

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар

технологиясы» кафедрасы

Дүйсенбай Аружан Бақытқызы

Магний құрамдас ерітінділерден никельді экстракциялау мүмкіншіліктерін
зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МПЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі PhD докторы,
техн. ғылымдар кандидаты
қауымдас-ған профессор

 Чепуштанова Т.А.
« 13 » 05 2019 г.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Магний құрамдас ерітінділерден никельді экстракциялау
мүмкіншіліктерін зерттеу»

5В070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

Дүйсенбай А.А

Ғылыми жетекші PhD

 Байгенженов Ө.С.

« 13 » 05 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

5B070900 – Металлургия мамандығы

БЕКІТЕМІН

МТЖ және АМТ кафедра
менгерушісі, PhD докторы,

техн. ғылымдар кандидаты
қауымдас-ған профессор

Чепуштанова Т.А

2019 г



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Дүйсенбай Аружан Бақытқызы

Тақырыбы: Магний құрамдас ерітінділерден никельді экстракциялау мүмкіншіліктерін зерттеу

Университет Ректорының «08» қазан 2018 ж № 1113 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2019 ж

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: асбест қалдықтары, никельді экстракциялау әдістері, шаймалау процесі

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Кіріспе

б) Әдебиеттің аналитикалық шолуы

в) Тәжірибелік бөлім

г) Өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары

д) Жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу

е) Қорытынды

ж) Пайдаланылған әдебиеттер тізімі



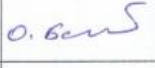
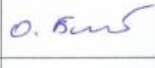

Сызба материалдары 16 слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 27 атаудан тұрады.

**Дипломдық жұмысты (жобаны) даярлау
КЕСТЕСІ**

№ п/п	Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
1	Кіріспе	8.02.2019 ж.	
2	Аналитикалық бөлім	22.02.2019 ж.	
3	Тәжірибелік бөлім	16.03.2019 ж.	
4	Экономикалық бөлім	5.04.2019 ж.	
5	Еңбекті қорғау	12.04.2019 ж.	
6	Қорытынды	19.04.2019 ж.	
7	Қалып бақылау	26.04.2019 ж.	

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған
қолтаңбалары

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Аналитикалық бөлім	Байгенженов Ө.С. PhD докторы	22.02.2019	
Тәжірибелік бөлім	Байгенженов Ө.С. PhD докторы	16.03.2019	
Еңбекті қорғау	Байгенженов Ө.С. PhD докторы	12.04.2019	
Қорытынды	Байгенженов Ө.С. PhD докторы	19.04.2019	
Қалып бақылау	Көккөзов Д. Техника және технология магистрі	13.05.2019	

Ғылыми жетекші _____  (Байгенженов Ө.С.)

Студент тапсырманы орындауға алды _____  (Дүйсенбай А.А.)

Күні " 18 " 01 2019

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс компьютермен терілген 39 беттен тұрады, оның ішінде 7 сурет және 13 кесте бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 27 аталымнан тұрады. Дипломдық жұмыстың мақсаты – асбест өндірісі қалдықтарынан никельді өндіру. Зерттеулер бойынша асбест қалдықтарынан никельді шаймалау нәтижелері есептелініп көрсетілген. Қалдықты шаймалау барысында оған әсер ететін параметрлер және шектеуші факторлар негізге алынып зерттеу жүргізілді. Зерттеу жұмыстарының объектісі ретінде гидролитикалық тазарту процесінің нәтижесінде алынған құрамы келесідей ерітінді қолданылды, г/л: 4,1 Ni, 85 Mg; 0,4 Fe; 2,9. Никельді экстракциялау процесінің негізгі параметрлері анықталып, процесті 20 пайыз Ди2ЭГФҚ-мен жүргізілгенде никельдің 70 пайыз мөлшері экстракцияланатыны анықталды. Мақалада хризотил асбест өндірісінде түзілетін қалдықтарды қайта өңдеу арқылы никель өндіру технологиясы зерттелген. Қалдықты материалдар құрамынан никельді күкірт қышқылы арқылы шаймалап ерітудің қолайлы шарттары анықталды. Экономикалық есептеулер мұқият жасалып, қауіпсіздік және еңбек қорғау жөніндегі іс-шаралар қарастырылды.

Түйінді сөздер: экстракция, күкірт қышқылы, шаймалау, никель, асбест, хризотил, асбест қалдықтары.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 раздела, заключения и использованной литературы. Работа состоит из 39 страниц, набранных компьютером, в том числе 8 рисунков и 13 таблиц. Список использованной литературы состоит из 27 наименований. Цель дипломной работы-производство никеля из отходов асбестового производства. По исследованиям были рассчитаны результаты выщелачивания никеля из асбестовых отходов. В ходе выщелачивания отходов были проведены исследования, исходя из параметров, влияющих на него, и ограничивающих факторов. В качестве объекта исследования использовался раствор, полученный в результате процесса гидролитической очистки, г/л: 4,1 Ni, 85 Mg; 0,4 Fe; 2,9. Определены основные параметры процесса экстракции никеля и установлено, что при проведении процесса 20 процентов Ди2ЭГФК экстракционируется 70 процентов содержания никеля. В статье изучена технология производства никеля путем переработки отходов, образующихся в производстве хризотилового асбеста. Определены благоприятные условия выщелачивания из состава остаточных материалов путем выщелачивания никеля солью и серной кислотой. Разработаны экономические расчеты, предусмотрены параметры по безопасности и охране труда.

Ключевые слова: экстракция, серная кислота, выщелачивание, никель, асбест, хризотил, отходы асбеста.

ANNOTATION

This thesis consists of tasks, introduction, 4 sections, conclusion and literature. The work consists of 39 pages typed by computer, including 8 figures and 12 tables. The list of references consists of 27 items. The purpose of the thesis is the production of nickel from asbestos waste. The results of nickel leaching from asbestos waste were calculated from the studies. During the leaching of waste, studies were conducted on the basis of parameters affecting it and limiting factors. As the object of study, the solution obtained as a result of the hydrolytic purification process, g/l: 4,1 Ni, 85 Mg; 0,4 Fe; 2,9. The main parameters of the nickel extraction process were determined and it was found that during the process of 20 percent Di2EHPA 70 percent of the Nickel content is extracted. The article studies the technology of nickel production by processing waste generated in the production of chrysotile asbestos. The favorable conditions of leaching from the residual materials by leaching nickel with salt and sulfuric acid were determined. Economic calculations are developed, measures on safety and labor protection are provided.

Key words: extraction, sulfuric acid, leaching, nickel, asbestos, chrysotile, asbestos waste.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы	11
1.1 Жалпы никель өндірісінің маңызы	11
1.2 Никельдің оксидтік кендерін өңдеу технологиялары	13
1.3 Никельді шаймалау және экстракциялау процестерінің жүру барысы	14
1.3.1 Никельді шаймалау әдістері	14
1.3.2 Никельді экстракциялау әдістері	15
2 Тәжірибелік бөлім	20
2.1 Хризотил – асбестілі кен орындары	20
2.2 Асбест қалдықтарынан никель алу процесінің маңыздылығы	21
2.3 Бастапқы материалдардың химиялық құрамы	22
2.4 Шаймалау процесі және процесс нәтижелерін талқылау.	24
2.4.1 Шаймалау уақытының әсері	24
2.4.2 Температураның әсері	25
2.4.3 Қышқыл шығынының әсері	25
2.4.4 Қатты:сұйық арақатынасының әсері	26
2.5 Ерітіндіден никельді экстракциялау процесін зерттеу	27
3 Экономикалық бөлім	30
3.1 Зерттеу жұмыстарына кететін шығындардың есебі	30
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	33
4.1 Қазақстан Республикасының заңдары	33
4.1.1 Никель өндірісінің зиянды және қауіпті өндірістік факторлар анализі	36
4.2 Жарықтың әсері	33
4.3 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету	33
Қорытынды	35
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Ғылыми –техникалық мәселенің қазіргі жағдайы. Никель өнеркәсіпте жаңа элемент деп танылғанға дейін легірлеуші металл ретінде 2000 жыл бұрын пайдаланылды. Б.з.б. 200 жылдың өзінде қытайлықтар Юньнань провинциясында табылған мырыш пен мыс-никель кенінен ақ қорытпаның едәуір мөлшерін өндірді. Содан соң белгілі қорытпа Таяу Шығысқа, тіпті Еуропаға экспортталды.

Кейінірек Саксониядағы шахтерлер мыс кеніне ұқсас нәрсе тапты, бірақ оны қайта өңдеу кезінде тек пайдасыз шлак тәрізді материал алынғанын анықтады. Осылайша ол купферникель ретінде танымал болды. Алайда, Фредерик Кронштадт Аксел зерттеген дәл осы кеннен 1751 жылы никельді жаңа элемент деп жаңалық ашты. 1776 жылы никель-күміс деп аталатын купферникель мыстан, никельден және мырыштан тұрады.

Никель-күміске сұраныс 1844 жыл шамасында Англияда күмістің гальваникасының дамуымен жоғарылады. Таза никельді коррозияға төзімді гальваникалық жабын ретінде пайдалану сәл кейінірек басталды. Никельдің аздаған мөлшері Германияда ХІХ ғасырдың ортасында жасалды. Ал едәуір мөлшері Норвегиядан, Пенсильвания штаты, Құрама Штаттардағы шахтадан түсті. Тынық мұхитының оңтүстік бөлігіндегі Жаңа Каледония, 1877 жылы өндіріске келіп, 1905 жылдан кейін никельдің әлемдегі ең ірі көзі болды. 1970 жылдардың аяғында Кеңес Ресейде өндіріс Канададағы өнімнен асып түсті. ХХІ ғасырдың басына қарай Қытай никель өндірісі бойынша әлемдік көшбасшы болды, одан кейін Ресей, Жапония, Австралия және Канада.

Қазіргі уақытта әлемдік никель қорының 70 пайызға жуығы тотыққан никель кендерінде бар. Сульфидті мыс-никель кендерімен салыстырғанда бұл кендер өте төмен никель құрамды. Ресейде тотыққан никель кендерінің Домна балқуы 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 және күкіртқышқылды шаймалау әдістері зерттелген. Тотыққан никель кендерін өңдеудің үйінді тәсілі анықталып қойған.

