторлық қожды шетелде және ТМД елдерінде өңдеу әдістеріне талдау жасады. Балқаш мыс балқыту зауытының конверторлық қожының физика-химиялық қасиеттері зерттеліп, мыс сульфидті, тотыққан және металл түрінде берілгені анықталды.

Диссертацияның жаңалығы баяу салқындағаннан кейін қожды байытудың флотациялық әдісі болып табылады. Қайта балқытылған конверторлық қожды баяу салқындату флотация процесінде бастапқы қожды қайта балқытпастан флотациялау нәтижелерімен салыстырғанда концентратқа мыс алуды 7,6% - ға арттыруға мүмкіндік берді.

Алынған нәтижелер, олардың жиынтығы бойынша, түрлендіргіш қождағы мысты табу формаларын анықтау және термоөндеуден кейін флотация процесін зерттеу өзекті ғылыми мәселенің шешімін ұсынады.

Магистрант ғылыми жетекшімен бірлесіп жариялады:

1. Абдыкирова Г.Ж., Амангельды Т.М., Акказина Н.Т. Конверторлық шлақтың температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсері // Сатпаевские чтения – 2021, I том

Зерттеу жұмыстарын жүргізген кезде Амангельды Темирлан дербестік пен еңбексүйгіштік танытты. Ол байытудың барлық процестерін игерді, алынған нәтижелерді графикалық интерпретациямен дербес есептейді. Жүргізілген зерттеулердің көлемі, сапасы бойынша магистрлік жұмыс диссертациялық жұмыстарға қойылатын талаптарға сәйкес келеді және 90% («өте жақсы») бағаға лайық, ал авторы Темирлан Амангельды 7M07223 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту мамандығы бойынша магистр дәрежесіне лайық.

Ғылыми жетекші:

тех. ғылым канд.,
жетек. ғылым. қызмет.
АҚ «ИМО»

Абдыкирова Г.Ж.

(тегі, аты, әкесінің аты)

«10» 06 2021 ж.



РЕЦЕНЗИЯ

Магистрлік диссертацияға

(жұмыс түрінің атауы)

Амангельды Темирлан Мадияұлы

(Білім алушының Аты-Жөні)

7M07223 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

(шифр және мамандық атауы)

Тақырыбы: «Техногендік минералдық шикізаттан аралық өнім алу процесін зерттеу»

Орындалды:

- а) _____ слайдтардағы графикалық бөлім
б) _____ парақтардағы түсіндірме жазба

Характеристика диссертации

Темирлан Амангелдінің аяқталған диссертациялық жұмысы қазіргі уақыттағы маңызды мәселеге - Балқаш мыс балқыту зауытының конвертерлі шлактарынан мыс концентратын алу мүмкіндігін тексеруге арналған. Зертханалық жағдайда концентраторлы шлакты жууға болатындығы туралы зерттеулер жүргізілді.

Диплом жұмысының жаңалығы - баяу салқындатудан кейін қожды байытудың флотациялық әдісі. Қайта балқытылған конвертерлі қожды баяу салқындату флотация процесінде мыстың концентратқа қайта оралуын бастапқы шлакты қайта балқытпай флотациялау нәтижелерімен салыстырғанда 7,6% арттыруға мүмкіндік берді.

Алынған нәтижелер, олардың жиынтығында, конвертерлі шлактағы мыс формаларын анықтау және термиялық өңдеуден кейінгі флотация процесін зерттеу бойынша жедел ғылыми мәселені шешуді білдіреді.

Жұмысты бағалау

Магистрлік диссертация көлемі, жүргізілген зерттеу сапасы жағынан диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкес келеді және 90% («өте жақсы») бағаға лайық, ал автор Темирлан Амангелді 7M07223 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту мамандығы бойынша магистр дәрежесіне лайық.

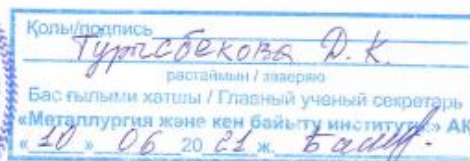
Рецензент

тех. ғылым канд.,
жетек. ғылым. қызмет.
АҚ «ИМиО»

Турысбеков Д. К.

(тегі, аты, әкесінің аты)

«10» 06 2021 ж.



Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия