

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

Рымканова Толганай Ерболовна

«Өнімді ерітінділерден мыс пен темірді бөліп алуға
экстрагенттерді таңдап алу» тақырыбына

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МПЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі, PhD докторы,
тех. ғыл. кандидаты,
қауымдас-ған профессор

 Чепуштанова Т.А.
« 02 » 05 2019 ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС


«Өнімді ерітінділерден мыс пен темірді бөліп алуға
экстрагенттерді таңдап алу»
тақырыбына

5B070900 – Металлургия

Орындаған:

Рымканова Т.Е.
ғылыми жетекші:

Ph.D. докторы, ассист. проф.

 Мамырбаева К.К.
« 15 » 05 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

5B070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН

МПЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі, PhD докторы,
тех. ғыл. кандидаты,
қауымдасқан профессор



Чепуштанова Т.А.

2018 ж

Дипломдық жұмысты даярлауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Рымканова Толганай Ерболовна.

Тақырыбы: «Өнімді ерітінділерден мыс пен темірді бөліп алуға экстрагенттерді таңдап алу»

Уеиверситет ректорының «08» қазан 2018 жылғы №1113-б бұйрығымен бекітілді

2019 ж. « » кафедра меңгерушісі бекітті

Орындалған жобаның өткізу мерзімі «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жобаның (жұмыстың) бастапқы мәліметтері: Мыс және темір иондарын LIX 860N-IC және Acorga 5640 экстрагентімен бөліп алуға қышқыл концентрациясының, ортаның рН мәнін, фазалардың бөліну уақытын, органикалық және сулы фазалар қатынасың процеске әсер ету нәтижелері келтірілді.




Дипломдық жұмыста:


- кіріспе, жұмыстың өзектілігі және тәжірибелік маңыздығы көрсетілген;
- жұмыс тақырыбы бойынша әдеби шолу көрсетілген;
- тәжірибелік бөлім;
- экономикалық бөлім;
- еңбек қорғау бөлімі келтірілген:

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Әдеби шолу	15.03.2019	
Тәжірибелік бөлім	10.04.2019	
Экономикалық бөлім	25.04.2019	
Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	28.04.2019	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының
аяқталған жұмысқа қол қойған
қолтаңбалары

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Экономика бөлімі	Мамырбаева К.К. Ph.D докторы проф.ассист.	15.05.2019	
Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	Мамырбаева К.К. Ph.D докторы проф.ассист.	15.05.2019	
Норма бақылау	Көккөзов Д.Қ. Техника және технология магистрі	15.05.2019	

Ғылыми жетекші  (Мамырбаева К.К.)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  (Рымканова Т.Е.)

Күні " 08 " 10 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмысты орындаған: Рымканова Толғанай, 4 курс студенті.

Дипломдық жұмыстың мақсаты- өнімді ерітінділерден мыс пен темірді бөліп алуға экстрагенттерді таңдау.

Дипломдық жұмыс 30 беттен, 12 кестеден, 11 суреттен, 28 атаудан тұратын пайдаланған әдебиеттен тұрады.

Дипломдық жұмыс- кіріспеден, 4 бөлімнен (әдеби шолу, тәжірибелік, экономикалық және қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі), қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Кіріспеде таңдап алынған тақырыптың өзектілігі ашылады, және мақсаты мен міндеті жазылды. Мыс және темір иондарын LIX 860N-IC және Acorga 5640 экстрагентімен бөліп алуға қышқыл концентрациясының, ортаның рН мәнін, фазалардың бөліну уақытын, органикалық және сулы фазалар қатынасың процеске әсер ету нәтижелері келтірілді.

Сонымен қатар, жұмыста қоршаған ортаны қорғауға қатысты және зерттеуге жұмсалатын экономикалық көрсеткіштер мен іс-шаралар қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Выполнена дипломная работа: Рымканова Толганай, студентка 4 курса.

Целью дипломной работы является отбор экстрагентов для разделение ионов меди и железа из продуктивных растворов.

Дипломная работа состоит из 30 страниц, 12 таблиц, 11 рисунков и состоит из 28 наименований использованной литературы.

Дипломная работа состоит из введения, четырех глав («Литературный обзор», «Экспериментальная часть», «Экономическая безопасность» и «Охрана труда»).

Во вступительном повествовании раскрывается актуальность выбранной темы, а также записывается цель и задание. Приведены результаты воздействия концентраций кислот на извлечение ионов меди и железа экстрагентом LIX 860N-IC и Acorga 5640, значения pH среды, времени выделения фаз, на процесс в отношении органической и водной фаз.

В то же время работа была сосредоточена на показателях и видах деятельности в области охраны окружающей среды и экономических показателей.

ANNOTATION

Completed thesis: Rimanova Tolganai, 4th year student.

Purpose of the thesis is selection of extracts of copper and iron from productive solutions.

The thesis consists of 30 pages, 12 tables, 11 figures and consists of 28 titles of literature.

The thesis consists of an introduction, four chapters ("Literary review", "Experimental part", "Economic security" and "labor Protection").

In the introductory narrative reveals the relevance of the chosen topic, as well as the purpose and task. The results of the influence of acid concentrations on the extraction of copper and iron ions by the extractant LIX 860 IS and Acorga 5640, the pH of the medium, the time of phase release, the process with respect to organic and aqueous phases are presented.

At the same time, the work focused on indicators and activities in the field of environmental protection and economic indicators.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
	Әдебиеттің аналитикалық шолуы	
1	Негізгі бөлім - мыс пен темірді өнімді ерітінділерден бөліп алуға критикалық шолу	10
1.1	Мыс және темірдің қолданылуы	10
1.2	Мыс кентастары	11
1.3	Мыс кендерін гидрометаллургиялық процестермен өңдеу	12
1.4	Кенді кешенді өңдеу кезінде мыс пен темірді бөліп алу.	16
1.5	Хелат түзуші реагенттермен мыс экстракциясын зерттеу	16
1.6	Мыс, темірді әр түрлі экстрагенттермен бөліп алу	17
2	Тәжірибелік бөлім	19
2.1	Зерттеулерді жүргізуде қолданылған реагенттер мен құрал жабдықтар.	19
2.2	Мыс пен темірге экстрагент таңдау бойынша эксперименталды зерттеулер	19
2.2.1	Термодинамикалық талдау	20
2.3	Мыс пен темір иондарының бөліну процесі бойынша эксперименттік бөлім	23
3	Экономикалық бөлім	27
4	Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	31
	Қорытынды	33
	Пайдаланған әдебиеттер тізімі	34

Кіріспе

Мыс алудың гидрометаллургиялық тәсілдерімен кен шикізатының кез-келген түрін өндіруге тиімді. Гидрометаллургиялық әдісті әдетте тотыққан кендерден немесе алдын ала күйдірілген сульфидті кендерден мыс алу үшін қолданылады. Гидрометаллургиялық процестерді қолдану экологиялық тұрғыдан айтарлықтай қауіпсіз, өйткені қоршаған ортаны ластайтын зиянды қалдықтар бөлмейді.

Еріткішті таңдау барысында бірқатар талаптар ескеріледі. Олардың негізгілері болып еріткіштің арзандығы, қолжетімділігі, эффективтілігі болып табылады. Мыс шикізатына қатысты осы талаптарға сәйкес су және күкірт қышқылы мен үш валентті темір сульфатының ерітінділерін барынша қанағаттандырады.[1]

Байыту процесінде нашар бөлінетін металдарды кеннен гидрометаллургиялық әдіспен бөліп алу тиімді болып саналады. Гидрометаллургиялық әдіс- таза өнім алуға мүмкіндік береді және қоршаған орта мен адамға зияны өте аз болып табылады. . Гидрометаллургиялық өндеудің тағы бір тиімділігі отынға немесе отқа төзімді материалдарға шығынның аз болуы. [2]

Дипломдық жұмыстың мақсаты- өнімді ерітінділерден мыс пен темірді бөліп алуға экстрагенттерді таңдау.

Осы мақсатты орындау үшін келесідей міндеттер қойылды:

- мыс пен темірді бөліп алуға экстрагенттерді таңдау барысында әдеби шолу және таңдалған әдебиеттерді негіздеу;
- мыс экстракциясына (НСС бағдарламасы арқылы) термодинамикалық талдау жасау;
- экстракциялау эксперименттерін жүргізу;
- кешенді қосылыстардың түзілуіне әсер ететін факторларды зерттеу эксперименттерін жүргізу;
- экономикалық есептер жүргізу;
- қоршаған ортаны қорғау іс-шараларын қарастыру;
- алынған нәтижелерді өңдеу, есептеу, диаграммаларды тұрғызу.

Жұмыстың жаңалығы: Кедей түсті металдардың кендерін шаймалаумен алынған өнімді ерітіндіні LIX 860N-IC және Acorga 5640 экстрагенттерімен, мысты бөліп алу мүмкіндігі болып табылады.

Дипломдық жұмыстың тақырыбы бойынша зерттеулер Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетіндегі «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханаларында жүргізілді.

