

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

Қамбарбек М.М.

Ванадийді ертітіндіден бөліп алу әдісін зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В070900 – Металлургия

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

МПЖ және АМТ кафедра
меңгерушісі РНД докторы,
техн. ғыл. кандидаты,
қауымдас-ған профессор

 Чепуштанова Т.А.

« 16 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Ванадийді ертігіндіден бөліп алу әдісін зерттеу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Қамбарбек М.М.

Ғылыми жетекшісі:

Металлургиялық процестер, жылу
техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасының сениор
лекторы, Ph.D. доктор

 О.С. Байгенженов

« _____ » _____ 2019 ж



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылутехникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасы

5B070900 – «Металлургия»

БЕКІТЕМІН

МГЖ және АМТ кафедра
меніңсерушісі Ph.D. докторы,
техн. ғыл. кандидаты,
қауымдас ғал. профессор
Чепуштанова Т.А.
2018 ж.



Дипломдық жұмыс орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы Қамбарбек Мұхамедәлі Мадәліұлы

Тақырыбы Ванадийді ерітіндіден бөліп алу әдісін зерттеу

Университет ректорының «8» қазан 2018 ж. № 8 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: күкіртқышқылымен шаймалау, тотыққан ванадий кендері, шаймалау, шаймалау процестеріне әсер ететін факторлар, өнімді ерітіндіні экстракцияға дайындау.

Дипломдық жұмыстақарастырылатын мәселелер тізімі

а) Әдеби шолу;

б) Тәжірибелік бөлім;

в) Экономикалық бөлім;

Сызбалық материалдар тізімі

Сызбалық материалдар 13 слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 29 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	05.02.2019	
Әдеби деректердің және ванадийді алу бойынша басылымдық мәліметтердің сыни талдауы	19.02.2019	
Эксперименттік бөлім	09.04.2019	
Зерттеуді орындау шығындарының есептеулері	15.04.2019	
Зиянды және қауіпті факторлар және зерттеуді орындау кезіндегі қолданылған қауіпсіздік әдістері	20.04.2019	
Қорытынды	23.04.2019	
Норма бақылау	30.04.2019	

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

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, консультанттар, А.Ә.Т. (ғыл. дәр., лауазымы)	Қол қою мерзімі	Қолы
Зерттеуді орындау шығындарының есептеулері	МПИЖ және АМТ кафедрасының сениор лекторы, Ph.D. доктор Ө.С. Байгенженов	16.05.2019	
Зиянды және қауіпті факторлар және зерттеуді орындау кезіндегі қолданылған қауіпсіздік әдістері	МПИЖ және АМТ кафедрасының сениор лекторы, Ph.D. доктор Ө.С. Байгенженов	16.05.2019	
Норма бақылаушы	Көккөзов Д.Қ техника және технология магистрі	18.05.2019	

Ғылыми жетекшісі  /О.С.Байгенженов/

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  / М.М. Қамбарбек/

Мерзімі « 15 » 01 2018 ж.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 раздела, заключения, списка литературы. Работа написана на 34 страницах, набранных на компьютере, рисует 3 рисунков и 5 таблиц. Список литературы состоит из 29 наименований.

Цель дипломной работы-исследование метода извлечения Ванадия из раствора

По исследованию приведены результаты выделения ванадия Баласаускандинского месторождения. Полученные практические результаты показали ключевые факторы, влияющие на процесс получения ванадия. Использовались химические, рентгенофазные, микроскопические, термогравиметрические методы анализа, электронная и инфракрасная спектроскопия, электронный парамагнитный и ядерно - магнитный резонанс (на ядрах ^{51}V). Для изучения технологических операций были применены стандарты ГОСТ 27025-86.

Составлены экономические расчеты.

Ключевые слова: гидрометаллургия, рентгенофаза, микроскопия, термогравиметрия, Ванадий, сорбция .

ANNOTATION

Thesis consists of tasks, introduction, 4 sections, conclusion, references. The work is written on 34 pages, typed on a computer, draws 3 figures and 5 tables. The list of references consists of 29 items.

The aim of the thesis-study methods of extraction of Vanadia from the solution

The study shows the results of the allocation of vanadium Balashovskogo field. The obtained practical results showed the key factors influencing the process of obtaining vanadium. Chemical, x - ray pHase, microscopic, thermogravimetric methods of analysis, electron and infrared spectroscopy, electron paramagnetic and nuclear magnetic resonance (on ^{51}V nuclei) were used. GOST 27025-86 standards were applied to study technological operations.

Economic calculations are made.

Key words: hydrometallurgy, x-ray pHase, microscopy, thermogravimetry, vanadium, sorption .

МАЗМҰНЫ

Кіріспе		9
1	Әдебиеттік шолу	10
1.1	Ванадий және оның қасиеттері	10
1.2	Ванадий нарығының мониторингі және оны Баласаускандық кен орнының қара тақтатастарынан алу тәсілдерін бағалау	10
1.3	Бастапқы шикізат және материалдар, зерттеу және талдау әдістері	17
2	Тәжірибелік бөлім	19
2.1	Материалдар мен әдістер	19
2.2	Суанех 923 арқылы ванадийді шығару механизмі	19
2.2.1	Байланыс уақытының әсері (экстракция)	21
2.3	Байланыс уақытының әсері (реэкстракция)	23
2.4	Ванадийді Суанех 923-пен тазалау	24
3	Экономикалық бөлім	26
4	Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	30
4.1	Электр қауыпсіздігін қамтамасыз ету	30
4.2	Еңбек қорғаудағы өртке қарсы шаралар	30
4.3	Микроклиматпен қамтамасыз ету	31
Қорытынды		32
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі		33

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі— ерітіндіден Ванадийді бөліп алу өндірісінің қоршаған ортаға аз зияндылықты, энергетикалық шығыны төмен тиімді жолын қарастыру және сол арқылы шикізатты кешенді қолдану коэффициентін арттыру, лақтырындылар мен қалдықтар мөлшерін азайту. Қазіргі уақытта ванадия нарығында Оңтүстік Африканың үлкен айырмашылығы бар, онда ванадий пентаоксидіне қайта есептегенде шикізаттың 43 % өндіріледі. Одан әрі қытай мен Ресей жүріп жатыр: олардың үлесіне шамамен әлемдік жеткізілімдердің 20% - ы келеді. Алайда жағдай біртіндеп өзгереді: АҚШ-та өндіріс көлемі жылдам кеңейтіледі, оның ішінде өнім шығаруды және Stratcor арттырады. Болат құймасының барысында ванадийге сұраныс күрт көтерілді — бұл болатқа сұраныс қарағанда жылдам өсуде, негізінен бұл металл құрылыста кеңінен қолданылатын арматуралық болатты нығайту технологиясында маңызды рөл атқаратынына байланысты. Егер бумның басына дейін ванадий бағасы бір килограмм үшін 25 доллар деңгейінде болса, 2005 жылы Роттердам нарығында 37 долларға дейін көтерілді, ал сұраныс бағасы 70 долларға жетті, яғни олар өткен ғасырдың 80-ші жылдарының Тарихи рекордтарынан да асып түсті.

