

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ӘОЖ 622.765

Қолжазба құқығында

Мажитов Нұржігіт Мейрамханұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация тақырыбы

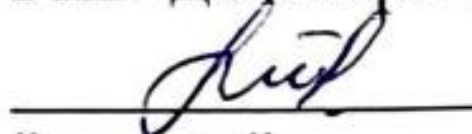
«Жаңа модификацияланған реагенттерді пайдалану арқылы қиын байытылатын қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясы»

Дайындау бағыты

7M07223 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту»

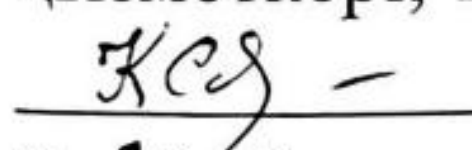
Ғылыми жетекші:

PhD докторы, сениор-лектор

 А.Р. Мамбеталиева
" 26 " 05 2022 ж.

Пікір беруші,

«Д.В.Сокольский атындағы Жанармай, Катализ және Электрохимия Институты» АҚ Сирек шашыраңқы элементтер секторының аға ғылыми қызметкері, т.ғ.к.

 С.К. Килибаева
" 30 " 05 2022 ж.

Норма бақылау:

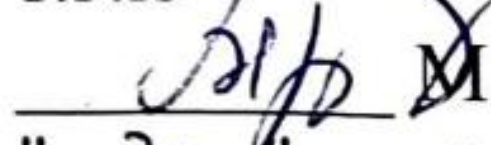
PhD докторы, ассистент- профессор

 С.Б. Дюсенова
" 26 " 05 2022 ж.

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МжПҚБ каф. меңгерушісі,

т.ғ.к.

 М.Б. Барменшинова
" 30 " 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

SATBAYEV UNIVERSITY

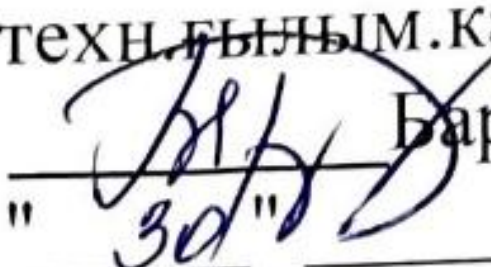
Ө. Байқоныров атындағы Тау – кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ каф.менгерушісі

техн.ғылым.канд.

 Барменшинова М.Б.
" 30 " 25 2022 ж.

Магистрлік диссертация орындауға ТАПСЫРМА

Магистрант Мажитов Нұржігіт Мейрамханұлы

Тақырыбы: «Жаңа модификацияланған реагенттерді пайдалану арқылы қиын байытылатын қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясы»

Университет ректорының 2020 жылғы «03 қараша» № 2026-м бұйрығымен бекітілген

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі « 25 » мамыр 2022 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: модификатор реагентінің түсті металдардың сульфидті минералдарымен әрекеттесу механизмі теориялық негіздеу. Жаңа модификациялық реагент алу және олардың коллоидтық химиялық қасиеттерін зерттеу. Зерттеу әдістері: Реагентті физико-химиялық зерттеу және басқалары.

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Кіріспе

б) Зерттеу бөлімі

в) Қорытынды

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Богданов О.С., Поднек А.К., Семенова Е.А. Исследование флотации разновидностей сфалерита // Исследование действия флотационных реагентов: труды ин-та Механобр. – Л.:, 1965. – Вып. 135. – С.76-79.

2 Турысбеков Д.К. Селективный собиратель типа М-ДЭДК для флотации полиметаллических руд //Труды международной конференции «Металлургия XXI века - состояние и стратегия развития». – Алматы, 2006. – С.160-164.

Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, қарастырылатын мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескертпе
Аналитикалық шолу	15.03.2021-15.04.2021	орындалды
Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері	19.04.2021-30.05.2021	орындалды
Тәжірибелік бөлім	15.02.2022	орындалды

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен
норма бақылаушының қойған
қолтаңбалары

Бөлімдердің атаулары	Кеңесшілер, А.Ж.Т. (ғылыми дәрежесі, атағы)	Күні қолы	Қолы
Аналитикалық шолу	Мамбеталиева А.Р. PhD докторы, МЖПҚБ сениор-лекторы	15.04.2021	А.Р. Мамбеталиева
Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері		30.05.2021	А.Р. Мамбеталиева
Тәжірибелік бөлім		23.05.2022	А.Р. Мамбеталиева
Норма бақылау	Дюсенова С.Б PhD докторы	25.05.2022	С.Б. Дюсенова

Ғылыми жетекші



А.Р. Мамбеталиева

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады



Н.М. Мажитов

Күні

« 8 » 01 2020ж.

АҢДАТПА

Кентау байыту фабрикасының зерттеу зертханасында ірілендірілген зертханалық масштабта тексерілген БКс және ДЭДК жинағыштарының қоспасы – жаңа түрлендірілген реагент негізінде қиын байытылатын қорғасын – мырыш кенін байыту технологиясы жетілдірілді. Сынақтар нәтижесінде келесі мәліметтер алынды: БКс шығыны 2,5–3,0 есеге, қалған реагенттерді – орта есеппен 25 пайызға төмендеді %. Мырыш концентратына мырышты алу концентраттар сапасын бір мезгілде арттыра отырып, 6% – ға және қорғасын концентратына қорғасын алу-5,3% - ға ұлғайды. Композициялық жинағышты қолдана отырып, жетілдірілген технологияны енгізудің болжамды экономикалық әсері 1 млн.т кенді өңдеуге 5,5 млн. долларды құрайды.

АННОТАЦИЯ

Усовершенствована технология обогащения труднообогатимой свинцово – цинковой руды на основе нового модифицированного реагента – смеси собирателей БКс и ДЭДК, которая проверена в укрупненно–лабораторном масштабе в исследовательской лаборатории Кентауской обогатительной фабрики. В результате испытаний получены следующие данные:

- расход БКс снизился в 2,5–3,0 раза, остальных реагентов – в среднем на 25 %;

- извлечение цинка в цинковый концентрат увеличилось на 6 % и свинца в свинцовый концентрат – на 5,3 % с одновременным повышением качества концентратов;

- ориентировочный экономической эффект от внедрения усовершенствованной технологии с применением композиционного собирателя составит 5,5 млн долларов на 1 млн. т переработки руды.

ANNOTATION

The technology of enrichment of hard – to-enrich lead – zinc ore based on a new modified reagent - a mixture of collectors of BCs and DEDC, which was tested on an enlarged laboratory scale in the research laboratory of the Kentau concentrator, has been improved. As a result of the tests, the following data were obtained:

- the consumption of BCs decreased by 2.5–3.0 times, the remaining reagents – by an average of 25 %; the extraction of zinc into zinc concentrate increased by 6% and lead into lead concentrate – by 5.3 %, while improving the quality of concentrates.

- the estimated economic effect of the introduction of an improved technology using a composite collector will amount to \$ 5.5 million per 1 million tons of ore processing.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерін қайта өңдеуді жетілдіру жолдары мен қазіргі жағдайын талдау	11
1.1 Қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерін зерттеу және қайта өңдеу саласындағы қазіргі заманғы бағыттар	12
1.2 Сфалериттің физикалық қасиеттерінің оның флотациялануына әсер ету ерекшеліктері	15
1.3 Сульфидті минералдарды флотациялау үшін қолданылатын реагенттер	16
2 Натрийдің базалық бутил ксантогенатының физика-химиялық қасиеттері және оның натрий диэтилдитиокарбаматы бар құрамы	28
2.1 БКс и ДЭДК ерітінділерінің беттік қасиеттері және олардың «сұйық-минералды» шекара аралығындағы қоспасы	28
2.1.1 Бутил ксантогенатының адсорбциясы және оның минералдар бетіндегі ДЭДК-мен қоспасы	28
2.1.2 Ауа көпіршігінің мономинерал бетінен бөліну күшін анықтау бойынша зерттеулер	31
2.1.3 Сульфидті минералдардың электрокинетикалық потенциалын зерттеу	36
2.2 БКс және ДЭДК жинағыш реагентінің қоспасының қатысуымен сфалерит пен пириттің флотоактивтілігін зерттеу	40
2.2.1 Сульфидтердің негізгі құрылымдық түрлері	40
2.2.2 Мономинералдық флотацияны жүргізу әдістемесі	43
2.2.3 Реагент – активтендіргіштің (мыс сульфатының) оңтайлы шығынын анықтау	44
2.2.4 ДЭДК реагентінің шығынын сфалерит пен пириттің флотациялануына әсерін зерттеу	45
2.2.5 ДЭДК шығынының белсендірілген сфалериттің флотациялануына әсері	46
2.2.6 ДЭДК қатысуымен белсендірілген сфалериттің флотациялануына флотация уақытының әсері	47
3 Жаңа модификацияланған реагенттер негізінде байытылуы қиын қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясын жетілдіру	50
3.1 Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенінің сипаттамасы	50
3.2 Зерттелетін кеннің химиялық және гранулометриялық құрамы	50
3.3 Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенінен сфалериттің флотациялануына ДЭДК және БКс жыйнағыш реагенттері қоспасының әсері	55
Қорытынды	64
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	65
А Қосымшасы	68

КІРІСПЕ

Шешілетін ғылыми-технологиялық проблеманың қазіргі жай-күйін бағалау. Қазақстандағы полиметалл кен орындарының бірі қорғасын-мырыш кенінің жалпы қоры 200 млн. т-дан асатын Шалқия кен орны болып табылады. Бұл ретте кен орны бойынша бағалы металдардың орташа жиынтық құрамы шамамен 5% – ды құрайды, оның 70-80% - ы мырышқа және 20-30% - ы қорғасынға келеді. Шалқия кен орнының кендерін өңдеудің қиындығы галенит, сфалерит және пирит минералдарының өте жұқа дисперсиясымен, олардың бір-бірімен және тау жыныстарын құрайтын минералдармен тығыз араласуымен, ультра жұқа көмірлі заттардың болуымен, сондай-ақ кальциттің оңай бөлінетін минералдарының болуымен байланысты. Нәтижесінде өндірілетін және өңделетін минералды шикізаттың көлемі артады, байыту процестерінен бұрын кенді ұсақтау қажет болады, бұл, сайып келгенде, улы реагенттердің шамадан тыс тұтынылуына, төмен технологиялық көрсеткіштерге және өндіріс қалдықтарының көп мөлшерін сақтауға әкеледі.

Шалқия кен орнының байытылуы қиын кендерін байытудың қазіргі технологиясы одан әрі жетілдіруді, атап айтқанда флотацияның реагенттік режимін өзгертуді, флотациялық байытудың технологиялық көрсеткіштерін арттыру мақсатында жаңа неғұрлым селективті реагент-жинағыштарды қолдануды талап етеді. Бұл жұмыс қорғасын мен мырыш концентраттарының құнды компоненттері мен сапасын арттыру мақсатында диэтилдитиокарбамат (ДЭДК), натрий бутил ксантогенаты (БКс) және шунгит көмірлі заттар басқышын қолдану негізінде қиын байытылатын қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясын жетілдіруге арналған.

Тақырыпты әзірлеу үшін негізі және бастапқы деректер.

Колчеданды қорғасын-мырыш кендерінің игерілетін қорлары негізінен Шығыс Қазақстан облысында орналасқан, онда олардың базасында тау-кен байыту кәсіпорындары жұмыс істейді.

Қорғасын-мырыш саласының басты проблемалары: бір жағынан, ескі тау – кен кәсіпорындарының қызметі саласында рентабельді қорлары бар резервтік кен орындарының болмауы, олардың қорлармен қамтамасыз етілуі 25 жылдан аспайды, екінші жағынан-барланған кен орындары аудандарында қайта өңдеу кешендерін салу қажеттілігі болып табылады. Минералдық-шикізат базасын дамыту жоспарында таяу жылдары Оңтүстік Қазақстандағы Шалқия қоры бойынша ірі кен орнын игеру жоспарланып отыр, оның базасында жаңа мырыш зауытын салу көзделуде.

Осы ғылыми-зерттеу жұмысын жүргізу қажеттілігінің негіздемесі.

Көптеген дамыған және зертханалық жағдайда өте тиімді реагенттік режимдердің өнеркәсіптік жағдайындағы байытудың технологиялық көрсеткіштерінің тұрақсыздығы олардың шикізаттың материалдық құрамындағы шамалы өзгерістерге де үлкен сезімталдығына байланысты. Сондықтан байытудың технологиялық көрсеткіштерінің жоғарылау шарттары (қайта өңделетін кен құрамының өсіп келе жатқан ауытқуы жағдайында) жаңа технологиялық сұлбаларды, реагенттерді, реагенттік режимдерді, флотациялық

машиналарды енгізу, пульпа дайындау, флотация процестерінде энергетикалық әсердің әр түрлі түрлерін қолдану есебінен флотациялық байытуды қайта өңдеу технологиясын жетілдіру болып табылады.

Әзірлеудің жоспарланып отырған ғылыми-техникалық деңгейі туралы, патенттік зерттеулер туралы мәліметтер.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарының кешенін жүргізу барысында тереңдігі 20 жылды құрайтын әлемнің жетекші елдерінің ғылыми-техникалық ақпаратын қамтитын әртүрлі модификатор реагенттерін пайдалану негізінде байытылуы қиын қорғасын-мырыш кенін қайта өңдеу технологияларын жетілдіру мәселесі бойынша әдеби деректерге талдау және патенттік зерттеулер жүргізілді. Әдеби дереккөздерді талдау сульфидті минералдардың флотациялық қасиеттерін жақсартуға ықпал ететін құрамында азот бар органикалық қосылыстар негізінде жаңа күшейтетін реагенттерді әзірлеу және қолдану қажеттілігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

Диссертацияны метрологиялық қамтамасыз ету туралы мәліметтер. Ғылыми-зерттеу жұмыстарының кешені тексерілген аспаптар мен өлшеу құралдарын, сертификатталған әдістемелерді пайдалана отырып жүзеге асырылды.

Тақырыптың өзектілігі коцентраторға қорғасын мен мырыш алуды арттыру мақсатында диэтилдитиокарбамат (ДЭДК) реагенті-интенсификаторын және шунгит көмір заттарының депрессорын пайдалану негізінде байытылуы қиын қорғасын-мырыш кенін флотациялық байыту технологиясын жетілдіру болып табылады. Көптеген кәсіпорындардың өнеркәсіптік жағдайында флотациялық байытудың үнемі тұрақсыз технологиялық көрсеткіштері олардың шикізаттың материалдық құрамындағы шамалы өзгерістерге де үлкен сезімталдығына байланысты. Қорғасын-мырыш кендерін байыту процестерін жетілдіру мәселелері ТМД-ның көптеген ғалымдарының назарын аударды.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы.

– БКс және ДЭДК қоспасынан жинағыш реагентінің физика – химиялық қасиеттерін кешенді зерттеу негізінде "сұйық – ауа", "сұйық-минерал" бөлу шекарасында сульфидті минералдар мен Шалқия кен орнының кендерін қамтитын флотациялық жүйеде композициялық жинағыш реагентінің флотациялық әсерінің синергетикалық әсері анықталды.

– "Су-ауа" шекарасындағы композициялық жинағыштың беткі қасиеттерін өлшеу және орау коэффициенттерін есептеу арқылы олардың синергетикалық әсер ету механизмі БКс және ДЭДК 6:4 және 1:1 моль коэффициенттерінде анықталды, бұл тығыздалған гидрофобты пленканың пайда болуынан тұрады.

Жұмыстың мақсаты коцентратордың сапасын жақсартып, қорғасын мен мырыш алуды арттыруды қамтамасыз ететін жаңа модификацияланған реагенттер негізінде қиын байытылатын қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясын жетілдіру болып табылады. Зерттеу нысаны-Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кені.

Зерттеудің міндеттері. Қорғасын мен мырыштың сульфидті минералдарын ДЭДК және БКс композициялық жинағышының қоспасын және

сульфидті минералдардың флотациялануына шунгиттің модификациялайтын қоспасын қолдана отырып флотациялау процесін зерттеу.

Зерттеу міндеттері:

- қорғасын-мырыш кенінің заттық құрамын зерттеу;
- базалық және композициялық жинағыштарды физика-химиялық зерттеу;
- мономинералдық флотация жағдайында ДЭДК-мен бірге бутил ксантогенатының сорбциялық қасиеттерін анықтау;
- БКс және ДЭДК қоспаларын қолдану негізінде қорғасын-мырыш кенін флотациялық байыту технологиясын жетілдіру;

Әдістемелік база. Жұмыста ИҚ-спектроскопиялық, рентгенофазалық, спектрлік, кристаллооптикалық, электронды-зондтық, химиялық (сертификатталған әдістемелерді қолдана отырып) талдау әдістері қолданылды. Аспаптар мен өлшеу құралдарды стандарттау қызметтері тексерді.

БКс және ДЭДК адсорбциялық қасиеттерін зерттеу беттік керілуді өлшеу, минералдар бетіндегі бутил ксантогенатының мөлшерін анықтау, көпіршіктің қатты бетінен бөліну күшін анықтау, мономинералды флотация және ИҚ-спектроскопиялық талдау әдісімен жүргізілді.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

-БКс, ДЭДК реагентінің физика – химиялық қасиеттерін және олардың қоспаларын "сұйық – ауа" және "сұйық-минерал" (минерал: сфалерит, пирит) бөлу шекараларындағы зерттеу нәтижелері;

- флотациялық жүйеде БКс және ДЭДК қоспасынан композициялық жинағыш реагентінің қатысуымен сфалерит пен пириттің бетіндегі физика-химиялық зерттеу нәтижелері;

- сульфидті мономинералдарды және Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенін композициялық жинағыш реагентінің қатысуымен флотациялау процесінде сфалерит пен пириттің флотациялануының нәтижелері;

Жұмыстың практикалық құндылығы.

Кентау байыту фабрикасының зерттеу зертханасында ірілендірілген зертханалық масштабта тексерілген БКс және ДЭДК жинағыш реагентінің қоспасы–жаңа түрлендірілген реагент негізінде қиын байытылатын қорғасын - мырыш кенін байыту технологиясы жетілдірілді. Сынақтар нәтижесінде келесі мәліметтер алынды:

– БКс шығыны 2,5–3,0 есеге, қалған реагенттерді – орта есеппен 25 пайызға төмендеді %;

– мырыш концентратына мырыш алу 6% - ға және қорғасын концентратына қорғасын алу 5,3% - ға артып, концентраттар сапасын бір мезгілде арттырды;

– композициялық жинағышты қолдана отырып, жетілдірілген технологияны енгізудің болжамды экономикалық тиімділігі 1 млн.т кенді өңдеуге 5,5 млн. долларды құрайды.

1 Қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерін қайта өңдеуді жетілдіру жолдары мен қазіргі жағдайын талдау

Соңғы уақытта өнеркәсіптік қайта өңдеуге неғұрлым қиын байытылатын полиметалл кендері енгізілуде, олар әдеттегі флотация жағдайында ұсақтауды қажет етеді, нәтижесінде минералдардың едәуір бөлігі қоқыспен жоғалады. Қазақстандағы полиметалл кендерінің осындай ірі кен орындарының бірі Шалқия кен орны болып табылады, оның жалпы кен қоры 200 млн.тоннадан асады, бұл ретте кен орны бойынша бағалы металдардың орташа жиынтық құрамы 5 % (салмағы), оның 70-80% – ы мырышқа және 20-30% - ы қорғасынға келеді.

Кендегі негізгі пайдалы минералдар сфалерит, галенит және пирит болып табылады, олар өте жұқа шашырандылыққа ие – тозаңнан 0,1 мм-ге дейін және бір-бірімен тығыз байланысты, сонымен қатар бос жыныстың минералдарымен, атап айтқанда кварц пен карбонаттармен сипатталады. Кенге тән қорғасын мен мырыш минералдарының өте жұқа шашырауы олардың құрамында графит мөлшері жоғары көміртекті заттың болуымен қиындайды, ол негізгі жыныстарда да, пайдалы минералдарда да болады.

Галенит, сфалерит және пирит минералдарының өте жұқа дисперсиясына, олардың бір-бірімен және тау жыныстарын құрайтын минералдармен тығыз өзара әрекеттесуіне, ультра жұқа көмірлі заттардың болуына, сондай-ақ кальциттің оңай бөлінетін минералдарының болуына байланысты, ұсақталған доломиттермен қатар, бұл кендер қиын байытылады деп сипатталады, олардан жоғары сапалы қорғасын мен мырыш концентраттарын алу өте қиын.

Сондықтан кеннен қорғасын және мырыш концентраттарының флотациялық бөлінуі реагенттерді тұтынудың артуымен және флотация қалдықтары бар түсті металл минералдарының айтарлықтай жоғалуымен сипатталады.

Осыған байланысты "Шалқия"кен орнының қиын байытылатын қорғасын-мырыш кенін қайта өңдеу технологиясын жетілдіру қажеттілігі туындайды.

"Шалқия" кен орнының қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерінің технологиялық схемасын жетілдіруді ғылыми және технологиялық негіздеу мақсатында мәселенің жай-күйі мынадай негізгі бағыттар бойынша талданды:

1 Қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерін зерттеу және қайта өңдеу саласындағы заманауи бағыттар.

2 Сфалериттің флотациялануына әсер ететін физикалық қасиеттерінің ерекшеліктері

3 Сульфидті минералдарды флотациялау үшін қолданылатын реагенттер.

4 Шунгиттің сипаттамасы және оның флотация процесіне әсері.

1.1 Қиын байытылатын қорғасын-мырыш кендерін зерттеу және қайта өңдеу саласындағы қазіргі заманғы бағыттар

Кеннен қорғасын мен мырышты алудың технологиялық көрсеткіштері және алынған концентраттардың сапасы, біріншіден, кеннің минералды құрамына байланысты, өйткені әр металды әр түрлі флотацияға ие әр түрлі минералдар ұсына алады.

Байытудың флотациялық әдісі негізгі болып табылады, полиметалл кендерін байытудың барлық технологиялық сызбаларын үш негізгі топқа жіктеуге болады:

- тікелей селективті флотация;
- мыс, қорғасын, мырыш және молибден минералдарын кейіннен іріктей отырып, флотацияның ұжымдық-селективті схемасы;
- мыс-қорғасын не мыс-молибден концентратын ала отырып, оларды кейіннен іріктей отырып, флотациялаудың ұжымдық-селективті схемасы.

Схеманы таңдау, ең алдымен, кендегі бағалы компоненттердің құрамына, минералды құрамына, мыс, қорғасын және мырыш минералдарының ірілігі мен таралу сипатына, бағалы минералдар мен бос жыныс минералдарының флотациялануына, алынатын концентраттардың сапасына қойылатын талаптарға байланысты болады .

Сульфидті минералдардың флотоактивтілігі бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленетін кезде тікелей селективті флотация схемасы қолданылады . Бұл жағдайда алдымен оңай сіңірілетін минералдар флотацияланады, содан кейін активтендірілгеннен кейін, одан да қиын болады. Мұндай схемалардың кемшіліктері:

- барлық кенді ұнтақтау қажеттілігі;
- көптеген флотациялық машиналарды орнату қажеттілігі;
- реагенттердің үлкен шығыны;
- өзінің флотациялық қасиеттері жағынан жақын минералдардың селективті флотациясымен байланысты қиындықтар.

Сульфидті, тотыққан және аралас қорғасын-мырыш кендері бөлек өңделеді . Жебе-сазды бастапқы шламдар мен еритін тұздардың кендерінде едәуір мөлшерде болса, олар ірі ұнтақталған кенді електе немесе бутарда, скрубберде жуу арқылы жойылады. Бұл операцияның болуы кендегі сульфидтердің селекциясын жақсартады және сульфидті концентраттардың сапасын жақсартады, қорғасын мен мырыштың тотыққан минералдарының белсенді флотациясын қамтамасыз етеді және реагенттердің шығынын едәуір азайтады. Жұқа сазды шламдар мен еритін тұздарды қорғасынның алдында ғана емес, сонымен қатар тотыққан мырыш флотациясының алдында алып тастау-бұл жоғары сілтілі сазды кендерді флотациялау кезінде міндетті операция. Қорғасын мен мырыш минералдарының үлкен шашырауы немесе процестің басында кендердің қолайлы құрылымы бар, оларды сұрыптау және алдын-ала шоғырландыру міндетті болып табылады.

Сульфидті қорғасын-мырыш кендерін өңдейтін зауыттар үшін негізі тікелей селективті флотация схемасы болып табылады. Себебі, сульфидті

қорғасын-мырыш кендерін өңдейтін зауыттар бар. Сондай-ақ, сульфидті қорғасын-мырыш кендерін қайта өңдейтін зауыттар бар. Схемасы тек жыныстағы сульфидтердің үлкен қосылуымен және нәзік өзара әрекеттесуімен сипатталатын кендерді байыту үшін ұсынылады, мысалы, Жапония мен ТМД-ның кейбір кен орындары.

Тотыққан және аралас қорғасын-мырыш кендерін флотациялау схемасын таңдау қорғасын мен мырыштың сульфидті және тотыққан минералдарының қатынасы мен сипатына, кендерде темір сульфидтерінің болуына байланысты және көбінесе тікелей селективті флотация қолданылады. Темір сульфид минералдарының аз мөлшерімен қорғасын минералдары алдымен флотацияланады, содан кейін мырыш сульфидтері (кейде темір сульфидтерімен бірге) және мырыш тотыққан минералдары. Кендерде пирит пен марказиттің көп мөлшері болған кезде қорғасын, мырыш, темір сульфидтерін, қорғасын мен мырыштың тотыққан минералдарын дәйекті алу схемасы қолайлы болады.

Сульфидті және аралас қорғасын-мырыш кендері үшін (мысалы, "Алмалық", "Миргалимсай" фабрикаларында және т. б.) әдетте ксантогенаттар мен аэрофлоттарды жинаушы ретінде, ал мырыш пен темір сульфидтерін (20-100 г/т) және мырыш сульфатын (300-700 г / т) депрессорлар ретінде қолдана отырып, қорғасынның сульфидті минералдарын селективті флотациялау жүргізіледі г/т) Шеридан - Гриссвольд режимінде рН 7-9 кезінде соданы тиеу нәтижесінде пайда болатын (100-300 г / т). Реагенттердің бөлшек дозасын жүзеге асыру селективті флотация көрсеткіштерін жақсартуға, концентраттың сапасын арттыруға және оған қорғасын алуға мүмкіндік береді.