1 Негізгі бөлім – мыс пен темірді өнімді ерітінділерден бөліп алуға критикалық шолу

1.1 Мыс және оның қолданылуы

Мыс ауыр түсті металл. Адамдарға ерте заманнан бері еңбек құралдарын, қару-жарақ, әшекейлі заттар мен тұрмыстық бұйымдар жасау барысында қолданылған. Д.И. Менделеев периодтық жүйесінде мыс I топтың 4-ші периодында орналасқан, реттік нөмері-29. Мыс I топта орналасқандықтан валенттілігі I. Жер қыртысындағы массасы бойынша мөлшері 4,7.10–3 пайыз. Пластикалық қызыл түсті металл, тығыздығы 8,94 г/см³, балқу температурасы 1084,5 °С, қайнау t 2540 °С, тотығу дәрежесі +1, +2, атомдық салмағы 63,6. Мыстың созылғыштық сияқты құнды механикалық ерекшеліктері бар. Құрғақ ауадағы бөлме температурасында тотықпайды. Қыздырғанда ауада CuO және Cu₂O-ға дейін тотығады, галогендермен, S, Se, HNO₃, H₂SO₄-пен әрекеттеседі. Аммиак, цианидтермен, тағы басқа . кешенді қосылыстар түзеді. Сульфид концентратын балқытып, одан түзілген мыс штейнін қара мысқа дейін тотықтырып, оны жалынмен не электролиттік әдіспен тазарту арқылы; гидрометаллургиялық әдіс – құрамында мысы бар минералдарды күкірт қышқылымен (немесе NH₃ерітіндісімен) өңдеп, одан әрі электролиздеу арқылы алады.

Мыстың сипатталған сипаттамалары оны қолданудың көптеген бағыттарына әкеледі. Мыс пен оның қосылыстары негізгі тұтынушылары болып табылады:

- 1) электротехника және электроника (сымдар, кабельдер, мотор орамдары, шиналар, электрондық құрылғылар, және тағы басқа);
- 2) машинажасау (жылу алмастырғыштар, және тағы басқа)
- 3) транспорт (теміржол вагондарының бөліктері мен компоненттері, машиналар, самолеттер, тракторлар)
- 4) құрылыс материалдары (шатыр, сәндік архитектуралық әшекейлік бөлшектер)
- 5) химиялық өнеркәсіп (тұз, катализаторлар өндіру)
- 6) тұрмыстық техника (сағат бөлшектері, ыдыс-аяқ, тоңызытқыш бөлшектері және тағы басқа).[3]

Темір- жылтыр, күміс түстес ақ металл, оның тығыздығы 7,87 г/см³. Балқу температурасы жоғары- 1539 °С. Темір иілімді, магниттелетін және оны жоғалтатын қасиетке ие, сондықтан темірді техникада кеңінен қолданады. Электромагнит трансформаторларының өзекшелерін, мотор, микрофон мембранасын жасауда және тағы басқа кеңінен қолданады.[4]

1.2 Мыс кентастары

Мыс полиметалдық кен болып табылады. Мыстың монометелдық кені табиғата кездеспейді.

30-ға жуық элемент руда шикізатындағы мыстың бағалы серіктесі болып табылады. Оларға: қорғасын, никель, кобальт, алтын, күміс, күкірт, селен, теллур және тағы басқа. Мыс кендерінде көрсетілген барлық элементтердің бір мезгілде болуы міндетті емес, бірақ олардың барлығы әртүрлі комбинацияларда кендердің белгілі бір түрлерінде кездеседі.

Мыс өндірісінде кеннің барлық түрлері қолданылады: сульфидті, тотыққан, аралас, және самородок. Бірақ, негізгі болып сульфидті кен қолданылады. Сульфидті рудадан мыстың бастапқы 85-90 пайызы балқытылады.

250-ден астам мыс минералдары белгілі. Мыс өндірісі үшін ең ірі өнеркәсіптік құндылық құрамында мыс бар минералдар болып табылады. Төменде өндірістік маңызы бар мыс минералдары келтірілген.

1 кесте - Мыс минералдары

Минерал аты	Формула	Құрамындағы мыс пайыз
Халькопирит	CuFeS_2	34,5
Ковеллин	CuS	66,4
Халькозин	Cu_2S	79,8
Борнит	Cu_5FeS_4	63,3
Малахит	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	57,4
Азурит	$\text{CuCO}_3 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$	55,1
Куприт	CuO	88,8
Хрикозола	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	36,2

АҚШ-та 1970 жылға дейін құрамында 0,59-0,6 пайыз мысы бар кенді өнеркәсіп үшін жарамсыз деп санап келген. Қазіргі кезде оның құрамында 0,25-0,3 пайыз мысы бар кенді өнеркәсіпте пайдалануға болады деп санауда. Қазіргі практикада әдетте құрамында 0,8-1,5 пайыз Cu , ал кейде одан да жоғары кендер өндіріледі, өндірісте 0,4-0,5 пайыз болады. Мыс минералдарымен қатар басқа ауыр металдардың сульфидтері үлкен немесе аз мөлшерде кеннің құрамында кездеседі. Олар: мырыш, қорғасын, никель және темір. Темір дербес түрінде де, халькопирит және борнит түріндегі кешенді сульфид түрінде кеннің құрамында кездесуі мүмкін.

ТМД-да мыс өндіретін көптеген ірі кен орындары базасында Нориль, Жезқазған, Балқаш және Алмалық тау-кен металлургиялық комбинаттары жұмыс істейді. Мыс өндірісінде Орал маңызды орын алады, онда бірнеше мыс балқыту және мыс рафинерлеу кәсіпорындары орналасқан. Қазақстандағы мыс

кендерінің ірі кен орындарына Жезқазған, Қоңырат, Ақтоғай, Жаманайбат, тағы басқа жатады [5]

1.2 Мыс кендерін гидрометаллургиялық процестермен өңдеу

Мыс кенін гидрометаллургиялық процестермен өңдеу, көбінесе оның құрамындағы тотыққан мыс минералдарына қолданылады. Гидрометаллургиялық әдістермен кен үйінділері мен құрамында мысы аз жыныстардан мыс алуды табысты түрде жүзеге асыруға болады. Гидрометаллургиялық әдістер сондай-ақ сульфидті кендермен концентраттарды өңдеу үшін қолданады.

Мысты үймелік әдіспен сілтісіздендіруде кен минералдары мен жыныстарың құрамына қарай әртүрлі еріткіштерді, күкірт қышқылын және аммиак еріткіштерін жиі қолданады. Күкірт қышқылын мысты тотыққан кендерден шаймалау үшін қолданады, өйткені ол мысты тотыққан барлық қоспалардан бөліп алып, күкірт қышқылды мыс түзеді.

Бұл ретте төменгі реакциялар жүреді:

2 кесте - Тотыққан мыс кендерінің еру процесі

Атауы	Химиялық реакциясы
Малахит	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{CuSO}_4 + \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
Куприт	$\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 0.5\text{O}_2 = 2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cu} + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Хризосола	$\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SiO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Сульфидті минералдардың еру процесі реакция өтетін ортаға ерітілген күйде сілтісіздендірудің ерітінділерімен бірге кейін түсетін оттегінің әсерімен жүзеге асады:

3 кесте - Сульфидті мыс минералдарының еру процесі

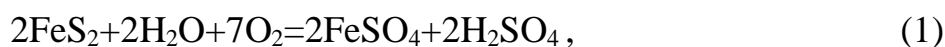
Атауы	Химиялық реакциясы
Халькопирит	$\text{CuFeS}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}_2$
Борнит	$\text{Cu}_3\text{FeS}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{O}_2 = 3\text{CuSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{S}_2$
Халькозин	$\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$

Мыс минералдарынан мыстың тотыққан формалары (малахит, куприт, хризосола) оңай ериді де, халькопирит, халькозин, борнит сияқты түрлері оңай

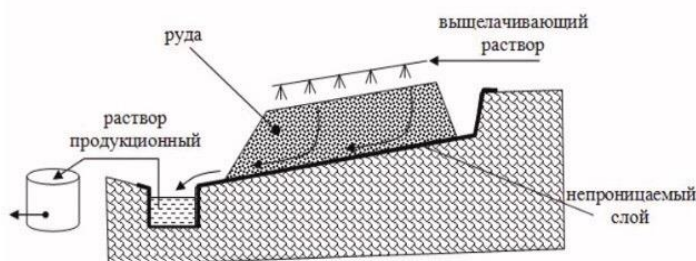
ерімейді. Мыс корбанаттарының кенін сілтісіздендіру үшін аммиак ерітінділерін қолданады.

Мыс кендерін шаймалау кезінде құрамы күрделі өнімді ерітінділер алынады. Мысты гидрометаллургиялық әдіспен өңдеу саласында үймелік және жерасты шаймалау әдістері негізгі бағыт болып саналады. Мыстың 10 пайыздан астамы үймелік бактериалдық сілтісіздендіру әдісімен алынады, жерасты сілтісіздендіруге көп шығын кетеді. Құрамында мыс бар тотыққан кендерді үймелік әдіспен шаймалау экономикалық жағынан тиімді, өйткені оның құрамында 0,2 пайыз мыс бар жарамсыз деп табылған тотыққан кендерді де пайдалануға мүмкіндік туады. Шетел кәсіпорындарында үймелік шаймалау әдісімен 300 мың тоннадан астан мыс өндіріледі. Мысты жерасты және үймелеп шаймалау-күкірт қышқылының, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, көмірқышқыл, аммоний немесе NH_4OH ерітінділерімен және сирек цианидті ерітінділермен жүзеге асырылады. Сондықтан мыс тиісті қосылыстар түрінде алынады: CuSO_4 , $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{CO}_3$ және сирек $\text{NaCu}(\text{CN})_2$ түрінде және ерітіндіде Cu^{2+} , $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^+$ катиондары немесе $\text{Cu}(\text{CN})_2$ аниондары түрінде болады. [6]

Үймелік шаймалау әдісі. Үймелеп шаймалау құрамында 0,1-0,3 пайыз Cu бар, ескі және жаңа карьерлер мен кедей ірі кесекті кендерден (үйінділерден) табылған жерде мыс алу үшін қолданылады. Негізгі еріткіш ауа мен судың пиритке әсері кезінде пайда болатын үшвалентті темір сульфатының сұйылтылған қышқыл ерітіндісі болып табылады:



Үймелеп шаймалау кезінде реагенттер ретінде минералды (күкірт, азот, тұз) және органикалық (мысалы сірке суы) қышқылдарының, соданың, аммоний тұздарының сулы ерітінділерін қолданады.