Қазақстанда сирек қиын балқитын металдар мен сирек кездесетін жер элементтерін өндіруге арналған минералдық-шикізат базасы оның негізінде техниканың жаңа салаларының ішкі және экспорттық қажеттіліктерін қамтамасыз етуге қабілетті тау-кен өндіру және қайта өңдеу өнеркәсібін құру үшін жеткілікті үлкен. Бұл қатарда ванадий легірлеуші және түрлендіруші элемент ретінде ерекше рөл атқарады, ол жоғары физикалық-механикалық қасиеттері бар конструкциялық болаттарды өндіру кезінде металлургияда кеңінен қолданылады. Республиканың металлургия, Катализ, мұнай-химия және басқа да салаларында ванадий қосылыстарын қолдану ауқымын одан әрі кеңейту өте маңызды міндет болып табылады. Сондықтан кенді және Кенді емес түзілімдерде ванадийді табу нысандары туралы, көп компонентті су ортасында ванадийді ашу және ион жағдайын зерттеу тәсілдері туралы, тиімді ион алмасу процестері туралы білімді тереңдету қажет.

Ванадийдің үлкен қоры Үлкен Қаратау қара тақтатастарында — Баласаускандық, Құрымсақ және Джабағлы кен орындарында (құрамында ванадий 0,8-1,2%) орналасқан. Осылайша, ванадий қосылыстарын алумен, баланстан тыс шикізатты қайта өңдеуге одан әрі тартумен де байланысты Солтүстік-Батыс Қаратау өңірінің бірегей қарасланц кендерін қайта өңдеудің жаңа инновациялық технологияларын әзірлеу неғұрлым өзекті болып отыр.

Экстракция — гидрометаллургиядағы металдарды бөліп алу, шоғырландыру және бөлудің ең белгілі әдістерінің бірі, оның ішіне ванадий гидрометаллургиясыда кіреді. Экстракцияға арналған жаңа реагенттерді іздеу және олардың қасиеттерін зерттеу, металдар өндірісінің гидрометаллургиялық сұлбаларын жақсартуға мүмкіндік береді. Экстракция технологиялардың

күрделілігін төмендетуге, операциялар санын қысқартуға, энергиялық шығындарды азайтуға және процесті экологиялық таза жасауға мүмкіндік береді, ванадий бойынша бай және жеткілікті таза ерітінділер алу мүмкіндігі туындайды, бұл ерітінділер ары қарай, мысалы, электролиз әдісімен өңделі алады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – құрамында ванадий бар ерітінділерден экстракция арқылы ванадий металын бөліп алу технологиясын зерттеу

Зерттеу объектісі: құрамында ванадий бар ерітінділер

Жұмыстың міндеттері:

- Суанех 923 арқылы ванадийді шығару механизмін зерттеу;
- Байланыс уақытының әсерін зерттеу және графигін салу;
- Ванадийді Суанех 923-пен тазалау

Дипломдық жұмысты орындаудың тәжірибелік базасы. Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты мен міндеттерінің жүзеге асырылуы Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, Тау кен-металлургия институтының «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдардың технологиялары» кафедрасында зерттеу зертханаларының болуына және онда мыс экстракциясы бойынша зерттеуді қамтамасыз ететін қажетті талдаушы технологиялық жабдықтар мен аспаптардың, сонымен қатар ерітіндідегі ванадий мөлшерін анықтаудың сәйкесті сертификатталған әдістемелерінің болуының арқасында орындалды.

Жұмыстың теориялық және әдістемелік негіздері. Дипломдық жұмыстың орындалуы әдеби мәліметтерді талдау кезінде алынған, ванадийді экстракциялау процестері, мысты бөліп алу процестері мен қасиеттері туралы теориялық білімге негізделген. Жұмыс барысында ванадийдың бастапқы ерітіндісінің құрамын және экстракциядан кейін алынған рафинаттың құрамын бақылау үшін мысты көлемдік йодомерлік титрлеу әдісін қолдандық. Экстрагент құрылымындағы функционалдық топтарды және типін сапалы анықтау үшін талдаудың ИК-спектроскопиялық әдісі қолданылды. Жұмысты орындау кезінде эксперименттік жұмыстарды орындаудың техникасы, ережелері және принциптері қатаң сақталынды.

1 Әдебиеттік шолу

1.1 Ванадий және оның қасиеттері

Ванадий (V) - Д. И. Менделеевтің периодтық жүйесінің бесінші тобының химиялық элементі, 23 атомдық нөмірі, 50,94 атомдық массасы. Металл күміс түсті, болатқа ұқсас, баяу балқитын класына жатады. Тығыздығы 6,11 г / см³, балқу температурасы 1887 °С, қайнау температурасы $t=3377$ °С. жақсы беріктікке және иілгіштікке ие.

Сипатталатын химиялық элемент сирек қиын балқитын металдарға жатады. Тұтас шашыраңқы күйде және өз минералдары құрмайды. Ванадийді алудың негізгі көздері - құрамында қоспасы бар темір кендері.

Ванадий алғаш рет мексикалық ғалым минералогия профессоры Андрес Мануэль Дель Рио ашып, эритроний атауын алды. Алайда, бұл ашу Еуропалық ғылыми әлем мойындаған жоқ. Жаңа химиялық элементтің табылуы туралы қайтадан швед химигі Нильс Сефстрем деп жариялады, ол темір кенде оны тапты.

Табиғи ванадий екі изотоптан тұрады: әлсіз радиоактивті ⁵⁰V (изотоптық таралуы 0,250 %) және тұрақты ⁵¹V (99,750 %). Ванадий-50 жартылай ыдырау кезеңі $1,5 \cdot 10^{17}$ жылға тең, яғни барлық практикалық мақсаттар үшін оны тұрақты деп санауға болады; бұл изотоп 83% жағдайда электрондық басып алу арқылы ⁵⁰Ti-ге айналады, ал 17% жағдайда бета-минус-ыдырауды бастан өткізеді, ⁵⁰Cr-ға айналады. Массалық саны 40-тан 65-ке дейінгі ванадийдің 24 жасанды радиоактивті изотопы белгілі (сондай-ақ 5 метастабильді жай-күй). Олардың ішінде ең тұрақты ⁴⁹V ($T_{1/2}=337$ күн) және ⁴⁸V ($T_{1/2}=15,974$ күн).

