

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы» кафедрасы

Нұрғалиева Анель Мақсатқызы

Мыстың LIX984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

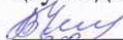
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МПЖ және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы,
техн. ғыл. кандидаты,
қауымдас-ған профессор

 Чепуштанова Т.А.

« 13 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Мыстың LIX984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін
зерттеу»


5B070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

Нұрғалиева А.М.

Ғылыми жетекшісі:

PhD докторы, проф. ассис.

 Мамырбаева К.К.

« 13 » 05 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

5B070900 – «Металлургия»

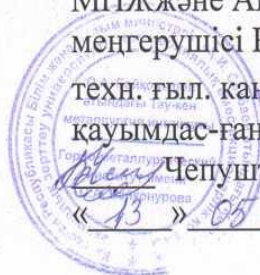
БЕКІТЕМІН

МПЖ және АМТ кафедра
менгерушісі PhD докторы,

техн. ғыл. кандидаты,
қауымдас-ған профессор

Чепуштанова Т.А.

« 13 » « 05 » 2019 ж.



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Нұрғалиева Анель Мақсатқызы

Тақырыбы: Мыстың LIX984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін зерттеу

Университет ректорының «08» қазан 2018 ж. № 1113-б бұйрығымен бекітілген Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «03» мамыр 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: мыстың LIX 984NSC экстрагентімен изомолярлы сериялар және молярлық қатынастар әдісі арқылы кешенді қосылыс түзілуін зерттеу; әртүрлі металдардың осы экстрагентпен экстракциялану қасиеттерін салыстыру.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Әдеби шолу;
- б) Тәжірибелік бөлім;
- в) Экономикалық бөлім;
- г) Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі.

Сызбалық материалдар тізімі




Сызбалық материалдар 14 слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атау


Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

| Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімі | Ескерту |
|---|---|---------|
| Әдеби шолу | 6.02.2019 | |
| Тәжірибелік бөлім | 19.03.2019 | |
| Экономикалық бөлім | 18.04.2019 | |
| Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі | 24.04.2019 | |

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

| Бөлімдер атауы | Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы |
|--------------------------------------|--|-------------------|---|
| Экономика бөлімі | Мамырбаева К.К., PhD докторы, профессор ассистенті | 18.04.2019 |  |
| Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі | Мамырбаева К.К., PhD докторы, профессор ассистенті | 24.04.2019 |  |
| Норма бақылау | Меркибаев Е.С. Магистр технических наук. | 2.05.2019 |  |

Ғылыми жетекші  Мамырбаева К.К.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Нұрғалиева А.М.

Күні « 15 » 01 2019 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс кіріспеден, 4 бөлімнен (әдеби шолу, тәжірибелік, экономикалық және қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі), қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 30 бетте келтірілген, соның ішінде 6 кесте және 5 сурет келтірілген. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 15 аталымнан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуді зерттеу.

Бірінші бөлімде жалпы түсті металдар қоры, мыс және оның минералдары туралы, мыс экстракциясы және оның экстрагенттермен кешенді қосылыстар түзін зерттеу туралы мәліметтер жазылған.

Екінші бөлімде зерттеуге таңдап алынған экстрагент – LIX 984NSC туралы мәліметтер; изомолярлы сериялар және молярлық қатынастар әдісімен түсті металдардың кешенді түзілуін зерттеу; әртүрлі металдардың осы экстрагентпен экстракциялану қасиеттерін салыстыру туралы айтылған.

Үшінші бөлімде зерттеу жұмыстарының экономикалық есептеулері процестерді жүргізу кезіндегі еңбек қорғау іс-шаралары, техника қауіпсіздігі және сақталатын ережелер туралы жазылған.

Өзекті сөздер: LIX 984NSC, гидрометаллургия, экстракция, экстрагент, мыс, күкірт қышқылы.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из введения, четырех глав (обзор литературы, экспериментальной, экономической и безопасности охраны труда), заключения и списка использованной литературы. Работа описана на 30 страницах, в том числе приведены 6 таблиц и 5 рисунков. Список использованной литературы состоит из 15 источников.

Цель дипломной работы – изучение комплексообразования меди с экстрагентом LIX 984NSC.

В первой части содержатся сведения об общих запасах цветных металлов, о меди и ее минералах, об изучении экстракции меди и его комплексных соединений с экстрагентами.

В экспериментальной части представлены данные об экстрагенте – LIX 984NSC, отобранном для исследования; Исследование комплексного образования цветных металлов методом изомолярных серий и молярных отношений; сравнение свойств экстракции различных металлов с этим экстрагентом.

В третьем разделе представлены результаты экономических расчетов и рассмотрены мероприятия по охране труда и правила соблюдения техники безопасности во время проведения исследований процессов.

Ключевые слова: LIX 984NSC, гидрометаллургия, экстракция, экстрагент, медь, серная кислота.

ANNOTATION

The diploma work consists of introduction, four chapters (literature overview, experimental, economic security and labour protection), conclusion and list of references. The work is described on 30 pages, including 6 tables and 5 figures. The list of references consists of 15 sources.

The aim of the thesis is to study the complexation of copper with the extractant LIX 984NSC.

The first part contains information about the total reserves of non-ferrous metals, copper and its minerals, the study of the extraction of copper and its complex compounds with extractants.

The experimental part presents data on the extractant – LIX 984NSC, selected for the study; Study of complex formation of non-ferrous metals by isomolar series and molar ratios; comparison of the extraction properties of different metals with this extractant.

The third section presents the results of economic calculations and considered measures for the protection of labor and safety rules during the research processes.

Key words: LIX 984NSC, hydrometallurgy, extraction, extractant, copper, sulfuric acid.

МАЗМҰНЫ

| | | |
|-------|--|----|
| | Кіріспе | 9 |
| 1 | Әдеби шолу | 10 |
| 1.1 | Түсті металдардың қоры | 10 |
| 1.1.1 | Мыс және оның минералдары | 11 |
| 1.2 | Мыс экстракциясы | 12 |
| 1.3 | Кешенді гидрometаллургиялық технология | 14 |
| 1.4 | Мыстың экстрагенттермен кешенді қосылыс түзуін зертеу әдістері | 16 |
| 1.4.1 | Молярлық қатынастар және изомолярлы сериялар әдісі | 17 |
| 2 | Тәжірибелік бөлім | 18 |
| 2.1 | Жабдықтар мен реагенттер | 18 |
| 2.2 | Металдарды LIX984NSC экстрагентпен бөліп алуды салыстыру эксперименттері | 19 |
| 2.3 | Мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін молярлық қатынастар әдісімен зерттеу эксперименттері | 21 |
| 2.4 | Мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін изомолярлы сериялар әдісімен зерттеу эксперименттері | 22 |
| 3 | Экономикалық бөлім | 24 |
| 3.1 | Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу | 24 |
| 3.2 | Зерттеудің экономикалық нәтижелігін және рентабелдігін есептеу | 24 |
| 4 | Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі | 26 |
| 4.1 | Электр қауіпсіздігі | 26 |
| 4.2 | Тартқыш шкафты есептеу | 26 |
| | Қорытынды | 29 |
| | Пайдаланылған әдебиеттер тізімі | 30 |
| | А қосымшасы | 31 |

КІРІСПЕ

Дипломдық жұмыста жарияланатын ғылыми-техникалық мәселенің қазіргі жағдайы. Мыс өндірісі үшін шикізат базасының еріксіз жоғалуына, кен қорларының тапшылығы мен орны толмастығына байланысты, Қазақстан Республикасының төмен сұрыпты мыс кен орындарын тиімді және ұтымды дамыту мәселесі экономикалық өркендеудің қазіргі кезеңінде ерекше маңызды халық шаруашылық мәнге ие. Бұл мәселенің шешімі, қазіргі таңда өте өзекті болып келетін, бұрынырақ зерттелген, бырақ өңделмейтін ұсақ және орташа кен орындарын өңдеуге мүмкіндік беретін гидрометаллургия мен геотехнологияның заманауи әдістерін игеру мен нығайту болып табылады. Мұндай кен орындарға, атап айтқанда, Қарағанды облысында орналасқан «Байское» және «Озерное» жатады.

Әдеби деректерді сыни талдау және патенттік зерттеулер барлық экстрагенттердің ішінен Байское және Озерное кен орындарының аралас кендерінен тауарлық мыс өнімдерін алудың экстракциялық технологиясын әзірлеу үшін ең қолайлысы LIX 984NSC екенін көрсетті.

Экстракциялық технологияны әзірлеу процесі талдаудың физикалық әдістерін пайдалана отырып, эксперимент өнімдерін аналитикалық бақылаумен сүйемелденеді.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін зерттеу.