Қазақстанда қорғасын-мырыш кендерін өңдейтін байыту фабрикаларының көпшілігі сілтілі ортада құрамында мырыш бар минералдардың депрессоры ретінде цианидті натрий мен мырыш сульфатын, сфалеритті белсендіру үшін мыс сульфатын, қорғасын мен мырыш сульфидтерін флотациялау үшін ксантогенаттар мен көбік түзгіштерді пайдаланудан тұратын цианидті әдісті қолданады. Коллективті мырыш-пирит флотациясы ксантогенаттарды, аэрофлоттарды (50-200 г/т) және сода көмегімен мырыш сульфидтерін мыс сульфатымен (50-400 г/т) әлсіз сілтілі немесе бейтарап ортада (рН шамамен 6,8-8) алдын-ала белсендіргеннен кейін жүзеге асырылады, мұнда флотация жоғары сілтілік ортаға қарағанда әлдеқайда толық және тез жүреді. Өнеркәсіптік жағдайларда мырыш сульфидтерінің активтену жағдайларын жақсартуға целлюлозаны мыс сульфатымен араластыру ұзақтығын және целлюлозадағы мыс бар қосылыстардың дисперсия дәрежесін, мысалы, күрделі түзгіш қоспаларды (цианид, аммиак және т.б.) қолдану арқылы, сондай-ақ целлюлоза температурасының жоғарылауы ықпал етеді.

Мыс сульфатымен (0,1-- 0,3 кг/т) белсендірілген мырыш сульфидтерін қорғасын флотациясының қалдықтарынан тікелей селективті флотациялау, тотыққан қорғасын және мырыш минералдарын флотациялау алдында, әдетте, әлсіз сілтілі ортада ксантогенаттар мен дитиофосфаттар қоспасын қолдану арқылы жүзеге асырылады. Коллективті мырыш-пирит концентраттарын бөлу кезінде және кенді селективті флотациялау кезінде (қорғасынның тотыққан минералдарын флотациялаудың кейінгі операциялары болмаған кезде) мырыш

флотациясын сілтілігі жоғары (рН 10-12) әк ортада жүргізеді. Пириттің кейінгі флотациясы кезінде әктің зиянды әсерін жоюға целлюлозаны қоюлату, целлюлозаның рН-ын күкірт қышқылымен төмендету, күкірт газын үрлеу арқылы қол жеткізіледі. Кейде пириттің флотациясын белсендіру үшін сода қолданылады (15-400 г/т).

Тотыққан және аралас қорғасын-мырыш кендерін байыту кезінде тотыққан қорғасын минералдарын флотациялау режимдері мен заңдылықтары қорғасын және қорғасын-мыс кендерін байыту кезінде осы минералдардың флотация режимдері мен заңдылықтарына едәуір жақын.

Мырыштың тотыққан минералдарын кеннен алу үшін Рея әдісі қолданылады, ол қалыпты температурада қойыртпақты күкіртті натриймен араластырғаннан кейін рН 10,5-11,1 кезінде мырыш минералдарын бастапқы алифатты аминдермен флотациялаудан тұрады.

Полиметалл кендерінің алуан түрлілігімен және минералды және химиялық құрамының күрделілігімен ерекшеленетіні белгілі. Олардың көпшілігі күрделі, құрамында бірнеше пайдалы минералдар бар. Полиметалл кендеріндегі мырыштың негізгі өнеркәсіптік минералы-сфалерит немесе мырыш қоспасы. Табиғатта мырыштың бірнеше сорттары бар-түссіз (клеюфан), құрамында темір жоқ, қара және қара (марматит), онда мырыш катиондарының бір бөлігі темір катиондарымен алмастырылады. Белгілі тәуелділік: сфалериттегі темір сульфидінің изоморфты қоспасының мөлшері неғұрлым жоғары болса, минерал сульфгидрил типіндегі жинақтағыштармен соғұрлым нашар флотацияланады.

Сфалерит әрдайым дерлік галенит пен пиритпен, көбінесе мыс сульфидтерімен кездеседі. Сфалерит флотациялық белсенділігі бойынша мыс, қорғасын, темір сульфидті минералдардан төмен .

Әр түрлі кен орындарының сфалериттері флотация процесінде әр түрлі болады. Әр түрлі кен орындарының минералдарының флотациялық және адсорбциялық қасиеттеріндегі айырмашылықтар материалдық құрамдағы айырмашылықпен, негізінен изоморфты қоспа түрінде де, пирротиннің эмульсиялық қосындылары түрінде де минералдың құрамына кіретін темір құрамымен байланысты болуы мүмкін .

Мырыш кендерін қолданудың күрделілігі қолданылатын флотациялық реагенттердің тиімділігіне байланысты. Флотациялық байыту саласындағы пайдалы қазбаларды өндіру және оларды өңдеу.пайдалы қазбалар кен орындарын барлау. Прогресс негізінен реагенттік режимді жетілдірумен, флотациялық реагенттерді пайдалану тәсілдерін жақсартумен, оларды қолдану саласын кеңейтумен, жаңа неғұрлым тиімді реагенттерді әзірлеумен және енгізумен айқындалады.

Қазіргі уақытта жаңа реагенттік режимдерді енгізу негізінен флотацияның селективтілігін арттыру қажеттілігімен, сондай-ақ арзан және уытты емес реагенттерді іздеумен байланысты. Полиметалл кендерін флотациялау кезінде селекцияға тиімді депрессорлар мен селективті әрекет ететін жинағыштарды біріктіру арқылы қол жеткізіледі. Селекцияның тиімділігі минералдар бетінің физикалық-химиялық қасиеттерінің құрылымдық

ерекшеліктерімен және кен орындарының генезисімен, пульпаның сұйық фазасының иондық құрамының және сульфидтердің флотациялануына реагенттік режимдердің әсерімен анықталады.

1.2 Сфалериттің физикалық қасиеттерінің оның флотациялануына әсер ету ерекшеліктері

Бірқатар жұмыстар сфалериттің флотациялық қасиеттерін, оның құрамындағы қоспаларға және кейбір реагенттердің осы қасиеттерге әсеріне байланысты зерттеуге арналған.

Зерттелген мырыш алдамшысын химиялық талдау бойынша көптеген авторлардың деректері әртүрлі кен орындарының сынамаларында ғана емес, сонымен қатар бір кен орнының әртүрлі учаскелерінен алынған қоспалар құрамының үлкен өзгеруін атап өтуге мүмкіндік береді. Табиғи үлгілер әр түрлі қоспалар түрінде болатын кенді және бос жыныс минералдардың болуымен сипатталады.

Кен минералдарының жиі кездесетін қоспаларына пирит, халькопирит, пирротин, галенит, аз дәрежеде арсенопирит, магнетит, гематит, смитсонит жатады.

Сонымен қатар, олар әдетте үлкен және кіші қосындылар түрінде болады – бір түйіршіктер, қабаттар, тізбектер түрінде. Кейбір минерологтар, мысалы, Р. В. Боярская, қоспалар элементтерінің бір бөлігі жарық микроскопында көрінбейтін басқа минералдардың ең кішкентай қосындыларының құрамына кіреді деп санайды.

Сонымен қатар, кейбір элементтердің сфалерит кристалдық торындағы мырышты изоморфты түрде алмастыру мүмкіндігі байқалады. Оларға жақын иондық радиусы бар металдар жатады.

Қоспалардың құрамына байланысты сфалерит жасылдан сарыға дейін болат түстерге дейін әр түрлі түске ие болуы мүмкін. Жасыл, сұр және сары-жасыл түс темір (II) иондарына байланысты, қоңыр, қоңыр, сары-қоңыр - мырыш ионының және изоморфты алмастыратын кадмий ионының бояу қасиеттерімен анықталады.

Темірдің мөлшері 20% - ға дейін өскен сайын (салмағы.) сфалерит қара түске айналады.

Сфалериттегі мырыштың басқа металдармен изоморфты алмастырылуы оның кристалды торын бұрмалайды. Бірқатар авторлардың пікірінше, темірдің құрамына байланысты кристалдық тор параметрінің 5,404 - 5,46 (10⁻¹⁰ м) аралығында өзгеруі байқалады.

П. Б. Бартон және П. С. Тулмин, құрамында темір мөлшері 0-ден 60%-ға дейін (салмағы) жасанды синтезделген қатайтылған сфалериттердегі үштік жүйені (темір-мырыш-күкірт) зерттейді.) оның ұлғаюымен сфалерит элементінің ұзындығы 5,39-дан 5,42-ге дейін (10⁻¹⁰ м) өзгередінін анықтады. С. Ф. Худоба және М. Т. Маковский сонымен қатар сфалеритте темір мөлшері өскен сайын бірлік ұяшықтың мөлшері артады деп санайды.

Темірдің мырыш сульфидінің торына енуінен туындаған бірлік ұяшықтың көлемінің ұлғаюы күтпеген болып көрінеді, өйткені иондар мен темір атомдарының радиусы мырыш иондары мен атомдарына қарағанда аз. Г. н. Кулер мұны мырышты темірмен алмастырғанда иондық сипаттағы байланыстардың ұлғаюымен түсіндіреді.

Г.Н. Куллерд және В. Ж. Скиннер марганец және әсіресе кадмий темірден гөрі кристалдық тордың мөлшеріне әсер етеді деп санайды. Сондықтан бірлік жасуша мөлшерінің ұлғаюын темір, кадмий, марганецтің болуының жалпы ұлғаюы ретінде қарастырған жөн.

Кристалдық тор мөлшерінің өзгеруі сфалериттің физикалық қасиеттерінің, атап айтқанда нақты салмағы мен микроқаттылығының өзгеруіне әкеледі. Шынында да, соңғысы темір құрамына кері байланысты, бұл минералдың кристалды торының кеңею фактісін растайды.

Алайда, А. А. Ясинская темір құрамынан кристалдық тор мөлшерінің тұрақты өзгеруін алған жоқ. Ол минералдың меншікті салмағына тек кристалды тор параметрі ғана емес, сонымен қатар Үйлестіру саны да әсер етеді дейді.

Катионның үйлестіру санының артуы нақты көлемнің төмендеуімен және нақты салмақтың артуымен байланысты. Мырышты темірмен алмастырған кезде, белгілі бір ауырлық алмастырғыштың атомдық салмағының төмендеуіне байланысты төмендейді және бұл ішінара мырыш катионымен салыстырғанда темір катионының аз поляризациялық әсерімен байланысты аралық қашықтықтардың шамалы өсуіне байланысты.

Бұл құбылысты атом радиусы тұрғысынан түсіндіруге болмайды, бірақ ол поляризацияға түзетілген иондық радиус идеясына сәйкес келеді.

Құрамында бір темір бар қоспалар ретінде сфалериттің үш үлгісін зерттей отырып, Т.Харада тор параметрінің өзгеруіне және минералдың флотациялық қасиеттеріне сызықтық тәуелді болды. Тор параметрі 5,4234; 5,4187; 5,4139 (10-10 м) тең болса, түйіршік шығымы 8; 20; 30% - ды құрайды.

Әр түрлі құрамдағы сфалериттің флотациялық реагенттермен өзара әрекеттесуінің біркелкі емес сипатын көптеген авторлар ондағы темірдің құрамымен байланыстырады.

Флотациялық реагенттерді қолданбай флотация процесі іс жүзінде жүруі мүмкін емес. Флотациялық реагенттердің әсері минералдардың беттік қасиеттерін кең ауқымда өзгертуге мүмкіндік береді, бұл флотацияны минералды байытудың ең әмбебап әдісі етеді.

1.3 Сульфидті минералдарды флотациялау үшін қолданылатын реагенттер

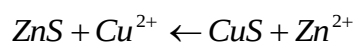
Флотациялық реагенттердің құрамы өте алуан түрлі. Оларға органикалық және бейорганикалық қосылыстар, қышқылдар мен сілтілер, әртүрлі құрамдағы тұздар, суда жақсы еритін және іс жүзінде ерімейтін заттар кіреді.

Мақсатына байланысты реагенттер келесідей жіктеледі: активтендіргіштер, басқыштар, рН ортаны реттегіштер), жинағыштар, көбіктендіргіштер.

Активтендіргіш реагентінің негізгі мақсаты жинағыштар реагентінің белгілі бір минералдардың бетімен өзара әрекеттесуін жақсарту болып табылады.

Сфалерит үлгілерінің көпшілігінің жинағышқа қатысты сіңіру қабілеті және олардың флотациялық белсенділігінің төмендігі бетіне адсорбцияланған жинағыш реагентінің мөлшері артатын және сол арқылы флотация процесі кезінде соңғысын алудың ұлғаюы қамтамасыз етілетін алдын ала дайындау процесінен жасау қажеттілігін көрсетеді. Осыған байланысты мыс сульфатының активтендіру әсері зерттелді.

Мыс сульфатының сфалеритті белсендіруге әсерін зерттеу бағытында жүргізілген көптеген зерттеулер бар. Сфалеритті мыс иондарымен белсендіру мыс иондарының сфалерит торындағы мырыш иондарына химиялық алмасуын білдіреді. Мыс (II) сульфатының өте төмен ерігіштігіне байланысты сфалерит реакциясының тепе-теңдік константасы немесе минерал бетіндегі мыс иондарының реакциясы төменде:



үлкен шаманы білдіреді:

$$K = Pp_{\text{Zn}} / Pp_{\text{Cu}} = 7 \cdot 10^{-26} / 8 \cdot 10^{-37} = 8.75 \cdot 10^{10}$$

Реакция оң жаққа ауысады және мыс минералмен толық сіңгенше жүре алады деп болжанады. Электронды дифракция әдісін қолдана отырып сфалерит бетінде ұсақ кристалдардан немесе мыс (II) сульфатының изоморфты бөлшектерінен тұратын жұқа пленканы табуға болады.

Негізгі факторлардың бірі мырыш алдамшысының күкірт қышқылымен мыстың активтендіруімен қосылуына әсер ететін пульпаның сілтілігі.

Көптеген еңбектерде бұл процесс бейтарап ортада жақсы жүретіні көрсетілген. Бұл жағдайда мыстың максималды сіңуі байқалады.

Осы рН мәнінен қышқыл немесе сілтілі аймаққа ауытқыған кезде мырыштың мыс сіңіру қабілеті төмендейді. М. М. Сорокин мұны пленканың пайда болуына кедергі келтіретін қышқыл ортада сфалериттің жоғары ерігіштігімен түсіндіреді.

рН жоғарылаған кезде мырыш сульфидінің ерігіштігі төмендейді, ковеллин пленкасының пайда болуына қолайлы жағдайлар жасалады.

рН>7 кезінде минералдың тотығу қабілеті артады, бетінде металл оксидтері мен гидроксидтері пайда болады, бұл мыс иондарының сульфид бетіне таралуын қиындатады және мыс сульфидінің қабықшасының пайда болу жағдайын нашарлатады.

М. М. Сорокин нақты жағдайларда, сфалериттен басқа сульфидтер болған кезде, ортаның рН-ы сіңуінің күрт тәуелділігі байқалмайтындығын көрсетті.

Сфалеритті флотациялау негізінен сілтілі ортада жүзеге асырылады, сондықтан кен пульпаға берілген мыс сульфаты мыс гидроксидіне айналады.

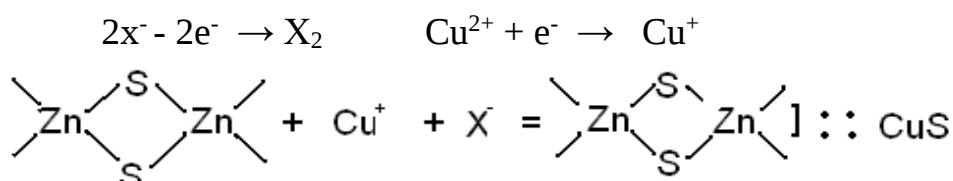
Зерттеушілер сонымен қатар мырыш сульфидін минералға мыс оксидінің коллоидты гидрат бөлшектерін желімдеу арқылы белсендіруге мүмкіндік береді.

С. М. Ясюкевич және П. М. Соложенкин мыс сульфидінің сульфидті минералдардың потенциалына әсерін зерттей отырып, соңғысының активтендіргіш реагент концентрациясынан өзгеруі адсорбция теңдеуімен сәйкес келетін $e = a + B 19 C$ теңдеуімен (мұндағы E - сульфидті минералдың потенциалы; A , b – тұрақты; c – мыс сульфатының концентрациясы) көрсетілетінін анықтады. Осыдан олар мырыш сульфидінің беттік потенциалының өзгеруі минералды тордағы мырыштың беттік-изоморфты иондары болып табылатын мыс иондарының бастапқы ауысу адсорбциясына байланысты деп тұжырымдайды.

Көптеген авторлар мыс сульфатының артық мөлшерінің флотациялық процестің жүруіне теріс әсерін бірнеше рет атап өтті.

Сфалерит бетіндегі жинағыш пен активтендіргіштің сорбциясының осы реагенттерді беру тәртібіне және мыс сульфатын тұтынуды арттыруға тәуелділігіне назар аударылды.

П. Ф. Стацура, М.Т. Баймаханов, Э. П. Полетаев ксантогенаттың қатысуымен сфалеритті белсендіруді келесі беттік реакциялар механизмімен ұсынуға болатындығын көрсетті:



Бұл ретте сфалерит флотациясының міндетті шарты болып табылатын диксантогенидтің (X_2) сорбциясы жүреді.

Жұмысында катодты сәулелік дифракция көмегімен ауыр металл тұздарының ерітінділерімен сульфидті активтендіру механизмін зерттеу жүргізілді. Бұл зерттеу ZnS химиялық таза қосылысында жүргізілді.

Активатор ретінде $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ қолданылды. Ауыр металл тұздарының (активаторлардың) ерітінділерінен кейін сульфид сумен мұқият жуылып, кептірілді. Кептірілген сульфид спектрлік талдаудан өтті. Спектрлік талдаудан кейін $CuSO_4$ ерітіндісінің әсерінен ZnS бетінде жұқа CuS пленкасы пайда болды деген қорытынды жасалды.

Мырыш флотациясына күкірт қышқылы тұзы түрінде берілген мыс сілтілі ортада минералды бетіндегі мырыш иондарымен алмасу реакциясына түсіп қана қоймай, гидроксидтер, карбонаттар түрінде тұндырылатындығына және ксантогенаттың қатысуымен мыс ксантогенатын құрайтындығына байланысты іс жүзінде жоқ. Бұл жағдайда сфалерит беті мыс минералы ретінде флотация процесіне әсер етеді және тиімділігі артады.

Флотация кезінде қолданылатын реагенттер флотация процесінің жоғары селективтілігін, тұрақтылығы мен тиімділігін қамтамасыз етеді, сонымен қатар байытудың осы әдісін жетілдіруге және күшейтуге үлкен мүмкіндіктер жасайды. Флотациялық реагенттердің әсері минералдардың беттік қасиеттерін кең ауқымда өзгертуге мүмкіндік береді, бұл флотацияны минералды байытудың әмбебап әдісі етеді.

Белгілі жинағыш реагенттер, олар минералды гидрофобизациялау үшін флотация кезінде қолданылатын органикалық қосылыстар, олардың бетінде жинағыш молекулалары немесе иондарының түзілуі нәтижесінде қол жеткізіледі. Гидрофобизацияның мақсаты-минералдардың сумен сулануын азайту, яғни оларды гидрофобты ету.

Көптеген жинағыш реагентінің физикалық – химиялық және химиялық қасиеттері бойынша ерекшеленетін екі бөліктен тұратын молекуланың күрделі асимметриялық құрылымымен сипатталады-аполярлы және полярлы.

Сульфгидрил типіндегі бірқатар жинағыштардың ішінде натрий және әсіресе калий ксантогенаттары өнеркәсіпте кеңінен қолданылды.

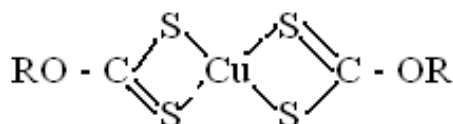
Сулы ерітінділердегі ксантогенат иондары ауыр металл катиондарымен ерімейтін қосылыстар түзеді. Екі валентті мыс иондары ксантогенатты тотықтырады:



Аздап қышқыл ортада (pH=5) мыс тұздарымен әрекеттескенде күрделі тұздар пайда болады, олар суда аз ериді және аполярлы еріткіштерде – бензол, көміртегі тетрахлориді және басқаларында жақсы ериді.

Мыс ксантогенаттары жалпақ квадрат комплекстерді құрайтыны белгілі.

$\text{Cu}(\text{EtKx})_2$ этил ксантогенаты кешенінің тұрақтылығына қатысты нақты түсінік жоқ.



$\text{Me}^{2+} + \text{Kx} \leftrightarrow \text{Me}(\text{Kx})^+$ кешенінің тұрақтылық тұрақтысы

$\text{Kx} = \text{Kx} = \text{Me}(\text{Kx})^+ / ([\text{Me}^{2+}] [\text{Kx}^-])$. өрнегімен анықталады.

Спектроскопиялық зерттеулерге сәйкес, басында құрылған $\text{Cu}(\text{Et Kx})_2$ кешені тұрақсыз және тез $\text{Cu}_2(\text{Et Kx})_2$ және диксантогенат $(\text{Et Kx})_2$ қоспасына айналады, ал ЭПР П.М Соложенкин әдісін қолдана отырып жүргізілген тәжірибелер негізінде мыс ксантогенаты $\text{Cu}(\text{Et Kx})_2$ салыстырмалы түрде тұрақты және мысты (II) мыстан (I) қалпына келтіру баяу жүреді.

Бутил және изопропил ксантогенаттарының қоспасын гексилмен алмастыру зерттеулерінде мыс Жезқазған кендерін флотациялау кезінде мыс алудың өсімі алынғаны және концентраттың сапасы жоғарылағаны көрсетілген.

Жұмыста сонымен қатар сульфидті минералдарды флотациялау үшін жиі

қолданылатын калий этил ксантогенаты бар екендігі көрсетілген. Ксантогенаттың қатысуымен сульфидті минералдардың бетін гидрофобизациялау механизмі әлі жеткілікті зерттелген жоқ.

Төмен амплитудалық циклдік вольтамперометрия әдісімен металл мыс пен халькопириттің беті калий этил ксантогенатының қатысуымен зерттелді.

Электрохимиялық потенциалдың мыс бөлшектері мен халькопирит бөлшектерінің флотоактивтілігіне әсері зерттелді.

Мыс-ксантогенат топтарының түзілуі мыс пен ксантогенат иондары арасындағы тікелей реакцияға ғана емес, сонымен қатар ксантогенат иондары мен халькопирит арасындағы реакцияға байланысты болатындығы көрсетілген.

Мыс пен халькопириттің гидрофобизациясына жауап беретін топтар CuEfX және Cu(EfX)_2 және диксантогенид сияқты мыс - ксантогенат топтары екендігі анықталды.

Микрофлотация-электрохимиялық түтікте жүргізілген флотациялық тәжірибелер осы топтардың барлығы бетінде болған кезде максималды флотоактивтілікке қол жеткізілгенін көрсетті.

Беттік гидрофобизацияға жауап беретін мыс-ксантогенат топтарының тұрақтылығын талдау үшін ыдырау потенциалы өлшенді, жұмыста алкилді және арильді көмірсутекті топтардың ксантогенатта да, форматты компоненттерде де өзгеруінің халькопирит, халькозин, ковеллин, борнит және пириттің флотациясы кезіндегі ксантогенформиат – жинағыштардың (КФ) тиімділігіне әсері көрсетілген.

$\text{PH}=5,0$, сондай-ақ 8,5 және 10,5 КФ кезінде флотациялануы бойынша мынадай ретпен орналасқан барлық дерлік сульфидтердің тамаша жинақтаушылары болып табылатыны көрсетілген:

халькопирит> халькозин> ковеллин> борнит> пирит

Реагенттің ксантогендік құрамының алкил тобының түзулігі немесе тармақталуы сульфидті флотацияда біршама басшы әскер жасайды, бірақ тионокарбаматтармен флотациялаумен айналысады. Тарақталған реагентпен пириттің жүйесі түзумен салынған екі есік жоғары.

Түзулік немесе тармақталу ксантоген реагентінің құрамдас бөлігінің алкил тобы сульфидтерді флотациялау кезінде біршама өзгеше әсер етеді, бірақ тионокарбаматтармен флотациядағыдай емес.

Тармақталған реагенті бар пириттің флотациясы түзу сызыққа қарағанда екі есе жоғары.

Формиат компоненті этилден бутилге дейін өзгерген кезде сульфидтердің флотация жылдамдығы және оларды алу төмендейді; бутилден фенилге дейінгі бөліп алу дәрежесінің артуына әкеледі, бірақ селективтіліктің төмендеуіне әкеледі; бензил формиатын қолданған кезде экстракцияның төмендеуі және селективтіліктің жоғарылауы байқалады. КФ әсер етудің ең ықтимал механизмі хелаттардың пайда болуымен түсіндіріледі.

Кәдімгі тиол жинағыштардың ҚФ артықшылығы-олардың қышқыл ортадағы тұрақтылығы. Синтезделген ҚФ-ның көпшілігі белсенді пирит жинағыштар емес, алайда осы реагенттердегі функционалды топтарды таңдау

арқылы пириттің флотациясын күшейтуге немесе басуға болады.

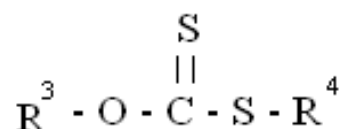
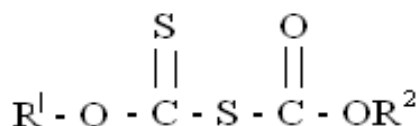
Ксантогенаттың басты кемшілігі-бұл түсті металдардың барлық сульфидті минералдарын жинаушы.

Полиметалл шикізатын қайта өңдеу кезінде металдардың бірін алуды арттыруға ықпал ететін селективті әрекет ететін реагент-жинағышты тиімді пайдалану.