Жұмыстың өзектілігі. Соңғы жылдары минералдық шикізаттарды кешенді қолдану және қоршаған ортаны қорғау бойынша шараларды тиімді өндіруге үлкен көңіл бөлінуде. Қазақстанның солтүстік бөлігінде, Қостанай облысында орналасқан «Қостанай минералдары» АҚ асбест өндірісінің 52 жылдық жұмысы барысында 250 млн тоннадан астам қалдықтар жиналған. Қазіргі уақытта қолданылатын қарапайым технология комбинат жұмысының алғашқы күндерінен бастап жұмыс істеуде. Кенді өңдеу барысында тауарлы өнімге 5-8 пайыз мөлшері ғана өтіп, қалған 90 пайыздан астам мөлшері қалдықтар қоймасына лақтырылады. Бүкіләлемдік обырды зерттеу агенттігінің

анықтауынша асбесттің осындай майда ұнтақтары канцерогендік зат болып табылады. Миллиондаған тоннаға жететін асбест өндірісінің қалдықтарын металлургиялық шикізат ретінде қарастыру – аймақтың экологиялық жағдайын жақсартумен бірге, еліміздің шикізат базасына айтарлықтай үлес қосады.

Шамамен асбест комбинатында жылына 3,2 млн тонна қалдық түзілген жағдайда кәзіргі кезде қалдық мөлшері жиналған қалдық мөлшері 295 млн тоннадан асады. Қалдықтар құрамындағы никель тотығының орташа мөлшері 0,2 - 0,25 пайыз деп есептегенде, бұл қалдықтар құрамында 660 тоннадан астам никель тотығы кездеседі. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде осы қалдықтар құрамынан никель концентратын бөліп алуға және алынған концентратты тұз қышқылымен шаймалау кезінде никельдің 88 пайыз мөлшерін ерітіндіге өткізуге болатыны анықталды.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – асбест өндірісі қалдықтарынан никельді шаймалау және экстракциялау әдістерін зерттеу.

Зерттеу объектісі: «Қостанай минералдары» Акционерлік Қоғамы асбесттік өндірісінің қалдықтары және хризотил – асбестілі кен орындары.

Жалпы жұмыстың міндеттері - зерттеу бағытын негіздеу, никельді экстракциялаудың тиімді параметрлерін анықтау, орындалған зерттеулерді экономикалық бағалау, еңбек қорғау және техника қауіпсіздігі бойынша шараларды дайындау.

1. Әдебиеттің аналитикалық шолуы

1.1 Жалпы никель өндірісінің маңызы

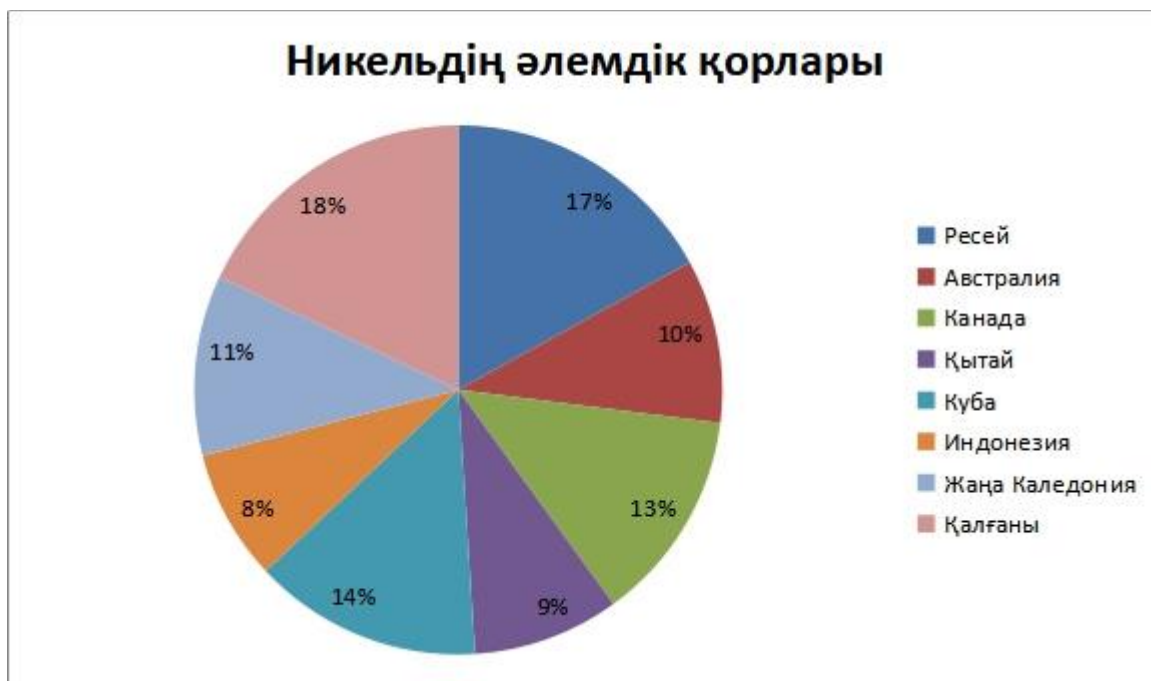
Никельді басқа пайдалы қазбалармен салыстырып қарағанда, бүкіл әлемде никель кен орындары өте көп. Бұл металл көптеген метеорит құрамына кіреді. Сондықтан никельді қосылыстардың жерден тыс пайда болуы анық байқалады, бірақ таза түрде олар іс жүзінде жоқ. Алдымен кен өндіру жүзеге асырылады. Арнайы өңдеуден кейін ғана материалды таза түрде алады.

Ресей Федерациясының аумағында никель кенінің бүкіл әлемдік қорының 35 пайыз бар. Бірақ мемлекет бар және жаңа кен орындарын игеру үшін үлкен ақша қаражатын салуға мүдделі емес. Осыған қарамастан соңғы жылдары Ресейде никель өндіру көлемі өсе бастады. Бүкіл әлемде "Норильский никель" сияқты ресейлік компания белгілі. Ол әлемдік металл көлемінің 20 пайыз өндіреді.

Никельдің ең ірі кен орындары Краснояр өлкесінің аумағында Норильск жанында (Ресейде 85 пайыз артық) және Кольск түбегінде орналасқан. Мурманск облысының үлесіне осы қордың 10 пайыз тиесілі. Кеннен никель өндіру олардың әрқайсысына тиісті жартылай өнім ала отырып, шикізатты қайта өңдеудің бірнеше сатысын қамтиды. Әлемдік тәжірибеде никель өндіретін кәсіпорындардың көпшілігінде мұндай жартылай өнімдер никель концентраты немесе никель (мыс - никель) фаянштейн болып табылады [1].

Никельді сульфидті материалды мұндай температураға дейін қыздыру 650-750 °C кезінде оны пісірумен және балқытумен бірге жүреді, бұл қайнайтын қабат пештерінде осы материалдарды күйдіру сынақтары кезінде ұзақ еңсере алмайтын кедергі болып табылады. Никель сульфидті жартылай өнімдерді қайнататын қабаттың өнеркәсіптік пештерінде тотықтырып күйдіру енгізілгенге дейін оны жоғары температуралы өңдеуге дайындау екі сатыда жүзеге асырылады: бірінші 840 - 860 °C дейінгі температурадағы көп ұқсас пештерде және екіншісінде никель шала тотығын 1100 - 1250 °C Процесс үлкен аумақты алып жатқан, үлкен шығын көміртекті отынды және ауыр физикалық еңбекті талап ететін күрделі, қатты және қиын басқарылатын пештерде жүзеге асырылады. Тотықтырғыш күйдірудің екінші сатысы көміртекті отынды жағу есебінен жоғары температураны алуға қол жеткен құбырлы айналмалы пештерде қандай да бір қиындықтарсыз жүзеге асырылады. Пештерде тотықтырып күйдіру процесін игеру бұрынғы технологияның ірі кемшіліктерін жоюға және оны автогенді режимге ауыстыруға мүмкіндік береді. Жеке операцияларды және бүкіл процесті механикаландыру және автоматтандыру мүмкіндігі осылайша пайда болады. Күйдіру кезінде алынатын қалдық газдар күкіртті ангидридтің жоғары концентрациясын қамтиды, бұл одан күкірт қышқылын өндіруге мүмкіндік береді. Технологиялық қажеттіліктер үшін процестің артық жылуын бөлуге және пайдалануға болады. Қазіргі уақытта никель сульфидті материалдар мен жартылай өнімдерді тотықтырып күйдіру никель өндірісінде кеңінен қолданылады [2].

Бүкіл әлемде никель өндірісінің көлемі үздіксіз өсуімен байланысты, кәсіпкердің осы түрінің технологиясын одан әрі жетілдіру үлкен маңызға ие. Никельді өндіру және тұтыну 1990 жылдардың басынан никель өндіру бойынша жыл сайынғы әлемдік қуаттар 1200-1300 мың тонна белгіде орнады, оның шамамен 45 пайыз бұрынғы КСРО елдеріне келді. Жыл сайынғы әлемдік өндіріс бірнеше жылдан бері 1 млн. тонна деңгейінде сақталып келеді.



1 Сурет – Никельдің әлем бойынша өндіретін мемлекеттердің пайыздық мөлшері.

Никель тотықтырғыш никель және сульфид-никель кендерінен алынады. Бірінші түрінде никель силикат түрінде болады. Никельдің жалпы пайыздық мөлшері 1-7 пайыз құрайды.

Сульфидті кендерде таза никель 0,5 - 5,5 пайыз құрайды. Сонымен қатар, сульфидті кендерде Cu (2,5 пайыз), Pt, Co, Ir және платина тобының кейбір металдары бар.

Таза никель алу үшін әртүрлі технологиялар қолданылуы мүмкін.

1 Өндірілген шикізатты (кенді) алады және оны ұсақтайды, кептіреді және жентектейді. Бұл кезең кеннен артық ылғалды және қажетсіз шірік заттарды жою үшін қажет.

2 Бірінші кезеңнің нәтижесінде тағы екі өнім пайда болады: флюстер және гипс.

3 Үшінші кезеңде аталған өнімдерге кокс қосылады және бәрін штейнге балқытуға жібереді.

4 Үшінші кезеңнің нәтижесінде шлак пен штейн алынады. Шлак үйіндіге барады, ал штейн конвертте үрленеді.

5 Төртінші кезеңнен кейін шлак пен ақ никель штейн алынады. Шлактың бір бөлігі СО алуға барады, ал екінші бөлігі артқы кезеңге жіберіледі.

6 Ақ никель штейн ұсақтауға және ұсақтауға ұшырайды.

7 Содан кейін алынған материалды күйдіруге жібереді.

8 Ағаш көмірдің көмегімен никельдің тотығы қалпына келтіріледі. Бұл кезеңде пайда болған газ құбырға барады, ал шаң – күйдіруге оралады.

9 Соңғы кезең – никельді электролиттік тазарту. Қалпына келтіру сатысынан кейін соңғы өнім-таза никель [3].

