

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

Алтаева Айым Асхатқызы

Ильменит концентраттарын сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07203 – «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» білім беру бағдарламасы

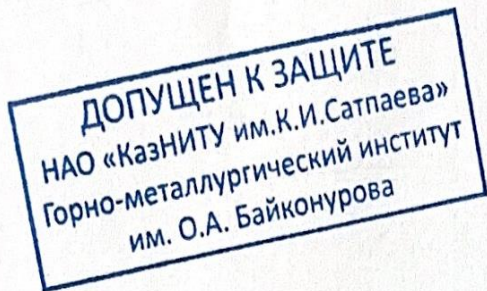
Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы»
кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
МПЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., PhD., техн.ғыл. канд.
Т.А. Чепуштанова Чепуштанова Т.А.
« 10 » 06 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Ильменит концентраттарын сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу

6B07203 – Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Орындаған

Алтаева А.А.

Рецензент

«ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК филиалы
«Қазмеханобр» Мемлекеттік өнеркәсіптік
экология ғылыми-өндірістік бірлестігінің
аға ғылыми қызметкері, PhD

Б.Н. Сурымбаев Сурымбаев Б.Н.
« 07 » 06 2024 ж.

Ғылыми жетекшісі

МПЖЖАМТ кафедрасының
профессоры, PhD

О.С. Байгенженов Байгенженов О.С.
« 7 » 06 2024 ж.

Подпись *Сурымбаева Б.Н.* заверяю
Ученый секретарь филиала РГП НЦ
КПМС РК ГНПОПЭ «Казмеханобр»
« 07 » 06 2024 г.

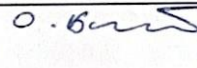
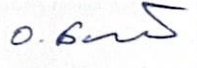

Алматы 2024

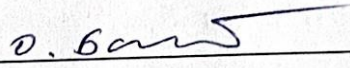
Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау

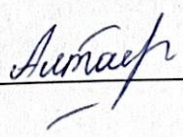
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	08.01.2024	
Аналитикалық бөлім	05.02.2024	
Тәжірибелік бөлім	22.04.2024	
Экономикалық бөлім	14.05.2024	
Еңбекті қорғау	22.05.2024	
Қорытынды	24.05.2024	
Норма бақылау	03.06.2024	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономикалық бөлім	О.С. Байгенженов проф., Ph.D докторы	7.06.2024	
Еңбекті қорғау бөлімі	О.С. Байгенженов проф., Ph.D докторы	7.06.2024	
Норма бақылаушы	С.С. Коныратбекова т.ғ.к., аға оқытушы	10.06.2024	

Ғылыми жетекші  Байгенженов О.С.

Студент тапсырманы орындауға алды  Алтаева А.А.

Күні «7» 06 2024 ж.

АНДАТНА

«Ильменит концентраттарын сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу» атты дипломдық жұмыс негізгі 4 бөлімнен тұрады, жалпы жасалған жұмыс көлемі компьютермен терілген бет, оның ішінде сурет және схемалық сұлбалардан тұрады. Қолданылған әдебиеттер тізімі 32 аталымды құрайды.

Дипломдық жұмыстың мақсаты-ильменит концентраттарын сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеуде, ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний мен кремнийді жою кезінде әртүрлі факторлардың, соның ішінде-температураның, шаймалау процесінің ұзақтығы, сілті концентрациясының әсері зерттелген.

Ильменит концентраттарының химиялық және минералогиялық құрамы мен құрылымына, сонымен қатар, ильменит концентраттарын шаймалау әдістеріне және процесстің оңтайлы өтуі үшін қажетті сілтілі ерітінділерге қойылатын талаптар мен процесске қолайлы рН-ты таңдауға әдеби шолу жасалды. Сонымен қатар, ильменит концентраттарын электрондық микроскопияда талдау жүргізіліп, қоршаған ортаны қорғауды және экономикалық көрсеткіштер қарастырылған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа "Исследование процесса выщелачивания ильменитовых концентратов щелочными растворами" состоит из 4 основных разделов, общий объем выполненной работы-страница, набранная компьютером, включая чертежи и технологические схемы. Список использованной литературы составляет 32 наименования.

Цель дипломной работы-изучение процесса выщелачивания ильменитовых концентратов щелочными растворами, изучение влияния различных факторов при удалении алюминия, магния и кремния в составе ильменитового концентрата, в том числе-температуры, продолжительности процесса выщелачивания, концентрации щелочи.

Был проведен литературный обзор химического и минералогического состава и структуры ильменитовых концентратов, а также методов выщелачивания ильменитовых концентратов и требований к щелочным растворам, необходимым для оптимального протекания процесса, и выбора подходящего для процесса рН. Кроме того, проведен анализ ильменитовых концентратов в электронной микроскопии, рассмотрены экологические и экономические показатели.

ANNOTATION

The thesis "investigation of the process of leaching ilmenite concentrates with alkaline solutions" consists of 4 main sections, the total amount of work performed is a computer-typed page, including drawings and schematic diagrams. The list of references is 32 titles.

The purpose of the thesis is to study the process of leaching ilmenite concentrates with alkaline solutions, to study the influence of various factors in the removal of aluminum, magnesium and silicon in the composition of ilmenite concentrate, including temperature, duration of the leaching process, and alkali concentration.

A literature review was conducted of the chemical and mineralogical composition and structure of ilmenite concentrates, as well as methods for leaching ilmenite concentrates and requirements for alkaline solutions necessary for optimal process flow and the selection of a suitable pH for the process. In addition, the analysis of ilmenite concentrates in electron microscopy was carried out, environmental and economic indicators were considered.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Аналитикалық шолу	9
1.1 Ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымы	9
1.1.1 Ильменитті концентраттардың негізгі компоненттері	9
1.1.2 Ильменитті концентраттарды минералогиялық талдау	10
1.2 Ильменитті концентраттарды шаймалау әдістері	11
1.2.1 Гидрометаллургиялық шаймалау әдістері	11
1.2.2 Ильменит концентраттарын кешенді шаймалау әдістері	12
1.3 Ильменитті концентраттарды шаймалауға арналған сілтілі ерітінділер	14
1.3.1 Сілтілі ерітінділердің негізгі қасиеттері	14
1.3.2 Шаймалау үшін оңтайлы Ph таңдау	15
1.3.3 Сілтінің концентрациясының шаймалау процесіне әсері	16
1.4 Титан диоксидін алудың аралас технологиялары	17
1.4.1 Титан шлагын сульфат әдісімен өңдеу	17
1.4.2 Титан шлагын хлорлы әдіспен өңдеу	21
1.4.3 Leeds процесі	24
1.4.4 Тұз қышқылы технологиясымен титан шлактарын қайта өңдеу	25
1.4.5 Қайта өңдеудің карботермиялық схемасы	26
1.4.6 Титан шлактарын азот қышқылымен ашу	28
1.4.7 Титан шлактарын автоклавты ашу әдісімен өңдеу	28
1.4.8 Каустикалық шаймалау процесі	28
1.4.9 Титан шлагын алдын-ала күйдіру және одан әрі әртүрлі реагенттермен шаймалау әдісімен өңдеу тәсілдері	30
2 Тәжірибелік бөлім	34
2.1 Шаймалау процесінде қолданылған концентрат	34
2.2 Ильменит концентратын шаймалау процесін зерттеу	36
3 Экономикалық бөлім	40
3.1 Реагенттер шығынын есептеу	40
3.2 Электр энергиясының шығынын есептеу	40
3.3 Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері	41
3.4 Су шығындарының есебі	41
3.5 Жалпы шығындар саны	41
4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	43
Қорытынды	45
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	47

КІРІСПЕ

Ғылыми техникалық проблемалардың заманауи күйі

Соңғы онжылдықтарда ильмениттік концентраттар өнеркәсіптің әртүрлі салаларында неғұрлым сұранысқа ие шикізат материалдарының біріне айналды. Ильменит - құрамында титаны бар минерал, ол қорытпалар, керамика, пигменттер және басқа да өнімдер өндірісінде кеңінен пайдаланылады. Алайда, өнеркәсіпте ильменитті концентраттарды пайдаланар алдында шикізаттан бағалы компоненттерді алу үшін шаймалау процесін жүргізу қажет.

Ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу өнеркәсіп үшін үлкен практикалық мәнге ие. Осы процесті оңтайландыру ильменитті концентраттардан бағалы компоненттерді алудың тиімділігін арттыруға және өндіріске арналған шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Сондықтан бұл жұмыстың ғылыми және өнеркәсіптік қоғамдастық үшін өзектілігі мен маңыздылығы бар.

Ильменитті концентраттарды шаймалау процесін оңтайландыру өндіру тиімділігін арттыруға және өндіріске жұмсалатын шығындарды төмендетуге алып келуі мүмкін, бұл титан өнеркәсібін дамыту және нарық қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін маңызды фактор болып табылады. Бұл зерттеу өнеркәсіптік ауқымда қолданылуы және осы саланың орнықты дамуына ықпал етуі мүмкін жаңа технологиялар мен шаймалау әдістерін әзірлеу үшін сұранысқа ие.

Ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу жұмысының зерттеу объектісі құрамында титан кендері бар табиғи минералды шикізат болып табылатын ильменитті концентраттар болып табылады. Ильменитті концентраттар титан диоксидтерін өндіруде кеңінен қолданылады, олар бояғыштарды, пигменттерді және косметикалық өнімдерді қоса алғанда, әртүрлі өнімдерді өндіру үшін маңызды шикізат болып табылады. Зерттеудің мәні процестің оңтайлы жағдайларын анықтау және титан диоксидтерінің барынша шығуын алу мақсатында сілтілі ерітінділерді пайдалана отырып, ильменитті концентраттарды шаймалау процесі болып табылады. Зерттеу барысында сілтілі ерітіндінің концентрациясы, температура, шаймалау уақыты және басқа да параметрлер сияқты әртүрлі факторлардың шаймалау процесінің тиімділігіне және алынған өнімдердің сапасына әсері зерттелетін болады. Зерттеу нәтижелері титан диоксидтерін өндіруді оңтайландыру және ильменит концентраттарын пайдалану тиімділігін арттыру үшін пайдалы болуы мүмкін.

Дипломдық жұмыстың мақсаты: ильменит концентратын (FeTiO_3) жоғары, тазарту үшін, құрамындағы қажетсіз алюминий (Al), магний (Mg) және кремнийді (Si) сілтілі ерітінділермен шаймалау барысында ерітіндіге өткізу арқылы тазарту болып табылады.

Дипломдық жұмыстың міндеті: ильменит концентратының физика-химиялық қасиеттеріне ғылыми-әдеби шолу жасау, шаймалау процесінің гидрometаллургиялық заңдылықтарын және шаймалау процесін зерттеу, соның ішінде, процестің температураға, шаймалау ұзақтығына және қолданылатын

NaOH сілтісінің концентрациясына тәуелділігін анықтау және оңтайлы тәжірибені табу.

Дипломдық жұмыстың өзектілігі: ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу балқымалар өндірісін, косметиканы, электрониканы және басқаларды қоса алғанда, өнеркәсіптің әртүрлі салаларында пайдаланылатын титанның негізгі көзі болып табылатын ильмениттің құрамындағы қажетсіз қоспалардың зиянымен таныстыру және олардан құтылудың оңтайлы жолдарын іздеу.

Зерттеу объектісі: ильменит концентраты.

Дипломдық жұмыста жасалынған барлық тәжірибелік жұмыстар Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институтында, «Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасының зертханаларында жасалынды.

1 Аналитикалық шолу

1.1 Ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымы

1.1.1 Ильменитті концентраттардың негізгі компоненттері

Ильменитті концентраттар титан және басқа да бағалы металдар өндірісі үшін маңызды шикізат болып табылады. Олар құрамында титан, темір, алюминий және басқа да элементтер сияқты негізгі компоненттері бар минералдық түзілімдерден тұрады. Ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымы олардың технологиялық қасиеттерін және олардан бағалы металдарды алу мүмкіндігін анықтау үшін шешуші мәнге ие.



1 - сурет – Миассадан табылған ильменит минералы

Ильменитті концентраттардың негізгі компоненті үш негізгі элементтен тұратын ильменит (FeTiO_3) болып табылады: темір (Fe), титан (Ti) және оттегі (O). Ильмениттің нақты кен орнына байланысты концентраттар құрамына алюминий (Al), магний (Mg), кремний (Si) және басқалары сияқты басқа да элементтер кіруі мүмкін. Бұл элементтер қоспалар түрінде болуы немесе негізгі компоненттері бар қорытпалар түзуі мүмкін.

Ильменитті концентраттардың құрылымы әдетте темір мен титан атомдары белгілі бір позицияларды алатын кристалды тор болып табылады. Оттегі атомдары темір мен титан атомдарын тұрақты байланыстар құра отырып қоршайды. Алюминий және магний сияқты басқа элементтер темір немесе титан атомдарын алмастыра отырып, кристалды торда орын алуы мүмкін. Бұл концентраттардың құрылымы мен қасиеттерінің өзгеруіне әкелуі мүмкін.

Ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымы әртүрлі талдамалық әдістердің көмегімен анықталуы мүмкін. Осындай әдістердің бірі - үлгінің кристалды құрылымы мен құрамын анықтауға мүмкіндік беретін рентген құрылымын талдау. Бұл әдіс рентген сәулелерін кристалмен шашыратуға және алынған дифракциялық картинаны тіркеуге негізделген. Энергия дисперсиялы рентген микроанализі бар спектроскопия және электрондық микроскопия сияқты басқа да әдістер ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Титан және темір сияқты ильменит концентраттарының негізгі компоненттері өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кеңінен пайдаланылатын бағалы металдар болып табылады. Титан ең берік және коррозияға төзімді металдардың бірі болып табылады және оның қорытпалары авиация және ғарыш өнеркәсібінде, сондай-ақ химиялық жабдықтар өндірісінде қолданылады. Темір, өз кезегінде, болаттың негізгі компоненті болып табылады және құрылыста, машина жасауда және өнеркәсіптің басқа да салаларында пайдаланылады.

Алайда, осы бағалы металдарды ильменитті концентраттардан алу үшін шаймалау процесін жүргізу қажет. Шаймалау - бұл химиялық реагенттердің көмегімен кеннен немесе концентраттан бағалы металдарды алу процесі. Ильменитті концентраттар жағдайында шаймалау натрий гидроксиді немесе калий гидроксиді сияқты сілтілі ерітінділерді пайдалана отырып жүргізіледі. Сілтілі ерітінділер ильмениттің жоғары ерігіштігіне ие, бұл титан мен басқа да бағалы металдарды тиімді алуға мүмкіндік береді.

Осылайша, ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымы олардың технологиялық қасиеттерін және бағалы металдарды алу мүмкіндігін айқындауда маңызды рөл атқарады. Ильменитті концентраттардың негізгі компоненттері титан мен темір болып табылады, олар өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. Ильменитті концентраттардың химиялық құрамы мен құрылымын зерттеу және түсіну шаймалаудың және олардан бағалы металдарды барынша алудың тиімді технологияларын әзірлеу үшін маңызды қадам болып табылады.

1.1.2 Ильменитті концентраттарды минералогиялық талдау

Ильменитті концентраттардың химиялық құрамы оларды сілтілі ерітінділермен сілтілеу процесін зерттеудің негізгі аспектілерінің бірі болып табылады. Ильменитті концентраттар құрамында титанның едәуір мөлшері бар табиғи минералды шикізат болып табылады. Олар металлургия, химия және электрондық өнеркәсіпті қоса алғанда, өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады.

Ильменит (FeTiO_3) ильменит концентраттарын құрайтын негізгі минерал болып табылады. Алайда, ильмениттен басқа, концентраттар құрамында рутил (TiO_2), лепидокрокит ($\text{FeO}(\text{OH})$), гематит (Fe_2O_3) және магнетит (Fe_3O_4) сияқты басқа да минералдар болуы мүмкін. Концентраттар құрамындағы вариациялар ильменит кен орындарының пайда болуының геологиялық жағдайларын қоса алғанда, әртүрлі факторларға байланысты болуы мүмкін.

Ильменитті концентраттар агрегаттар, дәндер немесе қоспалар түрінде ұсынылуы мүмкін күрделі құрылымға ие. Ильменитті концентраттардың құрылымы олардың минералогиялық құрамы мен пайда болу тәсілімен анықталады. Мысалы, кейбір жағдайларда ильменит пластиналық немесе ине тәрізді кристалдар түрінде пайда болуы мүмкін. Мұндай құрылым ильменитті концентраттарды шаймалау процесіне әсер етуі мүмкін.