Айта кету керек, қазіргі уақытта басқа құнды компоненттердің шығындарын елемей, нарықта ең көп сұранысқа ие бір компонентті алу үшін көп компонентті концентраттарды қолданудың теріс тенденциясы дамып келеді.

Бұл фактінің себептерінің бірі полиметалл шикізатын өңдейтін көптеген кәсіпорындар селективті емес жұмыс істейтін жинағышты қолданады және стандартты емес концентраттарды, атап айтқанда құрамында көп мөлшерде темір бар мырыш концентратын және т. б. алады.

Жаңа флотациялық реагент-жинағыш ретінде жалпы формуламен қосылысты қолдану ұсынылады



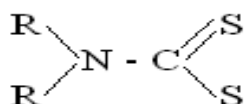
мұндағы R¹-алкил, арил немесе аралкил тобы, мұнда арил - және аралкил - гало немесе алкил тобына ауыстырылуы мүмкін, R² - алкил, арил немесе аралкил тобы - гало немесе алкил тобына ауыстырылуы мүмкін, R³ - алкил, арил немесе аралкил тобы, арил немесе аралкил - сульфидті мыс, мырыш, молибден, кобальт, никель, қорғасын, мышьяк, күміс, хром, алтын, платина және уран кендерін флотациялау кезінде гало немесе алкил тобына, R⁴ – кальцийге немесе натрийге ауыстырылуы мүмкін.

Бұл жинағыштарды қышқыл, бейтарап немесе сілтілі ортада қолдануға болады. Жаңа жинағыш реагенті түсті металдардың жоғары флотациялық шығарылуын және түсті металл сульфидтерін темірі бар металл сульфидтерінен бөлудің жоғары селективтілігін қамтамасыз етеді. Жаңа жинағыштарды монотиокарбонаттар, алкилдитиокарбонаттар, дитиофосфаттар, маркаптандар, ксантогенаттар, май қышқылдарының тұздары, сульфосукцинаматтар, аминдер және басқа да жинағыштар сияқты белгілі жинағыштармен бірге қолдануға болады.

Мыс, никель, қорғасын, мырыш, молибден сульфидтерін флотациялау кезінде жаңа жинағыштарды қолдану әсіресе тиімді. Құрамында күкірт бар мыс және белсендірілген мырыш минералдарына селективті әсер ететін жинағыш реагенттердің бірі-диалкилтиокарбамат (ДАТК).

ДАТК-мыс және белсендірілген мырыш кендері үшін өте қарқынды коллектор, ол жинағыш әрекеті бойынша ксантогенаттан кем түспейді.

ДАТК - ның құрылымдық формуласы көбінесе ксантогенатқа ұқсайды:



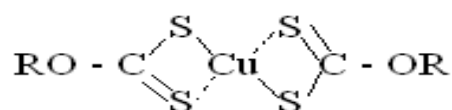
Жоғарыда келтірілген диалкилтиокарбаматтардың құрылымдық формуласынан көрініп тұрғандай, олардың құрамында ксантогенаттар бар.

Бірақ ксантогенаттардан айырмашылығы, олардың молекуласындағы диалкилтионокарбаматтар оттегінің орнына екінші алкилрадикалмен байланысқан азот (III) бар.

Минералдардың гидрофобизациясы жер үсті гидрофобты қосылыстардың пайда болуының физика-химиялық процестеріне негізделген.

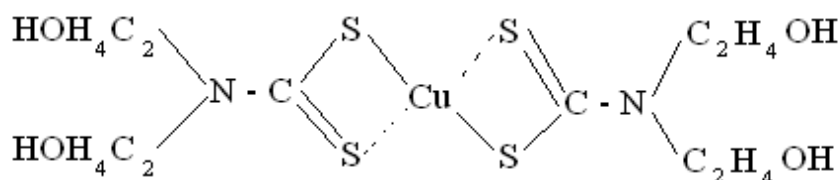
Сондықтан селективті реагенттерді таңдағанда-жинағыш коллектордың минералдардың кристалдық торының иондарымен химиялық әрекеттесуі туралы идеялардан туындайды.

Мыс ксантогенаттары жалпақ квадрат комплекстерді құрайды.



Мыс диэтилдитиокарбаматының рентгендік құрылымдық зерттеулерінде мыс кешендері квадраттарының шыңдарында 4 күкірт атомы бар жалпақ жазықтықты қосылыстар түзетіні анықталды.

Мыс диэтанолдитиокарбаматының ИҚ спектрі мыс диэтилдитиокарбаматының спектрімен бірдей және негізгі параметрлердің мәндері сәйкес келетіндіктен, мыс диэтанолдитиокарбаматының келесі құрылымдық формуласы төменде көрсетілген:

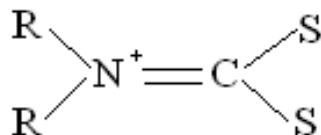


Зерттеу негізінде мыс, күкірт және көміртегі атомдары жүйесінде мыс диэтанолдитиокарбаматының күшті коваленттік байланыстарының болуы туралы қорытынды жасалды.

ЭПР әдісі галенит, сфалерит, гематит үшін иондылық (коваленттілік) дәрежесін анықтады.

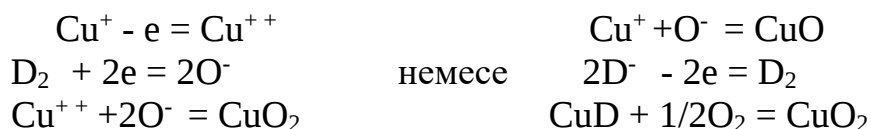
Металл мен күкірт арасындағы коваленттік байланыс үлесінің артуы су молекулаларының минерал бетімен әрекеттесуін әлсіретеді, бұл табиғи гидрофобты қасиеттері бар беткі аймақтардың пайда болуына себеп болады.

Ксантогенаттардың ЭПР спектрлері, дибутилдитиофосфаттар және мыс диэтилдитиокарбаматтарының спектрлері келтірілген және ЭПР сәйкес орбитальдарда электронды тығыздықтың таралу ықтималдығын сипаттайтын параметрлерді анықтауға және әртүрлі жинаушылардың тиімділігі туралы түсінік беруге мүмкіндік беретіні көрсетілген. Дитиокарбаматтар сонымен қатар C - N қос байланысы бар құрылыммен сипатталады – төрттен үштен біріне дейін.



R₂N тобының маңызды индуктивті әсері-электрондардың күкірт атомдарына ауысуын тудырады. Бұл дитиокарбаматтардың электронды донор болу мүмкіндігін арттырады, протондардың бейімделуін азайтады және берік кешендердің пайда болуына ықпал етеді.

Сфалеритті күміс пен мыспен активтендіру сульфидтер торында олар түзетін акцепторлық ақаулардың жоғары иондану энергиясына байланысты n типті өткізгіштіктің (электрондардың әсерінен өткізгіштік) p типті өткізгіштікке айналуын тудырмайды, алайда n өткізгіштігінің төмендеуі байқалады, бұл Ag⁺ және Cu белгісі болып табылады+ акцепторлардың рөлін атқарады. Минералдардың белсендірілген бетімен жинағыштың сорбциясы көбінесе қоспалар-электронды акцепторлардың болуына байланысты жеңілдейді, содан кейін осы катиондармен жинағыштың қиын еритін қосылыстары пайда болады. Бұл жағдайда минералдар бетіндегі мыс валенттілігінің өзгеруі оларда дитиокарбаматтар мен тиурамдисульфидтерді сіңіру кезінде пайда болады. Минералдар бетінен десорбция өнімдерінде, сондай-ақ тікелей минералдар бетінде ЭПР әдісімен мыс (II) дитиокарбаматтары орнатылып, жинағыш шығынын ұлғайта отырып, мыс дитиокарбаматының мөлшері мен оның сорбциялық қабатының тығыздығы артады. Екі валентті мыстың дитиокарбаматтары мыстың тотығу (электрондардың жоғалуы) және флотация процесінде пульпада пайда болатын сульфгидрил жинағыштардың тотығу өнімдерін азайту сатысынан өтеді:



Мыс дитиокарбаматтарының тек (II) валентті күйде пайда болу мүмкіндігі осы кешеннің жоғары беріктігімен және дитиокарбамат ионының тотығу қабілетінің жоғарылауымен түсіндіріледі.

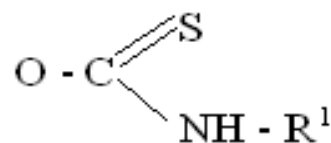
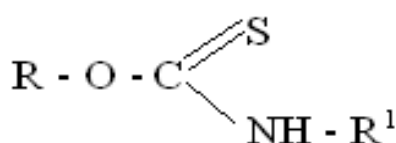
Моновалентті мыс дитиокарбаматы мен тетраэтилтиурамдисульфид арасындағы реакциясы мыс ксантогенаты мен диксантогенид, дибутилдитиофосфат және дибутилдитиофосфатдисульфид арасындағы ұқсас реакцияларға қарағанда жоғары жылдамдықпен жүреді. Тетраэтилтиурамдисульфид пен мыс сульфаты ұнтағы арасында олардың тікелей жанасуымен реакцияның болуын атап өткен жөн. Оларды ерітіндіде аз қысыммен араластырған кезде мыс диэтилдитиокарбаматы пайда болады, ол әр түрлі g-факторы бар ЭПР спектрінде екі сызықтың болуымен біркелкі орнатылады. Ылғал болған кезде процесс жеделдетіледі. Сондықтан пульпада қатты тиурамдисульфидтер пайда болған жағдайда да, соңғысы флотомашинадағы минералдармен байланысқан кезде гидрофобты пленка бетінде мыс дитиокарбаматының пайда болуына әкелуі мүмкін.

ЭПР көмегімен "мыс пленкасының" болуын дәлелдеуге ғана емес, сонымен қатар оның катиондық құрамы мен концентрациясын анықтауға мүмкіндік туды. Сонымен бірге минералдарда әртүрлі қоспалардың болуын және олардың таралуын, сондай-ақ осы қоспалардың минералдың флотациялық қасиеттеріне әсерін анықтауға болады. Минералдардың беткі қабатындағы мыстың изотоптық құрамы сфалерит пен оның генезисінің табиғатына байланысты екендігі анықталды. ВНИИцветмет Қазақ КСР ҒА химия-металлургия институтымен бірлесіп, диалкилфосфиттер мен диалкилдитиокарбаматтар негізінде бірқатар қосылыстар синтездеді. Диалкилфосфиттер мен диалкилдитиокарбаматтар (ДЭФК) қоспалары бар реагент Николаев кен орнының Белоусов және колчедан мыс-мырыш кендерінің полиметалл кендерін флотациялау кезінде зертханалық жағдайда тексерілді. ДЭФК реагентінің әсері реагенттердің оңтайлы шығындары кезінде бутил ксантогенатымен салыстырғанда бағаланды. Белоусов кеніндегі зерттеулер ДЭФК реагентінің ұжымдық қасиеттері БКс-тен кем емес екенін көрсетті. Сонымен, оның шығыны аз болған кезде (30%-ға) мыс пен қорғасынды мыс-қорғасын концентратына алу ксантогенатпен алынған экстракцияға тең болады. Мырыш пен пиритке әсер етудің селективтілігі бойынша ДЭФК бутил ксантогенатынан асып түседі (мыс-қорғасын концентратында ДЭФК мырыш пен темірді ксантогенатқа қарағанда 4,3% және 6,8% аз алады). Бұл Белоусов фабрикасының байыту өнімдерінде де сынақтармен расталады: ксантогенат шығынымен салыстырғанда ДЭФК шығыны 3 есе төмендеген кезде сапалы мыс-қорғасын концентраты алынды. Мырыш өндірісінің төмендеуі ДЭФК активтендіргішсіз сфалериттің гидрофобтығы нашарлайтынын дәлелдейді. Селективтіліктің әсері Николаев кенінде мыс флотациясы циклінде айқын көрінеді. ДЭФК-мен мыс концентратына мыс алу концентрат сапасын бір мезгілде жақсартып отырып, 3% - ға артады. Жарияланымдарды талдау зерттеушілер көптеген тиімді сульфидрил жинағыштарды ұсынғанын көрсетті, бірақ соған қарамастан, олардың көпшілігі қымбат реагенттер болып табылатын өндірісте өз орнын таба алмады. Кейбіреулер өздерінің тиімділігін ксантогенаттармен бірге көрсетті. Дитиокарбаматтар мыс пен белсенді мырыштың тиімді жинаушылары болып табылады. Бұл реагенттердің кемшілігі - бұл өте қымбат жинағыштар.

Жұмыстың ғылыми өзектілігі: сульфидті минералдардың беттік керілуін ескере отырып, тиімді жаңа реагент-жинағышты экономикалық тиімді бағамен табыңыз. Пайдалы компоненттерді алу үшін тиімді көптеген қоспалар табылды. Түсті металдардың сульфидті кендерінен мыс, мырыш, күміс және алтын минералдарын флотациялау кезінде О, N-диалкилдитиокарбамат C1-C6 (70 %) қоспасы және талл майының май қышқылдарының сұйық фракциясы (30 %) зерттелді. Бұл ретте мыс алу 93-94% - ға дейін артты. Мыс, никель, молибден, мырыш және темір сульфидтерінің S-аллил-S'-н-бутилтритиокарбанат және N,N,S-триэтилдитиокарбамат қоспасымен (4-450 г/т тұтынған кезде) немесе n,n-диэтил-S-H-бутилдитиокарбамат қоспасымен 90:10 қатынасында флотациялануы зерттелді 10:90-ға дейін (жақсырақ 65:35-тен 35:65-ке дейін) және мырыш бар кеннен мырыш алуды 82% - ға дейін арттыру белгіленді. Жұмысында екі реагенттің қоспалары пайдаланылды: диэтилдифосфат

(ДФТ) және натрий этилтритиокарбонаты (ТТК); изопропил ксантогенаты (НИК) және Н-бутилтритиокарбонаты; S-аллил-S' - N-бутилтритиокарбанат және N, n-диметил-S-бензилдитиокарбамат 1:9-дан 9-ға дейін: 1 тұтыну кезінде 2-225 г/т. Қорғасын-мырыш және мыс-молибден сульфид кендерін флотациялау үшін екі реагент қоспалары қолданылды. Қолданылатын ИТК-мен салыстырғанда қорғасын алу 0,7% - ға, мырыш 3% - ға, мыс 2% - ға және молибден 20% - ға артады. Құрамында күкірт бар мыс минералдарына селективті әсер ететін жинағыштардың реагенттерінің бірі-диалкилтионокарбамат, мыс кендері үшін өте қабілетті жинағыш, ол жинағыш әсерінің күші ксантогенаттан кем түспейді. Диалкилтионокарбаматтың құрылымдық формуласы көбінесе ксантогенатқа ұқсайды:

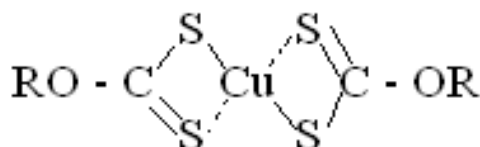
Диалкилтионокарбаматтың құрылымдық формуласынан көрініп тұрғандай, оның құрамында ксантогенаттар сияқты топтастыру бар



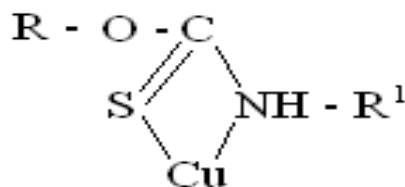
Бірақ ксантогенаттардан айырмашылығы, олардың молекуласындағы диалкилтионокарбаматтар сутегі мен екінші алкилрадикалмен байланысқан екінші күкірт атомының орнына азот (III) бар .

Минералдардың гидрофобизациясы жер үсті гидрофобты қосылыстардың пайда болуының физика-химиялық процестеріне негізделген. Сондықтан селективті реагенттерді таңдағанда-жинағыштар коллектордың минералдардың кристалдық торының иондарымен химиялық әрекеттесуі туралы идеялардан туындайды.

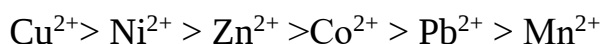
Мыс ксантогенаттары жалпақ квадрат комплекстерді құрайтыны белгілі.



Диалкилтионокарбаматтар мен мыс иондары арасында күрделі типтегі қосылыстар пайда болады деген болжам бар:



Бьеррум әдісі бойынша кешендердің тұрақтылығын бағалау соңғысын NH топтарымен тиісті үйлестіру қосылыстарының келесі қатарға тұрақтылығының өсу ретімен орналастыруға мүмкіндік береді:



Айта кету керек, металл лиганд байланысының коваленттілік дәрежесі неғұрлым жоғары болса, жинағыштың флотациялық белсенділігі соғұрлым жоғары болады. Металл лигандты байланыстың коваленттілігінің жоғарылауымен кешеннің тұрақтылығы арта түсетіні дәлелденді. Донорлық күкірт пен азот атомдары бар лигандтар үшін S донорлық лигандтар сияқты бірдей заңдылықтар тән. Бірақ S үшін N-лигандтың электраралық иілісі S-ге қарағанда аз, S-лиганд, S, N-лигандтар S, S-лигандтарға қарағанда берік кешендер береді. Құрамында екі немесе одан да көп донорлық атомдары бар, хелат түзуге қолайлы реагенттер минералға берік бекітуді құруға ықпал етеді. Диалкилтионокарбамат осы қасиеттерге ие, бірақ қымбат реагент болып табылады. Оның синтезі туралы көптеген зерттеулер жүргізілді. Мысалы: О-изопропил-N-метилтионокарбамат (ИТК); О-изопропил-N-этилтионокарбамат (Z-200); О-алкил - N-алкенилтионокарбамат (ААТК). Бутил ксантогенатын ИТК-мен алмастырған кезде концентраттағы пирит темірінің мөлшері азайып қана қоймай, мысты бөліп алу дәрежесі де артады. Z-200 реагенті пириттен мыс және белсендірілген мырыш минералдарын селективті флотациялау процесінде кеңінен қолданылатын өте белсенді реагент - жинағыш болып табылады. Ол сондай-ақ мыс сульфидтерін және сілтілі және қышқыл пульпадан цемент мысын флотациялау үшін қолданылады. ААТК құрамында мышьяк бар мыс кендерін өңдеу кезінде қолданылады. Бұл жағдайда мыс концентратын алу жоғарылайды және мышьяқты мыс концентратына алу азаяды.

Сондай - ақ, АҚШ-та дитиофосфор қышқылдарының туындылары-калий дитиофосфаты немесе О, О-бис және алкилксантогеналкилформияттардан тұратын қосылыстар класынан таңдалған тиокарбамин қышқылдарының қосындысы негізінде реагент алынды. Осы реагентті пайдалану кезінде мыс концентратын алу 2-6% - ға артады. Мыс минералдарына селективті әсер ететін барлық синтезделген реагенттер және мыс сульфатымен белсендірілген сфалерит қымбат болуына байланысты кең практикалық қолдануды таппады. Сондықтан күрделі қиын байытылатын полиметалл кендерінен мыс сульфидті минералдарын және мыс сульфатымен белсендірілген сфалеритті селективті алуға ықпал ететін диалкилтионокарбамат негізіндегі реагент-жинағыштардың синтезіне физика-химиялық зерттеулер жүргізу қажет. Бұл жағдайда реагентті өндіру кезінде оның құнына көп көңіл бөлу керек.

Солидофильді топ реагенттің жинағыштың әсеріне үлкен әсер ететіні белгілі. Химиялық белсенді қатты күйдегі топқа алмастырғыштарды коллектордың гидрофобтайтын ионының минералдың кристалдық торымен химиялық байланысының энергиясын өзгертуге енгізу және сол арқылы реагенттің жиналу қабілетіне әсер етеді. Солидофильді топ негізінен жинағыштың селективті әсеріне әсер етеді, ал көмірсутекті радикал реагент шығынын және оны өндіру құнын азайтуға көмектеседі. Сондықтан реагент жинағышты синтездеу кезінде осы факторларды ескеру қажет. Сонымен қатар, донорлық атомдар ретінде күкірт пен азот бар реагент молекуласына әртүрлі алмастырғыштарды енгізу арқылы электронды тығыздықты өзгерту арқылы оның минералдармен әрекеттесуі кезінде оның флотациялық қасиеттеріне айтарлықтай әсер етуге болады. Бұл жағдай сульфидті кендерді флотациялау

кезінде донорлық атомдары бар реагенттерді қолдану кезінде айқын расталады. Осылайша, қазіргі уақытта қайта өңделетін полиметалл шикізаты күрделі минералогиялық құраммен, құнды компоненттердің төмен құрамымен сипатталатындығына байланысты селективті әсер ететін жинағыш реагентін өндіру қажеттілігі туындайды. Жаңа реагентті пайдалану минералдық шикізатты ұтымды және кешенді түрде қайта өңдеуге, реагенттер шығынын азайтуға және өндірістің экономикалық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды

1 Әр түрлі кен орындарындағы сфалериттің флотациялануын зерттеген бірқатар зерттеушілер табиғи сфалериттің табиғи флотациялануы өте төмен екенін айтады (егер жер қойнауында сфалериттің құрамында мыс бар минералдармен байланысы болмаса).

2 Сфалериттің сәтті флотациясы БКс жинағыш реагенті ретінде мыс сульфатының ерітіндісімен белсендірілгеннен кейін қамтамасыз етіледі.

3 Жинағыштардың кешенді қоспасын қолдану, шолу барысында анықталғандай, сфалериттің сәтті флотациясына ықпал етеді. Осыған байланысты жинағыштардың (БКс) композициялық қоспасының сульфидтердің флотациялануына әсер ету механизмін ашу орынды болып көрінеді.

2 Натрийдің базалық бутил ксантогенатының физика-химиялық қасиеттері және оның натрий диэтилдитиокарбаматы бар құрамы

Қоспалардан тазалау үшін бутил ксантогенат натрий (БКс) маркасы "ч" атты спиртті ерітіндіден қайта кристалданады.

Натрий диэтилдитиокарбаматы (ДЭДК) белгілі әдіспен диэтиламиннің күйдіргіш натрий қатысуымен күкірт көміртегімен әрекеттесуі бойынша синтезделді

Алынған ақ кристалды өнім эфир ерітіндісінен кристалдану арқылы да тазартылды. Өнімнің шығуы 95-99% құрады.

Ақ кристалды өнімнің ИҚ спектрінде сіңіру жолақтары бар 2979, 2925, 2895, 2870, 1477, 1415, 1378, 1357 см^{-1} , Өнімнің С-Н байланысының валенттік және деформациялық ауытқуларына сәйкес келеді және 1263, 1205, 1132, 1064 см^{-1} , С -О байланысының ауытқуларына сәйкес келеді. 3372, 3250, 1205, 1132, 1064, 986, 912 см^{-1} ксантогенат тобы мен кристалдану суының тербелісіне жауап береді.

2.1 БКс және ДЭДК ерітінділерінің және олардың қоспаларының «сұйық – минерал» интерфейсіндегі беттік қасиеттері

2.1.1 Бутил ксантогенатының адсорбциясы және оның минералдар бетіндегі ДЭДК-мен қоспасы

Адсорбцияланған бутил ксантогенатының мөлшерін және оның ДЭДК - мен құрамын анықтау үшін пирит, галенит және сфалерит мономинералдарына эксперименттер жүргізілді.

2.1-2.4 кестелерде БКс сулы ерітіндісінен және оның пирит, галенит және сфалерит бетіндегі ДЭДК-мен қоспасынан адсорбция бойынша деректер келтірілген.

2.1 Кесте – Пирит бетіндегі су ерітіндісінен БКс адсорбциясы (ерітінді көлемі 25 мл. пириттің массасы 0,5 г. $S_{уд} = 16,2 \text{ м}^2 / \text{кг}$)

БКс концентрациясы адсорбцияға дейін, $C_1, 10^4, \text{моль} / \text{дм}^3$	БКс концентрациясы адсорбциядан кейін, $C_2, 10^4, \text{моль} / \text{дм}^3$	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Пириттегі БКс адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4, \text{моль/г}$	$A \cdot 10^4, \text{моль/м}^2$
0,085	0,063	0,022	0,0011	0,068
0,25	0,14	0,11	0,0055	0,34
0,38	0,14	0,24	0,012	0,74
0,46	0,19	0,27	0,0135	0,83
0,55	0,25	0,30	0,015	0,92
0,63	0,31	0,32	0,016	0,98

2.2 Кесте – Пирит бетіндегі ДЭДК-мен қоспасының сулы ерітіндісінен БКс адсорбциясы (ДЭДК шығыны-15 г/т пирит, ерітіндінің көлемі - 25 мл, пириттің массасы - 0,5 г, $S_{уд} = 16,2 \text{ м}^2/\text{кг}$)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы, $C_2 \cdot 10^4$, моль/дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Пириттегі БКс және ДЭДК адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,085	0,079	0,06	0,003	0,185
0,25	0,08	0,17	0,0085	0,52
0,38	0,04	0,32	0,016	0,98
0,46	0,08	0,38	0,019	1,17
0,55	0,11	0,44	0,022	1,36
0,63	0,16	0,47	0,0235	1,45

2.3 Кесте – Галенит бетіндегі су ерітіндісінен БКс адсорбциясы (ерітінді көлемі 25 мл, галениттің массасы 0,5 г. $S_{уд} = 10,75 \text{ м}^2 / \text{кг}$)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы, $C_2 \cdot 10^4$, моль/дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Галениттегі БКс адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,085	0,073	0,012	0,0006	0,056
0,25	0,12	0,13	0,0065	0,60
0,38	0,11	0,27	0,0135	1,26
0,46	0,15	0,31	0,0155	1,44
0,55	0,12	0,43	0,0215	2,01
0,63	0,19	0,44	0,0220	2,05

2.4 Кесте – Галенит бетіндегі ДЭДК-мен оның қоспаларының сулы ерітіндісінен БКс адсорбциясы (ДЭДК шығыны 15 г/т галенит, ерітіндінің көлемі 25 мл, галениттің массасы 0,5 г. $S_{уд} = 10,75 \text{ м}^2 / \text{кг}$)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы $C_2 \cdot 10^4$, моль/дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Галениттегі БКс және ДЭДК адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,085	0,035	0,05	0,0025	0,23
0,25	0,08	0,17	0,0085	0,79
0,38	0,05	0,33	0,0165	1,53
0,46	0,06	0,40	0,02	1,86
0,55	0,05	0,50	0,025	2,33
0,63	0,06	0,57	0,0285	2,65

2.5-2.8 кестелерде натрий бутил ксантогенатының адсорбциясы және оның ДЭДК-мен қоспасы бойынша белсенді емес және белсендірілген сфалерит бетіндегі деректер берілген.

