

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

Жұмабек Айболат Ерболатұлы

Асбест қалдықтарының магниттік концентратынан никельді аммиак
ерітіндісімен шаймалау процесін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ


Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

МПЖжАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл.канд,

 Чепуштанова Т.А

« 03 » 06 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Асбест қалдықтарының магниттік концентратынан никельді
аммиак ерітіндісімен шаймалау процесін зерттеу»

5B070900 – Metallургия мамандығы

Орындаған: Жұмабек А.Е.

Ғылыми жетекшісі:

қауымд. профессор, Ph.D.



Байгенженов Ө.С.

«03» маусым 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

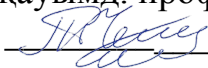
Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

5B070900 – Metallургия мамандығы

БЕКІТЕМІН

МПЖжАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл.канд,

 Чепуштанова Т.А.

« 05 » 01 2021 ж.

Дипломдық жұмысты даярлауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Жұмабек Айболат Ерболатұлына

Тақырыбы: «Асбест қалдықтарының магниттік концентратынан никельді аммиак ерітіндісімен шаймалау процесін зерттеу»

Университет Ректорының 2020 жылғы "27" қаңтардағы №762–б
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» мамыр 2021 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Солтүстік Қазақстан облысында орналасқан асбест өндірісі барысында түзілген никельқұрамдас қалдықтар.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кен материалдарын тұзқышқылды өңдеу тәсілі;

б) асбест өндірісі қалдықтарындағы никель кенін физико-химиялық талдау;

в) бастапқы кендерге рентгенофазалық анализ жүргізу;

г) никельді шаймалау процесінің тиімді параметрлерін анықтау.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)



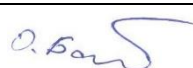

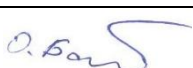

Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 13 слайд.

Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 32 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	22.02.2021 ж.	
Аналитикалық бөлім	28.02.2021 ж.	
Тәжірибелік бөлім	16.03.2021 ж.	
Экономикалық бөлім	08.04.2021 ж.	
Еңбекті қорғау	12.05.2021 ж.	
Қорытынды	26.05.2021 ж.	
Қалып бақылау	08.06.2021 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
Негізгі бөлім	Ph.D., қауымд. профессор, Ө.С. Байгенженов	03.06.2021 ж.	
Аналитикалық бөлім	Ph.D., қауымд. профессор, Ө.С. Байгенженов	03.06.2021 ж.	
Тәжірибелік бөлім	Ph.D., қауымд. профессор, Ө.С. Байгенженов	03.06.2021 ж.	
Еңбекті қорғау	Ph.D., қауымд. профессор, Ө.С. Байгенженов	03.06.2021 ж.	
Қорытынды	Ph.D., қауымд. профессор, Ө.С. Байгенженов	03.06.2021 ж.	
Қалып бақылау	т.ғ.к., сениор–лектор, С.С. Коныратбекова	08.06.2021 ж.	

Ғылыми жетекші



Байгенженов Ө.С.

Студент тапсырманы орындауға алды



Жұмабек А.Е.

Күні "03" маусым 2021 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыстың жалпы көлемі компьютермен терілген 37 бет, оның ішінде 5 сурет және 9 кесте бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 32 аталымнан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – асбест өндірісі барысында түзілетін қалдықтарын магниттік сепарация арқылы байыту процесінде алынатын магниттік концентратты гидрометаллургиялық әдіспен өңдеу арқылы никельді бөліп алу технологиясын зерттеу.

Дипломдық жұмысты орындау барысында асбест өндірісінің қалдықтарын байыту процесінде алынған концентратты түрлі реагенттермен өңдеу жолдарына әдеби шолу жасалып, әдеби шолу жұмысының қорытындысы ретінде никель қосылыстарын аммиак ерітіндісімен шаймалау процесін зерттеу процесі таңдалды. Сонымен қатар, зерттеу жұмыстарында шаймалау процесін барынша тиімді жүргізуге әсер ететін әртүрлі факторлар (процесс ұзақтығы, температура, реагенттер шығыны) зерттелді.

Нәтижелер магниттік фракция құрамындағы никельді селективті шаймалау процесінің көрсеткіштері реагенттер шығынының артуымен жақсы нәтиже беретінін және процестің температураға, уақытқа тәуелді екенін көрсетті.

Алынған нәтижелерге негізделе отыра экономикалық есептеулер жасалып, қауіпсіздік және еңбек қорғау жөніндегі іс-шаралар қарастырылды.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения и списка использованных источников. Общий объем работы составляет 37 страниц машинного набора, в том числе 5 рисунков и 9 таблиц. Список использованной литературы состоит из 32 наименований.

Целью дипломной работы является исследование технологии извлечения никеля гидromеталлургической переработкой магнитного концентрата, полученного в процессе обогащения асбестовых отходов методом магнитной сепарации.

В ходе дипломной работы был проведен обзор литературы по переработке концентрата, полученного в процессе обогащения асбестового производства различными реагентами, и в результате обзора литературы был выбран процесс изучения выщелачивания соединений никеля раствором аммиака. Кроме того, в исследовании были изучены различные факторы (продолжительность процесса, температура, расход реагента), которые влияют на наиболее эффективный процесс выщелачивания.

Результаты показали, что производительность процесса селективного выщелачивания никеля в магнитной фракции дает хорошие результаты при увеличении расхода реагентов и процесс зависит от температуры и времени.

На основе полученных результатов были сделаны экономические расчеты, учтены меры безопасности и охрана труда.

ANNOTATION

Thesis consists of an assignment, introduction, main part, conclusion and a list of sources used. The total volume of work is 37 pages of the machine typeset, including 5 figures and 9 tables. The list of used literature consists of 32 titles.

The aim of the thesis is to study the technology of nickel extraction by hydrometallurgical processing of magnetic concentrate obtained in the process of enrichment of asbestos waste by the method of magnetic separation.

In the course of the thesis, a review of the literature on the processing of concentrate obtained in the process of enrichment of asbestos production with various reagents was carried out, and as a result of the review of the literature, the process of studying the leaching of nickel compounds with an ammonia solution was selected. In addition, the study examined various factors (process duration, temperature, reagent consumption) that influence the most efficient leaching process.

The results showed that the productivity of the process of selective leaching of nickel in the magnetic fraction gives good results with an increase in the consumption of reagents and the process depends on temperature and time.

Based on the results obtained, economic calculations were made, safety measures and labor protection were taken into account.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Әдебиеттің аналитикалық шолуы	
1.1	Кен материалдарын пиро- және гидрометаллургиялық өңдеу әдістерінің ерекшеліктері	11
1.2	Кендік материалдарды күкірт қышқылымен автоклавты ыдырау үдерістері	12
1.3	Кен материалдарын тұзқышқылды өңдеу тәсілі	19
1.4	Тотықсызданған никель кендерін аммиакты-карбонатты сілтісіздендіру	20
2	Тәжірибелік бөлім	22
2.1	Асбест өндірісі қалдықтарындағы никель кенін физико-химиялық талдау	22
2.1.1	Бастапқы кендерге рентгенофазалық анализ жүргізу	22
2.1.2	Никельді шаймалау процесінің тиімді параметрлерін анықтау	24
3	Экономикалық бөлім	28
4	Еңбекті қорғау және қауіпсіздік бөлімі	30
	Қорытынды	36
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Ғылыми техникалық проблемалардың заманауи күйі.

Дипломдық жұмыстың негізгі ерекшелігі - никель алу үшін асбест өндірісінің қалдықтары қолданылады. Никель өндірісі бұл шешім, қолданыстағы өндірістерден түзілген өндіріс қалдықтарын өңдеп, өнеркәсіп ауданында экологиялық қиындықтарды азайтуға және жаңа жұмыс орындарын құруға мүмкіншілік береді.

Асбест талшықтарын хризотил кендерінен өндіру – асбесттік кеннен көптеген қалдықтардың пайда болуына әкеледі. Кенді байыту кезінде 90 % дан артық мөлшерде қалдықтар пайда болып, олар үйіндіге жіберіледі. Осының әсерінен шикізатты пайдалану тиімділігі төмендеп, магний, никель және басқа да компоненттер қайтарымсыз жоғалады. Ондаған жылдар бойы, Қостанай облысында жұмыс істейтін Жетіқара кен орнында 200 миллион тоннадан астам асбест қалдықтары жинақталған.

Хризотил-асбест кенінің комплексті пайдалану мақсатымен құрамында 42,2 % MgO және 0,25 % NiO бар қалдықтардан магний және никель алуда бастапқы шикізат ретінде қолдануға үлкен қызығушылық туындайды.

Ұсақ дисперсті материалдарды пайдалану, адам денсаулығына кері әсер тигізетіні белгілі. Сондықтан қалдықтарды қайта өңдеу қоршаған ортаны қорғаудың ең өзекті міндеттері.

Серпентин қалдықтарының қорлары жер бетінде орналасып, оларды қайта өңдеуге дайын жатыр. Ұсақталған материалдарды өңдеу төмен құнды шикізат алуды тудырып, магний және никель өндірісінде шығындарды азайтады.

Құрамындағы металл мөлшеріне байланысты қалған қалдықтарды да сорттарға бөледі: I сорт - құрамындағы Ni, Cu және Co мөлшері 20 % -дан жоғары пештен шыққан сынықтар, катод ілгектері, шлактар; 2 сорт - құрамындағы Ni мен Co мөлшері 3 %-дан көп жоғарыда аталған қалдықтар; 3 сорт - бөлінбеген темірникельдіаккумуляторлар.

Құрамында кобальт бар қайтармалы және техногенді шикізаты топтарға жіктелмей екі класқа бөлінеді: А және В -ұнтақ тәрізді қалдықтар.

Никель өнеркәсібінің кәсіпорындарында өңделетін металлургиялық қайтармалы және техногенді шикізатты, оның құрамындағы түсті металдардың мөлшеріне байланысты никельді, мыс-никельді, мыс-никель-кобальтті, никель-кобальтті, кобальтті және болатты күрделі легіріленген деп бөледі.

Құрамында никель бар қайтармалы және техногенді шикізаттың жалпы көлемінің негізгі үлесін түсті металдар мен қорытпалардың сынықтары мен қалдықтары алып отыр.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – өте көп мөлшерде жиналған асбест өндірісі қалдықтарынан никельді гидрометаллургиялық технология арқылы бөліп алудың мүмкіншіліктерін зерттеу.

Дипломдық жұмысты орындаудағы негізгі тапсырмалар

келесідей:

- асбест өндірісі қалдықтарынан никельді концентрлеу мүмкіншіліктерін зерттеу;
- никель концентраттарың фазалық және физика-химиялық қасиеттерін зерттеу;
- алынған концентраттардан никельді шаймалап еріту мүмкіншілігін зерттеу;
- ерітіндіден никельді бөліп алу технологиясын қарастыру.

Зерттеу объектісі – Солтүстік Қазақстан облысында орналасқан асбест өндірісі барысында түзілген никельқұрамдас қалдықтар.

Жұмыстың жаңалығы – Асбест өндірісі қалдықтарын никель металының шикізат көзі ретінде қарастыру.

Жұмыстың өзектілігі – Қалдықты материалдар орналасқан өндіріс аймағының тұрғындарына зиянды әсерін тигізіп топырақ эрозиясына әкеледі. Қалдықтарды металлургиялық пайдалы шикізат ретінде қолдану Республиканың экологиялық және экономикалық жағдайын жақсартуға едәуір көмегін тигізеді.

