

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" комерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

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

Уалихан Сұлтанхан Шоханұлы

Шаймалау ерітінділерінен никельді бөліп алу процесін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" комерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сәтбаев»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байқоңырова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі МПЖЖАМТ
Қулым, проф., Ph.D., тех.ғыл.канд,
Чепуштанова Т.А.
«02» 06 2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Шаймалау ерітінділерінен никельді бөліп алу процесін зерттеу»

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Уалихан Сұлтанхан Шоханұлы

Рецензент

Ғылыми жетекші

т.ғ.к. «Гидрометаллургияның арнайы әдістері»

Ph.D. докторы каум.профессор

зертханасының меңгерушісі

Мамырбаева К.Қ.

Койжанова А. К.

«9» 06 2023 ж.

«02» 06 2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті"
комерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

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

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту



**Дипломдық жұмысты орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Уалихан Сұлтанхан Шоханұлы

Тақырыбы: Шаймалау ерітінділерінен никельді бөліп алу процесін зерттеу

Университет Ректорының 2022 жылғы 23 қарашадағы № 408 - П/Ө бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 08 » маусым 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері:

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) никельқұрамды кедей кендерді өңдеу технологиялары;
- б) никельді шаймалау процестеріне термодинамикалық талдау жүргізу;
- в) никельді ерітіндіден бөліп алу жағдайлары;
- г) тіршілік қауіпсіздігі және еңбекті қорғау мәселелері
- д) экономикалық тиімділікті зерттеу есебі




Графиктік материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
жұмыс презентациясын 15 слайдтарда көрсету



Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 31 атаулардан тұрады

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

| | | |
|--|-----------------------------------|---------|
| Бөлімдердің атауы, дайындалатын мәселелер тізімі | Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері | Ескерту |
| Аналитикалық бөлім | 02.03.2023 ж | |
| Тәжірибелік бөлім | 27.03.2023 ж | |
| Экономикалық бөлім | 17.04.2023 ж | |
| Еңбекті қорғау | 15.05.2023 ж | |
| Қорытынды | 05.06.2023 ж | |
| Норма бақылау | 08.06.2023 ж | |

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

| Бөлімдер атауы | Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы) | Қол қойылған күні | Қолы |
|-----------------------|---|-------------------|---|
| Экономикалық бөлім | К.К. Мамырбаева Қауымд.проф., Ph.D. докторы | 17.04.2023 ж |  |
| Еңбекті қорғау бөлімі | К.К. Мамырбаева қауымд.проф., Ph.D. докторы | 15.05.2023 ж |  |
| Норма бақылаушы | С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы | 08.06.2023 |  |

Ғылыми жетекші  Мамырбаева К.К.
 Білім алушы тапсырманы орындауға алды  Уалихан С.Ш.
 Күні «23» 12 2022 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс 40 беттен, 8 суреттен, 12 кестеден, 31 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Түйін сөздер: никель, никель минералдары, шаймалау, термодинамикалық талдау, никельді бөліп алу.

Зерттеу нысаны: никельқұрамды шаймалау ерітінділері.

Жұмыстың мақсаты: никельді шаймалау ерітінділерінен бөліп алудың оңтайлы әдістерін зерттеу.

Дипломдық жұмыста, бірінші тарауда, құрамында никель бар төмен сұрыпты кендерді, оның ішінде никельді пайдалы қазбаларды өңдеу технологиялары, соның ішінде олардың республикадағы қорлары, гидрометаллургиялық процестердің негізгі түрлері, никельді сілтісіздендіру әдісімен алу әдістері туралы әдебиеттерге шолу жасалған; екінші тарауда, эксперименттік бөлімде - ғылыми-зерттеу жұмысында қолданылатын реагенттер мен жабдықтар, никельді шаймалаудың термодинамикалық талдауының нәтижелері және өнімді ерітіндіден никельді бөліп алу бойынша тәжірибелердің нәтижелері; 3, 4-бөлімдерінде – экономикалық есептеулер, еңбек шығындары, зерттеу кезіндегі өмірді және қауіпсіздікті қорғау шаралары келтірілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из 40 страниц, 8 рисунков, 12 таблиц, 31 ссылки.

Ключевые слова: никель, никелевые минералы, выщелачивание, термодинамический анализ, извлечение никеля.

Объект исследования: никельсодержащие выщелачивающие растворы.

Цель работы: изучить оптимальные способы извлечения никеля из растворов выщелачивания.

В дипломной работе в первой главе приведен литературный обзор по переработке никельсодержащих бедных руд, в том числе полезные ископаемые никеля, их запасов в стране, основным видам гидрометаллургических процессов, способов извлечения никеля выщелачиванием; во второй главе, в экспериментальной части – реагенты и оборудование, использованные при проведении исследовательских работ, результаты термодинамического анализа выщелачивания никеля и результаты экспериментов по выщелачиванию и извлечения никеля из продуктивного раствора; в 3,4 части - экономические расчеты, трудозатрата, меры по защите жизнедеятельности и безопасности при проведении исследовательских работ.

ANNOTATION

The thesis consists of 40 pages, 8 figures, 12 tables, 31 references.

Key words: nickel, nickel minerals, leaching, thermodynamic analysis, nickel recovery.

Object of research: nickel-containing leaching solutions.

The purpose of the work: to study the optimal methods for extracting nickel from leaching solutions.

In the thesis work in the first chapter, a literature review is given on the processing of nickel-containing low-grade ores, including nickel minerals, their reserves in the country, the main types of hydrometallurgical processes, methods of extracting nickel by leaching; in the second chapter, in the experimental part, the reagents and equipment used in the research work, the results of the thermodynamic analysis of nickel leaching and the results of experiments on leaching and extraction of nickel from the productive solution; in parts 3.4 - economic calculations, labor costs, measures to protect life and safety during research.

МАЗМҰНЫ

| | |
|--|----|
| Кіріспе | 9 |
| 1 Шаймалау ерітінділерінен никельді бөліп алу бойынша аналитикалық шолу | 13 |
| 1.1 Никель және оның қасиеттері | 13 |
| 1.2 Никель және оның кен орындары | 18 |
| 1.3 Никельді шаймалау әдістері | 19 |
| 2 Эксперименттік бөлім | 29 |
| 2.1 Эксперименттің әдістемесі | 29 |
| 2.2 Никель құрамды материалдардан никельді мен кобальтты шаймалау процесін зерттеу | 32 |
| 2.2.1 Шаймалаушы ерітіндідегі қышқыл концентрациясының никель құрамды материалдардан никель мен кобальтты бөліп алуға әсері | 35 |
| 2.2.2 Никель құрамды кендерден никель мен кобальтты бөліп алу процестінің жүру ұзақтығына тәуелділігі | 38 |
| 2.2.3 Никель құрамды материалдардан никель мен кобальттың Шаймалауының катты және сұйық фазалар қатынасына тәуелділігі | 39 |
| 2.2.4 Никель мен кобальттың өнімді ерітінділерге бөлініп алыну дәрежесіне температураның әсері | 42 |
| 3 Экономикалық бөлім | 50 |
| 3.1 Ғылыми - зерттеу жұмысының нәтижелерін математикалық өңдеуден өткізу | 50 |
| 3.2 Зерттеулер жүргізуге кеткен шығындарды есептеу | 50 |
| 3.2.1 Негізгі және көмекші материалдарға кеткен шығынды есептеу | 51 |
| 3.2.2 Жалпы шығын соммасын есептеу | 51 |
| 3.3 Зерттеу жұмысының экономикалық нәтижелігін есептеу | 52 |
| 3.4 Экономикалық бөлім бойынша қорытынды | 52 |
| 4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі | 53 |
| 4.1 Жалпы сипаттама | |
| 4.2 Кәсіпорында электр және өрт қауіпсіздігі | |
| 4.3 Бақытсыз жағдайлардан сақтандыру шаралары | |
| 4.4 Еңбектің қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз ету | |
| Қорытынды | 54 |
| Қолданылған әдебиеттер тізімі | 55 |

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда заманауи технологиялық қолданыстар үшін түсті металдарға, соның ішінде никельге деген сұраныс артып келеді. Осы мақсатқа жету үшін пайдалы қазбаларды өндіруді, оларды өңдеуді және қайта өңдеуді едәуір арттыру қажет. Сондықтан, бұл зерттеу пайдалы қазбаларды өңдеу технологиясымен қатар өңдеу жолдары мен экологияны жақсартатын және металдарды бөліп алуды жоғарылататын, пайдалы қазбаларды өңдеудің металлургиялық принципіалды жаңа әдісін қосатын, атап айтқанда гидрометаллургиялық әдісінің енгізілуін қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, заманауи тау-кен байыту өнеркәсібі күннен-күнге баланстан тыс және қиынбалқитын кендер өндірісінің жоғарылауымен сипатталуда. Осылайша, қайта жаңартылмайтын шектеулі минералдық ресурстар мен өндіріс шығындарының артуы түсті металдардың әлемдік нарықтағы бағасының өсуіне әкеп соғуда.

Қазіргі уақытта әлемдік никель қорының 70 пайызға жуығы тотыққан никель кендерінде бар. Сульфидті мыс-никель кендерімен салыстырғанда бұл кендер никель құрамы жағынан өте төмен. Ресейде тотыққан никель кендерінің Домна балкуы тиімсіз. Дәл осы себептен "Южуралникель" және "Уфалейникель" зауыттары жабылды. Қайта өңдеудің гидрометаллургиялық және пирометаллургиялық әдістерін енгізу және дамыту осы мәселені шешуге мүмкіндік береді. Бай тотыққан никель кендері үшін белгілі автоклавты және аммоний карбонатты технологиялар енгізілген. Азот қышқылды, тұзқышқылды, күкіртқышқылды және т.б. реагенттермен тиімді шаймалау әдістері әлі де зерттелуде. Тотыққан никель кендерін өңдеудің үйінді тәсілі сыналуда. Осыған орай никельді тиімді түрде бөліп алу процестерін зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты: никельді шаймалау ерітінділерінен бөліп алудың оңтайлы әдістерін зерттеу болып табылады. Осы мақсатты шешу үшін келесідей міндеттер қойылды:

- никельді гидрометаллургиялық әдіспен бөліп алу туралы әдеби көздерге шолу жасау және никельді өндіру технологияларын талдау;
- никельді бөліп алу процестеріне термодинамикалық талдау жүргізу;
- никельді ерітінділерден селективті бөліп алуға әсер ететін параметрлерді зерттеу бойынша эксперименттер жасау;
- эксперименттердің нәтижелерін өңдеу;
- өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау іс-шараларын қарастыру;
- жұмыстың экономикалық тиімділігін және жұмысқа кеткен шығындарды есептеу.

Дипломдық жұмыс «Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасында оқу зертханаларында жүргізілді.

1 Аналитикалық шолу

1.1 Никель және оның қасиеттері

Никель – беріктігі жоғары, иілгіш күмістей ақ түсті металл. Оны 1751 жылы швед химигі Аксель Кронстедт ашқан. Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесінде оның атомдық номері – 28, атомдық массасы 58,71 және химиялық таңбасы Ni.

Никельдің көп бөлігі терең қабаттарда кездеседі. Жер қыртысында оның мөлшері – 0,0058 %, ультранегізді жыныстарда – 0,2 %. Егер жер ядросы никельді темірден тұрады деген болжамға сүйенсек, жердегі никельдің жалпы мөлшері шамамен 3 % құрайды. Никель кейбір метеориттерде де кездеседі [1].

Кесте 1 – никель өндіруге арналған шикізат

| Кен | Тотыққан | Сульфидті |
|------------|---|---|
| Минералдар | Бунзеит – NiO Гарниерит – [(Ni,Mg)SiO ₃ ·nH ₂ O] Ревденскит – [3(Ni,Mg)O×2SiO ₂ ·2H ₂ O] | Пентлантит – [(Ni,Fe)S] миллерит – NiS медь – в форме халько- пирита (CuFeS ₂) и халь- козина (Cu ₂ S) |
| Құрамы, % | 0,7–1,1 Ni; 0,04–0,1 Co; 15– 75 SiO ₂ ; 5–65 Fe ₂ O ₃ ; 2–25 Al ₂ O ₃ ; 1–4 Cr ₂ O ₃ ; 2–25 MgO; 0,5–2,0 CaO; до 35 H ₂ O | 0,3–5,5 Ni; 0,2–1,9 Cu; 0,02–0,2 Co; 30–40 Fe; 17– 28 S; 10–30 SiO ₂ ; 1–10 MgO; 5–8 Al ₂ O ₃ |
| Байыту | — | Флотация |
| Өнім | Отты никель 99,0 % | Қара никель < 99,99 % |

Никель өте кең таралған болып саналады – металдар арасында 13-орын. Алайда оның таралуы біршама ерекшеленеді. Жер қыртысында бұл металл ұқсас валенттілікке ие темір мен магниймен қатар кездеседі. Магний мен темір минералдарында никель изоморфты қоспа түрінде болады. Сондай-ақ ғылымға белгілі 53 никель минералы бар. Олардың көпшілігі қысым мен жоғары температураның әсерінен пайда болады, мысалы, магма қатайған кезде. Құрамында осы металл бар сульфидті кендер құрамында мыс та болады. Никельдің кейбір кендерінде темір, күкірт, мышьяк, кобальт, магний кездеседі. Никельдің көп бөлігі (шамамен 80 %).