1.2 ванадий нарығының мониторингі және оны Баласаускандық кен орнының қара тақтатастарынан алу тәсілдерін бағалау

Қазіргі уақытта ванадийдің металлургиялық өндірісі үш нұсқада жүзеге асырылады.

Бірінші нұсқа – пирометаллургиялық-құрамында ванадий бар конверторлық шлактан ванадийді алу, ол болат өндіру кезінде ілеспе өнім ретінде алынады, титан-магнетит және ильменит-магнетит кендерінен балқытылатын ванадийлі шойынның деванадациясы. Пирометаллургия ванадий өндірушілерінің көпшілігінде қолданылады. Оның үлесіне барлық шығарылатын металдың 70% - ы келеді. Мұндай схема бойынша Қытай және Ресей кәсіпорындары, сондай-ақ ОАР мен АҚШ-тағы кейбір өндірушілер жұмыс істейді.

Екінші нұсқа – гидрометаллургиялық, бұл кезде ванадий күйдірілген титаномагнетит және ильменит-магнетит концентраттарынан химиялық сілтілеу арқылы алынады. Осы технология бойынша өндіріс үш негізгі зауыттарда жүзеге асырылады: ОАР-да Rhovan және Vantech және Австралияда Windimurra, Швейцария компаниясы Xstrata AG бақылайды. Бұл

әдіс өңделетін кеннің сапасына елеулі талаптар қояды, олар ванадий жоғары және бірқатар қоспалардың төмен болуы тиіс.

Үшінші нұсқа – техногенді шикізатты қайта өңдеу: өңделген ванадий катализаторлары, мұнай қалдықтары, мұнай коксы, асфальтиттер, мазут жағудан түскен күл, феррофосфор өндірісінің қождары, уран-ванадий кендерін қайта өңдеу қалдықтары және т.б. бұл тәсілдің үлесіне шығарылатын ванадийдің 10% - ға жуығы келеді, бірақ ол ең қымбат болып табылады. Бірақ техногенді шикізатты өңдеу әдістері жыл сайын жетілдіріліп, олардың көмегімен алынатын ванадийдің құны біртіндеп дәстүрлі технологиялар бойынша шығарылатын өнімнің құнына жақындап келеді.

Ванадий бар шикізатты қайта өңдеудің әртүрлі схемаларының экономикалық тиімділігінің шешуші факторы ванадий шығару болып табылады, ол жеке кезеңдер көрсеткіштерінен құралады.

Қазіргі уақытта ванадийдің жартысына жуығы титаномагнетиттен және құрамында 0,5% - дан кем ванадий бар басқа да темір бар кендерден пирометаллургиялық схема бойынша алынады. Бұл ретте, В. Н. көрсеткеніндей. Титан титанның титаномагнетит кенінде көп болған сайын, ванадий мөлшері соғұрлым жоғары. Әсері бір басқа қоспа компоненттерін, мысалы, Al_2O_3 , FeO және SiO_2 , ванадий концентрациясын кендегі бағаланады тәріздес іс-қимыл разбавителей оруднения.

Құрамында V_2O_5 1% астам, кремнеземі 3% дейін және кальций оксидінің аз мөлшері бар кенді қайта өңдеу негізінен гидрометаллургиялық схема бойынша жүзеге асырылады, бұл кезде темір-ванадий концентраттары сілтілі қоспалармен қоспада сода болған кезде тотықтырғыш күйдіруге (700-800 °C) ұшырайды, ол кезде ванадий үш валентті күйден $NaVO_3$ типті бес валентті қосылысқа өтеді. Сумен және қышқылмен өндегеннен кейін ванадий ерітіндіден тұнбаға ауысады, онда V_2O_5 мөлшері 95-97% жетеді. Бұл өнім металлургия өнеркәсібінде қолданылады.

"Ванадий-Тула" ақ мынадай схема бойынша ванадий алу технологиясын ұсынды: 750-850 °C температурада алдын ала күйдірілген әктас қосылған ванадий шлак екі сатылы күкірт қышқылының ерітінділерімен сілтіледі. Біріншісі механикалық араластырғыштары бар алты реактордың каскадында тура ағынды режимде жүзеге асырылады: 50-60 °C температурада және 3 сағат бойы рН орта 2,5-3,2 болғанда алынған пульпаны барабан түріндегі пресс-сүзгіште сүзеді, тұнбаларды жылытылған сумен жуады. Сілтісіздендірудің екінші сатысы сүзгіште күкірт қышқылының 30-50 г/дм³ ерітіндісімен жүргізіледі.

Чусовск металлургия зауытында ванадийлі қожға қосымша ретінде күйдіруде Na_2CO_3 қолданылады. Ванадий араластырғыштары бар реакторлардың каскадында үш сатыда сілтейді. Бірінші сатыда шихтаны ыстық сумен (60-70 °C), екінші және үшінші сатыда – 40-50 және 60 г/дм³ күкірт қышқылының ерітіндісімен өңдейді. Пульпаның әр сатысынан кейін вакуум-сүзгілерде сүзіледі, бұл ретте өнімді ерітіндіні үшінші сатыдан толық нығыздайды және сілтісіздендірудің екінші сатысында қолданады.

Қаратау кен орны ашылғаннан кейін оның қиын байытылатын кендерін игеру үшін зерттеушілердің үлкен тобы тартылды. Қаратау кендері технологиясының мәселелерімен зертханалық және жартылай зауыттық масштабта айналысты. Бұл бағытта е. В. Снопованың басшылығымен химик-технологтар тобы үлкен жұмыс атқарды. Бұл жұмыстар Қаратау кен орындарын зерттеуші академик С. Г. Анкинұлының есептерінде, сондай-ақ 1944-1945 жж. жиынтық есебінде баяндалды. Бұл кен орындарын игеру үшін басты міндет уранды қайта өңдеу, сонымен бірге ванадийді ілеспе алу болды. Е. В. Снопова үш әдісті ұсынды, бірақ олардың екеуі ғана ванадий шаймалау әдістері. Барлық осы нұсқаларда процестің бірінші операциясы – 750-850 °C температурада ванадийді еритін қалыптарға ауыстыру үшін кенді күйдіру-ұқсас. Күйдірілген шихтаны одан әрі өңдеу мынадай:

- бірінші нұсқа-шихта ванадийді ерітіндіге ауыстыру үшін күкірт қышқылының әлсіз ерітінділерімен бір сатылы сілтілендіріледі. Сілтіден алдымен уран, содан кейін ванадий бөлінеді;

- екінші нұсқа – шихта суда еритін ванадийды алу үшін сумен өңделеді, алынған су сілтісінен кальций ванадаты түрінде ванадий бөлінеді.