Ильменитті концентраттардың минералогиялық құрамын анықтау үшін талдаудың әртүрлі әдістері пайдаланылады. Кең таралған әдістердің бірі рентген құрылымын талдау болып табылады. Бұл әдіс ильменитті концентраттардағы минералдардың кристалды құрылымы мен құрамын анықтауға мүмкіндік береді. Талдаудың басқа әдісі микроденгейдегі минералдардың құрылымы мен құрамын егжей-тегжейлі бейнелеуге мүмкіндік беретін электрондық-микроскопиялық зерттеу болып табылады.

Ильменитті концентраттарды минералогиялық талдау нәтижелері сілтілі ерітінділермен сілтілеудің оңтайлы шарттарын анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Мысалы, минералдардың құрамы мен құрылымын білу ерітіндінің оңтайлы концентрацияны, температураны және шаймалау уақытын анықтауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, талдау ильменитті концентраттарды шаймалау процесіне теріс әсер етуі мүмкін қоспалардың болуын анықтауға көмектесуі мүмкін.

Қорытындысында, ильменитті концентраттардың химиялық құрамы және олардың минералогиялық талдауы сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеуде маңызды рөл атқарады. Концентраттардың құрамы мен құрылымын білу шаймалаудың оңтайлы шарттарын анықтауға және процестің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Ильменитті концентраттардың құрамы мен құрылымын егжей-тегжейлі зерттеу осы бағалы минералдық шикізатты қайта өңдеудің және пайдаланудың тиімді технологияларын әзірлеу үшін қажетті қадам болып табылады.

1.2 Ильменитті концентраттарды шаймалау әдістері

1.2.1 Гидрометаллургиялық шаймалау әдістері

Ильменитті концентраттарды шаймалау әдістері титан мен оның қосылыстарын алу үшін кенді байыту және қайта өңдеу процесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Сілтілі ерітінділерді пайдалануға негізделген гидрометаллургиялық шаймалау әдістері ильменитті концентраттардан титанды алудың кең таралған тәсілдерінің бірі болып табылады.

Шаймалаудың негізгі гидрометаллургиялық әдістерінің бірі сілтілі шаймалау болып табылады. Бұл процесс натрий гидроксиді немесе калий гидроксиді сияқты сілтілі ерітінділерді пайдалануға негізделген. Сілтілі ерітінділер титанды ильменитті концентраттардан тиімді шаймалауға және жоғары тазартылған өнімдерді алуға мүмкіндік береді.

Сілтімен шаймалау процесі ильменит концентратын дайындаудан басталады. Ильменитті кен алдымен ұсақ дисперсті материал алу үшін ұсақтау және ұнтақтау кезеңдерінен өтеді. Содан кейін кен байытылады, ол флотацияны, магниттік сепарацияны және басқа да бөлу әдістерін қамтиды. Байыту нәтижесінде құрамында жоғары титан бар ильменит концентраты алынады.

Бұдан кейін ильменитті концентрат тазартылады. Процесс әдетте натрий гидроксиді немесе калий гидроксиді бар сілтілі ерітіндіні дайындаудан басталады. Ерітінді тиісті гидроксидті суда еріту жолымен дайындалады. Сілтілі ерітіндінің концентрациясы әртүрлі болуы мүмкін және титанды сілтілеудің қажетті деңгейімен анықталады.

Ерітінді дайындалғаннан кейін ильменит концентраты реакциялық ыдысқа салынады, онда шаймалау процесі жүргізіледі. Реакциялық сыйымдылық тот баспайтын болат немесе шыны күшейткіш сияқты әртүрлі материалдардан жасалуы мүмкін. Ильменитті шаймалау процесінде сілтілі ерітіндіде концентраттан титан ериді.

Шаймалау процесінің ұзақтығы сілтілі ерітіндінің концентрациясы, температура, агитация және басқа да параметрлер сияқты әртүрлі факторларға байланысты болады. Әдетте процесс бірнеше сағатты алады, алайда кейбір жағдайларда титанды толық шаймалау үшін ұзақ уақыт қажет болуы мүмкін.

Шаймалау процесі аяқталғаннан кейін алынған ерітінді тазалау кезеңінен өтеді. Тазарту сүзу, тұндыру, бейтараптандыру және басқа да әдістер сияқты әртүрлі операцияларды қамтуы мүмкін. Тазартудың мақсаты қоспаларды жою және жоғары тазартылған титан ерітіндісін алу болып табылады.

Алынған титан ерітіндісі соңғы өнімдерді алу үшін одан әрі қайта өңделеді. Бұл тұндыру, электролиз, гидролиз процестерін және басқа да әдістерді қамтуы мүмкін. Нәтижесінде титан диоксиді, титан қорытпалары және басқа да өнімдер сияқты титанның әртүрлі қосылыстары алынады.

Ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалаудың гидрометаллургиялық әдістері титан алудың тиімді тәсілі болып табылады. Бұл әдістер ильменитті концентраттардан титанды жоғары тазартылған шаймалауға және жоғары сапалы түпкілікті өнімдерді алуға мүмкіндік береді. Алайда, шаймалау процесі процестің барынша тиімділігі мен экономикалық орындылығын қамтамасыз ету үшін параметрлерді мұқият оңтайландыруды және бақылауды талап етеді.

Қорытындысында, ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалаудың гидрометаллургиялық әдістері титан алу процесінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Бұл әдістер титанды ильменитті концентраттардан тиімді шаймалауды және жоғары тазартылған өнімдерді алуды қамтамасыз етеді. Алайда шаймалау процесі барынша тиімділікті және экономикалық орындылықты қамтамасыз ету үшін параметрлерді мұқият оңтайландыруды және бақылауды талап етеді.

1.2.2 Ильменит концентраттарын кешенді шаймалау әдістері

Ильменитті концентраттарды шаймалау әдістері титан және оның қосылыстарын алу процесінде маңызды рөл атқарады. Олар шикізаттан құнды компоненттерді алуға мүмкіндік береді және процестің жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді. Бұл бөлімде ильменитті концентраттарды шаймалаудың әртүрлі әдістерін, сондай-ақ өндеудің бірнеше кезеңдерін біріктіретін кешенді әдістерді қарастырамыз.

Шаймалаудың негізгі әдістерінің бірі химиялық шаймалау болып табылады. Ол ильменитті концентраттармен өзара әрекеттесетін, еритін кешендер түзетін сілтілі ерітінділерді пайдалануға негізделген. Сілтілі ерітінділер жоғары сілтілік белсенділікке ие және ильменитті концентраттарды тиімді ерітуге қабілетті. Олардың құрамында күшті сілтілік қасиеттері бар натрий гидроксиді немесе калий гидроксиді сияқты сілтілі компоненттер бар.

Шаймалау процесі ильменит концентратын дайындаудан басталады. Шикізат біртекті фракция алу үшін ұсақталады және еленеді. Содан кейін концентратты сілтілі ерітіндімен араластыру жүргізіледі. Ерітіндінің рН-ын реттеу маңызды кезең болып табылады, өйткені ол еру жылдамдығына және алынатын өнімнің сапасына әсер етеді. Осыдан кейін қоспа белгілі бір температураға дейін қыздырылады, бұл шаймалау процесін жандандыруға ықпал етеді.

Шаймалаудың кешенді әдістері процестің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін өндеудің бірнеше кезеңін қамтиды. Осындай әдістердің бірі - химиялық шаймалау мен механикалық өндеуді үйлестіретін аралас шаймалау. Бұл жағдайда ильменит концентраты еру үшін компоненттердің қол жетімділігін жақсарту үшін алдын ала өндеуге, мысалы, ұнтақтауға немесе агломерацияға тартылады. Содан кейін сілтілі ерітінділерде жүргізілетін химиялық шаймалау жүргізіледі. Бұл тәсіл шаймалау уақытын қысқартуға және бағалы компоненттердің шығуын арттыруға мүмкіндік береді.

Тағы бір кешенді әдіс электромагниттік өрістерді пайдалана отырып шаймалау болып табылады. Бұл шаймалау процесін күшейтуге және оны жеделдетуге мүмкіндік береді. Электромагниттік өрістерді қолдану ильмениттік концентраттар құрылымының бұзылуына ықпал етеді, бұл еру үшін компоненттердің қолжетімділігін арттырады. Бұдан басқа, электромагниттік өрістер реагенттердің араласуын жақсартуы және жүйедегі температураның біркелкі таралуын қамтамасыз етуі мүмкін. Бұл шаймалау жылдамдығын арттыруға және алынатын өнімнің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Шаймалау әдістерінің маңызды аспектісі процестің оңтайлы жағдайларын таңдау болып табылады. Бұл ильменитті концентрат пен ерітінді арасындағы оңтайлы арақатынасты, оңтайлы рН ерітіндісін, оңтайлы температура мен шаймалау уақытын анықтауды қамтиды. Бұдан басқа, реагенттердің концентрациясын, араластыру жылдамдығын және шаймалау процесіне әсер етуі мүмкін басқа да факторларды ескеру қажет.

Осылайша, ильменитті концентраттарды шаймалау әдістері титан мен оның қосылыстарын алу процесіндегі маңызды кезең болып табылады.

Химиялық шаймалау және электромагниттік өрістерді пайдалана отырып аралас шаймалау және шаймалау сияқты кешенді әдістер шикізаттан бағалы компоненттерді тиімді алуға мүмкіндік береді. Процесс шарттарын оңтайландыру өнімнің жоғары тиімділігі мен сапасына қол жеткізуде негізгі рөл атқарады.

1.3 Ильменитті концентраттарды шаймалауға арналған сілтілі ерітінділер

1.3.1 Сілтілі ерітінділердің негізгі қасиеттері

Сілтілі ерітінділер өнеркәсіпте ильменитті концентраттарды шаймалау үшін кеңінен пайдаланылады. Ильменит құрамында титаны бар негізгі минералдардың бірі болып табылады және оны өндіру мен қайта өңдеудің титан мен оның қоспаларын өндіру үшін маңызы зор.

Ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалау процесі натрий гидроксиді немесе калий гидроксиді сияқты күшті негізгі ерітінділерді пайдалануға негізделген. Бұл ерітінділер жоғары сілтілікке ие және ильмениттен титанды тиімді шаймалауға қабілетті.

Сілтілі ерітінділердің негізгі қасиеті - оларды ильменитті концентраттарды шаймалауға қолайлы етеді. Натрий гидроксиді мен калий гидроксиді толығымен суда диссоциацияланып, гидроксид (OH^-) иондарын және натрий немесе калий иондарын құрайды. Гидроксид иондары күшті негіз болып табылады және ильмениттегі оттегімен және титанмен әрекет етуге қабілетті .

Сілтілі ерітінділердің тағы бір маңызды қасиеті олардың жоғары сілтілігі болып табылады. Сілтілік ерітіндідегі гидроксидті иондардың шоғырлануымен анықталады. Гидроксидті иондардың шоғырлануы неғұрлым жоғары болса, ерітіндінің сілтілігі соғұрлым жоғары болады. Ильменитті концентраттарды шаймалау үшін пайдаланылатын сілтілі ерітінділер, әдетте, титанды тиімді шаймалауды қамтамасыз ететін гидроксидті иондардың жоғары концентрациясына ие.

Сілтілі ерітінділердің тағы бір маңызды қасиеті олардың жоғары реакциялық қабілеті болып табылады. Натрий гидроксиді мен калий гидроксиді ильмениттегі оттегі мен титанды қоса алғанда, әртүрлі заттармен әрекет ету қабілетіне ие. Натрий гидроксиді мен ильменит арасындағы реакция титан мен оның қосылыстарын алу үшін одан әрі қайта өңделуі мүмкін еритін натрий титанатының пайда болуына әкеледі.

Сілтілі ерітінділердің тағы бір маңызды қасиеті олардың жоғары термиялық тұрақтылығы болып табылады. Сілтілі ерітінділер әдетте жоғары температурада ыдырамайды, бұл ильменитті концентраттарды жоғары температурада шаймалау процесін жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе

маңызды, өйткені температураның көтерілуі әдетте реакция жылдамдығын арттырады және шаймалау процесінің тиімділігін арттырады.

Бұдан басқа, сілтілі ерітінділер ильмениттің жақсы ерігіштігіне ие. Ильменит сілтілі ерітінділерде салыстырмалы түрде еритін болып табылады және натрий немесе калий гидроксидтерін пайдалану кезінде тиімді шаймалануы мүмкін. Бұл ильменитті концентраттарды шаймалаудың жоғары дәрежесіне қол жеткізуге және титанның барынша көп мөлшерін алуға мүмкіндік береді.

Алайда, өзінің барлық артықшылықтарына қарамастан, сілтілік ерітінділердің де кейбір кемшіліктері бар. Олар коррозиялық болуы мүмкін және сақтау мен өндеудің арнайы жағдайларын талап етеді. Бұдан басқа, ильменитті концентраттарды сілтілі ерітінділермен шаймалау электр энергиясы мен жылудың көп шығынын талап ететін энергияны көп қажет ететін процесс болуы мүмкін.

Қорытындылай келе, сілтілі ерітінділер ильменитті концентраттарды шаймалау және титан алу үшін тиімді құралдар болып табылады. Олардың жоғары ерігіштігі, сілтілігі, реакциялық қабілеті, термиялық тұрақтылығы және ильмениттің ерігіштігі сияқты негізгі қасиеттері оларды осы процесс үшін қолайлы етеді. Алайда, олардың кемшіліктерін ескеру және олардың шаймалау процесіне әсерін барынша азайту үшін шаралар қабылдау қажет.

1.3.2 Шаймалау үшін оңтайлы рН таңдау

Сілтілі ерітінділер ильменитті концентраттарды шаймалаудың неғұрлым тиімді және кеңінен пайдаланылатын әдістерінің бірі болып табылады. Ильменитті концентраттар құрамында титан, ниобий және сирек кездесетін жер элементтері сияқты бағалы металдар бар, олар шаймалау жолымен алынуы мүмкін. Шаймалау үшін оңтайлы рН таңдау процестің тиімділігінде шешуші рөл атқарады және бағалы металдардың барынша шығуын анықтайды.

Ильменитті концентраттарды шаймалау үшін оңтайлы рН ерітіндінің құрамын, реагенттердің концентрациясын, температураны және процестің ұзақтығын қоса алғанда, бірнеше факторларға байланысты. Жалпы жағдайда, 8-ден 10-ға дейінгі диапазондағы рН ильменит концентраттарын шаймалау үшін неғұрлым қолайлы болып табылады.

8-ден төмен рН кезінде шаймалау процесі баяулауы немесе тіпті толық тоқтатылуы мүмкін. Бұл қышқыл ортада материалдың ішіне реагенттердің одан әрі кіруіне кедергі жасайтын ильменит бетінде тығыз оксидті пленка пайда болуымен байланысты. Бұдан басқа, төмен рН еріген металдардың тотығуы немесе жауын-шашынның пайда болуы сияқты жағымсыз жағымсыз реакцияларға әкелуі мүмкін.

Екінші жағынан, өте жоғары рН да қалаусыз болуы мүмкін. 10-нан жоғары рН кезінде жауын-шашын немесе гель тәрізді құрылымдар пайда болуы мүмкін, бұл процесс тиімділігінің нашарлауына әкеледі. Бұдан басқа, жоғары рН

қалдықтарды өңдеумен және кәдеге жаратумен қосымша мәселелер тудыруы мүмкін.

Ильменитті концентраттарды шаймалау үшін оңтайлы рН әртүрлі реагенттерді пайдалану және олардың концентрациясын реттеу жолымен қол жеткізілуі мүмкін. Мысалы, натрий гидроксидін (NaOH) немесе калий гидроксидін (KOH) қосу ерітіндінің рН ұлғайтып, процестің тиімділігін жақсартуы мүмкін. Алайда, артық тұтыну мен жағымсыз реакцияларды болдырмау үшін реагенттердің концентрациясы да оңтайлы болуы тиіс екенін есте сақтаған жөн.

Температура ильменитті концентраттарды шаймалау үшін оңтайлы рН-қа да әсер етеді. Температураның көтерілуі сілтілендіру реакциясын жеделдетуі және процестің тиімділігін жақсартуы мүмкін, алайда тым жоғары температура жағымсыз жанама реакцияларға немесе реагенттердің бұзылуына әкелуі мүмкін екенін ескеру қажет.

Процестің ұзақтығы оңтайлы рН таңдауда да рөл атқарады. Ұзақ уақыт шаймалау бағалы металдардың жоғары алынуына әкелуі мүмкін, алайда бұл экономикалық тұрғыдан тиімсіз болуы мүмкін. Сондықтан процесс ұзақтығы мен бағалы металдардың барынша шығуын алу арасында ымыраға келу қажет.