2.5 Кесте – Белсенді емес сфалерит бетіндегі су ерітіндісінен БКс адсорбциясы (ерітінді көлемі-25 мл, сфалерит массасы - 0,5 г, $S_{уд.} = 19,78 \text{ м}^2/\text{кг}$)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы, $C_2 \cdot 10^4$, моль/ дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Белсендірілмеген сфалеритте БКс адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,085	0,072	0,013	0,00065	0,033
0,25	0,10	0,15	0,0075	0,38
0,38	0,15	0,23	0,0115	0,58
0,46	0,20	0,26	0,013	0,66
0,55	0,27	0,28	0,014	0,71

2.6 Кесте – белсендірілмеген сфалерит бетіндегі ДЭДК-мен оның қоспасының сулы ерітіндісінен БКс адсорбциясы (ДЭДК шығыны – 15 г/т сфалерит, ерітіндінің көлемі - 25 мл, сфалерит массасы - 0,5 г, $S_{уд.} = 19,78 \text{ м}^2 / \text{кг}$)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы, $C_2 \cdot 10^4$, моль/дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Белсендірілмеген сфалеритте БКс және ДЭДК қоспасының адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,085	0,030	0,055	0,00275	0,14
0,25	0,08	0,17	0,0085	0,43
0,38	0,13	0,25	0,0125	0,63
0,46	0,15	0,31	0,0155	0,78
0,55	0,19	0,36	0,018	0,91
0,63	0,25	0,37	0,0185	0,93

2.7 Кесте – Белсендірілген сфалерит бетіндегі су ерітіндісінен БКс адсорбциясы (CuSO_4 активтендіргіштердің шығыны – 10 г/т сфалерит, ерітіндінің көлемі - 25 мл, сфалерит массасы - 0,5 г. $S_{уд.} = 19,78 \text{ м}^2 / \text{кг}$)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы, $C_2 \cdot 10^4$, моль/дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Белсендірілген сфалеритте БКс адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,085	0,030	0,055	0,00275	0,18
0,25	0,07	0,18	0,0091	0,46
0,38	0,04	0,34	0,017	0,86
0,88	0,26	0,62	0,031	1,57
1,05	0,33	0,72	0,036	1,82
1,40	0,56	0,84	0,042	2,12

2.8 Кесте – Белсендірілген сфалерит бетіндегі ДЭДК-мен оның қоспасының сулы ерітіндісінен БКс адсорбциясы (CuSO_4 активаторының шығыны-10 г/т сфалерит, ерітіндінің көлемі - 25 мл, сфалерит массасы - 0,5 г. Суд. - 19,78 м² / кг)

Адсорбцияға дейінгі БКс концентрациясы, $C_1 \cdot 10^4$, моль/дм ³	Адсорбциядан кейін БКс концентрациясы, $C_2 \cdot 10^4$, моль/дм ³	$(C_1 - C_2) \cdot 10^4$	Белсендірілген сфалеритте БКс және ДЭДК қоспасының адсорбциясы	
			$A \cdot 10^4$, моль/г	$A \cdot 10^4$, г/м ²
0,15	0,048	0,102	0,0051	0,26
0,25	0,036	0,214	0,0107	0,54
0,38	0,04	0,37	0,0186	0,94
0,88	0,14	0,74	0,037	1,86
1,05	0,12	0,93	0,046	2,35
1,40	0,44	0,96	0,048	2,44

Осы 2.1-2.8 кестелерінен көрініп тұрғандай, БКс концентрациясының жоғарылауымен оның бетіндегі адсорбциясы артады. БКс-ның қатты бетке адсорбция шамасына ДЭДК-нің болуы әсер етеді. Қосу кезінде ДЭДК ерітіндіге бутилді ксантогенаттың артуы адсорбция БКс бетінде бөлшектердің мономинералдары.

Адсорбция шамасы БКс сфалериттің бетінде оның ерітіндідегі тепе-теңдік концентрациясының өсуімен едәуір артады.

БКс-ДЭДК қоспасының адсорбциясы жағдайында базалық реагенттің адсорбциясы айтарлықтай – 6,78 г/м²-ден 8,3 г/м²-ге дейін артады.

Мұны сфалериттің тотығуынан кейінгі сфалерит ксантогенатының пайда болуымен қатар, ДЭДК бастапқы амин тобымен үйлестіре алатындығымен түсіндіруге болады.

Алынған нәтижелер бутил ксантогенатын және оның ДЭДК-мен қоспасын қолданған кезде адсорбциялық қабілеті бойынша зерттелген мономинералдарды келесі қатарға орналастыруға болатындығын көрсетеді: галенит> пирит> сфалерит.

Пирит бетіндегі синтезделген флотореагенттердің адсорбциялық қабілетіне келетін болсақ, ДЭДК бутил ксантогенатына қарағанда жақсы адсорбцияланғанын байқауға болады (2.1, 2.2 кестелер).

2.1.2 Ауа көпіршігінің мономинерал бетінен бөліну күшін анықтау бойынша зерттеулер

Соңғы жылдары ксантогенат болған кезде кейбір сульфидті минералдардың флотациялануын азайту қабілеті бар төмен молекулалы органикалық реагенттерді қолдана отырып, түсті металдардың сульфидті кендерінен алынған ұжымдық концентраттарды бөлу технологиясын дамытуда жаңа бағыт пайда болды. Осы мақсат үшін ұсынылған реактивтерді екі негізгі

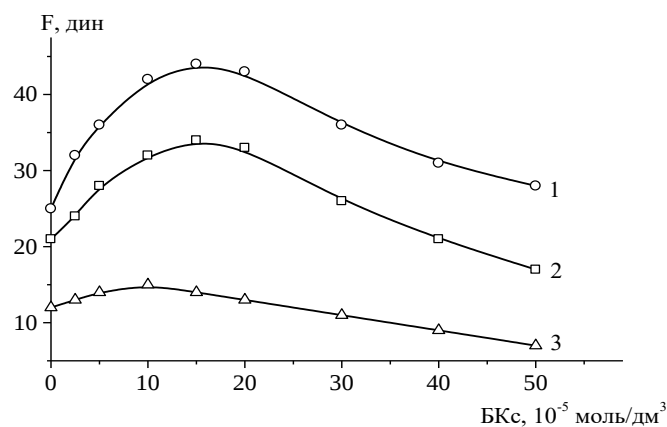
түрге бөлуге болады. Бірінші түрі-молекулада әртүрлі функционалды және гидрофильді топтары бар алифатикалық және циклдік қатарлардың органикалық қосылыстары. Функционалды топ реагенттің минералдың бетіне бекітілуіне мүмкіндік береді, ал поляр беті гидрофилизацияны қамтамасыз етеді. Екінші түрі-қысқа көмірсутекті радикалдары бар жинаушылар класының реактивтері, атап айтқанда дитиокарбаматтар. Сілтілік металдардың дитиокарбаматтары ксантогенаттарға қарағанда химиялық тұрғыдан белсенді және ауыр түсті металдардың катиондарымен едәуір қиын еритін қосылыстар түзетіні белгілі.

Ксантогенаттармен бәсекелестікте жеңіске жетіп, ДМДК сульфидтердің бетінде олардың молекуласында қысқа көмірсутек радикалдарының болуына байланысты адсорбцияланады, нашар гидрофобты жабын жасайды деп болжанады. Бұл дәстүрлі бейорганикалық басқыштарды пайдалану арқылы флотациялық селекцияны жеңілдетеді. Екінші жағынан, дитиокарбамат молекуласында көмірсутек радикалының немесе бірдей радикалдардың (метил радикалынан басқа) болуы және қалыпты көмірсутек радикалы бар ксантогенат болған кезде синергетикалық әсердің пайда болуына байланысты флотация процесінің күшеюін күтуге болады.

Селективті флотация механизмін түсінуде бөлінетін минералдардың сумен сулануында үлкен айырмашылық бар. Ауа көпіршігін минералды бетінен бөліп алу үшін қажетті күшпен сулануды бағалай отырып, әр реагенттің осы минералға қатысты флотациялық белсенділігін анықтауға болады.

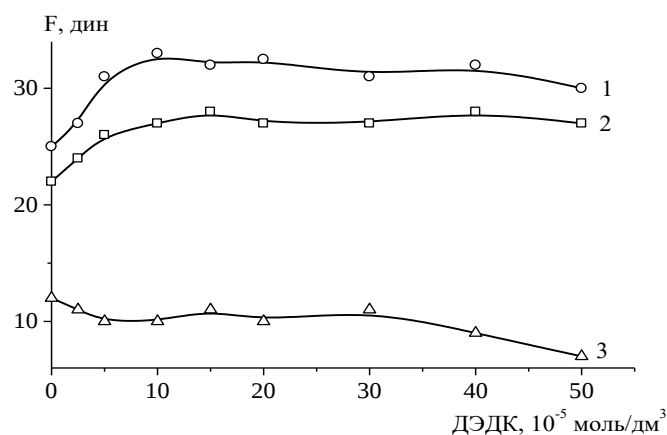
Осыған байланысты БКс, ДЭДК және олардың қоспасының пирит, галенит және сфалерит бетінен көпіршіктің бөліну күшіне әсері бойынша зерттеулер жүргізілді. Пирит бетінен ауа көпіршігінің бөліну күшін өлшеу үшін минералдың құмдалған үлгісі тефлон ұстағышына бекітіліп, әр тәжірибе сериясынан бұрын қайта тегістелді. Дайындалған минералды тазартылған сумен жуып, 200 мл тазартылған су құйылған кюветке салып, эксперимент жоспарына сәйкес реагенттер олардың белгілі бір концентрациясын құрғанға дейін енгізілді.

Содан кейін диаметрі 2-3 мм ауа көпіршігі шприц инесінің көмегімен жартылай сфералық пішінді және парафин қабатымен жабылған қону алаңымен жабдықталған қалқымаға жеткізілді. Жұқа болат жіп арқылы жүзу бұралу таразыларымен байланысты болды. Таразының тұтқасын айналдыру арқылы қалқымалы ауа көпіршігімен бірге минералдың бетіне жеткізілді. Көпіршік бетіне тигеннен кейін және үш фазалы периметр пайда болғаннан кейін, F1 бұралу шкаласы бойынша көрсеткіштер алынды. Содан кейін олар таразының тұтқасын баяу бұрап, көпіршік минералдан бөлінген кезде F2 шкаласы бойынша қайтадан оқылды. Көпіршіктің минералды бетінен бөліну күші F1 - F2 айырмашылығына жауап береді. Сондай-ақ, әдетте мыс-никель кендерінің құрамына кіретін минералдардағы ДЭДК және БКс адсорбция процесін зерттеу нәтижелерінен туындайтын ДЭДК көмегімен бөлуге түсетін өнімдерден халькопиритті барынша жою керек.



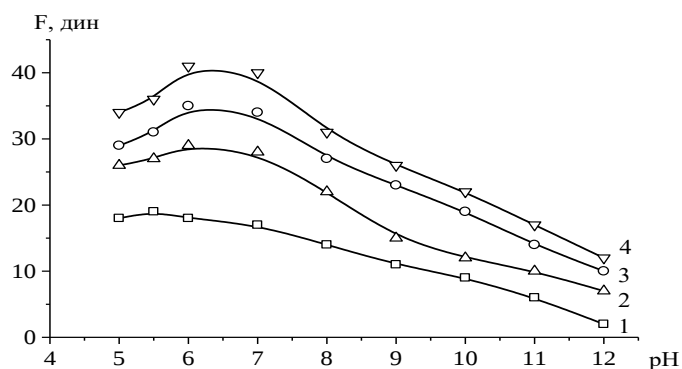
1 – pH=6; 2 – pH=8; 3 – pH=10. Жүйеде DEDK концентрациясы $14,5 \cdot 10^{-5}$ моль / дм³

2.1 Сурет – БКс концентрациясына байланысты пирит бетіне ауа көпіршігінің бөліну күшінің тәуелділігі



1-pH=6; 2-pH=8; 3-pH=10. Жүйеде Bcs концентрациясы $14,5 \cdot 10^{-5}$ моль / дм³

2.2 Сурет – ДЭДК концентрациясына байланысты пирит бетіне ауа көпіршігінің бөліну күшінің тәуелділігі



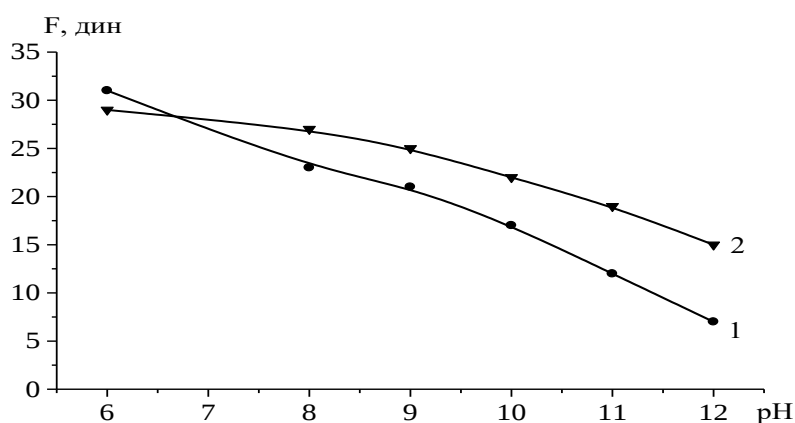
1-реагенттерсіз; 2-ДЭДК бар пирит; 3 – БКс бар пирит; 4-БКс бар пирит +ДЭДК = 1:1.
Жүйеде ЭДК және БКс концентрациясы тең $14,5 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³

2.3 Сурет – ортаның рН-на байланысты пирит бетінен ауа көпіршігін ажырату үшін қажетті күш (F) шамасының өзгеруі

Реагенттердің осы қатынасында және дитиокарбамат ксантогенатқа карағанда берік қосылыстар түзіп, минералдардың бетіне бекітілгенін және пириттен диксантогенидті іс жүзінде сіңірмейтінін ескере отырып, пириттің флотациялық қасиеттері негізінен диксантогенидпен анықталады деп болжау табиғи.

Мономинералдардың (галенит, сфалерит) бетінен ауа көпіршігінің бөліну күштері БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының болуы және болмауы рН ортаға байланысты анықталды. Жүргізілген тәжірибелердегі ауа көпіршігі реагенттің сулы ерітіндісіне батырылған минералдың құмдалған бетінде болды. Үш фазалы сулану периметрі пайда болғаннан кейін, көпіршік ұстағышқа болат жіппен қосылған бұралу таразыларының көмегімен жыртылды.

2.4 - 2.5-суреттерде мономинералдар бетінің гидрофобты қасиеттерін (галенит, сфалерит) БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының жеке қатысуымен және болмауында әр түрлі рН орта кезінде 1:1 қатынасында бағалау нәтижелері көрсетілген. Минералдар бетінің гидрофобтық дәрежесі жоғарыда сипатталған әдіспен анықталған ауа көпіршігінің бөліну күшінің шамасы бойынша бағаланды. Аэрация уақыты 10 минут болды.

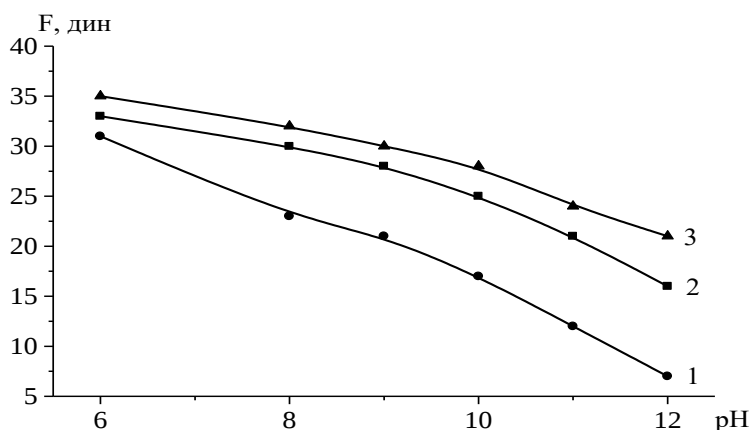


1 – галенит; 2 – сфалерит

2.4 Сурет – ортаның рН-на байланысты мономинералдар бетінен ауа көпіршігін ажырату үшін қажетті күш

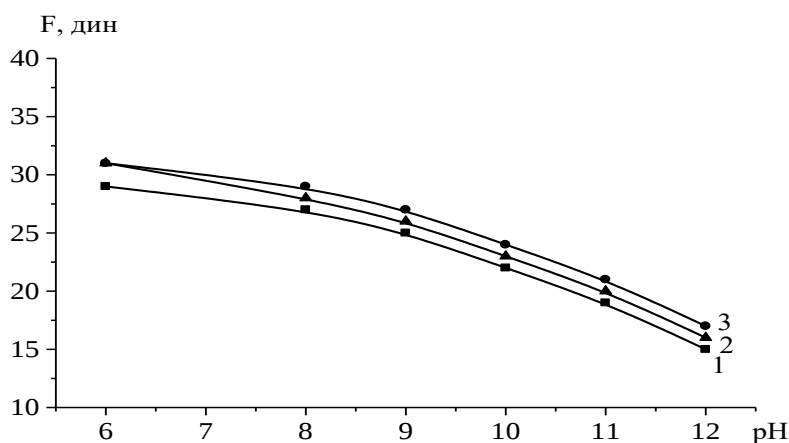
2.4-сурет-ортаның рН-на байланысты мономинералдар бетінен ауа көпіршігін ажырату үшін қажетті күш (F) шамасының өзгеруі 2.4 суреттен. екі минералда да F ортасының рН жоғарылауымен көпіршіктің олардың бетінен бөліну күші біртіндеп төмендейтіні байқалады. Сонымен қатар, сфалерит үшін бұл күштер баяу төмендейді. Мұны аэрациядан кейін және ортаның рН жоғарылауымен минералдардың беті сульфид иондарының ішінара тотығуымен және түсті металдардың оксигидроксидтерінің пайда болуымен гтдрофилденетіндімен түсіндіруге болады. Суреттерден БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының әсерінен галенит бетінің сулануы едәуір жақсарғанын

көруге болады (2.5-сурет). Сфалеритке келетін болсақ (2.5-сурет), оның беті аздап гидрофобтандырылады.



1-реагенттерсіз; 2-БКс бар галенит; 3-БКс +ДЭДК бар галенит

2.5 Сурет – Ортаның рН-на байланысты галенит бетінен ауа көпіршігін ажырату үшін қажетті күш (F) шамасының өзгеруі



1-реагенттерсіз; 2-БКс бар сфалерит; 3-БКс +ДЭДК бар сфалерит

2.6 Сурет – ортаның рН-на байланысты сфалерит бетінен ауа көпіршігін ажырату үшін қажетті күш (F) шамасының өзгеруі

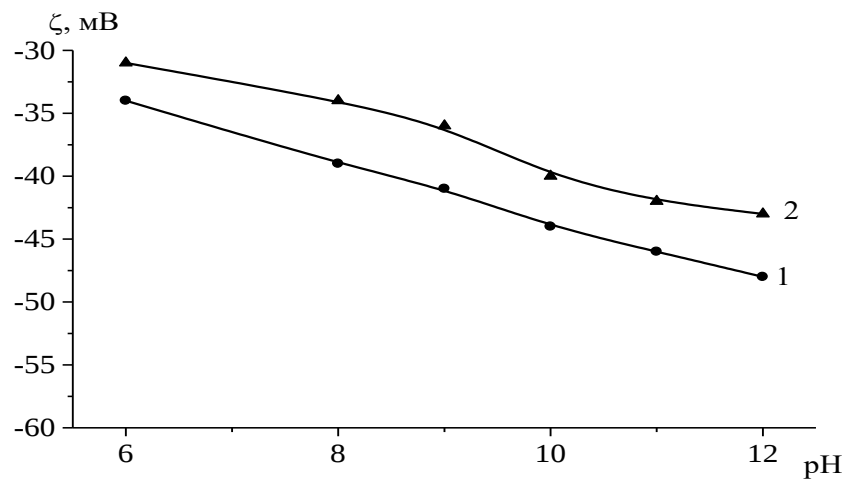
Алынған мәліметтерден ДЭДК ксантогенаттың орнына бекітіледі және диксантогенидтің пайда болу жағдайларын жақсартады.

Зерттеу нәтижелері ДЭДК мономинералдар бетіндегі қосылыстардың сапалық және сандық құрамына әсер ететіндігін көрсетті, осылайша олардың гидрофобтылығының артуына ықпал етеді және мономинералды бетіндегі диксантогенидті жабынды жоймайды. Зерттеу нәтижелері ДЭДК мономинералдар бетіндегі қосылыстардың сапалық және сандық құрамына әсер ететіндігін көрсетті, осылайша олардың гидрофобтылығының артуына ықпал етеді және мономинералды бетіндегі диксантогенидті жабынды жоймайды.

Коллекторлық қабілет және басқа сульфгидрил жинағыштардың көмірсутегі радикалының ұзындығына байланысты, мысалы, $\text{H}_2\text{NCS}_2\text{H}$ дитиокарбамин қышқылының туындылары болып табылатын дитиокарбаматтар. Жұмыстың авторлары ДМДК пирит пен арсенопиритке қатысты ұжымдық қасиеттерді көрсетпегенін көрсетті – олардың экстракциясы шамамен 5% құрады. Сілтілік металдардың дитиокарбаматтары ксантогенаттарға қарағанда химиялық белсенді реагенттер болып табылады. Бұл ксантогенат молекуласындағы RO тобын R_2N тобына ауыстыру - дитиокарбамат молекуласында күкірт– ауыр металл байланысының беріктігін едәуір арттырады, сондықтан дитиокарбаматтар ксантогенаттарға қарағанда ауыр түсті металл катиондарымен еритін қосылыстар түзеді. Таггарттың "химиялық теориясына" немесе Уорканың "ерігіштік теориясына" сәйкес регенттер мен минералдар арасындағы реакциялар ерігіштік көбейтіндісімен немесе түзілген қосылыстардың тұрақтылық тұрақтыларымен анықталады. Егер ксантогенат пен дитиокарбамат сұйық фазада бір уақытта болса, онда минералдың бетінде металмен карбамат қосылысының пайда болуы жақсы болады. Егер минерал ксантогенатпен өңделіп, содан кейін сұйық фазаға дитиокарбамат енгізілсе, онда ол ксантогенатты минералдың бетінен ығыстырып, оның орнына бекітіледі.

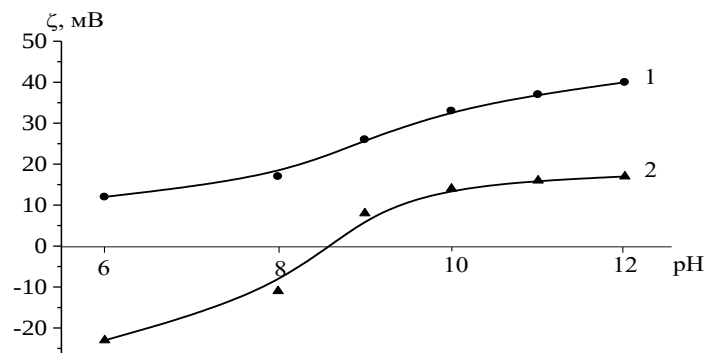
2.1.3 Сульфидті минералдардың электрокинетикалық потенциалын зерттеу

Зерттелген флотореагенттердің электр күштерінің мономинерал бөлшектеріндегі адсорбциясына қосқан үлесін анықтау үшін бутил ксантогенаты, ДЭДК және олардың қоспасының болмауы және болуы кезінде мономинерал бөлшектерінің заряды немесе электрокинетикалық потенциалы қалай өзгередінін анықтау қызығушылық тудырды. Алдын-ала тәжірибелер көрсеткендей, бастапқы мономинералдар теріс мәндерге ие ζ -потенциал. 10 минуттық қарқынды араластырудан кейін, яғни. аэрация режимін жүргізгеннен кейін олардың потенциалдары оң болады. Мұны минералдардың бетіндегі аэрациядан кейін сульфид иондары ішінара тотығады және металл потенциалын анықтайтын иондардың саны артады. БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының қатысуымен мономинерал бетінің зарядының өзгеруі (галенит және сфалерит) 2.6 - 2.10-суреттерде көрсетілген.



1 – галенит; 2 – сфалерит

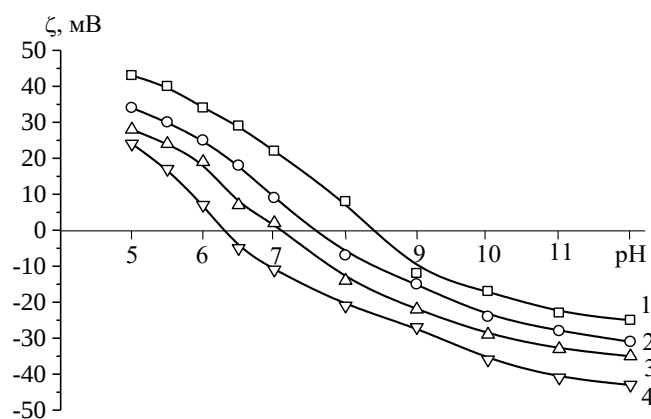
2.6 Сурет – Ортаның рН-на байланысты мөлшері $(-0,074 + 0)$ мм бастапқы мономинералдар бөлшектерінің электрокинетикалық потенциалының (ζ) өзгеруі



1 – галенит; 2 – сфалерит

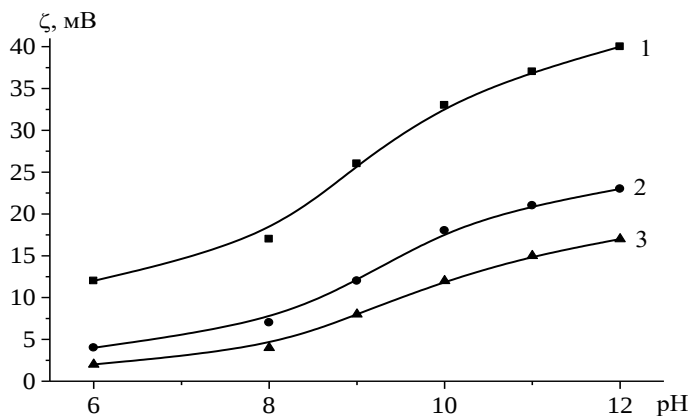
2.7 Сурет – Ортаның рН-на байланысты 10 минуттық аэрациядан кейін мөлшері $(-0,074 + 0)$ мм мономинерал бөлшектерінің электрокинетикалық потенциалының (ζ) өзгеруі

Осы 2.8-2.10 суреттерінің нәтижелері бойынша БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының қатысуымен мономинералдардың электрокинетикалық әлеуеті, әсіресе жинаушылар қоспасы жағдайында төмендейді.