Алайда, ванадий өндірістік ауқымда алынбады, өйткені жұмыстар тек зертханалық және пилоттық қондырғыларда ғана орындалған. Бұл кендердің кешенді қайта өңдеу рентабельділігінің болмауынан кейінгі зерттеулер тоқтатылды.

Рудалардан ванадий алудың ұтымды технологиясын әзірлеу жөніндегі алғашқы зерттеулер КСРО Қазфан геологиялық ғылымдар институтының, Қазақ тау-кен металлургия институтының (қазіргі ҚазҰТУ) зертханаларында жүзеге асырылды. Қ. И. Сәтпаев), Орал геологиялық басқармасының.

Аталған кен орындарын өңдеудің пирогидрометаллургиялық тәсілі бойынша зертханалық және жартылай өнеркәсіптік сынаулар 1944 жылы КСРО ҒА Орал филиалы мен бүкілодақтық қара металдар институты жүргізген. Барлық зерттеулер жоғары температураларда натрийлі қоспалармен тотықтырғыш күйдіру әдісімен және кейіннен су немесе қышқылдық сілтілеу арқылы ванадий алу мүмкіндігін растады. Ванадий гидролизбен тұндырса, шығарып алу 70-75% құрады. Ванадий пентаоксидінің сапасы соңғы кезеңде ТШ 6-08-410-78 сәйкес келмеді, себебі фосфор, күкірт түріндегі қоспалардың көп мөлшері болды. Мұндай технологиялық өңдеу кезінде фосфордың едәуір мөлшері бар Қаратау кен орындарының кендері қосымша операцияларды – соңғы өнімдердің қоспалардан тізбелерін енгізуді талап етеді.

1969-1971 жылдары Қазақ КСР ҒА металлургия және байыту институтында академик А. М. Қонаевтың басшылығымен үлкен Қаратаудың тақтатас қабаттарын өңдеу әдісі жасалып, зерттеу жұмыстары жүргізілді. Бұл ретте Қаратау сланецтері таза ванадий кендері ретінде анықталды. Ұсынылған технология Жамбыл фосфор зауытының базасында тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтан өтті және ферроқорытпалар мен ванадий қосылыстарын алуды қарастырды. Қаратау ванадий кендерін өңдеудің технологиялық схемасы ұсынылды, ол келесі негізгі операцияларды қарастырады:

- кенді балқытуға дайындау, +10-50 мм фракцияға дейін ұсақтау және ұсақтауға арналған ұсақтарды себу;

-элементті фосфор және темір-фосфор-ванадий қорытпасын алу үшін электр пештерінде фосфориттермен бірге түйіршіктелген кенді шикіқұрамдау және балқыту;

- құрамында 4-5% ванадий бар феррофосфорды құнды ванадий және фосфор қосылыстарына қайта өңдеу: а) ванадий және фосфор қосылыстарын бөле отырып, қорытпаны тікелей пирогидрометаллургиялық қайта өңдеу әдісімен; Б) феррофосфорды тазарту және феррофосфор қоспаларынан тазартылған, ванадий пентаоксиді бойынша қойылтылған қож (10-25% V_2O_5) алу әдісімен; в) феррофосфор қоспаларынан тазартылған;

- ванадий шлактарын пирогидрометаллургиялық қайта өңдеу 25% V_2O_5 құнды ванадий қосылыстарына;

- ванадий негізінде әртүрлі реактивті қосылыстар мен қорытпаларды алу.

Осылайша, ванадий қосылыстарын тотықтырып күйдіру мен гидролиздің дәстүрлі пирогидрометаллургиялық тәсілдеріне негізделген Қаратау сланцтерін өңдеудің белгілі технологиялары сапалы ванадий өнімін алуға мүмкіндік бермейді, құрамында 80% - дан аспайтын негізгі зат бар және процестің төмен өнімділігімен сипатталады (реагенттер мен жабдықтардың едәуір шығыны, көп уақытты қажет ететін мерзімді процестер).

Әдебиетте ванадий пентаоксидін және V_2O_5 фосфордан тазарту негізгі әдісі болып табылатын хлорлы натриймен қорытпаны тотықтырып күйдіру шарықтарынан тринатрийфосфатты алу мақсатында натрий фосфаттарының кристалдануымен фосфор мен ванадийдің бөлінуінің оңтайлы шарттарын анықтау нәтижелері келтіріледі. Темір-фосфор-ванадий қорытпасын алғаннан кейін оны сілтілі ерітінділермен сілтілі ерітінділермен шайылады, онда ванадий мен фосфорды ерітіндіге шығару оның оттығындағы мөлшерінің 93-94% – ын, ал концентрациясы V_2O_5 -4,0 – 5,0 г/дм³, Р-23 г/дм³ құрайды. Ванадий мен фосфорды қайта кристалданғаннан және бөлгеннен кейін ванадийге бай ерітінді ванадий қышқылының гидролизіне жіберіледі. Ол үшін ерітіндіге қайнағанда және тұрақты араластырғанда рН 1-2 дейін күкірт қышқылы енгізіледі, онда ванадий өкпе, борпылдақ қызыл кек түрінде тұнады. Бұл өнімді балқытқаннан кейін 800 °С температурада ванадий құрамы 83-85 % тазалық құрады. Сонымен қатар, фосфор өнеркәсібі кәсіпорындарында ванадий пентаоксидін өндіру қарастырылмаған.

Соңғы жылдары жүргізілген Қазақстанның қара сланец кендерінен ванадий алу технологиясын ғылыми-зерттеу және әзірлеу ванадиймен бір мезгілде уран, молибден және басқа да компоненттер алынатын технологиялық процесті жүргізу шарттарын анықтауға бағытталған.

