

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

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

Машрап Зарина Мақсатқызы

Глинозем өндірісінің ванадийлі концентратының құрамын зерттеу және одан
бағалы металды экстракционды бөліп алу мүмкіндіктерін табу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:
МІЖЖАМТ кафедрасының меңгерушісі
қауымд. проф., Ph.D., тех. ғыл. канд.
Чепуштанова Т.А
«03» 06 2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: “ Глинозем өндірісінің ванадийлі концентратының құрамын
зерттеу және одан бағалы металды экстракционды бөліп
алу мүмкіндіктерін табу”

5B070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

Машрап З. М.

Рецензент
МжБИ Пирометаллургия
зертханасының меңгерушісі,
техника ғылымының докторы
Квятковский С.А.
«03» 06 2022 ж.

Ғылыми жетекші
т.ғ.к., сениор - лектор

Коныратбекова С.С.
«02» 06 2022 ж.



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

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

5B070900 – Металлургия

**БЕКІТЕМІН:**
МТЖжАМТ кафедрасының меңгерушісі
кауымд. проф., Ph.D., техн. ғыл. канд.
Чепуштанова Т.А
« 26 » 01 2022 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: Маиран Зарина Мақсатқызы

Тақырып: Глинозем өндірісінің ванадийлі концентратының құрамын зерттеу және одан бағалы металды экстракционды бөліп алу мүмкіндіктерін табу

Университет ректорының 2021 ж"24" желтоқсан №489-П/Ө-6 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі : «28» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Ванадийлі концентрат, экстракция, экстрагент, глинозем өндірісі.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Ванадийлі концентратының құрамын зерттеу және одан бағалы металды экстракционды бөліп алу мүмкіндіктері қарастырылған;
- б) Ванадий ерітінділерінің физика-химиялық құрамын анықтау;
- в) Экстракция процестерінің оптималды параметрлері қарастырылған;
- г) Жұмыстың экономикалық тиімділігі мен жұмысқа кеткен шығындарды есептеу;

ж) Жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік қорғау бөлімін қарастыру;

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 12 слайд.




Ұсынылатын негізгі әдебиет 22 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты даярлау

КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтар тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	18.02.2022 м.	
Аналитикалық бөлім	02.03.2022 м.	
Тәжірибелік бөлім	29.04.2022 м.	
Экономикалық бөлім	12.05.2022 м.	
Еңбекті қорғау	19.05.2022 м.	
Қорытынды	26.05.2022 м.	
Қалып бақылау	02.06.2022 м.	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С. Кобыратбекова	18.05.2022	
Еңбек қорғау бөлімі	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С. Кобыратбекова	25.05.2022	
Норма бақылау	т.ғ.к., сениор-лектор, С.С. Кобыратбекова	02.06.2022	

Ғылыми жетекші



Кобыратбекова С.С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Машрап З.М.

Күні

" 02 " 02 2022 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс 38 жазба беттерінен және 7 беттен құралған сызба жұмыстарынан тұрады.

Өзекті сөздер: ванадийлі концентраттар, глинозем өндірісі, экстрагент, экстракт, экстракциондық әдіс.

Берілген дипломдық жұмыс глинозем өндірісінің ванадийлі концентратының құрамын зерттеуге және одан бағалы металды экстракционды бөліп алу мүмкіндіктерін табуға негізделген.

Экстрагент ретінде “Яррезин Б” экономикалық тұрғыдан қарағанда тиімді қолданылады, ол үшбутилфосфатқа қарағанда 5 есе арзан.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа состоит из 38 страниц записей и 7 страниц чертежных работ .

Ключевая слова: ванадиевые концентраты, производство глинозема, экстрагент, экстракт, метод экстракции.

Данная дипломная работа основана на изучении состава ванадиевого концентрата гликоземного производства и на поиске возможностей извлечения из него драгоценного металла.

Как Экстрагент “Яррезин Б” экономически выгоднее используется он в 5 раз дешевле трехбутилфосфата.

ANNOTATION

This thesis consists of 38 pages of notes and 7 pages of drawing papers .

Keywords: vanadium concentrates, alumina production, extractant, extract, extraction method.

This thesis is based on the study of the composition of vanadium concentrate of alumina production and on the search for opportunities to extract precious metal from it.

As an Extractant “Yarresin B” it is more economically profitable to use it 5 times cheaper than tributyl phosphate.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдеби шолу	10
1.1 Ванадийдің шикізат көздері	10
1.2 Сулы ерітінділердегі ванадий иондарының күйі	12
1.3 Өртүрлі кластағы экстрагенттермен ванадийді экстракциялау	13
1.3.1 Ванадийді катионалмастырғыш экстрагенттермен экстракциялау	13
1.3.2 Ванадийді анионалмастарғыш экстрагенттермен экстракциялау	14
1.3.3 Ванадийді бейтарап экстрагенттермен экстракциялау	15
1.3.4 Ванадийді хелаттүзулі экстрагенттермен экстракциялау	17
2 Тәжірибелік бөлім	19
2.1 Тәжірибені жүргізу методикасы	19
2.2 Аламудің әдістері	20
2.2.1 Шламдағы ванадийді Мор тұзы ерітіндісі көмегімен титрлеу жүргізумен анықтау	20
2.2.2 Рентгенофазалық талдау	21
2.2.3 Талдаудың ИК – спектроскопиялық әдісі	22
2.3 Ванадий концентраттарын физика – химиялық талдау	22
2.4 Ванадийді өзінің концентратымен экстракциялау	25
2.5 ИК – спектроскопия әдісімен Яррезин Б фенолформальдегид шайырымен ванадий экстракциясының механизмін зерттеу	25
3 Экономикалық бөлім	28
3.1 Амортизациялық шегерімдерді есептеу	28
3.2 Негізгі және қосымша материалдардың шығындарын есептеу	28
3.3 Электр энергиясының шығындарын есептеу	29
3.4 Суық судың шығындарын есептеу	29
3.5 Өзіндік құнның өзгерісін есептеу	30
3.6 Зерттеудің рентабальділігі мен экономикалық тиімділігін есептеу	30
3.7 Техникалық - экономикалық көрсеткіштер	31
3.8 Экономикалық бөлім бойынша қорытынды	32
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау	33
Қорытынды	36
Әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Ванадий – жер қыртысында ең көп таралған 20-шы элемент. Ол шашыраңқы элементтерге жатады және табиғатта еркін түрде болмайды. Ерекше бірегей қасиеттеріне байланысты ванадий техниканың және ғылымның көптеген салаларында кең қолданылады. Соның ішінде 90_{сал.} % ванадий кара металлургияда [1] қолданылады, сонымен қатар ванадий автоқұрылыста, қорғаныс өнеркәсібінде, атом энергетикасында, күкірт қышқылы өндірісіне арналған катализаторлар құрамында және басқа салаларда қолданылады.

Соңғы жылдары ванадийлі өнімдердің, көбінесе ферроқоспалардың және ванадий (V) тотығының өндірісі екі есе өсті [2].

Осылайша ванадийдің жаңа шикізат көздерін табу мәселесі сияқты қазіргі шикізат көздерінен ванадийді бөліп алудың эффективті, жаңа әдістерін табу мәселелері алдымызға қойылған.

Ванадийдің перспективті және қазіргі шикізат көздерінің бірі болып глинозем өндірісінің аралық өнімдері табылады.

Қазақстан Республикасында глинозем өндірістік АҚ “Қазақстан Алюминий” заводы бар.

Глинозем өндірісінің белгілі технологиясы бойынша қалдық ерітінділерден галий бөлініп алынған. Осы ерітінділерден алдын ала ванадий бөлініп шығарылады.

Алынған ванадийқұрамды өнімдерден экстракция әдісі бойынша ванадий бөліп алуға болады. Бірақ қазіргі уақытта көрсетілген өндірісте ванадий алынбайды.

Қазақ Ұлттық Техникалық Университетінің қызметкерлерімен ванадийдің бестотығын алу технологиясын қысқартатын глинозем өндірісінің ванадийлі концентраттарын өндеудің экстракциондық сызбасы ұсынылды.

Ванадий қосылыстарының экстракциондық сызбаларының бірі үшбутилфосфатпен [4] орындалады, ал екінші сызбасы жаңа экстрагент фенолқұрамды “Яррезин Б” шайырымен орындалады.

Ұсынылған сызбалар Днепровск алюминий заводында қолданылатын технологияның көптеген кемшіліктерін жолды және маңызды құндылықтарға ие: ванадий концентратын өндеу операцияларының санын қысқартады, ванадий экстракцияның бір сатысында селективті бөлініп алынады, бөліп алу дәрежесі 95 – 99_{сал.} % - ке жетеді, тастанды ерітінділердің көлемі едәуір (10 есе) төмендейді.

Осы дипломдық жұмыстың мақсаты АҚ “Қазақстан Алюминий” заводында алынатын ванадий концентратының құрамын зерттеу және экстракция әдісімен бағалы металды бөліп алу мүмкіншіліктерін табу болып табылады.

1 Әдеби шолу

1.1 Ванадийдің шикізат көздері

Ванадийдің шикізат көздері көп түрлі және құрамы бойынша күрделі.

Ванадий минералдарының 50 түрі белгілі, осылардың ішінде ванадий өндірісі үшін шикізат көздері болып ванадинит, патриолит, роскоэлит, карнотит, моттролит қызмет етеді. Бірақ құрамында ванадийдің аз мөлшердегі ванадийлі кендердің жиналуы өте сирек және олардың көбісі қазіргі уақытта өңделген.

Қазіргі кезде ванадий алу үшін негізгі шикізат көздері болып темір титаномагнетиті (бұндағы ванадий темірді изоморфты алмастырады; $[V^{3+}]$ және $[Fe^{3+}]$ иондарының радиустары 0,65 және 0,67 Å⁰ тең) және жартылай металды кендер табылады [1].

Титаномагнетиттердің ірі кен орындары Ресейде (Карелия, Сібір), АҚШта, Үндістанда, Пакистанда, Швецияда, ҚХРда, ЮАРда, Норвегияда орналасқан [2].

Ванадийлі шикізаттың маңызды көздері 0,5_{сал.} % V₂O₅ құрайтын апатиттер, форфориттер бола алады. Оларды суперфосфатты тыңайтқыштарға, сонымен қатар фосфор қышқылдарына химиялық өңдеу кезінде ванадий қышқыл ерітінділерде концентрацияланады және комплексті фосфорванадийлі қышқыл түрінде болуы мүмкін [5].

Ванадий өндіру үшін шикізат ретінде көмірлерді, мұнайды, асфальттиттерді жандыру кезіндегі алынған күл қолданылуы мүмкін.

Сонымен қатар ванадийді уран кендерімен жол – жөнекей өнімдер түрінде алады [6] және қолданылған катализаторлардан [6] алады.

Көп мөлшердегі ванадийді болат – балқыту өндірісінің шлактарынан алады [7].