Дипломдық жұмыс Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ-дың «Металлургия-лық процестер, жылу техникасы және арнайы металдарды алу технологиясы» кафедрасының зертханасында жүргізілді.

1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы

1.1 Кен материалдарын пиро- және гидрометаллургиялық өңдеу әдістерінің ерекшеліктері

Кен шикізатының барлық түрлерінен никель концентраттарын алу үшін пиро- және гидрометаллургиялық үдерістер қолданылады. Қазіргі кезде никель концентраттарын өндіруде қолданылатын технологиялық схемалар негізінен пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық әдістердің үйлесіміне негізделген.

Пирометаллургиялық әдістер төмендегілермен сипатталады [1,2]:

- үдерістердің жылдам жүруін қамтамасыз ететін жоғары температуралық жағдайлармен;
- едәуір меншікті күрделі шығындармен және жоғары отын немесе электр энергиясы шығынымен;
- минералды ресурстарды пайдаланудың төмен кешенділігімен, себебі бұл кендер балқытылған кезде шлак шығымы тиелген кен массасының 75 % - нан астамын құрайды;
- атмосфераға көп мөлшерде улы газдар мен аэрозольдер шығарындыларымен.

Гидрометаллургиялық өндіріс технологиясы төмендегілерді қамтамасыз етеді:

- энергия ресурстарын үнемдеуге мүмкіндік беретін төмен температурада үдерістерді жүзеге асыру;
- шикізатты кешенді пайдалану (соның ішінде нашар) және олардан аз көлемде болатын құнды компоненттерді алу;
- шикізаттың ашылуының жоғары талғамдылық дәрежесі;
- сілтісіздендіруден кейін тікелей ерітінділерден таза және өте таза бейорганикалық заттарды алу;
- пирометаллургиялық агрегаттардың қаптамасымен салыстырғанда гидрометаллургиялық аппаратура коррозиясының төмен дәрежесі.

Аталған артықшылықтарды ескере отырып, бейорганикалық қосылыстар өндірісінде осы үдерістерді қолдану масштабтары мен облыстарының тоқтаусыз өсуі байқалады.

Қазіргі уақытта күкірт қышқылы, аммиак және тұз қышқылы ерітінділерін қолданатын гидрометаллургиялық әдістер никель кендерін, никель сульфидті концентраттарын, пирротин концентраттарын, сульфидті жарты өнімдерді (штейндер, файнштейндер және т.б.) өңдеу үшін қолданылады [3, 4-6].

Сілтісіздендіру атмосфералық және жоғары қысымда жүзеге асырылады. Жоғары қысым, өз кезегінде, үдерісті жоғары температурада жүргізуге мүмкіндік береді (автоклавтық үдерістер), бұл химиялық реакцияларды едәуір жеделдетеді және олардың ағынының толықтығын арттырады [5].

Гидрометаллургияның қазіргі заманғы даму бағыттары:

- полиметалл шикізатын кешенді өңдеу әдістерін жасау;
- минералды активтендірудің механикалық және химиялық әдістерін қолдану;
- сілтісіздендіру үшін реагенттерді қолдану шарттарын зерттеу (күкірт қышқылы, аммиак, сілті);
- азот және тұз қышқылдары мен тұздар (цианидтер, хроматтар), тионесепнәр, сондай-ақ органикалық заттар сияқты тиімді реагенттерді қолдана отырып үдерістерді жасау;
- автоклавты, сорбциялық-экстракциялық, электрохимиялық, флотациялық-гидрометаллургиялық және басқа аралас үдерістерді жетілдіру;
- фазаларды бөлу үдерістерін жетілдіру.

1.2 Кендік материалдарды күкірт қышқылымен автоклавты ыдырау үдерістері

Шикізатты күкірт қышқылды ашу кезінде пайда болатын реакциялар барысында бірқатар компоненттердің иондық түрдегі ерітіндіге өтуі орын алады. Никель, кобальт, магний және басқа металдардың оксидті қосылыстары келесі теңдеуге сәйкес ериді:



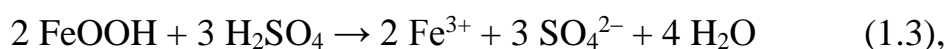
Автоклавты сілтісіздендіру жағдайында 85 % Mg ерітіндіге кетеді; ондағы магний сульфатының мөлшері кен құрамына байланысты 0,4 - 0,6 моль/дм³ дейін жетеді. Магнийі бар минералдармен байланысқан никель бірінші кезекте темір бар минералдарға қарағанда әлдеқайда жылдам ериді [7].

Құрамында никель бар шикізат құрамында темір гетит (FeOOH) түрінде болады және күкірт қышқылды автоклавты сілтісіздендіру кезінде оның қайта кристалдануы жүреді:

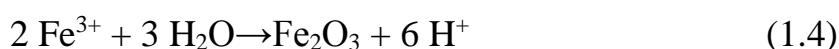


Бұл реакция, тіпті 272 °С температурада, күкірт қышқылының қатысуымен ғана айтарлықтай жылдамдықпен жүреді, бұл оның сатылылығын көрсетеді.

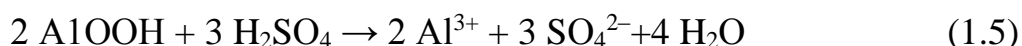
Алдымен гетит ериді:



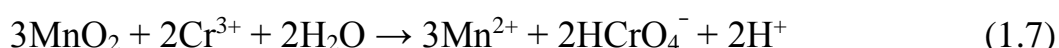
Содан кейін гематиттің түзілуімен гидролиз жүреді:



Шикізат құрамында болатын гиббсит $\text{Al}(\text{OH})_3$ алдымен бемитке түрленеді, ал содан кейін (1.6) құрам фазасы кристаллданады:



Марганец латерит кендерінде (асболан) +4 тотығу дәрежесінде болады. Mn (IV) ерітіндіге ауысатын темірмен (II), мысалы, сидериттен FeCO_3 , және хром құрамды минералдардың еруі нәтижесінде түзілген хром ионымен (III) қалпына келеді:



Үдерістің кинетикасын лимонит кенін сілтісіздендіру бойынша зертханалық сынақтардың нәтижелерімен (Индонезия) көрсетуге болады, (масс.%): NiO – 1,52; CoO – 0,19; FeO – 61,92; MnO_2 – 1,73; Cr_2O_3 – 2,48; MgO – 0,95; Al_2O_3 – 3,78; SiO_2 – 6,63 және т.с.с. 240 ° C температурада сілтісіздендіру кезінде пульпадағы қатты фазаның мөлшері 29 %, H_2SO_4 шығыны кеннің құрғақ салмағынан 18 % - ды құрады. Ni, Co және Mg иондарының ерітіндіге көшу 90 минутқа созылады; марганец иондарының ерітіндіге бөлінуі 20 минут ішінде аяқталады. Ерітіндідегі Al, Cr және Si мөлшері алғашқы 20 минутта жоғарылайды, содан кейін аздап азаяды. Темірдің ең жоғары концентрациясы сілтісіздендірудің 2-3 минуттан кейін тіркелді (1,72 г/дм³), содан кейін ол бүкіл үдеріс барысында үздіксіз төмендейді және 60 минуттан кейін (0,13 г/дм³) жетеді [7, 8].

Буруктал кен орындарындағы никель кендерінің (Орал, Ресей) [9], құрамы келесідей (масс. %): NiO – 1,28, CoO – 0,2, FeO – 37,0, MnO_2 – 0,63, Cr_2O_3 – 2,09, MgO – 3,1, Al_2O_3 – 4,8 и SiO_2 – 34,9. Кварц және магемит, сонымен қатар құрамы аздаған гетит және серпентин негізгі фазалар болып табылады.

Қиын ашылатын магемиттің бастапқы кен құрамында көп болуына байланысты никельдің аз алынуы алғашқы шығындармен байланысты деп болжауға болады. Рентгенографиялық талдау көрсеткендей, сілтісіздендіру қалдықтары кварцтан, гематиттен және аз мөлшерде алуниттен тұрады, ал бастапқы магемиттің болуы анықталмайды.

Никель мен кобальттың жоғары алынуын қамтамасыз ету үшін соңғы ерітінділерде белгілі мөлшерде «бос» қышқыл болуы керек.

Құрамында (масс. %) NiO – 2,35, FeO – 20,51, MgO – 20,92, Al_2O_3 – 3,06, SiO_2 – 36,38, болатын сапролит кендерін сілтісіздендіру салыстырмалы түрде төмен температураны 177 – 227 °C талап етеді. Лимонит кендерінің құрамында (масс. %): NiO 1,08 – 1,93; FeO 54,14 – 66,04; MgO 0,55 – 2,17; Al_2O_3 3,69 – 9,5; SiO_2 1,71 – 9,46 болады. Бұл кендер төзімді және гетиттің кристаллды торының құрамындағы никельді шығару үшін 242 °C жоғары

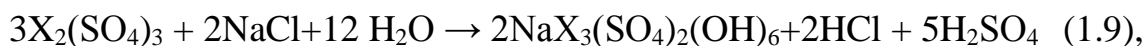
температура қажет. Пульпадағы қатты фаза құрамының 25 - 40 % аралығында өзгеруі Ni және Co сілтісіздендіру жылдамдығына айтарлықтай әсер етпейді, бірақ қоспалардың элементтерінің еруі осы факторға байланысты. Сілтісіздендіру кезінде сұйық және қатты фазалардың арақатынасын таңдау бастапқы кен пульпасының қоюланғыштығымен, автоклавтар көлемімен, суспензиялардың реологиялық қасиеттерімен және пульпаны қыздыру әдісімен (тікелей немесе жанама) анықталады [8].

Тотыққан никель кендерін автоклавты күкірт қышқылымен сілтісіздендіру үдерісі міндетті түрде жер үсті ішкі шөгінділерінің - оттардың пайда болуымен жүреді [10, 11].

«Оттың» пайда болуы сульфаттардың жоғары температуралы гидролизіне байланысты. Fe (III) сульфатының гидролизі нәтижесінде гематит түзіледі:



Хлорид-иондар болған жағдайда $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ және $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ гидролизі жүреді:



мұндағы X – Fe^{3+} немесе Al^{3+} .

Кремний аморфты немесе кристаллды түрді тұнады



Қабаттың қалыңдығы 1-10 см-ге жетеді, бұған араласудың жеткіліксіз қарқындылығы ықпал етеді. Ол мерзімді түрде механикалық жолмен жойылады, бұл күнтізбелік уақыттың 15 %-ына дейін бос тұруды тудырады. Оттың шығымы кен массасының 28 – 33 % құрайды. Оның 99 % - дан астамы кен бөлшектеріне түседі, бұл сілтісіздендіру кезінде диффузияның қосымша тежелуін тудырады [11].

Моа зауытында (Куба) жоғары температуралы автоклавты күкірт қышқылын сілтісіздендіру әдісі (HPAL) қолданылды [7, 8, 12].

Құрамында (масс. %) NiO 1,65–1,69; CoO 0,16–0,17; FeO 59,73–60,63; Cr_2O_3 3,36–3,48; SiO_2 2,5; MgO ~ 1,66; Al_2O_3 8,13–9,45; MnO 1,15–0,8 және аз көлемде кейбір басқа қоспалар болатын лимонит кендері сілтісіздендіруге ұшыраған. Негізгі кен минералдары (масс. %): гетит ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 70,3 – 75; гиббсит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 10; серпентин ($3\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 2,5; кварц (SiO_2) 2,5.