1.2 Никельдің оксидтік кендерін өңдеу технологиялары

Оксидті кендерде никель силикаттар негізінде болады. Мұндағы никельдің жалпы проценттік құрамы 1-7 пайыз. Никель сульфидті кендерде NiS түрінде кездеседі. Шикізат түрлі құрамда болуы мүмкін. Сол үшін таза никельді алу үшін көптеген технологиялар қолданылады.

Никельдің оксидтік кендерін өңдеудің технологиясы келесідей:

Алғашқы қадам - шикізатты немесе кенді алып, ұсақтауға, кептіруге және пісіруге ұшыратады. Бұл қадам кеннен артық ылғалдылықты және қажет емес зиянды заттардан айырылуға көмектеседі.

Алғашқы қадамның нәтижесінде тағы 2 өнім түзіледі: флюс және гипс.

Үшінші қадамда аталған өнімдерге кокс қосады және барлығын балқытуға штейнге жібереді.

Үшінші қадамның нәтижесінде шлак және штейн пайда болады. Шлак коқысқа кетеді, ал штейн конвертерге тазалауға ұшырайды.

Төртінші қадамнан кейін шлак және ақ никельді штейн пайда болады. Шлактың бір бөлігі көміртегіні өндіруге, екінші бөлігі штейнге балқытуға жіберіледі. Ақ никельді штейнді ұсақтауға және ұнтақтауға ұшыратады. Содан алынған материалды күйдіруге жібереді. Никель тотығын көмірдің көмегімен тотықсыздандырады. Осы кезде түзілген газ трубаға, ал шаң күйдіруге жіберіледі.

Соңғы қадам-никельді электролитикалық рафинирлеуге жібереді. Осы процестердің жалпы соңғы нәтижесі, өнімі - таза никель болып табылады. Никель химиялық құрамы жағынан оттегіге қарағанда, күкіртпен ұқсас келеді. Сондықтан никельді бос жыныстан алудың негізгі мәні: бірінші сульфид негізді никельді штейнге жібереді, және осыдан кейін ғана штейннен таза никель алады [4].

Никельдің оксидтік кендерін өңдеудің негізгі технологияларының бірі-автоклавты және үймелеп шаймалау. Жалпы шаймалауды кедей кеннің қалдықтарынан (үймелеп шаймалау) немесе кендік денеден өткізеді, егер кен кеуекті немесе жарықшақты болса. Өлшемі қажетті жарықшақты алу үшін, кенді қалыпты жарылғыш заттармен немесе атомдық зарядтармен жарып отырады (жер асты шаймалау). Осы жағдайларда ерітіндіні жоғарыдағы кенге, ал байытылған кендерді төменгі жақта жинайды.

1.3 Никельді шаймалау және экстракциялау процестерінің жүру барысы

1.3.1 Никельдің шаймалау әдістері.

Никельдің оксидтік кендерін автоклавты шаймалау. Жалпы, автоклавты шаймалауда никельдің оксидтік кендері 98 пайыз тұратын күкірт қышқылымен 1-2 сағат автоклавтарда өңделеді. Нәтижесінде 95 пайыз никель және кобальт ерітіндіге өтеді. Ерітіндіден никель мен кобальт сульфидтер түрінде шөктіріледі [5].

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 жіберіге 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 уытты 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 қайта өңдеу кезінде металлдың қайта оралмас қалдыққа кететін мөлшері есепке алынады. Соңғы уақытқа дейін никельді шаймалау негізінен пирометаллургиялық әдістің, әсіресе фاینштейннің жолдарымен өндірілген болатын. Алайда, фاینштейннің мысты және никельді концентраттарға бөлінуі өзінің кемшіліктері болатын. Осы кемшіліктерді гидрометаллургиялық қайта өңдеу арқылы түзетуге тырысқан болатын. Олар өзіне фاینштейннің біртіндеп сууын, оның флотациясын және ары қарай никельді, мысты концентраттардың рафинирлеуін қосады. Никельді концентратты келесі жолдармен рафинирлейді: тотықтырып күйдіру, анодтарға тотықсыздандырып балқыту және металлдың қорытынды электролизі. Бұл әдіс металлдың жоғарғы жоғалуларына алып алып келетін, жоғарғы бағаны қамтамасыз ететін. Сондықтан ғалымдар никельді шаймалаудың инновациялық жетістіктерімен жаңа технологияларын ойлап табуға тырысқан болатын.

Никельді NH_3 ерітіндісімен шаймалау. Түсті металлдардың бағалары үнемі күрт жоғарылап отырады, ал кендердің қорларының азаюын есепке ала отырып, көптеген ғылыми ұйымдар төмен құрамды кендерден никельді өндіру туралы мәселені шешу жолдарымен жұмыс жасаған болатын. Мәселенің жалпы негізі, оттекті кендерді алдын-ала генераторлы газдармен немесе N_2H_2 қоспасымен тотықсыздандыру қажеттілігі. Содан кейін ғана никельді шаймалауды NH_3 ерітіндісімен және CO_2 газымен, ауаның қысымымен үрлеу арқылы өндіру. Ерітіндіні тазарту үшін аммоний сульфидін қолданады. Активті ерітіндіні ары қарай ыдыратқанда, бөлініп шығады. Алынған пульпаны

H_2 тотықсыздандырады, осылайша никель алады. Бірақ, бұл әдіске қарағанда, никельді оксидтік кеннен арнайы автоклавта күкірттің көмегімен шаймалауы қзақ уақытты алмайды екен. Тазалаудан соң пайда болған ерітінді сутегі сульфидімен шөгеді, бұл реакция жоғары температурада жүзеге асырылады. Технологиялық операцияның нәтижесінде концентрат NiS пайда болады, ол әрі қарай штейндер өңделетін технологиямен өңделеді. Осылайша, никельді сульфидті кендерден шаймалау автоклавтарда NH_3 тотығуына алып келеді немесе ерітінділері қолданылады немесе күкірт қышқылының ерітінділері қолданылады. Автоклавтарда шаймалау бастапқы тотығумен жүзеге асырылады. Нәтижесінде сульфатты немесе сульфат-хлоридті еретінділер пайда болады. Оларды әрі қарай Cu , Fe , Co тазалайды. Мыс никельді ұнтақтағы цементация көмегімен тазаланады, ал темір мен кобальт никель гидрокарбонатымен тотығады және шөктіреді [6].

Никельдің оксидтік кендерін аммиакпен шаймалау. Құрамы $Ni-1,3$ пайыз, $S-0,8$ пайыз оксидтік никель кендерін гидрометаллургиялық қайта өңдеу барысында, аммиакты сызба бойынша кенді алдымен селективті тотықсыздандырып күйдіреді. Осы процесс барысында никель мен кобальт металдарға дейін тотықсыздандырылады. Сонда, мына процесс жүріп өтеді:



Гидрооксид түріндегі темір және кобальттың үлкен бөлігі шаймалаудың соңында қалып қояды. Алынған ерітінділер әрі қарай никель мен кобальттың ерімейтін карбонаттарының пайда болуымен, бумен термиялық ыдыратуға ұшыратады. Шөгіндіні ерітінділер бөлімінде кептіреді және трубалық пештерде күйдіруге ұшыратады. Ол никель тотығының пайда болуына әкеліп соғады. Никель тотығын агломерациялық машиналарда пісіреді.

1.3.2 Никельді экстракциялау әдістері

Қазіргі таңда экстракцияны көптеген радиоактивті, сирек, шашыранды металдарды бөліп алу үшін қолданылады. Ал түсті металдардан никель, кобальт, мыс және тағы басқалары. Никель мен кобальтты экстракциямен бөліп алу қиын процесстердің бірі екендігі іс жүзінде анықталған. Сонымен қатар, 99 пайыз тазаланған металдар құрамымен ерітінді алу үшін 20 аса экстракциялық сатылардан өткізу қажет.

Экстракция деп заттың екі өзара араласпайтын еріткіштердің арасында таралу процесін айтады. Бұл процесс әрекеттесуші массалар заңымен сипатталатын қайтымды процесс. Тепе-теңдік екі араласпайтын сұйықтардың, яғни екі фаза арасында жүргендіктен ол гетерогенді тепе-теңдікке жатады. Әдетте араласпайтын сұйықтың біреуі су, екіншісі – органикалық еріткіш. Көптеген органикалық сұйықтар сумен араласпайды. Осындай сұйықты суға қосқанда екі қабат пайда болады. Егер органикалық сұйықтың тығыздығы судың тығыздығынан үлкен болса, онда ол төменгі қабатта орналасады, ал керісінше

органикалық сұйықтың тығыздығы судың тығыздығынан кем яғни, аз болса, бұл сұйық судың үстіне шығып жоғарғы қабат түзеді. Таңдап алған органикалық еріткішті судың ерітіндісімен шайқағаннан кейін оның тамшылары тез қосылып бөлек қабат түзуі қажет. Екі қабатқа тез бөліну органикалық сұйық пен судың тығыздықтарының қатынасына байланысты [7].

Бір металлды екінші металдан экстракция жолымен бөліп алу қиын емес, егер бір металл реагентпен зарядталмаған комплекс түзсе, ал екіншісі комплексті ион түзсе. Никель мен кобальт табиғатта жиі бірге жүреді, сол себепті оларды алу кезінде байланысқан элементтердің бөлінуі үлкен бір мәселеге айналады. Оларды бөліп алу үшін, байланыстардың әртүрлі қасиеттеріне негізделген бөліп алу, никель мен кобальттың тұздарының ерітіндісінің электролизі, және ионалмастырғыш шайырлардың көмегімен экстракциялы бөліп алу сияқты әдістер қолданылады.

Қазіргі кезде никельді экстракциялау үшін тиімді процесс - Горо болып табылады. Бұл жерде экстрагент ретінде бисдитиофосфин қышқылы қолданылады.

Никельді хлороформмен экстракциялау. Экстракцияны лимонды қышқыл немесе аммиакты ерітіндіде жүзеге асырады. Осы жолмен никельді темірден, алюминийден, кобальттан бөліп алады. Никельмен бірге кобальт пен мыстың іздері экстрагирленеді, және оларды аммиак ерітіндісінде араластырумен бөліп алады. Марганецтің үлкен көлемін араластырады, себебі марганецтің қатысуы кезінде никельдің диметилглиоксиматтың каталитикалық тотығуы жүреді. Осы жағдайда тұз қышқылды гидразин немесе тұз қышқылды гидроксилламин қосылады.

Никельдің аз концентрациясында никельдің диметилглиоксиматы қоңырлау түске ие болады, әсіресе СО үлкен концентрациясында.

Экстракция никельді бөліп алудың спецификалық әдісі болып табылады. Оны аз аммиакты ортада цитраттардың немесе тартраттардың қатысуымен жүргізеді. Себебі, олар гидролизденген металдардың бөлініп шығуына қарсы тұрады.