Никель - ферромагниттік қасиеттері бар тұтқыр және қатты металл. Ол дәнекерлеуге, соғуға, штамптауға және илемдеуге жақсы сәйкес келеді. Химиялық

белсенді ортада, оның ішінде сілтілерде тұрақтылығымен ерекшеленеді. Атмосфералық жағдайда ол қорғаныш оксидті пленкамен жабылған және 800 °С температурада да тотықпайды. Электронды конфигурация : [Ar] 4s² 3d⁸. Ni-48-ден Ni-78-ге дейінгі никельдің 31 белгілі изотоптары бар. Никельдің бес тұрақты изотоптары бар: Ni-58, Ni-60, Ni-61, Ni-62 және Ni-64.

Никельдің балқу нүктесі 1453 °С, қайнау температурасы 2732 °С. 1, 2 немесе 3 валентті болып келеді. Никель қатты, тегіс, икемді және ферромагниттік. Бұл жылу мен электр энергиясының жақсы өткізушісі. Никель металдардың темір-кобальт тобына кіреді (ауыспалы элементтер). Кейбір никель қосылыстары (никель карбонилі, никель сульфиді) [2] өте улы және канцерогенді болып саналады.

Никель негізінен қорытпалар алу үшін пайдаланылады. Ол тот баспайтын болаттан және көптеген коррозияға төзімді қорытпаларды дайындау үшін қолданылады. Мыс-никель қорытпасы тұндыру зауыттарында қолданылады. Никель монетада және броньдау үшін қолданылады. Шыны қосылған кезде никель жасыл түс береді.

1751 жылы швед химигі Аксель Фредрик Кронстед оны швед деревнясындағы кобальт шахтасынан алынған Купферникель (шайтанның мысы) деп аталатын минералдан оқшаулап алды. Алдымен Кронстед минералды мыс деп ойлады, бірақ оқшауланған элементтің мыстан айырмашылығы оның ақ түсті болуында еді. Кронстед элементті никель деп атады және кейінірек купферникель деп аталатын минералдың николит (никель арсенид) екендігі анықталды.

Никельді жабу басқа қорғаныш жабындарын жабу үшін қолданылады. Ұсақ никель өсімдік майларын гидрирлеу үшін катализатор ретінде қолданылады. Никель керамикада, магниттерде және аккумуляторларда қолданылады. Сонымен қатар, никель электр қозғалтқыштарын, динамиктерді және микрофондарды жасауға арналған магниттік сипаттағы қорытпа - алнико сияқты қорытпаларда қолданылады. Қазірде ең актуалды литийді қолдану саласы электроавтомобильдер өндіру саласында батареялар жасау болып тұр. Жалпы аккумулятор – батарея жасау саласының ауқымы 2022 жылы 95 миллиард АҚШ долларын құрады.

Никель негізінен екі кен орнынан алынады: магмалық тау жыныстары және жер магмасының басқа бөлімдері. Минералдар табиғатында күкіртті, пентладит тәрізді. Никельдің екінші көзі - гарнитер сияқты никельге бай минералдары бар латериттер [5], [6], [7].

Никель көптеген метеориттарда кездеседі. Оның метеориттерді басқа минералдардан ажырату үшін жиі пайдаланылады.

Темір метеориттері (сидериттер) құрамында 5-20 % никель бар легіріленген темір болуы мүмкін. Никель коммерциялық пентланд пен пирротиннен сатылады. Никель кенінің депозиттері Онтарио, Австралия, Куба және Индонезияда орналасқан.

S&P Capital IQ бойынша никель бағасы 2018 жылы 12 985 доллар/т болса 2022 жылы 25633 доллар/тоннаға дейін 97,4 % өсті. Palisade және Masquarie мәліметтері бойынша, алдағы 5 жылда кобальтқа сұраныс жыл сайын 5,1 % өседі.

Металға сұраныстың артуы - никельді аккумуляторларды пайдаланатын салалардың (электрондық құрылғылар, медициналық техника және электр көліктері) дамуы металға ұзақ мерзімді сұранысты қамтамасыз етеді. WBMS деректері бойынша 2017 жылы әлемдік нарықта тазартылған никельдің тапшылығы шамамен 96 мың тоннаны құрады.

Экспорттық әлеует – 2015 жылы Қытай әлемдік кобальт пен никель өнімдерінің 65 % тұтынушы болды. Электрондық құрылғылар мен электр көліктерінің қарқынды дамып келе жатқан нарығына байланысты Қытайдың жеке кобальт пен никель қоры таусылды.

Қазақстанда едәуір минералдық ресурстар бар, оларда шамамен 1,5 млн тонна никель (жалпы әлемдік қорлардың 1,4 – 2 %) және 100 мың тонна кобальт (жалпы әлемдік қорлардың 1,4 %) шоғырланған. Никель мен кобальттың шамамен 100 %-ы никельдің орташа мөлшері 0,9-1,01 % және кобальт 0,05 - 0,06 % оксид-силикатты никель-кобальт (латерит) кендерінде кездеседі. Кендегі никельдің құрамы бойынша Қазақстан никельдің едәуір қоры бар негізгі елдерден әлдеқайда төмен.



Дереккөз: Инвестициялар және даму министрлігінің геология және жер қойнауын пайдалану комитеті, «Тау-Кен Самұрық» АҚ

1 - сурет – Қазақстандағы никельқұрамды кендердің орналасқан негізгі өңірлері

«Қазмеханообр» өнеркәсіптік экология мемлекеттік ғылыми-өндірістік бірлестігінің деректері бойынша теңгерімдік қорлардағы никельдің жиынтық қорлары 1 839,77 мың тоннаны және теңгерімнен тыс қорларда 983,13 мың тоннаны құрайды. Теңгерімдік және теңгерімнен тыс қорларды ескере отырып, Қазақстанда никель мөлшері 2 822,9 мың тоннаны, ал кобальт 146,97 мың тоннаны құрайды. Қазақстанда никельдің жалпы қорын 3 - 3,2 млн тонна деңгейінде, кобальтты 160 - 170 мың тонна деңгейінде бағалауға болады.

Қазақстанда никель өндіру бойынша көшбасшы «Қазникель» ЖШС Горноста́й кобальт-никель кен орнында Барлау мен өндіруді өткізу шартының құқық иесі болып табылады.

Кен орны Шығыс Қазақстан облысының Бесқарағай ауданында, Семей қаласынан 110 км батысқа қарай орналасқан.

«Қазникель» ЖШС қарасты кен қорлары келесідей: кендер – 105,6 млн. тонна, никель – 627,6 млн. тонна, кобальт – 42,23 млн. тонна.

1.2 Никель қоспалары мен кен орындары

Никель мен кобальттың жалпы қоры бойынша Қазақстан әлемде сәйкесінше 12 және 7-ші орындарда. Мемлекет балансында 39 никель кен орны және 55 кобальт кен орны бар. Ең маңызды қорлар «Қазақстан никель» ЖШС, «Қызыл қайың Мамыт» ЖШС және «Соколов-Сарыбай тау-кен байыту өндірістік бірлестігі» АҚ сияқты компанияларға тиесілі. Жер қойнауын пайдаланумен бес компания айналысады - екеуі шетелдік және үш отандық.

Он жыл ішінде олар 1 миллиард доллардан астам инвестиция салды, оның 63 пайызы тау-кен өнеркәсібіне.

Қазақстандық никельдің барлығы дерлік экспортталады. Осы фактіні, сондай-ақ көптеген жылдар бойына салалық қорларды қамтамасыз етуді және никельге деген өсіп келе жатқан әлемдік сұранысты ескере отырып, Қазақстан үшін никель кендерін өндіруді, байыту мен өңдеуді қарқындату өте өзекті болып табылады.

Қазақстанда никель қоры кездесетін Батыс Торғай никель аймағы – Торғай ойпатының батыс бөлігіндегі никель кен орындарының жинақталуы. Қазақстанның Қостанай облысының аумағында орналасқан. Құрылымға Шевченковское, Құндыбай, Подольск, Жітіқара, Аққаргинск, Милютинск және басқа кен орындары кіреді.

Батыс Торғай никель аймағы силур-девон интрузияларынан құралған ультракөзді жыныстардың Тобыл және Жетіғара-Аққарға кешендерімен генетикалық жағынан байланысты. Кен орындары темір-марганец-кобальт-никель рудаларының түзілуіне жатады және кенді минералдардың үш түрімен ұсынылған: асболан-гидрогематиттер, керолит-нонтронит-охер, никель-кобальт-меланиттер.

Тау жыныстарындағы мөлшері: темір 13-33 %, никель 0,1-0,66 %, кобальт 0,06-0,35 %.

Никель кен орындары 1959 жылы ашылды, барлау жұмыстары 1984 жылға дейін жүргізілді. Кобальт-никель рудаларының жалпы қоры 100 млн.тоннаға бағаланады. Кендердің таяз орналасуына байланысты ашық әдіспен өндіруге болады.

Шевченковское кен орнының кобальт-никель кендерін өндіру және өңдеу Bateman Minerals and Metals Ltd компаниясының 2005 жылғы бағалауы бойынша Шевченковское кен орнының қоры орта есеппен 0,79 % никель және 0,045 % кобальттан тұрады, ал жалпы қоры 104,4 млн. тонна кенді құрайды.



2 - сурет – Шевченковское кен орнының кобальт-никель кендерін өндіру

Бөгеткөл кен орнындағы никельдің орташа мөлшері – 0,93 %, кобальт – 0,066 %. Бөгеткөл кен орнының никель рудаларының ерекшелігі олардың жоғары ылғалдылығы, ұсақ фракциясының (саздың), темірдің жоғары болуы және сульфидтердің іс жүзінде болмауы, бұл пирометаллургиялық схема бойынша өндеудің экономикалық тиімділігін төмендетеді.

Шығыс Қазақстан облысындағы Мақсұт кен орны салыстырмалы түрде шағын болып саналады. Мамандардың айтуынша, мұнда 83 мың тонна никель шоғырланған. Бұл жағдайда мыстың концентрациясы 0,43 %, никельдікі - 0,35 %. Сондықтан, кенді жай ғана шығарып, сату еш нәтиже бермейді. Алдымен оны байыту керек.

Кен орны Абай ауданында, Семей қаласынан оңтүстікке қарай 107 км және Чарск темір жол станциясынан батысқа қарай 60 км жерде орналасқан.

Карьердің өзі әлі де шағын, тереңдігі 140 метр. Бұл деңгейде кен қазірдің өзінде өндіріліп жатыр.

1.3 Никельді шаймалау әдістері

Никельді автоклавты, үймелеп шаймалауды байытылған материалдардан, сонымен қатар кедей пирротинді концентраттардан өндіруге болады. Кедей пирротинді концентраттарда пирротиннің тотығуы мүмкін, ол күкіртті және сульфидті концентратты бөліп алуға көмектеседі. Әрі қарай осы концентратты никель штейнигін алу үшін қайта балқытуға жіберуге болады. Никельді рафинирлеуді сульфадты немесе сульфадты-хлоридті ерітінділерде, қарапайым электролизбен жүргізуге болады. Осы ерітіндіден таза никель алуға, және карбонилды термиялық ыдыратқаннан соң, никель ұнтақ тәріздес болады. Никель қатты металл болғандықтан, бүкіл өндіріс адамның денсаулығы үшін қауіпті болып табылады. Сондықтан өндірісте қауіпсіздік шараларын жоғары дәрежеде сақтау қажет.

Никельді шаймалаудың инновациялық түрі. Никель құрамдас кендерді өңдеу кезінде металлдың қайта оралмас қалдыққа кететін мөлшері есепке алынады. Соңғы уақытқа дейін никельді шаймалау негізінен пирометаллургиялық әдіспен, әсіресе фاینштейнді алу жолдарымен өндірілген болатын. Алайда, фاینштейннің мысты және никельді концентраттарға бөлудің өзінің кемшіліктері бар. Осы кемшіліктерді гидрометаллургиялық өңдеу арқылы түзетуге тырысқан болатын. Ол әдіс бойынша фاینштейнді біртіндеп суыту, оның флотациясы және ары қарай никельді, мысты концентраттарды рафинирлеу арқылы жүргізіледі. Никельді концентратты келесі жолдармен рафинирлейді: тотықтырып күйдіру, анодтарға тотықсыздандырып балқыту және металлдың электролизі. Бұл әдіс металлдың жоғарғы жоғалуларына, жоғарғы бағалы өнімді алуға алып келеді. Сондықтан ғалымдар никельді шаймалаудың инновациялық жетістіктерімен жаңа технологияларын ойлап табуға тырысуда [10].