Жоғарыда көрсетілген мақсатты шешу үшін келесі міндеттер қойылды:

- кедей және қиын байытылатын мысы бар шикізатты қайта өңдеу жолдары туралы мәліметтерді қорыту және таңдалған зерттеу бағытын теориялық негіздеу мақсатында әдеби және патенттік деректерге талдау жүргізу;

- LIX 984NSC экстрагенті туралы техникалық деректерді талдау;

- изомолярлы сериялар әдісімен түсті металдардың кешенді түзілуін зерттеу;

- түсті металдардың кешенді түзілуін молярлық қатынастар әдісімен зерттеу;

- әртүрлі металдардың осы экстрагентпен экстракциялану қасиеттерін салыстыру.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы алғаш рет мыс, және темірдің LIX 984NSC экстрагентімен сульфатты ерітінділерден бөліну дәрежелері салыстырылды.

Жұмыстың өзектілігі құрамында мыс бар кен орындары қорларының шектеулілігі мен орны толмайтындығы, өндірудің қымбаттауы, өндірілетін кендердің сапалық құрамының нашарлауы, қиын байытылатын кендерден металдарды алудың қиындықтары, өндіріс қалдықтарының қоршаған ортаға теріс әсері болып табылады.

1 Әдеби шолу

1.1 Түсті металдардың қоры

Қазақстан Республикасында түсті металлургия өнеркәсібі ұлттық шаруашылықтың жетекші салаларының бірі. Республика аумағында түсті металдар өндіру ерте заманнан-ақ пайда болған. 3 мың жылдан астам уақыт бұрын Атасу маңында мыс қорытатын пештер болған, ал Алтай тауларында қорғасын, күміс кендерінің қазылған орындары көп кездеседі. Жоңғар Алатауының теріскейінде – Текеліде кен қазылған, мұның өзі сол кездері жергілікті тайпалардың түсті металдар өндірісімен айналысқанын дәлелдейді.

Қазақстанда 19 ғасырдан бастап кен зауыттары жұмыс істей бастады. Осы ғасырдың аяқ кезінде кен орындарын молынан игеру мақсатымен күрделі қаржысы бар түрлі қоғамдар құрыла бастады. 1858 жылы күміс, қорғасын кендеріне негізделген Николаевск зауыты іске қосылды. 1889 жылы өнеркәсіптік қоғам үлгісіндегі Воскресенск кен зауыты құрылды. 20 ғасырдың 20-жылдары Жезқазған, Нілді (Успенск), Риддер кен орындары мен зауыттары өнім бере бастады. 1921 жылы Риддер кенішінде алғашқы кен өнімі берілсе, 1927 жылы тұңғыш қорғасын алынды. Сол жылдары Қарсақпай мыс қорыту зауыты да қайтадан іске қосылды. Бұл кезеңде түсті металлургия өнімдерін шығару қарқын алды: 1928 жылы 7,3 мың мыс кентасы өндіріліп, оның көлемі 1932 жылы 147,5 мың тоннаға өсті, ал жалпы өнім 26,2 млн сомға жетті. 1937 жылы республикада түсті металлургия өнеркәсібі саласы бойынша 20 ірі кәсіпорын жұмыс істеді. Олардың қатарында Шымкент қорғасын зауыты, Ащысай полиметалл және Лениногор комбинаттары болды. Соғыс жылдары Қазақстанның түсті металлургия өнеркәсібі саласы майдан арсеналдарының біріне айналды. Осы кезеңде 25 кеніш, шахта, кенжарма, 11 байыту фабрикасының жаңа құрылыстары жүргізілді, сонымен қатар республика аумағына КСРО-ның еуропа бөлігінен көшірілген әр түрлі 150 кәсіпорын орналастырылып, Қазақстанның түсті металлургия өнеркәсібі қуатты өндіріске айналды. Бұл кезеңде Мырғалымсай – Березовск кеніштері алғашқы өнімдерін берсе, Текелі қорғасын-мырыш комбинатының 1-кезегі пайдалануға берілді, Белоусовск және Березовск байыту комбинаттары іске қосылды. 1943 жылы Ақшатау вольфрам комбинаты өнім бере бастады. Шымкент қорғасын зауытының қуаты едәуір ұлғайтылды. Қазақстанда соғыс жылдары жауға атылған 100 оқтың 86-сы Қазақстан металынан құйылды. 1955 жылы қызыл мыс қорыту 3,1 есе, тазартылған қорғасын өндіру 5,9 есе өсті. Қазақстанның түсті металлургия өнеркәсібінде озық технологиялық үдерістер мен жаңа техника түрлерін игеріп, өндіріске енгізу кеңінен қолға алынды. 1965 жылы Мырғалымсай кенішінің кеншілері көлбей үңгілеу бойынша шыңтасты 10 м² кеңдікте тік жарып, 1237,6 м жерді 31 күнде үңгіп шығып, рекорд жасады. Ал өскемен қорғасын-мырыш комбинатында мырыш концентраттарын «қайнаған қабатта» күйдіру әдісін игеру жабдық-тардың жұмыс өндірімділігін 3-4 есе өсірді [1].

Металлургия зауыттарын кентаспен және концентраттармен қамтамасыз

ететін 8 кен байыту комбинаты – Ащысай полиметал комбинаты (Кентау), Шалқия кеніші (Қызылорда облысы), Шығыс Қазақстан мыс-химиялық, Зырянов қорғасын, Ертіс полиметалл комбинаттары (Шығыс Қазақстан облысы) Жәйрем және Қарағайлы кен байыту комбинаттары (Қарағанды облысы), Текелі қорғасын-мырыш комбинаты (Алматы облысы) жұмыс істейді. Мыс өндіретін, қорытатын кәсіпорындар Орталық және Шығыс Қазақстанда шоғырландырылған. Олар Жезқазған, Саяк, Қоңырат кеніштерінің кентастары мен Алтайдың мыс концен-траттарын пайдаланады. Олар – Балқаш және Жезқазған кен металлургия комбинаттары, Ертіс мыс қорыту зауыты. Павлодар алюминий зауыты Қостанай мен Ақмола облыстарында өндірілетін боксит кентастары негізінде жұмыс істейді. «Қазақмыс», «Қазақмырыш» сияқты корпорациялар нарық талабына сай көп салалы, түпкі өнім шығаратын кен металлургия кәсіпорындарын біріктіреді. Қазақстанда дұрыс экономикалық саясат жүргізілуі нәтижесінде республикада түсті металлургия өнеркәсібінің қуатты әлеуеті қалыптасты: түсті металдарды өндіру көлемінің соңғы он жыл бойына серпінді қарқынмен өсуі байқалды [2].

1.1.1 Мыс және оның минералдары

Түсті металдардың ішіндегі ең көп таралғаны – мыс. Мыс, Cu – элементтердің периодтық жүйесінің I – тобындағы химиялық элемент, атомдық нөмірі 29, атомдық массасы 63,546. Табиғатта тұрақты екі изотопы бар: ^{63}Cu және ^{65}Cu . Негізгі минералдары: халькопирит, халькозин, ковеллин, малахит, азурит. Пластикалық қызыл түсті металл, кристалл торы қырлары центрленген кубтық, тығыздығы $8,94 \text{ г/см}^3$, балқу температурасы $1084,5^\circ\text{C}$, қайнау температурасы 2540°C , тотығу дәрежесі +1, +2. Құрғақ ауадағы бөлме температурасында тотықпайды. Қыздырғанда ауада CuO және Cu_2O -ға дейін тотығады, галлогендермен, S, Se, HNO_3 , H_2SO_4 -пен әрекеттеседі. Аммиак, цианидтермен, т.б. кешенді қосылыстар түзеді. Сульфид концентратын балқытып, одан түзілген мыс штейнін қара мысқа дейін тотықтырып, оны жалынмен не электролиттік әдіспен тазарту арқылы; гидрметаллургиялық әдіс – құрамында мысы бар минералдарды күкірт қышқылымен (немесе NH_3 ерітіндісімен) өндеп, одан әрі электролиздеу арқылы алады. Мыс кабельдердің, электр қондырғылары мен жылу алмастырғыштардың ток өткізгіш бөлігін жасау үшін пайдаланылады; қорытпалардың (латунь, қола, мыс – никель, т.б.) құраушысы ретінде қолданылады [3].

Қазақстандағы алғашқы түсті металлургия кәсіпорны 1928 жылы Қарағанды облысында іске қосылды (мыс зауыты). Мыстың Қазақстандағы негізгі кен орындары: Қосқұдық, Милықұдық, Айнакөл, Злато (Жезқазған), Ақтоғай, Бозшакөл (Павлодар), Ақбастау, Құсмұрын (Шығыс Қазақстан), Көлсай (Алматы облысы), т.б. Қазақстан сондай-ақ, мырыш, қорғасын, вольфрам, ванадий өндіруде дүние жүзінде бірінші орынды иеленді. Еліміздегі түсті металдарды өндейтін ірі кәсіпорындар: «Өскемен титан - магний комбинаты», «Қазмырыш», «Южполиметалл», «Қазалтын», «Майқайыналтын»,

«Кастинг» т.б.