Соңғы жылдары түсті металдар гидрометаллургиясындағы органикалық экстрагенттерді қолдану жайлы көптеген шолу пайда болды. Алмасу-экстракциялық әдіс ауыр металдардың май қышқылдарын іріктеп алмасуға, осы металдардың тұздарының су ерітінділерімен өте таза ерітінділер алуға мүмкіндік беретін тұздардың қабілетіне негізделген [8].

Осыларға байланысты металдар орналастырылатын қатар, органикалық фазаға өту қабілеті бойынша реакциялар рН бойынша олардың гидроқышқылдарының шөгуінің жанында сәйкес келеді.

Зерттеу кезінде үлес салмағы 0,91 болатын майлы қышқылды пайдаланған, осыдан кобальт сабыны дайындалған. Кобальт ерітіндісінен тұратын қоспа, майлы қышқыл және сілтілер, дәл есептелген қатынасында орналастырып стаканға орналастырған және араластырғышпен араластырған (минутына 1500 айналым), содан кейін бөлгіш шұңқырға ауыстырған, онда кобальт сабынында қатпарлану және айналмалы кобальт ерітіндісі болады.

Алынған кобальт сабынында кобальт концентрациясы 20-30 г/л дейін. Тазалау үшін келесі құрамды ерітінді алынған: кобальт 8,6; темір 3,83; мыс 4,13. Айта кету керек, ерітіндіні тазалау үшін, ерітіндінің құрамы қоспалардың мазмұны бойынша және әрбір жеке жағдайға байланысты қажетті кобальт сабынының саны есептелді.

Есептеуді қоспалардың грамм-баламаларымен кобальтты толық ауыстыруды қоспалар мен сабынды ескере отырып және кобальтты тазартылған ерітіндіге ауыстырып, ал темір мен мыс құрамында кобальт жоқ сабында жүргізілді. Алдын ала зерттеу көрсеткендей, таза кобальт ерітіндісін алу үшін және кобальт сабынының 85 пайыз теориялық қажет 2 сатыдан ерітіндіні тазалау, темір және мыс қоспаларын толығымен сабынға енгізуге жеткілікті.

Тәжірибе ұзақтығы 30 минут, органикалық және су фазаларын қатпарлау уақыты 15 мин. Бұрын көрсетілген ерітінділерде бірінші экстракциядан кейін, құрамы 0,2 г/л мыс қалды, темір іс жүзінде болған жоқ.

Баланстық тәжірибелерді жүргізу кезінде мыс-темір сабынын реэкстракциялау циклымен, және май қышқылы мен темір-мыс ерітіндісімен аяқталған болатын. Айналымда кобальт ішінара жойылмаған сабын мен регенераторда қалады. Бұдан әрі технологиямен екі өнімді кобальт алу арқылы өңдеу қарастырылады. "Жоғалымға" реэкстрактта мазмұндалатын кобальт кірді. Кобальтты тазартылған ерітіндіге бөліп алу 92,3 пайыз құрады [9].

Қарастырылатын нұсқаулар бір-бірінен мыс және темір ерітіндісінің құрамымен ерекшеленеді. Бұл айтарлықтай кобальттың саны, кобальт сабыны түрінде айналымда болатынын көрсетеді. Бірқатар тәжірибе нәтижелері негізінде айналымдағы кобальт массасын тазалауға келіп түсетін бастапқы ерітіндідегі илеулер санына байланысты болатыны туралы қорытынды жасалды. Осылайша, ерітіндідегі құрамы, г/л: кобальт 5,5; мыс 2 және темір 2,5, айналымдағы кобальт саны 42 пайыз құрады. Осы құрамдағы ерітіндідегі кобальт, алайда құрамында 1,35 г/л дейін мыс және 0,53 г/л дейін темір құрамының өзгерісімен кобальттың айналымдағы саны 26 пайыз дейін қысқарды. Зерттеулер жүргізу кезінде май қышқылы 4 рет айналды (регенерацияланды), сонда да ол өзінің бастапқы түсі мен үлес салмағын сақтап қалды. Май қышқылының жоғалымы 0,25 т/т кобальт тазартылған ерітіндіде құрады. Алмасу экстракция әдісімен тазартылған ерітінділерден кобальт концентраты алынды.

Төменде (1 Кесте) салыстыру үшін, содамен тазартылған және кобальт сабынымен өндірілген ерітінділерден алынған концентраттардың құрамы көрсетілген.

1 Кесте – Ерітінділерден алынған концентраттардың құрамы

	Co	Cu	Fe
Алмасу экстракциясымен тазаланған, ерітіндідегі кобальт концентрациясы	31,0	0,26	0,10
Өндірілетін ерітіндідегі кобальт концентраты	30,0	3,52	0,66

Ерітіндіден бөлінген, алмасу экстракция әдісімен тазаланған, концентраттағы қоспалардың құрамы концентратқа қарағанда 6-10 есе аз. Жартылай өнеркәсіптік жағдайларда құрамында, г/л: Cu 30; Co 15; Ni 15 (рН 3, 4) бар ерітінділерден мысты бөлу шарттары зерттелген [10].

Тотыққан никель кендерінен никель және кобальт ары қарай өндірісін одан әрі дамыту кенді кешенді қайта өңдеудің жаңа үдерістерін анықтау әрі зерттеу және осы мәселемен байланысты. Жаңа әдістердің арасынан кенді тотықсыздандырып күйдіру және кенді кедей ферроникельге электр балқыту қолданылды. Тотыққан никель-кобальт кендерін автоклавты шаймалау Моадағы зауыттарда перспективаға ие. Кенді қайта өңдеудің автоклавтық технологиясы "Гипроникель", "Гинцветмет" институттарында және Орал политехникалық оқуында тәжірибелер жүргізілді. Төменде тотыққан никель кендері зертханалық жағдайларда зерттелген және жартылай өнеркәсіптік сынақтарға ұсынылған өңдеу схемасы сипатталған,

Құрғақ сынамадағы кеннің бастапқы құрамы: 0,85 пайыз Ni, 0,11-0,13 пайыз С, 33,25 45,70 пайыз Fe, 1-1, 05 пайыз Mn, 10,8-30,8 пайыз SiO₂, 0,25-1,10 пайыз CaO, 1,50-1,70 пайыз MgO.

Пульпаны шаймалаудың алдында қ:с кезінде қыздырып, 1 : 1-1: 2, 200 °С температураға дейін және оған концентирленген 1 кг 0,25 кг есебімен күкірт қышқылын енгізген. Шаймалау 240 ° С температурада жүргізілді, ал бу қысымы 34 кг/см. Шаймалау уақытында 1,5 сағат ерітіндіге 95-97 пайыз никель және кобаль өтті [11].

Шаймалаудан қалған қалдықты электр пешінде құрылыс мақсатында пайдаланылуы мүмкін төмен қоспаланған шойын мен үйінді қожды алу арқылы балқытады. Темірді өткізу легирленген шойынға 90 пайыз жетеді. Бұл концентраттың гидрометаллургиялық қайта өңдеуін В.И. Рыбников және В.И. Смирнов аммиактың сулы ерітіндісінде немесе аммиакты тұздармен қоспада, тотықтырғыш автоклавты шаймалау арқылы жүргізуді ұсынады.

60-90 мин арасындағы шаймалау кезінде 97 пайыз никель және 92 пайыз Со олардың концентраттағы бастапқы санынан дейінериді.

Авторлардың мәліметтері бойынша, түсті металдарды соңғы өнімге жалпы алу 80-90 пайыз құрайды.

Л.М. Фруммин, И.Ю. Леш, Я.М. Шнеерсон және Ф.М. Берновскийдің кобальтты жартылай өнімдерді өндірудегі қайта өңдеу тәсілі кобальттан никельді анолитті тазарту арқылы алынған кектерден кобальт алуға қарқынды мүмкіндік береді. Кекті сульфидті-аммиакты ерітінділермен 120-175 ° С кезінде 30 минут шаймалау керектігін авторлар ұсынады. Е. Колкер 1966 жылы ксантогенатты кобальтты кектерді қайта өңдеудің қызықты тәсілін ұсынды. Д.М. Чижиков, Л.В. Плигинская және Н.В. Скордули анодты ерітумен темірникелькобальтты қорытпаларды хлорлы натрийдің ерітіндісінде алынған, никель мен кобальтты металдар гидрооксиді шөгіндісі ерітіндісіне алудың жолдарын жоғарылату үшін 20-30 ° С аммоний тұздарының қатысуымен аммиак ерітіндісімен шаймалауды ұсынады.

Шаймалау процесі 1-2 сағатта аяқталады. Темір тұнбада қалады, ал никель мен кобальт аммиак ерітіндісіне өтеді. Бұл әдіс тек жаңа шөктірілген гидрооксидтер қоспаларына ғана қолданылады [12].

А.С. Милославский, М.И. Евдокимов, А.Д. Травкина және А.Д. Толстогузов күкірт қышқылды ерітінділерден кобальтты хлормен және пайда болатын қышқылды, сода ерітіндісімен бейтараптандыру арқылы кобальт концентратын тұндырудың үздіксіз тәсілі ұсынылды. Процесстің үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін авторлар концентраттың шөгуін $pH = 2,9$ болатын 1100 мВ потенциалды тотығу-тотықсыздануды мәндерін ұстап тұру арқылы және 80 °С температурада концентраттың шөктіруді жүргізуге кеңес береді.

2. Тәжірибелік бөлім

2.1 Хризотил – асбестілі кен орындары

Асбест әдетте жіңішке көлденең талшықты тамырлар түріндегі серпентиндікте (катушкалар) кездеседі. Ең маңыздысы - хризотил асбесті.

Хризотил-асбест — серпентиннің талшықты түрі. Оның агрегаттары серпентин массасының ішінде қабырғаларына тік орналасқан талшықтан тұратын желілер болып келеді. Талшықтардың ұзындығы 20-25 мм, кейде 50 мм, өте сирек 160 мм дейін жетеді. Түсі — жасыл сары, кейде ақ, қоңыр, жылтырлығы жібектей, қаттылығы — 2-3. Жіңішке, берік және майысқақ талшықтарға оңай бөлінеді. Талшықтардың қалыңдығы — 0,0001 мм, одан да жұқа болады. Отқа және сілтілерге төзімді, жылу, электр тоғын және дыбысты нашар өткізеді. Хризотил-асбест ульфанегізді таужыныстардың гидротермалық өзгеруінен қалыптасады. Кендері Канадада, Кипрде, Африкада, Қазақстанда (Жітіқара) белгілі. Хризотил-асбест от пен ыстыққа төзімді бұйымдар, маталар, құрылыс материалдарын, қағаз, резеңке, электртехника бұйымдарын жасауда әскери және ғарыштық техникада қолданылады [13,14].