Өнеркәсіптің және, ең алдымен, Атом техникасының қарқынды дамуы ғалымдардың алдына маңызды міндет қойды: жоғары таза сидерофильді элементтерді алудың жылдам және үнемді тәсілдерін әзірлеу. Бұл кезеңде ванадий оксидін жоғары рентабельді сорбциялық және экстракциялық әдістермен алу технологиялары кеңінен әзірленіп, енгізілуде. Ванадийдің

төмен концентрациясы бар ерітіндіден бөліну тәсілдерін талдау ионалмасу сорбциялық технологиясы ең қолайлы екенін көрсетті.

Шикізатты қайта өңдеу процесінде алынған ванадий бар ерітінділерден ванадий сорбциялық әдіспен алудың технологиялық схемалары жеткілікті тиімді және үнемді. Сорбциялық процестердің негізгі артықшылықтары::

- аппаратуралық безендіру қарапайымдылығы;
- шағын күрделі салымдар;
- жеткілікті толық селективті металл шығару;
- сапалы соңғы өнім.

Технологияда қосылыстар нысаны және ерітіндідегі ванадийдің иондық жағдайы маңызды рөл атқарады: бастапқы шикізатқа және соңғы өнімге қарамастан, ванадий қосылыстарын өңдеудің, тазартудың және алудың барлық әдістері ванадийді ерітіндідегі барлық күйден бес валентті (анионды) қалыпқа ауыстырумен және кейіннен тұндырумен байланысты кезеңдерді қамтиды. Бұл сондай-ақ ванадий өндірудің сорбциялық әдісі кезінде анион түрінде иониттердегі сорбция кинетикасы ванадий катиондық нысанда ұсынылған кезде тез және толық өтеді.

Ванадийді сорбциялық алудың технологиялық схемасының принциптік негіздері мынадай операцияларды көздейді::

- ванадий бар ерітінді ($5-6 \text{ г/дм } V_2O_5$) қышқыл немесе сілті ерітінділерімен белгілі бір рН ортасына дейін жеткізіледі;
- үздіксіз жұмыс істейтін аппараттарды қамтамасыз ететін аниониттердегі немесе катиониттердегі үздіксіз сорбция;
- күкірт қышқылымен немесе сілтімен жүзеге асырылатын элюирлеу процесі;
- сүзу, кептіру және қыздыру.

Осы технологиялық схема бойынша алынатын өнім 98% ванадий пентаоксидінен тұрады. Тұндыруға арналған ерітінділерде V_2O_5 концентрациясы 70-80 г/дм, сүзгіште – 0,2-0,5 г/дм жетеді. Ванадийді шығару коэффициенті өте жоғары (96-97 %).

Бұл әдістің кемшілігі-бұл жоғары шоғырланған ванадий кендері үшін әзірленген. Тіпті осы технологиялық схемада ванадий пентаоксидін алу үшін осы орналасуда негізгі операциялардың бірі сілтілі қоспалардың қатысуымен Жоғары температуралы тотықтырғыш күйдіру болып табылады. Руда V_2O_5 құрамы төмен болған кезде бұл технология тиімсіз.

Жұмыста үлкен Қаратаудың уран-ванадий сланецтерін кешенді өңдеу жүзеге асырылатын геосорбциялық технология ұсынылады. Бұл технология мынадай негізгі операцияларды қамтиды:

- тау-кен жұмыстары, кенді ұсақтау, кен қатарларын қалыптастыру;
- белгілі бір концентрациядағы күкірт қышқылы ерітіндісімен үймелеп шаймалау;
- анион алмастырғыш шайырдағы уран мен ванадий сорбциясы-АМп;
- уран мен ванадийдің бөлек сұйық фазалық десорбциясы;
- уран кегі мен поливанадаттарды тұндыру;
- ванадий пентаоксидіне поливанадатты қыздыру.

Уран-ванадий тақтатастарды кешенді өңдеудің ұсынылған технологиялық схемасы таза ванадий пентаоксидін алуға мүмкіндік береді, бірақ ванадийдің басқа қоспалардан толық бөлінуін қамтамасыз етпейді. Қара тақтатаста құрамындағы Фосфор сілтісіздендірудің қышқыл ерітінділерінде ванадиймен бірге ионитке сорбцияланатын гетерополикқышқылдар түзеді. Ванадиймен, фосформен және басқа қоспалармен (уран, молибден және т.б.) қаныққан ионит бетінен сұйық фазалық десорбция процесінде, рН 0,5-1,5 кезінде уран десорбатына 10-15% - ға дейін ванадий мен фосфорға өтеді. Иониттің ванадиймен қанығуы тек V_2O_5 бойынша 400 кг/т-ға дейін жүреді, бұл сорбентке меншікті жүктеменің төмендеуіне және процесс өнімділігінің төмендеуіне әкеледі; сорбентті қанықтыру үшін қажетті ерітінділердің шығыны (1кг ионитке 250 л) және т:Ж=1:26 кезінде сұйық фазалық десорбция.

Бұдан басқа, сұйық фазалық десорбция процесі аммоний метаванадат түріндегі десорбаттан ванадий тұндыру үшін қосымша аппаратура мен реагенттерді пайдалануды талап етеді; көптеген технология бөліністері кейбір операцияларды көздемейді: элюаттарды шаймалау және қайта бекіту кезінде азот қышқылын жою, V_2O_5 алу кезінде ванадий кристалдау торабы, бұл өнімділікті төмендетеді және өндіріс шығындарын арттырады.

Ванадийді сорбциялық бөліп алудың ұсынылған технологиясы кен орнындағы бұрғылау-жару жұмыстарын және кен қатарларын салуды қамтыды. Кенді штабель 0,2-ден 1,0 м-ге дейін забой ірілігі кенінен қалыптасты. Үймелеп шаймалау процесін жүргізу шарттары мен экономикасын анықтайтын табиғи факторлардың бірі кендердің және кен орнын алмастырушы жыныстардың заттық құрамы болып табылады. Қара тақтатастарды қайта өңдеу технологиясы атмосфералық жауын-шашынға, температуралық-ылғалдық әсерлерге өте ұзақ уақыт ұшыраған игерілетін кен орнының жер үсті қабаттарының кенінде тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтардың нәтижелері негізінде жасалды. Кен қабатының төменгі қабаттарына көшкеннен кейін жыныстардың құрамы мен минералдануы қышқыл тұтынатын компоненттердің жоғарылауы мен төзімділігі жағына қарай өзгереді, бұл күкірт қышқылының шығынының артуына, қара сланецтерден ванадий шаймалау кинетикасының бәсеңдеуіне, сондай-ақ тұз құрамының артуына және кен штабеліндегі ерітіндінің рН реттеуіне байланысты қиындықтарға алып келді. Өнімді ерітінділерден жасалған тұз фонының жоғары болуына байланысты барлық технологиялық схемада тұздардың кристалдануы қарқын алды, сәйкесінше ванадий шығару процесінің өнімділігі күрт төмендеді. Осы технологияны игеру кезінде кеннің сульфатизациясының нашарлығынан және ванадийдің технологиялық ерітінділерге төмен бөлінуінен, құрамында ванадий бар минералдарды ашу және ванадийді еритін қалыпқа ауыстыру үшін қажетті күкірт қышқылының пайдасыз көп шығынынан пайда болды. Концентрацияланған күкірт қышқылымен сульфатизациялау кезінде кен штабелінде жылу әсері 30-60 кг/т есебінен болған жоқ, температура 30 °С-тан аспаған, бұл кен штабелінде ванадий тотығуының автогенді процесін "тұтатуға" әкеп соқпаған жоқ. Ванадий қосылыстарының Кендегі тотығуы ұзақ уақытқа созылды. Кен