Карон процесі - шаймалау технологиясы

1920 жылдары профессор Карон әзірлеген Карон процесі пирометаллургия мен гидрометаллургияның гибриді болып табылады. Лимонитті кен Ni және Co металл пішіндерге селективті түрде азайту үшін қыздырылады. Содан кейін бұл металдар аммиак/аммоний карбонаты ерітіндісімен шайылады. Ni және Co бар қорытпа түзу үшін аздаған темір тотықсызданады:

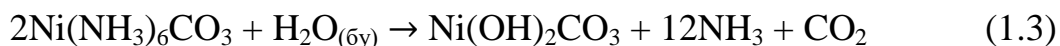
Реакциясы 850 °C температурада жүреді:



150-200 °C дейін салқындатқаннан кейін кен аммиак/аммоний карбонаты ерітіндісімен өңделеді:



Қаттыдан сұйыққа бөлінгеннен кейін Со кобальт сульфиді және Ni никель карбонаты түріне тотықсыздандырылады. Никель карбонаты соңғы өнім никель оксидін алу үшін одан әрі күйдіріледі.

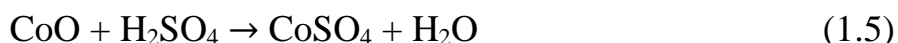


Карон процесі - жақсы қалыптасқан технология. Аммиак бүкіл процесте қайта өңделеді, сондықтан реагент құны төмен және сілтілеу сатысы Ni және Со үшін жоғары таңдамалы. Ni және Со алу жылдамдығы жоғары қысымды қышқылмен шаймалау (<90 % Ni, <80 % Со) салыстырғанда салыстырмалы түрде төмен болуы мүмкін және кенді күйдіру үшін энергия қажеттілігі өте жоғары, бұл операциялық шығындарды арттырады.

Жоғары қысымды қышқылмен шаймалау

Жоғары қысымды қышқылмен шаймалау (ЖҚҚШ) автоклавта жоғары температурада (240-270 °С) және қысымда (4000 кПа) латериттерден Ni және Со күкірт қышқылын шаймалауға негізделген. Химиялық реакцияның жылдамдығы жылу мен қысымның әсерінен жеделдетіледі. Шаймалау процесі өте тиімді, өйткені ол 95 %-дан астам Ni және Со қалпына келтірумен 60-90 минутта аяқталады. Қышқылды ерітіндіде (рН=2-3) 200 °С жоғары температурада гидролиз кезінде темір гематит түрінде тұнбаға түседі, бұл қышқыл шығынын азайтады және темірді кетіреді, оның Ni және Со-ның бастапқы шаймалау ерітіндісінен бөлінуіне әсерін болдырмайды.

Никель мен кобальтты шаймалау реакциялары:



ЖҚҚШ процесі лимонит кендерін өңдеу үшін қолайлы, өйткені силикат пен сазды кендерде қышқылды көп қажет ететін шекті минералдар бар, бұл процестің жалпы экономикасына әсер етеді. Бір тонна кенге 350-500 кг жоғары қышқыл шығыны ЖҚҚШ -ның негізгі кемшіліктерінің бірі болып табылады, сондықтан ЖҚҚШ операцияларының табыстылығы күкірт қышқылының қолжетімділігі мен бағасына байланысты. Сонымен қатар, ЖҚҚШ -дың күрделі құны жоғары болуы мүмкін. Қоршаған ортаның жоғары агрессивтілігіне байланысты титанмен қапталған қымбат автоклавтар қажет.

Атмосфералық қышқылды шаймалау

Лимонит пен сапролит кендерін концентрлі күкірт қышқылымен цистерналарда атмосфералық қысыммен араластыра отырып шаймалайды. Процесс 100 °С температурада жүргізіледі және 2 моль/л H₂SO₄ және 0,1 қатты/сұйықтық қатынасы арқылы сілтілеу уақыты 12 сағатқа дейін. Бірінші кезеңде лимонит

кенінен Ni және Co сілтіленеді, содан кейін суспензиядағы артық күкірт қышқылын ерітіндіге Ni және Co көбірек бөліп, сапролит кенін қосу арқылы бейтараптандырады. Бұл әдісті төмен сұрыпты кендерге (< 1,5 % Ni) қолдануға болады және Ni және Co алу салыстырмалы түрде жоғары (Ni үшін > 90 % және > 80 % Co). Бұл процестің негізгі кемшіліктері ұзақ шаймалау уақыты және жоғары қышқыл шығыны болып табылады, бұл ЖҚҚШ-мен салыстырғанда жоғары (кенге 500-700 кг).

Үйінді шаймалау

Күкірт қышқылын үйіндімен шаймалау алғаш рет грек латериттерін өңдеу үшін зерттелді, бірақ кейінгі зерттеулер әлемнің әртүрлі бөліктеріндегі сапролит кендерінен Ni және Co шаймалау үшін үйінді шаймалау әдісін қолдануға болатындығын көрсетті. Бір тонна кенге 200-600 кг қышқыл шығыны кезінде никельдің алынуы 120-150 күн ішінде 65-85 % аралығында болады. Салыстырмалы түрде төмен күрделі және операциялық шығындар бұл процестің негізгі артықшылығы болып табылады, бірақ сілтісіздендірудің баяу жылдамдығы және Ni және Co-ның төмен қайтарылуы негізгі кемшіліктер болып табылады.

Тікелей никель алу процесі

Тікелей никель алу процесі (ТНП) лимонит пен сапролит кендерін 110 °C және атмосфералық қысымда араластырылған цистерналарда азот қышқылымен шаймалауға негізделген. Бұл процесті Австралияның Direct Nickel Group компаниясы Индонезияның латерит кендерін өңдеу үшін әзірлеген. Процесс тиімді, шаймалау уақыты 2-4 сағат, Ni және Co алу > 95 % құрайды. Бұл процесте қолданылатын барлық реагенттер ұсталып, қайта пайдаланылады. ТНП тазарту қадамы кезінде бірнеше рН реттеулерін қамтитын күрделірек процесс. Біріншіден, темір рН 2-ден 3-ке дейін гидролиз арқылы жойылады. Бұл жерде суспензия сүзіледі және сату үшін жанама өнім ретінде жуылған гематит тұнбасы алынады. Содан кейін темірсіз ерітінді алу үшін магний (MgO) суспензиясымен өңделеді.

рН жоғарылатып, алюминий гидроксиді тұнбаға түседі, ол Al өнімін алу үшін сүзіледі. Төмен алюминий ерітіндісі енді аралас гидроксидті тұнбаға түсіруге дайын, мұнда магнезия суспензиясы екі сатылы циклде рН мәнін көтеру және жемнен алынған никель мен кобальттың көп бөлігін қамтитын аралас гидроксид өнімін (АГӨ) тұндыру үшін қолданылады. Соңында, азот оксиді газы азот қышқылын шығаратын сіңіру қадамдары арқылы тотықсыздандырылады, содан кейін ол шаймалау тізбегіне қайтарылады.

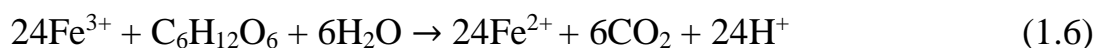
Хлоридті сілтісіздендіру және Neomet процесі

Лимонит кендерінен Ni және Co-ның HCl Шаймалауын зерттеу 1970 жылдары басталды. Хлоридті шаймалаудың ең озық технологиясы канадалық Neomet Technologies компаниясы жасаған Neomet процесі болып табылады. Бұл процесте тұз қышқылы атмосфералық қысымда және 100-110 °C температурада цистерналарда лимонит пен сапролит кендерінен Ni және Co шаймалау үшін қолданылады. Neomet Technologies инженерлері сонымен қатар «атмосфералық

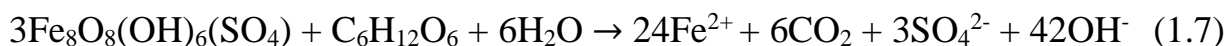
автоклавты» қолданатын процессте тұз қышқылын қалпына келтіруге арналған патенттелген жүйені әзірледі. Ni және Co (> 90 %) жоғары қалпына келтірілді.

Тотықсыздандырғыш биологиялық шаймалау (Ферредоксин тұжырымдамасы)

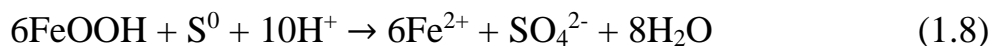
Биологиялық шаймалау – көп жылдар бойы төмен сұрыпты рудалардан мыс биологиялық сілтісіздендіру және араластырылған цистерналарда құрамында алтыны бар пирит концентраттарын биототықтыру үшін қолданылып келе жатқан жақсы қалыптасқан технология. Төмен сұрыпты кендерден мысты биологиялық шаймалау мыс сульфидті минералдардың бактериялық катализді тотығуына негізделген. Никельді латериттерден биологиялық шаймалау басқа тәсілге негізделген: темір мен марганецті темір мен марганец оксидінің минералдарына бактериалды түрде қалпына келтіру. Гетеротрофты және автотрофты ацидофильді бактериялардың кейбір түрлері факультативті анаэробтар болып табылады. Аноксик ортада бұл бактериялар тыныс алу тізбегіндегі соңғы электронды акцептор ретінде оттегінің орнына Fe^{3+} пайдалана алады, темірді (Fe^{3+}) темірге (Fe^{2+}) тотықсыздандырады (теңдеу 6).



Бридж және Джонсон ацидофильді гетеротрофты *Acidiphilium sputum* аноксидті ортада темір оксиді минералдарының (мысалы, гетит және швертманнит) тотықсыздандырғыш еруін тудыруы мүмкін екенін анықтады. Глюкозаны электронды донор ретінде қолдану арқылы швертманниттің бактериалды ерітуін келесі химиялық теңдеу арқылы көрсетуге болады:



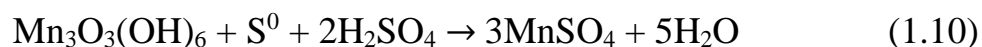
Осыған ұқсас механизм темірді тотықтыратын ацидофильді бактериялардың *Acidithiobacillus ferrooxidans* көмегімен латеритті рудалардан никельді биологиялық сілтісіздендіруде қолданылған. Оттегіге бай ортада *Acidithiobacillus ferrooxidans* темірді тотықтыру арқылы метаболикалық энергияны қамтамасыз етеді, бірақ оттегі болмаған кезде бұл бактериялар күкіртті және тотықсызданған күкіртті қосылыстарды электронды донор ретінде, ал темірді электронды акцептор ретінде пайдалана отырып, анаэробты метаболизмге ауысады. 8-теңдеу *Acidithiobacillus ferrooxidans* гетитте элементар күкіртті электронды донор ретінде пайдалану арқылы темір темірдің тотықсыздануын көрсетеді:



Ұсталған никель атомдарын ұстаған лимонит кеніндегі гетит матрицасын еріткеннен кейін никель күкірт қышқылының қатысуымен никель сульфаты түрінде ерітіледі:



Кобальт көбінесе асболанелитиофорит тобының марганец оксигидроксидтерімен байланысты. Асболан *Acidithiobacillus ferrooxidans* белсенділігінің төмендеуіне байланысты ерітілуі мүмкін:



Асболанды еріткеннен кейін кобальт оксиді күкірт қышқылында кобальт сульфаты ретінде ериді:



Du Pleisis және басқалары лимонит латериттерінен Ni және Co-ны анаэробты қалпына келтіретін биосілтілеу үшін Ферредокс процесін ұсынды.

Тотықсыздандырғыш биосілтісіздендіру процесі 30 °C температурада жұмыс істейді және орташа қышқыл (pH 1,7-2), сондықтан латериттен Ni және Co алудың басқа гидрометаллургиялық тәсілдерімен салыстырғанда (үйінді шаймалауды қоспағанда) бұл процесс энергияны аз жұмсайды және аз жабдықты қажет етеді, арзанырақ материалдардан жасалған, сондықтан процесс үнемді болуы мүмкін. Ферредоксин процесінің күрделі және операциялық шығындары салыстырмалы түрде төмен болуы мүмкін. Процестің тиімділігіне күкірт пен күкірт қышқылын тұтыну әсер етеді.

Никель сульфатын шаймалау

Пиromеталлургиялық никель штейні Metso Outotec ОКТОР реакторларында оттегі мен күкірт қышқылын пайдаланып, атмосфералық қысымда шайылады. Шаймалау схемасы әдетте целлюлозаны, алдын ала сілтісіздендіруді, автоклав қысымымен шаймалауды, қатты/сұйықты бөлуді және жуу қадамдарын қамтиды. Ұқсас сілтілеу схемалары никель мен кобальттан металдар мен аралық өнімдерді сілтілеу үшін қолданылады.

Шаймалау процесі никель және кобальт сульфатының сулы ерітіндісін шығарады. Бұл ерітінді одан әрі темір, марганец және басқа қоспалардан тазарту және еріткіш экстракциялау кезеңдерінде өңделеді. Қатты сілтісіздендіру қалдығы – бұл бағалы металл өнімі ретінде одан әрі өңдеуге болатын ықтимал бағалы металдар бар тұнба.