Құрамында 45 % қатты фазасы бар кен пульпасы жіті бумен жылыту колонналарында қыздырылады және 4 бу көтергіш автоклавтар тізбегінде сілтісіздендіреді. Өңдеу 240 -250 °С температурада және ~4,0 МПа қысыммен жүзеге асырылады. ~ 240 кг/т кен мөлшерінде қажетті күкірт қышқылы (98 % концентрация) бірінші автоклавқа жеткізіледі. Орын ауыстыру жіті бумен

жүзеге асырылады. Сілтісіздендіру уақыты 1,5-тен 2 сағатқа дейін, осы жағдайда никель мен кобальттың 95 % - дан астамы ерітіндіге өтеді, ал темір мен алюминий қатты қалдықта толығымен қалады. Сілтісіздендіруден кейінгі пульпа салқындатылады және шаю жүйесіне беріледі. Түсті металл оксидтерінің алты қарама-қарсылысы шаю сатысынан кейін қатты заттағы қалдық мөлшері ~ 0,08 % никель оксиді және ~ 0,01 % кобальт оксидін құрайды. Кендерден металдарды түпкілікті алу шамамен 90 % құрайды. Темір, алюминий және хром қоспаларынан қосымша тазарту үшін шаюдың бірінші сатысының ерітіндісі әктаспен (маржан пульпасы) рН ~ 2,5 дейін бейтараптандырылады. Аралас никель-кобальт сульфидін бейтараптандырылған ерітіндіден бөліп алынады. Тұндыру операциясы 120–135 °С температурада ~ 1,0 МПа қысыммен газ тәрізді күкіртті сутегімен жүзеге асырылады. Осы операцияда затравка ретінде сульфидтердің рециркуляцияланған тұнбасының бір бөлігі қолданылады. Никелдің 99 % және кобальттың 98 % өтетін жаңа түзілген тұнбаға мөлшеріне затравканың мөлшерінің қатынасы 2:1. Құрамында 55 – 60 % Ni және 5 – 6 % Co болатын сульфидті концентрат зауыттың тауарлық өнімі болып табылады.

Моа Бей зауытының технологиясының негізгі мәселелері кендердегі магний оксидінің көп болуымен, сондықтан күкірт қышқылын көп шығынымен байланысты.

Моа Бей зауытының технологиясын жетілдіру үшін бірқатар зерттеулер жүргізілді [7, 12].

Анықталды:

Құрамында 170 г/л $MgSO_4$ болатын күкірт қышқылды ерітіндіде автоклавты ашу кезінде никель мен кобальттың сәйкесінше 93–98 % және 90 % жоғары алу деңгейі сілтісіздендіру кезінде кристаллданатын $MgSO_4 \cdot H_2O$ кен бөлшектерінің күкірт қышқылынан оқшаулануына алып келмейтінін дәлелдейді. Ерітінді салқындатылған кезде магний тұзының ерігіштігі бастапқы деңгейге дейін артады, ал никель мен кобальт тұндырғаннан кейін ерітіндінің негізгі бөлігі сілтісіздендіруге қайта оралады. Қалған бөлігі буландырылады, $MgSO_4 \cdot H_2O$ кристаллдандырылады және алынған тұзды MgO мен H_2SO_4 регенерациялау үшін күйдіріледі. Технология өнімдері никель мен кобальт тұздарынан басқа MgO және $MgSO_4 \cdot H_2O$ болып табылады. Белград технологиялық институты мен «АМАХ» фирмасы (АҚШ) әзірлеген сипатталған технологияның нұсқалары [8] жартылай өнеркәсіптік деңгейде тексеруден өткізілді.

Магнийге бай кеннің серпентин фракциясын бөлу және латерит фракциясын тотықтандыру атмосферасында 700 – 720 °С температурада элементті күкірттің қатысуымен күйдіру автоклавты сілтісіздендіру кезіндегі күкірт қышқылы шығынын едәуір қысқартады; кейбір MgO бөлініп, кремний оксиді инертті болады. Латерит фракциясының автоклавты сілтісіздендіру ерітіндісінің қалдық қышқылдығын бейтараптандыру үшін белгілі бір мөлшерде күйінді пайдаланылады, күйіндінің қалған бөлігі мен бейтараптаудан қалған қалдық бастапқы латерит пульпасына қосылады, ол жоғары температурада Моа зауытының режимінде автоклавты

сілтісіздендіруге жіберіледі. АМАХ (АҚШ) және BRGM (Франция) фирмаларының Жаңа Каледониядағы кендерді өңдеуге арналған бұл технология жартылай өнеркәсіптік сынақтан өтті. Кейін бұл схеманы Гинцветмет институты жетілдірді [8].

Күкірт қышқылын элементарлы күкіртпен, автоклавты сілтісіздендіруге дейінгі сульфидтеу деп аталатын операцияға қосылатын күкіртсутекпен алмастыру автоклавтарда 227 – 237 °С температура және 2,6 – 3,4 Мпа қысым жағдайында, ал күкіртсутек пайдаланылған жағдайда 137 – 187 °С температурада және 1,4 МПа қысым жағдайында жүргізіледі.

Сульфидтелгеннен кейінгі кен автоклавта 197 °С температурада және 1,4 МПа парциалдық ауа қысымында 2 сағат ішінде тотықтырылады. Никель мен кобальт алу 85 - 95 % құрайды. Бұл технологияларды әзірлеумен ИНКО, Chemical Construction Corp және Гинцветмет институты айналысты [8].

Автоклавты сілтісіздендіру үдерісінде күкірт қышқылының орнына пирит қолданылады. Үдеріс оттегі атмосферасында 0,2-1,0 МПа парциалдық қысымда және 217-247 °С температурада жүзеге асырылады. Бұл әдіс [8] құрамында магний оксиді көп (12–14 %) бар кендерді өңдеуге мүмкіндік береді. Алайда, бұл жағдайда автоклавтар санын жүктеме салмағының өсуіне пропорционалды түрде арттыру қажет.

Темір гидроксидінің тұнбаға түскен кездегі сорбцияланған никель мен кобальттың шығынын азайту үшін никель мен кобальтты ерітіндіге ауыстыру және әрі қарай оларды натрий сульфидімен тұндыру мақсатында тұнбаны аммиак ерітіндісімен шаю ұсынылған [13, 14].

Құрамында магний оксиді көп тотыққан никель кендерін өңдеудің ұтымды технологиясын қарқынды іздестіруге қарамастан, жоғарыда аталған бағыттардың ешқайсысы жүзеге асырылған жоқ. Бұл күкірт қышқылын көп тұтынумен, кенді автоклавты сілтісіздендіру ерітіндісінен никель мен кобальтты тұндыруға және сульфидті никель концентратын өңдеуге жұмсалатын пайдалану және күрделі шығындарының ауқымдылығымен байланысты [12].

1998 жылдың аяғында Батыс Австралиядағы үш жаңа: Murrin Murrin, Bulong және Sawse зауыттарында күкірт қышқылды автоклавты сілтісіздендіруді қолдана отырып, тотыққан никель кендерін өңдеу технологиясын игеру басталды [15-17]. Төмен сапалы латерит кені өңдеуден өткізілді (масс. %): Ni – 0,7 – 1,07; Co – 0,04 – 0,09.

Murrin Murrin [7,8] зауытының технологиялық схемасы [7,8] сілтісіздендіру ерітінділерден никель мен кобальттың күкіртті сутекті тұндыру үдерісін қамтиды. Алайда, сульфидті концентрат тауарлық өнім емес, тек тауарлы Ni және Co ұнтақтарын алу үшін жергілікті өңдеуден өткізілді.

Murrin Murrin мен Moa зауыттарының технологиясындағы негізгі айырмашылық кен құрамына байланысты. Австралиялық зауытта өңделген шикізат құрамында магний мен алюминий оксидтері 4-5 есе көп. Сондықтан сілтісіздендіру жоғары температурада және күкірт қышқылын үлкен шығынымен жүзеге асырылады (Moa зауытында 230-255 кг/т орнына 400 кг/т

кен).

Сульфидті никель-кобальт концентраты Port Nickel зауытында (АҚШ, Луизиана штаты) келесі схема бойынша өңделеді:

- 1) автоклавты тотықтырғыш сілтісіздендіру;
- 2) металлдарды аммиак-сульфат кешендеріне айналдыру мақсатында ерітіндіге аммиак енгізу;
- 3) ерітіндіні қоспалардан тазарту (темір, марганец, мыс және мырыш);
- 4) никель ұнтағын алу үшін сутекпен автоклавтарда никельді қалпына келтіру;
- 5) сульфидті кобальт концентратын тұндыру және одан автоклавты кобальт ұнтағын алу [8, 16].

Орал зауыттарында сульфид-никель концентраты тотықтырғыш күйдіруге, анод құюмен қалпына келтіргіш электрлік балқытуға, содан кейін электролиттік тазартуға ұшырайды.

Никель анолитін тазарту кезінде алынған кобальт сүзіндісі ресей никель зауыттарында қолданылатын технология бойынша металл кобальт алу үшін өңделеді [8, 16].

Сульфидті концентрат қазіргі уақытта Sherritt International компаниясының Fort Saskatchewan зауытында никель мен кобальттың автоклавты ұнтақтарын ала отырып, жетілдірілген аммиакты-сульфатты автоклавты сілтісіздендіру технологиясы бойынша өңделеді. CAWSE зауытының [7, 8, 16] технологиясы кенді үш сатыда ұсақтаудан, 80 % - 74 мкм дейінгі классификатормен жабық циклмен ұнтақтаудан тұрады. Құрамында тұтыну бағынан қатты заттың 31 – 35 % болатын қоюландырылған пульпа түтікшелі жылытқыштарға айдалады, оған сілтісіздендірілген пульпаның өзіндік буландрғыштарынан кері бу жіберіледі. I сатыда пульпа 87 °C дейін қыздырылады, II сатыда – 167 °C дейін. Қыздырылған пульпа арнайы реактор - «от ұстағыш» арқылы өтеді. Бастапқы қышқыл осы бағқа келіп түседі, бұл «оттың» қарқынды қалыптасуына әкеледі. Нәтижесінде автоклавтардың шамадан тыс өсуі байқалмайды. Сілтісіздендіру алты секциялы автоклавта 227 °C және 4,5 МПа үздіксіз жұмыс режимінде жүзеге асырылады. Қыздыру үшін ыстық бу қолданылады. Қышқылдың шығыны 300 – 375 кг/т құрайды. 1,5 - 2,0 сағаттан кейін ерітіндіге 96 % дейін Ni, Co және 5 % - дан аспайтын Fe бөлінеді.

Ramu Nickel технологиясы (Папуа Жаңа Гвинея) құрамына (масс. %): Ni – 0,9 және Co – 0,1 кіретін кенді өңдеуге бағытталған. 247 °C температура, сілтісіздендіру ұзақтығы 60 мин, қысымы 3,9 Мпа, пульпадағы қатты фазаның құрамы 35 % және күкірт қышқылының 270 кг/т шығыны жағдайында ерітіндіге 95 % Ni және 94 % Co алынады. Салқындатылған пульпа әктаспен екі сатылы күкірт қышқылын бейтараптандыруға жібереді. Бірінші саты барысында темір (III), алюминий және хром (III) гидроксидтері тұнбаға түседі. Бейтарапталған пульпа тұндырылады. Сүзінді қоюландырғыштардан қарама-қарсылы декантация жүйесінде жуылады, содан кейін ол қалдық қоймасына жіберіледі. 99 % Ni және Co гидроксидтер

түрінде ерітіндіден 57 °С температурада әкпен 2 сатыда тұндырылады. Тұнба аммиакты сілтісіздендіруге жіберіледі, ол атмосфералық қысымда және пульпаны ауамен аэрациясында екі сатыда Co^{2+} -ны Co^{3+} дейін тотықтыру үшін жүзеге асырылады.