Мыс кентастары – құрамынан мыс алынатын табиғи шикізат. Оның құрамына мысы бар 240-тан аса минерал кіреді. Олардың ішінде өнеркәсіптік негізгілері: халькопирит (құрамындағы мыстың мөлшері 34 пайыз), борнит (63,3 пайыз), ковеллин (66,4 пайыз), халькозин (79,8 пайыз), теннантит (57 пайыз), энаргит (48,3 пайыз), тетраэдрит (52,3 пайыз), куприт (88,8 пайыз), тенорит (79,8 пайыз), малахит (57,7 пайыз), азурит (55,3 пайыз), хризоколла (36,1 пайыз), брошантит (56,2 пайыз), атакамит (59,5 пайыз). Мысты құмтас кен орындарында мыстың мөлшері көп болады. Қазақстанда бұл кен типтері басты орында (мысалы, Жезқазған кен орны). Минералдық және химиялық құрамдарына байланысты мыс кендерінің технологиялық сорттары сульфидтік, тотыққан, аралас болып ажыратылады. Сонымен қатар мыс кендері сом және сеппелі – тарамшалы болып бөлінеді. Қазақстанда мыс кендерінің ірі кен орындарына Жезқазған, Қоңырат, Ақтоғай, Жаманайбат, т.б. жатады.

Мысқұрамды шикізатта болатын мыстың негізгі қосылыстарының минералды сипаттамасы 1- кестеде көрсетілген [4]. А қосымшасында келтірілген.

1.2 Мыс экстракциясы

Құрамында мыс бар органикалық фазаны қышқылды ерітінділермен өңдеу кезінде (реэкстракция кезінде) металлорганикалық қосылыстар бұзылады; бірақ осылайша, концентрленген мысты ерітінділер түзіледі және экстракциялайтын фазалар қалпына келтіріледі. Болып жатқан процесстер қарапайым түрде төмендегідей түрде болуы мүмкін [5]:



Реэкстракция:



Қалпына келтірілген органикалық фаза мысты бөліп алу үшін қолданылады. Шығындалатын жалғыз реагент ретінде күкірт қышқылы қолданылады. Бірақ та мысты тұндыруға қолдану тиімді емес (электролиз, автоклавты тұндыру, электродиализ процестеріне).

Экстракцияның тиімділігін таралу коэффициенті арқылы бағалайды, яғни, алынатын металдың органикалық фазадағы және сулы ерітіндідегі концентрацияларының қатынасымен анықталады. Таралу коэффициенті алынатын металдың экстрагентке түпкілікті қанығуына және оның құрамына байланысты. Экстрагентке қосымша талаптар қойылады: ол мысты селективті

түрде (таңдамалы) бөліп алуы, суда ерімеуі және қанығатын метал бойынша жоғары сыйымдылықта болуы қажет.

Экстрагенттің еріткішпен қоспасын тұтқырлықты және органикалық фазаның тығыздығын төмендету үшін қолданады, бұл сулы ерітіндіден жақсырақ айыруына ықпал етеді. Еріткішті таңдау кезінде оның экстрагентпен өзара әрекеттесуін (еріткіш экстрагенттің диссоциациясына елеулі әсер ету мүмкін және оның сутекті иондарын металл иондарына ауыстыру шарты), тұтқырлығын, тығыздығын, химиялық тұрақтылығын, токсинділігін, өртке және жарылысқа қауіпсіздігін, және бағасын ескереді.

Мысты бөліп алу үшін келесідей экстрагенттерді қолданады:

- азотқұрамды (негізінен аминдер), хлорид ерітінділерінде эффективті әсер ететін, ал күкірт қышқылды ерітінділерде тек қана темірді бөліп алатын экстрагент. Аминдерді аммиакты ерітінділерден мысты бөліп алуда қолдануға болады;

- бейтарап органофосфорлы қосылыстар (трибутилфосфат – ТБФ), хлорид ерітінділерінен мысты бөліп алу көрсеткіштері жоғары болып келеді (құрамында үш валентті темірі жоқ);

- алкилфосфорлы қышқылдар (ди-2-этилгексилфосфорлы қышқыл, Д2ЭГФК), құрамында үш валентті темірі жоқ азотқышқылды және хлоридті ерітінділердегі мырыш пен мысты бөлу үшін арналған. Мырыш рН = 1,5-4,0 болған кезінде, ал мыс рН = 2,5-3,5 болған кезінде бөлінеді;

- карбоксильді топты қышқылдар (нафтендік, молекулярлық массасы 165-300 болатын жоғарымолекулярлық), күкірт қышқылды ерітінділерден мысты, никельді, темірді, мырышты, кадмийді және кобальтті бөлу үшін арналған. α -бромлауринді қышқыл бұл класстың қызықты экстрагенті болып табылады; мысалы, мысты қатты қышқыл ерітінділерден, мыс гидроксидінің тұну қаупін алып тастайды, бөліп алу мүмкіндігі бар. Экстракция катион алмасуға байланысты, соның арқасында, жүйедегі сутекті иондардың концентрациясының жоғарылауына әкеледі. Сондықтан да, мыс мөлшері жоғары болатын ерітінділерді өңдеу кезінде (4-5 г/л) ерітіндіні бейтараптандыру қажет; ал мыс мөлшері төмен болған жағдайда (1,0-1,5 г/л), бейтараптандыру қажет болмайды. Мысалы, үшінші сатыдағы монокарбонды қышқылды («Версатик-9») және ерітіндінің арнайы дайындығын пайдалану арқылы келесі металдарды селективті (таңдамалы) түрде бөліп алуға болады: темірді (рН = 2,0-2,6), мысты (рН = 3,6-4,7), мырышты (рН = 4,7-5,6), никель және кобальтті (рН = 5,5-6,5).

Г.В.Иллюиьеваның деректері бойынша, металдар нафтенді қышқылдардан келесі кезекпен бөлінеді:

$Fe > Cu > Al > Zn > Co > Ni > Mn > Ca > Mg > Na$

- майлы қышқылдар және олардың сабындары (C₇-C₁₃, олеинді, линолеинді, элеостеаринді); мысты бейтарап және сілтілі ерітінділерден бөліп алады;

- беттік белсенді экстрагенттер (полипропиленгликоль, жоғарымолекулярлы сульфон қышқылдары). Алкиларилсульфонды қышқыл рН ≈ 2 болатын ерітінділерден 95 пайыз-дан жоғары мысты бөліп алады;

- аралас реагенттер (спирттер, жай және күрделі эфирлер, кетондар). 2-октанол, карболды спирт, метилизобутилкетон сульфатты ерітінділерден нашар бөліп алады, сонымен қатар, суда ерігіштігі жоғары болып келеді;

Кедей сульфатты және аммиакты ерітінділерден мысты бөліп алуға арналған экстрагенттер (маңыздылығы жоғары, әрі практикада қолданылуы жағынан) «Дженерал Милз» фирмасынан синтезделген. 1963 жылдың соңында LIX-63 экстрагенті шығарылды. Мысты бөліп алуда жоғары селективті, бірақ рН $> 3,0$ болған жағдайда ғана жүзеге асырылды (рН = 5,8 болғанда 98,8 пайыз Cu бөлінеді); нәтижесінде, ерітіндіні бейтараптандыруға және темірдің гидраттық тұнбасы бар мыс шығындарын тудырды.

Кейінгі зерттеулер нәтижесінде, 2-гидрохибензофеноксим қоспасын білдіретін LIX-64 реагенті шығарылды. Бұл реагент мыс бойынша жоғары селективтілікке ие; рН = 2 болған жағдайда, ең бірінші, мыс, содан кейін Fe^{3+} , аз мөлшерде Mo^{6+} , V^{4+} бөлінеді, ал Zn^{2+} , Sn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , As^{3+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Si^{4+} , Co^{2+} , Ni^{2+} мүлдем бөлінбейді. Экстракцияның жоғары селективтігінің арқасында таза мыс ерітіндісі алынады, кейіннен электролиз нәтижесінде мөлшері 99,9 пайыздан кем емес мыс болатын катодтық мыс бөлінеді. LIX-64 сутегі иондарына кері әсерін тигізеді, сондықтан да, экстракция кезінде ортаның қышқылдылығы жоғарылайды. LIX-64 реагентіне еріткіш ретінде керосин қолданылады. Мысқа қаныққан органикалық фаза сулы ерітіндіден оңай ажыратылады және сулы ерітіндіде ерімейді.

Экстрагент сыйымдылығы «LIX-64 : керосин» қоспасының қатынасына байланысты; экстрагенттің тиімді сыйымдылығы 2,4-2,5 г Cu/л болып табылады, ол қоспадағы LIX-64 реагентінің мөлшері 7-10 пайыз-ды құрағанда алынады.

Экстрагенттердің LIX сериясынан жоғарыда көрсетілгендерден де басқа маркалары бар: LIX-64 N және LIX-70 [6].