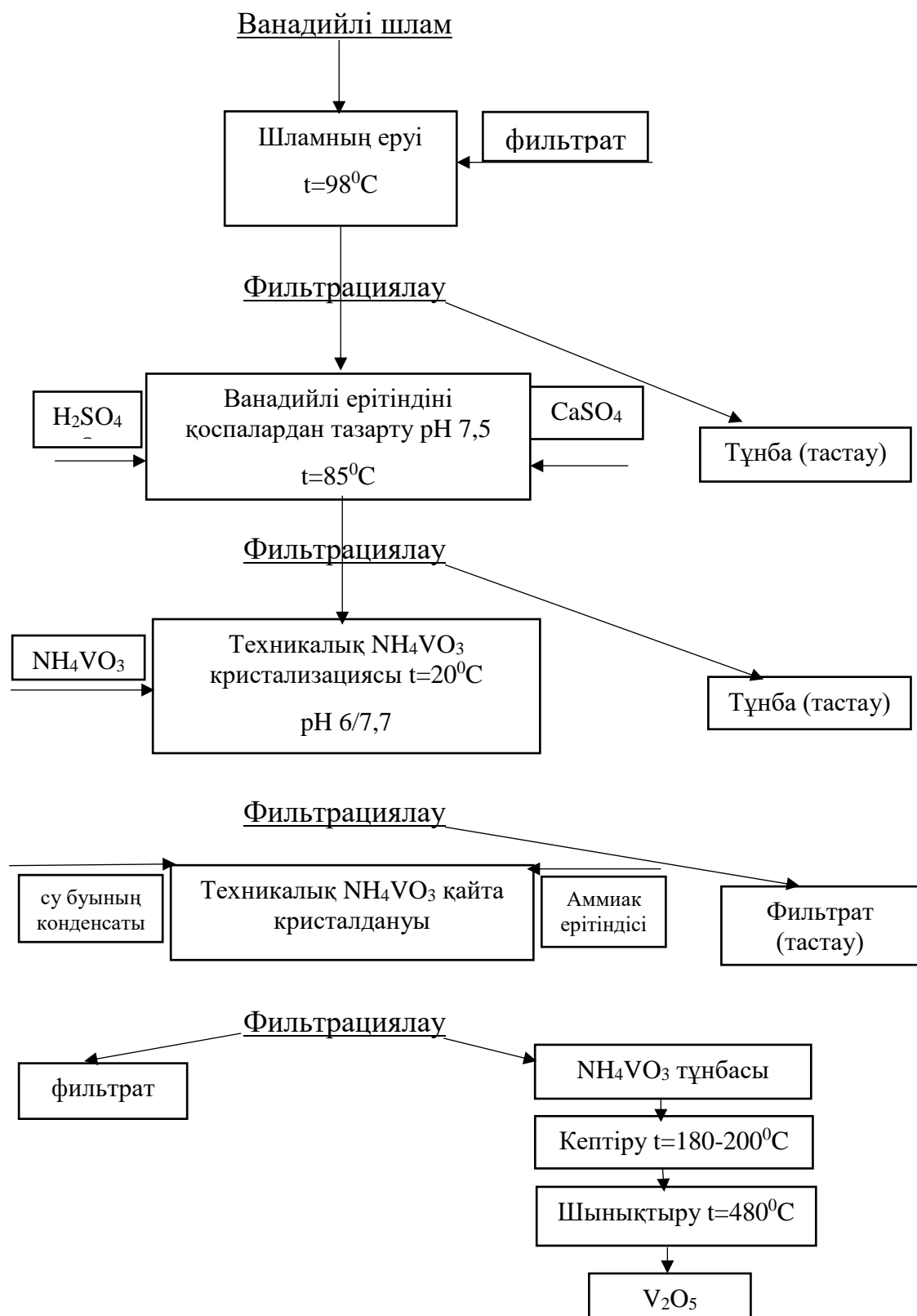
Ванадийдің маңызды потенциалды және қазіргі кездегі көздерінің бірі алюминийқұрамды шикізаттар – алуниттер, күл, бокситтер болып табылады.

Бокситтер – глиноземнің әлемдік өндірісінің негізгі шикізаты, күрделі құрамға ие және көптеген бағалы элементтерді, соның ішінде құрамы 0,025 – 0,15_{сал.} % ванадий құрайды [8]. Алюминий өндірісінің көптонналылығы осы элементтердің комплексті бөліп алуын экономды пайдалы етеді, онымен қоймай, негізгі өнім – алюминийдің сапасы көтеріледі.

Глинозем заводтарының барлығында ванадий концентратын айналмалы алюминий ерітіндісін салқындату жолымен осы ерітіндіден алады.

Украинаның Днепровск алюминий заводында ванадий қосылыстарының бөлінуін алдын ала буландырылған алюминат ерітінділерінен 25 – 30 °С температурада орындайды [9].

Днепропетровск алюминий заводында ванадийдің бестотығын алу сызбасы 1 суретте көрсетілген.



1 Сурет – Днепровск алюминий заводында ванадий бестотығын алудың технологиялық сызбасы

ҚРҒМ-ҒА МШКӨҰҒО қызметкерлерімен өңделген технология бойынша АҚ “Қазақстан Аллюминий” заводында концентрациясы $150 - 160 \text{ г/дм}^3 \text{ Na}_2\text{O}_k$ айналымды және қалдық ерітіндінің қоспасынан кристаллизациясымен ванадий қосылыстарын алады [10].

Айка қаласындағы (ВХР) алюминий заводында сынап катодында галлийдің бөліну процесінде электрохимиялық әдіспен ванадий қосылыстарын тұндырады [11].

1.2 Сулы ерітінділердегі ванадий иондарының күйі

Ванадий [V] сулы ерітінділерде әртүрлі ионды формамен сипатталады.

Бесвалентті ванадий амфотерлі қасиеттерге ие бола отырып сулы ерітінділерде катионитті және анионитті формада қатыса алады, рН ортаға тәуелді оның иондарының полимеризация дәрежесіде өзгереді.

Күштісілтілі және күштіқышқылды орталарда, сонымен қатар, ерітіндідегі ванадийдің аз концентрациясы кезінде ($10^{-4} \text{ г.ат/дм}^3$ төмен) оның мономерлі формалары болады [12].

Мономерлі формадағы ванадий ортаванадийлі қышқыл иондары түрінде: $[\text{VO}_4^{3-}]$ (рН 14-13); $[\text{HVO}_4^{2-}]$ (рН 13,5-8); $[\text{H}_2\text{VO}_4^-]$ және H_3VO_4 (рН 9,5-7); метаванадийлі қышқыл иондары түрінде: $[\text{VO}_3^-]$ (рН 8,5-4,5); (рН 5-3) қатысады. Ерітіндінің қышқылдық қасиеті өсуімен $[\text{VO}_2^+]$ (рН 4-1) катионы пайда болады, ол күштіқышқылды ортада $[\text{VO}_3^{3+}]$ катионы болады.

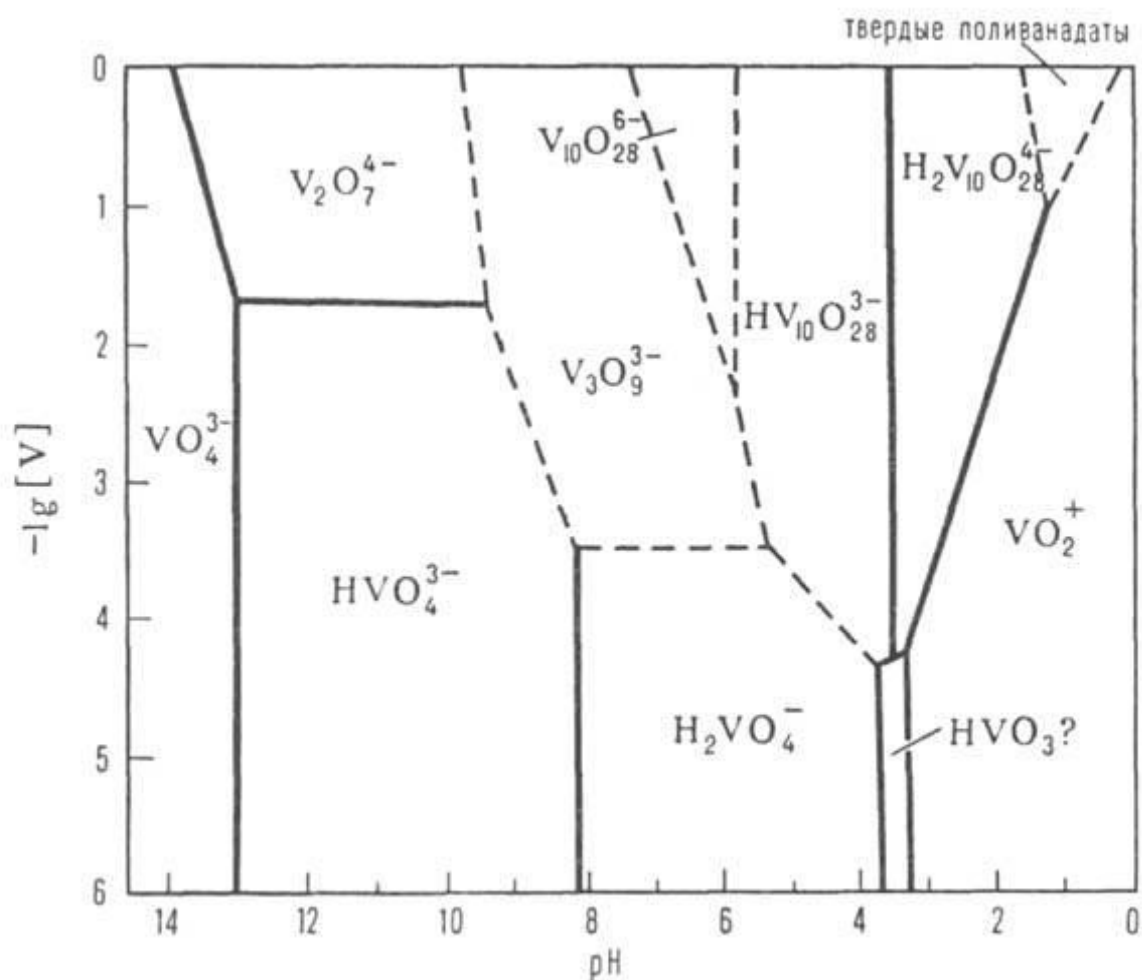
Сулы ерітінділердегі ванадий иондарының күй диаграммасы 2-суретте көрсетілген [13].

Полимерлі формадағы ванадий пированадийлі қышқыл түрінде $[\text{V}_2\text{O}_7^{4+}]$ немесе $[\text{H}_2\text{V}_2\text{O}_7^{3-}]$ иондары; метаванадийлі қышқыл иондары түрінде $[\text{V}_3\text{O}_9^{3-}]$ және $[\text{V}_4\text{O}_{12}^{4-}]$ болады; нольға тең ассоциация дәрежесі денованадийлі қышқыл иондарында $[\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}]$; $[\text{HV}_{10}\text{O}_{28}^{3-}]$ және $\text{H}_6\text{V}_{10}\text{O}_{28}$ байқалады (2-сурет).

рН-тың екіден алтыға дейінгі аралық аймағында ванадий диссоциация дәрежесі жоғары иондардың құрамына кіреді және ерітінділер қызыл – сары түске енеді.

Ерітінділердің иондық құрамы туралы көрнекті көрінісін диаграмма көрсетеді, бұл диаграммада ерітінділердің рН-нан және ванадий концентратынан тәуелді әртүрлі иондар қатынасының аймағы штрихталған (2-сурет) [13].

Диаграммада түзу сызықтар 1:1 қатынаста болатын тепе-теңдік формалар аймағы бойынша өтеді; пунктир сызық олардың жүрісінің тек болжамды екенін көрсетеді; штрихталған аймақтарда тепе-теңдік формалар әртүрлі қатынаста болады, ақ жолақтар ерітіндіде бөлек иондардың болатынын көрсетеді [13].



2 Сурет – Сулы ерітінділердегі ванадий иондарының күй диаграммасы

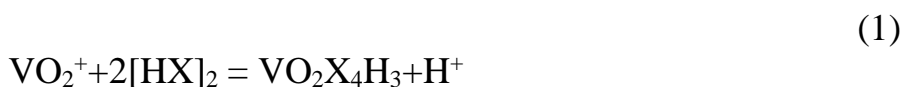
1.3 Өртүрлі кластағы экстрагенттермен ванадийді экстракциялау

Сулы ерітінділердегі ванадийдің иондық формаларының көптүрлілігіне қарай оны экстракциялау үшін органикалық экстрагенттерінің барлық түрлерін қолдануға болады: анионалмастырғыш (аминдер, төртінші аммонийлі негіздер және олардың тұздары); бейтарап (спирттер, жай және күрделі эфирлер, кетондар); катионалмастырғыш (органикалық қышқылдар); хелат түзушілер.