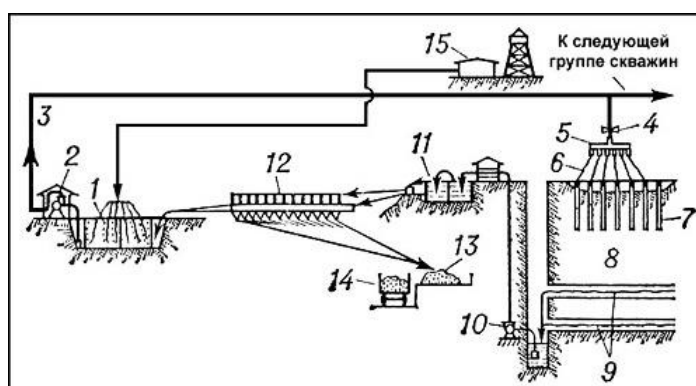


1 сурет - Үймелік шаймалау әдісі

Үймелеп шаймалау кезінде алынған ерітінділерде 0,3-3,0 г/л мыс болады. Бұл әдіс Балқашта кеңінен қолданылады. [7]

[8] Сульфидті материал кен массасында сульфидті күкірттің және ондағы мыстың (5-20) : 1 - ге тең ара қатынасын қамтамасыз ететін мөлшерде орташа қабат ретінде төгіледі, сульфидті материалдың шекарасы үйіндінің бетінен 8 м аспайтын тереңдікте орналасады және үйіндіні күкіртқышқылды ерітінділермен суарады. Алынған нәтиже: эксперимент нәтижелері көрсеткендей, алынған қарым-қатынасты тиімді деп есептеуге болады. (5:1) - (20:1) және 21:1, онда бактериялық-химиялық процестер үшін ең жақсы жағдайлар жасалады және мысты сілтілеу қарқындылығы 0,5-0,58 пайызға дейін жоғарылайды.

Жерасты шаймалу. Қазатомөнеркәсіп қолданатын жер асты ұңғымалы шаймалау әдісі қоршаған ортаға ешқандай теріс ықпалын тигізбейді. Бұл процесті шахталық жер қойнауларында жүргізеді. Жерасты шаймалау өзен суымен, айналым ерітінділерімен және кен суларымен жүргізілуі мүмкін. Ерітіндіге қол жеткізу үшін оларға ұңғымалар орнатылады. Бұл процес өте баяу жүреді және бірнеше жылдарға созылуы мүмкін. Құрамында 1,8-2,5 г / л Си бар жер асты сілтісіздендіру ерітінділерін төменгі қазбаларда жинайды және жер бетіне шығарады.



2 сурет - Жерасты шаймалау процесі

1-бактериялық қалпына келтіру тоғаны; 2-насос қондырғысы; 3-еріткішті жеткізуге арналған құбыр; 4-задвижка; 5-коллектор; 6-шлангі; 7-ұңғымалар; 8-рудалық паст; 9-шахтаның көкжиектері; 10- цементтеуге байытылған ерітінділерді беруге арналған сорғы; 11-тұндырғыш; 12- цементация қондырғысы; 13- кептіргіш; 14- көліктік арба; 15- компресорлық станция.

Соңғы жылдары темірі бар сульфатты ерітінділермен шаймалау үрдісін күшейту үшін табиғатта кең таралған бактериялардың кейбір түрлері жиі қолданылады. Бактериялар реакцияға тек катализатор ретінде қолданылады.



[10] Электрохимиялық өңдеуден өтіп рН дәрежі - 2,2-2,5 және тотығу тоқсыздану потенциалы 600-700 мВ, құрамындағы қышқыл ерітінді мөлшері 11-24 мг/л материалды шахмалық сумен суландыру, еркін оттегімен аэрациялау-құрамында тотыққан және аралас мыскендері бар өнімді шаймалау әдісі болып табылады.

Мыскентастарын қышқыл ерітінділерімен шаймалау әдісі белгілі, бұл әдісте кедей ерітіндіні шаймалау агентімен күшейтіп, шаймалауды тотығу-тотықсыздану потенциалы үшін бірнеше сатыда ерітінділермен жүргізеді.[11] Тәсілдің кемшілігі оның төмен тиімділігі және сілтілеу ерітіндісін дайындау күрделі жүйесі болып табылады.

Құрамында сульфид бар полиметалл кендерін жер астында шаймалау тәсілі белгілі. Экзотермиялық реакцияның 50-60° дейін нәтижесінде кенді қыздырғаннан кейін ауа беруді тоқтатады және натрий хлориді қосылатын шаймалау агентін беруді бастайды. Сілтісіздендіру өнімді ерітінділерде полиметалл концентрациясының ең аз рұқсат етілген төмендеуіне дейін жүргізіледі [12]. Бұл әдістің кемшілігі оның тиімділігінің төмендігі және сілтілеу ерітіндісін дайындау жүйесі күрделі болып табылады.

Еркін оттегімен аэрациялау, шахталық сулармен суару, нақтырақ айтқанда тотыққан және аралас кендерді шаймалау арқылы өнімді алу әдісі жақын. Еркін оттегі ретінде сұйық оттегі немесе оттегімен байытылған сұйық ауа қолданылады, олар сілтісіздендіру материалынан арнайы құбырлар арқылы құйылады [13]. Тәсілдің жеткіліксіздігі өнімді ерітіндіге мысты толық шығармау және кен материалын аэрациялаудың арнайы қымбат жүйесі есебінен оның тиімділігі төмен болып табылады.

Шаймалау келесі жағдайлар бойынша жүргізіледі: Бастапқы шахталық су рН=2,9-4,0, тотығу-тотықсыздану потенциалы 400 ден 500 мВ арасында және ерітілген қышқыл мәні 6 дан 7 мг/л-ге дейін. РН, тотығу-тотықсыздану потенциалы және электролиз өнімдеріндегі ерітілген оттегінің концентрациясын бақылай отырып, диафрагмасыз типті аппаратта электрохимиялық өңдеуден кейін шахталық суларында рН=2,2-2,5, потенциалы 600-ден 700 мВ-ге дейін және 11-ден 24 мг/л-ге дейін ерітілген оттегінің құрамы болды. Келесі, өңделініп алынған сумен суаруға жібереді. Шаймалау мына қатынаса жүреді К:С= 1:1:1,5. Сілтісіздендіру уақыты 4 сағаттан аз болмауы қажет. Сілтілеу нәтижесінде 1700 мг/л дейін ерітіндіге мыс алынады. Қорыта келгенде, мыс кендерін шаймалауда құрамына мыспен қатар темір иондары бар өнімді ерітінділер алынады. Содан кейін ол ерітінділер мысты бөліп алуға жіберіледі.

Кенді шаймалаудан кейін ерітінділерден мысты бөліп алу- цементтеу, сорбция және экстракция әдістерімен жүзеге асырылады.

Қазіргі кезде мыстың өнімді ерітінділерінен металдарды селективті бөліп алу үшін сұйықтық экстракция процесі тиімді болып саналады.

Сұйықтық экстракция – бұл затты, атап айтқанда металдар иондары мен қосылыстарын, сулы фазадан, сумен араласпайтын сұйық органикалық фазаға бөліп алу процесі. *Реэкстракция деп аталатын*, келесі операциямен экстракцияланған металды қайтадан органикалық фазадан сулы ерітіндіге

өткізеді, осы арқылы металдың шоғырландырылуы және қоспалардан тазартылуы жүреді. Экстрагент- органикалық фазада еруге қабілеті бар, кешенді немесе тұзды қосылыстар түзейтін органикалық зат. Экстрагенттерге органикалық қышқылдар, спирт, эфир, кетон, аминдер жатады. Экстрагенттік еріткіштерге- керосин, ксилол, хлороформ, және тағы басқа жатады.[14]

1.4 Кенді кешенді өңдеу кезінде мыс пен темірді бөліп алу.

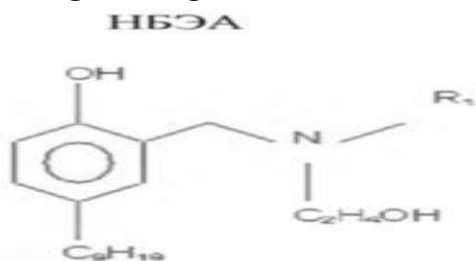
Түсті металдарды көбінесе сульфидті түрде кездесетін кен шикізатынан өндіреді. Кен үнемі кешенді түрде болады, құрамында басқа түсті металдардан басқа мыстың халькопирит минералы және темірдің пирит, пирротин минералдары жиі кездеседі.

[15] жұмыста мыс және темір иондарын сулы ерітіндіден олеин қышқылы мен триэтанолалин қоспасы, бастапқы концентрациясы 0.67-0.81 пайыз г/дм³, 1.09-1.24 г/дм³ арқылы селективті бөліп алды. Бұл экстрагенттерді таңдаған себебі, металл иондарының комплекстүзуші ретінде, олеин қышқылының және триэтаноламин азотының карбоксил топтарының оттегі атомы арқылы органикалық лигандтармен байланысты жүзеге асыру мүмкіндігімен байланысты. Олеин қышқылы мен триэтаноламинді 2:1 көлемдік қатынаста алды.

Керосиндегі триэтаноламин мен олеин қышқылы қоспасымен темір мен мыс тұздары қоспасының су ерітіндісінен Fe (III) иондарын таңдап алу экстракцияын рН = 5, С:О = 3 және t = 40 °С, темір мен мысты бірге алуды рН = 7, С:О = 3 және t = 40 °С кезінде жүзеге асыру керек.