Аммиакты никель-кобальт ерітіндісі никель сұйықтықтық экстракциялау циклына жіберіледі. Кобальт сульфидті концентрат түрінде тұндырылады.

Темір тұнбасымен никель және кобальт шығынын төмендетуге пульпадан осы металлдарды сорбциялау үдерісін пайдалану мүмкіндік береді. Иониттер ретінде пиридингидроксиль иониттерін, мысалы, ВПГ, немесе құрамында пиридин азоты бар иониттерді, мысалы, DOW Chemical фирмасының DOWEX XWS 4195, қолдану ұсынылады. Никельге және кобальтқа, минералды қышқылдардың сулы ерітінділеріне, мысалы, күкіртті, бай иониттерді өңдеу металлдарды карбонатты концентратты алуға ыңғайлы сульфаттар ерітіндісі түрінде бөлуге мүмкіндік береді. Никель мен кобальттың десорбциялау толықтығы мен оларды концентрациялау дәрежесі қышқылдың концентрациясы мен үдерістің температурасына тәуелді. Десорбциялау ерітіндісінде күкірт қышқылының құрамы 100 – 120 г/дм³ және 40 – 45 °С температура жағдайында десорбциялаудың ең үлкен толықтығына (99 %) қол жеткізілген. Тауарлық десорбаттағы никель концентрациясы ВПГ үшін 8 – 10 г/дм³ және DOWEX XWS 4195 үшін 15 – 16 г/дм³ құрады. Оны 15 % -дық кальций қосылған содамен 70 – 80 °С температура шамасында өңдеу кезінде құрамы келесідей болатын карбонатты концентрат тұндырылады (құрғақ заттың салмағына шаққанда, масс. %): NiO 48,26 – 57,15; CoO 0,1 – 0,11; FeO 2,58 – 3,61; Al₂O₃ 1,89 – 1,93; MgO 0,66 – 0,68.

Никель құрамды кендерді күкірт қышқылды өңдеу тәсілі сульфаттау жолымен жүзеге асырылуы мүмкін [17–19]. Құрамы % (масс.): NiO – 1,59; CoO – 0,56; FeO – 23,09 болатын тотыққан кен концентраты кен құрамындағы металл оксидтерін сульфаттарға ауыстыру үшін қажетті көлемде қосылатын күкірт қышқылымен түйіршіктеледі.

Түйіршіктер 250-450 °С температурада 1 – 2 сағат ішінде бір немесе екі сатымен сульфатталады: бірінші кезең 250 – 350 °С температурада, екіншісі 350 – 450 °С температурада жүргізіледі [20]. Содан кейін никель сульфаттары мен басқа металлдарды сумен сілтісіздендіреді, содан кейін металлдарды ерітінділерден белгілі әдістермен бөліп алады [17]. Тотыққан никель кенін күкірт қышқылымен түйіршіктеу үдерісін қолдану шихтаның осы компоненттерінің жақсы араласуын қамтамасыз етеді. Никель кенін өндеудің ұсынылған әдісінің техникалық тиімділігі күкірт қышқылын тұтынудың күрт төмендеуінен тұрады. Осы үдерістерді жүзеге асыру үшін автоклавтарға, жабдықтарға (түйіршіктегіштер, құбырлы айналмалы пештерге) қарағанда құрылымы қарапайым, жұмысы арзанырақ және ыңғайлы жабдық қолданылады. Сонымен бірге, никель мен кобальттың 92 – 94 % дейін алудың жоғары дәрежесіне қол жеткізіліп, шикізатты пайдаланудың жоғары кешенділігі қамтамасыз етіледі.

Патентте никель мен кобальт алу үшін кобальт сүзіндісін өңдеу әдісі көрсетілген [21]. Сүзіндіні күкірт қышқылының ерітіндісімен өңдейді, кобальт концентратын алады, содан кейін оны тұз қышқылында ерітеді, буландырады, салқындатады және алынған кобальт хлоридін алдын-ала белгіленген тазалық дәрежесіне дейін кристаллдану арқылы тазартуға жібереді. Кристаллдандырудың бірінші сатысының аналығы немесе оның енгізілген концентраттың 10 – 33 % кобальтты қамтитын бөлігі күкірт қышқылымен кобальт сүзіндісін репульпациялау үшін үдерісін басына жіберіледі, осыған дейін аналықтан гидроксидтер түріндегі темір және марганец кобальт сүзіндісімен 70 – 80 °С және pH=0,8 – 1,2 шамасында өңдеу арқылы алдын ала жойылады. [22] сәйкес құрамында никель және кобальт гидроксидтері бар ылғалды темір сүзіндісін күкірт қышқылымен өңдеу пульпадағы Fe₂O₃ қатысты 4,5 – 7,5 масс. % мөлшерінде қосылатын темір (III) хлоридінің қатысуымен жүзеге асырылады. Содан кейін темір натрий сульфитінің ерітіндісімен екі валентті күйге келтіріледі, ал темір сульфит ретінде тұнбаға түседі. Соңғысы гидратталған темір (II) оксидінің пайда болуымен қайнату режимінде термолизге ұшырайды, ол түсті металдар иондары бар ерітіндіден сүзгілеу арқылы бөлінеді, жуылады және темір (III) оксидінің түзілуімен термиялық өңдеуден өтеді. Темір (II) сульфитінің термолизін сұйылту арқылы жүргізуге болады. бөлінген күкірт диоксиді содамен бейтараптандырылады және алынған натрий сульфитінің ерітіндісі темірді тотықсыздандыру сатысына жіберіледі. Темір сүзіндісін темір (III) хлоридінің ерітіндісін алу үшін концентрацияланған тұз қышқылымен өңдейді. Бұл жағдайда пигменттік қасиетке ие темір (III) оксиді ұнтағын бір мезгілде түзе отырып, темір сүзіндісінен түсті металдарды алу дәрежесі 96,5 – 98,5 % дейін жетеді. Бұл әдістің кемшіліктері күкірт қышқылының регенерациясының жоқтығы, темірдің (III) хлоридінің едәуір үлестік шығыны, коррозиялық тұз қышқылын қолдану, технологиялық процестің күрделілігі мен көп сатылы сипаты, нәтижесінде пайда болған темір оксидін металлургияда оның күкіртпен (сульфаттармен) ластануына байланысты пайдаланудың қиындығы болып табылады.

1.3 Кен материалдарын тұзқышқылды өңдеу тәсілі

Тұз қышқылының жоғары коррозиялық белсенділігіне байланысты тотыққан никель кендерін өңдеудің бұл тәсілдері кең қолданысқа ие болмады [15, 23-24] сәйкес, Қазақстан кен орнының тотыққан никель кендері құрамында қышқыл регенерациясымен және магний оксидін алумен тұз қышқылын өңдеуге ұшырады, (масс. %): NiO – 0,95; CoO – 0,044; Fe₂O₃ – 22,78; Al₂O₃ – 3,96; MgO – 11,46; CaO – 1,80; Cr₂O₃ – 0,90; TiO₂ – 0,16; SiO₂ – 43,66. Тұз қышқылының шығыны никель, кобальт, темір, магний, кальций, алюминий және марганецтің толық еруіне негізделген. Бұл теориялық қажеттіліктің 106 % құрады. 100 °С температурада осы кенді тұз қышқылымен сілтісіздендіру үдерісі автоклав қолданбай жүреді. Осы

жағдайда құнды компоненттерді ерітіндіге алуға қол жеткізіледі (масс. %): Ni^{2+} – 95,20 и Co^{2+} – 94,38 [25].

1.4 Тотықсызданған никель кендерін аммиакты-карбонатты сілтісіздендіру

Өнеркәсіптік масштабта аммиакты сілтісіздендіру «Никаро» (Куба) зауытында қолданылады. Өңделетін қышқыл сыйымды жыныстар құрамы жоғары кеннің құрамы келесідей масс. %): NiO_2 – 1,52 – 1,77; CoO – 0,09 – 0,12; FeO – 45,15 – 51,6; MgO – 7 – 10; Cr_2O_3 – 1,6 – 2,0; SiO_2 – 12 – 15.

Бұлғал құрамы 2–3 % дейін кептірілген кен соңғы ұнтақтың ірілігі 74 мкм дейін ұнтақталады.

Құрамында (масс. %) CO 28 – 30, H_2 15 – 16, CO_2 3 – 5 генераторлық газ бар, 780 °С жоғары температурада 4 сағат бойы күйдіру кезінде металға дейін тотықсыздану жүреді: Ni – 80 – 85 % және Fe – 3 – 4 %. Темірдің көп бөлігі магнетитке дейін тотықсызданады.

Күйік 80 – 90 °С дейін салқындатылып, құрамында (масс. %): NH_3 – 6,5 және 3,5 – CO_2 ерітіндісімен ваннаға жіберіледі. Сілтісіздендіру кезінде тотықсыздандырылған никельдің 90 – 95 % дейін ериді, бұл оның кен құрамындағының 80 % құрайды. Пульпадан никел құрамды ерітінді ажыратылады, қатты фаза декантациямен қарама-қарсылы шаюға ұшырайды. Құрамында (масс. %) NiO – 0,54 – 0,71, CoO – 0,06 – 0,09, Fe_2O_3 – 51,8 – 58,05, SiO_2 – 15 – 16, Al_2O_3 – 4 – 6, MgO – 7 – 8, Cr_2O_3 – ~ 2 болатын шайылған қалдықтар уақытша үйіндіге жіберіледі. Шаю сулары тазартылған ерітіндімен біріктіріледі [26 – 27]. Ерітіндіні 190–200 °С дейін қыздыру кезінде негізгі никель және кобальт карбонаттарын ала отырып, аммиак шығарылады. Пульпа қоюланып, сүзгіден өткізілгеннен кейін құрамы (масс. %): Ni – 49-50; Co – 0,4; Fe – 0,1; S – 2,4; MgO – 0,4, ылғалдылығы ~ 60–65 болатын тұнба алынады. Оны айналмалы пеште теседі. Алынған өнімнің құрамы (масс. %): NiO – 97,79 – 98,2; CoO – 0,76 – 0,83; FeO – 0,13 – 0,39; S_2O_5 – 0,02 – 0,03; ZnO – 0,015. Кеннен жалпы никель оксидінің шығымы 76 % жетеді.

Гипроникельде аммиакты сілтісіздендіруді қолдана отырып, отандық кен орындарының никель кендерін өңдеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Бұл жұмыстар ерітіндіге (масс. %): Ni^{2+} – 75 – 77 және Co^{2+} – 70 – 72 бөлу мүмкіндігін көрсетті. Никель мен кобальттың бөлінуін 5-6 г/л-ден көп емес Co бар ерітіндіде зерттелді. Әдіс никель (II) және кобальт (III) аммиактарының әр түрлі тұрақтылығына негізделген. Кобальтты (II) тотықтыру үшін ерітіндіні алдын-ала ауамен өңдеген [16].

«Никельді Гута» зауытының технологиясы албан латерит кенін өңдеуге негізделген, оның құрамы (масс. %): NiO – 1,21; CoO – 0,08; FeO – 66,31; Cr_2O_3 – 3,53; SiO_2 – 7,55; MgO – 1,7. Зауыттың технологиялық схемасы үдерістің алғашқы сатыларында «Никаро» зауытының схемасына ұқсас.