катарларын 4-5 л/м² 3%-дық күкірт қышқылының ерітіндісімен суландырғанда ванадий бір жыл ішінде 7-10% - дан аспады. Дренаждық ерітінділердегі V₂O₅ концентрациясы 0,44-тен 0,67 г/дм-ке дейін болды, бұл тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарда перколяциялық сілтілеуге қарағанда 1,5 есе төмен. Темірдің құрамы 8-9 г/дм³ дейін және рН 1,3-тен 1,8-ге дейін өсті.

Үймелеп шаймалау әдісімен Баласауқандық кен орнының қара тақтатастарды өңдеудің ұсынылған технологиясы бойынша бұрын орындалған жұмыстардың нәтижелерін талдау ванадийдің төмен алу себептері төмендегілерді көрсетеді:

- технологияда маңызды мәні бар заттық құрамы, кендердің химиялық және минералогиялық сипаттамасы, неғұрлым қиын ашылатын, ванадийдің берік минералдары және басқа да құнды компоненттер;

- Рудный штабындағы ванадий тотығуының автогенді процесін "оталдыру" қол жеткізілмеді;

- бастапқы Кендегі бағалы компоненттің төмен құрамына байланысты тікелей технологиялық схемада сорбция және сілтілеу сатысында ванадий алудың төмен дәрежесі;

- ванадийдің жанама элементтер-қоспалардан жеткіліксіз аффинажы.

Осылайша, Баласауқандық кен орнының ванадиялық кенденуі оған ілеспе уран мен молибденнің минералдануымен зерттелетін ауданның жер қойнауының басты құндылығын құрайды. Бұл шикізат кендерінің үлкен қоры мен отандық феррованадияны алу міндетінің өзектілігі жақын болашақта бұл адамсыз және өмірсіз өлкені аса маңызды өнеркәсіптік аймақтардың біріне айналдырады деп ойлаған жөн. Ванадийден және онымен генетикалық байланысты ураннан және молибденнен басқа көміртекті, сирек жер элементтерін алуға да бағдарлануға болады, сондай-ақ мынадай пайдалы компоненттер пайдаланылуы мүмкін: ас тұзы, құрылыс тастары, әкті күйдіруге арналған әктастар.

Ғылыми-техникалық әдебиетті талдау үлкен Қаратаудың қара тақтатастары (М. Баласауқандық) дәстүрлі емес өнеркәсіптік кендерге жататынын көрсетті. Осыған байланысты Баласауқандық кен орнының қарасланц кендерін өңдеудің жаңа әмбебап, жоғары тиімді және үнемді технологиясын әзірлеу өзекті болып табылады. Жүргізілген зерттеулер төмен температуралы сульфатизация сатысын енгізу қажеттілігін көрсетті, ол эксперимент бойынша, кеннен ванадийдің сілтісіздендіру кинетикасын жоғарылатады, тұз түзілуін төмендетеді, сілтісіздендіру және сорбция сатыларында рН реттеу режимін тұрақтандырады, сондай-ақ технологиялық жабдықты қосымша қайта жабдықтауды талап етпейді. Төмен температуралы сульфатизацияның қолданылатын әдісі нәтижелердің жоғары ақпараттылығымен, сілтілеу процесінің кинетикалық сипаттамаларын жылдамдату мақсатында пайдалану экспрессиясымен және қол жетімділігімен сипатталады.

1.3 Бастапқы шикізат және материалдар, зерттеу және талдау әдістері

Экспериментті және талдауды орындау әдістемесі келтірілген, қара тақтатастардың химиялық және минералогиялық құрамы жинақталған. Қаратасты кеннің химиялық құрамы тау жыныстары мен минералдарды талдау әдістерімен анықталды. Ванадий бар қарасланц кенінің физикалық-механикалық қасиеттері – ұсақтылығы, кеннің кеуектілік коэффициенті, күштілігі, материал Бондының меншікті тығыздығы мен индексі, кен массасының реакциялық аймақтарына реагенттің ену жылдамдығы мен тереңдігі, тақтатастарды механикалық байыту қарастырылды. Ванадийдің және тақтатастардағы басқа да компоненттердің құрылымдық жағдайы туралы ақпарат алу үшін (мөлшері, пішіні, бөлуі және бөлшектер топологиясы) үлгілер жапондық Joel фирмасының Superprobe 733 маркалы электронды – зонды микроанализаторында рентгеноспектралды микроскопия (растрлық электронды микроскопия-РЭМ) әдісімен зерттелді. Минералдардың элементтік құрамын талдау (микробқытындылар) және сәулеленудің әр түрлі түрлеріндегі фототүсірілімдер Superprobe 733 электронды-зонды микроанализаторда орнатылған OXFORD Instruments ағылшын фирмасының Inca Energy энергия-дисперсиялық спектрометрін қолдану арқылы жүзеге асырылды.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Материалдар мен әдістер

Трибутилфосфат (ТБФ) 99% тазалық пен Ди(2-Этилгексил)фосфор қышқылы(ДИ2ЭГФҚ) 99% "Мерк"компаниясымен жеткізілген. 76 С тұтану температурасы бар Керосин remco Chemical AB жеткізілетін сұйылтқыш ретінде қолданылады және құрамында 0,5% хош иісті заттар бар.

pH өлшеу үшін Orion (SA)720 ионды анализаторы қолданылды. Көп компонентті қоспаларда металл иондарын анықтау үшін Perkin Elmer Analyst 100 (AAS) атомдық-абсорбциялық спектрофотометр қолданылды. Сириялық мұнай өңдеу зауыттарында өндірілетін мұнай коксы натрий карбонатымен қуырылды, ванадий 60% - дан астамы тазартылған сумен бірнеше сатыда өңделді. Алынған сілтіленген ерітіндіні булау арқылы концентрациялап, ддилутед күкіртті қышқылмен қышқылдандырды. Ванадий және сілтісіздендірілетін ерітіндідегі негізгі қоспалардың құрамы 1-кестеде көрсетілген.