1.3 Кешенді гидрометаллургиялық технология

Байыту, балқыту және электррафинирлеу бөлімдерінен тұратын мысты бөліп алудың классикалық схемасы – бай сульфидті мысты және полиметалдық мыс кендерін алуға қолданылатын. Шикізаттың осындай түрінің ерекшелігі – оның құрамында асыл металдардың болуы. Бұл жағдай осы технология – асыл металдар қара мысты анодта жиналып, электролитті тазартудан өнім ретінде бөлініп шығуы – үшін шешуші болды. Осымен қатар аралас тотыққан-сульфидті аз мөлшерлі мыс пен тотыққан мысты кендердің айтарлықтай қоры болады. Мұндай кендер де өңделетін, бірақ едәуір аз мөлшерде және жеңілдетілген технологияда; бұл технология – атмосфералық шартта күкірт қышқылының әлсіз ерітінділерімен шаймалау арқылы құрамындағы мыстың 5-10 г/л болатын

ерітінділер мен артық қышқыл алу процесі. Осыдан кейін ерітінді мысты әр түрлі формада байыту және тұндыру мақсатында өңдеуге ұшырайтын; мысалы, металдық темірді қолдану арқылы цементация әдісімен немесе күкірт қышқылын H_2S пайдаланып, тұндыру әдісімен. Алынған концентрат балқытумен немесе электрорафинирлеумен (тазалаудан) әрі қарай өңделеді. Осы технологияның қарапайымдылығына қарамастан, оның жоғары сапалы мыс алуына мүмкіндік бермейтін айтарлықтай жетіспеушілігі бар [7].

Сұйық экстракция технологиясы дәстүрлі әдіске балама ретінде белгілі бола бастады. 1960 жылдардың ортасында аналитикалық химияда қолданылатын Cu – селективті гидроксидоксид реагенттерінің негізіне сүйене отырып, өндірістік жағдайларда алғаш рет мыс экстракциясына арналған экстрагенттер әзірленді. Бұл экстрагенттер (LIX®63, LIX®64 и LIX®65N) қышқылды шаймалаудың сұйылтылған ерітіндісінен $CuSO_4$ концентрленген ерітіндісіне (50 г/л Cu және 150-180 г/л H_2SO_4), темірдің (негізгі қоспа) минималды бөлінуімен, мысты селективті (таңдамалы) ауыстыру қабілетіне ие. Әрі қарай реэкстракция нәтижесінде алынатын $CuSO_4$ ерітіндісінен мыстың электроэкстракциясы жүреді. Экстракциядан кейін қышқылды рафинат шаймалауға түседі. Осы айтылғандардың бәрі 1 - суреттегі схемамен түсіндіріледі.



1 Сурет – L-SX-EW технологиясының принципіалды ағын схемасы

Схемаға сәйкес, бірінші операция болып бастапқы мысқұрамды жартылай өнімнің (тотыққан кен немесе кедей сульфидті концентрат) экстракция процесімен алынатын, күкірт қышқыл ерітіндісімен (рафинат) шаймалануы болып табылады. Шаймалаудан кейін алынатын мысқұрамды өнімнің ерітіндісі экстракция операциясына түседі; экстракция нәтижесінде осы ерітіндідегі мыс экстрагентке шығып, ал сулы ерітінді эквивалентті мөлшерде сутегі иондарына өтеді. Экстрагенттегі мыстың бөлінуі мыс электроэкстракциясының электроли-

тімен өңделген реэкстракция кезінде жүзеге асады (электролит 1), нәтижесінде электролит 2 – электроэкстракцияға бағытталған, мыс сульфатының ерітіндісі пайда болады.

Осы технологияда ағып жатқан заттардың кіріс ағынынан шығыс ағындарына түрлену схемалары:

1. Шаймалау (L – leaching) – жер-сілтілі металдардың, марганецтің, темірдің және т.б. қоспаларынан тұратын, сұйылтылған ерітінділер алу үшін, мыстың бастапқы минералдарының еруі.

2. Экстракция (SX – экстракция-реэкстракция – solvent extraction) – $\text{Cu}^{2+} + 2(\text{HR})_{\text{оф}} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + (\text{CuR}_2)_{\text{оф}}$.

3. Реэкстракция – $2\text{H}^+ + (\text{CuR}_2)_{\text{оф}} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2(\text{HR})_{\text{оф}}$.

4. Электроэкстракция (EW – electro winning) – $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \pm 2\text{F} = \text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 + 1/2\text{O}_2$.

Көрсетілген схемадағы оф индексімен белгіленген заттар – органикалық катионалмастырушылардың молекулалары, сутегі иондарының экстракцион-ды әрекеттесу кезінде мыс иондарына ауысуы. Нәтижесінде шаймалау және экстракция – реэкстракция шектері жүзеге асқанда, электроэкстракцияға құрамы CuSO_4 түріндегі мыс және, шамамен, 150-180 г/л күкірт қышқылы болатын электролит түседі. Электролиз нәтижесінде катодта катодты мыс пайда болады, ал анодта күкірт қышқылы мен оттегі бөлінеді. Шығып жатқан ерітінді 30 г/л-ге дейін мысты және 180-210 г/л H_2SO_4 -ті құрайды [8].

1.4 Мыстың экстрагенттермен кешенді қосылыс түзуді зерттеу әдістері

Экстракция кезінде бөліп алынатын металдың экстракциялық реагентпен берік кешенді қосылысты түзуі өте маңызды, ол жалпы экстракция және реэкстракция процестерінің өнімділігін анықтайды. Сондықтан кешенді қосылыстарды зерттеу маңызды мәселе болып табылады.

Кешенді қосылыстарды зерттеудің әдістері өте көп, соның ішінде кең таралғандары физико-химиялық және эксперименталды әдістер. Соңғы әдістерге зертханада жүргізуге оңтайлы молярлық қатынастар әдісі және изомолярлы сериялар әдісі жатады.

1.4.1 Молярлық қатынастар және изомолярлы сериялар әдісі

Молярлық қатынастар әдісінің мәні реакция компоненттерінің бірінің концентрациясы тұрақты, ал екіншісінің концентрациясы (изомолярлы сериялар әдісінен айырмашылығы) өзгереді, сонымен бірге концентрациясы салыстырмалы.

Аналитикалық сипаттағы жұмыстарда экстрагирленетін кешенішілік қосылыстардың құрамын изомолярлы сериялар әдісінің көмегімен жиі анықтайды. Бұл әдісте әсер ететін екі компоненттің де концентрациялары өзгереді, бірақ олардың сомасы үнемі тұрақты болып қалады.

Түзілетін қосылыстың шоғырлануы барынша жоғары болатын жүйедегі компоненттердің бастапқы арақатынасы қолайлы жағдайларда олардың кешендегі арақатынасына тең.

Комплексішілік қосылыстарды экстракциялау кезінде әдісті жүзеге асыру тәсілі. Экстрагируленетін комплексішілік қосылыстың құрамын x мл сумен немесе буферлі ерітіндімен араласқан $1 - x$ мл металдың сулы ерітіндісін $1 - x$ мл таза еріткішпен араласқан (бастапқы ерітінділердегі компоненттердің концентрациясы тең) органикалық еріткіштегі реагент ерітіндісінің x мл тепе - теңдігі анықталғанға дейін сілкілейді. Осы немесе одан басқа да тәсілмен кешеннің органикалық фазадағы шоғырлануын (немесе қасиетін, концентрациясын мысалы, оптикалық тығыздық немесе радиоактивтілік) анықтайды. Осы концентрацияның немесе жүйедегі компоненттің бастапқы қатынасындағы қасиетінің тәуелділік графигін құрастырады.

Әдіс экстрагируленетін кешеннің құрамын анықтауға мүмкіндік береді. Әдетте, металдың реагенті мен ионы полимерленбеуі тиіс; құрамын анықтауға кедергі келтіретін, әсіресе реагенттің жетіспеуі кезінде металл иондарының гидролизі болмауы тиіс.

Изомолярлы сериялар әдісін пайдалану компоненттердің белсенділігін есептерде концентрациялар алмасуы мүмкін деп болжайды. Бұл, егер бүкіл серияда тұрақты иондық күш қолданылса рұқсат етілген, яғни жұмыс тұздардың салыстырмалы жоғары концентрациясы және негізгі компоненттердің аз концентрациясы бар тұзды ерітінділерде жүреді. Сондай-ақ, барлық сериядағы сутегі иондарының концентрациясы тұрақты түрде болуы маңызды, бұған буферлік ерітінділерді қолдану арқылы қол жеткізіледі (мүмкіндігінше металмен кешендер құрмайтын) [9].

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Жабдықтар мен реагенттер

Дипломдық жұмыс бойынша эксперименттерді жүргізу келесідей реагенттердің көмегімен жүзеге асырылды:

- синтетикалық ерітінділерді дайындауға қажетті тұздар;
- мыс сульфатының кристаллогидраты;
- натрий гидроксиді, 0,1 нормальды;
- күкірт қышқылы;
- крахмал ерітіндісі;
- натрий тиосульфаты;
- экстрагент сұйылтқышы ретінде қолданылған керосин;
- Lix984NSC экстрагенті.