1.3.1 Ванадийді катионалмастырғыш экстрагенттермен экстракциялау

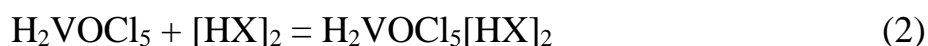
Қышқыл реагенттер ерітіндідегі катионит түріндегі ванадийді экстракциялайды. Ванадийдің (V) және (IV) тұзқышқыл ерітінділерімен ди-2-этилгенсилфосфорлы қышқылымен (Д2ЭГФҚ) экстракциялау зерттелген. HCl 4-5 моль/дм³ дейін қышқылдықтың төмендеуімен ванадий

экстракциясы төмендейді және катионалмастырғыш механизмі бойынша жүреді [14].



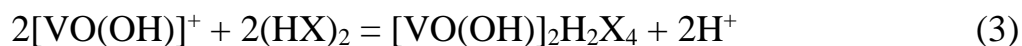
мұндағы НХ – Д2ЭГФҚ молекуласы.

Ерітінді қышқылдығын жоғарылатқан сайын бөлу коэффициенті (Д) өседі, бұл сольватты механизм бойынша.



ванадийдің хлоридті комплекстерінің экстракциясымен байланысты.

Ванадий (V) орташақышқыл ерітінділерден Д2ЭГФҚ мен 3-реакция бойынша [14]:



pH 3,2 ден 3,7 мәндері аймағында экстракцияланады. Сілтілік аймақта ванадийдің (IV) Д төмендеуі оның қосылыстарының гидролизімен байланысты [14].

1.3.2 Ванадийді анионалмастырғыш экстрагенттермен экстракциялау

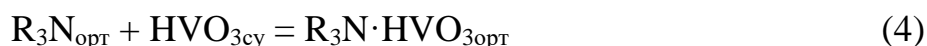
Қазіргі уақытта ванадийді аниондармен экстракциясын әртүрлі минералды қышқылдардың ерітінділерінен табысты орындайды [15,16].

Әлсізқышқыл ерітінділерінде (pH 2-6) (ванадийдің концентрациясы $1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ көп болған кезде) ванадийдің әртүрлі полимерлі формалары пайда болады, олардың құрамы едәуір дәрежеде сутектік иондардың активтілігінен тәуелді болады.

Ванадийді сульфатты, хлоридті және нитратты ерітінділерден үшоктиламинмен (УОА) экстракциялау кезінде оның бөліну коэффициенті (Д) pH 3,5-3,8 аймағында максимумға жетеді (Д=(1000,700,100)-сульфатты, хлоридті және нитратты ерітінділер үшін), бұл ерітінділердегі полимерлі аниондардың $[\text{HV}_{10}\text{O}_{28}^{5-}]$ және $[\text{H}_2\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{4-}]$ қатысуымен байланысты [17].

Ванадийдің концентрациясы $2 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ аз болған кезде оның мономерлі қосылыстары экстракцияланады, яғни pH-тың берілген мәні кезінде концентрацияның осы аймағында ванадий сулы ерітінділерде тек метаванадийлі қышқыл түрінде болады.

Реакция мына түрде жазылуы мүмкін [17]:



мұндағы; R_3N – үшоктиламин.

Сулы фазада ванадий концентрациясының өсуімен ($4 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³) елеулі мөлшерде полимерлі формалар пайда болады, оларға мономерге қарағанда аминдермен едәуір жақсы бөлініп алынады және Д өседі. Ванадийдің үшоктиламинмен экстракциялану реакциясы 5-теңдікпен көрсетілген [17]:



Сулы фазаның рН-ның төмен мәндері кезіндегі ванадийді бөліп алу шамалы екендігі дәлелденген [18]. УОА сульфаты үшін рН 1,7 бастап және УОА хлориді үшін рН 2 кезінде ванадий бөліп алу дәрежесі жоғарылайды және УОА сульфаты үшін 95 салмақты %, УОА хлориді үшін 99 салмақты % құрайды. Одан кейін бөліп алу дәрежесі рН 13 кезінде нольге дейін лезде төмендейді.

Сулы фазаның рН – ның төмен мәндері кезінде ванадий экстракциясының төмендеуі 6 – теңдікке сәйкес:



(мұндағы x 2 және 3 мәндерін қабылдайды) экстракциялануға қабілетті ванадийлі қышқылдың салыстырмалы концентрациясының төмендеуімен түсіндіріледі [18].

Қышқыл ерітінділерден ұзын тізбекті аминдермен ванадийді экстракциялау мүмкіншілігі [19, 20] жұмыстарда көрсетілген. Күкіртқышқыл ерітінділерден үшінші ұзынтізбекті аминдермен [19] ванадийдің жоғары экстракциялануы көрсетілген.

Ванадий экстрагенттері ретінде төртінші аммонийлі негіздерді (ТАН) қолданудың мүмкіншілігі бірінші рет Клифорордпен [21] көрсетілді. рН 8 болған кезде карбонатты ерітінділерден 8–quinolono–Arquadzс көмегімен ванадий жақсы экстракцияланатыны көрсетілген.

Хлорид, нитрат және сульфатты ерітінділерден ванадийді экстракциялау келесі заңдылықтарға бағынатыны анықталған:

УАН > үштік аминдер > екілік

аминдер > бірлік аминдер.

бұл элементтердің аминдермен [22] экстракциясы туралы жалпы түсініктермен сәйкес келеді.

Ванадийдің жоғарғы бөлу коэффициенті және оның аминдермен селективті бөліп алу дәрежесі осы кластағы реагенттерді ванадий экстракциясы үшін перспективті етеді.

Кейбір өндірістік аминдерді қолдану кезінде рН жоғары ерітінділерден ванадийді экстракциялау сәтті болатындығын, технологиялық пайда ұсыну мүмкіншілігін арнайы айтып кеткен дұрыс.

Бірақ аминдердің маңызды құндылығы олардың қолданылуын тоқтатады.

1.3.3 Ванадийді бейтарап экстрагенттермен экстракциялау

Бейтарап экстрагенттермен, әсіресе бейтарап фосфорорганикалық бейтарап фосфорорганиканың қосылыстармен (БФОҚ) экстракциялау кең қолданылады.

Ванадийді нашар спирттермен экстракциялау шамалы ғана. Спирттердің молекулаларының салмағы жоғарылаған сайын олардың экстракциондық қабілеттілігі жоғарылайды. Ванадий (V) күкірт және тұзқышқыл ерітінділерінен жоғарғы екілік спирттермен жақсы экстракцияланады. Мұнай күкіртсутектерін тотықтыру жолымен алынатын екілік нашар спирттердің техникалық фракциясымен ванадийді (V) экстракциялау көңіл аудартады [23].

Күкіртқышқыл ерітінділерінен ванадийді спирттермен экстракциялау (7) теңдікпен жазылады;



Күрделі эфирлер (этилацетат, этилоксолат, амилформиат және т.б) және кейбір кетондардың көмегімен тұзқышқылы ерітіндісінен ванадийді бөліп алу зерттелген.

Кетондармен экстракциялаған кезде ванадий жақсы бөлініп алынады, бірақ бесвалентті ванадийдің олармен төртвалентті ванадийға дейін тез тотықсыздануы олардың қолданылуын тоқтатады.

Экстрагенттер ретінде күрделі эфирлер немесе кетондар, мысалы, амилацетонды қолдана отырып тұзқышқыл ерітінділерімен ванадийді (V) толығымен бөліп алуға болады.

Тұзқышқылы ерітінділерінен ванадийді үшбутилфосфатпен (ҮБФ) экстракциялау үшін толығымен зерттелген. Үшбутилфосфат көптеген сирек тараған және радиоактивті элементтерді экстракциялау үшін өндірісте көп қолданылады.

Тұзқышқылы ерітінділерінен ванадийді толық экстракциялау HCl 6-8 моль/дм³ болған кезде [22] көрінеді және фазалардың қатынасы бірге тең болған кезде 95 салмақты % құрайды.

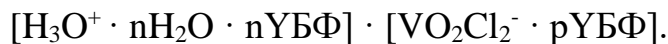
Органикалық фазаға ванадий сольватты механизм бойынша экстракцияланатындығы ұйғарылған.

Вишаровтың жұмысында анықталғандай, тұзқышқылы ерітіндісінен ванадийді экстракциялау кезінде моно немесе дисольваттар, әлде олардың қоспалары түзіледі және экстракцияланатын комплекстер мына құрамға ие болады:



мұндағы; $n=1/2$.

Байқоңырова Ә.Ө. [4] зерттеулері көрсеткендей, ванадий тұзқышқылы ерітінділерінен гидратты-сольватты механизм бойынша ацидокомплектер құрамды формада экстракцияланады:



Үшбутилфосфат қышқыл орталардан ванадийді бөліп алу үшін эффективті экстрагент болып табылады, ол бағалы физика-химиялық және технологиялық қасиеттерге ие.

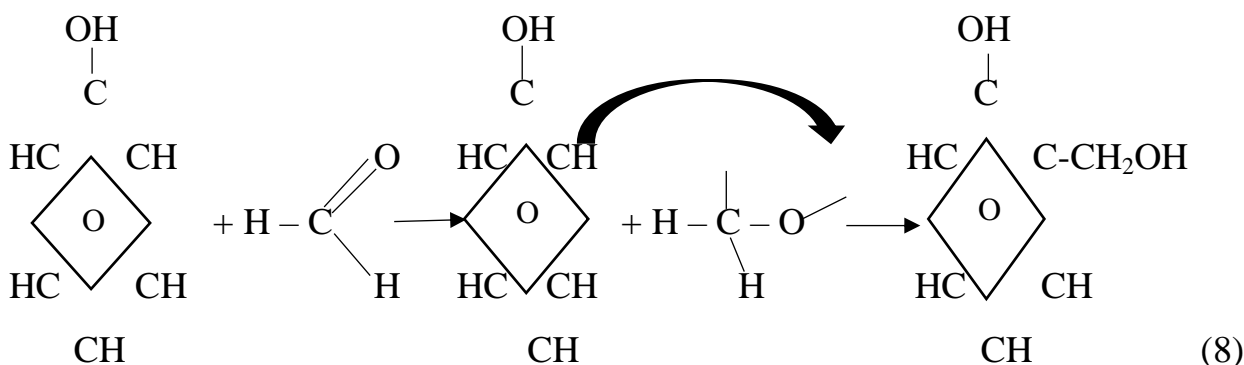
1.3.4 Ванадийді хелаттүзуші экстрагенттермен экстракциялау

Әлсізқышқыл ортада ванадийді аналитикалық анықтау үшін толып жатқан хелаттүзуші реагенттер ұсынылған, олардың көбісі фенольді және аминтоптарды құрайды. Олар ванадийдің жоғарыселективті экстрагенттері болып табылады. Аммиакты катализаторлардың қатысуымен алфенолдық формальдегидпен амигомерлер жоғарыда айтылған хелаттарға жақын донорлы атомдарға ие екендігі анықталған.