Қорытындылай келе, ильменитті концентраттарды шаймалау үшін оңтайлы рН таңдау көптеген факторларды ескеруді талап ететін күрделі міндет болып табылады. 8-ден 10-ға дейінгі диапазондағы рН әдетте тиімді шаймалау үшін неғұрлым қолайлы болып саналады. Алайда, оңтайлы нәтижелерге қол жеткізу үшін реагенттердің концентрациясы, температура және процестің ұзақтығы сияқты басқа да параметрлерді ескеру қажет.

1.3.3 Сілтінің концентрациясының шаймалау процесіне әсері

Сілтілі ерітінділер ильменитті концентраттарды шаймалау үшін кеңінен пайдаланылады, өйткені олар жоғары тиімділікке және экономикалық тиімділікке ие. Шаймалау процесі концентраттағы ильменит сілтілі ерітіндіде еріп, иллий титанатының еритін кешенін түзетін химиялық реакция болып табылады.

Шаймалау процесіне әсер ететін негізгі параметрлердің бірі ерітіндідегі реагенттердің концентрациясы болып табылады. Сілтінің концентрациясы реакция жылдамдығын және ильмениттің шаймалану дәрежесін анықтайды. Сілтінің төмен концентрациясы кезінде шаймалау процесі баяу және тиімсіз өтуі мүмкін, өйткені белсенді гидроксид иондарының саны еритін кешендерді қалыптастыру үшін жеткіліксіз. Екінші жағынан, сілтінің жоғары концентрациясында ерімейтін жауын-шашын пайда болуы мүмкін, бұл процестің тиімділігіне теріс әсер етеді.

Эксперименттік зерттеулер ильменитті концентраттарды шаймалау үшін сілтінің оңтайлы концентрациясы шамамен 10-15 % NaOH құрайтынын

көрсетеді. Мұндай концентрация кезінде реакция жылдамдығы мен шаймалау дәрежесі арасындағы оңтайлы арақатынасқа қол жеткізіледі. Неғұрлым төмен концентрация реакцияның жеткіліксіз жылдамдығына әкелуі мүмкін, ал неғұрлым жоғары концентрация ерімейтін жауын-шашынның пайда болуына әкелуі мүмкін.

Сілтілік концентрациясының шаймалау процесіне әсерін шаймалау кезінде болатын химиялық реакциялардың көмегімен түсіндіруге болады. Ильменит сілтілі ерітіндімен жанасқан кезде гидролиз реакциясы пайда болады, нәтижесінде иллий титанатының еритін кешендері пайда болады:



Бұл реакция ильменитті шаймалау процесінде негізгі болып табылады. Ол сілтінің оңтайлы концентрациясы кезінде тез және тиімді өтеді. Натрий гидроксидінің төмен концентрациясы кезінде реакция жылдамдығы төмендейді, өйткені белсенді гидроксид иондары аз пайда болады. Натрий гидроксидінің жоғары концентрациясы кезінде титан гидроксиді сияқты ерімейтін жауын-шашын пайда болуы мүмкін, бұл да реакцияны баяулатады.

Бұдан басқа, сілтінің концентрациясы ерітіндінің рН-на әсер етеді, бұл да шаймалау процесіне әсер етуі мүмкін. Сілтінің төмен концентрациясы кезінде ерітіндінің рН гидролиздің тиімді реакциясы үшін жеткіліксіз жоғары болуы мүмкін. Сілтінің жоғары концентрациясы кезінде ерітіндінің рН тым жоғары болуы мүмкін, бұл ерімейтін жауын-шашынның пайда болуына әкелуі мүмкін.

Осылайша, сілтінің концентрациясы ильменитті концентраттарды шаймалау процесіне әсер ететін маңызды параметр болып табылады. Оңтайлы концентрация шамамен 10-15 % NaOH құрайды, бұл ретте реакция жылдамдығы мен шаймалау дәрежесі арасындағы оңтайлы арақатынасқа қол жеткізіледі. Төмен концентрация кезінде реакция баяу және тиімсіз өтуі мүмкін, ал жоғары концентрация кезінде ерімейтін жауын-шашын пайда болуы мүмкін. Ерітіндінің рН-ын да ескеру маңызды, ол да сілтінің концентрациясына тәуелді және процестің тиімділігіне әсер етуі мүмкін.

1.4 Титан диоксидін алудың аралас технологиялары

1.4.1 Титан шлагын сульфат әдісімен өңдеу

Титан шлагы немесе ильменит концентраты 1931 жылы өндіріске анатаз, ал 1941 жылы рутил алу үшін енгізілген титан диоксидін алудың сульфатты технологиясында шикізат болып табылады.

Бұл тәсілде құрамында титаны бар кен күкірт қышқылында ерітіледі, титан, темір және басқа металдар сульфаттарының ерітінділерін құрайды. Содан кейін химиялық қалпына келтіруді, тазалауды, тұндыруды, жууды және

кальцийлеуді қамтитын бірқатар химиялық реакциялардың нәтижесінде бөлшектердің қажетті мөлшері бар базалық титан диоксиді түзіледі. Кристалды құрылымы (анатаздық немесе рутильдік түрі) ядро түзілу және кальцинация процесінде бақыланады.

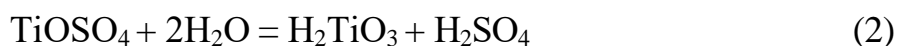
Бұл әдіспен титан диоксидін өндіру технологиясы ильменитті (түрлі оксидтердің табиғи қоспасы, негізінен төрт валентті Ті және үш валентті Fe) күкірт қышқылымен өңдеуге негізделген.

Сульфат технологиясы үшін аз өзгерген ильмениттер қажет, онда минералда тотықты темірдің құрамы аз немесе тотықты темірдің құрамына тең (олай болмаған жағдайда концентраттар күкірт қышқылында ерімейді). Мұндай талаптарға түпкілікті кен орындарынан алынған ильменитті концентраттар немесе жақын арада бұзылған шашырандылардан алынған концентраттар жауап береді. Сульфат технологиясы бойынша ильменитті концентраттардағы темір пайдаланылмайды, ал көлемі жағынан елеулі күкірт қышқылды темір қалдықтары кәдеге жаратуды немесе көмуді талап етеді.

Процестің бірінші сатысында ильменитті ұсақтайды, кептіреді, содан кейін концентрацияланған күкірт қышқылымен ыдыратады. Бұл ретте концентраттың ыдырау дәрежесі 96-97 % құрайды.

Нәтижесінде титан сульфаты мен темір сульфаттарының (II) және (III) қоспасын алады, оны салқындатады және белгілі бір концентрацияға дейін сумен араластырады. Содан кейін металл темірмен титанилсульфат ерітіндісінде үш валентті темірді екі валентті темірге дейін қалпына келтіреді. Алынған ерітіндіні тұндырады және қара сүзгіге береді. Сүзілген ерітіндіде салқындату кезінде темір купоросын кристалдандырады және оны центрифугалардағы аналық ерітіндіден бөледі. Өндірістің жанама өнімін (тұқымтасты темір купоросын) бір мезгілдегі (FeSO₄*H₂O) алғанға дейін қыздырады және ұсақтайды, ал титанилсульфат ерітіндісін стандартты концентрацияға дейін буландырады және процестің келесі сатысына - гидролизге жібереді.

Титанның сульфат тұздары ерітіндісін гидролиздеу ұрықтарды енгізу әдісімен жүргізіледі (оларды натрий гидроксидімен титан сульфаты ерітіндісінен Ti(OH)₄ шөктіре отырып дайындайды). Гидролиз процесінде әсіресе Fe³⁺ тұздарына қатысты жоғары адсорбциялық қабілеті бар титан диоксиді гидратының аморфты үлпектері бөлінеді, дәл осы себептен алдыңғы үш сатыда валентті темір екі валентті темірге дейін қалпына келтіріледі. Процесс жиынтық теңдеу бойынша өтеді:



Бұл ретте темір сульфатымен, 1-2 % титанилсульфатпен және басқа сульфаттардың бірнеше пайызымен ластанған 20-22 % -дық гидролизді күкірт қышқылының көп мөлшері (1 т TiO₂-ге 2 т ~ моногидратқа қайта есептегенде) түзіледі. Бұл қышқыл да өндірістің қалдығы болып табылады. Гидролиз

қышқылын кәдеге жаратудың ықтимал бағыты - кейіннен суперфосфат өндіру үшін пайдалана отырып, 55 % концентрацияға дейін буландыру.

Гидролизді жүргізу шарттарын (шоғырлануы, сатылардың ұзақтығы, ұрықтардың саны, қышқылдығы және т.б.) түрлендіре отырып, болжамды қолдануға байланысты берілген қасиеттері бар гидролизат бөлшектерінің шығуына қол жеткізуге болады. Гидролиз кезінде тұнбаға 95-96 % дейін титан бөлінеді, бұл ретте түзілетін метатитан қышқылы едәуір мөлшердегі SO_3 сіңіреді.

Процестің соңғы сатысында метатитан қышқылын екі сатыда сүзеді, онда оны хромофорлы қоспалардан жуу және ағарту жүзеге асырылады. Қажетті компоненттерді қосқаннан кейін титан диоксиді гидратының пастасын айналмалы барабанды қыздыру пештерінде ұзындығы 40-60 м қыздырады, нәтижесінде одан алдымен су ($200-300\text{ }^\circ\text{C}$), содан кейін SO_3 ($500-800\text{ }^\circ\text{C}$) шығарылады және $850-900\text{ }^\circ\text{C}$ кезінде бейтарап ($\text{pH} = 7$) өнім - титан диоксиді алынады.

Бұл кезеңде кептіру температурасын өзгерте отырып және қоспаларды (мырыш оксиді, титан хлориді сияқты) және басқа да әдістерді пайдалана отырып, рутилизацияны (яғни титан оксидін рутильді модификацияға қайта құруды) жүргізуге болады. Қыздырылған өнім екі сатыда ұсақталады және титан диоксидінің пигментіне белгілі бір тұтынушылық қасиеттерін беру үшін белгілі бір химиялық заттармен жүргізілетін беттік өңдеуге беріледі. Титан диоксидінің өңделген пигменті кептіріледі және микроұсақтауға беріледі, содан кейін буып-түйіледі және қоймаға жіберіледі.

Күкірт қышқылы әдісімен ильменитті концентраттардан жасалған 1 т титан диоксидін өндіруге арналған негізгі материалдардың шамамен шығыны мынаны құрайды: құрамында 42 % TiO_2 - 3,1 т болатын ильменитті концентрат; күкірт қышқылы (моногидрат) - 4-4,5 т; темір жоңқасы - 0,24 т. TiO_2 сульфатты тәсілмен алудың қағидаттық схемасы 2-суретте берілген.

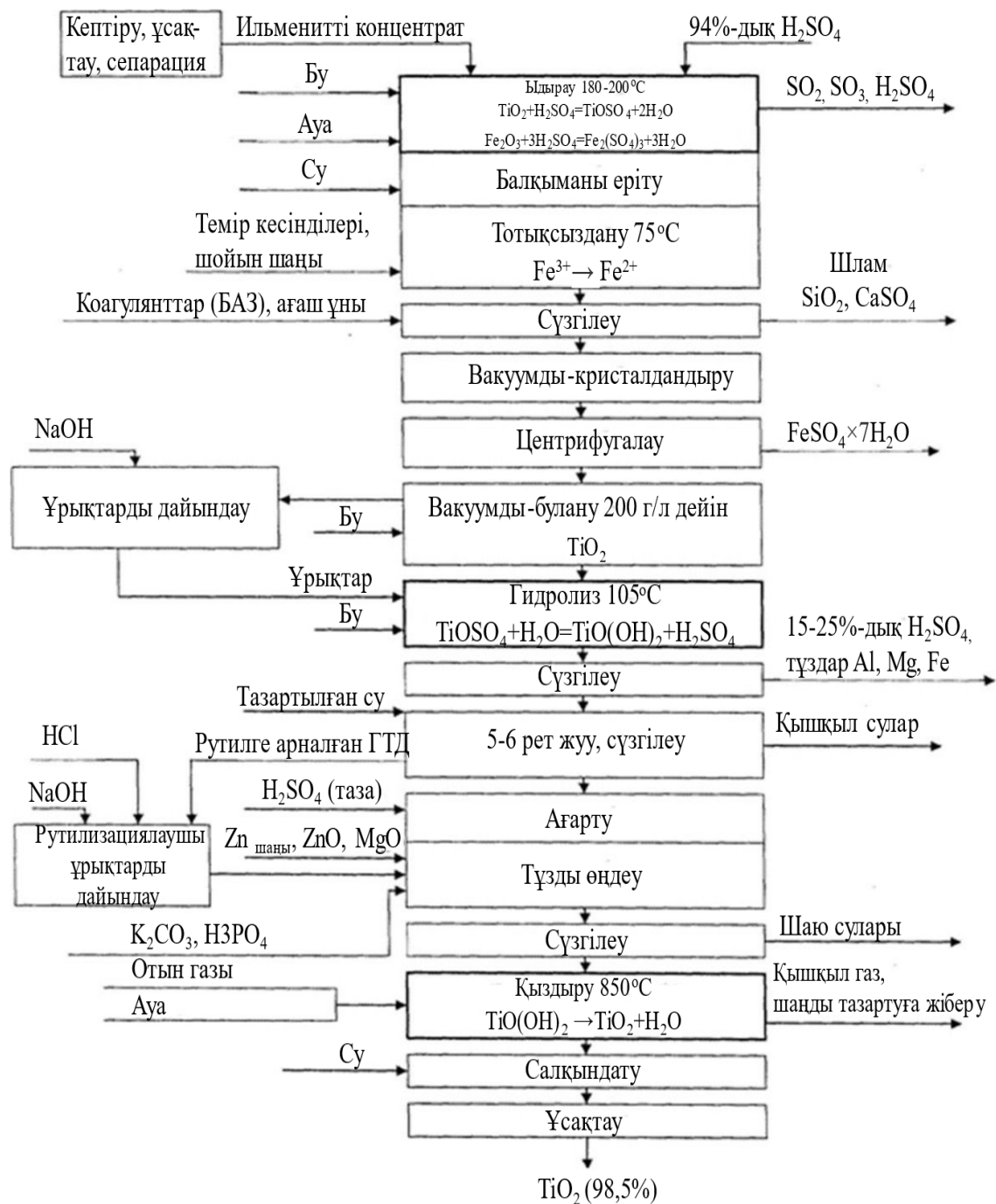
Ильменитті концентраттарды кенді қалпына келтіру кезінде алынатын титан шлактары да TiO_2 сульфатты әдіспен алу көзі бола алады. Шлактарда (70 % TiO_2), атап айтқанда, Канадада (Квебек провинциясы, Сорель маңында) зауыт жұмыс істейді.

Шлактардан күкірт қышқылды әдіспен титан диоксидін алу кезінде құрамында 190 г/л TiO_2 бар және темірдің аз мөлшері бар титан сульфатын шаймалаудан кейінгі ерітінділер ильменитті концентраттарды өңдеуге қарағанда жеңіл гидролизделеді. Алынатын гидролиз қышқылының құрамында ~ 9 г/л темір бар, бұл оның регенерациясын жеңілдетеді (2-сурет).

Осы технологияның негізгі артықшылықтары төмен капиталзаторлық пен шикізат материалындағы икемділіктен тұрады. Ал үлкен энергия шығындары, алынатын пигменттің әртүрлі сапасы, қиын іске асырылатын қалдықтардың көп мөлшері кемшіліктер болып табылады, мысалы, титан диоксидінің тоннасына сульфатты схема бойынша ильменитті қайта өңдеу кезінде сұйытылған 20-22 % гидролизді күкірт қышқылының көп мөлшері түзіледі (моногидратқа

есептегенде 1 т TiO_2 -ге 2 т ~) 2-3 т темір сульфатымен, 1-2 % титанилсульфатпен және басқа сульфаттардың бірнеше пайызымен ластанған.

Сульфат технологиясы бойынша кемшіліктерге қарамастан, әлемдегі барлық пигменттің шамамен 40 % -ы алынады.



2 - сурет – Титан концентраттарын сульфат әдісімен өндеудің қағидаттық схемасы

1.4.2 Титан шлагын хлорлы әдіспен өндеу

Титан диоксидін алудың хлорлы тәсілін DuPont фирмасы әзірлеген; тәжірибелік қондырғы 1948 жылы іске қосылды, ал 1958 жылы хлор технологиясы өнеркәсіптік масштабта енгізілді.

Технология табиғи немесе синтетикалық рутил көміртегімен (кокс, мұнай коксы және т.б.) және хлор газымен жоғары температурада реакцияға түсу арқылы титан тетрахлоридінің буын құрайды, ол тазартылғаннан кейін 1300-1800 °C оттегімен титан диоксидіне дейін тотықтанады.