Никельді хлоридті ерітіндімен шаймалау

Хлоридті сілтісіздендіру никель шикізатын өңдеудің баламалы әдісі болып табылады. Күңгірт немесе концентрат Metso Outotec ОКТОР атмосфералық реакторларында тұз қышқылымен және оттегімен жоғары қышқыл концентрациясында бірнеше кезеңде шаймаланады. Қатты бөлшектер қоюландырғыштың көмегімен ерітіндіден жойылады. Қалыңдатқыштың толып кетуі - концентрлі шаймалау ерітіндісі, содан кейін ол темір мен басқа қоспаларды тұндырады.

Металдық никельді электролиз арқылы алу

Metso Outotec оңтайландырылған катод пен ұяшық өлшемдері, ток тығыздығы, шиналар және катодты материалды автоматты түрде беру арқылы тиімді, өнімді және қауіпсіз электролиз қондырғыларын жеткізудегі сенімді серіктес болып табылады. Metso компаниясының Outotec CellSense ұяшық өнімділігін бақылау жүйесі және қапталған титан аноды (СТА) технологиясы резервуар паркінің жұмысы үшін айтарлықтай артықшылықтар береді. Никельді металл ұнтағын сүтегі тотықсыздану технологиясы арқылы автоклавтарда да өндіруге болады. Metso Outotec компаниясының қаптамадағы жаңа анодты никельді электролиз технологиясы никель шығарындыларын айтарлықтай азайту және оператордың жұмыс жағдайын айтарлықтай жақсарту арқылы экологиялық таза электролиз процесін қамтамасыз етеді. Бұл технология сонымен қатар операциялық шығындарды азайтады және толық автоматтандырылған процеске және электролиз процесінен оттегіні қалпына келтіруге мүмкіндік береді (Қосымша А қараңыз).

2 Эксперименттік бөлім

2.1 Эксперименттерде қолданылған материалдар мен реактивтер

Дипломдық жұмыста келесідей реактивтер мен материалдар қолданылды:

- никельқұрамды кен;
- араластырғыш қондырғысы;
- рН метр;
- техникалық таразы;
- аналитикалық таразы;
- күкірт қышқылы;
- дистилденген су;
- термостат;
- натрий гидроксиді ерітіндісі;
- ЭДТА;
- мурексид.

2.2 Күкірт қышқылды ерітіндіні дайындау есептеулері

Күкірт қышқылы - түссіз, өткір иісті, мөлдір сұйық. Концентрациясы жоғары күкірт қышқылының тығыздығы 1,84 және құрамында 96 % H_2SO_4 болады.

1 л 1 М күкірт қышқылының ерітіндісін дайындау үшін 98 г H_2SO_4 қажет. Концентріленген күкірт қышқылының құрамында 96 % H_2SO_4 бар, яғни оның талап етілетін мөлшері:

1000 мл – 98 г H_2SO_4 керек, ал 100 г конц. Қышқылда 96 г қышқыл бар, сонда

$$x = \frac{100 \cdot 98}{96} = \frac{9800}{96} = 102,08 \text{ г немесе } 102,08 \div 1,84 = 55,48 \text{ см}^3$$

Алынатын қажетті судың мөлшері: $1000 - 55,48 = 944,52 \text{ см}^3$. Судың $944,52 \text{ см}^3$ мөлшеріне $55,48 \text{ см}^3$ концентріленген күкірт қышқылын құйып, оны жақсылап араластырады.

1 дм^3 0,5 моль/ дм^3 , күкірт қышқылын дайындау үшін еріту қажетті:

$$M(H_2SO_4) = 98 \text{ г/моль}; 98 / 2 = 49 \text{ г } H_2SO_4; 49 : 100 = 98 : x,$$

осыдан:

$$x = \frac{100 \cdot 49}{96} = \frac{4900}{96} = 51,04 \text{ г немесе } 51,04 \div 1,84 = 27,74 \text{ см}^3$$

Алынған 27,74 см³ концентирленген , күкірт қышқылын сыйымдылығы 1 дм³ мөлшерлі колбаға алдын ала суды жартылай құйып, содан соң қышқылды тамшылатып құйып алын, сосын оның көлемін 1 л белгіге дейін жеткізеді және араластырады.

Осылайша 1 дм³ 1,5 және 2 М /дм³ күкірт қышқылын дайындау үшін:

96 г -1 М H₂SO₄ – 55,48 мл H₂SO₄

X – 1,5 М H₂SO₄ – у мл H₂SO₄;

$$x = \frac{96 \cdot 1,5}{1} = 144 \text{ г немесе } 144 \div 1,84 = 78,26 \text{ мл H}_2\text{SO}_4$$

Алынған 78,26 мл концентирленген күкірт қышқылын сыйымдылығы 1 дм³ ішіне дистилденген су жартылай құйылған колбаға құйып, содан соң оның көлемін, сумен белгіге дейін толықтырады және араластырады.

Әрі қарай күкірт қышқылының 2–4 М ерітінділерін осылай есептеп дайындайды. Сонда 2 М ерітінді дайындау үшін 110,96 мл H₂SO₄; 2,5 М – 137,7 H₂SO₄; 3М – 166,44 мл H₂SO₄; 3,5 М – 194,18 мл H₂SO₄ және 4 М ерітінді үшін 221,92 мл H₂SO₄ алып көлемі 1 л-ден ерітінділер дайындалады.

2.3 Бастапқы кеннің құрамы

Горностай кен орынының никельқұрамды кен үлгісінің құрамы физика-химиялық талдау әдістермен (рентгендифракциялық, химиялық, микроскоптық) зерттелді, нәтижелер 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Ni-құрамды кеннің химиялық құрамы

| Компонент | Ni | Co | Mn | Cr | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO |
|------------|--------|---------|-------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------|--------|
| Мөлшері, % | 0,74 - | 0,007 - | 0,92 | 0,51 | 42,73 - | 16,09 - | 3,3 - | 0,46 - | 5,42 - |
| | 0,9 | 0,12 | -1,11 | - 0,62 | 46,27 | 26,3 | 7,55 | 0,52 | 8.1 |

Талдаудың кристаллоптикалық әдісімен Горностай кен орынының никель кобальтты кенінің минералогиялық құрамы орнықтырылған:

- кварц a-SiO₂ (ірі түйірлі түссіз, бір негізді, N ~ 1,540);
- антигорит Mg₃Si₄O₅(OH) – серпентиндердің тау минералы,
- (анизотропты, түсі әлсіз сарғыш-жасыл, тұтылуы толқынды, N~1,557);
- андезин (Na, Ca)[Si₃AlO₈] – плагиоклаздардың тау минералы (дала шпаттары), (қососьті, N ~ 1,557 - 1,560, тұрақтылық бойынша сипатты тік бұрышты

сынықтар);

– каолиниттің $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ болуы мүмкіндікті (жұқа дисперсті түссіз фаза, $N \sim 1,550$);

– аз мөлшерде флюориттің CaF_2 болуы мүмкіндікті (изотропты түссізфаза, $N \sim 1,40$, сипатты майда кристалл түйірлері октаэдрлік бейнеде).

Спектрлік талдау нәтижелері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 – Ni - кендерінің спектрлік талдану нәтижелері

| <i>Элементтер</i> | <i>Мөлшері, %</i> | <i>Элементтер</i> | <i>Мөлшері, %</i> |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ni | >0,1 | Al | ~ 0,1 |
| Co | >0,01 | Ca | ~ 0,1 |
| Cd | ~ 0,001 | Mg | >0,3 |
| Zr | ~ 0,01 | Cr | <0,1 |
| Cu | 0,003 | Si | Көп |
| Fe | ~1 | Na | <0,1 |
| Mn | >0,01 | Pb | <0,001 |

Кендік материалдың бастапқы сынамасын сапа жағынан бағалау үшін талдаудың спектрлік әдісін қолдандық (ВИМС 246-С). Спектрдің суретке түсіріліп тіркелуін ДСФ-13 спектрографта жүргіздік. Кристаллоптикалық талдауды ең жоғару үлкейтумен 800 және ұйғарынды қабілеттілігі 1 мкм Opton аспабында орындадық.

Зерттеу әдістемелері

Ерітіндідегі металл иондары кешендіметрлік және көлемдік әдістермен анықталды [11], [12].

Никельді, темірді анықтау үшін, металдардың түсті қосылыстарының жарықты сіңіруін анықтауға негізделген, фотокалориметриялық әдіс қолдандық. Талдауды КФК-2 МП маркалы гоэлектрокалориметрде жүргіздік [13], [14].

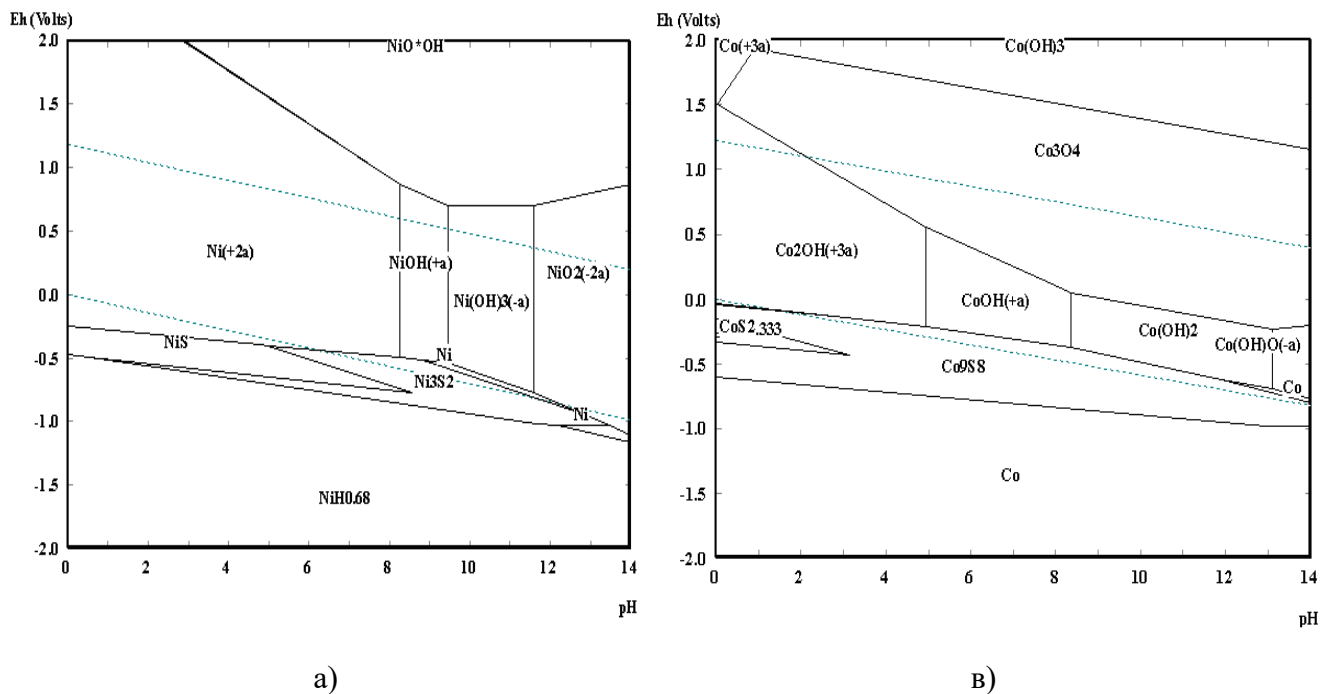
Никельдің қарсы ағысты екі сатылы Шаймалауын жүргізу үшін Горностайкен орынының никель-кобальтты кенін қолдандық. Шаймалау күкірт қышқылдыерітінділерді (1-4 М моль/дм³ H₂SO₄) қолданумен, үш сатылы жүргізілді.

Шаймалау процесінің бірінші сатысында температурасы 90 °С - дейін қыздырылған термостатқа реакторды орналастырамыз, содан соң оған 250 см³ 2моль/дм³ HCl құямыз; қақпағын жауып, араластырғышты іске қосамыз. Осыдан кейін, қақпағындағы тығынды ашамыз, оған құйғышты орнықтырамыз және сол арқылы 50 г Ni - Co кенін жүктейміз (К:С=1:5), түзілген қойытпақты (пульпа) 2 сағат бойында араластырамыз. Шаймалау аяқталғаннан соң, қойырпақты сүзу процесінен еткіземіз (~ 1 сағ).

Сүзуден кейінгі алынған ерітіндінің көлемін өлшейміз және оны кобальтты экстракциялық бөліп алу процесіне жібереміз.

2.4 Термодинамикалық талдау

Никелькұрамды кеннен никельді бөліп алу үшін еріткіш реагентті дұрыс таңдау үшін және жүретін процестерді болжау үшін термодинамикалық талдау жүргізілді. Кеннің құрамында негізгі никель металымен қатар кобальт бар, сондықтан Ni-S-H₂O, Co-S-H₂O жүйелерінің Пурбэ диаграммалары тұрғызылды (3-сурет).



3 - сурет – а) Ni-S-H₂O және в) Co-S-H₂O жүйелерінің " потенциал-рН " диаграммалары

2.5 Никель құрамды кеннен никель мен кобальттышаймалау процесін зерттеу

Никель - кобальтты өнеркәсіпте өңделетін өнімдердің құрамы, негізінен мыстың, никельдің, кобальттың және темірдің (пирротин, троилит)сульфидтерінен, сонымен қатар бағалы металдардан тұрады.