Керосин (ағылшын тілінен kerosene, грек тілінен κηρός - воск) – C_8 -ден бастап C_{15} дейінгі сұйық көмірсутегілерден тұрады. Қоспа болып табылатындықтан оның қайнау температурасы – $150-250^{\circ}C$ аралығында жатады, түссіз, иіссіз (немесе аз ғана сарылау), аздап майлы, мұнайды тікелей ректификациялау немесе айдау арқылы алынады.

Зерттеу жұмысында авиациялық Т-300 маркалы керосин қолданылды.

Авиациялық керосиннің құрамында өндірілу әдісіне қарай қаныққан алифатты көмірсутегілер – 20-60 пайыз, нафтенді көмірсутегілер – 20-50 пайыз, бициклді ароматтылар – 5-25 пайыз; қанықпағандар – 2 пайыз дейін, сондай-ақ күкіртті, азотты немесе оттегілі қосылыстар бар болады. Оның физикалық қасиеттері 2 - кестеде келтірілген.

2 Кесте – Т-300 маркалы керосиннің физикалық қасиеттері

| | |
|---|-----------------------------|
| Тығыздығы ($20^{\circ}C$) | 0,78—0,85 г/см ³ |
| Тұтқырлығы 1,2 — 4,5 мм ² /с | (при $20^{\circ}C$) |
| Тұтану температурасы | $72^{\circ}C$ |
| Жану жылуы | 43 МДж/кг |

Техникалық керосиннің тығыздығы Т-300 керосиніне қарағанда жоғары, 0,86 г/см³ жоғары, құрамында ароматтылар 25 пайыз жоғары, тұтану температурасы $40^{\circ}C$.

3 Кесте – Lix984NSC экстрагентінің қасиеттері

| Физикалық нысаны | Сұйық |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Салмағы (25 ° / 25 ° C) | 0,96 - 0,98 г / см ³ |
| Тұтану-нүктесі | 160 ° C жуық |
| Күрделі мыс ерігіштігі, 25 ° C- та | > 30 г / л Cu |
| Мыспен максималды қанығуы | ≥ 5,5 г / л Cu |
| Экстракция изотермиясының нүктесі | ≥ 4,9 г / л Cu |
| Экстракция кинетикасы | ≥ 95 пайыз (30 секунд) |
| Экстракция селективтігі | Cu / Fe ≥ 2000 |
| Экстракция фазаларының бөлінуі | ≤ 70 секунд |
| Реэкстракция изотермиясының нүктесі | ≤ 1,90 г / л Cu |
| Мыс тасымалдануы | ≥ 3,00 г / л Cu |
| Реэкстракция кинетикасы | ≥ 95 пайыз (30 секунд) |
| Реэкстракция фазаларының бөлінуі | ≤ 80 секунд |

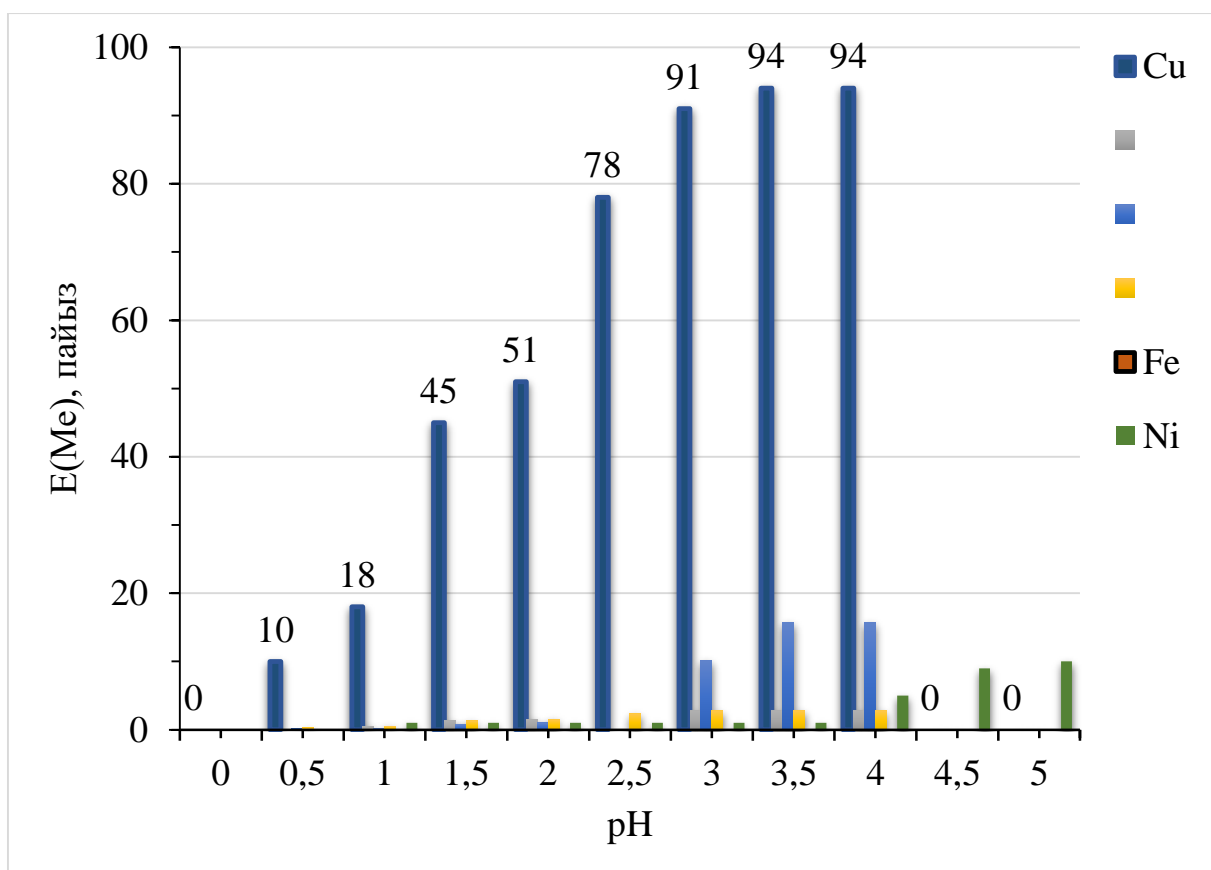
2.2 Металдарды LIX 984NSC экстрагентпен бөліп алуды салыстыру эксперименттері

Мыс пен LIX 984NSC экстрагентінің нақты өнімді ерітіндіден металдарды бөліп алу бойынша эксперименттер жүргізілді.

Экстракция процесін жүргізу әдісі – құрамында 3 г/л мыс, 1 г/л темір, 0,5 г/л никель иондары бар көлемі 30 мл өнімді ерітінді мен құрамында 5 пайыз LIX 984NSC ерітілген керосинді экстрагент 1:1 қатынасымен 5 минут бойы ЭЛ-1 экстракторында араластырылды. Содан кейін органикалық және сулы фазаларды бөліп алу үшін, екі фазадан тұратын ерітінді 8 минут бойы тұндырылды. Нәтижесінде сулы фаза құйып алынып, құрамындағы металдардың концентрациялары анықталды. Барлық металдар титрометриялық талдау әдісімен анықталды [10].

Экстракция нәтижесі бойынша мыс пен LIX 984NSC экстрагентіні жақсы әрекеттесіп, жоғары дәрежеде металдың селективті бөлінуін қамтамасыз ететіндігі табылды. Мыс 3,5 рН мәнінде максималды, 94 пайызға экстракцияланды. Темір және никель иондары бұл экстрагентпен осы рН аралықтарында жақсы бөлініп алынбады, сәйкесінше 31 пайыз және 1 пайыз болды.

Нәтижелер 2 - суретте келтірілген.

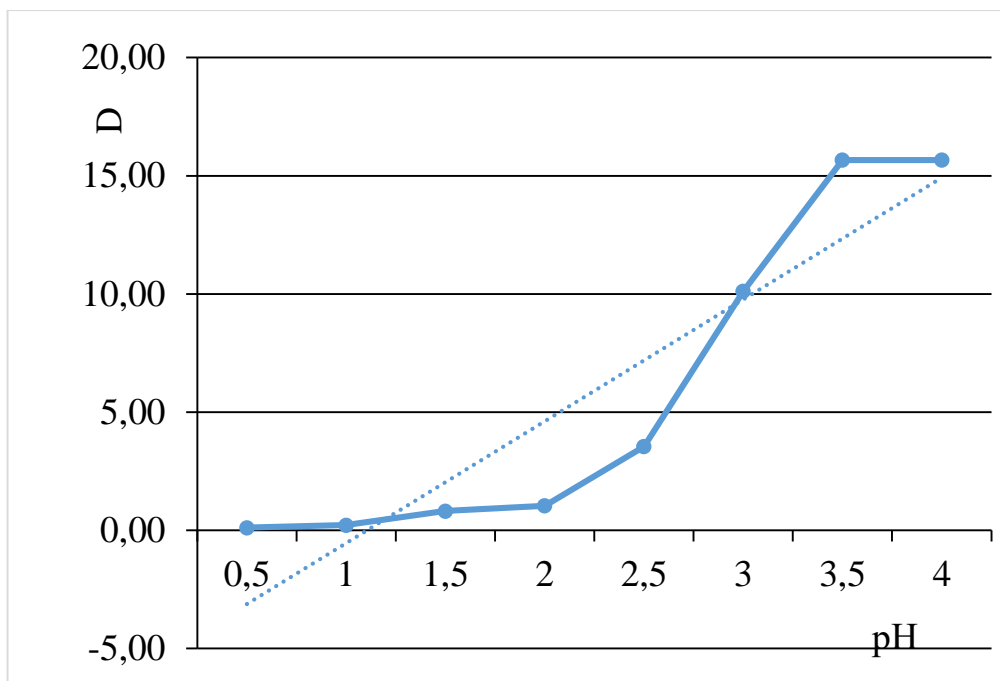


2 Сурет – Өнімді ерітіндіден мыс, никель және темір иондарының экстракциясы

Осы алынған мәліметтер бойынша мыстың органикалық және сулы фазалардағы таралу коэффициенттері есептелді.