Титан тетрахлориді аралық өнім болып табылатындықтан және металл титанды алу кезінде титан диоксидін хлорлы тәсілмен өндіру титан металлургиясына жалғасады (3-сурет).

TiO₂ хлорлы тәсілмен алынған кезде құрамында титаны бар кен төмен қысымда газ тәріздес хлормен реакцияға түседі, нәтижесінде титан тетрахлориді TiCl₄ және металл хлоридтерінің қоспалары пайда болады, олар кейіннен жойылады.



Содан кейін титан тетрахлоридінен TiO₂ мынадай тәсілдердің бірімен алуға болады:

– титан тетрахлоридінің су ерітінділерін гидролиздеу (кейіннен тұнбаны термоөңдеумен);

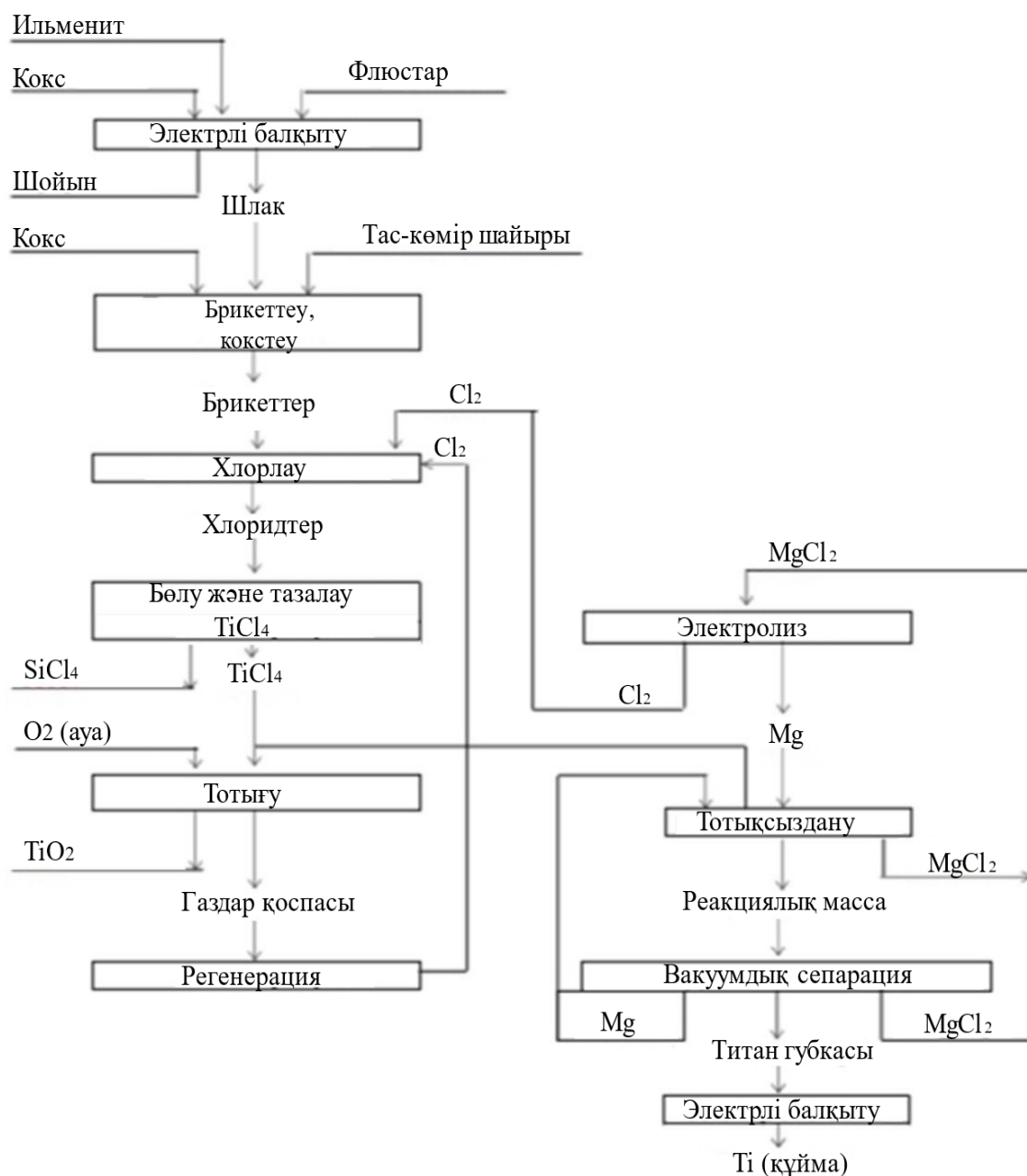
– титан тетрахлоридінің парофазалық гидролизі (титан тетрахлориді буының су буымен өзара әрекеттесуіне негізделген). Процесс әдетте 900-1000 °C температурада жүргізіледі;

– тетрахлоридті термоөңдеу (оттегі тогында жағу). Титан пигменттерін гидролизбен өндірудің өнеркәсіптік әдістері әзірленбеген. Олардың жалпы жетіспеушілігі - гидролиз кезінде пайда болатын тұз қышқылын немесе хлорлы сутекті пайдалану проблемасын қанағаттанарлықсыз шешу, оларды өндірісте қайтадан пайдалану үшін қайтару мүмкін емес.

Титан тетрахлоридін оттегімен жағу мынадай реакция бойынша өтеді:



Бөлінетін хлор титан тетрахлоридін алу үшін өндіріске қайтарылуы мүмкін, сондықтан жағу әдісі өнеркәсіпте қолданылады.



3 - сурет – Титан концентраттарын хлор әдісімен өндеудің қағидаттық схемасы

Хлорлы тәсілмен тотығу кезеңі бөлшектердің бөліну қисығы мен кристалды құрылымын жақсы бақылауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде жоғары жабындылығы және таратушы қабілеті бар титан диоксиді алынады.

Жағу кезінде бірдей мөлшердегі бөлшектерді алу мақсатында температураны тұрақты деңгейде ұстау, сондай-ақ пайда болған бөлшектер термиялық әсерде болатын уақыт кезеңін реттеу қажет. Дәл осы жану шарттары алынатын титан диоксидінің құрылымдық модификациясын айқындайды. Көбінесе мұндай әдіспен лак-бояу тауарларын өндіру үшін жарамсыз өнім алынады, өйткені оның құрамында 0,5 %-дан астам хлор бар. Сондықтан

процесті реакция температурасын белгіленген шектерде ұстауды және жану өнімдерін белгілі бір уақыт бойы ұстауды қамтамасыз ететін арнайы конструкциялы оттықтарда жүргізеді.

Монодисперсті өнім алу үшін жоғары температура аймағында титан диоксидінің болуы 0,01-5 с аспауы тиіс, Өртеу жағдайларына байланысты $TiCl_4$ титан диоксидінің рутил немесе анатаз құрылымы болады. Бастапқы реагенттерді 400 °С араластыру 0,5-1 мкм бөлшектердің өлшемімен анатазаның пайда болуына әкеледі. Оларды өртеген кезде 1000 °С дейін алдын ала қыздыруды құрамында 60 % дейін рутил бар өнім береді.

Титан тетрахлоридін кремний тетрахлоридінің қоспасымен (0,5-4 %) жағу титан диоксиді бөлшектерінің мөлшерінің азаюына әкеледі. Кремний тетрахлориді сондай-ақ титан диоксидінің фотоактивтілігін төмендетуге ықпал етеді. Жандыру өнімдеріне алюминий хлоридін (1-5 %) қосу анатаздың рутилге өтуін жеделдетеді. Дайын өнімдегі рутилдің үлесі реакцияның бірінші кезеңінде пайда болатын ұрық кристалдарының шоғырлануына байланысты.

Титан тетрахлоридін жағу кезінде алынатын титан пигменттерінде 0,6 %-ға дейін адсорбцияланған хлор болады. Мұндай өнімнің су суспензиясының $pH > 7$ болады және ол бояуларды дайындауға жарамсыз. Пигменттен хлорды десорбциялау оны 300-900 °С қыздыру арқылы жүзеге асырылады, бұл ретте хлор қоспасының құрамы 0,1 %-ға дейін төмендейді. Мұндай өнімнің 5-6,8 pH су сорғышы бар және бояулар мен эмальдар жасауға жарамды, бірақ кремний мен алюминий қосылыстарымен үстірт өңдеуді қажет етеді, бұл компоненттердің әртүрлі комбинацияларында дайын өнімнің әрбір нақты қолданылуы үшін оңтайлы қасиеттерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Сульфатпен салыстырғанда хлор тәсілі экологиялық таза және процесті үздіксіз режимде жүзеге асыру мүмкіндігінің арқасында жетілдірілген болып табылады, бұл өндірісті толық автоматтандыруды болжайды. Алайда ол шикізатқа таңдаулы, ал хлор мен жоғары температураны пайдалануға байланысты тоттануға төзімді жабдықты қолдануды талап етеді. Екі тәсілде де аралық өнім титан диоксиді кристалдарының кластерлері болып табылады, олар оңтайлы оптикалық қасиеттер беру үшін бөлінуі тиіс. Титан диоксидін түрлендіру үшін кремний және алюминий оксидтерін үстірт өңдеуді қамтитын бірнеше әдіс бар.

Экологиялық сипаттағы мынадай проблемалар: хлорид диоксидін хлоридтік тәсілмен өндіру кезінде хлор мен сутегі қосылыстарын пайдаланудың шешілмеген мәселесі, құрамында титан аз кендерді қайта өңдеу кезінде қатты қалдықтардың көп мөлшері, сарқынды сулардың ластануы және оларды тазарту қажеттілігі титан диоксиді рыногының дамуын біршама тежейтін маңызды фактор болып табылады. Дамыған елдерде қоршаған ортаны қорғау титан диоксидін сол немесе өзге әдіспен өндіруді дамытудың басым факторы болып табылады.

Сарапшылардың бағалауы бойынша құрамында TiO_2 жоғары шикізатты пайдаланатын титан диоксидін өндірудің өзіндік құнында бұл шикізаттың құны:

хлоридті тәсілмен – 43 %, сульфатты тәсілмен – 28 % құрайды. Құрамында TiO_2 аз шикізатты пайдалану кезінде осыған ұқсас көрсеткіштер тиісінше 20 және 14 % -ды құрайды.

1.4.3 Leeds процесі

2009 жылдың басында Лидс университетінің (Ұлыбритания) зерттеушілері жаңа экологиялық таза, ұзақтығы аз және арзан пигментті TiO_2 алу процесін әзірледі.

Жаңа процесс үш негізгі кезеңнен тұрады:

1) Минералдардың кешенді кенін химиялық құрылымын өзгерту мақсатында сілтінің қатысуымен 800-900 °С температурада ауада күйдіру.

2) Кейіннен қоспаларды қышқылмен сілтілеу және өнеркәсіптік қолданылатын жанама өнімдерді алу арқылы жылы су ағынымен өңдеу.

3) Қыздырғаннан кейінгі қалдық хлордың әсеріне ұшырайды, ол әдетте өнеркәсіптік жағдайларда қажетті көлеммен салыстырғанда 20 есе аз талап етіледі.

Leeds процесі шамамен 97 % пигментті TiO_2 шығаруды қамтамасыз етеді (қазір бұл көрсеткіш сала бойынша орташа 85 % құрайды). Дайын өнімнің шығуын ұлғайту компанияларға өндірістік шығындарды, сондай-ақ қалдықтарды кәдеге жарату шығындарын айтарлықтай қысқартуға мүмкіндік береді. Процесс барысында артық жылу мен көміртек диоксиді кәдеге жаратылады. Көміртек диоксиді сілтіні қалпына келтіру үшін пайдаланылады. Аталған әдісті әзірлеушілердің айтуынша, технология TiO_2 шығымын 99 % -ға дейін жеткізумен жетілдірілуі мүмкін. Бұл ретте процесс байытудың әртүрлі дәрежесіндегі кендерден TiO_2 бөлу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Енді Leeds мамандары Millennium Inorganic Chemicals компаниясымен өнеркәсіптік серіктестікте технологияны коммерциялық пайдалануға дейін жетілдіреді.

Қазіргі уақытта титан диоксидін хлорлы тәсілмен өндіру жөніндегі әлемдік қуаттар сульфат тәсілінің қуаттылығынан асып түседі және өсуі жалғасуда. ТМД-да титан диоксидінің барлық көлемінің 97 % жуығы сульфат тәсілімен шығарылып, кейіннен гидролиз және қыздыру арқылы шығарылады («Сумыхимпром» ААҚ және «Қырым Титаны» ЖАҚ, Украина). Титан тетрахлоридінің парофазалық гидролизі «Соликамск магний зауыты» ААҚ-да (Ресей, Соликамск, Пермь өлкесі) пайдаланылады және жуырға дейін «АВИСМА» ААҚ-да («ВСМПО-АВИСМА корпорациясы» ААҚ филиалы, Березники, Пермь өлкесі). «Химпром» ААҚ-да (Волгоград) титан тетрахлоридін плазмохимиялық тәсілмен өңдеу (жағу) әдісі пайдаланылды.

Пигмент өндірудің хлорлы тәсілінің сульфатты тәсілге қарағанда артықшылығы залалсыздандыруға жататын қалдықтардың едәуір аз мөлшерінде, өнімнің біршама жоғары сапасында, сондай-ақ күкірт қышқылы тәсіліне

салымдардың 60-75 %-ын құрайтын меншікті капитал салымдарында болып табылады.

Хлор тәсілі үшін неғұрлым қымбат шикізат - рутил қолданылатынына карамастан, хлор тәсілімен алынған 1 кг титанның пигменттік диоксидінің құны түптеп келгенде сульфат технологиясына қарағанда аз.

Хлор технологиясында қоспалардың құрамын шектейтін бастапқы титан шикізатына жоғары талаптар қойылатындықтан, соңғы жылдары балама ретінде титанның пигментті диоксидін алудың гидрометаллургиялық тәсілдері әзірленуде. Олардың көпшілігі титан бойынша байытылған шикізатты қышқылмен шаймалаудан тұрады.

1.4.4 Тұз қышқылы технологиясымен титан шлактарын қайта өңдеу

Тұз қышқылын шаймалау құрамында титаны бар шикізатты жаңғырту әдісімен жиі пайдаланылатын әдістердің бірі болып табылады.

Жұмыста жоғары хромдалған ванадий титан-магнетит концентраттарынан темір, титан, ванадий және хром алу тәсілі ұсынылады. Бұл процесс бірнеше кезеңді қамтиды: концентраттарды ішінара қалпына келтіру, магниттік бөлу, құрамында титаны бар қалдықтарды тұз қышқылымен сілтілеу және HCl сілтілеу кектерін сілтілі өңдеу. Ванадий мен хром ішінара қалпына келген кезде көбінесе титан қалдықтарында концентрацияланады. Содан кейін құрамында темір бар концентратты бөліп алу үшін жалпы құрамында темір 94,57 % бар магниттік сепарация жүргізіледі. Қышқылмен өңдеу кезінде ерітіндіге 90,8 % ванадий, 93,4 % хром алынды, бұл ретте титанның шығыны 0,3 % -дан аз болды. Содан кейін сілтімен өңдеу кезінде 96,3 % дейін кремний ерітіндісіне алынды және 93,39 % тазалығымен титанға бай шлак алынды. Эксперименттік жағдайларда темір, титан, ванадий және хром алудың жалпы көлемі тиісінше 88,3 %, 93,7 %, 81,7 % және 84,4 % құрады.

Ішінара қалпына келтірумен эксперименттер температуралық бақыланатын муфта пешінде (± 5 °C) жүргізілді. 120 г титан магнетит концентраты алдымен шаң көмірімен және аз мөлшерде Na_2CO_3 араластырылды. Na_2CO_3 болуы көміртекті газдандыру реакциясын жеңілдетеді және металл темір бөлшектерінің өсуін индукциялайды. Қоспаны кремний карбидінен жасалған герметикалық тигельге салып, тигельді муфельді пеште белгіленген температураға дейін қыздырды. Қалпына келтіру эксперименттері аяқталғаннан кейін қалпына келтірілген үлгілер қайтадан тотығуды болдырмау үшін бірден сумен салқындатылды, содан кейін алынған жартылай өнім 30 минут бойы ұсақталды, Содан кейін ұсақталған үлгілер магнитті сепаратормен бөлінді. Алынған титан концентраты ванадий мен хромды жақсы шоғырландырған.