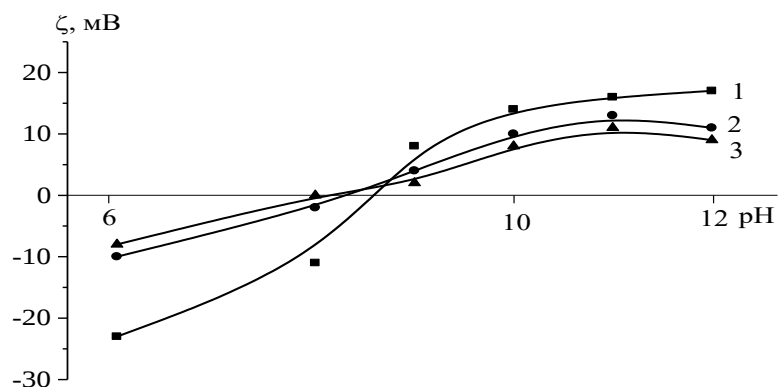
1 – реагенттерсіз; 2 – БКС; 3 – ДЭДК; 4-БКС қоспалары: ДЭДК 1:1 қатынасында. Реагенттердің бастапқы концентрациясы $14,5 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³

2.8 Сурет – Пирит бөлшектерінің электрокинетикалық потенциалының (ζ) реагенттер болмаған кезде және БКС, ДЭДК және олардың қоспасының қатысуымен ортаның рН-на байланысты 1:1 қатынасында өзгеруі



1 – реагентсіз галенит; 2-БКС бар галенит; 3-БКС + ДЭДК бар галенит

2.9 Сурет – Ортаның рН флотореагенттерінің қатысуымен 10 минуттық аэрациядан кейін мөлшері $-0,074 + 0$ мм галенит бөлшектерінің электрокинетикалық потенциалының (ζ) өзгеруі

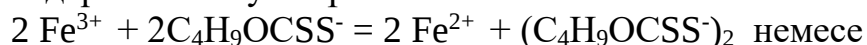


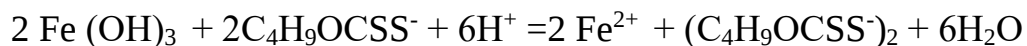
1-реагентсіз сфалерит; 2 – БКС бар сфалерит; 3-БКС + ДЭДК бар сфалерит

2.10 Сурет – Ортаның рН флотореагенттерінің қатысуымен 10 минуттық аэрациядан кейін мөлшері $-0,074 + 0$ мм сфалерит бөлшектерінің электрокинетикалық потенциалының (ζ) өзгеруі

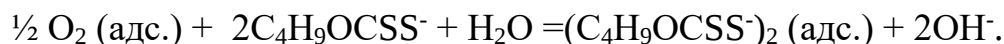
2.9-суреттен көріп отырғанымыздай, рН жоғарылаған сайын минералдардың электрокинетикалық потенциалы теріс бағытта өзгереді. Мұны галенит пен сфалерит бетіндегі гидроксил иондарының адсорбциясымен түсіндіруге болады. Айта кету керек, сфалерит (2.9-сурет; 2.10) баяу зарядталады. 10 минуттық аэрациядан кейін екі минерал да оң зарядталады, бірақ сфалериттегі электрокинетикалық потенциалдың оң бағытта өзгеруі шамалы дәрежеде болады. 2.10-суреттен көріп отырғанымыздай, зерттелген барлық флотореагенттер пирит бөлшектерінің электрокинетикалық әлеуетін төмендетеді. Натрий бутил ксантогенатының адсорбциясы нәтижесінде ζ -әлеуеттің төмендеуі БКС теріс зарядталған полярлық тобының минералдар бетіндегі оң зарядталған темір (II) иондарымен электростатикалық өзара әрекеттесуі есебінен иммобилизацияланған сұйықтықпен адсорбциялық қабат бөлшектерінің бетінде қалыптасуын көрсетеді. Диэтилдитиокарбамат электростатикалық және үйлестіру байланыстарының арқасында бөлшектердің бетінде қалуы мүмкін, сондықтан минералдың ζ -потенциалын едәуір төмендетеді. Темір иондары бутил ксантогенатымен әрекеттескен кезде басқа түсті металдардың ксантогенаттарына қарағанда едәуір оңай еритін қосылыстар түзетіндіктен, ксантогенаттың пирит бетімен қандай формада адсорбцияланғаны белгісіз, тіпті оның бетінде тотығу нәтижесінде темір гидроксиді сияқты ерімейтін қосылыс пайда болады. ИҚ және УК спектроскопиясы сияқты зерттеу әдістерін қолдану ЭПР өзара әрекеттесудің негізгі өнімі пирит бетімен физикалық сіңірілген диксантогенид екенін дәлелдеді.

Диксантогенидтің түзілуі реакциялар бойынша Fe^{3+} немесе $\text{Fe}(\text{OH})_3$ калпына келуі салдарынан болуы мүмкін





Кейбір зерттеушілер диксантогенид пириттің адсорбцияланған бетімен ксантогенаттың оттегімен тотығуы нәтижесінде пайда болады деп санайды:



Басқалары темір (III) иондарының қатысуымен ксантогенаттың диксантогенидке тотығуы $\text{pH}=4$ дейін ғана мүмкін болады, ал пириттің қатысуымен диксантогенидтің түзілуі $\text{pH}=11$ кезінде ғана тоқтайды, яғни диксантогенидтің түзілуі пириттің бетімен сіңірілген оттегінің арқасында мүмкін болады деп санайды. Осылайша, зерттелген минералдардың бетіндегі БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының адсорбциясын өлшеу, көпіршіктің минералды бетінен бөліну күшін өлшеу, бастапқы және жинақталған мономинералдардың электрокинетикалық сипаттамаларын анықтау әдістерімен БКс ДЭДК қоспаларының флотациялық белсенділігінің механизмі нақтыланды.

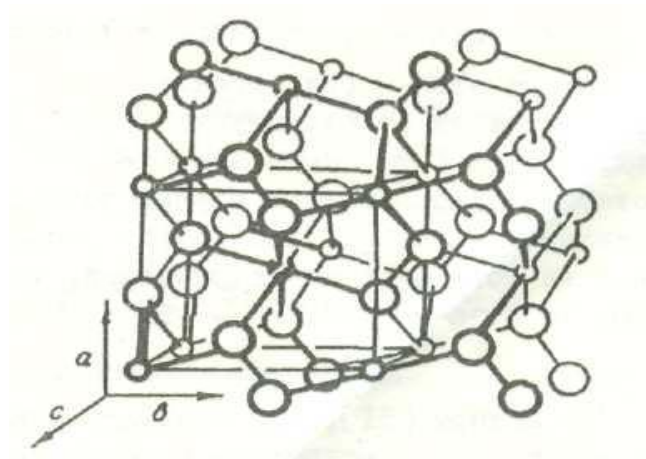
«Су–ауа» шекарасындағы композициялық жинағыштың беткі қасиеттерін өлшеу және орау коэффициенттерін есептеу арқылы тығыздалған гидрофобты пленканың пайда болуынан тұратын ДЭДК пен БКс 6:4 және 1:1 моль қатынастарында олардың синергетикалық әсер ету механизмі анықталды.

2.2 БКс және ДЭДК жинағыштары қоспасының қатысуымен сфалерит пен пириттің флотоактивтілігін зерттеу

2.2.1 Сульфидтердің негізгі құрылымдық түрлері

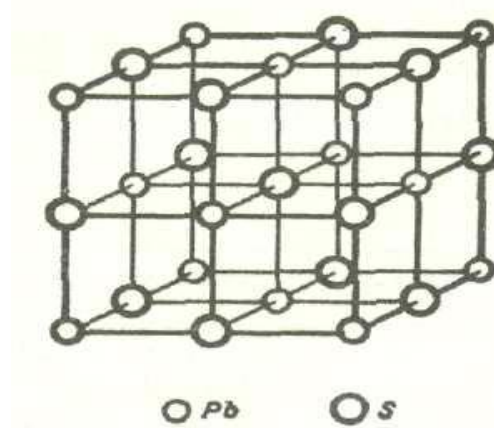
Пирит пен марказиттің (пириттің әртүрлілігі) құрылымдық түрлерінде кристалданатын Қос валентті элементтер сульфидтерінің ерекшелігі-молекулалық иондардың $(\text{S}_2)^{2-}$ -болуы. Марказит (2.11-сурет) құрылымдық бірліктердің орналасуы пиритке жақын. Осы екі құрылымның ұқсастығы, егер марказит жасушасы бетке бағытталған аспектіде ұсынылса, анықталады. Содан кейін бұл құрылымдардағы Fe атомдары мен S_2 топтарының орталықтары бірдей позицияларда орналасқандығы байқалады, айырмашылық элементар жасушалар түрінде және екі құрылымда $(\text{S}_2)^{2-}$ топтарының өзара бағдарлануында болады.

Марказиттің ромбтық құрылымы; Ф. Nnm; $z=2$; $a=4,436$; $b=5,414$; $c=3,381$. Қашықтық $\text{S-S}=2,21$.



2.12 Сурет – FeS₂ марказит құрылымы

Галениттің құрылымдық түрі NaCl-PbS құрылымдық түріне жақын. Ф. Fm3m; z=4. Ұяшық параметрі s (5,424-5,452) құрамының төмендеуімен өседі. Галенит құрылымы 2.13 суретте көрсетілген



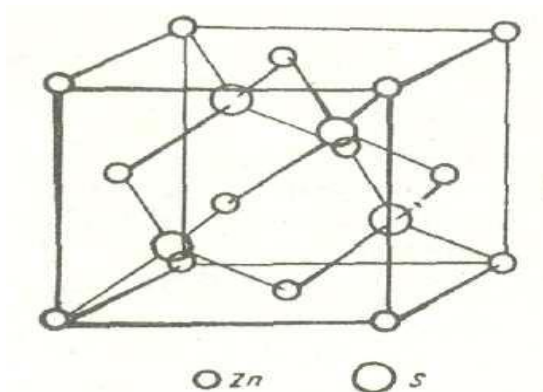
2.13 Сурет – PbS галенит құрылымы

Қазіргі уақытта белгілі сфалерит пен вюртциттен басқа (сфалерит сорттары) ZnS полиморфты модификацияларының көп мөлшері табылды. Оларды екі қатарға бөлуге болады, жұп қабаттар саны (алтыбұрышты ұяшық) және тақ (ромбоэдрлік ұяшық). Бұл модификацияларға ең тығыз қаптамалар сәйкес келеді: 2H=г; 4H=кг·2; 8 H=к²; 10 н=кг·2; 3R=к; 9г=гг·3; 15 R=кг кг·3 және 21 R=гккгкк·3. Көбінесе бір үлгіде әртүрлі модификациядағы кристалдардың параллель өнуі байқалады; бұл бұрандалы дислокацияның салдары болып көрінеді. Бұл модификациялардың көпшілігі табиғатта кездеседі, кейбіреулеріне атаулар беріледі (4H – харлабатит, 6н – флейтерит, 15 R – бергерит, 3 г – матраит).

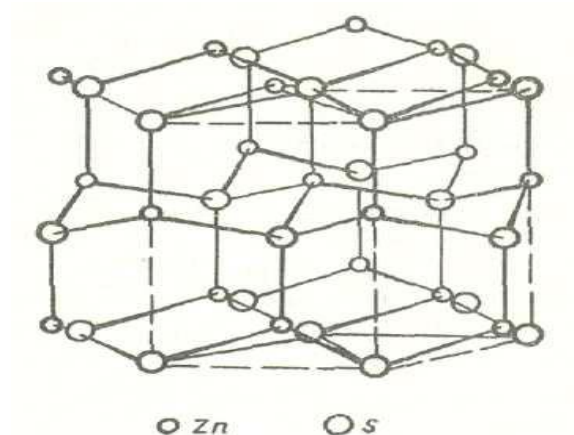
Сфалериттің құрылымдық типтері бар заттар 2.9-кестеде келтірілген. Сфалерит пен вюртцит құрылымдары 2.14, 2.15 суреттерінде көрсетілген.

2.9 Кесте – Сфалериттің құрылымдық түрлері

Минерал	a	c	Ф.гр.	z
2Н	3,811	6,234	P6 ₃ mc	2
4Н	3,806	12,44	P6 ₃ mc	4
6Н	3,813	18,69	P6 ₃ mc	6
8Н	3,82	24,96	P6 ₃ mc	8
10Н	3,824	31,2	P6 ₃ mc	10
3 R	3,82	9,42	R3m	3
9 R	-	-	R3m	9
15 R	3,83	44,88	R3m	15
21 R	-	-	R3m	21



2.14 Сурет – Сфалерит ZnS құрылымы



2.15 Сурет – Вюртциттің ZnS құрылымы

Ортаның рН кең диапазонындағы сфалериттің флотоактивтілігіне композициялық реагент-жинағыштың селективті әсерін анықтау үшін активтендіргіш реагентті (мыс сульфаты) және ДЭДК және БКс жинағыштарының реагенттерінің қоспасын пайдалана отырып, сфалерит пен

пириттің мономинералдарымен флотациялық тәжірибелер жүргізу қажет, олардың массалық қатынасы 1:1 құрайды.

2.2.2 Мономинералдық флотацияны жүргізу әдістемесі

Мономинералды флотация "Шалқия" кен орнының қорғасын-мырыш кендерінен көзбен іріктеу әдісімен бөлінген сфалерит және пирит сульфидті минералдарында жүргізілді. Іріктелген минералды үлгілер Талдаудың химиялық әдісімен зерттелді, оның нәтижелері 2.10-кестеде келтірілген.

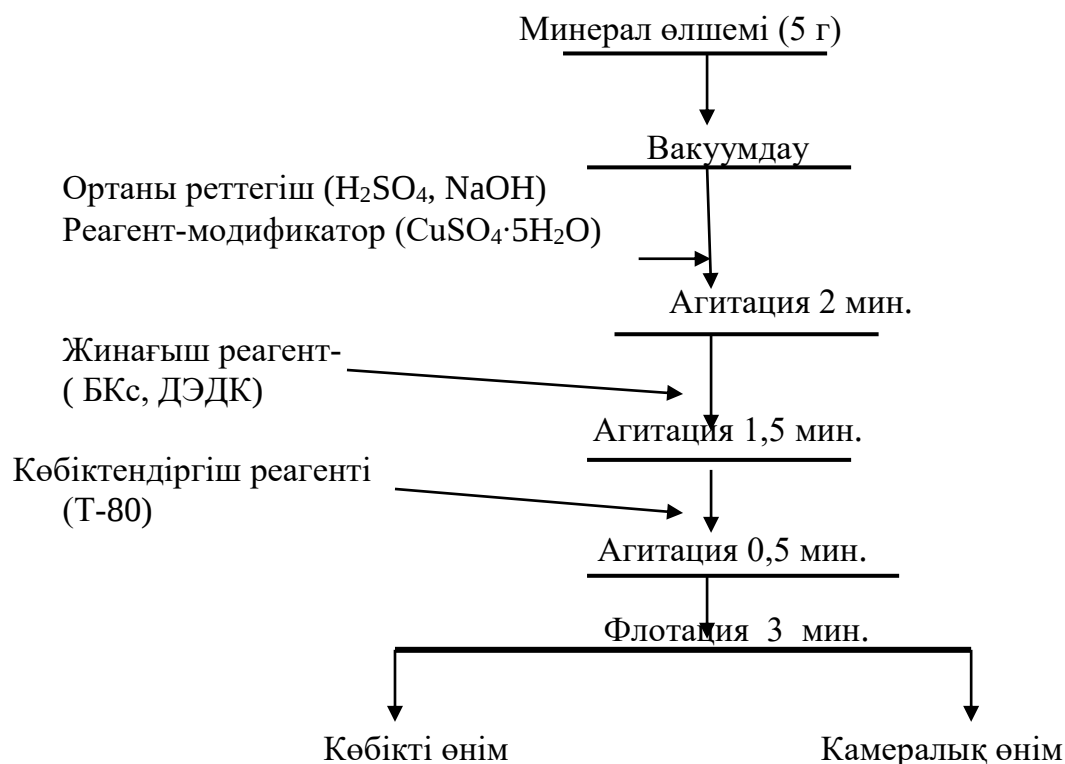
2.10 Кесте – Сфалерит және пирит сульфидті минералдарының химиялық құрамы

Минерал	Құрамы, % (салмағы.)				
	мыс	қорғасын	мырыш	темір	күкірт
Сфалерит	< 0,3	< 0,2	61,98	3,6	31,3
Пирит	< 0,3	< 0,2	< 0,2	44,6	51,5

Флотациялық тәжірибелер үшін таңдалған минералдар Фарфор ерітіндісінде -160 +63 мкм мөлшеріне дейін ұнтақталды, ал массасы 5 грамм болды. Сульфидті минералдардың үлгілері эксикаторларда сақталды.

Флотация көлемі 50 см³ ФЛ типті зертханалық флотомашинада жүргізілді. Машинаның корпусы шыныдан жасалған. Импеллердің айналу жылдамдығы 1100 айн/мин болды. Сфалерит пен пирит мономинералдарының флотациялануы БКс, мыс сульфаты және ДЭДК қатысуымен рН әртүрлі мәндерінде және жоғарыда аталған реагенттердің шығындарында зерттелді. Сфалерит пен пирит минералдары сумен араластырылып, вакуумдалды, содан кейін реагенттер беріліп, агитация және аэрация режимдерінде өңделді. Эксперименттерді жүргізу схемасы 2.16-суретте көрсетілген. Бұл ретте сфалерит пен пириттің мономинералдық флотациясы процесінде БКс (5 мг/дм³), ДЭДК және т-80 (15 мг/дм³) қарағай майы қолданылды.

Мыс сульфаты, БКс және ДЭДК ерітінділері флотациялық тәжірибелер алдында тікелей дайындалды, бұл ретте ортаның рН мәні күкірт қышқылымен және күйдіргіш натриймен реттелді және рН-150 м типті рН-метрмен бақыланды.



2.16 Сурет – Мономинералды флотация схемасы

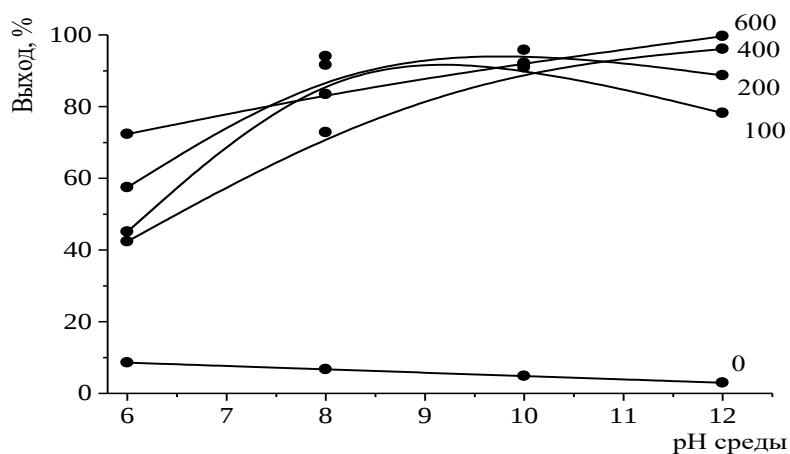
2.2.3 Реагент-активтендіргіштің (мыс сульфатының) оңтайлы шығынын анықтау

Ортаның рН (рН) кең диапазонында мономинералды флотация кезінде сфалерит шығысына активтендіргіш реагентінің оңтайлы шығынын анықтау бойынша тәжірибелер жүргізілді (6, 8, 10, 12), мыс сульфатын тұтынған кезде: 0, 100, 200, 400, 600 мг / дм³.

Мыс сульфатының мономинералды флотация кезіндегі сфалерит шығысына әсерін зерттеу бойынша тәжірибелер нәтижелері 2.11-кестеде және 2.17-суретте көрсетілген.

2.11 Кесте – Мыс сульфаты шығынының мономинералдық флотация кезінде сфалерит шығысына әсері

рН орта	Шығыс CuSO ₄ , мг/дм ³				
	0	100	200	400	600
6	8,56	45,07	57,48	42,34	72,30
8	6,73	94,00	91,58	72,81	83,47
10	4,83	91,69	95,76	90,90	92,15
12	2,95	78,19	88,70	96,1	99,61



2.17 Сурет – Мыс сульфатының мономинералды флотация кезіндегі сфалерит шығынына әсері (мг / дм³)

2.17-кесте мен 2.24-суретті талдаудан мыс сульфатының оңтайлы шығыны 200 мг/дм³ құрайды, рН=10, сфалерит шығыны 95,76% болған кезде. Сонымен қатар, мыс сульфатын жеткізбестен, сфалериттің шығуы 2,95-тен 8,56% - ға дейін, бұл мыс сульфатын сфалерит активаторы реагенті ретінде қолдану қажеттілігін дәлелдейді. Осылайша, сфалерит минералының бетін мыс тұздарымен $\text{CuSO}_4=200$ мг/дм³ ағынымен алдын-ала белсендіру мономинералды флотация кезінде сфалерит шығымының шамамен 96% - ына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

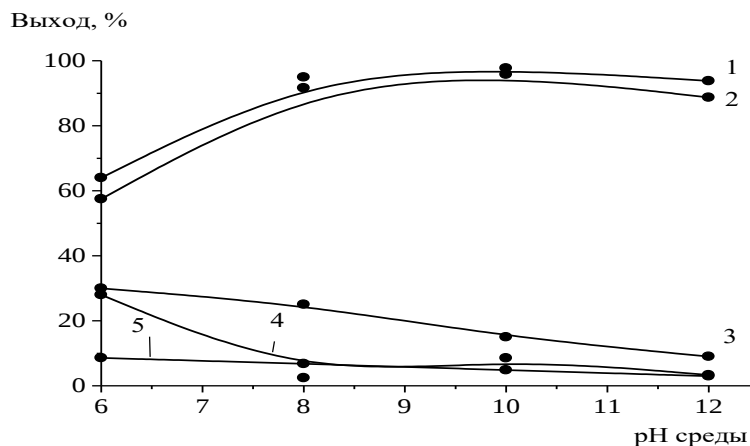
2.2.4 ДЭДК шығынының сфалерит пен пириттің флотациялануына әсерін зерттеу

Сфалерит және пирит минералдарының флотациялануына БКс-пен салыстырғанда ДЭДК және БКс қоспасы реагентінің әсері бойынша зерттеулер рН ортаның (рН) кең диапазонында жүргізілді (6, 8, 10, 12), бұл ретте БКс және ДЭДК шығыны 5 мг/дм³ құрады. БКс және ұсынылған жинағыштың мономинералды флотация процесінде сфалерит пен пириттің шығуына әсер ету нәтижелері 2.12-кестеде және 2.18-суретте көрсетілген.

2.12 Кесте – ДЭДК және БКс мономинералдық флотация процесінде сфалерит пен пириттің шығуына әсері

рН орта	Шығым, % (вес.)			
	сфалерит		пирит	
	БКс	БКс и ДЭДК (1:1)	БКс	БКс и ДЭДК (1:1)
6	57,48	64,00	30,0	28,01
8	91,58	94,90	25,0	24,01
10	95,76	97,71	15,0	8,50
12	88,70	93,80	9,00	3,30

2.18-кестені талдау көрсеткендей, мыс сульфатымен (200 мг/дм^3) белсендірілген сфалерит реагенттердің қатысуымен $\text{pH} = 10-12$ болған кезде: БКс - $88,70-95,76\%$ және ДЭДК – $93,80-97,71\%$ құрады. Темір $\text{pH} = 10-12$ кезінде жақсы басылады, ал оның БКс қатысуымен шығуы $9-15\%$, ал БКс және ДЭДК қоспасында – $3,30-8,50\%$ құрайды.



1 – ДЭДК және БКс қатысуымен активтендірілген сфалериттің шығуы (1:1); 2 – БКс қатысуымен активтендірілген сфалериттің шығуы; 3 – БКс қатысуымен пириттің шығуы; 4-ДЭДК және БКс реагенттерінің қатысуымен пириттің шығуы (1:1); 5-ДЭДК қатысуымен активтендірілмеген сфалериттің шығуы

2.18 Сурет – Реагент-жинағыштардың мономинералдық флотация кезінде сфалерит пен пириттің шығуына әсері

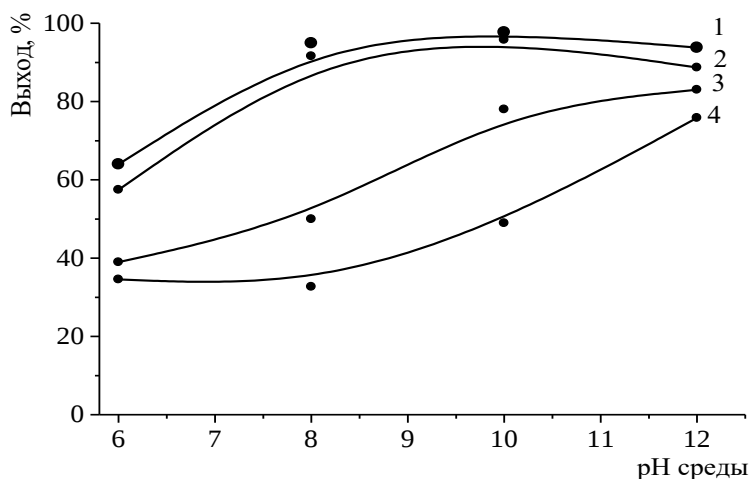
2.25-суретті талдау ДЭДК и БКс (1:1) қатысуымен пульпаның pH 6-дан 10-ға дейін жоғарылауымен пириттің шығуы күрт төмендейді, ал сфалерит алу pH 8-ден 12-ге дейін кең диапазонда тұрақты болып қалады. Осылайша, зерттеулер көрсеткендей, ДЭДК және БКс (1:1) жинау қоспасы БКс-мен салыстырғанда белсендірілген сфалериттің тиімді жинағышы болып табылады. Пириттің флотациясы кезінде ДЭДК БКс-ға қарағанда берілген минералдың бетін гидрофобизирлейді.