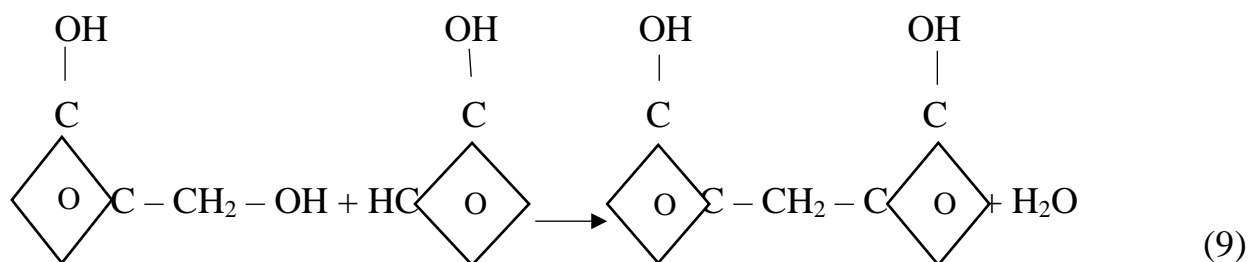
Сирек сілтілік элементтердің экстракциондық технологиясының дамуының келешектері экстрагенттердің жаңа түрлерін, соның ішінде фенолформальдегидті шайырларды қолданумен байланысты.

Бұл жоғарымолекулярлы зат фенолдың формальдегидпен жартылай конденсация нәтижесінде алынады. Реакция катализатор-қышқыл немесе сілті қатысуымен қоспа заттарын қыздыру кезінде жүреді.

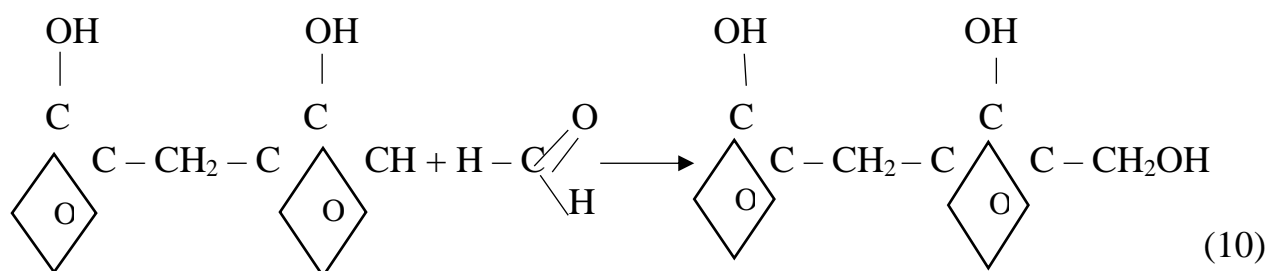
Осы кезде фенол және формальдегид арасында мына реакция (8) жүреді:



Алынатын қосылыс бір уақытта фенол және хошиісті спирт болып табылады, ары қарай ол фенолмен конденсациялану реакциясына (9) қатысады:



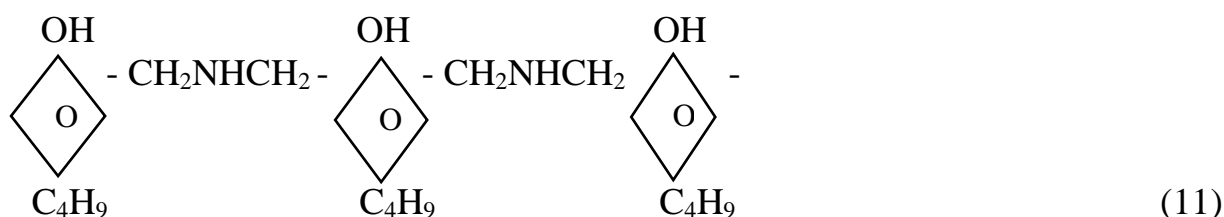
Екі бензолді түйін құрайтын түзілген молекула қайтадан формальдегид молекуласымен қосылады:



Одан кейін фенолмен конденсациялану орындалады. Бұндай шайыр термоактивті болып табылады: қыздыру кезінде ол біртіндеп қатайды, балқымайтын және ерімейтін бола бастайды, өйткені $-\text{CH}_2\text{OH}$ тобының бар болуына байланысты молекулалардың жабысуы немесе кеңістіктік құрылыстың түзілуі жүреді.

“Яррезин-Б” – формальдегидті шайыр осылайша жүреді, бірақ азотқұрамды органикалық қосылыстардың болуы кезінде орындалады.

“Яррезин-Б” шайырының құрылымдық формуласы мынандай:



Әдебиеттер мәліметтері негізінде ванадийдің шикізаттық көздері көп түрлі екендігі және оның тікелей бөлініп алынуы мүмкін емес екендігі анықталды, қағида бойынша ванадий алу жол-жөнекей болып табылады.

Ванадийдің шикізаттық базасы глиноземқұрайтын кендер болып табылатындығы көрсетілген. Глиноземқұрамды кендерден бағалы компоненттерді экстракциондық әдістерді қатыстырумен бөліп алу мүмкіндігі бар.

Ванадий сулы ерітінділердегі оның көптүрлі иондық формаларының бар болуына байланысты органикалық экстрагенттердің барлық класстарымен бөліп алынатындығы дәлелденген.

2 Тәжірибелік бөлім

Әдебиеттердің мәліметтерінен көрініп тұрғандай, ванадийді глинозем өндірісінің технологиялық тармағынан қарапайым және эффективті әдісі оның қосылыстарынан экстракциялау болып табылады.

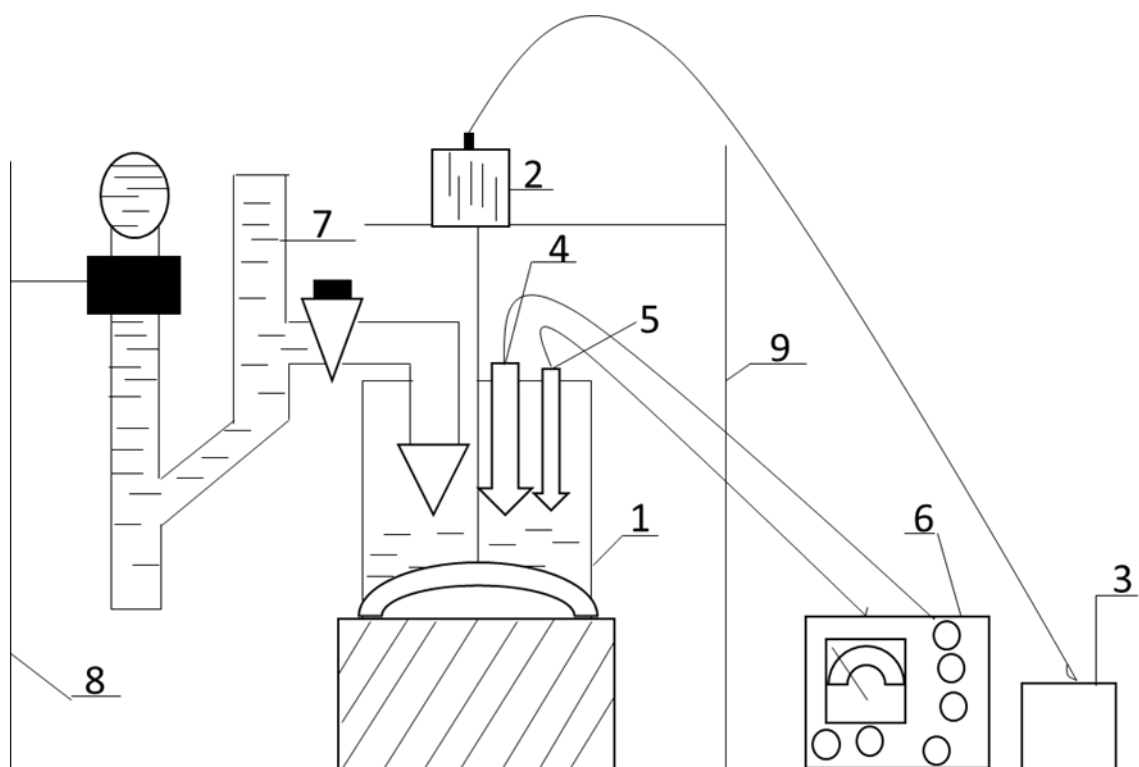
Зерттеу объектісі ретінде АҚ “Қазақстан Алюминий” зауыдының глинозем өндірісінің концентраты қолданылады.

2.1 Тәжірибені жүргізу методикасы

Экстракцияны сымдылығы 100 және 150 мм-лік ыстықтөзімді стақанда жүргізеді. Араластыру жылдамдығын лабораториялық араластырғыш MSP-1 көмегімен ауыстырылып отырды. Ванадий бөліп алу дәрежесінің бөлек факторлардан тәуелділігін зерттеу жағдайында араластыру жылдамдығын TP маркалы тахометр көмегімен бақылап отырып, 700/900 айн/мин аралығында ұсталып отырды. Араластырғышқа беріліп отырған тұрақты кернеуді ұстап отыру үшін С-0,75 стабилизаторы қолданылды. рН ортаны ЭВ-74 иономер көмегімен өлшенді. Жұмыста қолданылған барлық құрал жабдықтар мемлекеттік тексеруден өткен. Қондырғының сызбасы 3 – суретте көрсетілген.

Екінші органикалық фазаның түзілуін болдырмау үшін 25_{сал.} % құрамды октанол қосумен керосинда “Яррезин-Б” алкилфеноламин-формальдегидті шайырдың 0,5 моль/дм³ ерітіндісін экстрагент ретінде қолданады. Жұмыста АҚ “Қазақстан Алюминий” зауыдының концентратына қолданылатын ванадий экстракциясы зерттелінді. Концентрат келесі сал. проценттік құрамға ие: Н₂О-39,1/43,2; SiO₂ – 1,18; Fe₂O₃ – 0,035; V₂O₅ – 6,9/7,6; SO₄⁻² – 2,5; Са – 0,009; Al₂O₃ – 6,6/7,5; TiO₂ – 0,003; P₂O₅ – 3,34/5,0; Na₂CO₃ – 3,8/4,9; СаО – 0,61; Cr₂O₃ – 0,11; Na₂O_ж – 44,3/50,8; К₂O – 1,59.

Барлық тәжірибелерде шламның навескасын тұрақты етіп қалдырады. Органикалық және қатты фазаларының қатынасынан тәуелді экстрагенттің белгілі мөлшері құйылды. Қажетті концентрациядағы күкіртқышқылын қоса отырып әрбір тәжірибеде берілген рН ортаның мәніне жеткенше дейін пульпаны араластырып отырылды.



1 – ыстыққа төзімді стақан; 2 – араластырғыш; 3 – тұрақты кернеу стабилизаторы; 4 және 5 – электродтар; 6 – ионөлшегіш; 7 – күкіртқышқылы бар бюретка; 8 және 9 – штативтер.

3 Сурет – Лабораториялық қондырғының сызбасы

2.2 Аламудың әдістері

2.2.1 Шламдағы ванадийді Мор тұзы ерітіндісі көмегімен титрлеу жүргізумен анықтау

Әдіс $5 \text{ моль/дм}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$ ортасында ванадий (V) иондарын Мор тұзының стандартты ерітінділерімен титрледі.

Қажетті реактивтер:

- күкірт қышқылы (1:1);
- калий перманганаты (2 сал. проценттік ерітіндісі);
- қымыздың қышқылы (2 сал. проценттік ерітіндісі);
- Мор тұзы ($0,05 \text{ моль/дм}^3$ ерітіндісі);
- Фенилалтронил қышқылы.