Сілтілеу бойынша эксперименттер автоклавта жүргізілді. Титан концентраты бастапқыда Т:Ж қатынасы белгілі болғанда тұз қышқылының ерітіндісімен араластырылды. Автоклавта белгілі бір уақыт бойы температураны

ұстап тұрды, содан кейін тез салқындатты. Суспензияны сүзіп, сілтілегеннен кейін тазартылған сумен жуды. Содан кейін NaOH - 174,6 г/л, Т:Ж 1:3 80 °C сұйылтылған ерітіндімен 1 сағат бойы сілтілейді. Суспензияны сүзіп, қалдығын жуды, содан кейін 110 °C кептірді, содан кейін алынған жартылай өнімді 2 сағат бойы 750 °C қыздырды, бұл ретте титанға бай шлак пайда болды. деректері бойынша титан концентратын тұз қышқылымен сілтілеу кезінде кремний аморфты гидратталған кремний диоксиді түрінде болады, ол натрий гидроксидінің сілтілі ерітіндісінде оңай еритін.

Қолданыстағы технологиялармен салыстырғанда жаңа әдіс бірнеше артықшылықтарға ие:

– темір, титан, ванадий және хром неғұрлым жоғары алынатын баламалы процесс;

– ванадий мен хром жоғары температурада жүргізілетін балқыту, айырбастау және қыздыру процесін болдырмай, ішінара қалпына келтіру жолымен титан концентратында шоғырланатындай бақыланады;

– қалпына келтірілген үлгілердегі ванадий мен хром V^{3+} нысандарында болатындықтан, белгілі бір дәрежеде экологиялық таза болып көрінеді, ал қарапайым сілтілі өңдеуден кейін бұл металдар Fe^{2+} және Fe^{3+} аз мөлшерінің және олардың тиісті тотығу-қалпына келтіру әлеуеттерінің (Fujishima et al, 1995).

Титанға бай шлақтың құрамында 93,39 % TiO_2 , 0,27 % CaO және 1,62 % MgO бар, бұл хлорлау процесінің негізгі талаптарына жауап береді. Алайда құрамында 0,54 % бар түсті металдардың (V_2O_5 және Cr_2O_3) мөлшері хлорлау процесі үшін тым жоғары болып саналады және титанның пигментті диоксидінің сапасын қанағаттандырмайды.

1500-1600 °C электр балқытудан немесе 900-1000 °C қалпына келтіру күйдіруден кейін алынған титан шлағын байыту тәсілі ұсынылды, кейіннен темір бөлінеді, құрамы, массасы, %: TiO_2 - 35-40; $Fe_{жалпы}$ - 5-15; SiO_2 - 5-15; MgO - 2-12; MnO - 1-5; CaO - 2-10; Al_2O_3 - 5-15; Cr_2O_3 - 0,5-5.

Т:Ж = 1:8 ÷ 10 кезінде 12-18 % концентрациясымен тұз қышқылымен өңдеуге (стехиометрия бойынша жалпы екі есе артық болғанда), Т:Ж = 1:4 ÷ 6 кезінде 3-5 % натрий гидроксидінің ерітіндісімен жуғаннан кейін қатты өнімді кейіннен өңдеуге жатады. 2 сағат уақыт және 106-110 °C температура бойынша сілтілеудің оңтайлы шарттары. Нәтижесінде алынған өнім рентгендік аморфты құрылымдағы $TiO_2 \cdot H_2O$ титанның гидратталған диоксиді болып табылады. Рутильді пішінге ауыстыру үшін оны 800-900 °C қыздырады.

1.4.5 Қайта өңдеудің карботермиялық схемасы

Оксидті минералды қоспаларға карботермиялық әсерді пайдалана отырып өңдеудің технологиялық схемасы оксидті шикізатты термохимиялық қайта өңдеудің жоғары тиімді тәсілі болып табылады және хлорлы немесе сульфатты

тәсілге балама болып табылады. Ол титан және кремний компоненттерінің тиімді бөлінуіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Бұл ретте алынатын өнімдердің құрамын және, демек, бірқатар техникалық маңызды қасиеттерін реттеу мүмкіндігі пайда болатыны көрсетілген. Лейкоксенді 50 % концентратты вакуумдық карботермиялық өңдеудің ең маңызды нәтижелерінен Ti_3SiC_2 карбидосилицидтік фазасы негізінде наноламинатты материалдарды алуды атап өткен жөн.

Активтендірілген көмірмен ЛК оксидті компоненттерін карботермиялық қалпына келтіру 1800 К дейінгі температурада терең вакуумнан (10-3 Па) атмосфералық қысымға (105 Па) дейінгі газ ортасының қысымы.

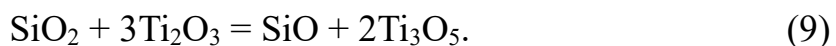
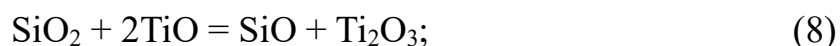
Лейкоксин концентратының бастапқы құрамы, %: SiO_2 -46-52, TiO_2 -45-50, Al_2O_3 -2-4, Fe_2O_3 -1-3.

Карботермиялық процесс екі бәсекелес реакцияның өтуі нәтижесінде субмикронды β -SiC және наноламинатты Ti_3SiC_2 фазаларын мақсатты түрде қалыптастыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген:

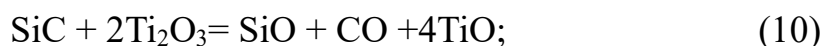


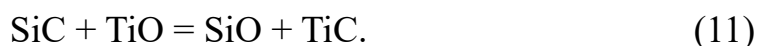
Екі жағдайда да күшейту агенті газ тәріздес SiO болып табылады. Карботермиялық процестің бастапқы және аралық сатыларында SiO кремний диоксидін көміртегімен және титанның төмен тотықтарымен қалпына келтіру нәтижесінде пайда болады. Карботермиялық процесс жағдайларында осындай өзара іс-қимыл жасау мүмкіндігі бұрын жұмыстарда орындалған термодинамикалық есептеулермен және модельдік жүйелермен эксперименттерде расталған.

SiO түзумен кремнийді газдандырудың негізгі реакциялары төменде келтірілген:



Карботермиялық процестің соңғы сатыларында кремнийдің оксидтік пішіннен карбидтік пішінге конверсиясы іс жүзінде толық аяқталған кезде SiO көзі SiC кремний карбиді болып табылады, ол мынадай реакциялар бойынша титан оксидін қалпына келтіре алады:





Реакциялық қоспада бос көміртегінің болуы, сондай-ақ газ фазасында СО жоғары болуы титан карбидінің силициленуін тежейді (5-реакция), бұл карботермиялық процестің көбінесе субмикронды β -SiC пайда болу жағына ығысуына әкеледі. Осылайша, көміртегінің бастапқы концентрациясы және реакция аймағынан газ тәрізді өнімдерді (SiO және СО) жою режимі өнімнің соңғы құрамын реттеуге мүмкіндік беретін негізгі факторлар болып табылады.

Нәтижесінде ЛК карботермиялық қайта өңдеу барысында газ ортасының қысымы атмосфералықтан төмен болғанда және бастапқы шихтадағы активтендірілген көмірдің шоғырлануы 11-ден 17 мас. % -ға дейін болғанда лейкоксен шикізатының құрамында титан және кремний бар компоненттерінің терең бөлінуі қамтамасыз етілетіні көрсетілген.

Лейкоксин концентратын карботермиялық өңдеуден кейін алынған өнімнің құрамы, %: SiO₂-0,4-36, TiO₂-55,0-95,4, Al₂O₃-0,1-3,6, Fe₂O₃-1,2-4,6.

Бұл тәсілдің жетіспеушілігі технологияның үлкен температураларды талап етуінде, демек электр энергиясы көп жұмсалуда. Титан диоксидін кремний, темір және басқа да элементтер қоспаларынан тазартудың қосымша процестерін талап етеді. Алынған деректер кезінде титан мен кремний диоксиді бойынша талдау нәтижелерінің үлкен айырмашылықтары бар.

1.4.6 Титан шлактарын азот қышқылымен ашу

Жұмыстың деректеріне сәйкес шлакты бөлшектердің өлшемінен кем 50 мкм, металл қоспаларды жою үшін магниттік сепарацияға ұшырады және 30 °С температурада азот қышқылының 95 ерітіндісімен өңдейді, Т: Ж = 1: 5,5 1 сағат бойы. Пайда болған пульпаны сүзіп, құрамында титан мен кремнийдің гидратталған диоксидтері бар кек бөліп алды.

Титан диоксиді мен кремний негізінде алынған кек 95 °С температурада 5 % NaOH ерітіндісінде үш рет өңделді, Т: Ж = 1:5 1 сағат бойы. Натрий қоспасынан тазарту үшін кек қосымша 5 % азот қышқылының ерітіндісімен өңделді. Бұл ретте кектен SiO₂ алу 97 % -ды, ал қойыртпақты сүзу кезіндегі TiO₂ шығындары 2 % -ды құрады. Нәтижесінде құрамның титан концентраты алынды, массасы, %: TiO₂-85,4; SiO₂-7,82; Al₂O₃-2,04; MgO-0,40; Fe₂O₃-2,16; Na₂O -0,24.

1.4.7 Титан шлактарын автоклавты ашу әдісімен өңдеу

Жұмыста титан шлагы құрамы, массасы, %: 92,5 - TiO₂; Fe_{жалпы} - 0,90; MnO - 2,82; Al₂O₃ - 2,17; CaO - 0,84; SiO₂ - 0,64; MgO - 0,41 автоклавта массалық қатынасы Т:Ж = 1:4 және 220 °С болған кезде 10 моль·кг - 1 Н₂O концентрациясымен натрий гидроксиді ерітіндісімен 4 сағат бойы өңделді,

Қойыртпақ 80 °С температурада салқындатылды, сүзілді, жуылды және кептірілді. Алынған жартылай өнімді $\text{Na}_4\text{Ti}_3\text{O}_8$ негізінде рН 0,2 және Т: Ж = 1:5 кезінде тұз қышқылының ерітіндісінде сілтілейді, 5 сағат бойы тұндырады және қышқыл ерітіндіден бөліп алады. Нәтижесінде құрамында 98,4-99,4 % TiO_2 бар титан диоксиді алынды.

1.4.8 Каустикалық шаймалау процесі

Құрамында 8-17 % TiO_2 бар шлактарды қайта өңдеу технологиясы ұсынылды, онда титанның пигментті диоксидін және металды титанды алу үшін титанның құрамы бойынша талаптарды қанағаттандыратын өнімдер алынды. Ол екі бағытты қамтиды. Күкірт қышқылы тәсілімен пигмент өндіру кезінде пайдаланылатын аносвит концентратын алу үшін титан шлағы төрт сағат бойы салқындату кезінде 1300 °С температурада модификатор қоса отырып ұсталады. Ұсақтағаннан және ұсақтағаннан кейін гравитациямен немесе аносвит флотациясымен байытылады, шламдар күкірт қышқылымен және сілтімен сілтіленеді. Алу үшін металл титан хлор технологиясы бойынша шлақты балқытуда немесе модификатормен күйдіру кезінде қосымша тотықтандырады, содан кейін ұсақтағаннан және ұсақтағаннан кейін рутил концентраты бөлінеді.

Натрий немесе калий гидроксидін ыдырату арқылы титан шлағынан титан диоксидін алудың жаңа процесі ұсынылды. Ильменитті КОН немесе NaOH концентрацияланған ерітіндісінде атмосфералық қысымда ыдыратады және құрамында титаны жоғары және темірі төмен аралық өнім алады.

Ильмениттің КОН концентрацияланған сілтілі ерітіндісінде ыдырауы калий титанатының ($\text{K}_4\text{Ti}_3\text{O}_8$) және темір оксидінің пайда болуына әкеледі, ол мынадай реакция бойынша өтеді:



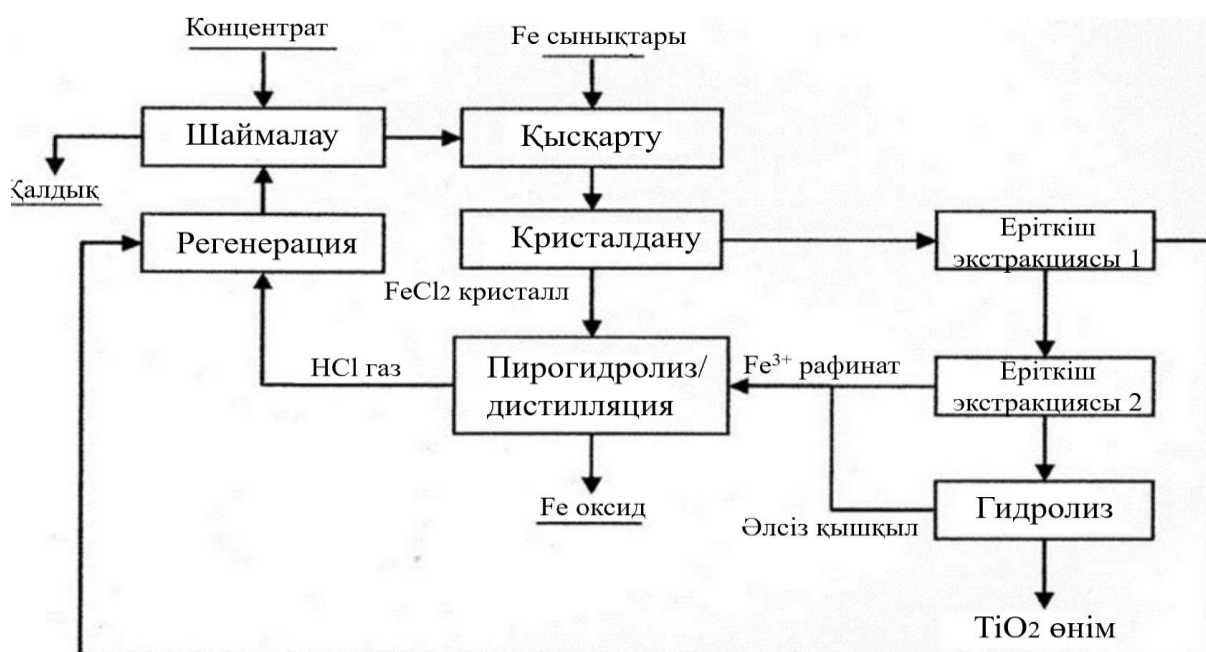
Калий титанатын фазалық түрлендіру 2 минут ішінде 25 °С рН қышқыл ерітіндісінде калий титанатын гидролиздеу жолымен жүзеге асырылды.

TiO_2 кристаллизациялық анатазын қалыптастыру үшін алынған гидратталған титан диоксиді 400 °С температурада қыздырылды. Мұндай жағдайларда титан шлағынан шамамен 95-98 % Ti алынады, бұдан басқа, TiO_2 тазалығы 99,3 % құрайды (4-сурет).

Титан шлактарынан титан диоксидін алу үшін ұқсас каустикалық шаймалау процесі жұмыстарда да кездеседі.

Жұқа ұсақталған титан шлағы (-61 + 51 мкм) 10 сағат бойы 1:4 °С температурада Т: Ж 220 қатынасымен М NaOH 4 өзара әрекеттесуге ұшырады. Бұл ретте TiO_2 -дің $\text{Na}_4\text{Ti}_3\text{O}_8$ нысанында толық дерлік еруіне қол жеткізілді. Рутильді құрылымы бар титан диоксиді рН 1,2 диапазонында 100 °С

температурада тұз қышқылымен қышқылдандыру жолымен алынды. Бұл ретте TiO_2 тазалығы 99 % -ды құрады.



4 - сурет – Титанның таза диоксидін алудың принципті технологиялық схемасы

Басқа процестермен салыстырғанда титан шлактарын өңдеу, сілтілі ерітінділерде сілтілеу процесі салыстырмалы түрде жұмсақ жағдайларда өтеді және жоғары алу салыстырмалы төмен температура мен атмосфералық қысым кезінде алынады. Демек, бұл технологияның энергияны тұтынуы қолданыстағыдан төмен.

Титан шлагы бөлшектерінің өлшемі 45 мкм дейін ұсақталған. Натрий гидроксидімен титан шлагын балқыту $TiO_2:NaOH = 1:2$ қатынасында және 850 °С температурада жүргізілген. Спекті сумен шаймалау процесіне температураның әсері Т: Ж = 1: 3,8 арақатынасы кезінде 25-75 °С температуралар аралығында жүргізілді.

Сілтінің негізгі мөлшерін бөлгеннен кейін Т: Ж = 1:2 арақатынасы кезінде тұнбаны екі рет жуу жүргізілді.