Схеманың негізгі кезеңдері: кенді дайындау, кенді селективті қалпына келтіру, кенді көмірқышқылды аммоний ерітіндісімен сілтісіздендіру, кобальтты ерітіндіден бөлу, тазартылған ерітіндіні никель карбонатына дейін өңдеу, никель карбонатын күкірт қышқылында еріту, никель (II) сульфаты ерітіндісін тазарту, электролиз.

«Никаро» зауытының технологиялық схемасында кобальт алу өндірісі қарастырылмаған және барлық кобальт никельмен бірге NiO тауарлық өніміне өтеді.

Құрамында 8 г/л никель және 0,3 г/л кобальт бар тотықсыздандырылған кенді сілтісіздендіруден кейінгі ерітінді темірден, магнийден және алюминийден тазартылады, NaOH және NaHCO₃ қосу арқылы бейтараптандырылады. Кобальт тазартылған ерітіндіден бөлініп, оны Na₂S көмегімен CoS түрінде тұндырады. NH₃, Na⁺, SO₄²⁻ сумен жуғаннан кейін никель карбонатының тұнбасын таза сумен репульпацияланады және күкірт қалдықтарын кетіру үшін 35 – 100 °С температурада озондалған ауамен тотықтырады. Бұл кезде темір, мыс және қорғасын бірге жойылады. Тазартылған никель карбонатының қалдықтары күкірт қышқылында ерітіліп, ерітінді электролизге жіберіледі.

Құрамында кобальт бар тұнба аммиак ерітіндісімен репульпацияланып, ауамен тотықтырылады. Никель мен кобальт сульфидтері еритін аммиак кешендерін түзеді, ал барлық темір мен күкірттің бір бөлігі тұнбада қалады және сүзілу арқылы бөлінеді. Алынған ерітіндіден кобальт сульфидін азрациямен қайта тұндырады. Жуылған тұнбаны аммиак ерітіндісінде ерітеді және кешенді кобальт тұзын тұндырумен қатар ауамен тотықтандыру жүргізіледі. Бөлінген кобальт тұзы NH₃ және SO₂ жою үшін 380 – 400 °С - та күйдіріледі [26].

Патентте сипатталған әдіске сәйкес [28], кобальт пен никельді алу үшін темір-кобальт сүзінділері мен концентраттары аммиак-карбонат ерітіндісімен 105 – 120 °С температурасында 2,0 – 2,5 сағат ішінде сілтісіздендіріледі. Кобальт пен никельдің бөлінуі сорбцияны қолдану арқылы жүзеге асырылады. Кобальтты рафинаттан және никельді элюаттан (десорбаттан) бөлу аммиак пен көміртек диоксидін дистилляциялау арқылы жүзеге асырылады, олар сорбентті сілтісіздендіру және шаю үшін аммиак-карбонат ерітіндісін дайындауға қайтарылады.

Кендерді, концентраттарды немесе жартылай өнімдерді қарқынды сілтісіздендіру арқылы никель мен кобальтты алудың гидрометаллургиялық тәсілдері белгілі [29]. Құрамында (масс. %) NiO – 0,64 – 3,81, CoO – 0,006 – 1,9 және Fe – 12,9 – 70,95 болатын кен 540 – 850 °С температурада селективті тотықсыздандыруға ұшырайды, содан кейін аммоний және аммиак карботанттарының ерітіндісімен сілтісіздендіреді. Пульпа температурасы 60 °С аспаған. Тәсілдің кемшілігі – кешенді өндеудің жоқтығы және мақсатты өнімдердің салыстырмалы түрде аз алынуы (~ 70 %).

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Асбест өндірісі қалдықтарындағы никель кенін физико-химиялық талдау

Асбест талшықтарын хризотил кендерінен өндіру – асбесттік кеннен көптеген қалдықтардың пайда болуына әкеледі. Кенді байыту кезінде 90 % дан артық мөлшерде қалдықтар пайда болып, олар үйіндіге жіберіледі. Осының әсерінен шикізатты пайдалану тиімділігі төмендеп, магний, никель және басқа да компоненттер қайтарымсыз жоғалады. Ондаған жылдар бойы, Қостанай облысында жұмыс істейтін Жетіқара кен орнында 200 миллион тоннадан астам асбест қалдықтары жинақталған [30].

Хризотил-асбест кенінің комплексті пайдалану мақсатымен құрамында 42,2 % MgO және 0,25 % NiO бар қалдықтардан магний және никель алуда бастапқы шикізат ретінде қолдануға үлкен қызығушылық туындайды.

Зерттеу жұмыстары никель қосылыстарын шаймалау бағытында жүргізіледі.

Зерттеу нысаны болып «Қостанай минералдары» АҚ – ның асбест қалдығы алынды – Жетіқара асбест байыту комбинатының қалдықтары. Химиялық байланыс арқылы құралған элементтердің қалдықтағы құрамы: MgO – 39,0 – 42,0 % ; SiO₂ – 37,0 – 41,0 % ; CaO – 1,1– 1,6 % ; Fe₂O₃ – 1,9 – 5,4 % ; FeO – 1,0 – 2,7 % ; Al₂O₃ – 0,8 – 1,4 % ; NiO – 0,1 – 0,25 % . Санаулы мөлшерде (0,32 % дейін) хром бар. Минералдық негізі – гарниерит – (Ni.Mg)O.SiO₂.2H₂O.

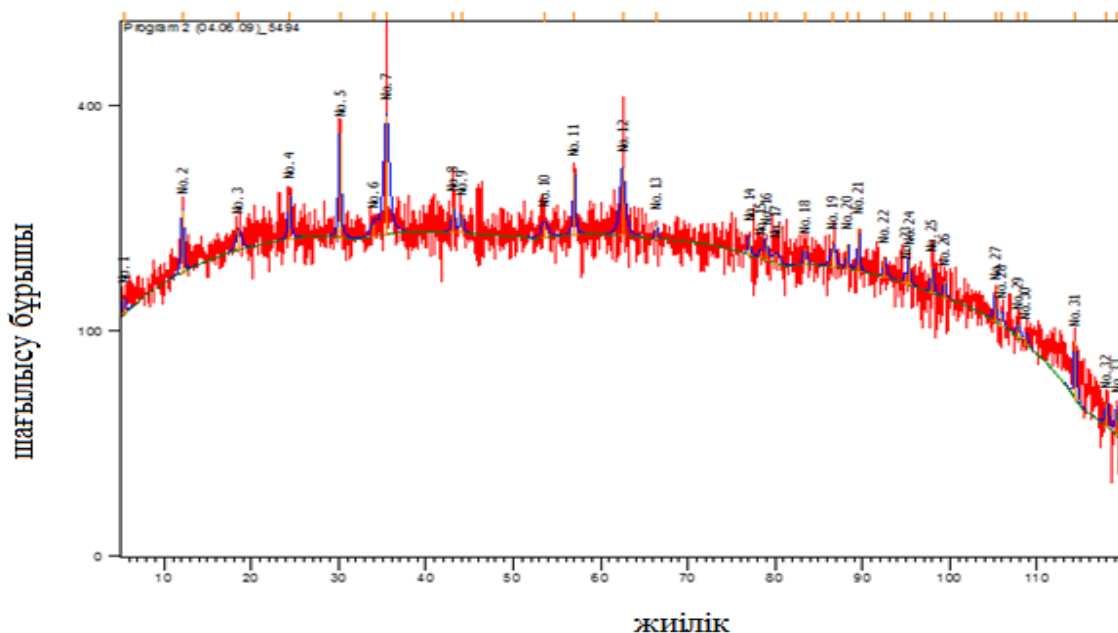
Әдебиеттерде көрсетілген кен құрамы бойынша ақпараттарды бақылап бізге берілген материал құрамындағы никель мөлшерін тексеру мақсатында кен үлгілері рентгенфазалық және термиялық анализдер көмегімен зерттелді [31].

2.1.1 Бастапқы кендерге рентгенофазалық анализ жүргізу

Никель ұнтағының рентгенофазалық құрамын анықтау үшін, рентген сәулелерінің дифрактографиялау әдісі қолданылды. Зерттеу жұмыстары X'PertPRO (Nederland) рентгендік дифрактометрде жасалынды. Алынған нәтижелерін өңдеу барысында X'PertProQuantify мен X'PertProScore програмалары қолданылды.

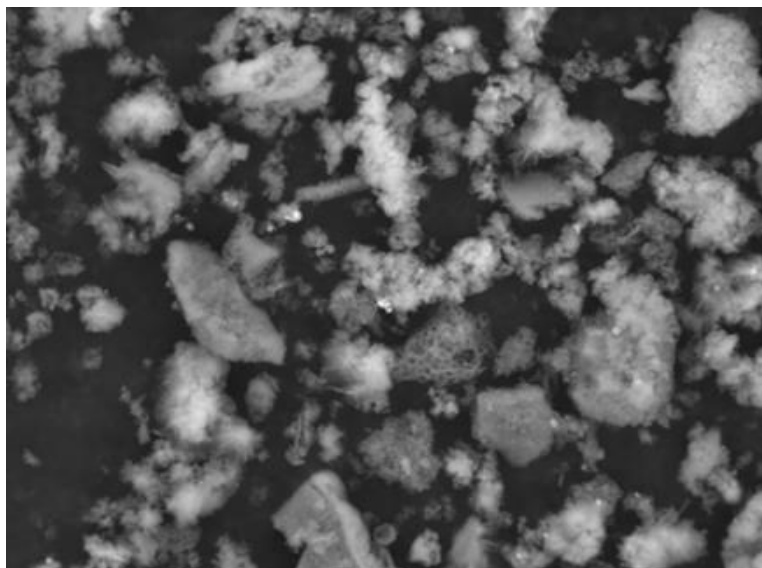
Синтезделген үлгілер шпательдің көмегімен арнайы ұстағышқа салынды. Бұл арнайы ұстағыш кремний монокристалынан жасалған. Салынған никель ұнтағы шамамен 0.2 мм қалыңдықта болады.

Төменде келтірілген 1-суретте никель ұнтағының рентгенограммасы көрсетілген. Спектрде дифракционды сызықтар компоненттерге сәйкес нөмерлермен белгіленген. Бұл дифракционды сызықтар Брэгг бұрыштары арқылы сипатталады.



1 Сурет – Никель кеннің спектр түріндегі рентгенограммасы

Келтірілген 1-суретте дифрактограмманың сандық мәні көрсетілген. Көрсетілген санның реттік нөмері спектрдің максимумына сәйкес келеді. Байқағанымыздай, кен құрамындағы компоненттер сәулелердің шағылысу бұрышының шамамен 40 – 300 мәндерінде анықталады.



2 Сурет – Никель кенінің микрофотографиясы

Фазалық талдау нәтижелерін өңдеу рентгенографиялық карточкалармен және Ритвельдтің математикалық өңдеу әдісі арқылы жүзеге асырылды. Жұмыс қорытындысы 1-кестеде толығымен келтірілген.