2 сурет – Хризотил асбесті

Жалпы асбест өндірісінің 95 пайыз хризотил-асбест өндірісіне тиесілі болып табылады. Табиғатта хризотил-асбест кендері көптеп кездеседі. Негізінен кен орындары – Ресейде Баженовское, Киембаев, Ак Довурак, Шығыс және Батыс Саян, солтүстік кавказда кен орындары бар, Қазақстанда Жітіқара, сонымен қатар Қытайда, Канадада, Бразилияда кен орындары бар.

Хризотил-асбест өндірудегі 60, 80 пайыз үлесі ШЕКОА (Шығыс Еуропа, Кавказ, Орталық Азия) тиесілі.

Қазақстан дүние жүзі бойынша хризотил-асбест өндіруші елдердің алдыңғы қатарына кіреді. Шамамен жыл сайын еліміз 200 мың тонна асбест өндіреді. Оның 90 пайыз экспортқа шығарылатын болса қалғаны ішкі нарықты қамтиды. Негізінен жылу оқшаулаушы материал ретінде, асбестоцемент және де басқа өндірістерде қолданылады. Қазақстанда сонымен қатар Орталық Азиядағы бірден – бір хризотил-асбест кенін байытып өндіретін кәсіпорын - қарасты Жетіқара ауданы Қостанай облысындағы серіктестігі. Бұл кәсіпорын әлемдік үш жетекші серіктестік қатарына кіреді [15].

«Қостанай минералдары» АҚ хризотил талшығын өндіру бойынша дүние жүзіндегі алар үлесі 10 пайыз құрайды. Шамамен жылына кәсіпорын 250 мың тонна асбест өндіреді. Жетіқара кен орнының асбесті сапасына қарай әлемдік нарықта өз орнын тапқан бәсекелестікке ие. Негізінен өнім ретінде құрылыс материалдарын және де басқа да асбоцементті өнімдерді шығаруда қолданылады. Маркасы төмен өнімдер оқшаулаушы материал ретінде және толтырғыш материал ретінде қолданылады. «Қостанай минералдары» акционерлік қоғамы Қазақстан Республикасындағы хризотил – асбест өндіретін үлкен кәсіпорын және ауқымы жағынан елімізде бірінші орында. «Қостанай минералдары» Акционерлік қоғамының негізгі өнімдері мен қызметтері ол асбест кенін байыту, өндіру, өңдеу және асбест өнімдерін алу.

Адамзат тарихында асбесттің қолданылуы ежелден бері келе жтқан үрдіс. Қазіргі таңда әлемнің 60-тан астам елінде асбест өнімдері кеңінен қолданылуда. Негізгі қолданыс көздері олар – ғарыш саласында, құрылыс саласында, арнайы қағаз өндірісінде, жылу оқшаулаушы материалдар ретінде, өнеркәсіптерде кеңінен қолданылуда. Асбесті көп тұтынатын бірден бір сала ол – құрылыс саласы. Құрылысқа қажетті материалдардың көп бөлігі асбест өнімдері қолданылады. Оларға мыналарды мысал келтіруге болады – шифер, асбестоцемент, жылуоқшаулаушы материалдар және тағы басқалары кіреді.

2.2 Асбест қалдықтарынан никель алу процесінің маңыздылығы

Қазіргі заманғы технологиялар үшін түсті металдарға көптеген сұраныстар өсіп келуде. Осы мақсатқа қол жеткізу үшін өндірісті, қайта өңдеуді және пайдалы қазбаларды қайта өңдеуді айтарлықтай ұлғайту қажет. Сондықтан бұл зерттеу минералдық шикізатты қайта өңдеудің принципті жаңа тәсілін, оның ішінде гидрometаллургиялық техниканы қамтитын, металдарды алуды арттыратын және қоршаған ортаны жақсартатын, минералдық шикізатты қайта өңдеу технологиясы мен металлургия процесін қайта өңдеу жолдарын белгілеуді және енгізуді көздейді [16].

Сонымен қатар, қазіргі тау-кен өндіру және қайта өңдеу өнеркәсібі баланстан тыс және баяу балқитын кендерді өндірудің ұлғаюымен сипатталады. Осылайша, жаңартылмайтын шектеулі минералдық ресурстар мен өндіруге

жұмсалатын өсіп келе жатқан шығындар түсті металдарға әлемдік нарықтық бағаның өсуіне алып келеді.

Қазақстан хризотил асбестінің үлкен қорына ие. Күкірт кенінен асбест талшықтарын өндіру қалдықтардың көп санының пайда болуымен байланысты-тауарлық талшықтарды өндіру кезінде тек кен массасының 6-8 пайыз ғана алынады. Хризотил асбестінің жиналған қалдықтары осы аймақтарда тұратын адамдардың денсаулығына теріс әсер етеді. Асфальтбетон жабыны үшін толтырғыш ретінде кәдеге жаратылатын қалдықтардың аздаған бөлігі және т.б., үлкен қалдықтарды қалпына келтіре алмайды. Негізінен магний силикаттары болып табылатын қалған қалдықтар полигонға жіберіледі.

Бұл шикізатты пайдалану тиімділігін төмендетеді, өйткені магний мен басқа да құнды компоненттер қалдық сақтағышпен бірге қайтымсыз жоғалады. Жетіқара кен орнын пайдаланудың онжылдығында (Қостанай облысы, Қазақстан) 200 мың тоннадан астам қалдық қоймаларының асбесті жинақталған. Бұл қалдықтардың құрамында 0,2-0,25 пайыз NiO бар және металл негізді өндіруді қамтамасыз ету үшін құрамында никель бар шикізат ретінде қызығушылық тудырады. Сонымен қатар, қалдықтарды қайта өңдеу экологиялық қауіптілік мәселесін қосымша шеше алады. Мақалада никель шығару үшін хризотил асбест өндірісін кәдеге жарату бойынша зерттеулердің нәтижелері берілген.

2.3 Бастапқы материалдардың химиялық құрамы

Асбест қалдықтары серпентинит кенінің қалдықтары Жетіқара кен орындарынан алынады. Асбест қалдықтары құрамында: MgO-39,0-42,0 пайыз; SiO₂-37,0 - 41,0 пайыз; CaO-1,1 - 1,6 пайыз; Fe₂O₃-1,9 - 5,4 пайыз; FeO-1,0 - 2,7 пайыз; Al₂O₃-0,8 - 1,4 пайыз;

Никельді және басқа түсті металдарды концентрациялау үшін ұсынылған технологияларға сәйкес асбест қалдықтары магниттік сепарацияға жіберіледі. Нәтижесінде осы кезеңде концентраттағы никель мен кобальттың концентрациясы қалдықтардың бастапқы түрімен салыстырғанда 6-8 есе артты. Химиялық талдау нәтижелері 1 кестеде келтірілген [17].

Эксперименттердің алдында магниттік фракция ұнтақталып, температурада 100-110 кептіріліп, химиялық талдау жүргізілген. Химиялық құрамдар 2 кестеде келтірілген. Рентген талдау көрсеткендей, мынадай никель үлгісінде кездеседі: Гарнирит, Аваруит, Аболане, Пентландит, Бунсенит.

2 кесте - Процестің магнитті сепарациясы өнімдерінің мазмұны және алынуы

Өнімдер	Мазмұны/Тотықсыздандыру, пайыз					
	MgO	SiO ₂	FeO	CaO	Al ₂ O ₃	NiO
Магнитті фракция	9,8/20	7,4/1,5	74/90	1.15/10	5,9/50	1,6/70
Магнитті емес фракция	43/92,6	42/90,5	0,8/10	1,3/90	0,55/50	0,2/30

3 Кесте. Магниттік фракцияның фазалық құрамы

Компонент	Формула	Салмағы, пайыз
Гарнирит	$(\text{Ni}, \text{Mg})_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	35-40
Аваруит	Ni_2Fe	19-27
Аболане	$(\text{Co}, \text{Ni})\text{O} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	3-7
Пентландит	$(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$	1-3
Бунсенит	NiO	27-35

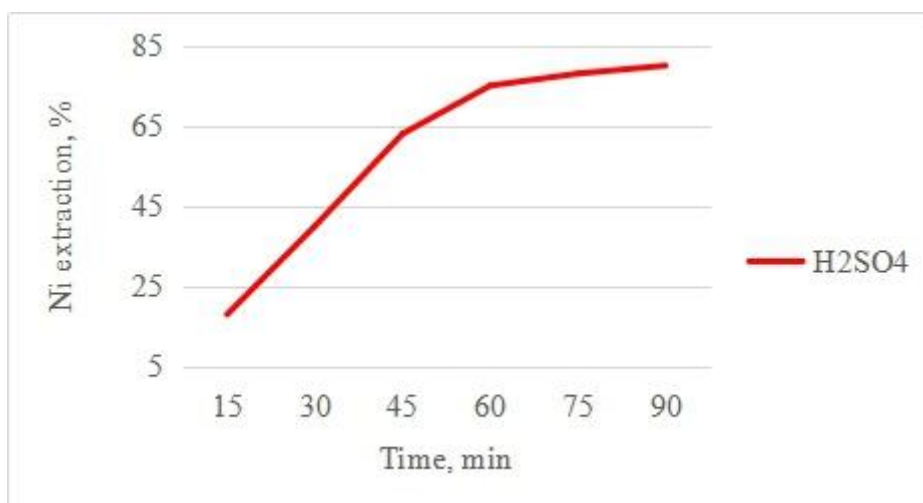
2.4 Шаймалау процесі және процесс нәтижелерін талқылау.

Магнитті фракциялардың үлгілерінен никель мен кобальтты шаймалау бойынша эксперименттер әртүрлі концентрацияларында HCL қатты зат: сұйықтық (S: L) (1:2, 1:3, 1:4), температураның әсері (°K 25, 50, 75, 90) және уақыт (15, 30, 45, 60, 75 және 90 мин). Осы сынақтардың нәтижелері никельдің еру пайызы қышқылдың концентрациясының ұлғаюымен, сондай-ақ Қ:С және уақыт арақатынасының ұлғаюымен ұлғаюын көрсетеді. Бұдан басқа, нәтижелер көрсеткендей, Қ:С неғұрлым жоғары арақатынасында үлгілердің сандық еруіне қол жеткізу үшін ұзақ уақыт қажет. Шаймалау нәтижелеріне сүйене отырып және қышқылды жақсы пайдалануды, материалдың максималды өткізу қабілетін және жабдықты пайдалануды ескере отырып, одан әрі өңдеу үшін сілтісіздендіру ерітіндісінің жеткілікті мөлшерін алу үшін никель бөлімшесіне Қ:С H₂SO₄ және стехиометриясы бойынша 100 пайыз арақатынасы таңдап алынды.