1.5 Хелат түзуші реагенттермен мыс экстракциясын зерттеу

Жұмыста бұрын қолданылмаған НБЭА-2(N-(2-гидрокси-5-нонилбензил)-β-гидроксиэтилметиламин) реагентін қолдану арқылы мыс құрамында ион алмасу тепе-теңдігін зерттеу нәтижелері келтірілген:



3 сурет - Реагенттің жалпы формуласы.

Зерттеулерді орындау кезінде экстракцияны жүргізудің мынадай технологиялық шарттары қарастырылды: ортаның рН, экстракция ұзақтығы және бөлме температурасында органикалық және су фазаларының арақатынасы.

Мыс экстракциясын зерттеу НБЭА-2. Мыс рН (2-11) ауқымында 95-99 пайыз-ға дейін экстракциялана алады. рН ортасының өсуімен фазаларды бөлу уақыты ұлғаяды, бұл тиімсіз болып табылады, себебі экстрагенттің және экстракцияланатын металдың елеулі шығындарына әкелуі мүмкін. Сондықтан, ары қарай процесті су рН мәні 2-4 аралығында, органикалық және су фазасы мен бөлме температурасының 1:1 ара қатынасында жүргізді. Сонымен бірге фазаны бөлу уақыты 5-6 минутқа жетті.

НБЭА-2 олигомерін реагентпен экстракциялау кезінде мыс шығаруға фазалардың арақатынасының әсерін зерттеу рН-6 кезінде жүргізілді, процестің ұзақтығы 10 минут, су ерітіндісіндегі мыстың бастапқы концентрациясы 5 г/л. Фазалар арақатынасын $V_{o.f}: V_{v.f} = 1:1$ ден 1:10 дейін өзгертіп отырды.

Органикалық фазаның көлемінің азаюымен рафинаттың рН бірлікке дерлік түседі, бұл органикалық фазаның мыспен қанығуы туралы және оның құрамының рафинаттың рН-на аз әсер етуі туралы айтуға болады. Алынған деректер негізінде мыс алу дәрежесі фазалар көлемінің арақатынасына тікелей байланысты, және сулы фазаның көлемінің ұлғаюымен мысы алу 10 пайызға дейін төмендейді (98,62 пайыздан 88,61 пайызға дейін). Сонымен қатар органикалық фазадағы мыс концентрациясы 45 г/л жуық шамаға жетеді, бұл электролиз немесе химиялық тұндыру үшін жарамды бай рэкстактілерді алу мүмкіндігін көрсетеді. Су фазасының көлемі органикалық көрсеткішпен салыстырғанда 2 еседен артық өскен кезде аралық үшінші фазаның пайда болуы орын алады, бұл экстракция кезінде тиімсіз болып табылады және экстрагенттің едәуір жоғалуына әкелуі мүмкін.

1.6 Мыс, темірді әр түрлі экстрагенттермен бөліп алу

Шаймалаудан кейінгі ерітінділерде міндетті түрде мыспен қатар темір иондары кездеседі. Оларды селективті бөліп алу мыс гидрометаллургиясындағы маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Өйткені экстракциядан кейін мыс сульфаты ерітіндісі электролиз сатысына жіберіледі. Электролиз кезінде электролит ерітіндісіндегі қоспа иондар мыстың катодтық тұнуына кері әсерін тигізіп, деполяризация құбылысының пайда болуына әкеледі. Соның салдарынан катодта мыспен қатар қоспа элементтер, әсіресе темір иондары да тұнып, тазалығы төмен мыс металы алынады.

Көптеген зерттеулер өнімді ерітінділерді экстракциямен тазарту және байыту кезінде мыс пен темірді селективті бөліп алу үшін тиімді экстрагентті таңдау басты мәселе болып табылатындығын анықтады.

Бұл жұмыста [17] бастапқы концентраттары мыс-2,4, никель-1,1, темір-0,07 10пайыздық LIX984N экстрагенті арқылы мысты ерітіндіден селективті бөліп алу нәтижелері қарастырылды. Экстракция процесінің көрсеткіші сұйылтқышқа байланысты. Гептан, гексан, диметилотан сұйылтқыштары пайдаланылды және ең үздік көрсеткіш көрсеткен н-гексан болып табылды. Экстракцияны ЭЛ-1 маркалы экстракторда, рН-ы 1,5; 2,5; 3,5; 4 кезінде, органикалық және су фазаларының қатынасы 1:1, температурасы 20°C, араластыру уақыты 1000 айн/мин, тұндыру уақыты 300 с кезінде жүргізді.

Резекстракцияны ЭЛ-1 маркалы экстракторда концентрациясы 200 г/дм^3 күкірт қышқылымен жүргізді. Гексан және керосин сұйытқыштары арқылы 94-96 пайызға дейін мыстың органикалық фазаға жүруі орындалды. О-ксилол, бутанол-2, изобутилен мыстың жеткілікті бөлінуін қамтамасыз етпеді.

2. Тәжірибелік бөлім

2.1 Зерттеулерді жүргізуде қолданылған реагенттер мен құрал жабдықтар.

Реагенттер:

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - мыс купоросы

H_2SO_4 – күкірт қышқылы

NaOH - натрий гидроксиді

$\text{FeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – темір купоросы

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -натрий тиосульфаты

KI-калий иодиді,

крахмал

Органикалық реагенттер:

Экстрагент - LIX 860N-IC

Экстрагент- Acorga 5640

Экстракциялық сұйылтқыш – Escaide 110

Зерттеулерде қолданылған құрал-жабдықтар:

pH метр – И-160;

экстрактор – Эл-1

араластырғыштар –

спектрометр – ПЭ 5300ви

таразылар- SHIMADZU AX 200

2.2 Мыс пен темірге экстрагент таңдау бойынша эксперименталды зерттеулер

Экстракциялық әдістің негізіне ортада практика жүзінде ерімей, ерітінді көлемінде өз алдына жеке қабат болып бөлінетін бірсыпыра органикалық қосылыстардың мыс иондарымен тұрақы комплекстер түзетін мүмкіндіктер жатады. Мысы бар (органикалық) фазаларды қышқыл ерітінділерімен өңдегенде металорганикалық комплекстер ыдырап, концентрацияланған мыс ерітінділері алынады да, экстракциялайтын фазалар регенерацияға ұшырайды.

Мыс алу үшін мына экстрагенттер қолданылады.

- азоты бар (негізінен аминдер)
- бейтарап органофосфорлық қосылыстар (трибутилфосфат)
- Алкилфосфорлы қышқылдар
- Карбоксил тобы бар қышқылдар (нафтендіктер)
- Майлы қышқылдар және олардың қышқылдары
- Аралас реагенттер (спирттер, эфирлер, кетондар)

Зерттеулер барысында негізгі экстрагенттер ретінде мына реагенттер алынды:

LIX 860N-IC – 5 нонил салицилальдоксим болып табылады, оны қасиеттері келесідей:

Ең жоғары мыс жүктемесі 5,5 г/л Cu-ден 5,9 г / л-ге дейін

Экстракция кинетикасы ≥ 95 пайыз (30 секунд)

Cu/ Fe селективтілігі ≥ 2500

Таза мыс ≥ 2.00 г / л

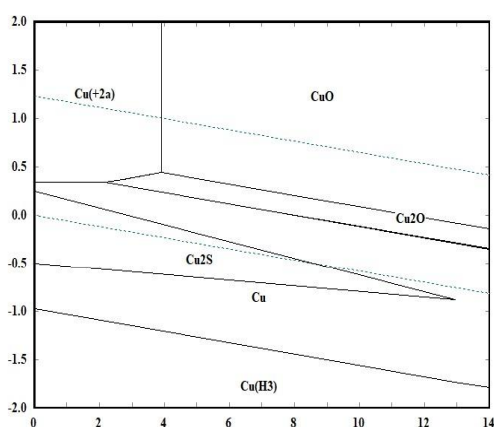
Резекстракция кинетикасы ≥ 95 пайыз (30 секунд)

Фазаларды бөлу ≤ 80 с

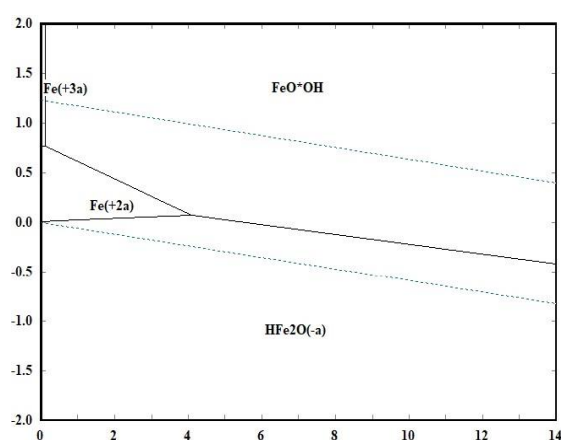
Asorga экстрагенті – әлемдегі ең ірі мыс өндіріс орындарында қолданылады. Бұл экстрагент Cu органикалық фазаға жоғары тасымалдануын, селективтілігін қамтамасыз етеді және физикалық қасиеттері жағынан қауіпсіз болып табылады.

2.2.1 Термодинамикалық талдау

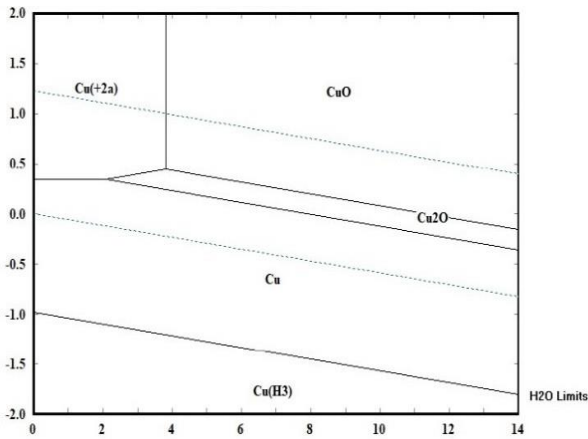
Металдардың сулы ерітінділердегі беталыстарын анықтау үшін алдымен термодинамикалық талдаулар жүргізілді.