Одан өзге, табиғи материалдар құрамында кіріктіруші жыныстар минералдарыда болуы мүмкін. Қышқылды ерітінділердегі сульфидтер потенциалдарына сәйкес, қалған Шаймалаулар кезінде тотығудың келесі бірізділігі сақталуы керек: пирротин (троилит), пентландит (кобальт минералдары), мыс сульфидтері. Осы қатарға сәйкесті келесідей технологиялық сұлбалар принципіалды мүмкіндікті:

– темір сульфидтерінің, өзгермейтін бөлігінің бөлінуімен жүретін,

селективті тотығуы, оның нәтижесінде материал түсті металдар бойынша байытылады;

– темір - никель - кобальтты сульфидтердің, түсті металдарды ерітіндіге өткізе отырып Шаймалауы; бұл кезде темірді осылай ерітіндіге өткізуге немесе гидроксидтер түрінде тұндыруға болады;

– темір, никель және кобальт сульфидтерінің, мысты сульфидтер түрінде қалдыра отырып, селективті тотығуы. Алдыңғы жағдайдағы сияқты, темірді ерітіндіге өткізуге немесе гидроксид түрінде тұндыруға болады. Соңғы нұсқада мыс сульфидтері мен темір гидраттарын механикалық байыту әдістерімен бөледі. Осы түрдегі сұлбалар мысты никель мен кобальттан белуге мүмкіндік береді.

2.5.2 Шаймалаушы ерітіндідегі қышқыл концентрациясының никель құрамды материалдардан никель мен кобальтты бөліп алуға әсері

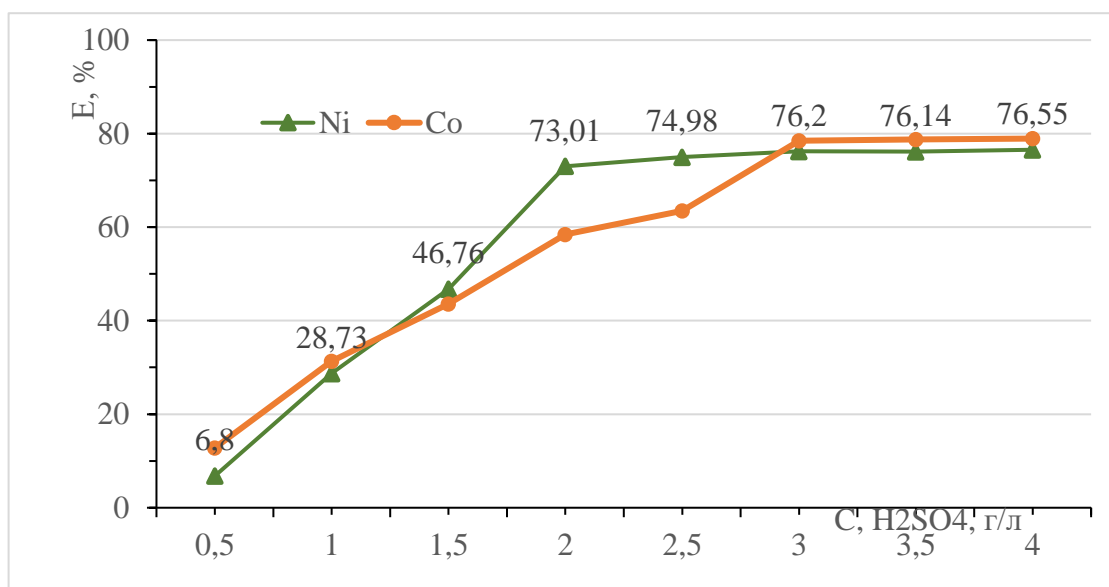
Никельді кенне бөліп алу эксперименттері

Никель - кобальты кендердің ерітінділердің қышқылдығына тәуелді Шаймалауы бойынша нәтижелер 4 - кестеде келтірілген.

Кестеден көргеніміздей, күкірт қышқылы бойынша шаймалаушы ерітіндінің концентрациясының жоғарылауы шартты металдардың ерітіндіге өтуінің артуына әкеледі.

Кесте 3 – Никельді және кобальтты бөліп алу дәрежесіне күкірт қышқылды ерітіндінің әсері

| Кен өлшендісі, г | C H ₂ SO ₄ M | Бастапқы V H ₂ SO ₄ см ³ | V Өн.еріт см ³ | Шайм. кей құрғақ өлшендісі, г. | CNi өнімді ерітіндіде, г/моль | m Ni | ENi % | m Co Өнімді ерітіндіде, г/моль | ε Co % |
|------------------|--|---|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------|----------|-----------------------------------|-----------|
| 50 | 0,5 | 200 | 170 | 43,78 | 0,16 | 0,0272 | 6,80 | 0,0064 | 12,81 |
| 50 | 1,0 | 200 | 169 | 43,45 | 0,68 | 0,1149 | 28,73 | 0,0156 | 31,33 |
| 50 | 1,5 | 200 | 167 | 43,32 | 1,08 | 0,1804 | 45,09 | 0,02177 | 43,55 |
| 50 | 2,0 | 200 | 165 | 42,98 | 1,37 | 0,2261 | 56,51 | 0,0292 | 58,44 |
| 50 | 2,5 | 200 | 163 | 42,86 | 1,64 | 0,2673 | 66,83 | 0,0317 | 63,52 |
| 50 | 3,0 | 200 | 163 | 42,78 | 1,87 | 0,3048 | 76,20 | 0,03923 | 78,46 |
| 50 | 3,5 | 200 | 162 | 42,55 | 1,88 | 0,3046 | 76,14 | 0,03938 | 78,77 |
| 50 | 4,0 | 200 | 162 | 42,48 | 1,89 | 0,3062 | 76,55 | 0,0394 | 78,94 |



1 – никельдің бөліну дәрежесі; 2 – кобальттің бөліну дәрежесі

3 - сурет – Никельді және кобальтті бөліп алу дәрежесіне тұз қышқылды ерітіндінің әсері

2.5.2 Никель құрамды кендерден никельді бөліп алу процестінің жүру ұзақтығына тәуелділігі

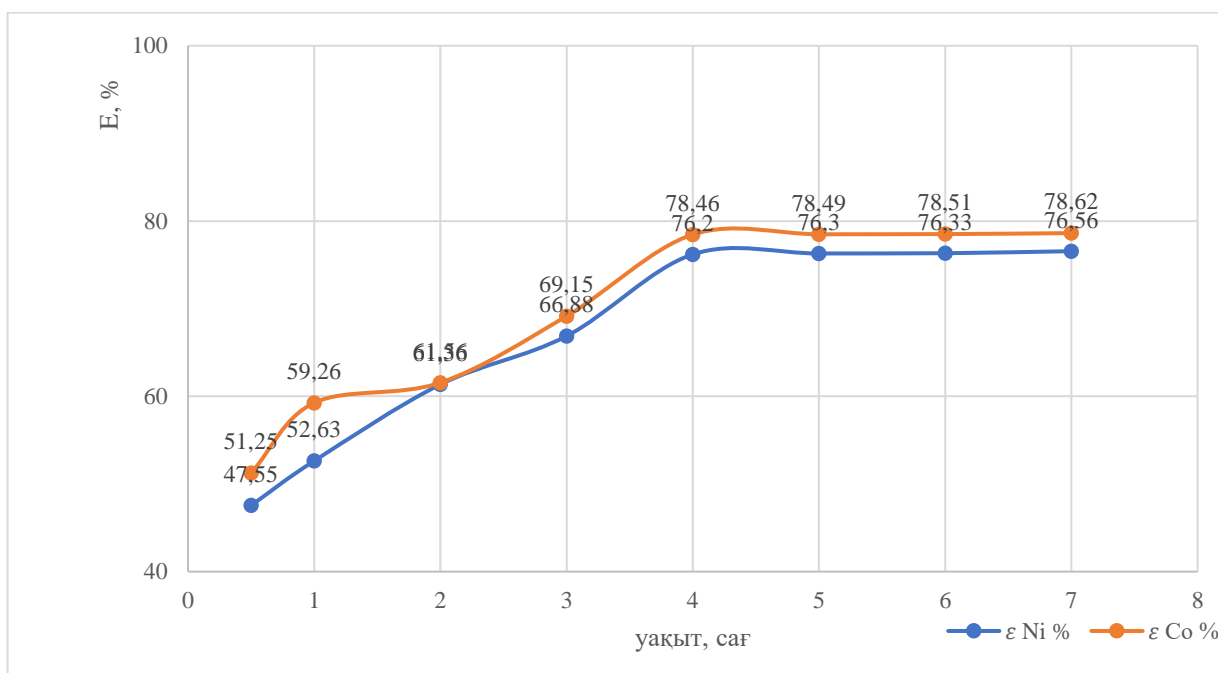
Табиғи материалдан тұз қышқылды ерітінділермен, процестің жүру ұзақтығына тәуелді, никель мен кобальттың Шаймалау процесінің нәтижелері 5 - кестеде келтірілген кескінделген.

Суретте процестің жүруінің уақытқа тәуелділігі нәтижелері кескінделген. Алынған нәтижелерден көріп отырғанымыздай, кеннің тұз қышқылды ерітіндімен түйісу уақытының артуымен металдардың өнімділікті ерітіндіге бөліну шығымы жоғарылайды. Шаймалаудың ұзақтығы жуық шамамен 5 сағат кезінде максимум бөліну шығымы жүзеге асады (никель 70,8 % , кобальт 54,6 %).

Қойыртпақты (пульпаны) араластыру уақытын 5 сағатта жоғары арттыру процесс көрсеткіштерінің соншалықты өзгеруін, яғни өсуін бермейді.

Кесте 5 – Никель мен кобальтты бөліп алудың процестің жүру ұзақтығына тәуелділігі

| τ , сағ | Бастапқы $V_{H_2SO_4}$ $см^3$ | V сүзін $см^3$ | Шайм. Кей құрғақ өлшенді, г. | C_{Ni} өнімді ерітіндіде, г/моль | m_{Ni} | ε_{Ni} % | C_{Co} Өнімді ерітіндіде, г/моль | ε_{Co} % |
|--------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|----------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| 0,5 | 200 | 170 | 12.50 | 1.11 | 0,1902 | 47,55 | 0.11 | 51.25 |
| 1,0 | 200 | 169 | 21.05 | 1.27 | 0,2152 | 52,63 | 0.12 | 59.26 |
| 2,0 | 200 | 167 | 29.15 | 1.46 | 0,24544 | 61,36 | 0.13 | 61.56 |
| 3,0 | 200 | 165 | 38.56 | 1.62 | 0,26752 | 66,88 | 0.15 | 69.15 |
| 4,0 | 200 | 163 | 42,78 | 1,87 | 0,3048 | 76,20 | 0,17 | 78,46 |
| 5,0 | 200 | 163 | 42.79 | 1.87 | 0,3052 | 76,30 | 0.17 | 78.49 |
| 6,0 | 200 | 162 | 42.81 | 1.88 | 0,30532 | 76,33 | 0.18 | 78.51 |
| 7,0 | 200 | 162 | 42.83 | 1.89 | 0,30624 | 76,56 | 0.19 | 78.62 |



1 – никельдің бөліну дәрежесі; 2 – кобальттің бөліну дәрежесі

4 - сурет – Никель мен кобальтты бөліп алудың процестің жүру ұзақтығына тәуелділігі

Алынған нәтижелерден келесілерді көруге болады: кеннің күкірт қышқылды ерітіндімен өзара әрекеттесу уақытының артуымен металдардың өнімділік

ерітіндіге бөліну шығымы жоғарылайды.

Шаймалаудың ұзақтығы жуықша шамамен ~4 сағат кезінде максимум бөліну шығымы жүзеге асады (никель 70,8 %, кобальт 54,6 %). Қойытпақты (пульпаны) араластыру уақытын 4 сағаттаңда жоғары арттыру процесс көрсеткіштерінің соншалықты өзгеруін, өсуін бермейді.