Алынған өнеркәсіптік өнімдегі титан диоксидінің құрамын қышқылмен өңдеу кезінде ерітіндіге қоспаларды алу есебінен арттыруға болады. Тұз қышқылымен ерітінді концентрациясының титан өнеркәсіптік өнімінің сілтілену дәрежесіне әсері Т: Ж = 1:5 кезінде 95 °С температурада 1,5 сағ кезінде 63-187 г/дм³ шоғырланулар аралығында жүргізілді, Бұл ретте титан концентраты алынды, % : TiO_2 -85,8; FeO-2,26; SiO_2 -7,66; Al_2O_3 -0,045; Na_2O - 0,033; CaO-0,041; MgO-0,052; ылғалдылығы-4.

Титан губкасын алуға келіп түсетін титан шлагындағы кремнийдің құрамы 3,5 % -дан аспауы тиіс. Осыған байланысты титан диоксиді негізінде алынған өнімді кремнийден тазарту қажет болды. Содан кейін рутил концентратын қосыту процесінің ұзақтығының әсері және жоғары жиіліктегі титан диоксидін

алу бойынша зерттеулер жүргізілді. Бұл ретте сілтінің әсері 90 °С жоғары температурада болды және сілтілі өңдеудің бірінші сағатында кремний толығымен ерітіндіге өтеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде рутил концентратын қарсыздандырудың оңтайлы жағдайлары анықталды: Т: Ж = 1:6 арақатынасы, натрий гидроксиді ерітіндісінің концентрациясы 14-15 г/дм³, процесті жүргізу температурасы 90-95 °С, ұзақтығы 1,5 -2,0 сағ.

Оңтайлы жағдайларда құрамындағы салқындатылған рутил концентраты мас, %: TiO₂ - 91-92; FeO - 2,3-2,5; SiO₂ - 1,7-2,0; Al₂O₃ - 0,008-0,01; CaO - 0,06-0,08; MgO - 0,07-0,08; Cr₂O₃ - 0,04-0,06; ылғалдылығы - 4, бұл ретте титан диоксиді, рентгендік-фазалық талдау деректері бойынша рутилдің монофазасымен ұсынылған.

1.4.9 Титан шлагын алдын ала күйдіру және одан әрі әртүрлі реагенттермен шаймалау әдісімен өңдеу тәсілдері

Басқа зерттеулер әртүрлі сілтілі реагенттері бар төмен тотықты шлақты күйдіруге негізделген.

Күйдіру - бұл кен шикізатын немесе титан шлагы сияқты аралық өнімдерді өңдеу кезінде металдарды бөлу үшін пайдаланылатын жалпы қабылданған металлургиялық процестердің бірі. Сілтілі күйдіру кеңінен қолданылады. Сілтілі күйдірудің рөлі қосарланған: біріншіден, титан диоксидін кремний қосындыларынан және басқа қоспалардан химиялық бөлу; екіншіден, сілтімен күйдіру кезінде металдардың еритін натрий тұздары пайда болады, оларды сулы сілтілеудің келесі кезеңдерінде жоюға болады. Алюминий және кремний сияқты элементтердің қоспалары тез еритін қосылыстарды құрайды, олар жуылады, ал темір, магний және кальций ерімейтін қосылыстарды құрайды, олар қышқылды сілтілеумен жойылады.

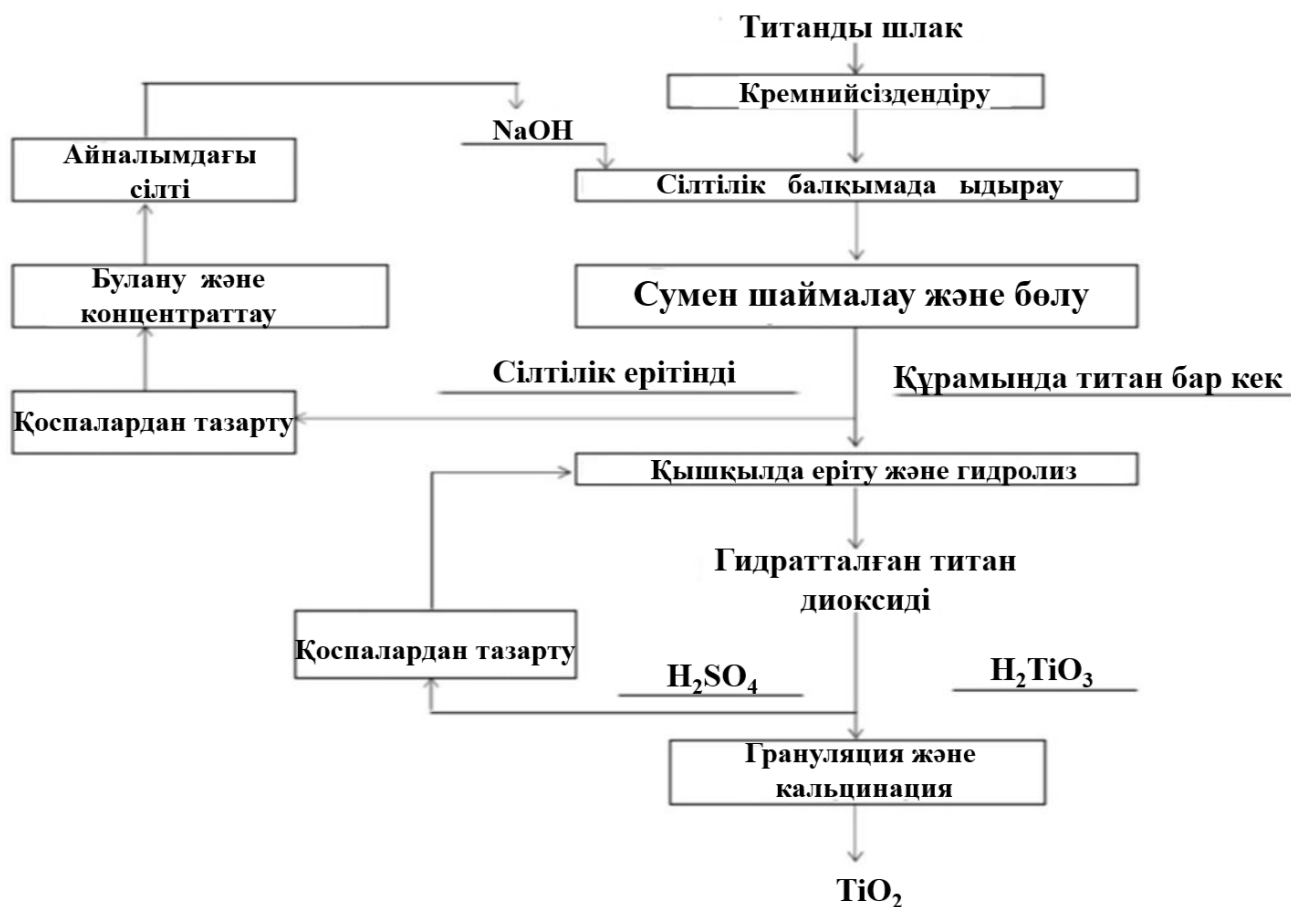
Натрий гидроксиді бар титан шлагын жентектеген кезде титан, кремний, ванадий және алюминий суда еритін титанаттар, ванадаттар, силикаттар, алюминаттар түзеді, ал титан күкірт немесе тұз қышқылында еритін тұнбада қалады, ол одан әрі титан қышқылын бөліп шығарады. Алынған өнім қыздыру арқылы титан диоксидінің ақ пигментіне аударылады.

Жоғары сапалы пигментті титан диоксидін өнеркәсіптік алудың жаңа технологиясы әзірленді, құрамы, массасы, %: TiO₂ - 78,5; Fe_{жалпы} - 7,73; Al₂O₃ - 2,36; CaO - 0,66; MgO - 5,57; MnO - 0,30; SiO₂ - 2,75; Cr₂O₃ - 0,21, құрамында титаны бар ерітіндіні темір қоспаларынан тазарту, гидролиз және қыздыру үшін Т: Ж = 1:10 қатынасы кезінде 2 моль/дм³ концентрациясымен сілтілі күйдіруді, тұз қышқылы ерітіндісімен сілтілеуді және кейіннен амин экстрагенттерімен экстракциялауды қоса алғанда, 1 сағат бойы 50 °С температурада титанның пигментті диоксидін ала отырып титан қышқылы.

Ең қызығы - титан концентратын өңдеуден шлактардан титанның пигментті диоксидін алу технологиясы. Технологиялық сызбаға сәйкес

(4.2-сурет) титан шлагы 500 °С температурада, ұзақтығы 60 мин, сілтінің қатынасы: шлагы = 1:1 болғанда титан, силикат және натрий алюминаты пайда болатын натрий гидроксидінің сілтілі балқымасында ыдырайды.

Алынған жіктеуішті 50 °С температурада, Т:Ж = 1:5 қатынасында сумен сілтілейді, 20 минут ішінде ванадий, ішінара алюминий, кремний және марганец ерітіндіге өтеді. Алынған ерітінді қоспалардан тазартылып, концентрацияланғаннан кейін шлакты күйдіруге қайтарылады. Жуылған құрамында титаны бар тұнбаны титан оксосульфатының ерітіндісін алу үшін 20 % күкірт қышқылының ерітіндісінде ерітеді.



5 - сурет – Титанның таза диоксидін алудың принципті технологиялық схемасы

Тазартылғаннан кейін сульфат ерітіндісін термиялық гидролиздейді және негізгі қоспаларды жойғанға дейін жуылатын H₂TiO₃ титан қышқылын тұндырады. Одан кейін титанның пигментті диоксидін алумен 800 °С қыздыру қажет.

Кальцийленген содасы бар титан шлагын күйдіру өнімдерін үш сатылы гидрометаллургиялық өңдеуге негізделген тәсіл ұсынылды. Құрамында шлагы бар, %: TiO₂ - 72,0; Fe_{жалпы} - 12,65; SiO₂ - 0,9; Cr₂O₃ - 0,32; V₂O₅ - 0,55 - 1 сағат бойы 850 °С температурада Na₂CO₃: шлак = 0,55: 1 массалық қатынасында содамен пісірілген, содан кейін хром мен ванадий тұздарын кетіру үшін суда

сілтіленген. Алынған кек NaFeTiO_4 , $\text{Na}_2\text{TiSiO}_5$ және Na_2TiO_3 қосылыстары негізінде қайнаудың екінші сатысында 0,5 сағ ішінде өңделді, Нәтижесінде құрамында мыналар бар жартылай өнім алынды, %: TiO_2 - 87,5, $\text{Fe}_{\text{жалпы}}$ - 0,05 және SiO_2 - 9,25, одан 3 - сатыда 2 М NaOH ерітіндісінде 60 - 70 °С температурада 1 сағ SiO_2 -1,9. Салмақтық арақатынасы: шлақтың = 0,55:1 күйежентектеу кезінде шлақтың компоненттерін, айналдыруға стехиометриялық қажетті сода мөлшерінің 43,8 % сәйкес келетінін және суда еритін натрий силикатының пайда болуы үшін жеткіліксіз екенін атап өткен жөн. Сондықтан өнімнен кремний диоксидін жою NaOH ерітіндісінде қосымша сілтілеуді талап етеді. Бұдан басқа, тұз қышқылды ерітіндіде шаймалаудың екінші сатысында пайда болатын кремнезем гидrogелі жартылай өнімді сүзу және жуу кезінде айтарлықтай қиындықтар туғызады.

Құрамында (%) TiO_2 - 66 бар титан шлагы болып табылатын жоғарыда айтылған тәсілді оңайлатуға әрекет жасалды; $\text{Fe}_{\text{жалпы}}$ - 4,97; SiO_2 - 2,62; Al_2O_3 - 5,89; $\text{Mn}_{\text{жалпы}}$ - 0,87; CaO - 0,35; MgO - 0,30; Cr_2O_3 - 0,62, бөлшектердің өлшеміне дейін 50 мкм-ден кем ұсақтады, Na_2CO_3 қатысты алынған кальцийленген содамен араластырады: шлақты (0,98-1,15): 1 тең және 900 сағат бойы 1 °С температурада пісіреді. Алынған спек 80 °С температурада 1 сағат бойы құрамында темір-титан бар тұнба мен құрамында силикат пен натрий хроматы бар ерітінді алынатын суда ұсақталып, сілтіленді. Пульпаны вакууммен Бюхнердің құйғышы арқылы сүзгіден өткізген. Құрамында натрий титаны, темір гидроксиді және ішінара кремний гидроксиді бар шөгінді Ж: Т = 20 % кезінде 3:1 сағат бойы қайнау температурасында тұз қышқылды ерітіндімен (0,5 HCl) өңделді. Құрамында темір хлориді бар ерітінді ортотитан қышқылы (H_4TiO_4) және кремний диоксиді қалдығы бар тұнбадан бөлінеді. Тұнба 900 °С температурада 1 сағат бойы құрамында (%) TiO_2 - 97,15-97,25 бар титан диоксиді концентратын алумен кептіріліп, қыздырылды; $\text{Fe}_{\text{жалпы}}$ - 0,70-0,98; SiO_2 - 1,00-1,31; Al_2O_3 - 0,06; $\text{Mn}_{\text{жалпы}}$ - 0,03; CaO - 0,07-0,10; MgO - 0,07; Na_2O - 0,1-0,28.

Бұл тәсілдің жетіспеушілігі процестің ұзақтығында, титан диоксидін алудың төмен дәрежесінде және соңғы өнімде кремний мен темірдің жоғары болуында болып табылады.

2. Тәжірибелік бөлім

2.1 Шаймалау процесінде қолданылған концентрат

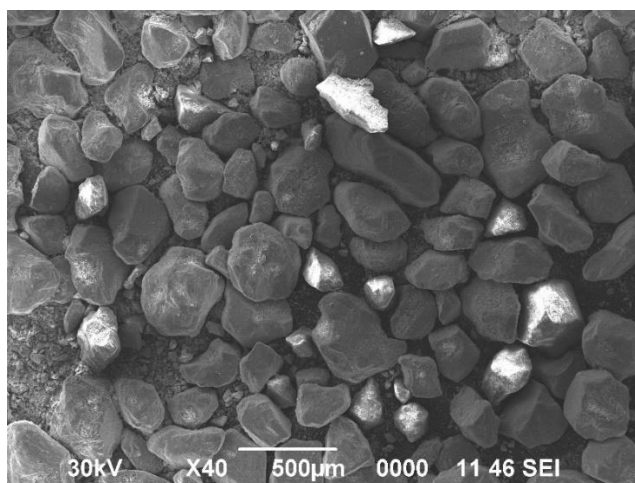
Шаймалау процесінде магнитті байытудан кейінгі титаномагнетитті ильменитті концентратты қолдандық. Тәжірибелік бөлімде жалпы жасалынған тәжірибелер саны - 14 құрайды, оның ішінде шаймалау процесіне температураның, шаймалау ұзақтығының және сілті концентрациясының әсері зерттелген. Титаномагнетитті ильменитті концентраттың құрамы 1 - кестеде көрсетілген және концентраттағы титан оксидінің (TiO_2) мөлшері - 44,3 %, темірдің (Fe) мөлшері - 36,5 %, кремний диоксидінің (SiO_2) мөлшері - 2,16 %, алюминий оксидінің (Al_2O_3) мөлшері - 2,55 %, магний оксидінің (MgO) мөлшері - 2,52 %, марганец оксидінің (MnO) мөлшері - 0,68 %, ванадий оксидінің (V_2O_5) мөлшері - 0,22 %, күкірт (S) мөлшері - 0,4 % құрайды.

Кесте 1 – Шаймалау процесінде қолданылған ильменит концентратының құрамы

Концентрат	TiO_2	Fe_2O_3	Fe	SiO_2	Al_2O_3	MgO	MnO	V_2O_5	S
Ильменит концентраты	44,3	-	36,5	2,16	2,55	2,52	0,68	0,22	0,4

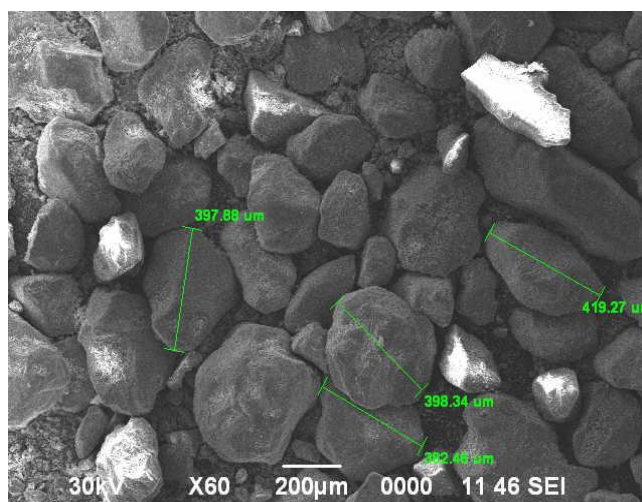
Сонымен қатар, тәжірибе барысында ильменит концентратын электрондық микроскопияда әртүрлі өлшемдерде үлкейтілген сұлбалары бейнеленген. Үлкейту өлшемдерінің диапазоны 40 - 4500 нм-ді құрайды және микрографтарда түйіршіктердің микроқұрылымдары айқын көрінеді, соның арқасында жай көзге бірдей болып көрінген ильменит концентраттарының түйіршіктерінің әртүрлі диаметрде екенін, түйіршік беттерінің біркелкі тегіс емес екендігін аңғаруға болады.