1 Кесте – Ренгенді фазалық құрамды есептеу кезіндегі нәтижелері

№	Минералдар атауы	Формуласы	Құрамдық мөлшері, %
1	Гарниерит	$(\text{Ni}, \text{Mg})_4\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	45,0 – 47,0
2	Аваруит	Ni_3Fe	3,2 – 4,7
3	Асболан	$(\text{Co}, \text{Ni})\text{O} \cdot \text{MnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	6,0 – 9,0
4	Пентландит	$(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$	2,0 – 4,0
5	Бунзениит	NiO	38,0 – 42,0
6	Треворит	NiFe_2O_4	1,7 – 2,1

1-кестеде келтірілген фазалық талдау нәтижесі, басқа әдістермен алынған мәліметтерге қайшы келмейді. Нәтижелерді алу кезінде көптеген деректер пайдаланып, X'PertProQuantify және X'PertProScore сияқты аналитикалық бағдарламалар қолданылды. Шаймалау кезінде негізгі өнімнің 90 % рентгеноаморфты күйде, ал 10 % кристалды күйде болатыны анықталды.

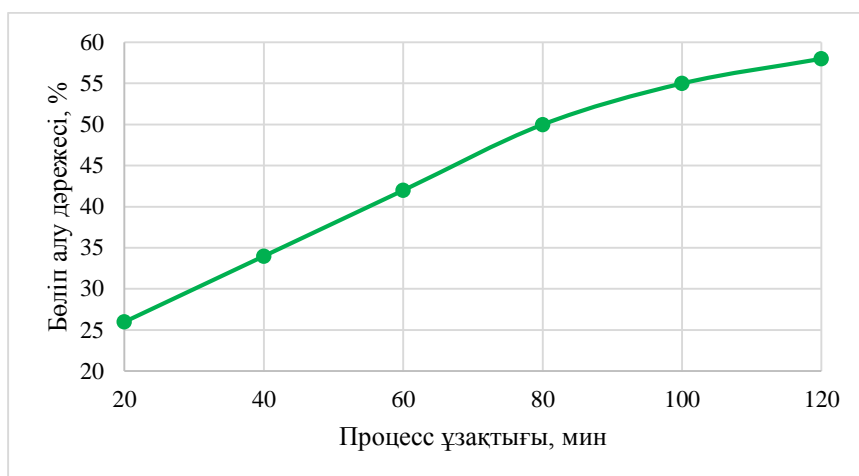
2.1.2 Никельді шаймалау процесінің тиімді параметрлерін анықтау

Магниттік фракция үлгілерінен никельді бөліп алу үшін шаймалау тәжірибелері NH_4OH ерітіндісінің әртүрлі концентрацияларында (80, 90, 100 және 110 % стехиометриядан), сұйық/қатты (С:Қ) қатынастарында (1:2, 1:3, 1:4), және температура (20, 40, 60, 80 °С) мен уақыттың (20, 40, 60, 80, 100, 120 мин) әсерімен жүргізілді. Шаймалау көрсеткіші күтілгендей сыртқы әсерлердің, оңтайлы жағдайлардың өзгеруімен ауысып отырады. Осы сынақтардың нәтижелері (сурет 1, 2 және 3) никельдің еру пайызы еріткіш концентрациясының жоғарылауымен, Қ:С арақатынасының және уақыт көлемінің өсуіне байланысты артады. Сонымен қатар, алынған нәтижелер Қ:С қатынасының жоғары коэффициенттерінде үлгілердің еруінің жоғары дәрежесіне қол жеткізу үшін ұзақ уақыт қажет екенін көрсетеді. Шаймалау нәтижелерін және қышқылдың барынша іске асырылуы мен материалдың максималды өткізу қабілеттілігін және жабдықты кәдеге жаратуды ескере отырып, никельді бөліп алып, әрі қарай өңдеу үшін шаймаланған ерітіндінің жеткілікті мөлшерін алу үшін Қ:С қатынасының 3 және стехиометрия бойынша NH_4OH 100 % мөлшері таңдалды.

Шаймалау ұзақтығының әсері

Процесс ұзақтығының шаймаланатын никельге әсерін зерттеу үшін әртүрлі уақыт кезеңдерінде бірқатар тәжірибелер жүргізілді. 3-ші суретте көрсетілген нәтижелерге сәйкес, уақыттың жоғарылауымен шаймаланатын никельдің де мөлшері артатыны анықталды. Тәжірибелер келесідей тұрақты

жағдайларда жүргізілді: сұйық/қатты қатынасы 3:1; $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ үшін қышқылдың стехиометриялық шығыны 100 %. Шаймалау процестерінің нәтижелері сурет 3-те көрсетілген.

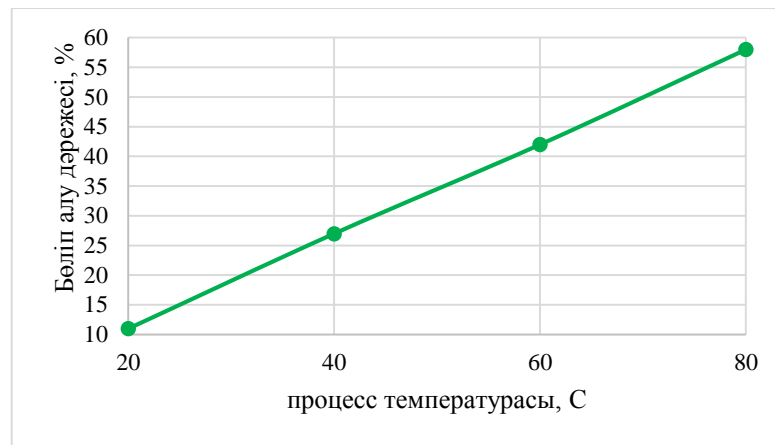


3 Сурет – Магниттік фракциядан никельді шаймалау дәрежесіне процесс ұзақтығының әсері

Суретте көрініп тұрғандай, үрдістің жүргізілу уақыты ұзарған сайын никельді ерітіндіге өткізу дәрежесі де жоғары артады. Шаймалау уақытының жоғарылауымен никельді бөліп алу дәрежесі 26-ден 58 % - ға дейін артады. Байқағанымыздай, никельдің ерітіндіге өтуі бастапқы 80 минутта интенсивті түрде жүріп 50 % - ға жетеді. Процесс ұзақтығы 100 минут болғанда никельдің ерітіндіге өтуі 55 % мөлшерінде болса, 120 минут шаймалау кезінде никельдің ерітіндіге өту дәрежесі 58 % мөлшерін құрайды. Осыған байланысты шаймалау процесінің тиімді ұзақтығы ретінде 100 мин уақыт таңдалды.

Температураның әсері

Температураның никельді шаймалауға әсерін зерттеу үшін 20 - 80 $^{\circ}\text{C}$ аралығындағы температурада бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Тәжірибелер келесі жағдайларда жүргізілді: шаймалау уақыты 100 мин; сұйық/қатты қатынасы 3:1; стехиометрия бойынша сілті шығыны 100 %. Шаймалау процестерінің нәтижелері 4-ші суретте көрсетілген.

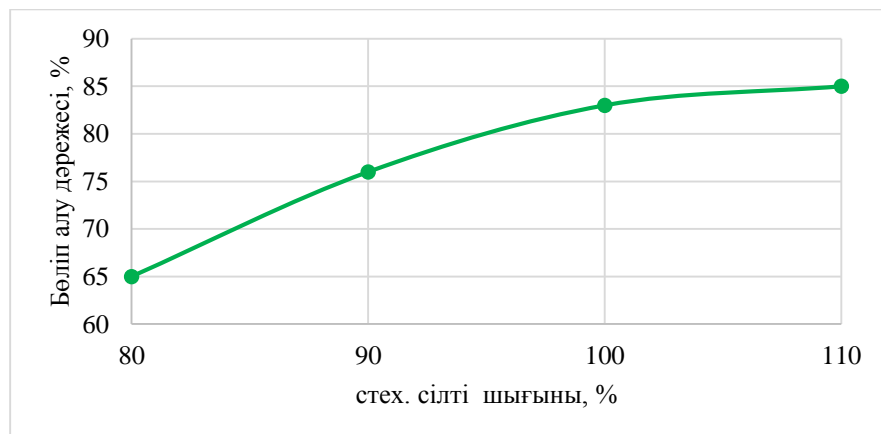


4 Сурет – Магниттік фракциядан никельді шаймалау дәрежесіне процесс температурасының әсері

4-ші суретте келтірілген бұл нәтижелер никельдің шаймалану дәрежесі температураның жоғарылауымен артатынын, соның әсерінен шаймалағыш ерітіндінің тұтқырлығы төмендейтінін және шаймалану жылдамдығының артатынын көрсетеді.

Сілті шығынының әсері

Бұл процестің міндеті – магниттік фракцияны шаймалау үшін қолданылатын сілті мөлшерін анықтау. Бұл процестің тиімділігін бағалау - алынған ерітіндідегі никель концентрациясына тәуелді болды. Тәжірибелер келесі жағдайларда жүргізілді: шаймалау уақыты 100 мин.; сұйық/қатты қатынасы 3:1. Сілтіні стехиометриялық есептеуден 80 % бен 110 % аралығында өзгертіліп отырылды. Нәтижелер 5-ші суретте көрсетілген.



5 Сурет – Магниттік фракциядан никельді шаймалау дәрежесіне сілті шығынының әсері

Зерттеу нәтижелері азот қышқылының шығыны жоғарылауымен магниттік фракциядан никельді бөліп алу дәрежесі мен ерітіндідегі никель мөлшері артатынын көрсетті. Алайда, сілті шығыны стехиометриядан

> 100 % тұтынылған жағдайда гидрогельдердің пайда болуына әкеп соғуына байланысты пульпаның сүзу жылдамдығы едәуір төмендейтіндігі анықталды. Оңтайлы нәтижелер сүзу жылдамдығы сілтіні стехиометриядан 100 % қолдану кезінде алынады. Осылайша, никельді бөліп алудың жоғары деңгейіне (58 %) қол жеткізуге болады. Демек, тәжірибені стехиометриядан сілтінің 100 % тұтынылуымен өткізу керек.

Қ : С қатынасының әсері

Қ : С қатынасының шаймаланатын магниттік фракцияға әсерін зерттеу үшін қатты/сұйық қатынасы 1:2-ден 1:4 аралығында бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей Қ :С арақатынасының жоғарылауы никельді ерітіндіге бөліп алуға көп әсер етпейді. 2-кестеде көрсетілгендей, Қ : С = 3:1 және 4:1 кезінде никельді ерітіндіге өткізу дәрежесі бірдей 58 % - ды құраған. Қ : С қатынасын одан әрі жоғарылатудың қажеті жоқ, өйткені бұл алынған ерітінді құрамында никель концентрациясының азаюына әкеліп соқтырады.

2 Кесте – Қ : С қатынасының магниттік фракциядан никельді бөліп алуға әсері

Қ : С қатынасы	Ni бөліп алу, %
1:2	41
1:3	58
1:4	58

Қ : С қатынасы жоғары болған кезде никель концентрациясы төмен болады, бұл никель өндірісінің келесі кезеңдерінде булану үшін жоғары энергияны қажет етеді. Екінші жағынан, сұйық/қатты қатынасы төмен болған кезде алынған ерітінді қанықтырылады.

3 Экономикалық бөлім

3.1 Зерттеу жұмысын жүргізуге жұмсалған шығындарды есептеу

Тәжірбиелік жұмысқа: колбалар, пипеткалар, химиялық стакандар сияқты әртүрлі ыдыстар қолданылды. Ыдыс шығындарының амортизациялық есебін, нәтижелерін 5 – кестеден көруге болады.

3 Кесте – Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері

Аты	Саны, тал	1 тал бағасы, тг	Сумма
Өлшегіш колбалар	1	190	190
Пипетка	1	100	100
Химиялық стакан	1	100	100
Барлығы:	3	390	390

4 Кесте – Шикізат пен реактивтер шығыны

Материалдың аты	Мөлшері, кг	Шартты баға, тг	Шығындары, тг
NH ₄ OH	0.5	560	280
Барлығы:	0.5	560	280

Тәжірбиелік жұмыста жұмсалатын су мөлшері 7 – кестеде келтірілген.