4 Кесте – Lix984 NSC экстрагентімен сульфатты ерітіндіден металдарды бөліп алу нәтижелері

| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|
| Сu, пайыз | 10 | 18 | 45 | 51 | 68 | 91 | 94 | 94 | 0 | 0 |
| D_{Cu} | 0,11 | 0,22 | 0,82 | 1,04 | 2,13 | 10,11 | 15,67 | 15,67 | 0,22 | 0,82 |
| Fe, пайыз | 18 | 24 | 29 | 31 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| Ni, пайыз | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 9 | 10 |



3 Сурет – Өнімді ерітіндідегі мыс, никель және темір иондарының экстракция кезіндегі таралу коэффициенттері

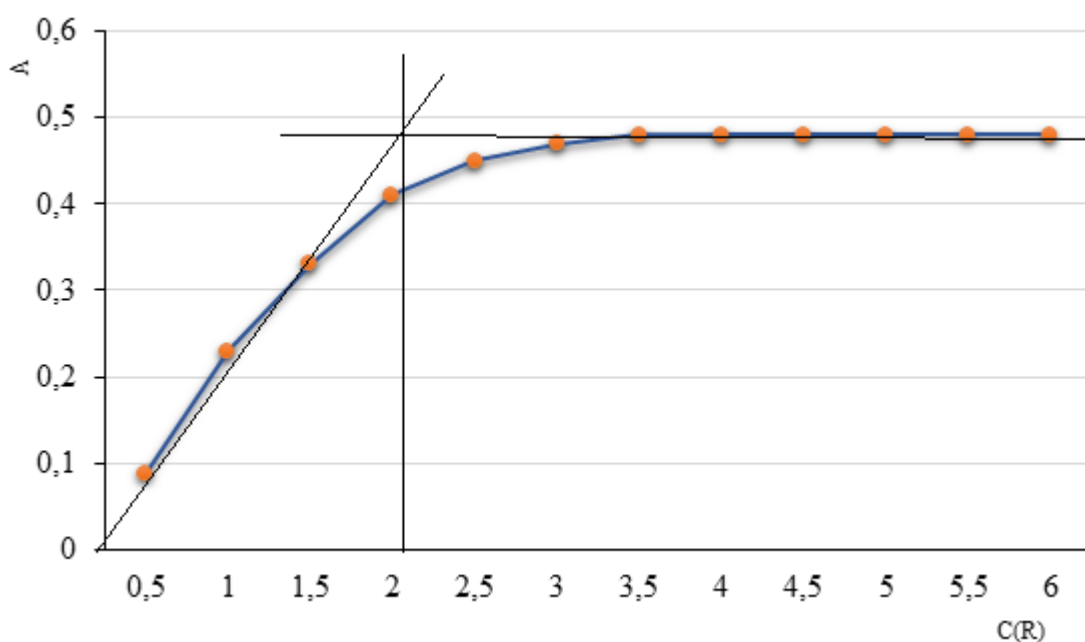
2.3 Мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін молярлық қатынастар әдісімен зерттеу эксперименттері

Органикалық еріткіштегі реагентті тұрақты саны металдың ұлғаю мөлшерін қамтитын су ерітіндісімен шайқайды. Немесе анықтаманы басқаша жүргізуге болады. Су ерітіндісіндегі металдың тұрақты мөлшеріне органикалық еріткіштегі реагенттің ұлғаю мөлшерін қосады және қоспаны теңестіргеннен кейін органикалық қабаттағы кешен санын өлшейді. Фазалардың көлемін тұрақты сақтау қажет, ал жүйедегі реагенттің мөлшерін оның бастапқы ерітіндісін таза органикалық еріткішпен араластыру есебінен өзгерту қажет.

Органикалық фаза сұйылтқышта (керосинде) өзімен бірге экстрагенттердің ерітінділерін көрсетеді. Металл иондары бойынша экстрагенттердің экстракциялық қабілетін анықтау қанықтыру әдісімен жүргізілді. Оның мәні тұрақты рН кезінде тепе-тең қанығуға дейін экстрагенттің бастапқы металқұрамды ерітінділерінің жаңа бөліктерімен бірнеше рет байланысыта болуы. Мысалы, 25 мл органикалық және су ерітінділері бөлгіш шұңқырға ауыстырылып, белгілі бір уақыт ішінде шайқалды. 10-15 минуттан кейін рафинат колбаға конустық шұңқыр арқылы шайылып, металдың құрамына талданды. Органикалық фаза (экстракт) бөлгіш құрылғыда қалды және су ерітіндісінің жаңа порциясымен қайтадан байланысады. Қанығу кезекті экстракциядан кейін рафинат (экстракциядан кейінгі майланбаған су фазасы) және бастапқы су ерітіндісі металдың құрамы бойынша тегістелген (су ерітіндісінің рН-ы бастапқы мәнге сәйкес болған) кезде аяқталды.

Элементтердің мазмұнына талдау жалпы қабылданған әдістемелер бойынша жүргізілді. Су фазасындағы металдың концентрациясы тікелей анықталды, ал органикалық ерітіндідегі металл концентрациясы материалдыө баланс бойынша, яғни бастапқы ерітіндідегі металл концентрациясынан сулы ерітіндідегі металл концентрациясын алып тастау арқылы есептелді. Реэкстракция (сығындыдан металл бөлу) күкірт қышқылының 160 пайыз ерітіндісімен жүргізілді.

Алынған мәліметтерден көрініп тұрғандай (4-сурет), металдың органикалық фазадағы концентрациясы су фазасындағы металдың концентрациясының 0-ден $2,0 \cdot 10^{-2}$ М -ге дейін артуымен қатты өседі. Су фазасындағы металл концентрациясының одан әрі ұлғаюы органикалық фазадағы металл концентрациясының ұлғаюына әкеп соқпайды [11].



4 Сурет – Оптикалық тығыздықтың экстрагент концентрациясына тәуелділігін графигі

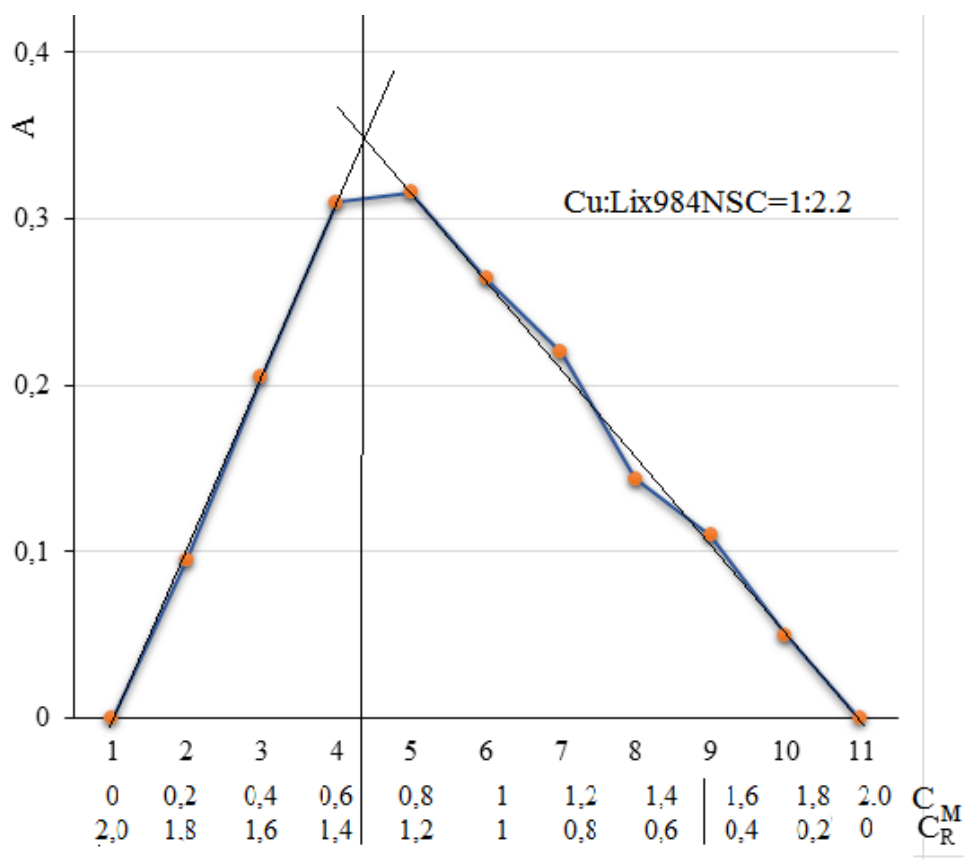
2.4 Мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін изомолярлы сериялар әдісімен зерттеу эксперименттері

Кешенді қосылыстың оптикалық тығыздығының реагенттердің концентрацияларына тәуелділігі (мыстың экстрагентпен кешенді қосылысын түзуін изомолярлы сериялар әдісімен (Жоба әдісі) зерттеу нәтижесі) 5-кестеде және 5-суретте көрсетілген.