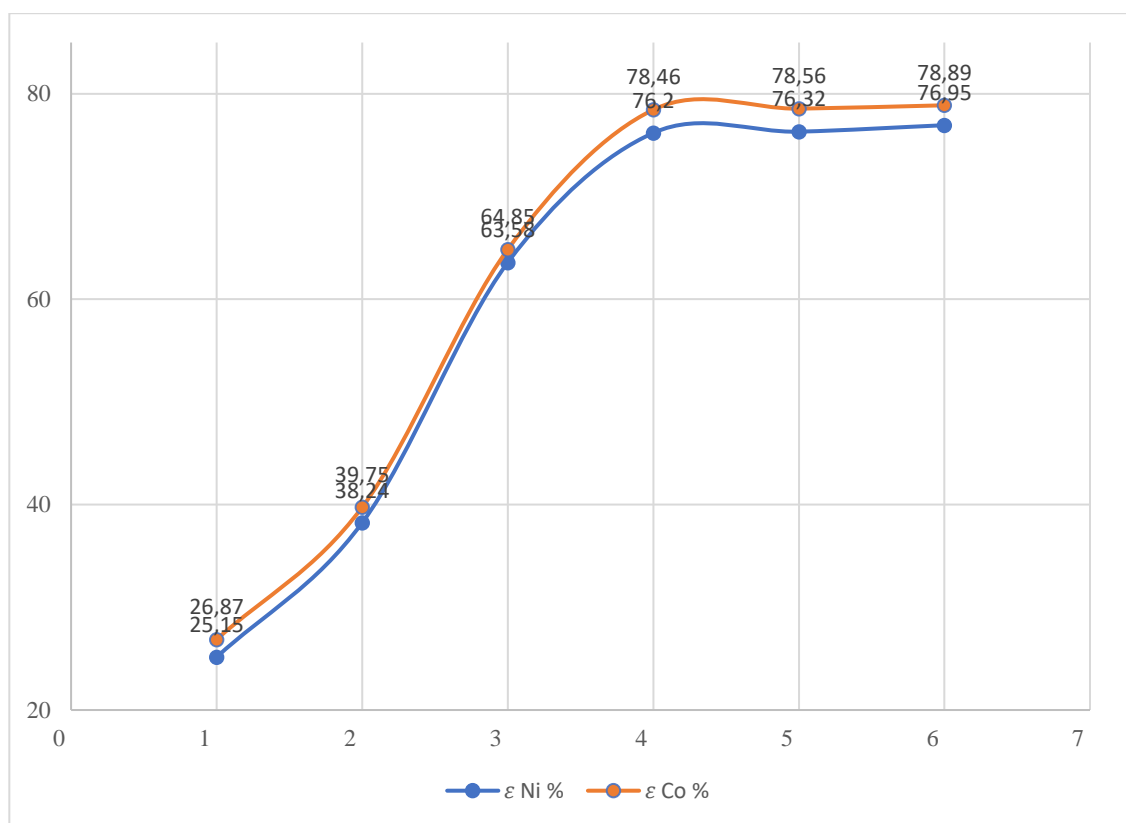
2.5.3 Никель құрамды материалдардан никель мен кобальттың Шаймалауының қатты және сұйық фазалар қатынасына тәуелділігі

Гетерогенді процестер үшін фазалар қатынасы олардың арасында элементтердің орналасуына өзінің әсерін тигізетіні белгілі. Сондықтанда кендегі қатты фазалар қатынасына тұз қышқылы ерітіндісінің әсерін зерттедік. 5-суреттен байқағанымыздай, фазалардың ара қатынасын жоғарылатқан сайын металдардың ерітіндіге өтуі артады. Бірақта егер шаймалаушы ерітіндінің көлемін көбейтсек онда қышқыл сырап болады және металл дұрыс бөлінбейді.

Келтірілген сурет пен кестенің мәліметтеріне сүйене отырып, фазалардың оптималы қатынасы Қ:С = 1:8 алынады.

Кесте 6 – Никель мен кобальттың Шаймалауының қатты және сұйық фазалар қатынасына тәуелділігі

| Т:Ж | Кен өлшендісі,г | Бастапқы $V_{H_2SO_4}$ см ³ | $V_{сүзін}$ см ³ | Шайм. Кей құрғақ өлшенді,г. | C_{Ni} өнімді ерітіндіде, г/моль | ε_{Ni} % | C_{Co} Өнімді ерітіндіде, г/моль | ε_{Co} % |
|-----|-----------------|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| 1:1 | 50 | 169 | 21.05 | 1.27 | 0,2152 | 25,15 | 0.12 | 26,87 |
| 1:2 | 100 | 167 | 29.15 | 1.46 | 0,24544 | 38,24 | 0.13 | 39,75 |
| 1:3 | 150 | 165 | 38.56 | 1.62 | 0,26752 | 63,58 | 0.15 | 64,85 |
| 1:4 | 200 | 163 | 42,78 | 1,87 | 0,3048 | 76,20 | 0,17 | 78,46 |
| 1:5 | 200 | 162 | 42.79 | 1.87 | 0,3052 | 76,32 | 0.17 | 78,56 |
| 1:6 | 200 | 162 | 42.81 | 1.88 | 0,30532 | 76,95 | 0.18 | 78,89 |

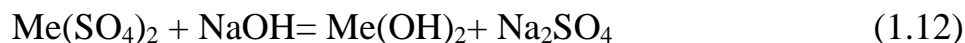


1 – никельдің бөліну дәрежесі, 2 – кобальттың бөліну дәрежесі

6 сурет – Никель мен кобальттың Шаймалауының қатты және сұйық фазалар қатынасына тәуелділігі

2.6 Өнімді ерітіндіден никельді бөліп алу эксперименттері

Күкіртқышқылды ерітінділерден негізгі металдарды бөліп алу эксперименттері гидролиттік тұндыру ақылы жүргізілді. Гидролиттік тұндыру процесін жалпы мына реакциямен жазуға болады:



Металдарды ерітінділерден тұндырудың теориялық мүмкіндігі түзілетін гидроксидтердің ерігіштік көбейтіндісі мен металл гидроксидтерін тұндыру диаграммаларынан негіздеуге болады.

Анықтамалық деректерден негізгі металдарды тұндыру көрсеткіштері төменде 7-кестеде келтірілген.

Кесте 7 – Металдардың гидроксидтердің тұндыру сипаттамалары

| № | Қосылыс | Ерігіштік көбейтінді | Гидроксидтің бастапқы тұнатын рН мәні | Гидроксидтің толық тұнатын рН мәні |
|---|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Ni(OH) ₂ | 2·10 ⁻⁶ | 7,7 | 9,7 |
| 2 | Co(OH) ₂ | 2·10 ⁻¹⁶ | 7,6 | 9,2 |
| 3 | Al(OH) ₃ | 5·10 ⁻³³ | 4 | 5,2 |
| 4 | Fe(OH) ₃ | 4·10 ⁻³⁸ | 2,3 | 4,1 |
| 5 | Fe(OH) ₂ | 7,9·10 ⁻¹⁶ | 7,5 | 9,7 |
| 6 | Mn(OH) ₂ | 4·10 ⁻¹⁴ | 8,8 | 10,4 |

Химиялық құрамы 7-кестеде келтірілген өнімді ерітінді келесі жағдайларда өңделді: $n = 400$ айн/мин, $T = 25$ °С, $t = 60$ мин.

Тұндырылған металқұрамды тұнбалар 20 минут бойы рН мәндері өзгертілмей жуылды. Барлық тұнбалар осылайша тұндырылды. Эксперименттердің нәтижелері 8-кестеде келтірілген.

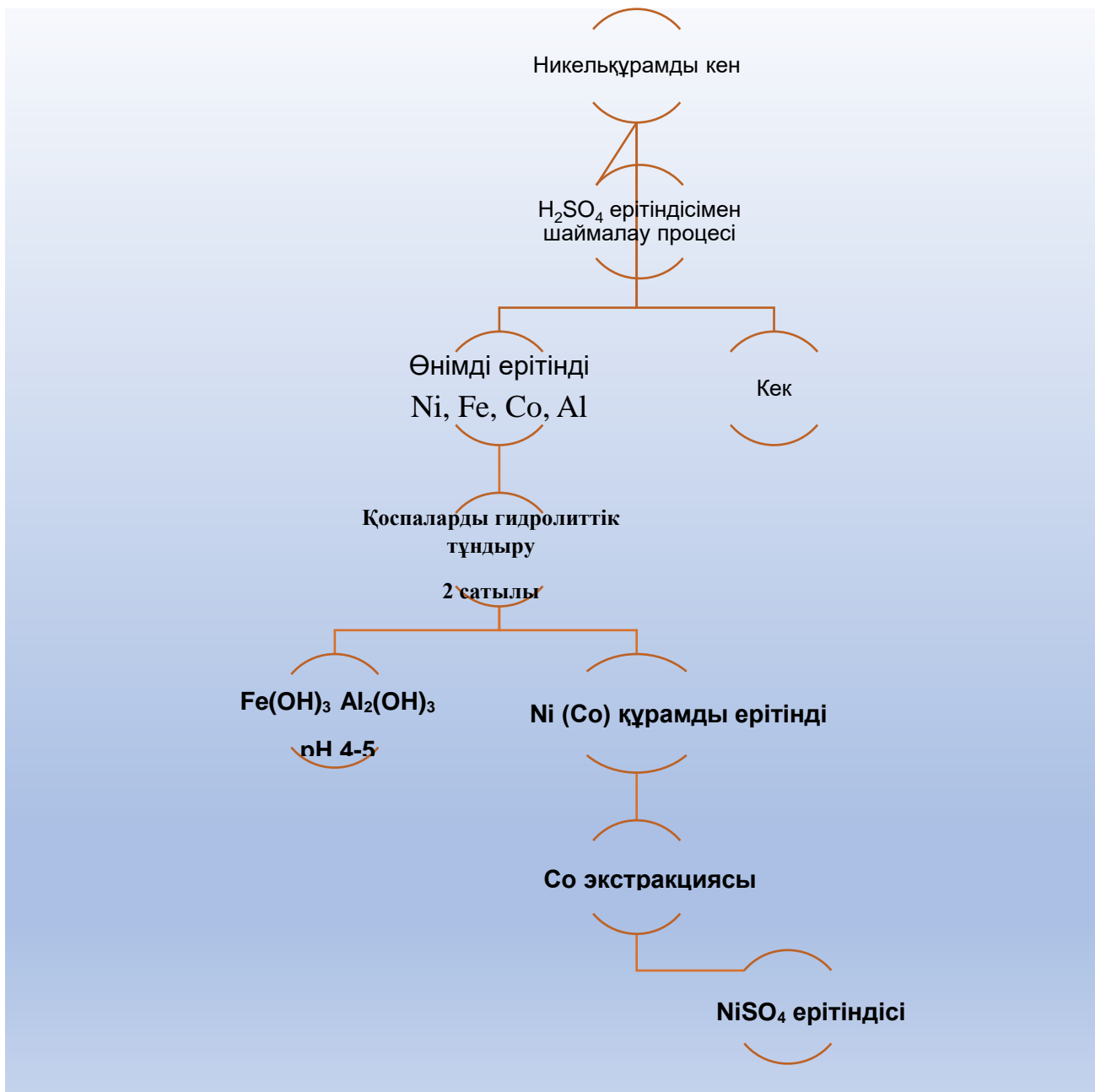
Кесте 8 – Өнімді ерітіндіден металдарды тұндыру эксперименттерінің нәтижелері

| рН | Al | Fe | Co | Ni |
|-----|-------|-------|-------|------|
| 3,5 | 3,17 | 36,78 | - | 1,23 |
| 4,0 | 15,24 | 38,16 | 3,22 | 4,61 |
| 4,5 | 23,1 | 72,78 | 23,25 | 4,00 |
| 5,0 | 78,23 | 86,12 | 1,00 | 5,22 |
| 5,5 | 9,25 | 2,23 | 3,12 | 6,32 |

Эксперимент нәтижелері келтірілгендей рН - 3-5 аралығында темір иондары, содан кейін алюминий иондары гидроксид түрінде тұндырылды.

Құрамында никель және кобальт бар ерітінділер әрі қарай сұйықтық экстракцияға жіберіледі немесе никель-кобальт қосылыстарының тұнбасы тұндырылды. Ал ерітіндіде қалған магнийді 9,5-11 аралығында қажет болған жағдайда тұндыруға болады.

Никельдің таза сульфатты ерітіндісі әрі қарай электролизге жіберіледі. Осы процестің сұлбасы төменде 7-суретте келтірілген.



7 - сурет – Никельқұрамды кендерді гидрометаллургиялық өңдеу сұлбасы

3 Экономикалық бөлім

3.1 Зерттеулер жүргізуге кеткен шығындарды есептеу

Бұл бөлімде, тәжірибе жүргізуге кеткен шығындарды есептеу жүргізілді. Барлық зерттеу барысында 36 тәжірибе жүргіздік.

Амортизациялық шығынды есептеу зертхана жабдығына арналған, амортизациялық шығынды есептейік (10 кесте).

N_a нормасын және амортизация соммасын жабдықтың қызмет ету мерзіміне қарай анықтаймыз:

$$N_a = \frac{100}{B};$$

мұндағы B - қызмет ету мерзімі

Кесте 10 – Амортизациялық шығындар

| Жабдық атауы | Қызмет ету мерзімі, Жыл | Мөлшері | Бағасы, тг | Жылдық бағасы, тг | N_a , % | Амортизациясының жылдық соммасы, тг |
|--------------------|-------------------------|---------|------------|-------------------|-----------|-------------------------------------|
| Тартпалы шкаф | 10 | 1 | 150000 | 150000 | 10 | 15000 |
| Араластырығыш | 10 | 1 | 1800 | 1800 | 10 | 180 |
| Реакционды стакан | 4 | 10 | 300 | 3000 | 25 | 750 |
| Воронка | 4 | 4 | 1500 | 6000 | 25 | 1500 |
| Цилиндр | 4 | 4 | 200 | 800 | 25 | 200 |
| Электрондық таразы | 10 | 1 | 120000 | 120000 | 10 | 12000 |
| Пипетка | 4 | 4 | 200 | 800 | 25 | 200 |
| Барлығы | | | | 281600 | 18,6 | 29830 |

Демек, жабдықтың жалпы бағасы 281600 тг құрайды. Жылдық бағасы амортизациялық шығынның соммасы 29830 тг құрайды. Жабдықтың екі айға кеткен амортизациялық шығынының соммасы 4972 тг құрайды.