2.2.5 ДЭДК шығынының белсендірілген сфалериттің флотациялануына әсері

БКс - мен салыстырғанда мономинералдық флотация кезінде сфалериттің шығуына ДЭДК әсерін зерттеу мынадай жағдайларда жүргізілді: БКс шығысы - 5 мг/дм^3 ; ДЭДК шығыны-2,5; 4; 5 мг/дм^3 . Сфалеритті мономинералдық флотациялау процесінде ДЭДК оңтайлы шығынын анықтау жөніндегі зерттеулер нәтижелері 2.13-кестеде және 2.19-суретте келтірілген.

2.13 Кесте – Мономинералдық флотация кезінде сфалерит шығынына ДЭДК композициялық реагент-жинағыш шығынының әсері

рН ортасы	Сфалерит шығыны, %			
	БКс=5 мг/дм ³	ДЭДК и БКс (1:1) =2,5 мг/дм ³	ДЭДК и БКс (1:1) =4 мг/дм ³	ДЭДК и БКс (1:1) =5 мг/дм ³
6	57,48	34,56	39,01	64,00
8	91,58	32,68	63,00	94,90
10	95,76	48,92	93,03	97,71
12	88,70	75,81	86,06	93,80



ДЭДК және БКс қоспасының шығыны (1:1): 1 – 5 мг/дм³; 2 – БКс - 5 мг/дм³; 3 – ДЭДК және БКс (1:1) - 4 мг/дм³; 4 – ДЭДК және БКс (1:1) 2,5 мг / дм³

2.19 Сурет – ДЭДК және БКс шығынының мономинералдық флотация кезіндегі сфалерит шығысына әсері

2.13-кестені және 2.19-суретті талдау мономинералды флотация процесінде тек БКс болған кезде рН=10-12 диапазонындағы сфалерит шығымы 88,70-95,76% құрағанын көрсетті. Алынған нәтижелер негізінде ДЭДК және БКс оңтайлы шығысы (1:1) белгіленді, ол 5 мг/дм³ құрады, бұл ретте сфалерит шығысы 93,80-97,71% диапазонында болады.

Осылайша, ДЭДК және БКс (1:1) қоспасының 5 мг/дм³ мөлшеріндегі шығыны сфалериттің флотациялануына айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

2.2.6 ДЭДК қатысуымен флотация уақытының белсендірілген сфалериттің флотациялануына әсері

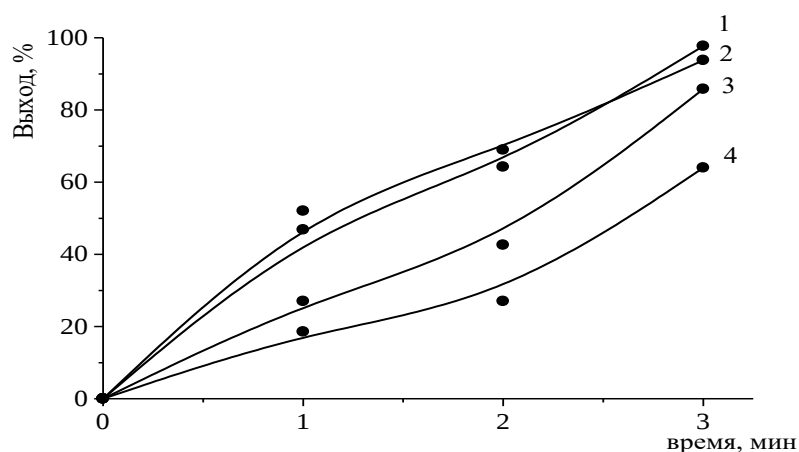
ДЭДК және БКс (1:1) қатысуымен мономинералдық флотация процесінде сфалериттің флотациялану уақытын анықтау бойынша зерттеулер 5 мг/дм³ келесі флотация уақыты ішінде ортаның рН кең диапазонында (рН=6, 8, 10, 12):

1, 2, 3 мин.

Алынған зерттеулердің нәтижелері 2.14-кестеде және 2.20-суретте көрсетілген.

2.14 Кесте – ДЭДК және БКс қатысуымен сфалериттің мономинералдық флотация жылдамдығы (1:1) 5 мг/дм³

рН орта	ДЭДК қатысуымен сфалериттің шығуы, % флотацияның келесі уақыты ішінде		
	1 мин.	2 мин.	3 мин.
6	18,56	27,00	64,00
8	26,98	42,60	94,90
10	46,80	64,22	97,71
12	52,06	68,95	93,80



1 – рН=10; 2 – рН=12; 3 – рН=8; 4 – рН=6

2.20 Сурет – Флотация уақытына байланысты сфалерит шығымының өзгеруі

2.20-суретте келтірілген қисықтарды талдаудан РН=10-12 кезінде реагент-активтендіргіш (мыс сульфаты) сфалерит бетінде белсенді түрде адсорбцияланады, нәтижесінде сфалерит мыс минералы ретінде флотацияланады. Бастапқы кезеңде рН=6-8 кезінде сфалерит бетінде мыс сульфатының адсорбциясы жеткіліксіз, өйткені флотацияның алғашқы екі минутында сфалериттің шығуы төмен (18,56-дан 42,60% - ға дейін). Флотацияның үшінші минутының соңына қарай рН=8 кезінде сфалериттің шығуы 94,9% - ға дейін көтеріледі. Бұл РН=8 кезінде сфалерит бетіндегі мыс сульфатының адсорбциясы баяу жүретінін және ДЭДК негізгі әрекеті флотацияның соңғы кезеңінде ғана болатындығын дәлелдейді. РН=6 кезінде мыс сульфаты мен ДЭДК әсері сілтілі ортаға қарағанда әлдеқайда нашар.

Осылайша, сфалериттің флотациялануына жүргізілген зерттеулер композициялық жинағыштың (ДЭДК) әсері активтендіргіш реагентке (мыс

сульфатына) тікелей тәуелді екенін көрсетті, ал соңғысының ең жақсы әсері флотацияның 3 минуты ішінде $pH=10-12$ кезінде көрінеді.

Қорытынды

1 Зерттелген мономинералдардың бетіндегі БКс, ДЭДК және олардың қоспаларының адсорбциясы, олардың бетінен көпіршіктің бөліну күші және бастапқы мономинералдардың электрокинетикалық сипаттамалары бойынша деректер негізінде және модификацияланған жинағыштардың қатысуымен БКс және ДЭДК қоспаларының флотациялық белсенділік механизмі ұсынылған.

2 Сфалеритті мономинералды флотациялау процесінде минералдың бетін мыс сульфатымен алдын-ала белсендіру сфалерит шығымының шамамен 96%-ына жетуге мүмкіндік беретіні анықталды, ал активтендіргіш реагент болмаған кезде сфалерит шығыны 2,95-тен 8,56% - ға дейін жетеді, бұл мыс сульфатын сфалерит активтендіргіші реагенті ретінде қолдану қажеттілігін дәлелдейді.

3 ДЭДК и БКс реагент-жинағыштарының қоспасы БКс-мен салыстырғанда белсендірілген сфалериттің неғұрлым тиімді жинағышы болып табылатыны көрсетілген, өйткені ол сфалерит шығымын 2% - ға арттыруға мүмкіндік береді.

4 Пиритті флотациялау кезінде ДЭДК БКс-ға қарағанда оның бетін гидрофобизациялайды және $pH=10-12$ кезінде пириттің шығуы шамамен 2 есе азаятыны анықталды.

5 Жүргізілген мономинералдық зерттеулер ДЭДК және БКс қоспасының сфалериттің шығуына негізгі әсері флотация уақытына тікелей тәуелді екенін көрсетті.

3 Жаңа модификацияланған реагенттер негізінде қиын байытылатын қорғасын-мырыш кенін байыту технологиясын жетілдіру

ТМД мен Қазақстанның көптеген флотациялық фабрикаларында коллектор ретінде әртүрлі типті немесе бір типті реагент-жинағыштардың қоспалары қолданылады, бірақ ұзындығы бірдей емес аполярлы топтар: этил және бутил ксантогенаттары, ксантогенат және аэрофлот, ксантогенат және аполярлы жинағыш, майлы карбон қышқылдарының қоспалары және т. б. мұндай қоспаларды пайдалану, әдетте, күрделі полиметаллды байыту көрсеткіштерін жақсартады. Алдыңғы материалдарда көрсетілгендей, жинаушылардың қоспасы (ДЭДК и БКс 1:1 и 6:4) сфалерит пен пириттің мономинералды фракцияларын флотациялау үшін тиімдірек. Сондықтан жұмыстың келесі кезеңі "Шалқия" кен орнының кендерінің өкілдік сынамасында зерттеулер жүргізу болып табылады.

3.1 Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенінің сипаттамасы

Шалқия кен орнының кендеріндегі негізгі пайдалы минералдар сфалерит, галенит және пирит болып табылады, олар өте жұқа шашырандылыққа ие – шаңнан 0,1 мм-ге дейін және бір-бірімен тығыз байланысты, сонымен қатар бос жыныстың минералдарымен, атап айтқанда кварц пен карбонаттармен сипатталады. Кенге тән қорғасын мен мырыш минералдарының өте жұқа шашырауы олардың құрамында графит мөлшері жоғары көміртекті заттың болуымен қиындайды, ол негізгі жыныстарда да, пайдалы минералдарда да болады. Галенит, сфалерит және пирит минералдарының өте жұқа дисперсиясына, олардың бір-бірімен және тау жыныстарын құрайтын минералдармен тығыз өзара әрекеттесуіне, ультра жұқа көмірлі заттардың болуына, сондай-ақ кальциттің оңай бөлінетін минералдарының болуына байланысты, ұсақталған доломиттермен қатар, бұл кендер қиын байытылатын болып сипатталады, олардан жоғары сапалы қорғасын мен мырыш концентраттарын алу өте қиын.

3.2 Зерттелетін кеннің химиялық және гранулометриялық құрамы

Зерттеулер жүргізу үшін құрамында қорғасын 1,3 % (салмағы) бар Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенінің технологиялық сынамасы пайдаланылды.) және мырыш 3,7 % (салмағы.). Зерттелетін кенді және қорғасын мен мырышты табу нысанын химиялық талдау нәтижелері тиісінше 3.1 және 3.2-кестелерде келтірілген. Зерттелген кендерде кен минералдарының жұқа шашырауы байқалады. Сонымен қатар, тау жынысы көміртегі қосылыстарымен біркелкі қаныққан, олар тіпті 1% абсолютті болса да, флотоактивтіліктің жоғарылауына ие және кеннен жоғары сапалы мырыш концентраттарын шығаруды қиындатады.

3.1 Кесте – Зерттелетін қорғасын-мырыш кендерінің химиялық құрамы

Элемент, байланыс	Мазмұны, % (салмағы.)
Қорғасын	1,3
Мырыш	3,7
Мыс	0,05
Темір	3,42
Жалпы күкірт	5,52
Органикалық көміртек	1,02
Хлор	0,06
Кальций	5,35
Магний	3,58
Алюминий	0,80
Калий	0,56
Натрий	0,033
Кварц	45,00
Барий сульфаты	< 0,1
Мышьяк	0,0055
Сурьма	< 0,002
Кадмий	0,012
Фтор	0,18
Марганец	0,054
Үндістан	0,00011
Висмут	< 0,0006
Сынап	0,00039
Германий	0,00097
Алтын, г / т	< 0,1
Күміс, г / т	5,4
Фосфор	0,017

3.2 Кесте – Зерттелетін кендегі қорғасын мен мырыштың болу нысандары

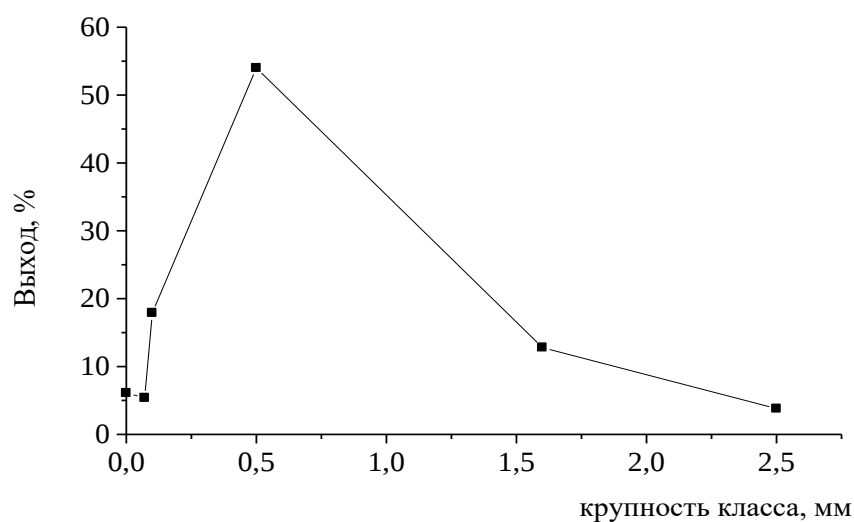
Компонент	Минералдар	Құрамы, %	
		абсолюттік	салыстырмалы
Қорғасын	англезит, церуссит	0,085	6,5
	галенит	1,157	89,0
	қалдық формалар	0,058	4,5
	Барлық қорғасын :	1,3	100,0
Мырыш	оттегі құрамдас	0,433	11,7
	сфалерит қосылыстары	3,267	88,3
	Барлық мырыш:	3,7	100,0

Зерттеу үшін ұсатуға келіп түсетін кендердің жеке сынамасы іріктелді. Бұл сынама 2,5 мм-ге дейін ұсатуға ұшырады. 3.3-кестеде кенді жеке сынаманың елеуішті талдауы, ал 3.1 және 3.2-суреттерде кенді сынаманың жеке және жиынтық сипаттамалары келтірілген. Бұдан әрі ұсату уақытына іріліктің тиісті

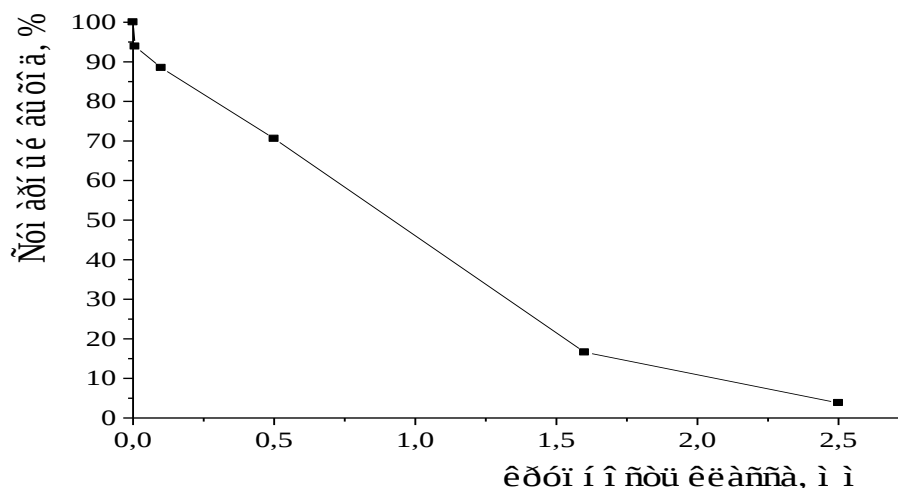
тәуелділігін құра отырып, кенді жеке сынаманы ұсақту уақыты нақтыланды (3.4-кесте және 3.3-сурет).

3.3 Кесте – Ұсатылған қорғасын-мырыш кенінің гранулометриялық талдау нәтижелері

Ірілік класы, мм	Шығым %	Жиынтық шығымы, %	Құрамы, % (салмағы.)				Таралуы, %			
			Zn	Pb	Fe	C	Zn	Pb	Fe	C
+2,5	3,8	3,8	3,3	1,6	1,2	6,41	3,3	3,47	3,5	3,7
-2,5 +1,6	12,8	16,6	3,3	1,6	1,3	6,65	11,11	11,7	13,0	13,0
-1,6 +0,5	54	70,6	3,9	1,7	1,1	6,41	55,27	52,27	46,4	52,9
-0,5 +0,1	17,9	88,5	3,8	1,8	1,4	6,64	17,9	18,3	19,5	18,18
-0,1 +0,071	5,4	93,9	4,0	1,77	1,77	6,41	5,68	5,43	7,4	5,3
-0,071 +0	6,1	100	4,2	2,53	2,15	7,41	6,74	8,81	10,2	6,92
Исход. руда	100		3,8	1,75	1,28	6,54	100	100	100	100



3.1 Сурет – Қорғасын-мырыш кені ұнтақталған ірілігінің жеке сипаттамасы



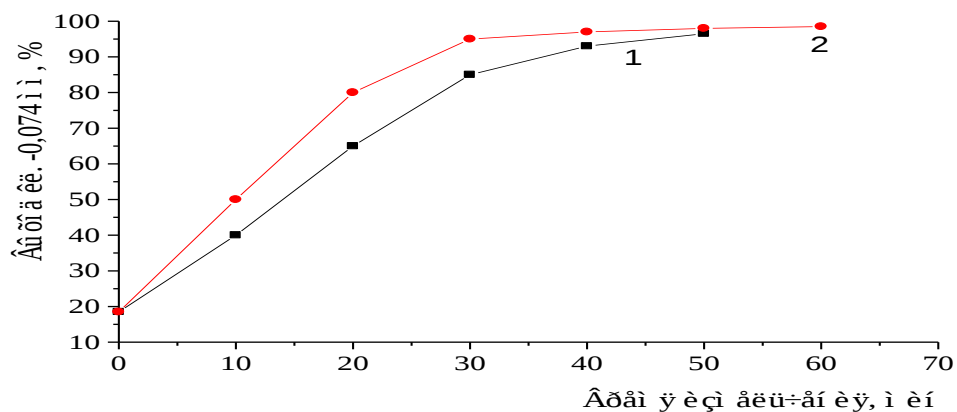
3.2 Сурет – Қорғасын-мырыш кені ірілігінің жиынтық сипаттамасы

Флотация бойынша тәжірибелер ашық (1000 г массасы бар) және жабық (600 г кен массасы бар) циклде, сондай-ақ әр түрлі массасы бар кенді ұнтақтау кезінде жүргізілді.

Қорғасын-мырыш кендерін ұнтақтау кинетикасы 3.4-кестеде және 3.3-суретте, дисперсиялық талдау нәтижелері 3.5-кестеде келтірілген. 3.4 және 3.5-суреттерде кеннің жеке және жиынтық сипаттамалары көрсетілген.

3.4 Кесте – Шалқия кен орнының (-0,074 мм класы бойынша) кеннің әртүрлі массасы кезінде ұнтақтау уақытына тәуелділігі

Ұнтақтау уақыты, мин	Шығым, %	
	аспа 1000 г	аспа 600 г
0	18,5	18,5
10	40	50
20	65	80
30	85	95
40	93	97
50	96,5	98
60	-	98,5



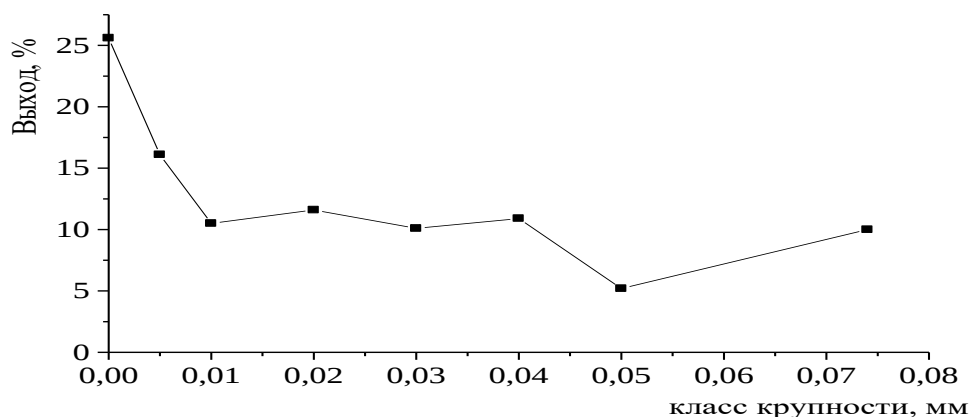
1- аспа 1000 г; 2 - аспа 600 г

3.3 Сурет – Шалқия кен орны кенінің ұнтақталуының (-0,074 мм класы бойынша) ұнтақтау уақытына тәуелділігі

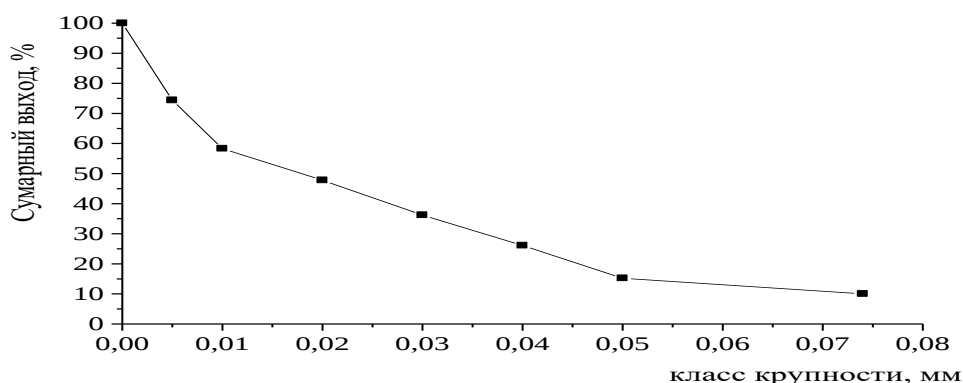
3.5 Кесте – Қорғасын-мырыш кенін дисперсиялық талдау нәтижелері, 0,074 мм-ден кем 90% - ға дейін ұнтақталған

Ірілік класы, мм	Шығым, %	Жиынтық шығымы, %	Құрамы, % (вес.)		Бөлу, %	
			Zn	Pb	Zn	Pb
0,074 жоғары	10	10	3,1	1,5	8,75	9,36
– 0,074 +0,050	5,2	15,2	3,8	1,8	5,58	5,84
– 0,050 +0,040	10,9	26,1	3,3	1,5	10,17	10,21
– 0,040 +0,030	10,1	36,2	4,0	1,8	11,41	11,35
– 0,030 +0,020	11,6	47,8	3,9	1,7	12,78	12,31
– 0,020 +0,010	10,5	58,3	3,4	1,5	10,08	9,83
– 0,010 +0,005	16,1	74,4	3,5	1,7	15,91	17,1
-0,005 +0	25,6	100	3,5	1,5	25,32	24,0
Жиыны:	100		3,65	1,6	100	100

Ұнтақталған қорғасын-мырыш кенін дисперсиялық талдау нәтижесі пайдалы компоненттердің 0-10 мкм фракцияда шоғырланғанын көрсетеді (3.5-кесте және 3.4-3.5-суреттер).



3.4 Сурет – Ұнтақталған қорғасын-мырыш кені ірілігінің жеке сипаттамасы



3.5 Сурет – ұнтақталған қорғасын-мырыш кені ірілігінің жиынтық сипаттамасы

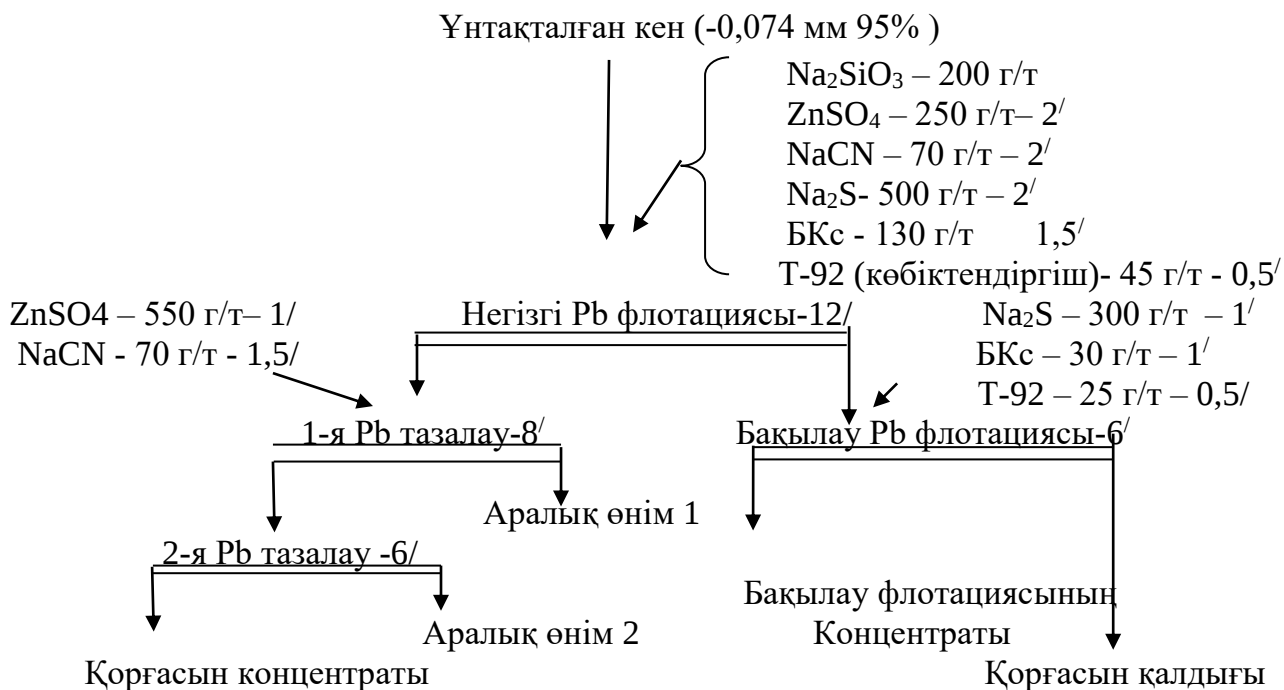
3.3 Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенінен сфалериттің флотациялануына ДЭДК және БКс жинағыш реагенттер қоспасының әсері

Зерттелетін сынаманы флотациялау ФМ-1 зертханалық флотомашиналарында (Геоприбор) жүзеге асырылды, камера көлемі: 1,5 дм³ (негізгі және бақылау мырыш флотациясы); 0,5 дм³ (1-тазалау мырыш флотациясы); 0,25 дм³ (2-тазалау мырыш флотациясы). Шалқия кен орнының қорғасын-мырыш кенін қайта өңдеу кезінде мырыш алуды арттыру үшін модификацияланған ДЭДК жинағыш ретінде қолдану мүмкіндігін анықтау бойынша зертханалық зерттеулер Кентау байыту фабрикасының (КОФ) ғылыми-зерттеу зертханасында жүргізілді. Жаңа реагент-жинағыштың қатысуымен қорғасын-мырыш кенінен галенит пен сфалериттің флотациялануы бойынша зерттеулер ашық цикл режимінде жүргізілді. Мырыш концентратын алу процесі келесі кезеңдерді қамтиды:

- реагент ерітінділерін дайындау;
- негізгі қорғасын флотациясы;
- қорғасын флотациясының көбікті өнімін 1 рет тазалау;
- қорғасын флотациясының көбікті өнімін 2 рет тазалау;
- бақылау қорғасын флотациясы;

- негізгі мырыш флотациясы;
- мырыш флотациясының көбікті өнімін 1 рет тазалау;
- мырыш флотациясының көбікті өнімін 2 рет тазалау;
- бақылау мырыш флотациясы;
- үлгілерді кептіру.