2.4.1 Шаймалау уақытының әсері

Шаймалау уақытының шаймаланатын Ni әсерін зерттеу үшін уақыттың әртүрлі кезеңдерінде эксперимент сериясы өткізілді. Нәтижелер 1 суретте шаймалау уақытының ұлғаюымен қысқартылғанын көрсетеді. Эксперимент келесі жағдайларда жүргізілді: сұйықтық / қатты дене 3: 1 қатынасы;

стехиометрия бойынша 100 пайыз қышқыл шығыны және $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Шаймалау процесінің нәтижелері 1 суретте көрсетілген.

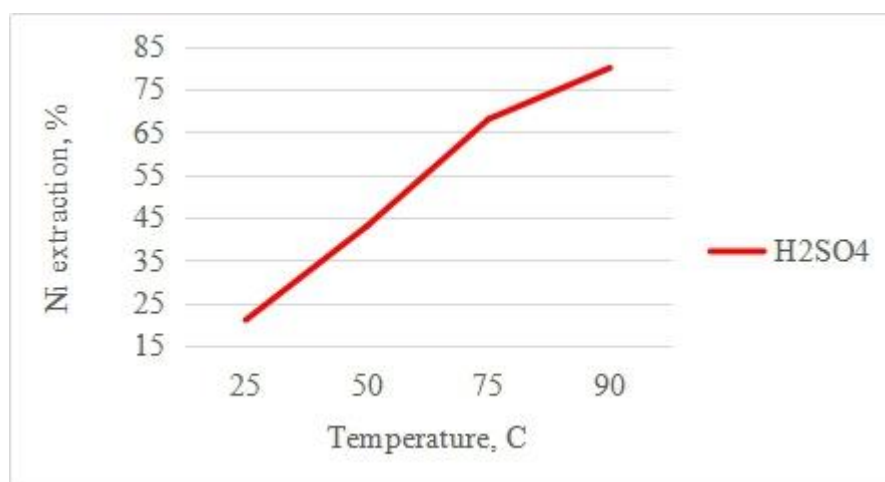


3 Сурет - Магнитті фракциядан никельді шығаруға ұзақтықтың әсері

Суретте көрсетілгендей, ұзақ уақыт әрбір сыналған қышқыл реакция жоғары жылдамдығын береді. Шаймалау уақытының артуымен никельді алу 10-80 пайыз дейін артты. Никельді еріту кезінде тұз қышқылы күкірт қышқылына қарағанда баяу болды [18].

2.4.2 Температураның әсері

Температураның никельді шаймалауға әсерін зерттеу үшін 25-90 $^{\circ}\text{C}$ температура аралығында эксперимент сериясы жүргізілді. Эксперимент мынадай жағдайларда жүргізілді: шаймалау уақыты 90 мин.; сұйық / қатты қатынасы 3: 1; және қышқылды 100 пайыз стехиометриямен қолдану. Шаймалау процесінің нәтижелері 4 суретте көрсетілген.

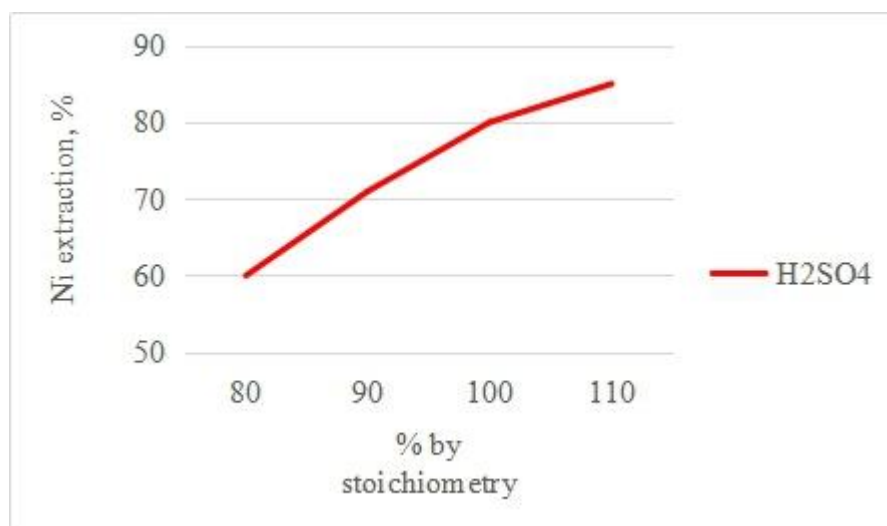


4 Сурет - Магнитті фракциядан никельді шығаруға температураның әсері

4 суретте келтірілген бұл нәтижелер никель шаймалау ерітіндісінің тұтқырлығының азаюы салдарынан температураның ұлғаюымен және де әсер ететін иондардың қозғалуын және шаймалау жылдамдығының ұлғаюымен никель шаймаланады [19].

2.4.3 Қышқыл шығынының әсері

Бұл процестің негізгі міндеті магнитті фракцияны қышқыл сілтілеудің оңтайлы шарттарын таңдау болып табылады. Процестің тиімділігін бағалау критерийі ерітіндідегі магний құрамына негізделген. Эксперимент мынадай жағдайларда жүргізілді: сілтілеу уақыты 90 мин.; сұйықтық/қатты арақатынас 3:1[19]. Қышқылдың концентрациясы стехиометриядан 80-110 пайызға дейін өзгерді. Нәтижелер 3 суретте келтірілген [20].



5 Сурет – Никельдің құрамының өзгеруі

Нәтижелер қышқыл шығынының ұлғаюымен никельді магнитті фракциядан шығару және ерітіндідегі никельдің құрамы ұлғаюын көрсетті. Алайда, шығын 120 пайыз кезінде қышқылдар гидрогельдердің пайда болуы есебінен пульпаның сүзу жылдамдығын айтарлықтай төмендетеді. Егер сүзу жылдамдығы қышқыл шығынының 100 пайыз - на бақыланса, оңтайлы нәтижелер алынады. Осылайша, магний алудың жоғары дәрежесіне 72 және 80 пайыз жетеді. Демек, практиканы 100 пайыз стехиометрия қышқылын тұтыну кезінде көтермелеу керек [21].

2.4.5 Қатты:сұйық коэффициентінің әсері

Сұйықтық-қатты зат арақатынасының шаймаланатын магниттік фракцияға әсерін зерттеу үшін қатты зат-1:1-ден 1:5-ке дейінгі шектердегі сұйықтық арақатынасында эксперимент сериясы өткізілді. Қ:С арақатынасы ұлғаюы

ерітіндіге никельді шығаруға үлкен әсер етпейді. 3-кестеде көрсетілгендей, Қ:С =3:1 оңтайлы ара қатынасы Қ:С одан әрі жақсаруы қажет емес, өйткені ол материалдың шығыны мен ерітіндідегі никельдің мөлшерін едәуір арттырады [22].

4 Кесте - Магниттік фракциядан Ni шығаруға қатты / сұйық арақатынасының әсері

H ₂ SO ₄		HCl	
S:L қатынасы	Ni өндіру, пайыз	S:L қатынасы	Ni өндіру, пайыз
1:1	30	1:1	30
1:2	65	1:2	60
1:3	80	1:3	72
1:4	80	1:4	72

Сұйық/қатты коэффициенттерде никельдің өндірістік процесі кезінде келесі қадамдарда булану үшін неғұрлым жоғары энергия қажет болатын никельдің концентрациясынан төмен болып келеді. Екінші жағынан, сұйықтық/қатты дене қатынасы төмен болса, алынған ерітінді қанығады. Сілтілеу ерітіндісін еріткішпен экстракциялауға жібереді.

Мұнда ұсынылған зерттеуде асбест қалдықтарынан никельді алудың жаңа тиімді әдісі ұсынылған. Магниттік фракциядан никель оңтайлы шаймалау үшін қолайлы жағдайлар шаймалау процесіне әсер ететін негізгі факторларды зерттеу арқылы анықталды, мысалы шаймалау уақыты, шаймалау ерітіндісінің температурасы, қышқылдардың шығыны. Екі сыналған қышқылдар да шығарылды. Қышқылдың жоғары концентрациясы және температурасы көп ерітілген никель берді. Күкірт қышқылы тұз қышқылына қарағанда никельді жоғары шығарады [23].

2.5 Ерітіндіден никельді экстракциялау процесін зерттеу

5 Кесте - Асбест қалдықтарын магниттік сепарация арқылы алынған никель концентратының және шаймалау процесінің қалдығының құрамы.

Өнімдер	Құрамы, пайыз					
	MgO	SiO ₂	FeO	CaO	Al ₂ O ₃	NiO
Бастапқы концентрат	9,8	7,4	74,0	1,15	5,9	1,6
Шаймалаудан кейінгі кек	3,9	7,5	75,0	0,8	3,0	0,31

Никель концентратын шаймалау процесін зерттеу кезінде күкірт және тұз қышқылдары қолданылып, күкірт қышқылының тиімді реагент екені анықталған. Шаймалау процесі кезінде алынатын өнімдік ерітіндінің құрамы мен компоненттердің ерітіндіге өту дәрежесі 2 кестеде көрсетілген.

6 Кесте - Никель концентратын шаймалау кезінде алынған өнімдік ерітіндінің құрамы мен компоненттердің ерітіндіге өту дәрежесі

Өнім	Құрамы, г/л (ерітіндіге өту дәрежесі)				
	Mg ²⁺	Fe _{жалпы}	Ca ²⁺	Al ³⁺	Ni ²⁺
Ерітінді	11,8 (60)	21,2 (12)	1,97 (72)	9,3 (89)	3,3 (80)

Никельқұрамды өнімдік ерітінділерді әрі қарай электролиз процесіне жіберу үшін оны алдымен қоспалардан (темір, кальций, магний, алюминий иондарынан) тазарту қажет, өйткені электролиз кезінде қоспа металдар, әсіресе магний айналымдағы ерітіндіде концентрацияланып, никельдің таза түрінде тұнуына кедергі келтіріп, жалпы технологиялық процестің тиімділігін төмендетеді [24, 25].

Өнімдік ерітінділерді тазарту үшін бұрын кальций және магнийдің қоспаларынан кристаллизациялау, тұндыру сатылары көптеп қолданылған, бірақ бұл аталған процестер қымбат және экономикалық жағынан тиімсіз болып табылады. Соңғы кезде селективтілігі жоғары, заманауи экстрагенттердің көптеп өндірілуіне қарай никельқұрамды ерітінділерді тазарту және концентрациялау үшін сұйықтық экстракция процесін қолдану бағытында көптеген зерттеулер жан-жақты жүргізілуде.