Сыымдылығы $200\text{-}300 \text{ см}^3$ ыстыққа төзімді стақанға 1 г талданған шлам салынды және оны қыздыру кезінде ерітілді, $20\text{-}30 \text{ см}^3$ күкірт қышқылымен араластырылды. Еріткеннен кейін стақандағы ерітіндіні сыымдылығы $200\text{-}250 \text{ см}^3$ өлшегіш колбасының таңбасына дейін сумен толтырып құйылды,

одан кейін алынған ерітіндіден аликвотаны сымдылығы 250 см³ конусты колбаға құйылды. 20 см³ H₂SO₄ (1:1) және 25 см³ су қосамыз. Одан кейін тамшылатып калий перманганатын қызғылт түске боялғанға дейін және ванадийдің толық тотығуын қамтамасыз ету үшін 3 см³ артық құямыз. Калий перманганатын 2-3 минут аралығында қалдырамыз, одан кейін артық KMnO₄ мөлшерін араластыру кезінде тамшылатып қымыздың қышқылы ерітіндісімен кетіреді.

Индикатор-фенилалперонилді қышқылдың қатысуымен қызғылт түстің толық жойылғаннан кейін ерітіндіні қою қызыл түспен сары-қызғылт түске енуіне дейін Мор тұзымен титрленеді. Титрлеу эквивалентті темірмен ванадийдің төртвалентті ванадийға дейін тотықсыздану реакциясына негізделген.

Ванадий концентрациясы мына формула бойынша есептеледі:

$$V = \frac{T \cdot 1000 \cdot V_{\text{м.т}}}{H}, \text{ көлемдік \%} \quad (11)$$

мұндағы T – ванадий бойынша Мор тұзының ерітіндісінің титрі;

V_{м.т} – титрлеуге кеткен Мор тұзы ерітіндісінің көлемі;

H – араластыру есебімен шлак өлшендісі.

2.2.2 Рентгенофазаның талдау

Бұл әдіс рентген сәлелерінің атомдық тормен диффузиясына негізделген.

Дифрактограмманы ДРОН-1 дифрактометрде суретке түсірді. Суретке түсіруді бірдей таңдап алынған қолайлы жағдайларда жүргізеді:

трупкадағы кернеу	-35 ка
есептуіштегі кернеу	-530 В
анодтық ток	-14 МА
уақыттың тұрақтылығы	-4 сек
өлшеу шегі	-1
есептеуіш айналуының бұрыштық жылдамдығы	-2 айн/мин
диаграмма лентасының созу жылдамдығы	-600 мм/сағ
диапазон	-100
күшею	-64
терезенің ені	-20
сезімталдығы	-0,8
сәулелену	-C _о -K ₂

Тұнбалардың үлгілерін алдын ала бөлшектерінің 10 мкн өлшегенге дейін ұнтақтайды және кловеталарға престейді, сынама мөлшері – 500мг.

Концентраттың фазалық құрамын идентификациялау үшін материалдарды бақылау бойынша Американдық қоғаммен (ASTM) шығарылған “Рентгенометриялық картотека” қолданылды.

2.2.3 Аламудың ИК-спектроскопиялық әдісі

Бұл әдіс заттардың полихроматты инфрақызыл сәулеленумен әсер етуіне негізделген.

Тіркейтін спектрограмманы екі команды ИР-20 спектрометрде түсіріледі.

Жұмысшы диапазон 400/500см. Спектрлерді фондардың компенсациясымен жазылады. Бұл үшін әртүрлі үлгілерге арналған саңылаудың ені $D=49/70$ мм болатын диафрагмалар қолданылды.

10-15 мг салмақты сынаманы бөлшектері 5 мкн аспайтын ірілікке дейін ұнтақталады және вазелин майымен араластырылады. Алынған суспензияны КВг жасалған кюветалар терезелерінің арасына орналастырылады.

Спектрларды Берлиндағы ғылым Академиясында құрылған картотека бойынша және ҚР ҒМ-ҒА МШКӨҰҒО физикалық әдістер анализдер лабораториясында алынған химиялық және рентгенофазалық анализдерден шығуынан идентифицирленді.

2.3 Ванадий концентраттарын физика-химиялық талдау

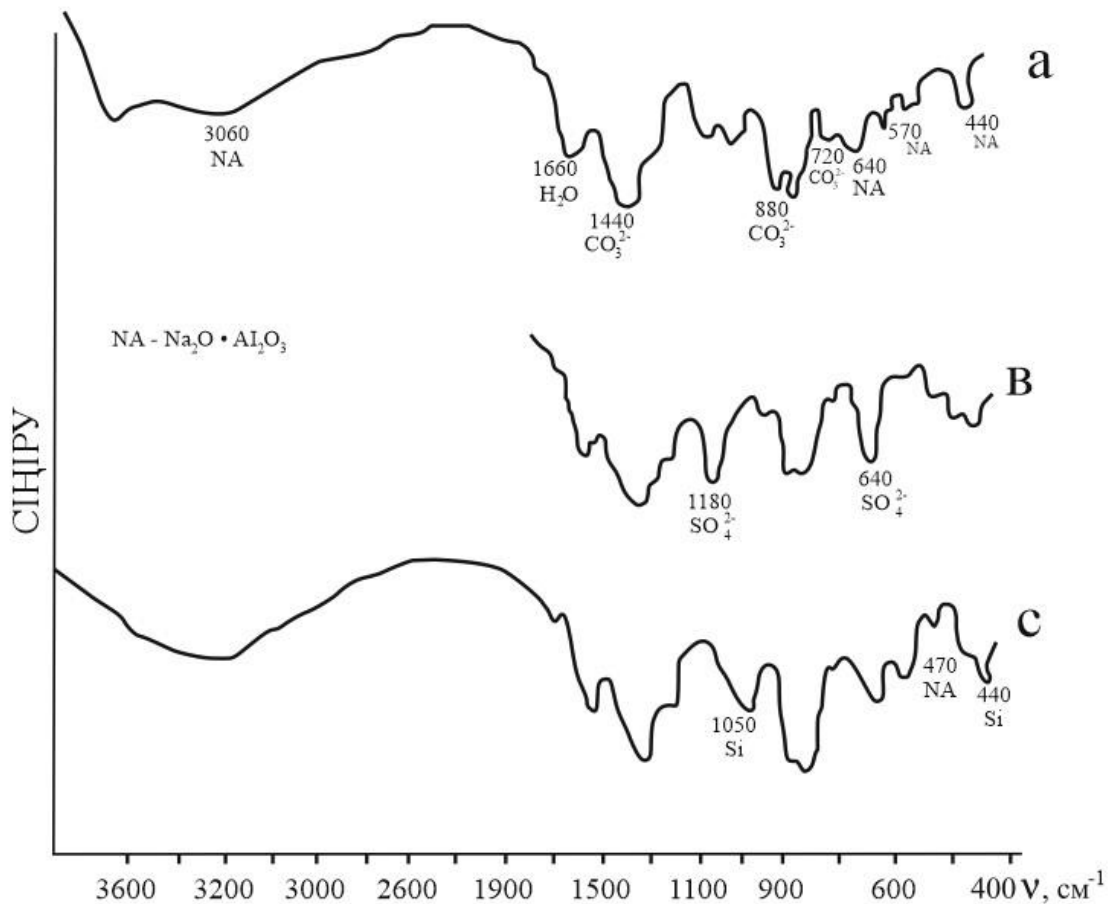
Ванадий концентратының анализі рентгенофазаның және ИК-спектроскопиялық әдістермен жүргізілді.

Химиялық анализ негізінде өндірістік концентраттың элементтік құрамы анықталған. 1-кестеде ванадий концентратының химиялық құрамы көрсетілген. Ал спектральді талдау негізгі құраушылардан (V_2O_5 , Na_2O , Al_2O_3) басқа келесі қоспалардың – (Si) кремний, (P) фосфор, (Mo) молибден, (Ga) галлий және (Cu) мыстың болуын көрсетеді.

1 Кесте – Ванадийлі концентраттарының химиялық құрамы

Na_2O	Na_2CO_3	K_2O	SO_4^{2-}	w^x	Al_2O_3	V_2O_5	P_2O_5	SiO_2	F	Fe_2O_3	TiO_2	Ca_2O_3
39,9	34,1	-	2,64	40,0	6,4	4,09	1,53	0,52	1,7	0,008	0,002	0,014
49,9	41,7	3,27	1,51	30,8	6,8	1,24	0,8	0,18	0,7	-	0,006	0,015
34,6	37,15	-	9,12	32,4	5,5	1,33	0,9	0,38	2,6	-	0,022	0,011

Рентгенографиялық және ИК-спектроскопиялық талдау әдістерімен матрица фазаларының салыстырмалы құрамы анықталды. Зерттеулер көрсеткендей (4 және 5 суреттер), негізгі фаза натрий алюминаты болып табылады. Өндірістік ерітінділерден алынған концентраттар спектріінде сіңіру кезеңдері 3060, 820, 640, 570, 470, 440 cm^{-1} натрий алюминатына сәйкес. Бірақ бұл жолақтарды натрий гидроксоалюминатына да жатқызуға болады, өйткені ИК-спектрларда 1650-1670 cm^{-1} жиілік аймағында судың б(Н-О-Н) деформациондық тербелуіне жататын жолақ байқалады. V-ОН тобының валенттік тербелісі 3000-3600 cm^{-1} жиілік аймағында сіңіру түрінде көрінеді (4-сурет) [23].



- а – жуудан кейінгі;
- в – 9,2 % SO₄²⁻ құрамды;
- с – 0,34 % SiO₂ құрамды.

4 Сурет – Ванадийлі концентраттардың ИК-спектрлері

5 – суретте көрсетілгендей рентгенофаздық талдау мәліметтері натрий гидроксоалюминаттың барын дәлелдейді.

Концентраттарда негізгі фазадан басқа карбонаттар қатысады, олардың сіңіру жолақтары 1440, 880, 720 см⁻¹ жиіліктеріне сәйкес (4-сурет, а қисығы). Олардың бар болуы рентгенофазалық талдау нәтижелерімен (5-сурет) дәлелденеді.

Ванадийлі концентраттарда [SO₄²⁻] мөлшері 9,2 салмақтық % жетеді. Осындай концентраттың ИК-спектрлерінде сульфаттың сіңіру жолақтары 1180 см⁻¹ және 640 см⁻¹ жиілік аймақтарында пайда болады (4-сурет, в қисығы).

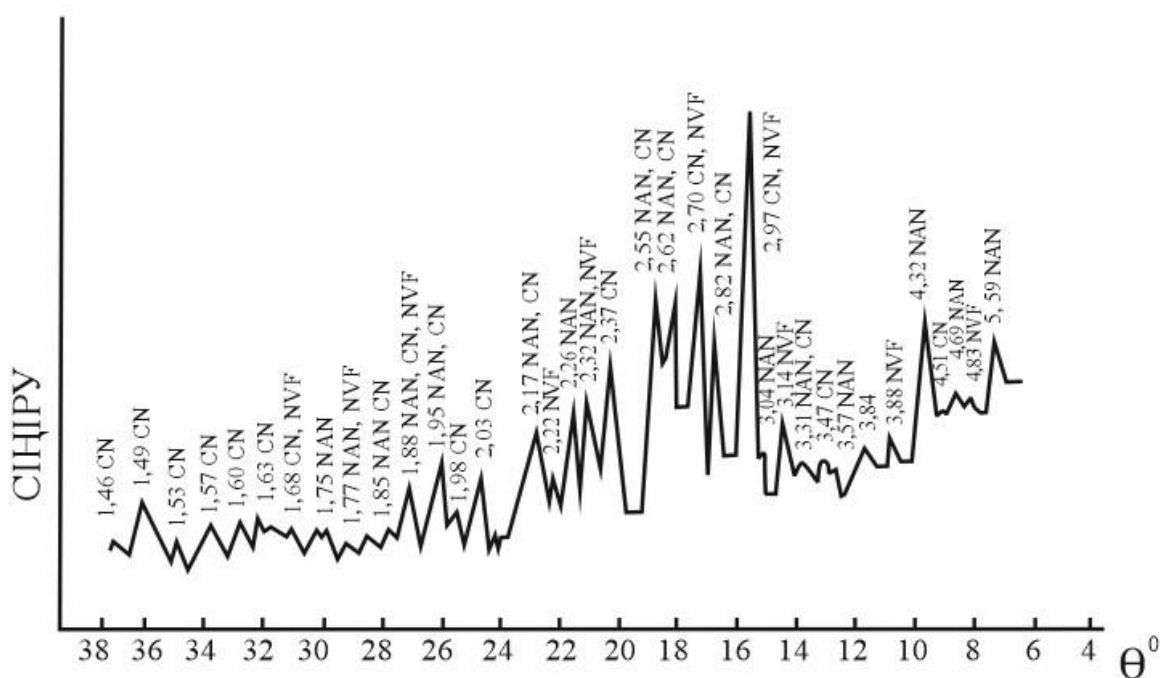
Осы зерттеуде бізді көпмөлшерде қоспалармен ластанған өндірістік өнімдегі ванадийлі концентраттың құрамы қызықтырады. Бірақ бұндай өнімнің идентификациясы қиын.