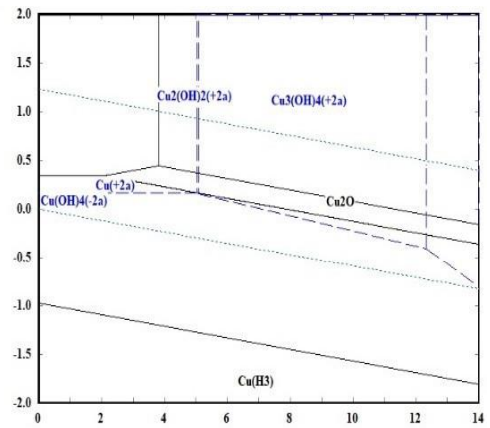
4 сурет - Cu – S – H₂O 25⁰C-ғы жүйесі. Диаграммада рН-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен -1 арасында Cu(H₃) түзіледі. РН-ы 0-14 арасында потенциалы -1 мен -0,5 аралығында Cu түзіледі. РН-ы 0-13 арасында потенциалы -0,5 пен 0,25 арасында Cu₂S түзіледі. РН-ы 0-4 потенциалы 0,25-2 арасында Cu(+2a) түзіледі. РН-ы 4-14 аралығында потенциалы 0,25-2 арасында CuO түзіледі.



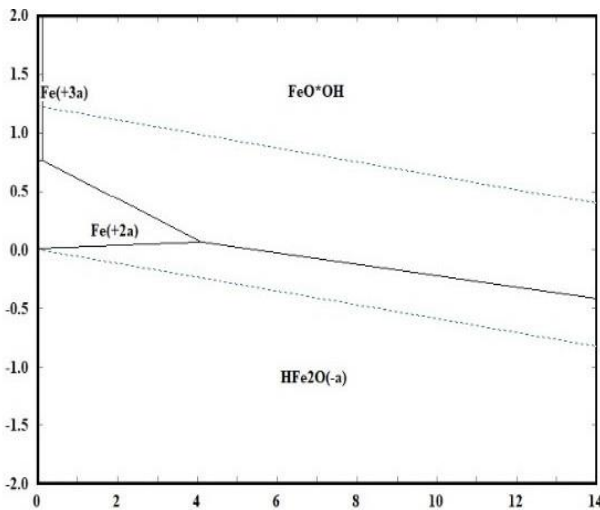
5 сурет - Fe – S – H₂O, 25⁰C-ғы жүйесі. Диаграммада рН-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен 0 арасында HFe₂O(-a) түзіледі. РН-ы 0-4 арасында потенциалы 0-0,75 аралығында Fe(+2a) түзіледі. РН-ы 0-14 арасында потенциалы 0-2 арасында FeO•OH түзіледі.



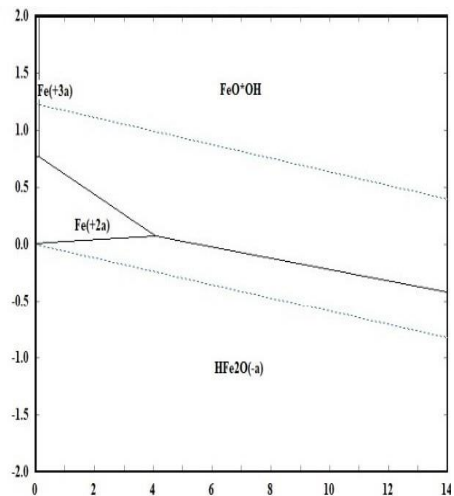
6 сурет - Cu-H₂O, 25⁰C-дағы жүйесі. Диаграммада рh-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен -1 арасында Cu(H₃) түзіледі. Ph-ы 0-14 арасында потенциалы -1 мен -0,5 аралығында Cu түзіледі. Ph-ы 0-13 арасында потенциалы -0,5 пен 0,25 арасында Cu₂S түзіледі. Ph-ы 0-4 потенциалы 0,25-2 арасында Cu(+2a) түзіледі. Ph-ы 4-14 аралығында потенциалы 0,25-2 арасында CuO түзіледі.



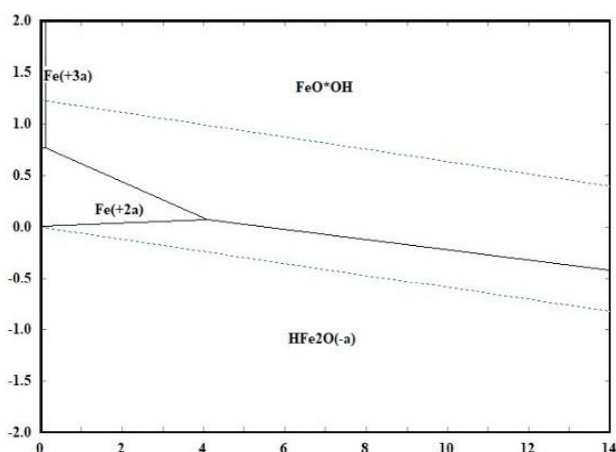
7 сурет - Cu-Cl-H₂O 25⁰C жүйесі. Диаграммада рh-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен -1 арасында Cu(H₃) түзіледі. Ph-ы 0-14 арасында потенциалы -1 мен 0,25 аралығында Cu(OH)₄(-2a) түзіледі. Ph-ы 0-14 арасында потенциалы 0,25 пен 2 арасында Cu₂(OH)₂(+2a) түзіледі.



8 сурет - Fe-H₂O 25⁰C-тағы жүйесі. Диаграммада рh-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен 0 арасында HFe₂O(-a) түзіледі. Ph-ы 0-4 арасында потенциалы 0-0,75 аралығында Fe(+2a) түзіледі. Ph-ы 0-14 арасында потенциалы 0-2 арасында FeO•OHTүзіледі.



9 сурет - Fe-S-H₂O 25⁰C-тағы жүйе. Диаграммада рh-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен 0 арасында HFe₂O(-a) түзіледі. Ph-ы 0-4 арасында потенциалы 0-0,75 аралығында Fe(+2a) түзіледі. Ph-ы 0-14 арасында потенциалы 0-2 арасында FeO•OHTүзіледі.



10 сурет - Fe-Cl-H₂O 25⁰C-тағы жүйесі

Диаграммада рН-ы 0-14 аралығында потенциалы -2 мен 0 арасында HFe₂O(-а) түзіледі. РН-ы 0-4 арасында потенциалы 0-0,75 аралығында Fe(+2а) түзіледі. РН-ы 0-14 арасында потенциалы 0-2 арасында FeO•ОН түзіледі.

4 кесте - CuO+H₂SO₄=CuSO₄+H₂O реакциялық талдауына термодинамикалық көрсеткіштер.

T К	ΔH kJ	ΔS J/K	ΔG kJ	K	Log(K)
298.150	-86.023	-20.440	-79.929	1.010•10 ¹⁴	14.004
308.150	-86.097	-20.684	-79.723	3.27•10 ¹³	13.515
318.150	-86.178	-20.942	-79.515	1.138•10 ¹³	13.056
328.150	-86.264	-21.208	-79.605	4.214•10 ¹²	12.625

Жүргізілген термодинамикалық есептердің нәтижесінде белгілі болғандай, мыс оксидін күкірт қышқылымен шаймалау процесі бөлме температурасында да жақсы жүреді. Есептеу нәтижесінде белгілі болғандай температураның 55⁰C-қа дейін өсуі процестің термодинамикалық мүмкіншілігіне қатты әсер етпейді. Температуралардың 25⁰C-тан 55⁰C қа дейін өсуі кезінде энтальпия өзгерісі - 86,023 тен -86,264 ке дейін өзгереді.

5 кесте - FeO+H₂SO₄=FeSO₄+H₂O реакциясына термодинамикалық талдау.

T К	ΔH kJ	ΔS J/K	ΔG kJ	K	Log(K)
298.150	-133.419	-23.585	-126.387	1.394•10 ²²	22.144
308.150	-133.549	-24.013	-126.149	2.429•10 ²¹	21.385
318.150	-133.678	-24.425	-125.907	4.715•10 ²⁰	20.673
328.150	-133.808	-24.825	-125.661	1.010•10 ²⁰	20.004

Температуралардың 25⁰С тан-55⁰С қа дейінгі өсуі кезінде энтальпия мәні -133,419 дан -133,678 ке дейін, энтропия мәні -23,585 ден -24,425 ке дейін Гибс энергиясы бойынша -126,387 ден -125,907 ге дейін өзгерді. Нәтижелерге байланысты процесс температураларда жақсы жүрді.

2.3 Мыс пен темір иондарының бөліну процесі бойынша эксперименттік талдау.