5 Кесте – Су шығындарының есебі

Судың сағаттық шығыны, м ³ /сағ	1 м ³ бағасы, тг	Жұмыс сағат саны	Шығыны, тг
0,3	74	96	7104
Барлығы:	74	96	7104

6 Кесте – Электр энергиясының шығыны

Жабдықтар	Жұмыс істеу уақыты, сағ	Эл, эн. қолдануы, қуаттылығы	Тоқ шығыны, кВт	Шығын мөлшері тг 1кВт=17.79
Шаймалауыш жабдық (араластырғыш)	28	118 Вт/сағ	3.3	58.7
Вакуум насос	1,5	150 Вт/сағ	0.2	3.56
Магниттік сепаратор	1	460 Вт/сағ	0.4	7.12
Барлығы:	30,5	728	3,9	69,3

7 Кесте – Жалпы шығындар саны

Шығындар аты	Шығын саны, тг	Салмақтық үлесі, %
Ыдыс шығындары	390	15,88
Шикізат шығындары	2060	83,88
Су шығыны	5,6	0,23
Барлығы:	2455,6	100

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау

4.2 Кәсіпорында еңбекті қорғау және кәсіптік қауіпсіздігін ұйымдастыру

4.2.1 Еңбек қорғау заңдары

Адамның өмірі мен денсаулығына және қоршаған ортаға залал келтіру мүмкіндігімен байланысты металлургия өндірісі үдерістерінің (ұсақтау, ұнтақтау, жіктеу, шихтаны күйдіру, қатты қыздыру және күйежентектеу, пирометаллургиялық, гидрометаллургиялық, электролиздік, тазарту және таратып құю) қауіпсіздігіне қойылатын талаптарға қолданылады [32].

Осы дипломдық жұмыстың бұл бөлімі Қазақстан Республикасының келесі заңдарына сәйкес сүйене отырып жазылған:

- 1) “Қазақстан Республикасының Еңбек Кодексі” 2015 жылғы 23 қарашадағы № 414-V ҚРЗ;
- 2) “Азаматтық қорғаныс туралы заң” 11.04.2014 жыл ҚРЗ;
- 3) “Қауіпті өндірістік объектілердегі өндірістік қауіпсіздік туралы заңы” 11.04.2014 № 188-V ҚРЗ.

4.2.2 "Металлургия өндірісі үдерістерінің қауіпсіздігіне қойылатын талаптар" техникалық регламенті

Осы "Металлургия өндірісі үдерістерінің қауіпсіздігіне қойылатын талаптар" Техникалық регламенті (бұдан әрі — Техникалық регламент) "Қауіпті өндірістік объектілердегі өнеркәсіптік қауіпсіздік туралы" Қазақстан Республикасының 2002 жылғы 3 сәуірдегі және "Техникалық реттеу туралы" 2004 жылғы 9 қарашадағы Заңдарына сәйкес әзірленген. Адамның өмірі мен денсаулығына және қоршаған ортаға залал келтіру мүмкіндігімен байланысты металлургия өндірісі үдерістерінің (ұсақтау, ұнтақтау, жіктеу, шихтаны күйдіру, қатты қыздыру және күйежентектеу, пирометаллургиялық, гидрометаллургиялық, электролиздік, тазарту және таратып құю) қауіпсіздігіне қойылатын талаптарға қолданылады.

Металлургия өндірісі үдерістері адам өмірі мен денсаулығын қауіпқатерге тәуекел етуі, қоршаған ортаны ластау мүмкіндігімен байланысты қауіп-қатер келтіруі мүмкін.

Қауіпті жағдайларды бірдейлендіруді және қызмет көрсететін қызметкерлер құрамы үшін кез келген жасырын қауіптілікті қоса алғанда қауіпті заттармен әсер ету болжамалы қауіп-қатерді бағалауды металлургия өндірісі үдерістерінде қолданылатын жабдықты әзірлеуші жүргізеді.

Қауіпті заттар кез келген физикалық жағдайда (газдар, сұйықтықтар, қатты заттар) болуы және адамға мына жолдармен әсер етуі мүмкін: демді ішке тарту; асқазанға түсу; теріге және көздің, мұрынның, ауыздың шырышты қабығына тиген жағдайда; тері астына кіру.

Металлургия өндірісі үдерістерінде қауіпті затпен әсер етудің қатерлі қайнар-көздері ретінде болатын ауада тасымалданатын және тасымалданбайтын эмиссиялар қалыптасады.

Ғылыми-техникалық әдістерді және осы заттың шекті әсер ету маңызын және қоршаған орта жағдайларын көңілге ала отырып, өнеркәсіптік қауіпсіздік талаптарына сәйкес келетін технологиялар мен жабдықты қолдана отырып қауіпті затпен әсер ету қауіп-қатері мүмкіндігінше төмендетілуі тиіс.

4.2.3 Жарықтандыру

4.2.3.1 Табиғи жарықтандыру

Табиғи жарықтандыру – бөлмелерді сыртқы қоршайтын құрылымдарға жарық ойықтары арқылы кіретін аспан жарығымен (тік немесе шағылған) жарықтандыру. Адамдар тұрақты болатын бөлмелерде, қағида бойынша, табиғи жарықтандыру болуы тиіс. Табиғи жарықтандыру бүйірлік, үстіңгі және құрастырылған (жоғарғы және бүйірлік) болып бөлінеді .

Бөлмелердің табиғи жарықтануын есептеу жиһаз, жабдық пен басқа да көлеңкелеуші заттарды ескерусіз жасалады. Жарық ойықтарының есеппен белгіленген өлшемдерін $\pm 10\%$ өзгертуге жол беріледі.

Жарықтандыруға қойылатын талаптар:

- электрқауіпсіздік. Жерге тартқыш және бейтараптандыру;
- электр қондырғыларының ережесі.

4.2.3.2 Жасанды жарықтандыруға қойылатын талаптар

Жарықтандырғыш құрылғыларды жобалау, реконструкциялау және эксплуатациялау кезінде СНЖЕ талаптарын есепке алу қажет, сонымен қатар жасанды және табиғи жарықтандыру кезінде «Өндірістік объектілерді жобалаудың санитарлық нормалары», «Электр құрылғылардың техникалық ережелері» есепке алынады.

Өндірістік бөлмелердің түстік бояулары «Өндірістік кәсіп орындардың, кәсіби ғимараттар интерьер жобалау нұсқауларымен» сәйкес болуы қажет.

4.2.4 Желдету және жылытуға қойылатын талаптар

Жылыту өндірістік ғимараттарға қойылатын талаптар СНЖЕ бөлімдерінің қажеттіліктерімен сәйкес ауаны желдету және кондиционерлеу жалпы санитарлық – гигиеналық» талаптарға сай болуы қажет.

Технологиялық мақсаттар үшін қысқы уақытта, ауа перделерін сыртқы

ауаның ағынымен ұйымдастыру қажет. Әрбір қабаттың желдетуі зиянды заттардың бөлінуінің есебімен жүргізілуі қажет.

Ерітінді және электролиті бар ыдыстар жергілікті тартпалы механикалық желдеткішпен қамтамасыз етілуі қажет.

Бөлінетін ауаның көлемі технологиялық нормалар бойынша анықталуы қажет. Жұмыстық ойықтарда оның жылдамдығы келесі нормалардан аспауы қажет:

- күкіртті газдың және хлордың бөлінуі кезінде –1,5 м/с;
- күкірт қышқылы және аэрозольді ерітінділердің бөлінуі кезінде –1,5 м/с.

4.3 Өрт қауіпсіздігі

Өрттің пайда болу жолдары сан алуан: құрылыс конструкцияларында жеткіліксіздер, құрылғының ақауларынан, технологиялық процестердің бұзылуынан, персоналдың ұқыпсыздығынан.

Ұйымдастыру шараларына: жұмыс барысында ашық отпен қолдану, шылым шегуді шектеу, бөлмедегі мүлік адамдарды эвакуациялау жоспарын жасау және өрт қауіпсіздігі туралы студенттермен персоналдарды оқыту жатады. Өрттен қорғау үшін технологиялық жағдайларда, арнайы автоматикалық құрылғылар қажет. Автоматикалық жұмыстар жүргізіліп жатқан параметрлерді берілген деңгейде ұстап отырады, қауіп төнген жағдайда агрегаттар жұмысын тоқтатады. Өрттің тез аластату шарларына, арнайы залдар мен ғимарат подъездері қарастырылады, өртке төзімді баспалдақтар, дабылдағыштармен, су құбырлары орнатылу қажет .

8 Кесте – Ғимараттың өртке төзімділік сипаттамасы

	Негізгі құрылыстық конструкциялар					
Өртке төзімділік дәрежесі	Баспалдақ сатыларының қорғаушы қабаттары, колонналары	Сыртқы қабырағалар және сыртқы фахверковты қабырағалар	Плиталар және басқа этаж аралықпен қойманың оқшаулағыш конструкциялары	Плиталар және тағы басқа біріктірілген конструкциялар	Қабырға аралық бөгеттер	Отқа төзімді қабырғалар
III	Жанбайтын (2,0)	Жанбайтын (0,25); қиын жанатын (0,5);	Қиын жанатын (0,75);	Жанатын	қиын жанатын (0,25);	Жанбайтын (2,5)

4.4 Кәсіпорында еңбек қорғау жағдайын және кәсіптік қауіпсіздікті жақсартуда жалпы іс-шаралар

4.4.1 Өндірістік санитария

Өндірістік санитариясы – бұл жұмысшыларға кері әсер ететін өндірістік факторлардан қорғайтын гигиеналық санитарлық-техникалық және ұйымдастыру іс - әрекеттері мен соларға қажетті заттардың жүйесі. Кәсіби аурулардың алдын ала емдеу – бұл зертханаларда немесе өндірістік кәсіпорындарда зиянды заттарға шектеулі рұқсат етілген концентрациясын белгілеу. Зиянды заттардың шектеулі рұқсат етілген концентрациясымен күнделікті жұмысшы аймағының ауасының концентрациясы қанша екенін түсінуге болады және адам денсаулығының өзгеруіне немесе ауруға шалдығуына әкелмейді.

4.4.2 Зертханалық жағдайдағы микроклимат

Микроклиматтың адамның жұмыс істеу қабілеттілігіне әсері: ауаның жоғары температурасы кезінде дене беттігінің қан тамырлары ұлғаяды, бұл кезде ағзадағы қанның тері беттігіне ауысуы жүреді. Қанның мұнда қайта үлесуінің салдарынан дене беттігінен жылу берілу айтарлықтай көтеріледі. Қоршаған ауаның төменгі температураларында қан тамырлары тарылады, қанның жүру жылдамдығы баяулайды да, жылуды беру төмендейді. Ауаның өте төмен температуралары мен қозғалу жылдамдықтарында дененің салқындауы жүруі мүмкін, нәтижесінде суық тию аурулары пайда болады.

Ағзаның жылуды реттеуіне, көп мөлшерде, ауа ылғалдылығы әсер етеді. Жұмыс орнындағы ауаның жоғары ылғалдылығы ағзаның жылуды реттеуін қиындатады, бұл кезде тері беттігінен тердің булануы жолымен жылудың берілуі қиындайды.