3.2 Негізгі және көмекші материалдарға кеткен шығынды есептеу

Химиялық талдау жасауға, сонымен қатар тәжірибе жүргізуге арналған қосымша және негізгі материал шығынын есептейік. Негізгі және қосымша

материалдар шығыны 15 тәжірибеге есептелген. Есептеу тәжірибелері 11 кестеде келтірілген.

Кесте 11 – Негізгі және көмекші материалдар шығыны

| Материалдардың атауы | Материал шығыны | Бірлік бағаса, тг | Жалпы бағасы, тг |
|----------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| Тұз қышқылы, кг | 0,1 | 245 | 27,5 |
| Темір ұнтағы, кг | 0,1 | 17000 | 170 |
| Барлығы | | | 1197,5 |

Демек, негізгі және көмекші материалға кеткен шығын 1197,5 тг екі айға құрайды.

3.2.1 Жалпы шығын соммасын есептеу

Шығындардың жалпы соммасы шикізатқа, реактивтер, суды, электрэнергиясын, жабдыкқа кеткен амортизациялық алынымдар және жалақыны енгізеді. Барлық шығындар 12 кестеге енгізілген.

Кесте 12 – Ғылыми-зерттеу жұмысына кеткен жалпы шығындар

| Шығындар атауы | Шығын соммасы, тг |
|---|-------------------|
| Екі айға кеткен амортизациялық шығындар | 4972 |
| Көмекші және негізгі материалдар | 1197,5 |
| Электр көзі | 2335 |
| Салқын су | 5,84 |
| Жалақы | 57599 |
| Барлығы | 66107,55 |

Сонымен зерттеуге кеткен шығын соммасы 66107,55 тг құрайды.

3.3 Зерттеу жұмысының экономикалық нәтижелігін есептеу

Берілген зерттеу жұмысында никельді ерітіндіден шаймалауды қарастырдық, Горнастай кен орнының кедей және аралас кендерін сілтісіздендіруді жүргіздік. Берілген әдісті қолдану никельдің алыну дәрежесін ұлғайтады, ол өзіндік құнына және өндірістің экономикалық нәтижелігін, тиімділігін қамтамасыз етеді. Экономикалық тиімділігін есептеу кезінде, ғылыми-зерттеу жұмысына жинақ қорын және шығындарын есепке алуға қажет.

Ғылыми-зерттеу жұмысының жинақ қорын есептеу

Жинақ қоры (А) келесі формуламен есептеледі:

$$A = C_n * I_0 * 0,33 ,$$

мұндағы: C_n - жабдықтың бастапқы бағасы, 0,33-ке көбейтілген;

I_0 - 1,082 тең, индексация.

Сонымен, 2 айға құраған жинақ қорының соммасы:

$$A = 281600 * 1,082 * 0,33 = 100548,096 \text{ тг.}$$

Сонда бір жылға жинақ қорының (А) соммасын мына формуламен анықтаймыз:

$$A_1 = C_n * 0,33 * I_0 * (1 + e)^1,$$

мұндағы e - тиімділік коэффициенті, ол 0,1 тең:

$$A_1 = 281600 * 0,33 * 1,082 * (1+0,1)^1 = 104265,216 \text{ тг.}$$

Ал екінші жылға, мына формуламен есептейміз:

$$A_2 = C_n * 0,33 * I_0 * (1+e)^2;$$

$$A_2 = 281600 * 0,33 * 1,082 * (1+0,1)^2 = 121663,196 \text{ тг.}$$

Жобаның құны (В) келесі формуламен есептейміз:

$$B = 3+A.$$

Сонымен, жобаның құны:

$$B = 66107,55 + 100548,096 = 166655,646 \text{ тг.}$$

Сонда, бірінші жылға жобаның құны:

$$B_1 = 66107,55 + 50116,9 = 104265,216 \text{ тг.}$$

Сонда екінші жылға жобаның құны, мынаған тең:

$$B_2 = 66107,55 + 55128,6 = 121663,196 \text{ тг.}$$

3.4 Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

Жоғарыда келтірілген тәжірибиелі мәліметтерге сүйене отырып математикалық өңдеуден өткен нәтижелерде сызықты емес пішіннің тәуелділігін көрсетті. Демек дәрежелі көп мүше 0 дан 6 дейінгі көрсеткіштерді немесе логарифмдік функцияны көрсетті. Экономикалық шығындардың есептеулерінен, негізгі шығындар бөлігін капиталды шығындар, ғылыми-зерттеу жұмысын орындаушының жалақы шығыны құрайды. 10 % жұмыс рентабелділігінің экономикалық нәтижелігі 1 жылға 1027,8915 тенге, екінші жылға нәтиже бойынша 23079,4561 тенгені құрайды. Осы жағдайда ақталу мерзімі 4,50 құрайды.

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

4.1 Жалпы сипаттама

Дипломдық жұмыстың зерттеу жұмыстары негізінен Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханасында жүргізілді. Қауіпсіздік техникасы зертхана меңгерушісінің құзыреті бойынша жүзеге асырылады. Зертхана меңгерушісі кәсіпорында еңбекті қорғаудың толығымен жауапты маман болып табылады. Еңбекті қорғау бөлімі қауіпсіздік еңбек шараларында жүйелі түрде бақылауды жүзеге асырады және апаттан сақтандыру жолын көрсетеді.

Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау. Жұмыс кезінде адам әр түрлі заттар мен реагенттер жұмыс жасай отырып, оған әр түрлі өндірістік жағдайдағы параметрлер әсер етуі мүмкін (температура, бөлме ылғалдылығы, ауаның қозғалғыштығы, шу және т.б.). Көбінесе еңбек жағдайларына байланысты, адамның денсаулығымен жұмысқа қабілеттілігі және оның жұмысқа деген көзқарасын анықтайды. Мұндай факторлар тек өндірістік жұмыста ғана емес, сонымен қатар зертханалық жағдайда орын алып жатады. Зертханада әрбір адам мына талаптарды біліп, есте сақтаған дұрыс:

- техникалық және өрт қауіпсіздігі бойынша жұмыс орындау алдында нұсқаулықпен танысу;
- өрт сөндіру құралдарын дұрыс қолданып, олардың орналасқан жерін білу;
- дәрі-дәрмек қобдишасының орналасқан жерін білу керек. Міндетті түрде күйік шалған кезінде алғашқы көмек көрсете білу (оның ішінде химиялық);
- бастапқы реактивтер мен түзілетін заттардың ерекшеліктерін білу;
- жеке қорғаныс құралдарын қолдану;
- жұмыс аяқталғаннан кейін зертхананы барлық ток көзінен ажыратып, газ, электр, су жабдықтарын өшіруді ұмытпау.

Қарастырылып отырған бұл жұмысты орындау кезінде техника қауіпсіздігін сақтамаған кезде адам өндірістік жарақат алу мүмкін. Ең қауіпті және зиянды болып табылатын жағдайлар:

- қышқылдар мен сілті ерітінділерімен дұрыс жұмыс жасамаса, тері мен дем алу жолдарының күйіп қалуы мүмкін;
- химиялық жабдықтарға химиялық активті орта әсері мүмкіндігінен туындайтын, жоғары қауіптіліктің салдарынан электр тогына түсіп қалуы. Сілтілермен жұмыс жасаған кезінде денсаулыққа қауіп төндірмеу үшін бірнеше ережелерді білген жөн. Олар:

а) құрғақ түрінде сілті белсенді емес. Яғни, егер сілті ыдыста болса және сіз одан бір метр қашықтықта болсаңыз, сілті ешқандай зиян келтіре алмайды. Бірақ сумен араласқан кезде қатты реакция пайда болуы мүмкін – сілтілік натрий ионы

мен анион гидроксиді пайда болады - бұл формада сілтілік химиялық күйік тудырады.

б) тіпті бетіндегі мүлдем құрғақ теріде тер бездері шығаратын ең кішкентай су тамшылары бар, мұрынның, ауыздың және көздің шырышты қабаттарында ылғал көп болады, сонымен қатар су мен ауада көп. Сондықтан теріні сұйылтылған сілтінің ғана емес, құрғақ сілті әсерінен де қорғаған дұрыс, алдын алмаса химиялық күйік пайда болады.

в) сілтілік булар – қауіпті, бірақ шырышты қабаттар мен терінің химиялық күйігін алу үшін денеге бу жеткілікті концентрацияға түскені дұрыс, мысалы, егер сіз ыстық сілтілі ерітіндімен контейнерге сүйеніп, дем алсаңыз немесе химиялық ыдысқа сілтіні құйсаңыз, аз мөлшерде сілтілі шаң ауаға ұшады. Егер көздің шырышты қабығына сілтінің аз мөлшері түссе, өткір қатты ауырсыну байқалады, содан кейін көру қабілетінің төмендеуі мүмкін. Сілтілік булар жоғарғы тыныс жолдарына қатты тітіркендіргіш әсер етеді, өңеш бойында, іште ауырсыну пайда болады, қан араласқан құсу басталуы мүмкін.

Дипломдық жұмыс кезінде цеолит және доломит сорбенттері мен мырыштың тұзды ерітінділері қолданылды. Яғни, сілтілермен жұмыс істегенде, өрт шықпауын қадағалауымыз қажет. III – IV классты улы заттармен жұмыс жасаған кезде қауіпсіздік ережелерін білген дұрыс.

4.2 Кәсіпорында электр және өрт қауіпсіздігі

4.2.1 Электр қауіпсіздігі

Электр тоғынан қорғану үшін электр желілерінде қысқа ақау нәтижесінде жарылыс пен өрттердің пайда болуынан қорғаныс (арнайы орындалған электр қондырғыларын пайдалану; оларды қолмен ұстап қалудан жеткіліксіз жерге орналастыру; блоктауды, ескерту дабылдарын қолдану; қорғаныстық жерсіндіру мен өшіп қалуды; жеке қорғаныс құралдарын пайдалану тағы сол сияқты).

4.2.2 Өртқауіпсіздігі

Өндірістік процестердің өрт қауіпсіздігі және еңбекті қорғауды қамтамасыз ету функциялары: өнеркәсіптік объект аумағында ашық от ошағының пайда болу ықтималдығын барынша азайту; жұмыс істейтін адамдар үшін өрт қауіпсіздігінің жоғары деңгейіне кепілдік беру; кәсіпорынның негізгі қорларын, шығарылған өнімдерді, шикізат пен материалдар қорын өрттен қорғау.

Өрт қауіпсіздігін реттейтін нормативтік құжаттарға сәйкес өнеркәсіптік өндірісте жануға әкелетін қайталама факторларды ескеру қажет. Олардың ішінде

келесі себептер бар: өндірістік механизмдердің бөліктері мен тораптарының бұзылу жағдайлары; өндірістік үй-жайлар атмосферасының жарылыс немесе өздігінен тұтану тудыруға қабілетті заттармен ластануы, олардың көзі зақымдалған технологиялық жабдық немесе өндірісте пайдаланылатын заттарды сақтауға арналған ыдыстар; электр сымдарының жеткіліксіз оқшаулануына байланысты қондырғының өткізгіш электр тогындағы кернеудің жоғарылауы; қызметкерлердің жабдыққа немқұрайлы қарауы.

4.3 Бақытсыз жағдайлардан сақтандыру шаралары

Бақытсыздық жағдайлар – жұмыс орнындағы кісілерге өндірістегі қауіпті фактор әсер етуіне байланысты болатын жағдай. Бұған: өндірістік және өндірістік емес деп бөлінеді. Егер жұмыс уақытында бақытсыздық жағдайлар болса, ауыр жарақаттар, ал ұзақ уақыт нәтижесінде ауру болса, созылмалы деп атайды. Санитарлық ережелері бұзылған жағдайда, адамға әсер етедіде мамандар ауруларға ұшырайды.

Өндірістің қауіпсіз және еңбек жағдайларын жасаудағы айтылған жұмыстарын талдау үшін баршаға бірдей өндіріске байланысты болған бақытсыз жағдайлар кәсіби ауруларды жапа шеккендер үшін берілетін есептің тәртібі бар. Сол тәртіпке байланысты әрбір денсаулық сақтау орындары жылына бір рет өзінің басшылық органдарына статистика басқармасы болған бақытсыз жағдайлар мен кәсіби аурулардың қанша рет болғанын абсолют саны туралы мәліметтер беріп отыр.

Жарақаттану факторларының негізгі түрлері: машина, механизмдер, құралдар, қосымша құралдар; транспорт жабдықтары, автотранспорт, жүк көтеруші қондырғылар; құлаған, жарылған, ұшқан заттар және олардың жарықшалары; үймереттердің немесе оның бөліктерінің құлауы; адамның биіктен құлауы; электр тоғы; термиялық фактор (күйік); заттар, жүктер қозғалыста болуы; уланған заттар.