Эксперименттік әдіс. рН 1,5; 2,0; 3,0; 3,5 мәндеріндегі мыс пен темірге арналған экстрагенттің селективтілігін анықтау үшін 25 см³ мөлшердегі 10пайыз-тік Асорга 5640 экстрагентін 5 минут бойы 25 см³ мөлшердегі мыстың - 2г/дм³, темір - 1г/дм³ концентрациясымен, 20⁰С-та мыстың сулы ерітіндісімен араластырылды. Мыс құрамы йодометриялық титрлеу арқылы, ал темір спектрометриялық және атомдық-абсорбциялық талдау әдісімен анықталды. Эксперимент нәтижесіне түзету енгізу мақсатында мыс пен темірдің құрамындағы қышқылдық ерітіндіге реэкстракция процесі жүргізілді. Органикалық фазадағы мыс пен темір концентрациясы металл балансы бойынша анықталды. Мыстың экстракциясы келесі реакциямен жазылады:

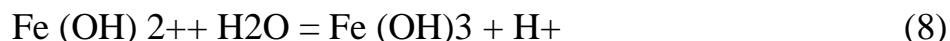
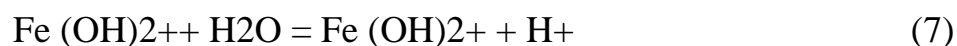


Ал темір иондарының экстракциясы мына реакциямен жазылады:



Экстрагент артық болған кезде радикалдардың бір бөлігі темір иондарына бірігіп кетуі мүмкін, бұл кейін бөліністерге теріс әсер тигізеді. Сондықтан ерітінділерді экстракциялау алдында темірден мұқият тазалау қажет. Ерітіндіні темірден және басқа қоспалардан тазарту үшін құрамында мыс бар күкірт қышқылды бастапқы ерітінді Fe⁺³, Fe⁺² иондарымен қалпына келтіру үшін металл темірмен өңделді. Алынған ерітіндіге натрий гидроксиді қосылды және реакция нәтижесінде тұнған мыс гидроксиді сұйық фазадан қоюландырумен бөлінген. Пульпаны 15пайыз LIX 860N, сұйылтқыш Escaide 110 экстрагентімен экстракциялады. Мыс құрамды органикалық фаза 0,05-0,3 моль/дм³ концентрациялы күкірт қышқылымен өңделді. Құрамында темір мен қоспалар бар су фазасы бөлініп, органикалық фазадан мыс реэкстракциямен алынды. Таза мыс шығару 99,5 пайыз құрады.

Бірақ 3-тен артық рН мәні кезінде ерітінді лайланады, өйткені келесі реакциялар бойынша темір гидратациясы басталады:



pH 4 кезінде темір иондары темір гидроксиді (III) түрінде толық түседі. Алынған нәтижелер көрсеткендей (39-кесте) мыс пен темірдің бөліну дәрежесі ортаның pH жоғарылауымен артады. pH 0,0-ден 3,5-ке дейін жоғарылаған кезде мыс пен темірдің бөліну коэффициенті (α) 1812-ден 1953-ке дейін артады. Бұл ретте рафинаттағы мыстың мөлшері 0,60-тан 0,22-ге дейін, ал алу 85-тен 95 пайыз - ға дейін төмендейді. Темір және мыс иондарын селективті бөлу эксперименттерінің нәтижелері 2.3-кестеде келтірілген

6 кесте – мыс және темір иондарын LIX860-1 экстрагентімен бөліп алу эксперименттері

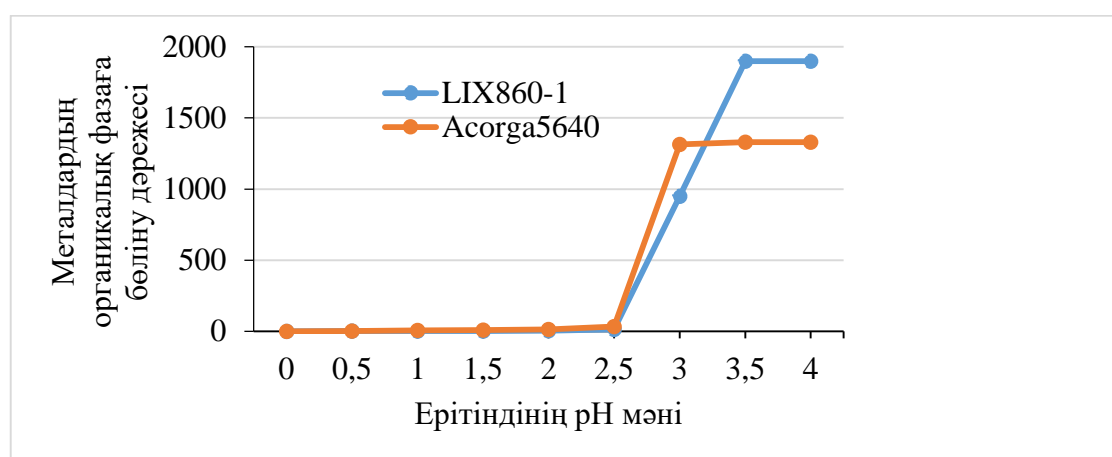
pH	E _{Cu} , пайыз	О.ф.С _{Cu} , г/дм ³	С.ф. С _{Cu} , г/дм ³	D(Cu О.ф. /Cu С.ф.)	E _{Fe} , пайыз	О.ф.С Fe, г/дм ³	С.ф. С Fe, г/дм ³	D(Fe О.ф. / Fe С.ф.)	α (Cu/Fe)
0	0	0	2,00	0,00	5	0,05	0,95	0,053	0,00
0,5	21	0,42	1,58	0,27	11	0,11	0,89	0,124	2,18
1	42	0,84	1,16	0,72	21	0,21	0,79	0,266	2,71
1,5	53	1,06	0,94	1,13	28	0,28	0,72	0,389	3,00
2	69	1,38	0,62	2,23	30	0,3	0,7	0,429	5,00
2,5	86	1,72	0,28	6,14	30	0,3	0,7	0,429	14,00
3	95	1,9	0,10	19,00	2	0,02	0,98	0,020	950,0
3,5	95	1,9	0,10	19,00	1	0,01	0,99	0,010	1900
4,0	95	1,9	0,10	19,00	1	0,01	0,99	0,000	1900

7 кесте – Мыс және темір иондарын Acorga5640 экстрагентімен бөліп алу эксперименттері

pH	E_{Cu} , пайыз	О.ф.С _{Cu} , г/дм ³	С.ф.С _{Cu} , г/дм ³	D(Cu О.ф. /Cu С.ф.)	E_{Fe} , пайыз	О.ф.С _{Fe} , г/дм ³	С.ф.С _{Fe} , г/дм ³	D(Fe О.ф. / Fe С.ф.)	$\alpha(Cu/Fe)$
0	0	0	2	0,00	3	0,03	0,97	0,03	0,0
0,5	15	0,3	1,7	0,18	8	0,08	0,92	0,09	2,3
1	38	0,76	1,24	0,61	17	0,17	0,83	0,20	7,0
1,5	49	0,98	1,02	0,96	19	0,19	0,81	0,23	9,7
2	63	1,26	0,74	1,70	23	0,23	0,77	0,30	13,8
2,5	81	1,62	0,38	4,26	25	0,25	0,75	0,33	34,5
3	93	1,86	0,14	13,29	1	0,01	0,99	0,01	1315
3,5	93	1,86	0,14	13,29	0	0,00	1,00	0,00	1329
4	93	1,86	0,14	13,29	0	0,00	1,00	0,00	1329

Осылайша, жүргізілген эксперименттер 1-ші экстрагенттің 2-ші экстрагентке қарағанда экстракциялық қабілеті жоғары екендігін көрсетті, яғни бірінші экстрагенттің селективтілігі $\alpha(Cu/Fe) = 1900$, ал Acorga5640 экстрагентініңкі $\alpha(Cu/Fe) = 1329$ болды.

Екі экстрагентті салыстыру нәтижесінде 1-ші экстрагенттің селективтілігі жоғары болғандықтан, әрі қарай технологиялық зерттеулерде оны пайдалану тиімді болатындығы тексерілді.



Мыс реэкстракциясы 11 сурет – Екі экстрагенттің Cu/Fe бойынша селективтіліктерінің pH тәуелді өзгеруі

күкірт қышқылының ерітіндісімен жүргізілді (200 г/дм³). Бұл ретте мыс шығару 95 пайызға жетті.

Органикалық фазаны темірден тазарту сұйылтылған күкірт қышқылы H_2SO_4 , тұз қышқылы HCl , хлорлы натрий $NaCl$, хлорлы аммоний NH_4Cl ерітінділерімен жүргізілді.

8 кесте- Темірді бөліп арудың реэкстракциялаушы реагенттердің концентрациясына тәуелділігі

$C_{H_2SO_4}$, г/дм ³	E_{Fe} , пайыз	C_{HCl} , г/дм ³	E_{Fe} , пайыз	C_{NaCl} , г/дм ³	E_{Fe} , пайыз	C_{NH_4Cl} , г/дм ³	E_{Fe} , пайыз
3	30	100	69	100	65	100	50
5	50	150	78	150	75	150	75
-	-	200	95	200	90	200	85

Органикалық фазаны 3 және 5 г/дм³ күкірт қышқылының әлсіз ерітінділерімен жуғанда, 30 және 50 пайыз темір иондарын су фазасына 40-50 мг/дм³ органикалық фазасында бастапқы құрамы кезінде алуға болады.

Органикалық фазаны темірден тазартудың үлкен дәрежесіне тұз қышқылы ерітіндісін пайдалану кезінде қол жеткізіледі. HCl концентрациясының 100-ден 200 г/дм³ дейін ұлғаюымен Темірдің реэкстракция дәрежесі 69-дан 95 пайызға дейін артады .

100, 150 және 200 г / дм³ хлорлы натрий ерітінділерін пайдалану кезінде темірді реэкстракте шығару тиісінше 65, 70 және 90 пайыз құрады. Салыстырмалы төмен көрсеткіштер, соңғысымен салыстырғанда, 100, 150 және 200 г/дм³ концентрациясы бар хлорлы аммоний ерітінділерін пайдалану кезінде алынды, бұл ретте алу 85 пайызға дейін құрады.