Ластанған ауаның таза ауамен ауысуына негізделген вентиляция ауаның қажетті гигиеналық сапасын қамтамасыз етудің тиімді құралы болып табылады.

9 Кесте – Өндірістегі жұмысшы зоналардағы ауаның қозғалу жылдамдығының, салыстырмалы ылғалдылықтың және температуралардың қалыпты шамалары

Кезең	Жұмыс категориясы	Температура, °С		Салыстырмалы ылғалдылық, %		Ауа қозғалысының жылдамдығы, м/с	
		оптималды	шекті	оптималды	шекті	оптималды	шекті
Суық	Жеңіл– Ia	22 – 24	21– 25 18–26	40–60	< 75	< 0,1	< 0,1
	Жеңіл– Ib	21– 23	20–24 17–25	40– 60	< 75	< 0,1	< 0,2
Жылы	Жеңіл– Ia	23– 25	22–28 20–30	40– 60	< 55	< 0,1	0,1– 0,2
	Жеңіл–Ib	22–24	21–28 19– 30	40– 60	< 60	<0 ,2	0,1– 0,3

Пайдаланылатын тәсіліне байланысты ауаның алмасуының екі түрін ажыратады: табиғи және механикалық вентиляция. Қолданылуы бойынша вентиляция ағымдық, сорғыш және ағымды-сорғыш, ал жүзеге асу әдісі бойынша – жалпы және жергілікті болып бөлінеді.

Ағымдық вентиляция ауаның түсуіне, ал сорғышы оның шығуына арналған. Зертхана ағымды-сорғыш вентиляциямен жабдықталған. Бұл вентиляция зертхананың барлық бөлмелерінде жұмыстың басталуына 30 минут қалғаннан жұмыс күнінің соңына дейін қосылып тұрады. Өте улы және радиактивті заттармен жұмыс істеген кезде вентиляция тәулік бойы істеп тұру керек. Өндірістегі жұмысшы зоналардағы ауаның қозғалу жылдамдығының, салыстырмалы ылғалдылықтың және температуралардың қалыпты шамалары 7 кестеде келтірілген.

4.4.3 Жеке қорғаныш құрылғылары

Қызмет істейтін жұмыскерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында, зертханалр мен өндірістік орындарды арнайы жеке қорғау құрылғылармен жабдықталуы тиіс.

Өндірістік санитариясына ең алдымен, жұмыс істейтін жұмысшыны арнайы киіммен және сақтағыш құрал-саймандармен қамтамасыз етуін қадағалайды. Көп жағдайларда жұмыс істейтін жұмысшының индивидуалды қорғану құрылғыларымен жүргені абзал. Индивидуалды қорғану құрылғылары қосалқы сипат болады. Жұмысшылар және қызметшілер үшін салалық үлгі нысандарымен сәйкес нақтылы мерзімге арнайы киім (егер

қажеттілік болса), аяқ киім және сақтағыш қасиеттері бар құрылғылар беріледі.

Осы дипломдық жұмыс тік трубалы пеште индивидуалды қорғау құрылғыларын пайдаланумен жүргізілді, оларға, тұздармен және көміртек және күкірт оксидімен, қышқылдармен және сілтілермен жұмыс істегенде респираторларды немесе марлі таңғыштармен, арнайы киім, диэлектрлік №3, резеңкелі немесе хлорвинил қолғаптары, жең қаптар, резеңкелелген алжапқыштар жатады, тұйықталған саймандар.

4.4.4 Өртке қарсы шаралар

Өрттің пайда болу жолдары сан алуан: құрылыс конструкцияларында жеткіліксіздер, құрылғының ақауларынан, технологиялық процестердің бұзылуынан, персоналдық ұқыпсыздығынан. Институтта және лабораторияда құрылғыларды орналастырған кезде, өртке қарсы қауіпсіздік бойынша үлкен көіл бөліп қарау керек.

Лабораторияда өрт қауіпсіздігіне жауапкер кафедра меңгерушісіне және лабораторияның оқу бойынша меңгерушісіне жүктелген.

Техникалық – құрылыс шараларына өнеркәсіптің территориясын жоспарлау, ғимараттағы арнайы шептердің құрылғысы, оттың таралуын шектейтін шептер, шығу есіктерін орнату және эвакуациялау жатады.

Кәсіпорындағы өрттің пайда болу себептерін жоятын шараларға құрылыстық-техникалық және ұйымдастырушылық шаралар жатады. Құрылыстық – техникалық шараларға кәсіпорын территориясының, ғимараттың өрт таралуын тежейтін арнайы қоршауының жобасы, шығатын есіктердің дұрыс орналасуы, оған эвакуациялық та кіреді.

Зертханада сонымен қатар өртке қарсы су қондырғылары жасалған. Бұл өрт орнына суды жеткізетін құрылғылар комплексі. Зертханада өрт апатын ескеретін сигнализация жүйесі қондырылған. Оның құрамына қабылдау станциясы және хабар беру құрылғылары кіреді: құм, күрек, шелек, көбікті өрт сөндіргіш; дәліздерде орналасқан су айдайтын шланктар; өрт болған жағдайда өрт апатын ескеретін сигнализация жүйесі қондырылған.

ҚОРЫТЫНДЫ

Асбест қалдықтарының магниттік концентратынан никельді аммиак ерітіндісімен шаймалау процесін зерттеу барысында мынадай қорытындылар жасауға болады:

1) Рентгенофазалық талдау нәтижесі, басқа әдістермен алынған мәліметтерге қайшы келмейді.

2) Кен құрамындағы компоненттер сәулелердің шағылысу бұрышының шамамен 40-300 мәндеріне сәйкес келді.

3) Шаймалау кезінде негізгі өнімнің 90 % рентгеноаморфты күйде, ал 10 % кристалды күйде болатыны анықталды.

4) Магниттік фракция үлгілерінен никельді бөліп алу үшін шаймалау көрсеткіші күтілгендей сыртқы әсерлердің, оңтайлы жағдайлардың өзгеруімен ауысып отыратынын, сынақтардың нәтижелері никельдің еру пайызы қышқыл концентрациясының жоғарылауымен, Қ:С арақатынасының уақыт көлемінің өсуіне байланысты артатынын, сонымен қатар, үлгілердің еруінің жоғары дәрежесіне қол жеткізу үшін ұзақ уақыт қажет екенін көрсетеді.

5) Никельдің шаймалану дәрежесі температураның жоғарылауымен артатынын, соның әсерінен шаймалағыш ерітіндінің тұтқырлығы төмендейтінін және шаймалану жылдамдығының артатынын көрсетті.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии. Лом и отходы цветных металлов: СправУ Под ред. Купрякова Ю.П. – М.: Экономика, 1984. – 150 б.
- 2 Койбаш В.А., Резников А.А. Оборудование вторичной цветной металлургии. – М.: Металлургия. - 1976. – 232 б.
- 3 Шелудяков Л.Н., Косьянов Э.А. Комплексная переработка шлаков цветной металлургии. – Алма-Ата: Наука, 1990.– 167 б.
- 4 Лакерник М.М., Мазурчик Э.Н. и др. Переработка шлаков цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1977. – 159 б.
- 5 Шморгуненко Н.С., Корнеев В.И. Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства. – М.: Металлургия, 1982. – 129 б.
- 6 Койбаш В.А., Резняков А.А. Оборудование вторичной цветной металлургии. – М: Металлургия, 1976. – 232 б.
- 7 Извлечение металлов и неорганических соединений из отходов: Справ. изд. / Под ред. Н.М. Эмануэля. – М.: Металлургия, 1985 – 408 б.
- 8 Береговский, Владимир Иосифович. Металлургия меди и никеля [Текст] : учеб. Пособие для техникумов / В.И. Береговский, Б.Б. Кистяковский. – М.: Металлургия, 1972. – 455 б.
- 9 Борбат В.Ф., Леш И.Ф. Новые процессы в металлургии никеля и кобальта. – М.: Металлургия, 1976. – 359 б.
- 10 Бумажнов Ф.Т. Никель и кобальт: главные процессы получения никеля и кобальта из окисленных никелевых руд. – М.: Металлургия, 1982. – 325 б.
- 11 Колачев Б.А., Елагин В.А., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – М.: МИСИС, 2006.– 134 б.
- 12 Худяков И.Ф., Тихонов А.И., Днев В.И. Металлургия меди, никеля и кобальта: Учебная пособие для вузов. – М: Металлургия, 1978. – 277 б.
- 13 Линев В.Д. Исследования в области металлургии никеля и кобальта: Сб.наук.тр. – Л.: Гипроникель, 1983. – 152 б.
- 14 Цейдлер А.А. Металлургия меди и никеля: Учебная пособие для вузов. – М: Металлургиздат, 1958. – 392 б.
- 15 Цейдлер А.А. Металлургия тяжелых цветных металлов: Учебная пособие для вузов. – М: Металлургиздат, 1951. – 376 б.
- 16 Уткин Н.И. Производства цветных металлов. – М: Интернет Инжиниринг, 2002. – 442 б.
- 17 Уткин Н.И. Производства цветных металлов. – М: Интернет Инжиниринг, 2004. – 272 б.
- 18 Онаев И.А. Современные технологические процессы в металлургии меди и никеля: Учебная пособие. – Алма-Ата: КазПТИ, 1984. – 149 б.
- 19 Худяков И.Ф., Тихонов А.И., Днев В.И. Металлургия меди, никеля и кобальта: Учебная пособие для вузов. – М: Металлургия, 1977. – 295 б.

- 20 Галевский Г.В., Кулагин Н., Минцис М.Я. Металлургия вторичного никеля. – Новосибирск: Наука, 1998. – 289 б.
- 21 Тихонов Б.С. Тяжелые цветные металлы и сплавы: справочник в 2-х томах. 1999. – 453 б.
- 22 Болотников Л.Е. Цветная металлургия. Научное издание. – М: Знание, 1981. – 63 б.
- 23 Гудима Н.В., Шейн Я.П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов. – М: Металлургия. 1987.
- 24 Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии. – М.: Металлургия, 1970. – 104 б.
- 25 Исследование, разработки и опытно-промышленные испытания солянокислотной технологии производства карналлита из асбестовых отходов АО «Костанайские минералы» для организации совместного предприятия.: отчет НИР/ РГП «НЦ КПМС РК». – Алматы, 2009. – 27б.
- 26 Беркович Т.М., Бирюков А.И. Производство асбестоцементных изделий с использованием асбеста Джетыгаринского месторождения /Строительные материалы. - № 2. – 1996. 25 – 28 б.
- 27 Кузьменко Б.Б., Кришталик Л.И. Исследование реакции выделения водорода на вольфраме в щелочных растворах. // Электрохимия. 1973. Т. 9. № 1. –130–135 б.
- 28 Кузьменко Б.Б., Кришталик Л.И. Исследование реакции выделения водорода на вольфраме в кислых растворах. // Электрохимия. 1973. Т. 9. № 2.– 237–240 б.
- 29 Кришталик Л.И., Кузьменко Б.Б. Об адсорбции водорода на вольфраме в растворе щёлочи. // Электрохимия. 1973. Т. 9. № 5.– 664-666 б.
- 30 Васько А.Т. Электрохимия вольфрама. Киев: Техшка, 1969. –164 б.
- 31 Захарова А.А. Электроосаждение молибдена и вольфрама с металлами подгруппы железа. Дисс. канд. техн. наук. Л. 1981. – 187 б.
- 32 "Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау туралы" 2004 жылғы 28 ақпандағы ҚР Заңы // Сайттағы электрондық нұсқа <http://www.government.kz/>.