6 - суретте ильмениттің аналитикалық микроскоппен 40 есе үлкейтілген сұлбасы бейнеленген және суреттен байқағандай, ильменит түйіршітері тек диаметр және қалпы жағынан ғана емес, сонымен қатар, түйіршік түстерімен де бір-бірімен ерекшеленеді, ақшыл түстен қою қараға дейінгі түйіршіктерді байқаймыз.



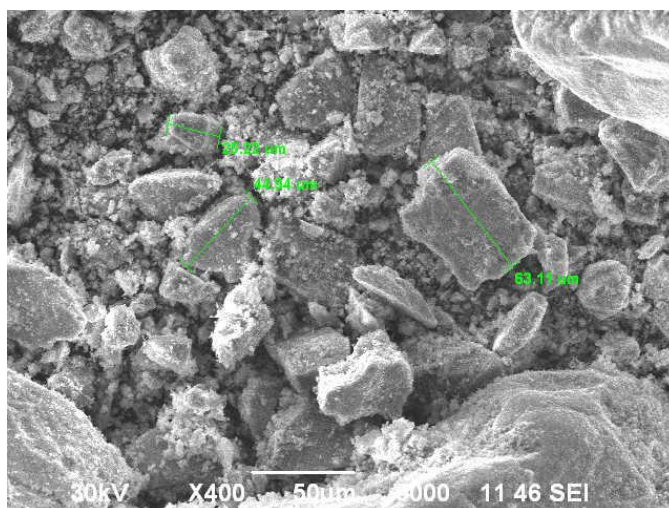
6 - сурет – Ильмениттің аналитикалық микроскоппен 40 есе үлкейтілген сұлбасы

Келесі суретте ильмениттің аналитикалық микроскоппен 60 есе үлкейтілген сұлбасы және түйіршіктердің орташа ірілігі бейнеленген. Бұл суретте де түйіршіктер өзара түстерімен, диаметр және қалыптасу формаларымен айрықшалаанады. 60 есе үлкейтілген кездегі түйіршіктердің орташа ірілігі 380 - 420 мкм аралағын құрайды.



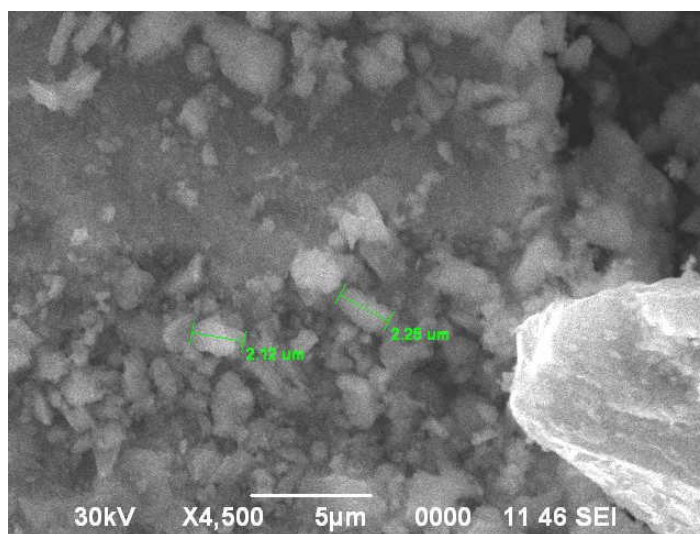
7 - сурет – Ильмениттің аналитикалық микроскоппен 60 есе үлкейтілген сұлбасы және түйіршіктердің орташа ірілігі

Ильмениттің аналитикалық микроскоппен 400 есе үлкейтілген сұлбасы және түйіршіктердің орташа ірілігі 8 - суретте көрсетілген. Бұл суреттен байқайтынымыз, түйіршіктер ірілігін өлшеу үшін 3 тәжірибе жасалынған және олардың орташа ірілігі өте үлкен, мысалға, 25,22 мкм, 44,94 мкм, 63,11 мкм-ді құрайды. Сонымен қатар, 6 - 7 - суреттердегідей түйіршіктердің беттік формалары шашыраңқы, тегіс емес және өте майда дисперсті күйде болатыны анықталды.



8 - сурет – Ильмениттің аналитикалық микроскоппен 400 есе үлкейтілген сұлбасы және түйіршіктердің орташа ірілігі

Ильмениттің аналитикалық микроскоппен 4500 есе үлкейтілген сұлбасы 9 - суретте бейнеленген және түйіршіктердің орташа ірілігі зерттелген. Зерттеу барысында анықталған түйіршіктердің орташа ірілігі өзара шамалас, 2,12 мкм және 2,25 мкм екені анықталды. Сонымен қатар, түйіршіктер әлсіз көрінгеннен бөлек, өте ұсақ, шаң күйінде болатыны белгілі болды.



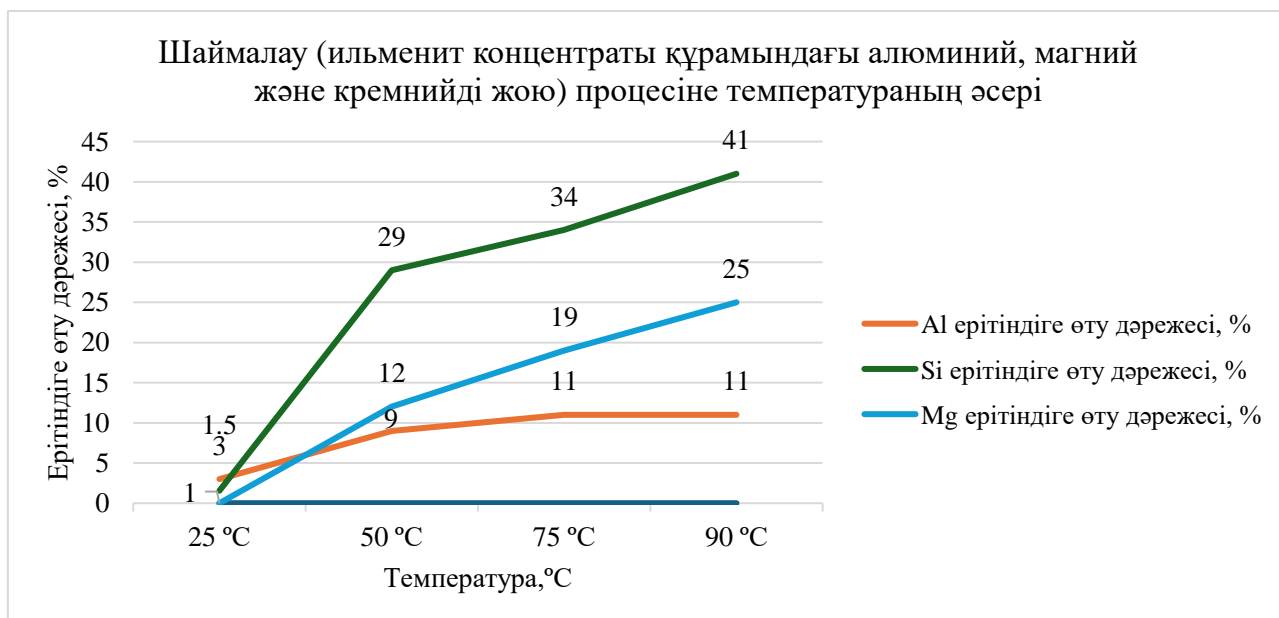
9 - сурет – Ильмениттің аналитикалық микроскоппен 4500 есе үлкейтілген сұлбасы

2.2 Ильменит концентратын шаймалау процесін зерттеу

10 - суретте шаймалау (ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний мен кремнийді жою) процесіне температура әсері бейнеленген. Шаймалау процесіне 250 г/л NaOH ерітіндісі қолданылды, шаймалау уақыты 5 сағат болған кезде барлық үш элементтің, яғни, алюминий, магний және кремнийдің ерітіндіге өту дәрежесі температура артқан сайын ұлғаятындығын байқаймыз. Соның ішінде, алюминий үшін ерітіндіге өту дәрежелерінің айырмасы көп емес және де 75 °С, 90 °С температура кезінде тұрақты 11 %-ды құрайды. Кремний үшін 25 °С мен 50 °С температура аралығындағы ерітіндіге өту дәрежесіндегі үлкен айырмашылықты байқасақ, магний үшін де алғашқы температуралар кезінде едәуір айырмашылық бар. Қорыта келе, магний, алюминий және кремний үшін ең оңтайлы және көбірек ерітіндіге өту дәрежесі жоғары температураларда, біздің жағдайда 90 °С температура кезінде байқалды.

Кесте 2 – Шаймалау (ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний және кремнийді жою) процесіне температураның әсері

Температура	Al ерітіндіге өту дәрежесі, %	Si ерітіндіге өту дәрежесі, %	Mg ерітіндіге өту дәрежесі, %
25 °С	3	1.5	1.0
50 °С	9	29	12
75 °С	11	34	19
90 °С	11	41	25

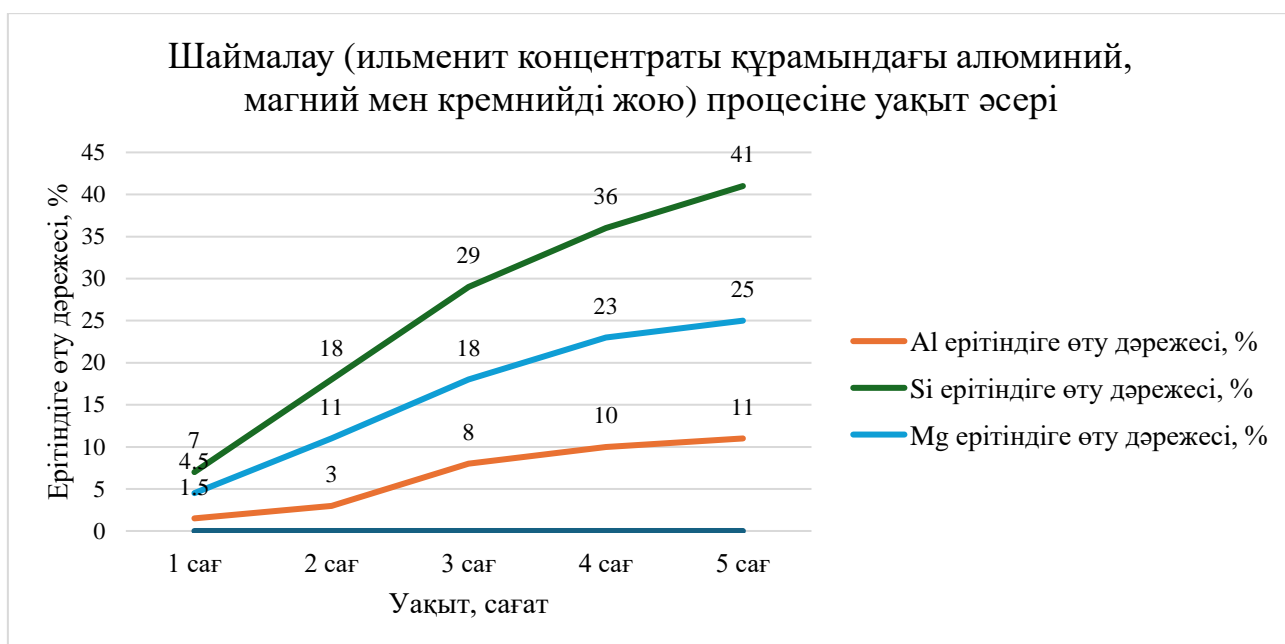


10 - сурет – Шаймалау процесіне температура әсері

11 - суретте шаймалау (ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний мен кремнийді жою) процесіне уақыттың әсері бейнеленген. Шаймалау процесіне 250 г/л NaOH ерітіндісі қолданылды, температура 90 °С кезде және шаймалау процесінің ұзақтығы артқан сайын алюминийдің, кремнийдің және магнийдің ерітіндіге өту дәрежелерінің артқанын байқауға болады. Сонымен қатар, алюминий мен магний үшін ерітіндіге өту дәрежесі 4-5 сағаттарда азайып, тұрақтала бастаса, ал кремний үшін әр сағат сайын ерітіндіге өту дәрежесі 7-10 %-ға артып отырды.

Кесте 3 – Шаймалау (ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний мен кремнийді жою) процесіне уақыт әсері

Уақыт, сағ	Al ерітіндіге өту дәрежесі, %	Si ерітіндіге өту дәрежесі, %	Mg ерітіндіге өту дәрежесі, %
1 сағ	1,5	7	4,5
2 сағ	3	18	11
3 сағ	8	29	18
4 сағ	10	36	23
5 сағ	11	41	25



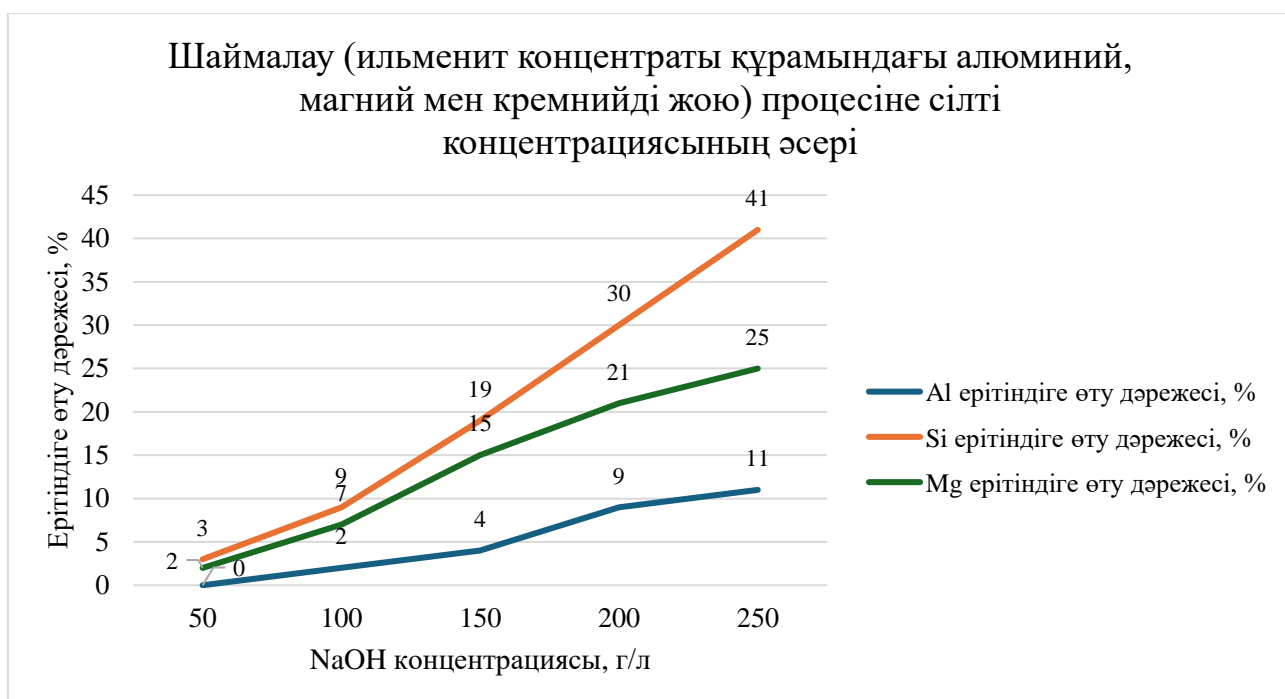
11 - сурет – Шаймалау процесіне уақыт әсері

12 - суретте шаймалау (ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний мен кремнийді жою) процесіне сілті концентрациясының әсері бейнеленген. Шаймалау процесінің ұзақтығы 5 сағат, температура 90 °С кезінде NaOH концентрациясы 50 - 250 г/л шамасында болды. 50 г/л концентрация кезінде алюминий ерітіндіге өтпеді, ал кремний мен магний үшін өту дәрежелері

2 - 3 % құрады. Алюминийдің ерітіндіге өтуі үшін NaOH концентрациясы кем дегенде 100 г/л-ді құрауы қажет. Қорыта келе, үшеуі үшін де ең қолайлы NaOH концентрациясы 250 г/л болды.