Осылайша, Қазақстанның кедей аралас мыс кендерін сілтілеу арқылы алынған ерітінділерден LIX 860-1 және Aсorga5640 экстрагент арқылы мысты іріктеп алуға болады. Олардың технологиялық циклын қосымша шығару үшін органикалық фазаны сұйылтылған күкірт қышқылымен өңдеу қажет.

3 Экономикалық бөлім

3.1 Зерттеу жұмысын жүргізуге арналған шығындарды есептеу

Зерттеу әдісі барысында 95 тәжірибелік жұмыс жасадық. Мыс кендерін бөліп алуда экстракция процесі тиімді болып саналады, себебі, аса жоғары таза металл алуға мүмкіндік және қолжетімді бағадағы экстрагенттер мен негізгі және қосалқы жабдықтар болып саналады.

9 кесте - Амортизациялық аударымдар

Құрылғы атауы	Қызмет ету ұзақтығы	Мөлшері	Құны, тг	Жыл сайынғы бағасы, тг	На, пайыз	Амортизацияның жылдық құны, тг
Конус тәрізді колба	4	30	600	18000	25	4500
Спектрофотометриялық құрылғы	17	1	470000	470000	5,8	27647
Экстрактор	20	1	340000	340000	5	17000
Химиялық құрал жабдықтар	5,5	15	15250	25100	18,1	6275
Барлығы				853100		55422

Өнімді ерітіндіден LIX 860N-IC және Acorga 5640 экстрагенттерімен экстракция және реэкстракция процесін жүргізуге кететін жабдықтарға кететін құны 853100 тг құрайды. Амортизациялық аударымның жылдық бағасы 55422 тг.

3.2 Негізгі және қосалқы жабдықтарға кеткен шығынды есептеу

10-кесте Материалдардың шығыны

Материалдар сипатамасы	Материалға кеткен шығын	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
LIX 860N-IC	0,5	9821	4910
Acorga 5640	0,5	9782	4891
Химиялық реагенттер	11,4	6735	10100
Фильтр қағазы	2	800	1600
Индикатор қағазы	2	550	1100
Барлығы			22601

95 тәжірибеге кеткен бір айлық шығын мәні 22601 тг құрайды.

Механикалық араластырғыш пен иономерге кеткен электр шығыны 79 теңге құрайды. Суық су 95 тәжірибеге есептеліп алынды оған кеткен жалпы шығын бағасы 125 тг. Жетекші мен орындаушы (инженер) жалақысы 1 айға 190000 тг құрайды.

3.3 Жалпы шығын соммасы

Шығындардың жалпы сомасы шикізатқа, электрэнергияға, жабдыққа кеткен амортизациялық алынымдарды және жалақыны қосады. Барлық шығындар 11- кестеде келтірілген.

11 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысына кеткен жалпы шығындар

Шығындар атауы	Шығындар сомасы, тг
Бір айға кеткен амортизациялық шығындар	55442
Негізгі және қосалқы материалдар	22601
Электрэнергия	79
Суық су	95
Жалақы	190000
Барлығы	268217

Зерттеу жұмыстарына кеткен жалпы сомма 268217 теңгені құрайды.

3.4 Ғылыми зерттеу жұмыстарының жинақ қорын мына жолмен есептеу

Жинақ қоры (А) мына формула бойынша есептелінеді:

$$A = C_n \cdot I_0 \cdot 0,33$$

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

I_0 – 1,082 индексация.

3 айға құралған жинақ қорының соммасы:

$$A = 853100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 = 304607,8 \text{ тг}$$

Бір жылдық жинақ қорының бағасын мына формула арқылы анықтаймыз:

$$A_{1+\dots} = C_n \cdot I_0 \cdot 0,33(1+e)^{n+\dots}$$

$$A_1 = 853100 \cdot 1,082 \cdot 0,33(1+0,1)^1 = 335068,6 \text{ тг}$$

$$A_2 = 853100 \cdot 1,082 \cdot 0,33(1+0,1)^2 = 368575,542 \text{ тг}$$

$$A_3 = 853100 \cdot 1,082 \cdot 0,33(1+0,1)^3 = 405433,096 \text{ тг}$$

Жоба құны (В) мына формула арқылы анықтаса болады:

$$B = 3 + A_{1,2,3}$$

$$B = 268217 + 304607,8 = 572824,8 \text{ тг}$$

$$B_1 = 268217 + 335068,6 = 603285,6 \text{ тг}$$

$$B_2 = 268217 + 368575,542 = 636792,5 \text{ тг}$$

$$B_3 = 268217 + 405433,096 = 673650,096 \text{ тг}$$

3.5 Зерттеу жұмысының экономикалық және рентабелдік нәтижелерін есептеу

Бірінші жылда зерттеу бағасын мына формула бойынша анықтаймыз:

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

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

$$\mathcal{E}_0 = (268217 + 304607,8) \cdot 0,1 = 57282,48$$

$$\mathcal{E}_1 = Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^{n+1} \cdot (3/12)$$

$$\mathcal{E}_1 = 268217 + 853100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1) \cdot (3/12) = 351984,169$$

Онда өнеркәсіптің 10 пайыздық тиімділігі:

$$\Delta \mathcal{E}_1 = [Z + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^{n+1} \cdot (3/12)] \cdot 0,1$$

$$\Delta \mathcal{E}_1 = [268217 + 853100 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1) \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 35198,4$$

$$\mathcal{E}_0 + \Delta \mathcal{E}_1 = 57282,48 + 35198,4 = 92480,88$$

2-ші жылға есептеулер:

$$\mathcal{E}_2 = 268217 + 304607,8 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^2 \cdot (3/12) = 301117,886$$

$$\Delta \mathcal{E}_2 = [268217 + 304607,8 \cdot 1,082 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^2 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 30111,78$$

$$\mathcal{E}_0 + \Delta \mathcal{E}_2 = 57282,48 + 30111,78 = 87394,26$$

3-ші жылға есептеулер:

$$\mathcal{E}_3 = 268217 + 304607,8 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^3 \cdot (3/12) = 301665,221$$

$$\Delta \mathcal{E}_3 = [268217 + 304607,8 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^3 \cdot (3/12)] \cdot 0,1 = 30166,5$$

$$\mathcal{E}_0 + \Delta \mathcal{E}_3 = 57282,48 + 30166,5 = 87448,98$$

Жобаны сатып алу мерзімі 3,1 жылды құрады. Оны мына формула бойынша анықтадым:

$$T = \frac{K}{Z}$$

мұндағы K – бір уақтылы шығындар;

Z – зерттеуге кеткен жалпы шығындар.

$$T = 853100 / 268217 = 3,1 \text{ жыл}$$

3.6 Техникалық – экономикалық көрсеткіштерге жалпы сипаттама

Есептелген жинақтар бойынша, ұсынылған ғылыми-зерттеу жұмысын сипаттайтын техникалық-экономикалық көрсеткіштерге кесте құрылды.

12 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Мәндері
Құрал-жабдыққа кеткен жалпы шығын, тг	853 100
Зерттеуге кеткен залал, тг	268217
Төлемақы және аударылым, тг	190000
Ғылыми зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	304607,8
1-жылда талдауға кеткен жинақ қоры, тг	335068,6
2-жылда талдауға кеткен жинақ қоры, тг	368575,542
3-жылда талдауға кеткен жинақ қоры, тг	405433,096
Жоба жалпы құны, тг	572824,8
1-жылдағы жоба құны, тг	603285,6
2-жылдағы жоба құны, тг	636792,5
3-жылдағы жоба құны, тг	673650,096
Өтелу мерзімі, жыл	3,1
1-жылдағы 10 пайыз рентабелділігінің экономикалық тиімділігі, тг	92480,88
2-жылдағы 10 пайыз рентабелділігінің экономикалық тиімділігі, тг	87394,26
3-жылдағы 10 пайыз рентабелділігінің экономикалық тиімділігі, тг	87448,98

Экономикалық залалды есептеу нәтижелері бойынша шығындардың басым бөлігін капиталдық шығындар мен ғылыми-зерттеу жұмысын орындауға кеткен төлемақы нәтижелері құрайды.

Зерттеу жұмысының 10 пайыз рентабельділігінің экономикалық эффектілігі бірінші жылдың нәтижесі бойынша 92480,88 теңгені, екінші жылдың көрсеткіші 87394,26 теңгені және үшінші жылдың нәтижесі 87448,98 теңгені құрады. Осы жағдайлардағы ғылыми-зерттеу жұмысының ақталу мерзімі 3,1 жылды құрады.

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

4.1 Зертханада еңбекті қорғау және кәсіптік қауіпсіздікті ұйымдастыру шаралары.

Қауіпсіздік техникасы және өндірістік санитария шараларын зертхана меңгерушісі міндеті арқылы жүзеге асырылады. Зертхана меңгерушісі зертхана бөлмесіне жауапты болады. Жұмыс уақыты басталғанға дейін жұмыс орнының қауіпсіздігін, жұмыс істеу аппараттарын алдын-ала тексеріп алу қажет. Әрбір студент зертханада еңбек қауіпсіздік шараларын ұстануға міндетті. Арнайы киім мен сақтандыру құралдарын және жақсы көңіл-күймен жұмысқа кірісу керек. Еңбекті қорғау жөніндегі шараларды дұрыс ұйымдастыру жұмыстағы өнімділіктің артуына, жазатайым жағдайлардан сақтауға көмек береді.