Кешенді қосылыстың оптикалық тығыздығының реагенттердің концентрацияларына тәуелділігі мыс пен LIX 984NSC экстрагенті 1:2,2 қатынасымен түзетіндігі, яғни CuR_2 текті қосылыстың пайда болатындығы анық болды [12].

5 Кесте – Изомолярлы сериялар әдісімен мыстың экстрагентпен кешенді қосылысын түзуін зерттеу нәтижелері

| | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| C_{Me} | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 |
| $C_э$ | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0 |
| A | 0 | 0,094 | 0,21 | 0,30 | 0,315 | 0,265 | 0,21 | 0,145 | 0,10 | 0,05 | 0 |



5 Сурет – Кешенді қосылыстың оптикалық тығыздығының реагенттердің концентрацияларына тәуелділігі (мыстың экстрагентпен кешенді қосылысын түзуін изомолярлы сериялар әдісімен (Жоба әдісі) зерттеу нәтижесі)

3 Экономикалық бөлім

3.1 Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу [13]

Жинақ қоры (А) келесі теңдеумен есептелінеді:

$$A = C_n \cdot I_0 \cdot 0,33, \quad (3.1)$$

мұндағы C_n – жабдықтың бастапқы бағасы, 0,33-ке көбейтілген.

I_0 – 1,082 тең, индексация.

Сонымен, 3 айға құраған жинақ қорының соммасы:

$$A = 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 247\,478,29 \text{ тг}$$

3.2 Зерттеудің экономикалық нәтижелігін және рентабелдігін есептеу

Рентабелдігі 10 пайыз болғанда, экономикалық нәтижелілігі мынаған тең:

$$\mathcal{E}_0 = (3 + A) \cdot 0,1 \quad (3.2)$$

Бірінші жылда зерттеу құны мынадай болады және мына теңдеумен шығарылады:

$$\mathcal{E}_0 = (226\,468,77 + 247\,478,29) \cdot 0,1 = 47\,394,61 \text{ тг},$$

$$\mathcal{E}_1 = 3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12) \quad (3.3)$$

Жұмыстың құны мынаны құрайды:

$$\mathcal{E}_1 = 226\,468,77 + 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1) \cdot (3/12) = 294\,525,30 \text{ тг}$$

Онда өнеркәсіптің 10 пайыздық тиімділігі төмендегідей:

$$\Delta\mathcal{E}_1 = [3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.4)$$

Бірінші жылда зерттеудің толық құны 10 пайыз-дық тиімділігімен:

$$\Delta\mathcal{E}_1 = [226\,468,77 + 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 29\,452,53 \text{ тг}$$

$$\mathcal{E}_0 + \Delta\mathcal{E}_1 = 47\,394,61 + 29\,452,53 = 76\,847,14 \text{ тг} \quad (3.5)$$

Осылайша, ғылыми-зерттеу жұмысының зерттеу құнын 2-ші жылға мына теңдеумен анықтайды:

$$\mathcal{E}_2 = 3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^2 \cdot (3/12) \quad (3.6)$$

$$\mathcal{E}_2 = 226\,468,77 + 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^2 \cdot (3/12) = 301\,330,95 \text{ тг}$$

Олай болса, өнеркәсіптің екінші жылға пайыздық тиімділігі мынадай болады:

$$\Delta\mathcal{E}_2 = [3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^2 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.7)$$

$$\Delta\mathcal{E}_2 = [226\,468,77 + 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^2 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 30\,133,09 \text{ тг}$$

Екінші жылда зерттеудің толық құны 10 пайыз-дық тиімділігімен:

$$\mathcal{E}_0 + \Delta\mathcal{E}_2 = 47\,394,61 + 30\,133,09 = 77\,527,70 \text{ тг}$$

Ғылыми-зерттеу жұмысының үшінші жылғы экономикалық тиімділігі рентабелділігі 10 пайыз болған кезде келесідей анықталады:

$$\mathcal{E}_3 = 3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^3 \cdot (3/12) \quad (3.8)$$

$$\mathcal{E}_3 = 226\,468,77 + 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^3 \cdot (3/12) = 308\,817,17 \text{ тг}$$

$$\Delta\mathcal{E}_3 = [3 + C_n \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1+e)^3 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 \quad (3.9)$$

$$\Delta\mathcal{E}_3 = [216\,557,67 + 693\,100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1+0,1)^3 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 30\,881,71 \text{ тг}$$

Үшінші жылда зерттеудің толық құны 10 пайыз-дық тиімділігімен:

$$\mathcal{E}_0 + \Delta\mathcal{E}_3 = 47\,394,61 + 30\,881,71 = 78\,276,32 \text{ тг}$$

Өнім бірлігіндегі жобаның сатып алу мерзімін, мына формуламен есептейміз:

$$T = \frac{K}{3}, \quad (3.10)$$

мұндағы K – бір уақтылы шығындар;

3 – зерттеуге кеткен жалпы шығындар.

$$T = 693\,100 / 226\,468,77 = 3,1 \text{ жыл}$$

Сонымен, жобаның өтелу мерзімі 3,1 жыл.

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

4.1 Электр қауіпсіздігі

Электр тоғымен зақымдалудан қорғану іс-шараларын, электр желілерінде қысқа тұйықталудың нәтижесінде жарылыс пен өрттердің пайда болуынан қорғаныс (арнайы орындалған электр қондырғыларын пайдалану; қауіпсіз кернеулік, оларды қолмен ұстап қалудан жеткіліксіз жерге орналастыру; блоктауды, ескерту дабылдарын қолдану; қорғаныстық жерсіндіру мен өшіп қалуды; жеке қорғаныс құралдарын пайдалану) [14].

6 Кесте – Электр тоғымен зақымдану дәрежесі бойынша ғимараттарды топтастыру

| Ғимарат класы | Белгілері |
|------------------------|---|
| Жоғары қауіптілігі жоқ | Өзге класс ғимараттарының белгілері жоқ. |
| Жоғары қауіптілікті | <ul style="list-style-type: none">- ылғал (меншікті ылғалдылық 75 пайыздан жоғары);- тоқ өткізгіш шаң бөлінеді;- тоқ өткізгіш еденнің болуы (металл, жер, темір бетонды, кірпіш және т.б.);- жоғары температура (тұрақты түрде немесе оқтын-оқтын 35°C -тан жоғары болып тұрады);- адамның бір мезетте бір жағынан ғимараттың жерсіндірілген метал жабдықтарымен, технологиялық қондырғыларымен, механизмдермен және т.б. екінші жағынан электр қондырғысының қаптамасымен жанасуы. |
| Аса қауіпті | <ul style="list-style-type: none">- аса ылғалды (меншікті ылғалдылық 100 пайызға жақын);- химиялық активті немесе агрессивті орта;- жоғары қауіптілікті ғимараттың бір мезетте екі |

4.2 Тартқыш шкафты есептеу [15]

Тартқыш шкафтың өлшемдері: ұзындығы $l = 1,8$ м; ені $b = 0,9$ м; биіктігі $h = 2$ м.

Тартқыш шкафтағы жұмыс қуысының ауданы:

$$F_{\text{тес.}} = b_1 \cdot h_1, \quad (4.2)$$

$$F_{\text{тес.}} = 0,6 \cdot 0,3 = 1,8 \text{ м}^2, \quad (4.3)$$

мұндағы b_1 – жұмыс қуысының ені;

h_1 – ашық қуыстың максималды жіберілетін биіктігі.

Шкафтан сорылып шығарылатын ауа көлемі:

$$V_{\text{сор.}} = 3600 \cdot F_{\text{отв.}} \cdot \omega, \quad (4.4)$$

мұндағы ω – шкафтағы жұмыс қуысындағы ауаның орташа жылдамдығы, м/с

$$V_{\text{сор.}} = 3600 \cdot 0,18 \cdot 1 = 648 \text{ м}^3/\text{сағ}, \quad (4.5)$$

Төмендегі қысымды орталықтандырылған желдеткіштерді таңдаған жөн (13332,2 Па дейін) КПД 0,7-0,8 мен Ц4-70 тәріздес. Ауаның бөліну көлеміне байланысты нөмері, қозғалтқыш айналым саны, қуаттылығы бойынша сәйкес желдеткіш таңдайды [38].