Осыған орай, жергілікті никельқұрамды қалдықтарды шаймалаумен алынған өнімдік ерітінділерді сұйықтық экстракциямен өңдеу және оның тиімді параметрлерін табу маңызды мәселелердің бірі болып табылады [26].

Шаймалау процесі кезінде алынатын өнімдік ерітіндіні гидролитикалық тазарту процесінен кейінгі алынған ерітінді құрамы 1 кестеде көрсетілген.

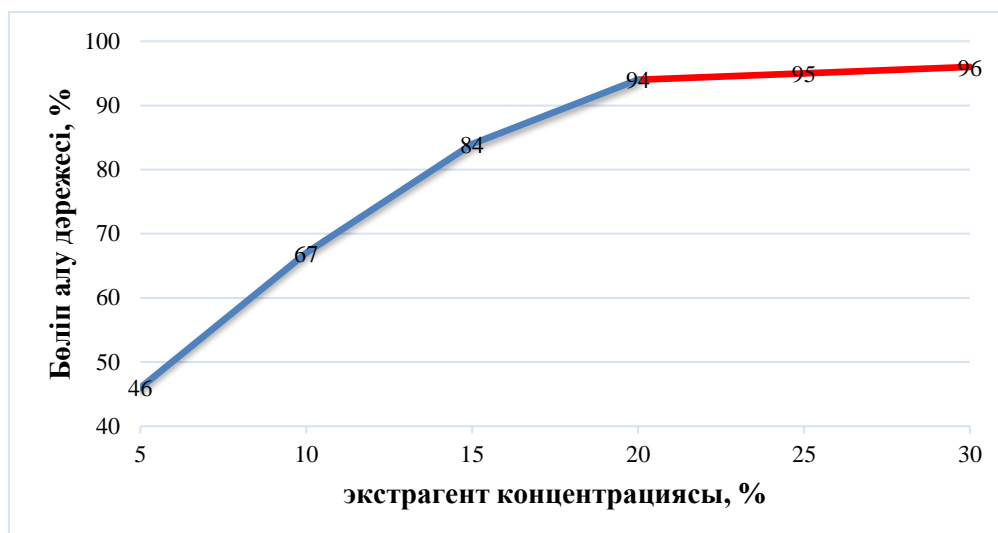
Зерттеулер органикалық және сулы фазалардың қатынасы 0,5:1÷2:1, экстрагент концентрациясы 5-30 пайыз, араластыру және тұндыру уақыттары 10 минут және 20-25 °С температурада жүргізілді.

7-кесте. Никель концентратын шаймалау кезінде алынған өнімдік ерітіндінің құрамы мен компоненттердің ерітіндіге өту дәрежесі

Өнім	Құрамы, г/л			
	Mg ²⁺	Fe _{жалпы}	Ca ²⁺	Ni ²⁺
Ерітінді	85	0,4	2,9	4,1

Зерттеу барысында ерітінді құрамынан никельді экстракциялау алу үшін экстрагент ретінде Ди2ЭГФҚ, ал сұйылтқыш ретінде керосин таңдап алынды.

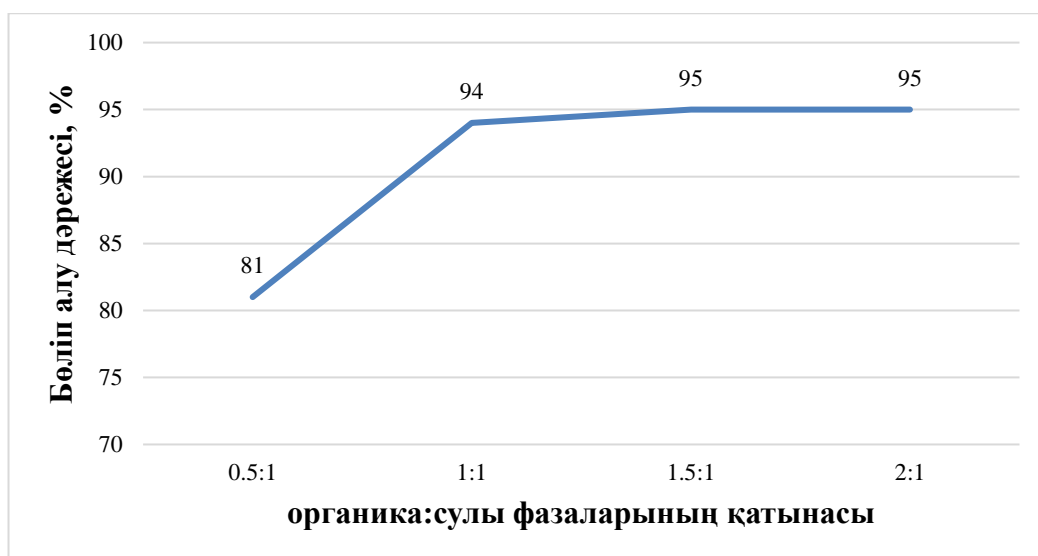
Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде экстрагент концентрациясы 20 % және органикалық фазамен сулы фаза қатынастары 1:1 болған жағдайда жақсы нәтижелер алынатыны анықталды (1, 2 суреттер).



6 Сурет-Никельді экстракциялау дәрежесіне экстрагент концентрациясының әсері

Зерттелген концентрациялар аралығында тиімді параметр ретінде 20 пайыз концентрация таңдалып алынды. Экстрагент концентрациясының 20 пайыз жоғары болуы никельдің ертіндіге бөліп алу дәрежесіне өте аз мөлшерде ғана әсер етеді, сондықтан жоғары концентрация экономикалық жағынан да тиімсіз болып саналады.

Органика және сулы фазаларының қатынасы экстракция процесінің көрсеткіштеріне тікелей әсер етеді. Белгілі болғандай, органика және сулы фазаларының қатынасы 0,5:1 болған жағдайда никельді бөліп алу дәрежесі 81 пайыз мөлшерінде болады. Ең тиімді параметр ретінде 94 пайыз никельді бөліп алуға мүмкіншілік беретін 1:1 қатынасы таңдалып алынды. Бұл көрсеткіштер қатынасының одан жоғары болуы экстрагент шығынына және алынатын ерітіндінің ластануына әкеліп соғады.



7 сурет-Никельді экстракциялау дәрежесіне экстрагент пен сулы фаза қатынасының әсері

Экстракция процесінен алынған органикалық фаза құрамындағы никельді сулы фазаға өткізу мақсатында жүргізілетін реэкстракция процесінің тиімді параметрлері анықталды. Реэкстракция процесіне тұз қышқылының 10 г/л ерітіндісі қолданылды. Процесті бөлме температурасында сулы және органикалық фазалардың қатынасы 1:1, араластыру уақыты 20 минут кезінде никельдің 98-99 % мөлшерін реэкстракциялауға болатыны анықталды.

3 ЭКОНОМИКАЛЫҚ БӨЛІМ

3.1 Зерттеу жұмыстарына кететін шығындардың есебі

8 Кесте – Негізгі жабдықтар шығыны

Қондырғылар аты	Қуаты, кВт.сағ	Жұмыс сағат саны	Вт/сағаттағы мөлшері	Шығыны
Аналитикалық таразы	0,05	6	0,3	5,832
Араластырғыш	1,60	26	41,6	808,704
рН-метр	0,41	20	8,2	159,408
Экстрактор	0,78	20	9,1	814,536
Барлығы				1788,48

Зерттеулер жүргізу кезінде көптеген реактивтер, әртүрлі шикізаттар және су қолданылды.

1 кВт сағатқа тариф – 17,80 тг.

9 Кесте – Шикізат пен реактивтер шығыны

Аты	Мөлшері, м ³ , кг	Шартты баға, тг/м ³ , тг/кг, тг/л	Шығындары, тг
Күкірт қышқылы	0,4	700	28
Никель сульфаты	0,02	300	6
Темір сульфаты	0,01	500	10
Ауа	1,0	200	200
Экстрагент	0,8	4/6	332,8
Барлығы;			1298,8

10 Кесте – Электр энергиясының шығыны

Араластырғыш	1,60	26	41,6	808,704
Экстрактор	2,4	20	48	933,12
рН-метр	0,41	20	8,2	159,408
Барлығы:				1902,282

1 кВт сағатқа тариф – 19,44 тг.

11 Кесте – Ыдыс шығындарының амортизациялық есебі

Аты	Саны, тал	1 тал бағасы, тг	Сумма
Пипеткалар	10	100	1000
Конусты колбалар, 150 мл	10	450	4500
Химиялық стакан	1	100	100
Өлшегіш цилиндр:			
25 мл	2	50	100
50 мл	2	100	200
Өлшегіш колбалар:			
100 мл	5	190	950
Бюретка	1	15000	15000
Керамикалық қайықшалар	10	500	5000
Барлығы:			26850

Шығындардың жалпы сомасы шикізатқа, электрэнергиясына, жабдыққа кеткен амортизациялық алынымдарды енгізеді.

Барлық шығындар 12 кестеде келтірілген.

12 Кесте – Жалпы шығындар саны

Шығындар аты	Шығын саны, тг	Салмақ үлесі, пайыз
Шикізат шығыны	1298,8	3,04
Электр энергия шығыны	1902,282	10,28
Ыдыс шығыны	26850	7,66
Қосымша шығындар	1020	2,20
Барлығы:	43876,94	94,42

4 ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ ЕҢБЕКТІ ҚОРҒАУ БӨЛІМІ

4.1 Никель өндірісінің зиянды және қауіпті өндірістік факторлар анализі

Қоршаған ортаны ластауда никель де жататын ауыр металдар да маңызды рөл атқарады.

Жер қыртысындағы никель мөлшері 8-10-3 пайыз (салмағы бойынша) құрайды. Негізінен ол сульфидті мыс-никельді, тотыққан силикатты және мышьяқты кен түрінде кездеседі. Никель жоғары пластикалық және коррозияға төзімді қорытпаларды (темірмен, хроммен, мыспен және т.б.) алу үшін; медициналық құралдарды, автомобиль бөлшектерін, велосипедтерді, химиялық аппаратураны никелірлеу, аккумуляторларды дайындау үшін; май және парфюмерлік өнеркәсіпте; катализаторларды дайындау үшін; органикалық қосылыстар өндірісінде қолданылады.

Қоршаған ортаны никельмен ластаудың негізгі көздері – тау-кен өнеркәсібі, түсті металлургия кәсіпорындары, машина жасау, металл өңдеу, химиялық, Аспап жасау және басқа, технологиялық процестерде никельдің түрлі қосылыстарын пайдаланатын кәсіпорындар; мазут пен тас көмірде жұмыс істейтін жылу электр станциялары; автокөлік.