4.4 Еңбектің қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз ету

Техникалық инспектордың міндеті еңбек қауіпсіздіктің стандарттар жүйесінің талаптары орындалуын қадағалауы болып табылады. Еңбек ережесіне сәйкес, еңбекті қорғау ережелерін бұзған қызметтегі жұмысшылар, материалдық, дисциплинарлық, әкімшілік және қылмысты жауапкершілікті өз мойнына алады. Жарақаттану анализі әдістерін, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін білу қажетті, сондай-ақ ақпаратты өңдеу мен тіркеудің, жинаудың кәсіби аурулар мен жарақаттанудың қазіргі кездегі әдістерін білген жөн. Бақытсыз жағдайлар мен апаттардың көп болуы адамдардың теріс іс–әрекеттері және жөндеу жұмыстардың

бұрыс ұйымдастырылуы және дайындық уақытының жүргізілмеуінен болады. Химиялық және мұнай–химиялық кәсіпорындарда аппараттар мен құбырларды тазарту мен жөндеуге әкелетін процесі кезінде, сондай-ақ жарылуға жақын, қауіпті шаңдарды өңдегенде, жанғыш сұйықтар сығылу кезінде т.с.с., үрлеу үшін көп жағдайда азот қолданылады. Азотты – инертті газ деп жиі айтады. Зертханаларды дайындаудың санитарлық нормалары, жұмыс жеріндегі ауадағы газдардың, булардың, шаңның, аэрозолдердің шекті жіберілетін концентрациясы түріндегі гигиеналық нормаларын бекітеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық практикада жүргізілген зерттеулер никельді, никель құрамды кедей кендерден екі сатылы қарсы ағысты шаймалау әдіс арқылы бөліп алу жұмыстарын жүргіздік, яғни әдеби аналитикалық мәліметпен танысып оны аша көрсеттім және эксперименталды зерттеу жұмыстарын соның ішінде кеннің химиялық құрамын, құрылымын, спектрлік талдау нәтижелерін және оларды кестеге түсіріп технологиялық сызбасын, сонымен қатар лабораториялық құрылғының сұлбасын көрсеттім.

Горностай кен орынының никель-кобальтты кенін қолдандық. Кендік материалдың химиялық құрамын химиялық - талдамалық зертханасының талдауы бойынша алсақ, ал, бастапқы сынамасын сапа жағынан бағалау үшін талдаудың спектрлік әдісін қолдандық (ВИМС 246-С). Спектрдің суретке түсіріліп тіркелуін ДСФ-13 спектрографта жүргіздік. Кристаллоптикалық талдауды ең жоғары үлкейтумен 800 және ұйғарынды қабілеттілігі 1 мкм Opton аспабында орындадық.

Күкірт қышқылы бойынша шаймалаушы ерітіндінің концентрациясының жоғарылауы шартты металдардың ерітіндіге өтуінің артуына әкеледі.

Гетерогенді процестер үшін фазалар қатынасы олардың арасында элементтердің орналасуына өзінің әсерін тигізетіні белгілі. Сондықтанда кендегі қатты фазалар қатынасына күкірт қышқылы ерітіндісінің әсерін де зерттедік. Фазалардың ара қатынасын жоғарылатқан сайын металдардың ерітіндіге өтуі артады.

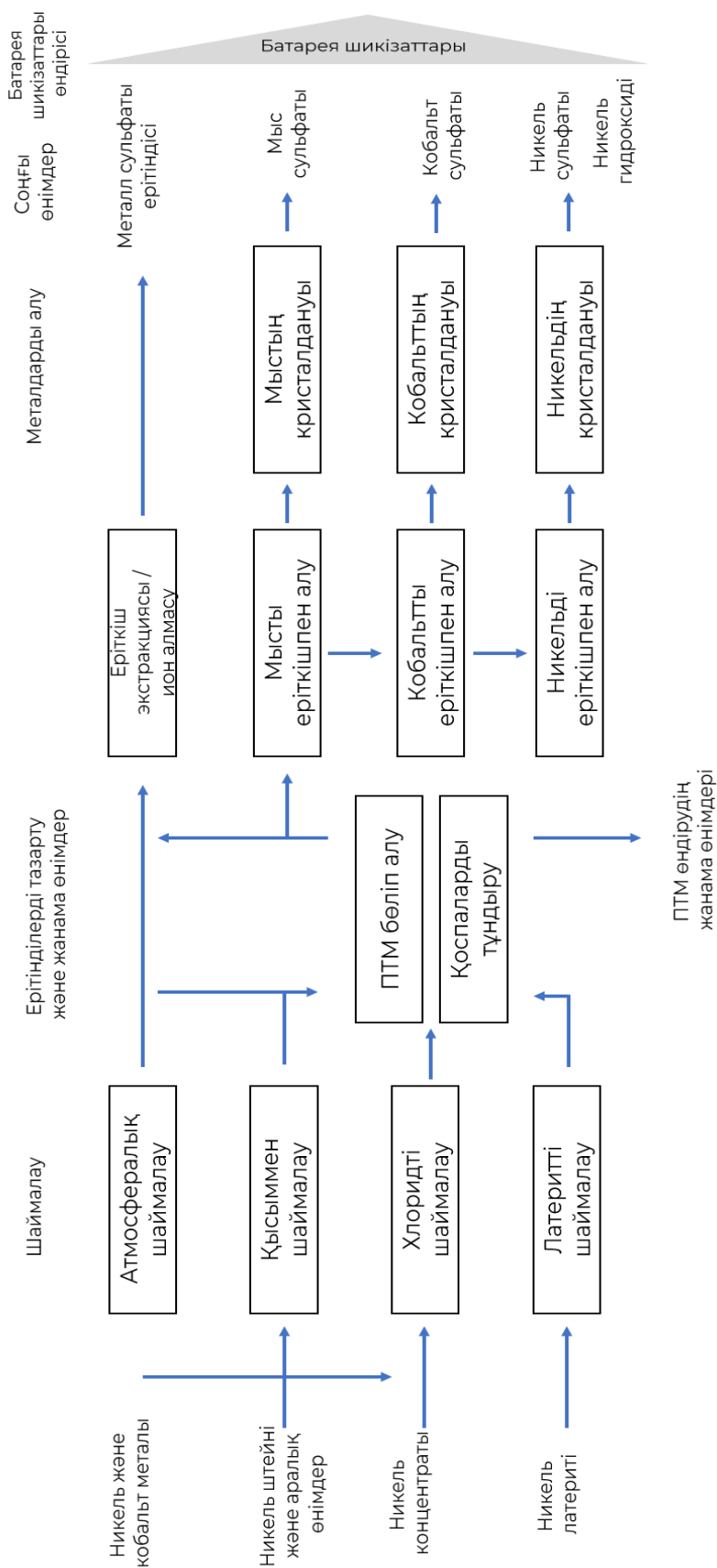
Сонымен біз қорыта келгенде никель құрамды кеннен шаймалау арқылы никель мен қатар алынатын кобальтты алуды күкірт қышқылды ерітіндіні пайдалану нәтижесінде жүзеге асыруға болатынын анықтадық

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Уткин Н.И. Производства цветных металлов. – М: Интермет Инжиниринг, 2004. – 272 б.
- 2 Извлечение металлов и неорганических соединений из отходов: Справ. изд. / Под ред. Н.М. Эмануэля. – М.: Metallurgia, 1985–408 б.
- 3 Береговский, Владимир Иосифович. Metallurgia меди и никеля [Текст] : учеб. Пособие для техникумов / В.И. Береговский, Б.Б. Кистяковский. – М.: Metallurgia, 1972. – 455 б
- 4 Борбат В.Ф., Леш И.Ф. Новые процессы в металлургии никеля и кобальта. – М.: Metallurgia, 1976. – 359 б.
- 5 Бумажнов Ф.Т. Никель и кобальт: главнейшие процессы получения никеля и кобальта из окисленных никелевых руд. – М.: Metallurgia, 1982. – 325 б.
- 6 Худяков И.Ф., Тихонов А.И., Днев В.И. Metallurgia меди, никеля и кобальта: Учебная пособие для вузов. – М: Metallurgia, 1978.–277 б.
- 7 Цейдлер А.А. Metallurgia меди и никеля: Учебная пособие для вузов. – М: Metallurgizdat, 1958. – 392 б.
- 8 Онаев И.А. Современные технологические процессы в металлургии меди и никеля: Учебная пособие. – Алма-Ата: КазПТИ, 1984. – 149 б.
- 9 Панфилов П.Ф., Балгожин Ш.А., Шумаков В.В. Окисление и восстановление сульфидов металлов. – Алма-Ата: Наука, 1972.
- 10 Набойченко Б.Б., Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди. - М.: Metallurgia, 1974.- 272 с.
- 11 Луганов В.А., Байконурова А.О., Сажин Е.Н., Комков Н.Я. Теоретические основы гидрометаллургических процессов (часть 2). Экстракция и ионнообменные процессы. – Алматы: КазНТУ, 2003. – 108 с.
- 12 Ритчи Г.М., Эшбрук А.В. Экстракция. Принципы и применение в металлургии. – М.: Metallurgia, 1983.- С.117-149.
- 13 Дарвиши Д., Хагшенас Д.Ф. және т.б., Кобальт пен никельдің бөлінуінің синергетикалық әсері. Гидрометаллу.
- 14 Престон Ж.С., кобальт пен никельдің ерітіндінің органу арқылы шығарылуы - нофосфор қышқылдары І. Фосфор, фосфор қышқылын салыстыру және фосфон қышқылы жүйелерін қамтиды. Гидрометаллургия, 9, б. 115-133, 1982 ж.
- 15 Cury M.E., N-Imidazole қосылыстары және олардың кешені Metallurgy туындылары. АҚШ патенті, 3843667, 22 қазан 1974 ж.
- 16 du Preez, J.G.H. және т.б., металдар ионының бөлінуіндегі азот реагенттері. XI. Жаңа NS-нің синтезі және экстракциялық әрекеті Imidazole туындысы. Сольв. Extr. Ion Exch, 19, pp. 143-154, 2001 ж.
- 17 <http://www.findpatent.ru/patent/241/2412263.html> FindPatent.ru -патенттік іздеу, 2012-2019

- 18 Кузнецов В. И. Аналитикалық химиядағы жеңіл балқитын экстрагенттер // Журн. аналит.химия. -1959. –Т. 14. - № 2. –С. 161 -166. 44
- 19 Лобанов Ф.И. Экстракция неорганических соединений расплавами органических веществ // Итоги науки и техники. Сер. Неорганическая химия. М., 1980. -Т. 7. –С. 60-64
- 20 Меркин Э.Н. Экстракция металлов некоторыми органическими катионообменными реагентами. –М., 1968. –34 с.
- 21 Марченко З. Фотометрическое определение элементов. –М.: Мир, 1971. – 503 с.
- 22 Васильев В.П. Аналитическая химия в 2 кн / В.П.Васильев М.: Высшая школа, 1988. Кн.1.
- 23 Гайдук О.В. Панталер Р.П., Бланк АА.Б Дифференциально-спектрофотометрическое определение Со(III) метиловым красным // Заводск. лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т. 74, № 7. С. 22-24
- 24 <http://www.findpatent.ru/patent/254/2540257.html> © FindPatent.ru -патенттік іздеу, 2012-2019
- 25 Флетт Д. С., гидрометаллургияда кобальт пен никельді бөлу: шолу. Бұл.САСТ.Әзірлеу., 12, стр. 81-91, 2004.
- 26 Sarangi K., Reddy V. R., et al., Das, на-Cyanex 272 пайдаланып хлоридті ерітінділерден кобальт (II) және никель (II) экстракциялық зерттеулер.: Со (II) / Ni(II) натрий тұздары D2ЕНРА, РС88А және Cyanex 272 және олардың қоспалары. Гидрометаллургия, 52-бет 253-265, 1999.
- 27 Darvishi D., Haghshenas D.F., et al., Synergistic effect of Cyanex 272 and Cyanex 302 on separation of cobalt and nickel by D2ЕНРА. Hydrometallurgy, 77, pp. 227-238, 2005.
- 28 Cyanex 301, Cyanex 302 және Cyanex 272 арқылы кобальт(II) және никель(II) бөліп алу. Гидрометаллургия, 32, С. 365-372, 1993.
- 29 Xing P., Wang Ch., et al., Кобальтты никельден сульфатты су ерітіндісінде жаңа экстрагентпен бөлу: Ди-децилфосфин қышқылымен (ДДПА). Гидрометаллургиясы, 113-114, С. 86-90, 2012.
- 30 Dreisinger D.V., Cooper W. Ch. 2-этилгексил қышқылының моно-2этилгексил эфирін пайдаланып кобальт пен никельді еріткішпен экстракциялық бөлу. Гидрометаллургия, 12, С. 1-20, 1984.
- 31 Zhang P., Yokoyama T., et al. Ди (2-Этилгексил) және 5 додецилсалицилалдоксим қоспасымен никель мен кобальтты синергиялық шығару. Гидрометаллургия, 61, стр. 223-227, 2001.

Қосымша А



Metso Outotec OKTOR атмосфералық реакторларында никельді бөліп алу технологиясының сызбасы