Қозғалтқыш қуаты келесідей:

$$N = \frac{V_{\text{с.д.}} \cdot \dot{I}}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_A \cdot \eta_I}, \quad (4.6)$$

мұндағы N – ауаның толық қысымы, Па;

η_B – желдеткіш ПӘК-ті, сипаттамасы бойынша қабылданатын;

η_{II} – ПӘК өткізу.

$$N = \frac{V_{\text{с.д.}} \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot 0,7 \cdot 1} = 1,9 \text{ кВт}, \quad (4.7)$$

Электроқозғалтқыштың белгіленген қуаты:

$$N_y = N \cdot K_3, \quad (4.8)$$

мұндағы N – қозғалтқыш қуаттылығы, кВт;

K_3 – желдеткіш қуаттылығының қорының коэффициенті

Онда электроқозғалтқыш қуаты келесідей:

$$N_y = 1,9 \cdot 1,2 = 2,38 \text{ кВт}, \quad (4.9)$$

Тартқыш шкаф көлемі:

$$V_{\text{т.ш.}} = 1 \cdot b \cdot h, \quad (4.10)$$

$$V_{\text{т.ш.}} = 1,8 \cdot 0,9 \cdot 2 = 3,24 \text{ м}^3, \quad (4.11)$$

Ауаның сағатына алмасу бірлігі:

$$K = V_{\text{тш}} / V_{\text{сop}}, \quad (4.12)$$

$$K = 756 / 3,8 = 200 \quad (4.13)$$

мұндағы, K – есепті алмасу бірлігі зиянды заттың екінші тобына сәйкес келеді [39].

ҚОРЫТЫНДЫ

Металдарды LIX 984NSC экстрагентпен бөліп алуды салыстыру эксперименттері бойынша Экстракция нәтижесінде мыс пен LIX 984NSC экстрагентіні жақсы әрекеттесіп, жоғары дәрежеде металдың селективті бөлінуін қамтамасыз ететіндігі табылды. Мыс 3,5 рН мәнінде максималды, 94пайыз-ға экстракцияланды. Темір және никель иондары бұл экстрагентпен осы рН аралықтарында жақсы бөлініп алынбады, сәйкесінше 31пайыз және 1пайыз болды.

Мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін молярлық қатынастар әдісімен зерттеу экспериментті бойынша талдау жасалды. Нәтижесінде су фазасындағы металдың концентрациясы тікелей анықталды, ал органикалық ерітіндідегі металл концентрациясы материалдыө баланс бойынша, яғни бастапқы ерітіндідегі металл концентрациясынан сулы ерітіндігегі металл концентрациясын алып тастау арқылы есептелді.

Алынған мәліметтерден көрініп тұрғандай, металдың органикалық фазадағы концентрациясы су фазасындағы металдың концентрациясының 0-ден $2,0 \cdot 10^{-2}$ М -ге дейін артуымен қатты өсетіндігі байқалды.

Мыстың LIX 984NSC экстрагентімен кешенді қосылыс түзуін изомолярлы сериялар әдісімен зерттеу эксперименттері нәтижесінде кешенді қосылыстың оптикалық тығыздығының реагенттердің концентрацияларына тәуелділігі мыс пен LIX 984NSC экстрагенті 1:2,2 қатынасымен түзетіндігі, яғни CuR_2 текті қосылыстың пайда болатындығы анық болды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 <https://kk.wikipedia.org/wiki/>
- 2 В.А. Луганов, Ә.Ө. Байқоңырова, Е.Н. Сажин. Гидрометаллургиялық процестердің негіздері: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2005. – 219 б.
- 3 Набойченко С.С., Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди. – М.: Металлургия, 1995. – С.272.
- 4 Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. –М.:Металлургия, 1983. - 423 с.
- 5 Г.М.Ритчи, А.В Эшбрук. Экстракция принципы и применение в металлургии. М. Металлургия. 1983. -176 с.
- 6 Максимова И.Н. Физическая химия растворов. М: Изд. ЛН СССР. 1972. 98 с.
- 7 Алесковский В.Б. Химия твердых веществ. Учебное пособие для вузов. М. Высш. школа. 1978. -231 с.
- 8 Kordosky G. et. al., The Chemistry of Metals Recovery Using LIX Reagents. Henkel Corporation. 1998.
- 9 И.В. Власова, Т.Ю. Железнова, В.И. Вершинин., Вестн. Ом. ун-та. 2012. № 2. С. 127-130.
- 10 Kordosky G., Sierakoski J. and House J. The LIX®860 Series: Unmodified Copper Extraction Reagent / Proceedings of the International Solvent Extraction Conference '83, Denver. Colorado. USA. 191-192.
- 11 Kordosky G. et. al., The Chemistry of Metals Recovery Using LIX Reagents. Henkel Corporation. 1998.
- 12 Kordosky G., Olafson S., Crandell T. and Wolfe G. Pilot Plant Studies on the Relationship between Copper Solvent Extraction Reagents and Crud Formation / Paper presented at SME Annual Meeting, Phoenix, Arizona. USA. 12 March, 1996.
- 13 Шокобаев Т.Д. Повышение эффективности микроэкономики цветной металлургии. Учебное пособие. – Алматы: РИК,1993. – 46-57 с.
- 14 <http://ohra-na-trud-ua.ru/ins-truktsii-po-okhrane-truda/2407-instruksiya-po-okhrane-truda-pri-rabote-v-laboratorii.html>
- 15 Лебедева К.В. Охрана труда и техника безопасности на производстве. – М.: Эконадзор, 1958.–307 с.

А қосымшасы

А.1 Кесте – Мыстың негізгі қосылыстарының минералды сипаттамасы

| Минерал аты | Формула | Мыс мөлшері, пайыз | Тығыздығы, г/см ³ | Кристалл торының типi, түсі |
|--------------|---|-----------------------|---------------------------------|---|
| Халькопирит | CuFeS ₂ | 34,56 | 4,1 – 4,3 | Тетрагональ тәрізді, жез-сары |
| Халькозин | Cu ₂ S | 79,86 | 5,5 – 5,8 | Ромб тәрізді, қорғасын сұрдан қараға дейін |
| Ковеллин | CuS | 66,48 | 4,6 – 4,7 | Қабатты, көк түсті |
| Дигенит | Cu _{2-x} S | 78,11 (x=0,2) | 5,5 – 5,7 | Псевдокуб тәрізді, қорғасын сұрдан қараға дейін |
| Тенантит | 3Cu ₂ S·As ₂ S | 51,57 | 4,62 | Куб тәрізді, сұр- болаттан қараға дейін |
| Тетраэдрит | 3Cu ₂ S·Sb ₂ S ₃ | 45,77 | 4,4 – 4,5 | >> |
| Борит | Cu ₅ FeS ₄ | 63,33 | 4,9 – 5,3 | Ромб тәрізді, қара- қызыл |
| Куприт | Cu ₂ O | 88,82 | 5,8 – 6,2 | Куб тәрізді, қоңырмен аралас қызыл |
| Тенорит | CuO | 79,89 | 5,8 – 6,4 | Моноклинді, сұр- болаттан қараға дейін |
| Халькокианит | CuSO ₄ | 39,9 | 3,65 | Ромб тәрізді, көгілдір жасыл |
| Хальконтит | CuSO ₄ ·5H ₂ O | 25,5 | 2,28 | Үшклинді, қара- көктен көгілдірге дейін |
| Бутит | CuSO ₄ ·7H ₂ O | 22,16 | 2,1 | Моноклинді, көк |
| Антлерит | CuSO ₄ ·2Cu(OH)) ₂ | 53,82 | 3,88 – 3,93 | Ромб тәрізді, изумруд жасыл |
| Броншантит | CuSO ₄ ·3Cu(OH)) ₂ | 56,31 | 3,97 – 4,10 | Моноклинді, изумруд жасыл |
| Малахит | CuCO ₃ ·Cu(OH)) ₂ | 57,4 | 3,90 – 4,10 | Моноклинді, ашық жасылдан қараға дейін |
| Азурит | CuCO ₃ ·2Cu(OH)) ₂ | 55,3 | 3,77 – 3,89 | Моноклинді, тығыз көк |
| Диоптаз | CuSiO ₃ ·2Cu(OH)) ₂ | 40,39 | 3,28 – 3,35 | Ромб тәрізді, изумруд жасыл |
| Хризоколла | CuSiO ₃ ·H ₂ O | 36,22 | 2,0 – 2,3 | Ромб тәрізді, көгілдірден көк- жасылға дейін |

| | | | | |
|----------|-------------------------------------|-------|-------------|-----------------------------|
| Нантокит | CuCl | 64,18 | 3,9 – 4,2 | Тетраэдр тәрізді, сұр жасыл |
| Атакамит | $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ | 59,51 | 3,76 – 3,78 | Ромб тәрізді, жасыл реңкпен |