Инфроқызыл аймақтарда сіңіру спектрлері өздік фаза түріндегі ванадийдің болуын көрсетпейді, өйткені ванадий мен негізгі фазаның ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) сіңіру жолақтары жақын орналасқан.

Дифрактограммада натрий алюминаты мен карбонаты жолақтарынан басқа нашар еритін қосылыстың $\text{Na}_7(\text{VO}_4)_2\text{F} \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ қарқынды жолақтары көрінеді. Бұл қосылыстың сіңіру коэффициенті төмен, сондықтан $\text{Na}_7(\text{VO}_4)_2\text{F}_x \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ фазасының барлық жолақтары күшті сіңіретін фазалар $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ және Na_2CO_3 жолақтарына түседі.

Зерттелетін концентраттарда ванадий мөлшерінің аз болу салдарынан оның алюмосиликаттарда сорбуылануы мүмкін. ИК-спектрде $400\text{-}500\text{ см}^{-1}$ және $1000\text{-}1100\text{ см}^{-1}$ жиілік аймақтарында силикат жолақтары көрінеді (4-сурет, с қисығы).

Концентраттардың физика-химиялық зерттеулері көрсеткендей, натрий алюминаты немесе $\text{Al}(\text{OH})_3$ модификациясының біреуі негізгі фаза болып табылады, ал ванадий фосформен және фтормен күрделі комплексті қосылыс- $\text{Na}_7(\text{VO}_4; \text{PO}_4)_2\text{F} \cdot 19\text{H}_2\text{O}$ түрінде тұрады.



NAN – $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Na} \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$;

NVF – $\text{Na}_7(\text{VO}_4)_2\text{F} \cdot 19\text{H}_2\text{O}$;

CN – Na_2CO_3

5 Сурет – Ванадийлі концентраттың дифрактограммасы

2.4 Ванадийді өзінің концентратынан экстракциялау

Экстрагенттер ретінде “Яррезин Б” қолданған кезде ванадийді шламнан экстракциялау нәтижелері 2-кестеде көрсетілген. Экстракцияны жүргізу жағдайларын ертеде табылған оптималды режимдерде ұстап тұрылды.

2 Кесте – Оптималды шарттарда ванадийді оның концентраттарынан экстракциялау

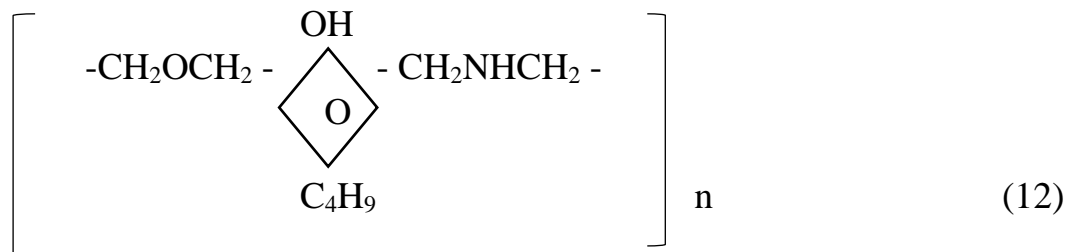
“Яррезин Б”					Үшбутилфосфат				
с/қ	pH	H ₂ SO ₄ көлемі, дм ³	Уақ ыт t, мин	Бөліп алу дәрежесі сал. %	с/қ	HCl б/ша қышқ. молы, дм ³	HCl көлемі, дм ³	Уақ ыт t, мин	Бөліп алу дәрежесі, сал. %
9,2/1	3,85	10,5	60	98,25	5,1 /1	3,0	3,0	5/7	100

Нәтижелердің талдауы көрсеткендей, екі экстрагентпен ванадийді бөліп алу жеткілікті жоғары және бөліп алу дәрежесі 90 салмақты % аса құрайды. Соның ішінде ванадийді шламнан үшбутилфосфатпен соңына дейін бөліп алуға жол береді, фазалардың қабаттануы тез орындалады, экстракция 5-7 минут аралығында қарқынды жүреді, бұл “Яррезин Б” мен экстракциялау уақытына қарағанда 10 есе төмен.

Бірақ “Яррезин Б” экстрагенті экономикалық тұрғыдан қарағанда тиімді қолданылады, онымен қоса “Яррезин Б” өндірістік масштабына лакбояушы салада шығарылады және үшбутилфосфатқа қарағанда 5 есе арзан.

2.5 ИК-спектроскопия әдісімен Яррезин Б фенолформальдегид шайырымен ванадий экстракциясының механизмін зерттеу

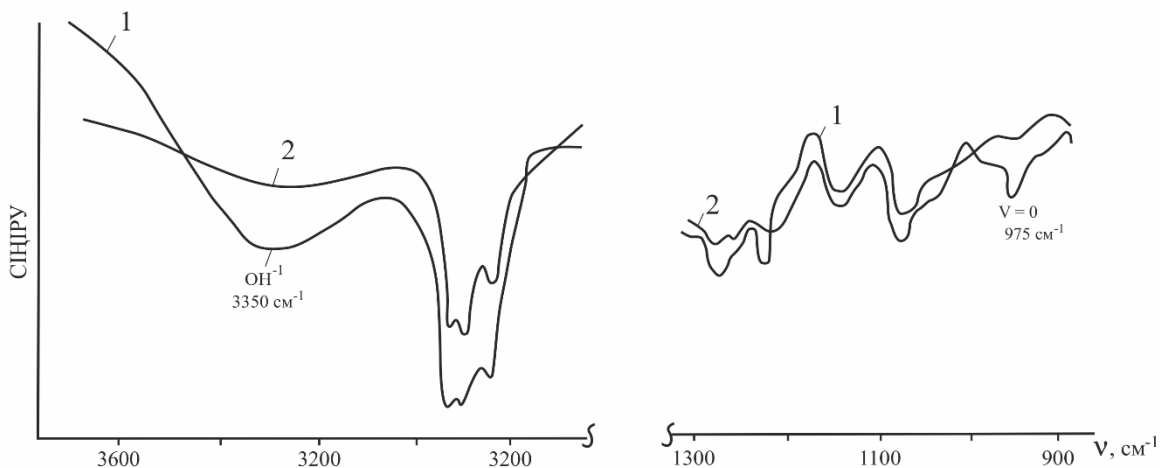
Ұсынылған экстракт өзінің құрамында амино және гидроксотопты құрайды. Оның құрылымдық формуласы мынадай түрде болады:



Осы реагентпен экстракциялау анионалмасу немесе хелаттүзу механизмі бойынша жүретінін айтуға болады.

6 – суретте олигомер спектрімен салыстырғанда глинозем өндірісінің концентратынан ванадийді экстракциялау процесі кезінде алынған ванадийлі концентраттың ИК-спектрі көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай,

ОН тобының валенттік тербелістеріне сәйкес 3350 см^{-1} жиілігінде экстрагент спектріінде $3400\text{-}2800\text{ см}^{-1}$ диапазонында болатын кең диффузиондық жолақпен пайда болады. Бұдан басқа, ванадийлі экстракт спектріінде $V=0$ тобының валенттік тербелістеріне жауап беретін 975 см^{-1} жиілігінде сіңіру жолағы пайда болады.

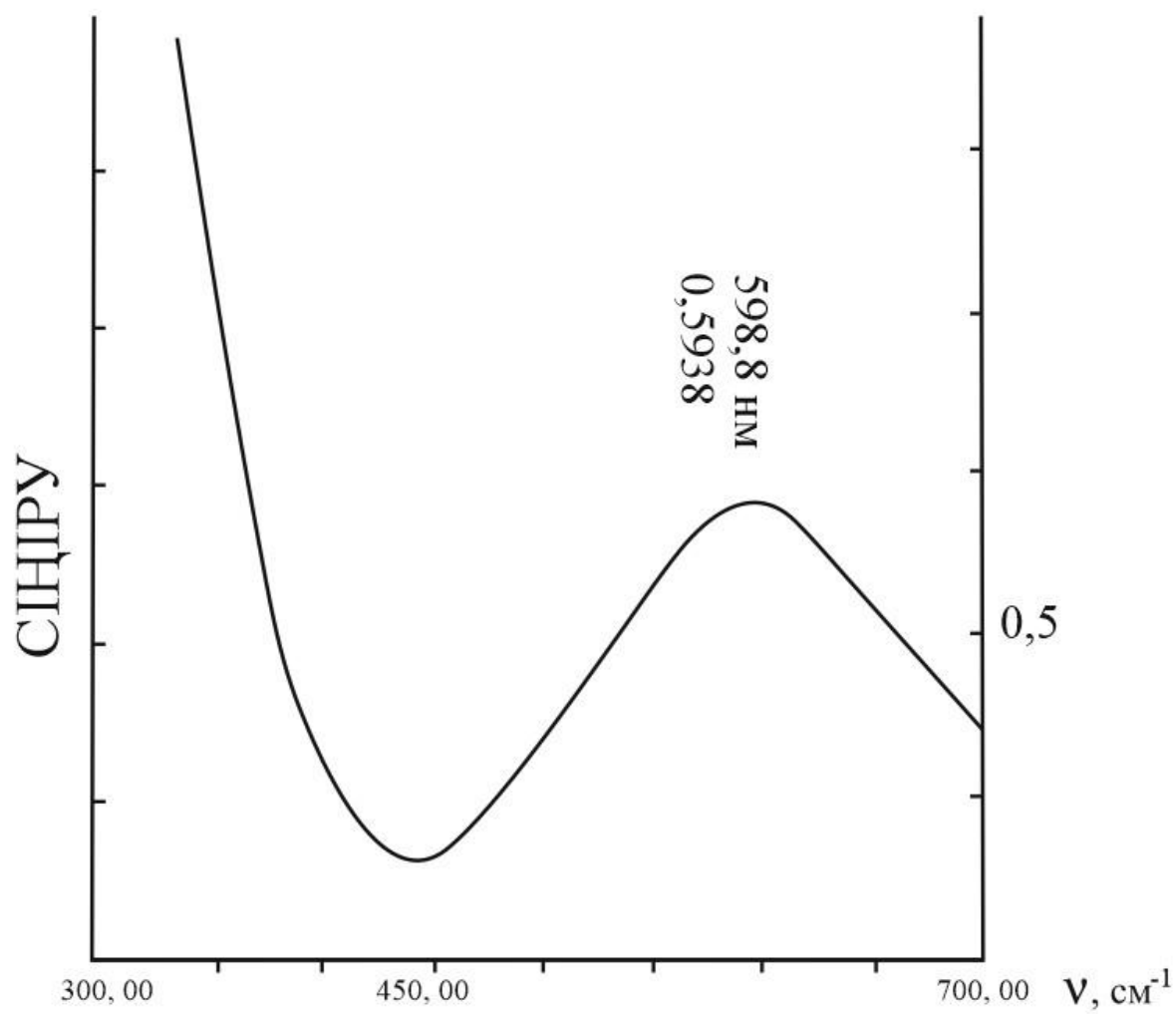


1 – экстрагент; 2 – экстракт.