Никельмен ластануы көбінесе жергілікті: топырақта, суда, ауада және өсімдік және жануар тектес жергілікті азық-түліктерде жоғары құрамы бар биогеохимиялық "провинция" пайда болады.

Суға никель байырғы жыныстардан желденіп, топырақтан шайып кетуі нәтижесінде түсуі мүмкін. Никельдің едәуір саны өнеркәсіптік кәсіпорындардың сарқынды сулары бар су қоймаларына түседі.

Атмосфералық ауаның никель қосындыларымен ластануы оны өндіру және қайта өңдеу бойынша кәсіпорындардың шығарындылары нәтижесінде; қатты және сұйық отынды жағу кезінде болады. Никель пайдаланылатын отын түріне байланысты мөлшерде, сондай-ақ автомобиль шиналары мен автомобиль бөлшектерінің тозу өнімдері түрінде автокөліктің пайдаланылған газдарымен ауаға түседі.

Күйдіру цехы ыстық цехтар сатысына жатады. Ыстық операциялар жиі жүргізілетіндіктен цехта микроклимат тұрақсыз жиі өзгеретін параметрлермен, әр түрлі ауа температурасы бар зоналар құралады.

Ауа температурасының тез арада өзгеруі организмнің жылу реттігіне жаман әсер етеді.

Цехта әрқашанда потенциалды жарылыс қаупі бар. Жарылыс ерітілген металл және шлак суға тигенде болуы мүмкін. Цехтағы барлық агрегат электр сымдармен жұмыс істейді, сондықтан электр тоғына түсу қаупі бар.

Цехта өндіріс ерекшелігі болып, құрамында мырыш, қорғасын бар шикі затты қайта өндіру болып табылады. Күйдіру кезінде күкіртті SO₂ бөліне бастайды.

Бөлінудің негізгі бастамасы болып мыналар саналады: транспортердегі көтеріліп – түсу орындары, пештер және қойғыштардағы ерітіндінің шығарылуы, конвертерлеу операциясы, қабыршықты бұзу байланысы, қара мысты құю.

Жұмыс аумағында зиянды зыттар концентрациясы, берілген концентрация нормасынан аспауы керек, ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ бекітілген.

Күкірт ангидридi - өткір иісті, көздің шырышты қабығына және жоғарғы тыныс жолдарына әсер етеді. SO₂ ауада болғанда жөтел, тұншығу және жалпы әлсіздік туғызады. SO₂ концентрациясы бар ауамен тыныс алу гастрит, бронхит, лорингит сияқты ауыруларға шалдықтырады. Өндірістік талаптарда қорғасын аэрозольдерімен улану созылмалы ауыру түрі ретінде көрсетіледі.

13 Кесте – Жұмыс аумағында ауадағы зиянды заттар концентрациясы

Заттар	ШРК, мг/м ³	Қауіптілік класы	Агрегаттық жағдай
SO ₂ газы	0,01	1	А
Күкірт қышқылы	1	2	А

Мұндағы А – аэрозольдер.

Никель – организмге бу және шаң түрінде түседі. Бу, шаңмен дем алу жоғарғы тыныс алу жолдарын инфекциялық қатар сырқауына әкеп соқтыруы мүмкін.

Шаң шикі затты үгітуде, тиегенде, қайта төккенде пайда болады. Өртүрлі өндірістік шаңдармен ұзақ уақыт тыныс алу силикоз, қорғасыннан улану сияқты қызметтік сырқау тудыруы мүмкін.

4.3 Жарық

Табиғи жарықтық цехта терезелер арқылы келеді. Табиғи жарықтық деңгейі СНиПИ – А.8 – 72 нормаларына сәйкес келеді.

Жасанды жарықтық электр тоғы көмегімен іске асады. Цехта негізінен люминесцентті лампалар қолданылады, себебі жұмысшылар кешкі, түнгі уақытта да жұмыс істейді.

Цех жарықтың нормасына сәйкес төртінші разрядқа жатады. Нормалық жарықтық цехта 20 – 30 лк болуы қажет.

4.4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр тоғы соқпау үшін цех салынарда барлық нормалар орындалады, ТЭЕ және ТҚЕ бекітілген ережелерде. Барлық электр қозғағыштар жерлетілген, қол жетпейтін жерлерде орналасқан. Кабель сымдары мекеменің конструкциясы

бойынша еденде, жабқыштарда және машина фундаменттерінде орналасқан каналдарда, блоктарда, мұржаларда орналастырылған.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмысты қорытындылай келе асбест қалдықтарын шаймалау процесінен алынған ерітіндіден никельді Ди2ЭГФҚ экстрагентімен бөліп алу дәрежесіне экстрагент концентрациясы мен органика және сулы фазаларының қатынасы өз әсерлерін тигізетіндігі және тиімді параметрлер бойынша никельдің 70 пайыз мөлшерін бөліп алуға болатындығы анықталды. Жүргізілген эксперименттік жұмыстар нәтижесінде Ди2ЭГФҚ экстрагентінің керосиндегі 20 пайыз ерітіндісі қолданысқа тиімді екені анықталды.

Никельдің қасиеттері, оны алудың шикізат көзі және қолданылуы бойынша әдеби шолу жүргізілді. Жалпы никельді тотыққан оксидтік көздерден алу, басты шикізат көзі болып табылады. Сонымен қатар, никельді асбест өндірісінің қалдықтарынан алуға болады.

Зерттеуде асбест қалдықтарынан никельді алудың жаңа тиімді әдісі ұсынылған. Магниттік фракциядан никель оңтайлы шаймалануы үшін шаймалау процесіне әсер ететін негізгі факторлар зерттеу арқылы анықталды, мысалы, шаймалау уақыты, шаймалау ерітіндісінің температурасы, қышқылдардың шығыны. Қышқылдың жоғары концентрациясы және температурасы никельдің жоғары ерітілген шамасын көрсетті. Күкірт қышқылы тұз қышқылына қарағанда никельді жоғары бөліп шығаратыны анықталды. Сол үшін тәжірибе барысында күкірт қышқылы қолданылды.

Сонымен қатар, жұмыс барысында процеске әсер ететін экономикалық есептеулер және қауіпсіздік пен еңбек қорғау бойынша зерттеулер жүргізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 «Асбест», реферат - доклад. Уральская государственная горно-геологическая академия, Горно-механический факультет, Кафедра горной механики.

2 Везенцев А. И., Гудкова Е. А. О связи биологической активности хризотил-асбеста с физико-химическими свойствами поверхности его волокон // Вестник БГТУ, Белгород.– 2004.– № 8.– Ч. 5.– С. 181 – 183.

3 Джафаров., Ф.Н. Джафаров Н.Н. Комплексное использование отходов обогащения Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста как источник повышения эффективности производства // Горно-Геологический журнал. – 2003. - №3. - С. 3-7.

4 Foresti E., Fornero E., Lesci I.G., Rinaudo C., Zuccheri T., Roveri N. Asbestos health hazard: A spectroscopic study of synthetic goinspired Fe-doped chrysotile // Journal of Hazardous Materials. – 2009. - №167. – P. 1070–1079.

5 Gualtieri A.F. Recycling asbestos-containing material (ACM) from construction and demolition waste (CDW) Handbook of recycled concrete and Demolition Waste. – 2013. – P. 500-525. 4) Kalliopi Anastasiadou, Dimosthenis Axiotis, Evangelos Gidarakos. Hydrothermal conversion of chrysotile asbestos using near supercritical conditions // Journal of Hazardous Materials. – 2010, July 15. – Vol. 179, issues 1–3. – P. 926-932.

6 O.S. Baigenzhenov, V.A. Luganov, T.A. Chepushtanova, M.S. Akbarov, D.T. Shakirova, M. R. Sarsembaeva // Extraction of nickel from asbestos wastes // Вестник КазНУ. – 2017. - №3 (121). – С. 609-613

7 Mihaylov // Solvent extractants for nickel and cobalt: New opportunities in aqueous processing. The Journal of the minerals - 2003, V (55), 7, - pp 38–42

8 Михеев М.И. Материалы по токсикологии карбонила никеля. 1970.

9 Ицкова А.И. Фармакология и токсикология. / Т. 32. 1969

10 Смолеговский А.М. Энциклопедия химических элементов. 2000.

11 В.Н. Музгин, Л.Б. Хамзина, В.Л. Золотавин, И.Я. Безруков. Аналитическая химия. - М.: Наука, 2001. С. 102.

12 Химия и технология редких и рассеянных элементов, под ред. К.А. Большакова, 2 изд., ч. 3, М., 2002, с. 3-37;

13 Коган Б.И., Редкие металлы. Состояние и перспективы, М., 2003, с. 168-202;

14 С.М. Ясюкович. Оборудование руд. Металлургиздат, 1953

15 Кромптон.Т. Первичные источники тока. Москва. «Мир». 1986.г.

16 Лит.: Рипан Р., Четяну И., Неорганическая химия, т. 2 -- Металлы, пер. с рум., М., 1972, с. 581--614; Справочник металлурга по цветным металлам, т. 2 -- Цветные металлы, М., 1947 (Металлургия никеля, с. (269--392); Войнар А. И., Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека, 2 изд., М., 1960; Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине, т. 1--2, Л., 1970

17 Г.Г. Уразов. Металлургия никеля. ОНТИ, 1935.

- 18 В.И. Смирнов. Металлурги никеля. Metallurgizdat, 1947 Д.И. Чижиков. Металлургия цветных тяжелых металлов. Изд-во АН СССР, 1948.
- 19 Беккерт, М. Железо. Факты и легенды / М. Беккерт. - М.: Металлургия, 1984. - 0 с.
- 20 Беляев, А. И. Поверхностные явления в металлургических процессах / А.И. Беляев, Е.А. Жемчужина. - М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1952. - 0 с.
- 21 Блинов, О. М. Теплотехнические измерения и приборы. Учебник для вузов / О.М. Блинов, А.М. Беленький, В.Ф. Бердышев. - М.: Металлургия, 1993.
- 22 Попель СИ., Сотников А.И. Бороненков В.Н. Теория металлургических процессов.- М.: Металлургия.- 1986.- 463 с.
- 23 Эллиот Д.Ф., Глейзер М., Рамакришина В. Термохимия сталеплавильных процессов. Пер. с англ.- М.: Металлургия.- 1969.- 252 с.
- 24 Куликов И.С. Раскисления металлов.- М.: Металлургия.- 1975.- 504 с. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. - М.: Металлургия, 1981. - 416 с.
- 25 Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений / Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. // 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1986. - 384 с.
- 26 Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986. - 544 с.
- Материалы будущего: Пер. с нем./ Под ред. А. Неймана. - Л.: Химия, 1985. 240 с.
- 27 Венецкий С.И. Рассказы о металлах. - М.: Металлургия, 1985. - 240с.