Концентрация (г/л)	Элемент
0,3	V
0,487	Fe
0,271	Al
0,08	Ni

Еріткішті экстракциялау және тазалау жөніндегі эксперименттер су және органикалық фазалардың қажетті көлемін үзілмейтін құйғыштарда сілкілеу жолымен жүргізілді. Ванадий (IV) Ryon et al кешенді агенті ретінде сутегі пероксидтерін пайдалана отырып азот қышқылымен тотыққаннан кейін Ванадий (V) спектрофотометрикалық анализді. Органикалық фазадағы металл ионының құрамы осыдан кейін массалық баланспен алынды. Бөлу коэффициенті (K_d):

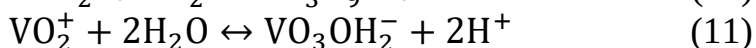
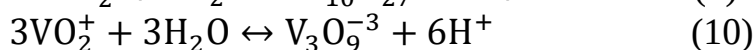
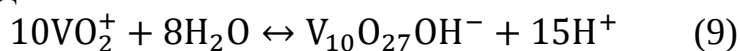
$$K_d = \frac{\text{органикалық фазадағы металл иондарының концентрациясы}}{\text{су фазасындағы металл иондарының концентрациясы}}$$

Сериялық типті қарсы тоқты алу және тазалау бойынша эксперименттер тиісті көлемдердің сепарациялық шұңқырларын пайдалана отырып жүргізілді.

2.2 Ванадийді экстракциялау процесіне Суанех 923 экстрагентін қолдану

Суанех 923 ванадийден шығару дәрежесі 0,1 және 1,0 Н. NaOH натрий гидроксиді ерітінділерін қолдану арқылы зерттелді. Ванадий Суанех 923 pH 2

кезінде жолақтар түріндегі органикалық және сулы ерітінді (1/1 а / О қатынасы) механикалық шейкер көмегімен 20 минут бойы шайқалды. Бұл тепе-теңдікке жету үшін жеткілікті екені анықталды. Су фазасын ІСР талдау үшін сүзеді, ал Органикалық фазаны бөлу үшін сүзгіш қағазды пайдалана отырып сүзеді және мерзімді тазартудың келесі кезеңіне өтті. NaOH ерітіндісі барлық ванадий алынып тасталғанына көз жеткізу үшін. Нәтижелер натрий гидроксидінің сұйылтылған ерітіндісінен концентрацияланған ерітіндіге дейінгі диапазон суанех 923-тен ванадий бөлу үшін тиімді пайдаланылуы мүмкін екенін растайды. Темір $\text{Fe}(\text{OH})_3$ жоғары рН жағдайында қатты тұнба түрінде түзеді. Кірдің пайда болуын болдырмау үшін буландыру алдында Fe жүктелген Суанех 923 еріткішінен жою немесе тазалау маңызды. Сонымен қатар, VO_2^+ рН әлсіз қышқыл аймағында ерігіштігі төмен. Алайда, әлсіз негізді немесе жоғары негізді жолақтардың ерітінділері катионды декавандат ($\text{V}_{10}\text{O}_{27}\text{OH}^-$), метаванадат ($\text{V}_3\text{O}_9^{3-}$) және VO_3OH_2^- сияқты анионға ауыстыра алады. Бұл аниондар жоғары ерігіштікке ие. Келесі реакциялар көрсеткендей, пентаванадил-катионды (VO_2^+) анионды бөлшектерге ауыстыру ерітіндідегі протонды босатады:



Суанех 923 сондай-ақ күкірт қышқылын алуға болады, ал күкірт қышқылы натрий гидроксиді ерітіндісімен тазартылуы мүмкін. Демек, су десорбциясынан кейін рН ерітіндісі ванадий құрамының өзгеруіне және күкірт қышқылының десорбциясына байланысты төмендейді. Кестеде көрсетілгендей, су да натрий гидроксидінің ерітіндісіне қарағанда тиімділігі аз суанех 923-тен ванадийді (V) алып тастау үшін қолданылуы мүмкін. рН су десорбциясы үшін 2,85, 3,27, 3,68, 3,93, 4,07-десорбцияның әрбір кезеңі үшін бөлме температурасында болды. Айдаудың әрбір сатысы үшін тұщы су немесе натрий гидроксиді ерітіндісі пайдаланылғанын атап өткен жөн

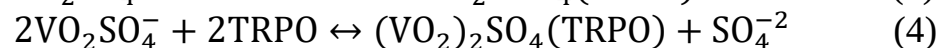
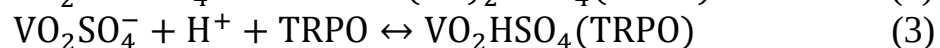
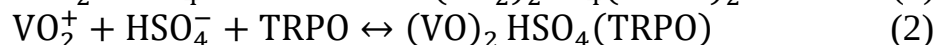
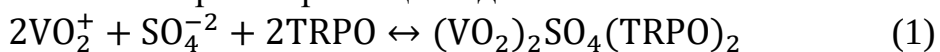
2.2.1 Суанех 923 арқылы ванадийді шығару механизмі

Фосфордың қышқыл экстрагенттерімен салыстырғанда Суанех 923 селективтілігін назарға ала отырып, суанех 923 концентрациясының 5%, 10%, 20% және 40% Суанех 923 SX-ORFOM12 пайдалану арқылы ванадий экстракциясына (V) әсері зерттелді. Суанех 923 орташа молекулалық массасы 348 г / моль құрайды, ал тығыздығы 880 кг / м³ құрайды, $\log d \log [\text{TRPOI}]$ - ге тәуелділік кестесі суретте көрсетілген. 4. Нәтижелер сызықтық көлбеу көрсетеді және бұл ретте рН мәні металл түрлері үшін экстрагенттің қатынасын көрсетеді. РН 0-2 кезінде ванадий молекуласы шамамен бір Суанех 923 молекуласымен шығарылады.