Селективті флотация жолымен қорғасын-мырыш кенін байыту схемасы және реагенттік режим 3.6-суретте келтірілген.



2/; 1,5/; 0,5 / - агитациялау уақыты, мин.; 12/;8/;6/ - флотация уақыты, мин.

3.6 Сурет – Қорғасын флотациясының схемасы және реагенттік режимі

Қорғасын-мырыш кендерін селективті флотациялау әрдайым дерлік сілтілі ортада жүзеге асырылады, өйткені бұл жағдайда басқыштар белсенді әрекет етеді, сонымен қатар пирит флотациясы сілтілі ортада болмайды. Флотацияның тікелей селективті схемасын қолдану кезінде байытылуы қиын жұқа қиыстырылған кенді өңдеу кезінде әртүрлі атаулы концентраттар мен үйінді қалдықтарындағы металдардың шығындары байқалады. Жүргізілетін зерттеулердің мақсаты ДЭДК және БКс қоспаларын қолдана отырып, мырыш концентратына мырыш бөліп алу дәрежесін арттыру және базалық реагент - БКс-пен салыстырғанда шығымын азайту болып табылады. ДЭДК пен БКс қоспасы мырыш флотациясында коллектор ретінде пайдаланылды. Бастапқы өнім ретінде қорғасын флотациясының камералық өнімі қолданылады. Мырыштың флотациялануы бойынша зерттеулер ашық цикл режимінде жүргізілді. Тәжірибелердегі бастапқы массасы 600 г құрады. Қорғасын флотациясының циклі негізгі, бақылау флотациясынан және екі тазалау операциясынан тұрды. Қорғасын флотациясы рН = 8,5-9,0 кезінде жүргізілді.

және мынадай реагенттер берілді: Na_2SiO_3 – 200 г/т, Na_2S – 800 г/т, ZnSO_4 – 800 г/т, NaCN – 100 г/т, БКс – 200 г/т, Т - 92 – 70 г/т. Қорғасын флотациясының қалдықтары мырыш флотациясына жіберілді. Қорғасын флотациясы циклінің реагенттік режимі 3.6-суретте көрсетілген. Флотациялық эксперименттердің нәтижелері 3.6-кестеде келтірілген.

3.6 Кесте – Өндірістік режим бойынша қорғасын флотациясы

Өнім атауы	шығым, %	құрамы, % (вес.)		Бөліп алу дәрежесі, %	
		Zn	Pb	Zn	Pb
Pb концентраты	2,6	6,7	36,4	4,5	52,6
Аралық өнім. 2	2,9	7,0	2,0	5,3	3,2
Аралық өнім. 1	1,1	7,3	2,4	2,1	1,5
Бақылау флотациясының концентраты	3,1	4,6	4,1	3,7	7,1
Pb флотациясының қалдығы	90,3	3,6	0,71	84,4	35,6
кен	100	3,8	1,8	100	100

Бұл ретте құрамында 36,4% қорғасын бар қорғасын концентратын алдық (салмағы.) және бөліп алу дәрежесі 52,6%.

Қорғасын флотациясының қалдықтары мырыш флотациясының цикліне кірді. Мырыш флотациясының циклі негізгі, бақылау флотациясынан және екі тазартудан тұрды. Мырыш флотациясы рН=10-10,5 кезінде жүргізілді, ол үшін әк қолданылды. Мырыш флотациясына келесі реагенттер берілді: мыс сульфаты– 1000 г/т, сұйық әйнек – 300 г/т, БКс – 250 г/т, Т - 92 (көбіктендіргіш)– 30 г/т.мырыш флотациясы циклінің реагенттік режимі 4.7-суретте көрсетілген.

Қорғасын флотациясы базалық режим бойынша жүргізілді, тек мырыш флотациясының реагенттік режимі өзгерді.

Жинағыштардың қоспасын тұтыну келесідей болды: ДЭДК және БКс қоспа түрінде 30, 70, 100, 150, 200 г/т кен алынды. Тәжірибелердің нәтижелері 3.8-кестеде келтірілген.



2/; 1,5/; 0,5 / - араластыру уақыты, мин. 14/;10/;8/;6/ - флотация уақыты, мин.

3.7 Сурет – Мырыш флотациясының сұлбасы және реагенттік режимі

Флотациялық тәжірибелердің нәтижелері 3.7-кестеде келтірілген. Бұл ретте 35,1 % (салмағы) мырыш және бөліп алу дәрежесі 53,47% - ды құрайды.

3.7 Кесте – Өндірістік режим бойынша мырыш флотациясы

Өнім атауы	Шығым, %	Құрамы, % (салмағы.)		Бөліп алу дәрежесі, %		БКс жалпы шығыны-250 г / т
		Zn	Pb	Zn	Pb	
Zn концентраты	5,5	35,1	1,5	53,47	11,9	
Аралық өнім.2	8,9	8,1	1,62	19,96	20,65	
Аралық өнім. 1	21,3	2,05	0,93	12,1	28,34	
К-т контрр. флот.	15,3	1,5	0,74	6,34	16,25	
Үйінді. Қалдық	49,0	0,6	0,32	8,13	22,86	
Қорғасын флотациясының қалдықтары	100	3,61	0,7	100	100	

3.8 Кесте – Қорғасын - мырыш кенін мырыш флотация циклінде жаңа жинағыш реагент-ДЭДК және БКс қоспасының қатысуымен қайта өңдеудің флотациялық тәжірибелерінің нәтижелері

	Флотация өнімдерінің атауы	Шығу, %	Құрамы, % (салмағы)		Бөліп алу дәрежесі, %		Тәжірибе шарттары
			Zn	Pb	Zn	Pb	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Zn концентрат	5,5	35,1	1,5	53,47	11,9	Шығыны БКс - 250 г/т
	Аралық өнім.-2	8,9	8,1	1,62	19,96	20,65	
	Аралық өнім.-1	21,3	2,05	0,93	12,1	28,34	
	К-т бақ. флот.	15,3	1,5	0,74	6,34	16,25	
	Үйінді. Қалдық	49,0	0,6	0,32	8,13	22,86	
	Қалдық Pb флот	100	3,61	0,7	100	100	
2	Zn концентрат	4,2	39,4	2,32	50,15	13,0	Шығыны БКс - 200 г/т
	Аралық өнім.-2	6,1	8,7	2,45	16,15	19,9	
	Аралық өнім.-1	11,2	3,3	1,18	11,25	17,7	
	К-т бақ. флот.	8,6	2,9	1,08	7,55	12,4	
	Үйінді. Қалдық	69,9	0,7	0,397	14,85	37,0	
	Қалдық Pb флот	100,0	3,3	0,75	100,0	100,0	
3	Zn концентрат	3,5	38,5	2,02	38,2	9,45	Шығыны ДЭДК - 40 г/т
	Аралық өнім.-2	5,3	9,15	1,97	13,76	13,92	
	Аралық өнім.-1	8,2	4,66	1,81	10,83	19,83	
	К-т бақ. флот.	7,5	3,4	0,98	7,23	9,85	
	Үйінді. Қалдық	75,5	1,4	0,47	29,98	46,95	
	Қалдық Pb флот	100,0	3,526	0,75	100,0	100,0	
4	Zn концентрат	4,5	30,3	2,08	42,27	11,58	Шығыны ДЭДК - 100 г/т
	Аралық өнім.-2	7,2	6,58	2,2	14,7	19,54	
	Аралық өнім.-1	12,1	3,7	1,52	13,89	22,73	
	К-т бақ. флот.	6,8	3,1	1,18	6,54	9,93	
	Үйінді. Қалдық	69,4	1,05	0,42	22,6	36,22	
	Қалдық Pb флот	100,0	3,225	0,81	100,0	100,0	

3.8 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Zn концентрат	5,7	28,35	2,55	52,55	18,66	Шығыны ДЭДК - 150 г/т
	Аралық өнім.-2	7,4	6,02	1,87	14,48	17,77	
	Аралық өнім.-1	11,5	2,9	1,01	10,84	14,86	
	К-т бақ. флот.	5,9	2,7	1,26	5,18	9,55	
	Үйінді. Қалдық	69,5	0,75	0,44	16,95	39,16	
	Қалдық Pb флот	100,0	3,075	0,78	100,0	100,0	
6	Zn концентрат	6,1	25,81	1,7	39,1	12,62	Шығыны ДЭДК - 200 г/т
	Аралық өнім.-2	8,1	6,05	1,63	12,16	16,15	
	Аралық өнім.-1	17,2	4,9	1,28	20,92	26,92	
	К-т бақ. флот.	18,1	4,1	1,2	18,42	26,5	
	Үйінді. Қалдық	50,5	0,75	0,29	9,4	17,82	
	Қалдық Pb флот	100,0	4,028	0,82	100,0	100,0	
7	Zn концентрат	6,1	34,5	1,69	58,6	12,4	Шығыны ДЭДК- 75 г/т и БКс - 75 г/т
	Аралық өнім.-2	7,8	7,9	1,8	17,14	16,9	
	Аралық өнім.-1	22,5	2	1,19	12,6	32,5	
	К-т бақ. флот.	17,3	1,3	0,9	5,15	18,7	
	Үйінді. Қалдық	46,3	0,5	0,35	6,51	19,5	
	Қалдық Pb флот	100	3,6	0,83	100	100	
8	Zn концентрат	7,5	30,7	1,56	58,3	15,38	ШығыныДЭД К - 105 г/т и БКс - 45 г/т
	Аралық өнім.-2	8,2	6,8	1,6	14,1	17,32	
	Аралық өнім.-1	20,3	3,1	1,27	15,91	34,06	
	К-т бақ. флот.	15,9	1,4	0,66	5,61	13,83	
	Үйінді. Қалдық	48,1	0,5	0,31	6,08	19,41	
	Қалдық Pb флот	100	3,95	0,76	100	100	
9	Zn концентрат	5,4	32,5	1,48	54,62	11,27	Шығыны ДЭДК - 45 г/т и БКс - 105 г/т
	Аралық өнім.-2	7,5	6,1	1,81	14,26	19,18	
	Аралық өнім.-1	17,4	2,8	1,24	15,18	30,46	
	К-т бақ. флот.	14,8	1,6	0,81	7,38	16,91	
	Үйінді. Қалдық	54,9	0,5	0,29	8,56	22,18	
	Қалдық Pb флот	100	3,21	0,71	100	100	

3.8 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Zn концентрат						ШЫҒЫНЫ ДЭДК - 30 г/т и БКс - 70 г/т
	Аралық өнім.-2	8,0	7,5	1,79	16,95	19,88	
	Аралық өнім.-1	20,1	2,1	1,24	11,92	34,59	
	К-т бақ. флот.	15,1	1,8	0,64	7,68	13,47	
	Үйінді. Қалдық	49,5	0,6	0,23	8,39	15,78	
	Қалдық Pb флот	100	Zn-концентра т	4,5	37,3	1,36	
11	Аралық өнім.-2	8,5	6,7	1,75	17,3	7,98	ШЫҒЫНЫ ДЭДК - 70 г/т и БКс - 30 г/т
	Аралық өнім.-1	19,0	3,3	1,51	19,00	19,36	
	К-т бақ. флот.	13,7	1,1	1,02	4,5	37,27	
	Үйінді. Қалдық	54,3	0,5	0,24	8,2	18,21	
	Қалдық Pb флот	100	3,29	0,77	100	17,18	
						100	
	Zn-концентрат	7,3	26,7	1,6	55,06	16,28	
12	Zn концентрат	6,1	29,8	1,99	49,03	14,66	ШЫҒЫНЫ ДЭДК - 50 г/т и БКс - 50 г/т
	Аралық өнім.-2	8,0	6,2	1,67	13,38	16,12	
	Аралық өнім.-1	21,3	3,1	1,29	17,81	33,22	
	К-т бақ. флот.	12,8	2,9	1,02	10,01	15,81	
	Үйінді. Қалдық	51,8	0,7	0,32	9,77	20,2	
	Қалдық Pb флот	100	3,708	0,83	100	100	
13	Zn концентрат	8,1	24,1	1,7	56,51	20,6	ШЫҒЫНЫ ДЭДК - 100 г/т и БКс - 100 г/т
	Аралық өнім.-2	7,8	6,2	1,75	14,0	20,4	
	Аралық өнім.-1	19,7	2,8	0,94	15,97	27,73	
	К-т бақ. флот.	14,5	1,5	0,67	6,29	14,55	
	Үйінді. Қалдық	49,9	0,5	0,23	7,23	16,73	
	Қалдық Pb флот	100	3,454	0,67	100	100	
14	Zn концентрат	6,1	34,6	1,36	56,61	12,76	ШЫҒЫНЫ ДЭДК - 60 г/т и БКс - 140 г/т
	Аралық өнім.-2	7,9	7,7	1,56	16,32	19,03	
	Аралық өнім.-1	23	2,3	0,86	14,19	30,63	
	К-т бақ. флот.	16,5	1,5	0,78	6,63	19,89	
	Үйінді. Қалдық	46,5	0,5	0,25	6,24	17,69	
	Қалдық Pb флот	100	3,728	0,65	100	100	

3.8 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Zn концентрат	7,9	23,4	1,78	53,49	19,28	Шығыны ДЭДК - 140 г/т и БКс - 60 г/т
	Аралық өнім.-2	8,2	6,4	1,6	15,19	17,96	
	Аралық өнім.-1	22,7	2,5	1,14	16,42	35,51	
	К-т бақ. флот.	11,4	1,9	0,55	6,26	8,55	
	Үйінді. Қалдық	49,8	0,6	0,27	8,64	18,7	
	Қалдық Pb флот	100	3,456	0,73	100	100	

Мырыш флотациясы циклінің реагенттік режимі 3.7-суретте көрсетілген.. нәтижесінде 34,5% мырыш концентраты алынды (салмағы.) және 150 г/т қоспасындағы реагенттер шығыны кезінде бөліп алу дәрежесі 58,6%.

Алынған нәтижелерді талдау көрсеткендей, 200 г/т руда шығынымен ДЭДК мырыш флотациясы циклінде жинғыш ретінде пайдаланған кезде мырыш концентратындағы мырыштың алынуы мен құрамы тиісінше 39,1 және 25,81% – ды құрады, ал БКс шығысымен 200 г/т кенді қолданған кезде-50,15 және 39,4 %.

ДЭДК шығыны 40 г/т кенде кезінде мырыш концентратындағы мырышты алу және оның құрамы тиісінше 38,2 және 38,5% – ды, ал 100 г/т ДЭДК шығыны кезінде мырыш концентратындағы мырышты бөліп алу дәрежесі мен құрамы-42,27 және 30,3% - ды құрады.

ДЭДК шығыны 150 г/т кенді алғанда мырыш концентратындағы мырышты алу және оның құрамы тиісінше 52,55 және 28,35% – ды құрады, 200 г/т ДЭДК шығыны кезінде мырыш концентратындағы мырышты бөліп алу дәрежесі тиісінше 39,1 және 25,81% - ды құрады. БКс -мен салыстырғанда ДЭДК мырыш флотациясы циклінде жинағыш ретінде пайдалану тиімділігін көрсеткен жоқ. ДЭДК шығынын көбейту кезінде оның көбіктенетін қасиеттері көбірек көрінеді.

Сондай-ақ 100 г/т, 150 г/т және 200 г/т шығын кезінде 70:30, 30:70 және 50:50 әртүрлі массалық арақатынаста ДЭДК және БКс реагенттерінің қоспасы түрінде жинағышты қолдана отырып зерттеулер жүргізілді.3.8-кестеде көрсетілген 7-15 тәжірибелерден алынған нәтижелерді талдау ең жақсы технологиялық көрсеткіштерді ДЭДК (75 г/т) және БКс (75 г/т) жинағыштарының қоспасы беретінін көрсетті. Бұл ретте құрамында 34,5% мырыш бар мырыш концентраты және 58,6% мырыш алынған.

Қорытынды

1 Қорғасын мен мырышты флотациялау процесінде негізгі технологияның маңызды кемшілігі негізгі реагенттердің үлкен шығыны болып табылады. Бұл үлкен экономикалық шығындарға әкеледі және кендегі көмір

тактатастары реагенттердің едәуір бөлігін, соның ішінде: күкіртті натрий, мыс сульфаты, мырыш сульфаты, БКс сіңіретінін көрсетеді.

2 Флотация 100 г/т, 150 г/т және 200 г/т әртүрлі молярлық қатынаста: 70:30, 30:70 және 50:50 тұтыну кезінде ДЭДК және БКс жинағыштарының қоспасымен жүргізілді. ДЭДК және БКс қоспасының оңтайлы шығыны-молярлық арақатынаста 150 г/т кенді қосқанда 50: 50. Мырыш флотациясы циклінде БКс шығыны аз: ДЭДК=1: 1 БКс-пен салыстырғанда мырыш алу 5,13% - ға артты. ДЭДК шығынын одан әрі арттыру кезінде концентраттың сапасы төмендейді, өйткені бұл көбіктің шамадан тыс пайда болуына әкеледі.

3 Көмір тақтатастарының басқышы үшін құрамында көміртегі бар шунгиттің 4 түрі қолданылды: 1-ші тип – 10 %, 2-ші тип – 17,3 %, 3-ші тип – 30-33% және 4-ші тип – 48-51%. 30-50 г/т руда шығыны бар 3-ші және 4-ші типтегі шунгит тиімді болды. Эксперименттер тұйық циклде жүргізілді, онда 30 г/т кен шығыны кезінде 4-типті шунгиті бар бірнеше (кемінде бес) кен аспалары пайдаланылды. Бұл ретте реагенттердің шығыны айтарлықтай қысқарды: қорғасын циклінде күкіртті натрийдің шығыны 37,5% - ға, мырыш купоросының шығыны 25% - ға, БКс 40% - ға; мырыш циклінде реагенттердің шығыны да қысқарды: мыс купоросы 37,5% - ға, БКс 25% - ға. Қорғасын және мырыш флотациясы процесінде сұйық шыныны қолдануға жол берілмейді. Тұйық циклде қорғасын алу 5,3% – ға, қорғасын концентратының сапасы-1,15% - ға артты, мырыш циклінде мырыш алудың өсімі 3,09% - ға артқан кезде 6,0% - ды құрады.

5 ДЭДК жинағышының композициялық реагентін пайдалана отырып, мыс-қорғасын концентратын алу мақсатында Белоусов кен орнының полиметалл кенін флотациялау бойынша тәжірибелер жүргізілді. Тікелей флотациялық тәжірибелердің нәтижелері ДЭДК реагенті БКс-пен салыстырғанда анағұрлым тиімді жинағыш болып табылатындығын көрсетті. Көріп отырғанымыздай, БКс 40 г/т кен шығыны кезінде коллективтік концентратқа мыс алу 68% - ды, ал ДЭДК реагентін пайдаланған жағдайда 20 г/т кен шығыны кезінде 80% – ды құрады. Мыс құрамы төмендегеніне карамастан, ол коллективтік концентрат үшін қолайлы. Қорғасын алу да 2% - ға артты.

6 ДЭДК басқыш әсері күшті депрессорлық реагенттерді пайдаланғанына карамастан, мырыш минералдарының құрамы мен алынуын арттыруға ықпал ететінін атап өту қажет. Коллективтік мыс-қорғасын концентратына мырыш бөліп алу дәрежесі 13-тен 26% - ға дейін, құрамы 7,4-тен 11% - ға дейін көтеріледі. Мырыш пен темірдің сульфидті минералдарына басқыш реагенттер шығынының артуы мыс минералдарының басқышына әкеп соғады. Бұл нәтижелер ДЭДК реагенті мырыш жинағышы екенін көрсетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

1 Қиын байытылатын, соның ішінде көмірлі заттарды, полиметалл кендерін байыту проблемасының қазіргі жай-күйін талдауға сүйене отырып, мырыш сульфидінің тиімді композициялық жинағышын және көмір тақтатастарының басқышы үшін шунгит модификаторын қолдану негізінде флотация технологиясын жетілдіру қажеттілігі туралы қорытынды жасалды.

2 Ашық циклдегі флотациялық тәжірибелер натрий бутил ксантогенатымен салыстырғанда аз тұтыну кезінде мырыш флотация циклінде қоспа түрінде жинағышты пайдалану мүмкіндігін көрсетті, бұл ретте бөліп алу дәрежесі 5,13% - ға дейін артты.

Қойылған міндеттерді шешудің толықтығын бағалау. Құрамында қорғасын мен мырыш бар жинағыш қоспалардың әсерін анықтау жөніндегі зерттеулер барысында мырыш бетіндегі синергетикалық әсер механизмі бойынша деректер алынды.

Осы саладағы үздік жетістіктермен салыстырғанда орындалған жұмыстың ғылыми деңгейін бағалау. Зерттеулердің қазіргі заманғы физика-химиялық әдістерін қолданумен расталатын орындалған жұмыстың қолда бар ғылыми жаңалығы ұсынылып отырған жұмыстың қазіргі заманғы ғылыми-техникалық деңгейге сәйкестігі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Польшин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных и редких металлов. – М.: Недра, 1975. - С.403-408.
- 2 Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. – М.: Недра, 1984. – С.217-221.
- 3 Кошербаев К.Т. Кен байыту негіздері. – Алматы, 1998.- С.209-210.
- 4 Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых //Технология обогащения полезных ископаемых. – Москва, 2004. - Т.II.- С.124-127.
- 5 Польшин С.И., Адамов Э.В. Обогащение руд цветных и редких металлов. - М.: Недра, 1975. - С.403-408.
- 6 Глембоцкий В.А., Дмитриева Г.М. Влияние генезиса минералов на их флотационные свойства. - М.: Наука, 1965. – С.92-97.
- 7 Боярская Р.В. Электронно-микроскопический контроль неоднородности минералов (на примере титаномагнетитов, касситеритов и сфалеритов): автореф. дисс. канд. техн. наук. / Инс-т геологии рудных месторождений, петрографии, минерологии и геохимии. – М., 1966.
- 8 Справочник химика.- Л.- М.: Гос. науч. техн. ИЗД-ВО хим. лит. 1962. - Т.1.- С.925-95.
- 9 Лазоренко Е.К. Цинковые обманки колчеданных залежей Среднего Урала.//Учен.зап. Львовского гос; Ун-та им. И.Франко. геол.; 1955. - Т. XXXV, вып.8. - С.72-119.
- 10 Бартон П.Б., Тулмин Н.Н. Геологическая служба США, округ Колумбия; Фазовые отношения сфалерита в системе // Термодинамика постмагматических процессов: Сб. - М.: Мир, 1968. - С.25-28.
- 11 Дуденков С.В., Шубов Л.Я., Глазунов Л.А. и др. Основы теории и практика применения флотационных реагентов. – М.: Недра, 1969. – С.180-240.
- 12 Куллеруд Г.Т. Система $ZnS+FeS$ как геологический термометр. // Новости зарубежной геологии: Сб. - Л; Изд. ВСЕГЕИ, 1959.- Вып. 16. - С.86-88.
- 13 Srinner B.J. Unit cell adges of natural and suntheric sphalerites//Am. Minerologist. - 1961. - P. 46.
- 14 Ясинская А.А., О зависимости главнейших физических свойств цинковых обманок от химического состава // Минералогический сб. Львовское геол. о-во. - 1951. - № 5. – С.52-58.
- 15 Харада Т.Б. Влияние дефектов кристаллических решеток минералов на их флотационные свойства / ВИНТИ. //Флотация. -1958. - № 8. - С.35-38.
- 16 Богданов О.С., Поднек А.К., Семенова Е.А. Исследование флотации разновидностей сфалерита // Исследование действия флотационных реагентов: труды ин-та Механобр.- Л., 1965. - Вып. 135.- С.76-79.
- 17 Коган Д.И. К вопросу изучения разновидностей цинковой обманки при флотации свинцово- цинковых руд: автореф. дисс. канд. тех. наук. - М.: Московский ин-т цветных металлов и золота, 1958.
- 18 Плаксин И.Н., Хаджинская Г.Н. К вопросу о взаимодействии реагентов с цинковой обманкой //Докл. Ан. СССР. - 1954.- Т. 97.-С.290.
- 19 Нестерова Ю.С., Брагина Л.И. Разновидности цинковых обманок

Учалинского месторождения и их особенности, влияющие на технологические свойства руды //Труды Уральского ин-та Механобр. - Свердловск, 1962. - Вып. 9. - С.301.