Кесте 4 – Шаймалау (ильменит концентраты құрамындағы алюминий, магний мен кремнийді жою) процесіне NaOH концентрациясының әсері

NaOH концентрациясы, г/л	Al ерітіндіге өту дәрежесі, %	Si ерітіндіге өту дәрежесі, %	Mg ерітіндіге өту дәрежесі, %
50	0	3	2
100	2	9	7
150	4	19	15
200	9	30	21
250	11	41	25



12 - сурет – Шаймалау процесіне сілті концентрациясының әсері

3 Экономикалық бөлім

Бұл бөлімде дипломдық жұмыстың экономикалық шығындары есептелді, атап айтқанда:

- реагенттер шығыны;
- электр энергиясының шығыны;
- ыдыс шығындары;
- су шығындары;
- жалпы шығындар мөлшері.

Экономикалық шығынды есептеу бізге болашақта ильменитті концентратты шаймалауда қажет болатын шығын мөлшерін анықтауға және дайын өнімнің бағасын дұрыс есептеуде маңызды рөл атқарады.

3.1 Реагенттер шығынын есептеу

Дипломдық зерттеулер кезінде әртүрлі шикізаттар, құрылғылар және реагенттер қолданылады, соның ішіндегі реагенттердің шығыны 5 - кестеде көрсетілген.

Кесте 5 – Реагенттердің шығыны мен бағасы

Реагенттер	Шығыны, л	1 л үшін бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
NaOH	0,27	630	170,1
Дистильденген су	1,5	250	375
Барлығы			545,1

3.2 Электр энергиясының шығынын есептеу

Осы зерттеу жұмысы кезінде қолданылған электр шығындарын есептеу, тәжірибелік жұмыс аналитикалық таразының, араластырғыштың, вакуум-насосының және рН-метрдің көмегімен жүргізілді. Есептеу мәндері төменгі кестеде берілген.

Кесте 6 – Электр энергиясының шығыны

Қондырғылар	Қуаты, кВт/сағ	Жұмыс сағат саны	Жалпы бағасы, тг
Аналитикалық таразы	0,05	1	1,158
Жарық	10	70	16212
Араластырғыш	0,013	70	21,076
Вакуум-насос	1,2	70	1945,44
pH-метр	0,3	70	486,36
Барлығы:			18666,034

1кВт сағатқа тариф - 23,16 тг.

3.3 Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері

Тәжірбиелік жұмысқа әртүрлі ыдыстар: колбалар, пипеткалар, химиялық стакандар қолданылды. Ыдыс шығындарының амортизациялық есебі 7 – кесте көрсетілген.

Кесте 7 – Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері

Аты	Саны, тал	1 тал бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Өлшегіш колбалар	5	1500	7500
Пипетка	1	190	190
Химиялық стакан	5	210	1050
Барлығы :			8740

3.4 Су шығындарының есебі

Тәжірбиелік жұмыста жұмсалатын су мөлшері 8 – кестеде келтірілген.

Кесте 8 – Су шығындарының есебі

Судың шығыны, л	1 л үшін бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
1,5	250	375
Барлығы:		375

3.5 Жалпы шығындар саны

Кесте 9 – Жалпы шығындар саны

Жалпы шығындар	Жалпы бағасы, тг	Салмақтық үлесі, %
Реагенттер шығыны	545,1	1,92
Электр энергиясы шығыны	18666,034	65,91
Ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері	8740	30,85
Су шығыны	375	1,32
Барлығы:	28326,134	100

Экономикалық бөлімді есептеу барысында жалпы жұмсалған шығын мөлшері - 28326,134 тг құрайды, соның ішінде реагенттер шығыны - 545,1 тг , электр энергиясы шығыны - 18666,034 тг, ыдыс шығындарының амортизациялық төлемдері шығыны - 8740 тг, су шығыны - 375 тг құрады.

4 Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі

Ильменит концентраттарын сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу кезінде білуге міндетті қауіпсіздік шараларына тоқталсақ:

- жалпы жұмыс орнындағы ережелер;
- сілтілер және басқа да қауіпті шикізаттармен жұмыс жасау кезіндегі ережелер;
- сигнализация және бұғаттау жүйесі;
- өрт кезіндегі қауіпсіздік шаралары;
- жеке бас қауіпсіздігі;
- зерттеу жұмыстарынан кейінгі қауіпсіздік ережелері.

Титан оңай тотығатын болғандықтан, оны өңдеу кезінде алынған өте жұқа және ұсақ келген түйіршіктер беттері үлкен белсенді бетке ие және кез-келген от көзінен тұтануы мүмкін. Сондықтан, титан қалдықтарын өңдеу, сақтау және тасымалдау кезінде осы мақсаттар үшін арнайы жасалынған контейнерлерді қолдана отырып, арнайы сақтық шараларын қолдану қажет. Контейнерлердің сыйымдылығы 0,04 м³ аспауы тиіс. Қалдықтарды кем дегенде 20 % ылғалға дейін ылғалдандыру керек.

Титанды өңдеу кезінде салқындату үшін жеңіл майларды қолдану ұсынылмайды, себебі құрал мен өңделген өнімді қыздыру нәтижесінде сұйықтық тұтануы мүмкін. Титанды өңдеудегі ең қауіпсіз салқындатқыш - су эмульсиясы болып табылады.

Сонымен қатар, ең денсаулыққа зиян болып табылатыны ол-ильменит концентратын шаймалау кезінде қолданылатын NaOH сілтілі ерітіндісі. Жалпы, сілтілер-суда жақсы еритін негіздер. Сілтілердің ағзаға кері әсері, ең алдымен, ерітінділер немесе сілтілердің шаңы теріге және көздің шырышты қабаттарға түскен кезі. Сілтінің көзге түсуі қауіпті, өйткені бұл жағдайда беткі теріге (қасаң қабыққа) ғана емес, тереңірек терілерге де әсер етеді. Нәтиже соқырлық болуы мүмкін. Сілтілермен үнемі жұмыс жасағанда терінің созылмалы зақымдануы мүмкін-терінің ісінуі және жұмсартылуы, жаралар, экзема. Шаң немесе тозаң түріндегі сілтімен үнемі дем алу барысында тыныс алу жолдарының шырышты қабығын тітіркендіреді.

Алдын алу: аппараттарды ұсақтау және герметизациялау процестерін механикаландыру, сілтінің бөлінуі мүмкін жерлердің үстіндегі желдетілетін баспаналарды жабдықтау, арнайы киімдерді, резеңке қолғаптарды, көзілдіріктерді, респираторларды пайдалану.

Алғашқы көмек: дененің зардап шеккен бөліктерін ағынды сумен жуу, ол үшін жұмыс бөлмелерінде арнайы гидранттар, содан кейін сірке, тұз немесе лимон қышқылдарының 5 % ерітіндісінен жасалған лосьондар орнатылуы керек. Көзге сілті түскенде-су ағынымен ұзақ уақыт жуу, содан кейін 2 % новокаин ерітіндісін немесе 0,5 % дикаин ерітіндісін тамызу қажет.

Титанның ағзаға теріс әсері ауыр металл болғандықтан, ағзаға түсіп, ыдырамайды, ал ол адам ағзасын уландырады және өмір сүру процестеріне араласады. Ол коррозияға ұшырамайды және сілтілер мен қышқылдардың

әсеріне төзімді, сондықтан асқазан шырыны оған әсер ете алмайды. Сондықтан, жұмысты орындау барысында қауіпсіздік шараларын мұқият орындау қажет.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ильменит концентраттарын сілтілі ерітінділермен шаймалау процесін зерттеу атты дипломдық жұмыста ғылыми-техникалық және патенттік әдебиеттерге жүргізілген талдау әртүрлі кен орындарының ильмениттік және титан магнетиттік концентраттарының химиялық құрамының айтарлықтай айырмашылығынан титан шлагындағы қоспа компоненттерінің құрамы кең шекте ауытқып отыратынын көрсетті.

Шаймалау процесінде қолданылатын өнім ретінде магнитті байытудан кейінгі титаномагнетитті ильменитті концентратты пайдаландық. Жалпы жұмыстың негізгі мақсаты-ильменит концентратын (FeTiO_3) жоғары, таза құрамды болуы үшін, оның құрамындағы қажетсіз алюминий (Al), магний (Mg) және кремнийді (Si) сілтілі ерітінділерді қолдана отырып, шаймалау процесін жүргізу барысында ерітіндіге өткізу арқылы тазарту болып табылады. Шаймалау процесінің тиімді өтуін зерттеу үшін жалпы жасалынған тәжірибелер саны - 14 құрайды, оның ішінде шаймалау процесіне температураның, шаймалау ұзақтығының және сілті концентрациясының әсері зерттелген.

Сонымен қатар, тәжірибе барысында ильменит концентратын электрондық микроскопияда әртүрлі өлшемдерде үлкейтілген сұлбалары бейнеленген. Үлкейту өлшемдерінің диапазоны 40 - 4500 нм-ді құрайды және микрографтарда түйіршіктердің микроқұрылымдары айқын көрінеді, соның арқасында жай көзге бірдей болып көрінген ильменит концентраттарының түйіршіктерінің әртүрлі диаметрде екенін, түйіршік беттерінің біркелкі тегіс емес екендігін аңғаруға болады.

Тәжірибе барысында шаймалау процесіне 250 г/л NaOH ерітіндісі қолданылды, шаймалау уақыты 5 сағат болған кезде барлық үш элементтің, яғни, алюминий, магний және кремнийдің ерітіндіге өту дәрежесі температура артқан сайын ұлғаятындығын байқаймыз.

Тәжірибелерден алынған мәліметтерді қорытындылай келе, бірінші, яғни температура өзгерісі тәжірибесінде, магний, алюминий және кремний үшін ең оңтайлы және көбірек ерітіндіге өту дәрежесі жоғары температураларда, біздің жағдайда 90 °C температура кезінде байқалды. Ал, шаймалау уақытына тәуелді тәжірибеде температура 90 °C кезде және шаймалау процесінің ұзақтығы артқан сайын алюминийдің, кремнийдің және магнийдің ерітіндіге өту дәрежелерінің артқанын байқауға болады. 3 тәжірибеде шаймалау процесіне сілті концентрациясының әсерін зерттегенде, үшеуі үшін де ең қолайлы NaOH концентрациясы 250 г/л кезінде болғанын байқауға болады.

Әрі қарай зерттеу үшін шаймалау процесіне әртүрлі факторлардың әсерін талдауды тереңдету, жақсартылған қасиеттері бар жаңа сілтілерді әзірлеу және экология мен өнеркәсіптегі өзекті мәселелерді шешу үшін ильменитті концентратты сілтілі ерітінділермен шаймалаудан алынған өнімдерді қолдану мүмкіндіктерін қарастыру ұсынылады.

Қорытындылай келе, ильменитті шаймалау процесін зерттеу қоршаған ортаны тазартудың жаңа әдістерін дамытуда және ресурстарды тиімді өңдеуде

маңызды рөл атқарады. Осы саладағы қосымша зерттеулер көптеген заманауи мәселелерді шешуге қабілетті жаңа технологиялар мен материалдардың пайда болуына әкелуі мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Заблоцкая Ю. В. Автоклавное обескремнивание лейкоксового концентрата гидроксидом кальция с получением искусственного рутила, 2014. –68-70 с.

2 Гончаров К. В. Одностадийный процесс прямого получения железа и титанованадиевого шлака из титаномагнетитовых концентратов и гидрометаллургическое извлечение ванадия из шлака. - Москва, 2015.

3 Садыхов Г. Б. Фундаментальные проблемы и перспективы использования титанового сырья в России // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2020. – 178-194 с.

4 Трубаков Ю. М. Щелочная автоклавная технология вскрытия монацитового концентрата . – Москва, 2020.

5 Водопьянов А. Г., Кожевников Г. Н. Получение концентрата диоксида титана из шлака восстановительной плавки ильменита // Журнал прикладной химии, 2013. – 135-137 с.

6 Ханчук А. И. и др. Основы технологии извлечения полезных компонентов из пород вскрыши угольных пластов юга Дальнего Востока // Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение" Российская академия наук", 2015. – 574-574 с.

7 Ломовский О. И., Болдырев В. В. Механохимия в решении экологических задач // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы, 2006. 1-221 с.

8 Пашков Г. Л. и др. Зола природных углей–нетрадиционный сырьевой источник редких элементов // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии, 2012. – 520-530 с.

9 Смороков А. А. и др. Разработка способа низкотемпературного обескремнивания активированного цирконового концентрата раствором // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2022. – 27-36 с.

10 Распутин И. В. Проект цеха переработки монацитового концентрата, производительностью 1000 т/г по исходному сырью, 2017.

11 Логинова И. В. Физико-химические основы технологии комплексной переработки бокситового сырья в концентрированных щелочных средах: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2016.

12 Буньков Г. М. Разработка технологии извлечения скандия из растворов подземного выщелачивания урана: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2019.

13 Зубков А. А., Шулина З. М., Воробьев А. Е. Получение редкоземельных и редких металлов из бедного и нетрадиционного минерального сырья // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования, 2014.

14 Рис Александра Дмитриевна, Сундуrow Александр Владимирович, Дубовиков Олег Александрович Поведение бокситовых концентратов на стадии выщелачивания по способу Байера // Вестник ИрГТУ, 2019.

- 15 Шека И.А. Техническая двуокись титана и ее получение из измененного ильменита сернокислотным методом. – Киев: Наукова Думка, 1968. – 292 с.
- 16 Обзор рынка диоксида титана в СНГ. М., 2014. № 5. – 193 с.
- 17 Patent WO 2005038060-A1. Roche, E.G., Stuart, A.D., Grazier, P.E., Nicholson, S., Production of Titania, 2005. – 4 p.
- 18 Barksdale J. Titanium, its Occurrence, Chemistry and Technology. Ronald Press. Co. N.I. 1966, цитируется по Гуляницкий Б.С., Ольхов Ю.Н. Перспективы развития титановой промышленности США и других капиталистических стран, 1969.
- 19 Patent WO 2005/049872. Lakshmanan, V. I., Sridhar, R., Harris, B. G. and Puvvada, G., 2005a. Process for the recovery of titanium in mixed chloride media.
- 20 Lasheen, T.A.I., 2005. Chemical beneficiation of Rosetta ilmenite by direct reduction leaching.
- 21 Puvvada, G.V.K., Sridhar, R., Lakshmanan, V.I., 2003. Chloride metallurgy: PGM recovery and titanium dioxide production.
- 22 Лебедев В.А., Рогожников Д.А. / Металлургия титана. Екатеринбург, 2015. - 193 с.
- 23 «Получение серной кислоты путем переработки отходов производства диоксида титана»
- 24 Садыхов Г.Б. Разработка научных основ и технологии комплексного использования титаномагнетитов с высоким содержанием диоксида титана, 1999.
- 25 Голдин БА, Рябков Ю.И., Истомин П.В. Петрогенетика порошков, керамики, композитов: монография / Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 2006. - 276 с.
- 26 Добровольский И.П. Химия и технология оксидных соединений титана. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. - 172 с.
- 27 Патент РФ 2082693, МПК С04В35/46. Способ получения оксидтитановой керамики / Б.А. Голдин, П.В. Истомин, Ю.И. Рябков, Н.А. Секушин, Г.П. Швейкин, 1993. - 4 с.
- 28 Рябков Ю.И. Карботермическое восстановление оксидов при получении новых карбидных материалов // Конструкции из композиционных материалов. 2006.
- 29 Голдин БА., Рябков Ю.И., Истомин П.В., Грасс В.Э. Высокотемпературная восстановительная переработка оксидного минерального сырья. Екатеринбург: УрО РАН, 2001.
- 30 Голдин БА., Рябков Ю.И., Истомин П.В., Швейкин Г.П. Устойчивые фазовые состояния системы $TiO_2 - SiO_2 - C$ в условиях вакуума // Доклады РАН, 1996.
- 31 Водопьянов А.Г., Кожевников Г.Н. Разработка процессов извлечения диоксида титана из шлаков и лейкоксенового сырья. // Труды междунар. конгресса «Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации

техногенных отходов». – Екатеринбург, 2012.

32 М.А. Найманбаев, Н.Г. Лохова, Ж.А. Балтабекова, А.Е. Абишева, Г.К. Малдыбаев. Получение рутилового концентрата при переработке титаномагнетитового концентрата месторождения Тымлай. // Комплексное использование минерального сырья, 2016.