6 Сурет – Яррезин Б және ванадий экстрактың ИК-спектрі

Экстрагенттің көріну аймағында сіңіру жолақтары қатыспайды, ал сулы ерітінділерден экстракциялау процесінде алынған ванадий валадатының спектрлерінде $598,8\text{ нм}$ кезінде сіңіру жолағы байқалады, бұл ванадийдің (V) хелатты комплекстері үшін сипатты болады (7-сурет).

Осылайша, алынған мәліметтер мынандай қорытындыға келуге жол береді: ванадий “Яррезин Б” мен хелат механизмі бойынша экстракцияланады.



7 Сурет – Көрінетін аймақтағы ванадий экстрактының спектрі

3 Экономикалық бөлім

3.1 Амортизациялық шегерімдерді есептеу

Зертхананы жабдықтауға арналған амортизациялық шегерімдерді есептейік.

3.1 Кесте – Амортизациялық шегерімдер

Жабдықтың атауы	Қызмет көрсету мерзімі, жыл	Саны	Бағасы	Жылдық құны	Н _а , %	Амортизацияның жылдық суммасы
Конустық колба	4	10	300	3 000	25	750
Фотоколориметр «КФК-2М»	10	1	120 000	120 000	10	12 000
Тербелме	10	1	1 800	1 800	10	180
Бөлу воронкасы	4	4	1 500	6 000	25	1 500
Пипетка	4	4	200	800	25	200
Стакан	4	5	200	1 000	25	250
Бюретка	5	2	580	1 160	20	232
150М маркалы рН метр	10	1	85 000	85 000	10	8 500
Барлығы:	51	28	209 580	218 760	200	23 612

Норманы (Н_а) және амортизацияның суммасын жабдықтың қызмет ету мерзіміне байланысты келесі формулаға сәйкес анықтайтын боламыз:

$$N_a = 100 : B \quad (3.1)$$

мұндағы; В – қызмет ету мерзімі.

Сонымен, жабдықтың жалпы құны – 218 760 теңге. Бір жыл ішіндегі амортизациялық шегерімдердің суммасы жабдық үшін 23 612 теңгені құрайды. Үш айға амортизациялық шегерімдердің суммасы – 5 903 теңгені құрайды.

3.2 Негізгі және қосымша материалдардың шығындарын есептеу

Тәжірибені және химиялық талдауларды жүргізу кезінде қолданылған негізгі және қосалқы материалдардың шығынын есептейміз. Ғылыми-зерттеу жұмысының барысында екі тәжірибе сынағы жүргізілгендіктен, негізгі және қосалқы материалдардың шығынын тәжірибелердің осы санына есептейміз.

Есептеу нәтижелері 3.2 – кестеде көрсетілген.

3.2 Кесте – Негізгі және қосалқы материалдардың шығыны

Материалдардың атауы	Материалдардың шығыны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Металл ванадий, кг	0,1	3 500	350
Яррезин Б, дм ³	1,0	650	650
Керосин, дм ³	1,0	38	38
Октилді спирт, дм ³	1,15	1 300	195
Тазартылған су, дм ³	100	10	1 000
Мұздатылған сірке қышқылы, дм ³	0,5	750	375
37 %-дық тұз қышқылы, дм ³	0,2	560	112
ТБФ, дм ³	0,5	1 300	650
Барлығы:		8 108	3 370

Сонымен, негізгі және қосалқы материалдардың шығынын үш айға 3370 теңгені құрады.

3.3 Электр энергиясының шығындарын есептеу

Электр энергиясын тұтынады:

- фотоколориметр;
- 24 сынақ үшін 65 кВт·сағ;
- тербеткі – 12 сағат жұмыс үшін 4 кВт·сағ.

Сонымен, электр энергиясының жалпы шығыны 60 кВт·сағ құрайды. 1 кВт·сағ электр энергиясының бағасы – 4,60 тг. Сонда:

$$60 \cdot 4,60 = 276 \text{ тг.}$$

Сәйкесінше, электр энергиясының шығыны – 276 тг.

3.4 Суық судың шығындарын есептеу

Суық судың шығыны 24 сынақ үшін есептеледі. Бір сынақ үшін орта есеппен алғанда 5 дм³ су жұмсалса, 24 сынақ үшін тиісінше 100 дм³ су жұмсалады. Химиялық ыдыстарды жууға кеткен су мөлшері 4 дм³.

1 дм³ суық судың бағасы – 11,8 кг, сонда:

$$0,1 \cdot 11,8 = 1,18 \text{ тг}$$

Химиялық ыдыстарды жууға кеткен су шығыны:

$$4 \cdot 11,8 = 47,2 \text{ тг}$$

Тәжірибе кезіндегі жалпы су шығыны үш ай үшін:

$$47,2 + 1,18 = 48,38 \text{ тг.}$$

3.5 Өзіндік құнның өзгерісін есептеу

Ванадийді алудың өзгеруі өнім көлемінің өзгеруіне алып келеді. өзіндік құнның азаюы келесі формула бойынша анықталады :

$$U = 3 \cdot \frac{(E_2 - E_1)}{E_2}, \quad (3.2)$$

мұндағы; 3 – зерттеудің шығындары; E_1 – бөліп алуды арттыруға бағытталған іс-шараларға дейінгі ванадийді бөліп алу, %; E_2 – жүргізілген зерттеуден кейінгі ванадийді бөліп алу, %; Сонда, өзіндік құнның өзгерісі тең болады:

$$U = 151\,292,38 \cdot \frac{(99,9 - 90,94)}{99,9} = 13\,569,36 \text{ тг}$$

3.6 Зерттеудің рентабельділігі мен экономикалық тиімділігін есептеу

Рентабельділікті 10 %-ға жектізу үшін, экономикалық тиімділік:

$$\mathcal{E}_o = (3 + A) \cdot 0,1, \quad (3.3)$$

$$\mathcal{E}_o = (151\,292,38 + 77\,966,064) \cdot 0,1 = 22\,925,844 \text{ тг.}$$

Жұмыс үш айы бойы жүргізілгендіктен, экономикалық тиімділікті осы уақыт бойына есептесек, тең болады:

$$\mathcal{E}_o = [3 + C_n \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^1] \cdot 0,1 \cdot 3 : 12, \quad (3.4)$$

$$\mathcal{E}_o = [151\,292,38 + 218\,760 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^1] \cdot 0,1 \cdot 3 : 12 = 5\,926,37 \text{ тг.}$$

10 %-дық рентабельділігі бар ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі бірінші жылдың нәтижелері бойынша:

$$22\,925,844 + 5\,926,37 = 28\,852,214 \text{ тг.}$$

10 %-дық рентабельділігі бар ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылдың нәтижелері бойынша:

$$\mathcal{E}_0 = [3 + C_{\text{п}} \cdot I_0 \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2] \cdot 0,1 \cdot 3:12, \quad (3.5)$$

$$\mathcal{E}_0 = [151\,292,38 + 218\,760 \cdot 1,08 \cdot 0,33 \cdot (1 + 0,1)^2] \cdot 0,1 \cdot 3:12 = 6\,140 \text{ тг.}$$

10 %-дық рентабельділігі бар ғылыми-зерттеу жұмысының экономикалық тиімділігі екінші жылдың нәтижелері бойынша:

$$22\,925,844 + 6\,140,7 = 29\,066,544 \text{ тг.}$$

Өнім бірлігіне жобаның өзін-өзі ақтау мерзімін келесі формула бойынша есептейміз:

$$T = K : U, \quad (3.6)$$

мұндағы K – біруақыттағы шығындар; U – өзіндік құнның өзгерісі.

$$T = 218\,760 / 13\,569,366 = 2,68 \text{ жыл.}$$

Сонымен, жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі – 2,68 жыл.

3.7 Техникалық - экономикалық көрсеткіштер

Есептелген мәліметтердің негізінде осы ғылыми-зерттеу жұмысын сипаттайтын негізгі техникалық-экономикалық көрсеткіштердің кестесін құрастырамыз.

3.3 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Мәні
Бастапқы ерітіндідегі ванадийдің үлесі, г/дм ³	5,3
Рафинаттағы ванадийдің үлесі, г/дм ³	0,01
Ванадийді бөліп алу, %	99,9
Жабдыққа жұмсалған басты шығындар, тг	218 760

3.3 кестенің жалғасы

Көрсеткіштер	Мәні
Зерттеу шығындары, тг	151 292,38
Жалақы мен шегерімдер, тг	139 425
Зерттеудің жинақтары, тг	77 966,064
Зерттеудің бірінші жылдағы жинақтары, тг	85 762,67
Зерттеудің екінші жылдағы жинақтары, тг	94 338,93
Жобаның құны, тг	229 258,44
Жобаның бірінші жылдағы құны, тг	237 055,05
Жобаның екінші жылдағы құны, тг	245 631,05
Өзін-өзі ақтау мерзімі, жыл	2,68
Бірінші жылдағы 10%-дық рентабельділікпен экономикалық тиімділік, тг	28 852,214
Екінші жылдағы 10%-дық рентабельділікпен экономикалық тиімділік, тг	29 066,544

3.8 Экономикалық бөлім бойынша қорытынды

Эксперименттік мәліметтерді математикалық өңдеудің математикалық өңдеудің жоғарыда келтірілген нәтижелері алынған тәуелділіктердің барлығы полиноминалды формада екенін көрсетті, яғни көрсеткіштері 0 мен 6 аралығында болатын көпмүшелік дәрежелерінен тұрады, сонымен қатар, аппроксимация коэффициенті барлық жағдайларда бірлікке тең, бұл біз таңдаған математикалық теңдеулердің нөлге тең екендігін көрсетеді. Мұндай теңдеулер оларды оңтайландыру үшін күрделі болып табылады, яғни алынған функциялардың экстремумдарын іздестіру үшін арнайы бағдарлама құру қажет. Математикалық теңдеулерді оптимизациялай отырып, процессті жүргізудің оңтайлы шарттарын анықтауға болады, сәйкесінше, экономикалық есептеулер үшін оңтайлы мәліметтер алуға болады. Экономикалық шығындардың есептеулері шығындардың негізгі бөлігін басты шығындар мен ғылыми-зерттеу жұмысының орындаушыларының жалақысы құрайтынын көрсетті. Жұмыстың 10 %-дық рентабельділігі жағдайындағы экономикалық тиімділік бірінші жылдың нәтижелері бойынша – 28 252,214 теңгені, екінші жылдың нәтижелері бойынша – 29 066,544 теңгені құрайды. Ғылыми-зерттеу жұмысының өзін-өзі ақтау мерзімі – 2,68 жылды құрайды.

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

Дипломдық жұмыстың зерттеу жұмыстары Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университетінің «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасындағы зертханасында жүргізілді.

Қауіпсіздік техникасы зертхана меңгерушісінің міндеті бойынша жүзеге асырылады. Зертхана меңгерушісі кәсіпорында еңбекті қорғаудың толығымен жауаптылары болып келеді. Еңбекті қорғау бөлімі қауіпсіздік еңбек шараларында жүйелік бақылауды жүзеге асырады және зақым мен апаттан сақтандырады.

Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау

Жұмыс кезінде адам әр түрлі заттармен жұмыс жасайды. Сонымен қатар, оған әр түрлі өндірістік жағдайдағы параметрлер әсер етеді (температура, ылғалдылық, ауаның қозғалғыштығы, шу және т.б.). Бұл белгілі бір жағдайларды адам еңбегін сипаттайды. Көбінесе еңбек жағдайларына байланысты, денсаулық және адамның жұмыс қабілеттілігі, оның жұмысқа деген көзқарасын анықтайды.