20 Турысбеков Д.К., Амирова М.Д., Тусупбаев Н.К., Муханова А.А., Калдыбаева Ж.К. Перспективные реагенты собиратели для сульфидных минералов меди //Комплексное использование минерального сырья. – Алматы: Ғылым, 2004. - №4. – С.16-19.

21 Тусупбаев Н.К., Кенжалиев Б.К., Бектурганов Н.С., Турысбеков Д.К., Сагимбекова Н.Б., Семушкина Л.В. Оптимизация селекции медьсодержащих руд на основе применения новых азотсодержащих реагентов – собирателей //Материалы международной научно-практической конференции «Жидкость на границе раздела фаз - теория и практика» (Абишевские чтения–2006). - Караганда, 2006. - С.52-55.

22 Тусупбаев Н.К., Бектурганов Н.С., Турысбеков Д.К., Семушкина Л.В. Физико-химические исследования флотационного процесса труднообогатимого полиметаллического сырья с применением нового реагента //Материалы международной научно-практической конференции «Жидкость на границе раздела фаз - теория и практика» (Абишевские чтения – 2006). - Караганда, 2006. - С.56-57.

23 Турысбеков Д.К. Селективный собиратель типа М-ДЭДК для флотации полиметаллических руд //Труды международной конференции «Металлургия XXI века - состояние и стратегия развития». – Алматы, 2006. - С.160-164.

24 Турысбеков Д.К., Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., Муханова А.А., Семушкина Л.В., Сулейменова У.Я. Флотируемость сфалерита сульфгидрильными собирателями //Вестник КазНУ. Серия химическая. - Алматы, 2007.- №1. – С.412-416.

25 Предварительный патент №19554 РК. Заявка № 2006/0117.1 / Способ переработки труднообогатимой тонковкрапленной свинцово-цинковой руды. Турысбеков Д.К., Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., и др. опубл. 16.06.2008 г.

30 Бектурганов Н.С., Турысбеков Д.К., Тусупбаев Н.К., Муханова А.А., Барменшинова М.Б., Семушкина Л.В. О новом депрессоре углистых веществ при флотации труднообогатимых полиметаллических руд //Сборник материалов VI Конгресса обогатителей стран СНГ.- Москва, 2007. - II т. - С.167-168.

31 Турысбеков Д.К., Тусупбаев Н.К., Шаутенов М.Р., Амирова М.Д. Перспективное использование шунгита в обогащении труднообогатимых полиметаллических руд //Вестник КазНТУ. – Алматы, 2008. - № 5. - С.156-159.

32 Bekturganov N.S., Turysbekov D.K., Amirova M.D., Temirova S.S. New flotation modifiers used in complex ores processing // Proceedings of the XXIV International Mineral Processing Congress. Beijing. – China, 2008. - Vol.2. - P.1720-1727.

33 Бектурганов Н.С., Баймаханов М.Т., Турысбеков Д.К., Тусупбаев Н.К., Шаутенов М.Р., Абсиметова Н.А. О роли шунгита при обогащении Шалкиинской руды // Горный журнал Казахстана.- Алматы, 2009. - № 1. - С.17-20.

34 Турысбеков Д.К., Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., Амирова М.Д., Муханова А.А., Семушкина Л.В., Барменшинова М.Б. Особенности флотации полиметаллических руд в присутствии смеси собирателей //Сборник материалов VI Конгресса обогатителей стран СНГ.- Москва, 2007.- II т. - С.175-177.

35 Соложенкин П.М., Ясюкевич С.М. К вопросу о селективном разделении медно-цинковых минералов и руд // Металлургия цветных металлов: Сб. – М.: Металургиздат, 1958. – №31. - С.185-197.

47. Пат. 4534857 США Смеси двух реагентов: диэтилдитиофосфат (ДТФ) и этилтритиокарбонат натрия (ТТК); изопропиловый ксантогенат (НИК) и н-бутилтритиокарбонат натрия; S-аллил- S-н-бутилтритиокарбонат и N,N-диметил- S-бензилдитиокарбамат при соотношении компонентов в смеси от 1:9 до 9:1. расход смеси 2-225 г/т //Philipps Petroleum Co., Parlman Robert M., Bresson Clarence R.; опубл. 07.12.1984.

48 Давыдов Г.И. Разработка научных основ и технологий обогащения носителей редкоземельных из полиметаллических руд: дисс. док. тех. наук. - Алматы, 1994.

49 Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. - М.: Мир, 1989. – С.95-98.

50 Россоти Ф., Россоти Х. Определение констант устойчивости и других констант равновесия в растворах. - М.: Мир, 1965. – С.25-55.

51 Глинкин В.А., Глембоцкий А.В., Кузькин А.С. и др. Применение диметилдитиокарбамата натрия при селективной флотации сульфидных минералов //Горное дело. - 1996. - № 2-3. – С.65-69.

А Қосымшасы

Болжамды экономикалық тиімділікті есептеу

«Шалқия» кен орнының қорғасын-мырыш кенін жаңадан әзірленген реагенттік режим негізінде байыту технологиясын жетілдіру тақырыбы бойынша.

1. Есептеу үшін мырыш циклінде композициялық ДЭДК және БКс қолдана отырып, БКс және ұсынылған технологияны қолдана отырып, технологияның көрсеткіштері алынады. Фабриканың өнімділігі жылына 1 млн. т кенді құрайды. Кендегі қорғасын мөлшері 1,6-2,0 %, мырыш 3,6-4,0% құрайды.

2. БКс қолданатын технология бойынша мырыш концентратындағы мырыштың құрамы 35,1 %, алу 53,47 %, ал ДЭДК және БКс композициялық жинағышын қолдану арқылы алу 58,6% - ға дейін ұлғайды. ДЭДК және БКс қоспасының композициялық жинағышының тиімділігінің техникалық-экономикалық есебі 1-кестеде көрсетілген. Жылына 1 млн. т кенді өңдеу кезінде үнемдеу нәтижесі ~ 4,8 млн. есебінен композициялық танымал ДЭДК мен БКс.

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған мақалалар тізімі

1. А. Р. Мамбеталиева, Д.К.Турысбеков ,Н.М.Мажитов, Ж.Ж. Жакупова. ВЛИЯНИЕ ДОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПУЛЬПЫ НА СЕЛЕКТИВНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТ ПУСТОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ РУД. Сатпаевские чтения -2021 .

А.1 Кесте – БКс және ДЭДК қоспасының композициялық жинағышының тиімділігін техникалық-экономикалық есептеу

Реагент	Zn құрамы			Жыйнағыштың шығыны		Бөліп алу дәрежесі Zn.		реагенттің бағасы		Zn. бағасы		Экономикалық айырмашылық (\$)
	кенде		концентрация, %					1 тонн.	жылдық	1 тонн.	жылдық	
	тонна	%		г/т	т.жылы	тонна	%					
ДЭДК және БКс	38000	3,8	35,1	150	150	22268	58,6	1700	255000	2395	53331860	53076860
БКс.	38000	3,8	34,5	250	250	20318,6	53,47	1500	375000	2395	48663047	48288047
Жалпы экономикалық					+100		+5,13	-200	150000			4788813



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА

САТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

СЕРТИФИКАТ

«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021»

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

Авторы: А.Р. МАМБЕТАЛИЕВА, Д.К. ТУРЫСБЕКОВ., Н.М. МАЖИТОВ.,
Ж.Ж. ЖАКУПОВА

Тема: Влияние доизмельчения пульпы на селективное разделение полезных компонентов
от пустой породы при переработке тонковкрапленных руд

Директор института МяПИ

К.К. Елемесов



"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

Алматы 2021 Almaty

2. Бобракова А.А., Александрова Т.Н. Особенности флотации сульфидных минералов из молибденовых руд алюмосиликатного состава //Материалы IX Конгресса обогатителей стран СНГ, 2013. - Т.1. - С.115-117.

3. Гетман С.В. Инновационный подход к разработке технологии обогащения молибденовых руд //Материалы IX Конгресса обогатителей стран СНГ, 2013. - Т.1. - С.161-165.

4. Anita Ansari, Marek Pawlik Floatability of chalcopyrite and molybdenite in the presence of lignosulfonates. Part I. Adsorption studies // Minerals Engineering. - 2007.- Vol.20.- P.600-608.

5. Морозов В.В., Пестряк И.В., Баатархуу Ж., Хандмаа С. Повышение эффективности обогащения медно-молибденовых руд с применением комбинированной флотационно-биогидрометаллургической технологии //Изв. вузов. Горный журнал. - 2012. - № 4. - С.68-74.

6. Максимов И.И., Кучаев В.А., Отрожденнова Л.А., Колтунова Т.Е., Егорова В.Г. Разработка экономичных способов разделения коллективного медно-молибденово-пиритного концентрата, получаемого на монголо-российском предприятии «Эрдэнэт» //Обогащение руд. - 1997. - № 2 - С.32-34.

А. Р. Мамбеталиева, Д.К.Турысбеков, Д.Т. Амантаев.

Мыс-молибден кенін флотациялау технологиясын жетілдіру

Түйіндеме. Қазбалы шикізатқа деген қажеттіліктің артуы, өндірілетін кен сапасының нашарлауы, энергия мен ресурсты үнемдеу проблемалары минералдық шикізатты байыту технологияларына жаңа тәсілдерді талап етеді. Соңғы 20 жылда кендердегі түсті металдардың құрамы 1,5 есе төмендеді, ал байытуға түсетін шикізаттың жалпы массасының 15-тен 40% - ға дейін өсті.

Жаңа технологиялық әдістер мен байыту схемаларын табу мәселесі өзекті мәселе болып табылады. Бұл жұмыстың мақсаты Ақтоғай кенорнының мыс-молибден кенін байытуда мыс пен молибденнің бөліп алу дәрежесіне түрлендірілген реагенттердің әсерін зерттеу болып табылады. Бірікті мыс-молибден концентратын таңдамалы бөлуде түрлендірілген МФ-2 реагенті қолданылады, ол молибден концентратына молибденнің бөліп алу дәрежесін 4,5%-ға арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: мыс, молибден, флотация, концентрат, кен **Түйінді сөздер:** мыс, молибден, флотация, концентрат, кен.

Mambetaliyeva A.R., D.K. Turysbekov, Amantaev D.T.

Improvement of copper-molybdenum ore flotation technology

Abstract. The growing demand for fossil raw materials, the deterioration of the quality of extracted ores, and the problems of energy and resource conservation require new approaches to mineral processing technologies. Over the past 20 years, the content of non-ferrous metals in ores has decreased by 1.5 times, and the share of hard-to-enrich ores has increased from 15 to 40 % of the total mass of raw materials received for processing. The problem of finding new technological methods and schemes of enrichment is an urgent task. The purpose of this work was to study the effect of modified reagents on the extraction of copper and molybdenum on the example of copper-molybdenum ore of the Aktoygay deposit. The use of the modified MR-2 reagent in the selection cycle of the collective copper-molybdenum concentrate makes it possible to increase the extraction of molybdenum into the molybdenum concentrate by 4.5 %.

Key words: copper, molybdenum, flotation, concentrate, ore.

УДК: 622.765(574)

А. Р. Мамбеталиева¹, Д.К.Турысбеков² Н.М.Мажитов¹, Ж.Ж. Жакупова¹

Научный руководитель - А. Р.Мамбеталиева, PhD доктор, лектор

¹Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

²Институт металлургии и обогащения, Казахстан, Алматы.

ВЛИЯНИЕ ДОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПУЛЬПЫ НА СЕЛЕКТИВНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТ ПУСТОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ РУД

Аннотация. В последнее время в промышленную переработку вводятся все более труднообогащаемые полиметаллические руды, которые в обычных условиях флотации требуют тонкого измельчения, вследствие чего значительная часть минералов теряется с

хвостами за счет ошламования. Проведены исследования в лабораторных условиях по разработке технологии переработки руды Шалкиинского месторождения, в котором суммарное содержание ценных металлов составляет 5 % (вес), из которых 70-80 % приходится на цинк и 20-30 % – на свинец. Предложено введение процессов дополнительного доизмельчения продуктов флотации - пенного продукта первой перемешки свинцовой флотации и камерного продукта основной свинцовой флотации. Установлены оптимальная степень измельчения исходной руды и оптимальная степень доизмельчения продуктов, что позволит улучшить качество концентратов и повысить извлечение свинца, цинка в разноименные концентраты.

Ключевые слова: доизмельчение, флотация, цинк, свинец, концентрат.

С развитием производства потребности в минеральном сырье непрерывно возрастают. В настоящее время, перерабатываемое полиметаллическое сырье характеризуется тонковкрапленным минералогическим составом, сложными структурными характеристиками и большим содержанием вмещающих пород, что оказывает влияние на процесс флотации. В связи с этим возникает необходимость в поиске новых технологических решений при обогащении и переработке такого сырья. Один из крупных месторождений полиметаллических руд Республики Казахстан это Шалкиинское месторождение, общие запасы которого превышают 200 млн. тонн. Данное месторождение относится к числу труднообогатимых из-за содержания полезных компонентов – свинца и цинка в классе крупности менее 20 мкм. Тонкая вкрапленность руды предусматривает тонкое измельчение, что приводит к ошламованию и ухудшению флотиремости полезных минералов, теряющихся с хвостами флотации [1-3].

В современной практике флотации полиметаллического минерального сырья наибольшее распространение получили такие реагенты собиратели как ксантогенаты, аэрафлоты; в качестве активатора минералов цинка используют чаще всего медный купорос; а в качестве депрессора минералов цинка – цинковый купорос и цианид; в качестве депрессора пустых пород – жидкое стекло и др. Несмотря на известные достоинства данных реагентов реализация этих реагентов в переработку руды Шалкиинского месторождения становится затруднительной из-за тонкого взаимопрораствания полезных минералов и вмещающих пород в виде угольных сланцев и карбонатных пород.

На сегодняшний день еще не выбрана эффективная технология переработки данной руды. Это связано с тем, что пока не удается получить селективные свинцовый и цинковый концентраты с высоким извлечением. Кроме того, тонкое измельчение руды и сорбционная способность угольных сланцев влечет за собой большие расходы флотационных реагентов, что делает процесс переработки экономически невыгодным.

Литературные данные показывают, что технологические показатели обогащения руды месторождения Шалкии невысокие: извлечение полезных минералов не превышает 60 %.

Поэтому разработка эффективной технологии переработки руды с получением высококачественных разноименных свинцового и цинкового концентратов является важной задачей. В свою очередь, решение существующих технологических проблем невозможно без разработки новых реагентных режимов и включения процессов стадийного доизмельчения камерных и промпродуктов флотации.

Проведены лабораторные исследования по определению раскрываемости полезных минералов и созданию оптимального технологического режима, обеспечивающего получение кондиционных селективных концентратов.

Для проведения исследований была использована технологическая проба свинцово-цинковой руды Шалкиинского месторождения с содержанием свинца 1,3 % (вес.) и цинка 3,7 % (вес.). Для определения формы нахождения свинца и цинка проведен фазовый анализ, который показывает, что 89 % свинца содержится в форме галенита, 6,5 % в форме англезита и церуссита. Цинк содержится в форме сфалерита 88,3 %, в окисленной форме 11,7 %. Т.е.

фазовый анализ свидетельствует о том, что ~ 90 % полезных компонентов свинца и цинка находится в сульфидной форме.

Дисперсионный анализ измельченной до 90 % по классу -0,074 мм приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа свинцово-цинковой руды, измельченной до 90 % класса менее 0,074 мм

Класс крупности, мм	Выход, %	Суммарный выход, %	Содержание, %		Распределение, %	
			Zn	Pb	Zn	Pb
Более 0,074	10	10	3,1	1,5	8,75	9,36
-0,074 +0,050	5,2	15,2	3,8	1,8	5,58	5,84
-0,050 +0,040	10,9	26,1	3,3	1,5	10,17	10,21
-0,040 +0,030	10,1	36,2	4,0	1,8	11,41	11,35
-0,030 +0,020	11,6	47,8	3,9	1,7	12,78	12,31
-0,020 +0,010	10,5	58,3	3,4	1,5	10,08	9,83
-0,010 +0,005	16,1	74,4	3,5	1,7	15,91	17,1
-0,005 +0	25,6	100	3,5	1,5	25,32	24,0
Итого:	100		3,65	1,6	100	100

Результат дисперсионного анализа измельченной свинцово-цинковой руды показывает, что полезные компоненты сосредоточены во фракции -20 +0 мкм (таблица 1), раскрытие полезных минералов приводит к переизмельчению руды и образованию шламов.

Из-за очень тонкой дисперсности минералов галенита, сфалерита и пирита, их тесного взаимопрорастания между собой и породообразующими минералами, наличия ультратонких углистых веществ, а также присутствия легко измельчающихся минералов кальцита, наряду с трудно измельчающимися окремненными доломитами, данные руды характеризуются как труднообогатимые, из которых получение высококачественных свинцовых и цинковых концентратов весьма затруднено [2].

Лабораторные опыты по флотации проводилось по прямой селективной схеме. Свинцовый цикл состоял из основной свинцовой флотации, контрольной флотации и трех перечисток свинцового концентрата. Цинковый цикл состоял из основной цинковой флотации, двух контрольных флотаций и двух перечисток цинкового концентрата.

В основную свинцовую флотацию подавались сернистый натрий, цинковый купорос и цианид натрия для депрессии цинковых минералов, собиратель – бутиловый ксантогенат натрия, пенообразователь – Т-80. В контрольную свинцовую флотацию подавали собиратель и вспениватель, в перечистки – цинковый купорос и цианид натрия для дополнительной депрессии цинка. В основную цинковую флотацию подавали регулятор среды – известь, для создания pH=10-10,5, медный купорос, как активатор цинковых минералов, собиратель – бутиловый ксантогенат натрия, пенообразователь – Т-80. В контрольные цинковые флотации подавали активатор, собиратель и вспениватель, в перечистки – известь для создания pH=10,5-10,8 и жидкое стекло для депрессии пирита и пустой породы.

Проведены исследования по влиянию процесса доизмельчения некоторых продуктов флотации на степень раскрытия полезных минералов и их селективное разделение от пустых пород. Доизмельчению подвергались пенный продукт первой перечистки свинцовой флотации и камерный продукт основной свинцовой флотации. Степень измельчения исходной руды составил 80% по классу -0,074 мм. Степень доизмельчения пенного продукта первой перечистки составил 97 % по классу -0,074 мм, а камерного продукта контрольной флотации - 99 % по классу -0,074 мм. Сравнительные результаты без доизмельчения и с доизмельчением продуктов флотации приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты флотационных опытов обогащения Шалкинской руды на основе доизмельчения

Продукты	Выход	Содержание, %		Извлечение, %		Степень измельчения по классу -0,074 мм
	%	Zn	Pb	Zn	Pb	
Zn конц.	5,2	30	6,7	44,69	18,5	Базовый режим (80 %) без доизмельчения
Pb конц.	2,2	7,8	36,2	4,92	42,2	
Хвосты	92,6	1,9	0,8	50,40	39,3	
Руда	100	3,49	1,89	100,00	100	
Zn конц.	5,5	34,9	5,6	55,41	17,3	Исходная руда 80%, пенный продукт первой перемешки 85%, камерный продукт контрольной флотации 85 %.
Pb конц.	2,4	6,8	38,2	4,71	51,6	
Хвосты	92,1	1,5	0,6	39,88	31,1	
Руда	100	3,46	1,78	100,00	100	
Zn конц.	5,9	39,5	4,8	60,14	15,4	Исходная руда 80%, пенный продукт первой перемешки 90 %, камерный продукт контрольной флотации 90 %.
Pb конц.	2,5	6,1	40,2	3,94	54,7	
Хвосты	91,6	1,52	0,6	35,93	29,9	
Руда	100	3,88	1,84	100,00	100	
Zn конц.	6,1	38,7	4,3	60,62	14,6	Исходная руда 80%, пенный продукт первой перемешки 95 %, камерный продукт контрольной флотации 95 %.
Pb конц.	2,6	6,3	41,3	4,21	59,9	
Хвосты	91,3	1,5	0,5	35,17	25,5	
Руда	100	3,89	1,79	100,00	100	

Результаты показывают, что введение дополнительного процесса доизмельчения некоторых продуктов флотации приводит к улучшению качества концентратов и повышению извлечения свинца, цинка в концентраты. В сравнении с базовым режимом содержание цинка в цинковом концентрате увеличивается на 8,7 %, извлечение цинка в цинковый концентрат - на 15,93 %. Содержание свинца в свинцовом концентрате увеличивается на 5 %, извлечение свинца в свинцовый концентрат - на 17,7 %.

По базовой технологии при степени измельчения 80 % по классу -0,074 мм получается низкая раскрываемость минералов. Для полного раскрытия минералов и увеличения флотируемости свинца и цинка требуется дополнительный процесс доизмельчения некоторых продуктов флотации.

Таким образом, проведены исследования по влиянию доизмельчения пульпы на селективность разделения полезных компонентов от пустых пород. Предложено введение дополнительного стадийного доизмельчения продуктов с целью уменьшения процесса ошламования. Установлены оптимальная степень измельчения руды и доизмельчения промпродуктов: степень измельчения исходной руды по классу -0,074 мм составила 80%, степень доизмельчения пенного продукта первой перемешки - 97 % по классу -0,074 мм, степень доизмельчения камерного продукта контрольной флотации - 99 % по классу -0,074 мм. Процессы доизмельчения позволяют улучшить качество концентратов и повысить извлечение свинца, цинка в разноименные концентраты.

Литература

1 Байбатша А. Б. «О новом взгляде на геологическое строение и геодинамические развитие территории Казахстана» // Изв НАН РК, № Серия геол., 2008.- № 2.- С. 66-74.

2 Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., Турысбеков Д.К., Муханова А.А., Семушкина Л.В. Способ переработки труднообогатимой тонковкрапленной свинцово-цинковой руды, Предварительный патент №19554 от 16.06.2008 г.

3 Давыдов Г.И. Разработка научных основ и технологий обогащения носителей

редкоземельных из полиметаллических руд: дисс.док.тех. наук. - Алматы, 1994.

А. Р.Мамбеталиева, Д.К.Турысбеков, Н.М.Мажитов, Ж.Ж. Жакупова.

Ұсақ түйіршікті кендерді байытуда қойыртыпактың ұсақталуының пайдалы компоненттерді бос жыныстардан іріктеп бөлуге әсері

Түйіндеме. Соңғы уақытта өнеркәсіптік қайта өңдеуге негұрлым қиын байытылатын полиметалл кендері енгізілуде, олар флотацияның қалыпты жағдайында ұсақ ұсақтауды қажет етеді, нәтижесінде минералдардың едәуір бөлігі қоқысқа байланысты қалдықтармен жоғалады. Зертханалық жағдайларда Шалқия кен орнының кендерін өңдеу технологиясын әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізілді, онда бағалы металдардың жиынтық құрамы 5%-ды (салмақты) құрады, оның 70-80 %-ы мырышқа және 20-30 %-ы қорғасынға келеді. Флотация өнімдерін қосымша ұсақтау процестерін енгізу ұсынылды - қорғасын флотациясының алғашқы тазартылған көбікті өнімін және негізгі қорғасын флотациясының камералық өнімін. Бастапқы кенді ұсақтаудың оңтайлы дәрежесі және өнімдерді ұсақтаудың оңтайлы дәрежесі белгіленді, бұл концентраттардың сапасын жақсартуға және селективті концентраттарға қорғасын, мырыштың бөліп алу дәрежесін арттыруға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: ұсақтау, флотация, мырыш, қорғасын, концентрат.

Mambetaliyeva A.R., D.K. Turysbekov, Mazhitov N.M, Zhakupova Zh.Zh.

The effect of pulp re-grinding on the selective separation of useful components from waste rock in the processing of fine-grained ores

Summary. Recently, more and more difficult-to-enrich polymetallic ores have been introduced into industrial processing, which in normal flotation conditions require fine grinding, as a result of which a significant part of the minerals is lost with the tailings due to slamming. Laboratory studies were conducted to develop a technology for processing ore from the Shalkiinsky deposit, in which the total content of valuable metals is 5 % (weight), of which 70-80% is zinc and 20-30% is lead. It is proposed to introduce the processes of additional re-grinding of flotation products - the foam product of the first re-cleaning of lead flotation and the chamber product of the main lead flotation. The optimal degree of grinding of the initial ore and the optimal degree of additional grinding of the products have been established, which will improve the quality of concentrates and increase the extraction of lead and zinc into different concentrates.

Keywords: re-grinding, flotation, zinc, lead, concentrate.

УДК: 622.765(574)

А.Р. Мамбеталиева¹, Д.К.Турысбеков² А.Б. Бегжан¹,

Научный руководитель - А. Р. Мамбеталиева, PhD доктор, лектор

¹Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

²Институт металлургии и обогащения, Казахстан, Алматы.

Alima_78@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КОКТАСЖОЛ»

Аннотация. Исследование проводилась медно-золотосодержащей руде месторождения «Коктасжал». Месторождение «Коктасжал» находится в Каркаралинском районе Карагандинской области. Карагандинский промышленный регион в Центральном Казахстане является наиболее богатым небольшими перспективными месторождениями, которые являются дополнительными источниками рудного сырья меди, золота и серебра.

Результат анализов показывает с применением Амилового ксантогената натрия содержание меди увеличивается 0,9 % извлечение меди 3,1 %. Содержание золото медном концентрате увеличивается 1,8 г/т, извлечение золота медном концентрате увеличивается 5,06 %. Результат анализов показывает с применением ТС-1000 содержание меди увеличивается 4,6 % извлечение меди 2,55 %. Содержание золото медном концентрате увеличивается 5 г/т, извлечение золота медном концентрате увеличивается 5,6 %. По сравнению Бутилового ксантогената натрия расход амилового ксантогената уменьшается от 100 до 60 г/т, ТС-1000 от 100 до 30 г/т.