4.2 Зерттеу орнындағы электр және өрт қауіпсіздігі

Электрқауіпсіздік шаралары жұмысшыларды қауіпті және зиянды электртоғынан, электромагниттік поляның әсер етуінен қорғайтын ұйымдастырушылық және техникалық шараларды айтамыз. Аса қауіпті ток жиілігі 50 ГЦ болып саналады. Электр тогынан қорғанудың техникалық іс-шаралына мыналар жатады: -жарықты аз қолдану; -электр құрылғысын қоршау; -жұмыс орнын изоляциялау және тағы басқа

Өрттің пайда болу себептері:- тыйым салынған жерде шылым шегу, -электржабдықтардың бұзылуы, -найзағайдан қорғағыш қондырғылар болмауы; -табиғи күштердің әсері. Өрттен қорғану үшін зертханаларда немесе кәсіпорындарда арнайы автоматикалық құралғылар болуы тиіс. Автоматикалық құрылғылар өрт болған жағдайда жұмысын тоқтатады. Кәсіпорындардың баспалдақтары өртке төзімді болуы шарт және де арнайы сигнализациялар мен су құбырлары орнатылуы қажет.

4.3 Нормативтік жарықпен қамтамасыз ету шаралары

Жарықтандырудың үш түрі болады. Оларға табиғи, жасанды және қосарлы жарықтандыру жатады. Табиғи жарықтандыру жансанды жарықтандыруға қарағанда өндірісте тиімді болып саналады, себебі электр энергиясының шығымы аз болып табылады. Табиғи жарықтандыру – кәсіпорындық бөлмелерге сыртқы қоршайтын құрылымдарға аспан жарығы арқылы кіретін жарықтандыруды атаймыз.

4.4 Желдету және жылытуға қойылатын талаптар

Жылыту өндірістік ғимараттарға қойылатын талаптар СНЖЕ бөлімдерінің қажеттіліктерімен сәйкес ауаны желдету және кондиционерлеу МЕСТ “ССБТ жалпы санитарлық гигиеналық талаптарға сай болуы тиіс. Технологиялық мақсаттар үшін қысқы уақытта, ауа перделерін сыртқы ауаның ағынымен ұйымдастыру қажет. Қышқылдар мен ерітінділері бар ыдыстар жергілікті тартпалы механикалық желдеткішпен қамтамасыз етілуі керек. Бөлінетін ауаның көлемі технологиялық нормалар бойынша анықталады.

4.5 Кәсіпорынның технологиялық процестерінің қоршаған ортаға әсері

Дипломдық жұмыстың зерттеу жұмыстары Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханада тәжірибелер жүргізілді. Тәжірибелік зертханада адамның денсаулығы мен жұмыс істеу қабілетіне ықпал етуші факторларға жататындар:

- өндірістік микроклимат
- ауаның химиялық құрамымен және атмосфералық қысыммен сипатталатын
- ауалық орта;
- өндірістік көздерден туатын сәулелену
- ұжымдағы әлеуметтік – психологиялық климат;
- еңбектің қарқындылығы.

Зерттеу жұмысын жүргізу барысында негізгі реагенттер ретінде Acorga 5640 және LIX 860N-IC экстрагенттері, күкірт қышқылы, әр түрлі рН кезіндегі мыс сульфаты ерітіндісін қолдандық.

Тауар өндірушісінің кепілдігі бойынша экстрагенттердің теріге улы қасиеті төмен, бірақ көзге залалы жоғары екені байқалды. Acorga 5640 және LIX 860N-IC экстрагенттері бактерия мутациясын тудырмайды. Қоршаған ортадағы жануарларға зияны улы болып келеді, сондықтан экстрагенттермен жұмысты абайлап, мейлінше қоршаған ортаға зиянын аз келтіруге тырысу қажет. Экстракция процесін орындау кезінде техника қауіпсіздігін сақтамаған жағдайда өндірістік жарақат алу мүмкіндігі бар. Ең қауіпті және денсаулыққа зиян болатын жағдайлар:

- қышқыл мен сілтілерді тиянақты қолданбаған жағдайда, тері мен тыныс алу жолдарының күйеу қауіптілігі;
- электр қауіптілігі.

Қорытынды

Қорытындылай келе дипломдық жұмыста мыс гидрометаллургиясына, соның ішінде өнімді ерітінділерден металдарды экстракциямен бөліп алу бойынша патенттерге талдау жүргізіліп, әдеби көздерге шолу жасалынды. Металдардың сулы ерітінділердегі беталыстарын анықтау үшін алдымен термодинамикалық талдаулар жүргізіліп, нәтижелерінде рН-ы 0-4 арасында потенциалы 0,5-2,0 арасында $\text{Cu}(+2\text{a})$ мыс катион түрінде түзілді. Таңдап алынған LIX 860-1 және Acorga 5640 экстрагенттерімен эксперименттік жұмыстар жасалынып, нәтижесінде экстракциялау процесіне Acorga 5640 экстрагентінің тиімділігі анықталды. Экономикалық бөлімде 95 тәжірибелік жұмыс жасалынып, экономикалық эффектілігі бірінші жылдың нәтижесі бойынша 92480,88 теңгені, екінші жылдың көрсеткіші 87394,26 теңгені және үшінші жылдық нәтижесі 87448,98 теңгені құрады. Осы жағдайлардағы ғылыми-зерттеу жұмысының ақталу мерзімі 3,1 жылды құрады.

Қоршаған ортаға тауар өндірушісінің кепілдігі бойынша экстрагенттердің теріге улы қасиеті төмен, бірақ көзге залалы жоғары екені байқалды. Acorga 5640 және LIX 860N-IC экстрагенттері бактерия мутациясын тудырмайды. Қоршаған ортадағы жануарларға зияны улы болып келеді, сондықтан экстрагенттермен жұмысты абайлап, мейлінше қоршаған ортаға зиянын аз келтіруге тырысу қажет.

Пайдаланған әдебиеттер

1. https://kk.wikipedia.org/wiki/Түсті_металдар
2. Производство цветных металлов. Н. И. Уткин.-М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 182 стр.
3. Производство цветных металлов. Н. И. Уткин.-М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 112 стр.
4. <https://stud.kz/prezentatsiya/id/11789>
5. Дәулетбақов Т.С., Жұмабеков Б.Ж., Бастаубаев Ж. Мыс металлургиясы. Оқу құралы.- Алматы: ҚазҰТЗУ, 2001 6-7 бет.
6. <http://industry-portal24.ru/fiziko-himicheskaya-geotehnologiya/290-produktivnye-rastvory-vyschelachivaniya-chast-1.html>
7. Производство цветных металлов. Н. И. Уткин.-М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 184 стр.
8. Шевелева Л.Д.; Пирмагомедов Д.А.; Дружинина С.И.; Пономарева О.А.; Павличенко Г.А.; Абакумов В.В. № 2038470 патент
9. Производство цветных металлов. Н. И. Уткин.-М.: Интермет Инжиниринг, 2002. 185 стр.
10. Чантурия Валентин Алексеевич- тотыққан және аралас мыскендерін және олардың өнімдерін шаймалау.
11. Патент РФ №2255127, кл. С22В 11/00, опубл. 27.06.2005
12. Авторское свидетельство СССР №1352152, кл. E21B 43/28, опубл. 15.11.1987
13. Авторское свидетельство СССР №61798, кл. E21B 43/28, опубл. 1942.
14. Forrest C., Hughes M.A. Hydrometallurgy, 1978, 3, №4, p.327-342
15. КиберЛенинка: <https://cyberleninka.ru/article/n/izvlechenie-zheleza-i-medi-pri-kompleksnoy-pererabotke-rud>
16. <http://portal.kazntu.kz/files/publicate/2015-10-23-1657.pdf>
17. Cole P.M., Feather A.M. A solvent-extraction process to recover copper and nickel from a tankhouse
18. effluent. Proceedings of the Third International Conference, Vol. III. Electrorefining and Hydrometallurgy of
19. Copper, ed. Cooper, W.C., Dreisinger. p. 607-615
20. G.P. Demopoulos, G. Pouskouleli, A Novel Solvent Extraction System for the Refining of Precious Metals, Proceed. ISEC'86, Munchen, F. R. of Germany, v.II, 1986, 581-588.
21. G. Kyuchoukov, R. Kounev, Study on the extraction of copper from chloric acid solutions using Kelex 100, Chemistry and Industry, 61, 5-6, 1990, 24-26, (in Bulgarian).

22. G. Kyuchoukov, A. Jakubiak, J. Szymanowski, Zinc (II) Extraction from Chloride Solutions by KELEX 100, *Solv. Extr. Res. Dev., Jpn*, 4, 1997, 1-11.
23. G. Kyuchoukov, A. Jakubiak, J. Szymanowski, G. Cote, Extraction of Zinc(II) from Highly Concentrated Chloride Solutions by KELEX 100, *Solv. Extr. Res. Dev. Jpn*, 5, 1998, 172-188.
24. G. Pouskouleli, S. Kelebek, G.P. Demopoulos, Recovery and Separation of Platinum and Palladium by Coextraction and Differential Stripping, in: *Separation Processes in Hydrometallurgy. Part 2: Solvent Extraction*, G. A. Davies (Editor), Society of Chemical Industry, London, 1988, Ch. 17, 175-188.
25. B.Cote, G.P. Demopoulos, New 8-Hydroxyquinoline Derivative Extractant for Platinum Group Metals Separation Part 2. Pd (II) Extraction Equilibria and Stripping, *Solv.Extr. Ion Exch.*, 12, 2, 1994, 393-421.
26. B.Cote, G.P. Demopoulos, "New 8-Hydroxyquinoline Derivative Extractant for Platinum Group Metals Separation Part 3. Pt (IV) Extraction Equilibria and Stripping", *Solv.Extr. Ion Exch.*, 12, 3, 1994, 517-540.
27. M.S. Alam, K. Inoue, Extraction of Rhodium from other Platinum Group Metals with Kelex 100 from Chloride Media Containing Tin, *Hydrometallurgy*, 46, 1997, 373-382.
28. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 2014, 6(4):1047-1052