Нашар жағдайда өнімділік күрт төмендейді және құрылады жарақаттану мен кәсіби аурулардың пайда болуының алғышарттары аурулардың.

Мұндай факторлар тек өндірістік жұмыста ғана емес, сонымен қатар зертханалық жағдайда. Зертханадағы әрбір адам мына талаптарды сақтау қажет:

- техникалық және өрт қауіпсіздігі бойынша алдын ала нұсқаулықпен танысу;
- өрт сөндіру құралдарын қолдана білу, олардың орналасқан жерін білу;
- дәрі-дәрмек қобдишасын пайдалана білуі және оның орналасқан жерін білуі. Міндетті түрде күйік кезінде алғашқы көмек көрсете білу (оның ішінде химиялық), және улану;
- бастапқы реактивтер мен түзілетін заттардың ерекшеліктерін білу;
- жеке қорғаныс құралдарын қолдану;
- жұмыс аяқталғаннан кейін зертхананы барлық ток көзінен ажыратып, газ, электр, су жабдықтарын өшіру.

Қарастырылып отырған бұл жұмысты орындау кезінде техника қауіпсіздігін сақтамаған жағдайда өндірістік жарақат алу мүмкін. Ең қауіпті және зиянды болатын жағдайлар:

- қышқылдар мен сілтілердің ерітінділерімен дұрыс жұмыс жасамаған кезде тері мен дем алу жолдарының күйіп қалуы;
- жабдықтарға химиялық активті орта әсері мүмкіндігінен туындайтын, жоғары қауіптіліктің салдарынан электр тогына түсіп қалу.

Сілтілермен жұмыс істеу кезінде денсаулығыңызға қауіп төндірмеу үшін бірнеше ережелерді білу керек.

1) құрғақ түрінде сілті белсенді емес. Яғни, егер сілті құмырада болса және сіз одан бір метр қашықтықта болсаңыз, сілті ешқандай зиян келтіре алмайды. Бірақ сумен араласқан кезде қатты реакция пайда болады – сілтілік

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

2) тіпті бетіндегі мүлдем құрғақ теріде тер бездері шығаратын ең кішкентай су тамшылары бар, мұрынның, ауыздың және көздің шырышты қабаттарында ылғал одан да көп, сонымен қатар су мен ауада көп. Сондықтан теріні сұйылтылған сілтінің ғана емес, сонымен қатар құрғақ сілті әсерінен де қорғау керек, әйтпесе химиялық күйік пайда болады!

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

4) сілтінің сумен әрекеттесуі көп мөлшерде жылу шығарумен бірге жүреді, ерітінді ыстық болады, сілтінің буы пайда болады. Сондықтан сілтілік ерітіндіні дайындау кезінде мұз текшелері мен суық суды пайдалану қажет.

Тәжірибелік жұмыс өте қауіпті болып көрінеді, бірақ сілтімен жұмыс істеу кезінде қарапайым қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып, сіз өзіңізге немесе басқаларға зиян келтіруден қорықпай айналысуға болады.

– сілтімен жұмыс істейтін бөлмеде жас балалар мен үй жануарларының болуы керек. Сондай –ақ, құрғақ сілтіні сақтау орны балалар мен жануарлар үшін 100 % қол жетімсіз болуы керек. Сілті сақталатын контейнерде тиісті жазулар жасалуы керек — мысалы, қауіпті! Улы.

– сілтімен жұмыс жасамас бұрын, біз қолымызды резеңке қолғаппен қорғаймыз, көзді көзілдірікпен, тыныс алу органдарын респиратормен (кәдімгі дәке таңғыш болмайды), денені жұмыс халатымен немесе ұзын жеңімен, алжапқыш киеміз.

– сілтіні әрдайым суға құю керек, егер керісінше болса, онда өте қатты химиялық реакция әсерінен жарылуы мүмкін, онда көп мөлшерде жылу мен сілтілі бу шығады.

– сілті мен суды араластырғаннан кейін, ерітінді өте ыстық болады, ол қайнайды. Сондықтан алдымен сілтілі ерітінді дайындау үшін суды салқындату керек немесе мұз текшелерін қосу керек, сонымен қатар контейнерді раковинаға салу керек (ерітінді қайнап, төгілсе де, оны тез жууға болады). Сондай-ақ, суық суды қосып, ағынды сумен, сыртынан сілтілі ерітіндіні салқындатуға болады.

Ешқашан сілтілі контейнерге сүйенбеңіз, қолыңыздың ұзындығында сілтілі ерітіндімен жұмыс істеуге тырысыңыз, бұл жағдайда ол зиян тигізбейді.

– сілтімен жұмыс істейтін бөлме жақсы желдетілуі керек, терезені ашқан жөн немесе сорғыш шкафты қосу қажет.

Егер сілтілік ерітінді теріге тисе не істеу керек?

Ең бастысы - үрейге берілмеу. Сілтілі ерітінді теріге бірден сіңіп кетпейді, сіз ештеңені тастамай немесе лақтырмай, сілтілі ерітіндіні теріден ағынды сумен, содан кейін сірке суы немесе лимон шырынымен жуу қажет. Қышқыл сілтіні бейтараптандырады және бұл жағымсыз салдардан сақтайды.

Егер сілті киімге тиген болса, оның денеге киім астына түсу мүмкіндігі жоғары. Сондықтан ластанған киімді шешіп тастау керек, ал киім астындағы теріні жуып, қышқылданған сумен емдеу керек.

Егер сіз құрғақ сілтіні теріге тигізсеңіз, оны ылғалдамай алып тастауға тырысыңыз, содан кейін сумен және сірке суымен шайыңыз.

Егер сілті өте сезімтал теріге немесе шырышты қабықтарға түспесе, дененің зақымдалған аймағын су шүмегінің астына қоюға немесе үстіне қышқылданған су құю қажет. Сондықтан сілтімен жұмыс істеу кезінде сұйылтылған сірке суы немесе лимон шырыны бар тығыз жабық контейнер әрдайым қол жетімді болуы керек.

Егер сілті бір уақытта бетке де, қолға да түссе, алдымен оны сезімтал жерлерден – бет, мойын терісінен, содан кейін қолдардан залалсыздандыру керек.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттелген тақырып бойынша әдебиеттік мәліметтердің талдауы жүргізілді. Ванадий негізінде кендерді комплексті өңдеген кезде бөлініп алынатындығы дәлелденген. Ванадий шикізат көздерінің бірі глинозем өндірісінің аралық өнімі болып табылады;

- сулы ерітінділердегі ванадий иондарының күйі көрсетілген;
- аламудың физика-химиялық әдістерімен ванадийлі концентраттардың құрамы анықталды; концентраттардың құрамына натрий карбонаттары, фосфаттары және фторидтері кіретіні көрсетілген;
- концентраттардың негізгі фазасы натрий алюминаты немесе $Al(OH)_3$ модификациясының бірі болып табылатындығы анықталды;
- концентрат құрамындағы ванадий комплексті қосылыс $Na_7(VO_4,PO_4)_2F \cdot 19H_2O$ түрінде болатындығы дәлелденді;
- экстракциондық әдіспен ванадийлі концентратты өңдеу бойынша тәжірибелер көрсеткендей, экстрагент ретінде ҮБФ сияқты ванадийдің бөліп алу дәрежесі 90сал. % жоғары болады;
- ИК-спектроскопия әдісімен экстракцияның механизмі анықталды, ванадий Яррезин Б шайырымен хелат механизмі бойынша экстракцияланады;
- зерттеу жұмысын жүргізуге кеткен шығындардың экономикалық есебі көрсетілген;
- еңбек қорғау бойынша қауіпсіздік шаралары қарастырылған.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Химия и технология редких и рассеянных элементов / Под ред. К.А.Большакова. -М.: Высшая школа, 1976.
- 2 Коршунов Б.Г. Об источниках получения ванадия при переработке руд цветных металлов. // Цветные металлы. -№12. -1982, 89-93с.
- 3 Производство редких металлов и полупроводниковых материалов. // Экспресс информация. ЦНИИ уветмет экономики и информации. - серия V. - №47. -1981.
- 4 Байконурова А.О. Изучение физико-химических основ процесса экстракционного производство извлечения ванадия трибутилфосфатом из промпродуктов глиноземного производства. – Дис. на соиск. уч. степ. канд. хим. наук. – И.: МИТХТ, 1979.
- 5 Ростокер У. Металлургия ванадия. – И.: И1, 1959.
- 6 Strandell E. Mineralproject Ranstad group of ИКАВ, АВ Atomenergt and Vattenda // А.В. Moronto, 1977, 501-508р.
- 7 Производство редких металлов и полупроводниковых материалов. // Экспресс информация. ЦНИИ уветмет экономики и информации. -серия V. - №41. -1981.
- 8 Тронцкий М.А., Желунов В.А. Металлургия алюминия. -М.: Металлургия, 1977.
- 9 Демыщенко А.М., Банак О.С., Банак В.Н. Очистка алюминатных растворов от соединений фосфора, ванадия и фтора. // Цветные металлы. -№1. -1967, 61-63с.
- 10 Зазубин А.М. О комплексном использовании бокситов. // Цветные металлы. –№5. -1982, 32-33с.
- 11 Даксельт Э. Получение пятиоием ванадия в качестве побочного продукта при производстве окиси алюминия по методу Байера. // Тр. по химии и химической технологии. -№9. -1957, 42-45с.
- 12 Морачевский Ю.В., Беляева А.М. Спектро-фотометрические изучение водных растворов пятивалентного ванадия. // Аналитическая химия. -т.11. -1956, 672-677с.
- 13 Шахин А.А., Фотиев А.А. Химия пятивалентного ванадия в водных растворах. // Тр. ин-та химии УНЦ АНСССР. -Вып.24. -1971.
- 14 Кунаев А.М., Козлов В.А., Дадабаев А.Ю и др. Жидкость-жидкостное распределение ванадия +Vи+IV в ди-2-этилгенил-фосфорной кислоте. // Тр. ИМиОАИКаЗССР. -т.51. -1975, 11-15с.
- 15 Гильберг Э.Н., Пронин В.А., Шанов И.М и др. Экстракция некоторых элементов соиями УАО гу солянокислых растворов. // Ж. Неорг.химия. -Вып.4. -т.13. -1968, 1055-1057с.
- 16 Ульянов В.С., Свиридова Р.А., Ласкорин Б.Н. Экстракция ванадия (V) УАО сбензильной группой. // Прини.химия. -т.40. -№1. -1697, 102-105с.

17 Dulberg P. Ueber das Verhalten der Vanadate in wassrigen Lösungen. // Z. Phys.chem. -B.45. -1973, 129-181s.

18 Kamiya Seigo, Tamura Higeo. Экстракция ванадия (V)3-н-октиламинол. //J.chem.Soc. Japan Industr. Chem. Soc.-V.69. -№8. -1966, 1441-1444p.

19 Sato Taichi, Ikamo Shuli, Nakamura Takato. The extraction of vanadium (V) from perchloric acid solutions by long – chain alkylamine and alkylammonium compound. // J. Inorg. Nucl. Chem. -V.39. -№3. -1977, 395-399p.

20 Леочанов А.М., Турбина З.Н. Получение чистой пятиокиси ванадия из медно-ванадиевых кенов триактиламинол. // сб. науч. пер. ВНИИ уветмет. -№12. -1968, 54-58с.

21 Crifford W., Bullwinkell E., McClain h., Noble P. The Solvent Extraction of uranium (VI) from Carbonate Solutions. // J. amer. Chem. Soc. -V.80. -№12. -1958, 2959-2961p.

22 Шмидт В.С. Экстракция аминами. -М.: Атомиудат, 1970.