Суанех 923 пайдалану арқылы ванадий экстракциясының механизмі (V) қышқыл фосфорлы экстрагенттермен салыстырғанда суанех 923 селективтілігін ескере отырып, CYANEX 923 концентрациясының ванадий экстракциясына (V) әсері 5%, 10%, 20% және 40% Суанех 923 SX-ORFOM12

пайдалану арқылы зерттелді. Суанех 923 орташа молекулалық массасы 348 г / моль құрайды, ал тығыздығы 880 кг / м³ құрайды, [TRPO1] - ге тәуелділік кестесі суретте көрсетілген. Нәтижелер сызықтық көлбеу көрсетеді және бұл ретте рН мәні металл түрлері үшін экстрагенттің қатынасын көрсетеді. рН 0-2 кезінде ванадий молекуласы шамамен бір Суанех 923 молекуласымен шығарылады.

Ванадий (V) су ерітіндісінің негізгі түрі VO_2^+ . Сонымен қатар, ванадий (концентрация $\geq 10^{-5}$ моль) төмен рН ауқымында сульфатты ортада кешенді ($VO_2SO_4^-$) құра алады. Ванадий мүмкін термодинамически құруға VO_2SO_4 және VO_2HSO_4 . Тепе-теңдік тұрақтысы $VO_2SO_4^-$ 0,97, 1,3 және 1,72 әр түрлі есептерде, ал тепе-теңдік тұрақтысы -0,136 алынды, реакция бойынша VO_2HSO_4 . Бұл дегеніміз, $VO_2SO_4^-$ - бұл ерітіндіде VO_2HSO_4 қарағанда әлдеқайда күшті. Сонымен қатар, VO_2HSO_4 болжамды түрі толық диссоциацияланады және күшті қышқыл ретінде өзін ұстанады. Демек, құрамында сульфатты / бисульфатты аниондар бар ерітіндіде, $VO_2SO_4^-$ моносульфатты кешені-шамамен $1 \leq pH \leq 3$ диапазонында басым кешен болып табылады. Бұдан басқа, комбинациялық шашыраудың спектроскопиясындағы осы кешен шыңының жағдайы тұз қышқылының немесе күкірт қышқылының ерітіндісінде таза ванадий пентоксидін еріту және оларды кейіннен комбинациялық шашыраудың шыңдарын салыстыру жолымен анықталды. Комбинациялық шашырау шыңындағы өзгерістер сульфатты ортада болады. Моносульфат кешені ерітіндідегі сульфаттың қатысуымен пайда болды. Сондықтан, нәтижелерін ескере отырып, ванадий түрлері, суанех 923 (TRPO: [триалкилфосфосфиноксид (TRPO)]) суанех 923 үшін кандидат ретінде пайдаланылған ванадий экстракциясының тепе-теңдігі, жеке немесе бір мезгілде кездесетін келесі өрнектер анықталады:



Экстракция механизмін зерттеу үшін 5% Суанех 923 бар ванадий экстракциясына натрий сульфатының әсері зерттелді. Өртүрлі ерітінділерде 1 г / л ванадий бар және рН 1,5 кезінде 0,5, 1 және 2 моля сульфат концентрациясы дайындалды. Ванадий экстракциясы 19, 12%, 8,35% және 1,78% мөлшерінде ерітіндідегі 0,5, 1 және 2 молярлық сульфаттар үшін алынды. Әлбетте, ванадийді шығару ерітіндіге натрий сульфатын қосқан кезде айтарлықтай азаяды.

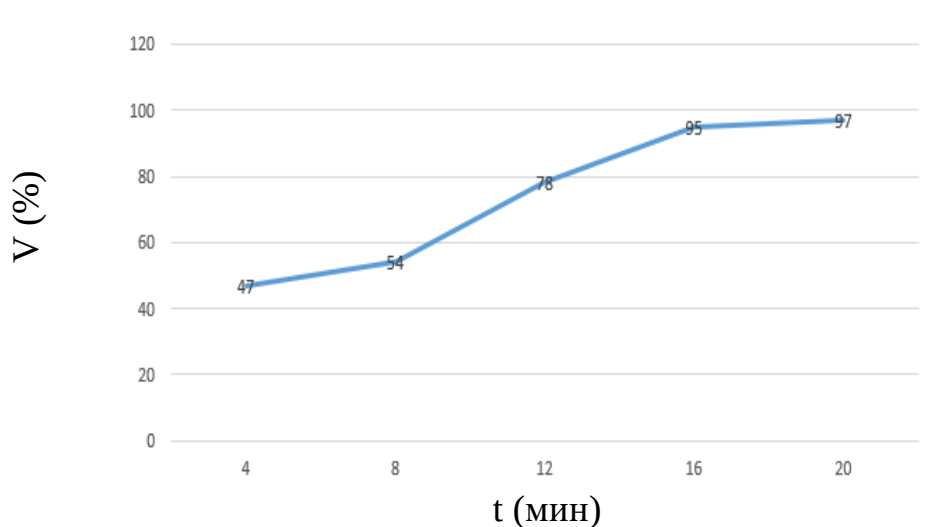
Бұл зерттеуде комбинациялық шашыраудың спектроскопиясы да ерітіндідегі ванадийдің түрін түсіну үшін қолданылады. рН 1,5 кезінде күкірт қышқылында 1 г / л ванадий (V) бар ерітінді дайындалды. $2MNa_2SO_4$ қосымша фоны бар екінші ерітінді дайындалған. Осы екі ерітіндіге арналған ванадий түрлері бөлме температурасында комбинациялық шашыраудың спектроскопиясы әдісімен зерттелді. Ванадий ерітіндісінің рН 1,5 кезінде VO_2^+

және VO_2SO_4^- қоспасы бар екенін көруге болады; алайда 2-молярлық натрий сульфатының қосылуы барлық VO_2SO_4^- түрленуін өзгертті.

Суанех 923 пайдалану арқылы ванадийді алу тиімділігі рН ұлғайған кезде артады, сонымен бірге ерітіндідегі бисульфат мөлшері азаяды. Сонда жүйе үшін дұрыс тетік болуы мүмкін емес деген қорытынды жасауға болады. Сонымен қатар, сульфаттың концентрациясы ұлғайған кезде ванадийдің шығарылуы азаяды. Сондықтан механизм де осы бақылаудың негізінде алынып тасталуы мүмкін. Демек, ұсынылған тетіктерді қарастыра отырып, тек (1) және (4) тетіктер алу тетігі ретінде мәлімделуі мүмкін жалғыз тетіктер болып табылады. Алайда, рН 1,5 немесе 2 кезінде басым түрі жоғарыда түсіндірілген ванадий моносulfатты кешені болып табылатындықтан; механизм жүйедегі ең ықтимал реакция болып табылады деп айтуға болады. Сонымен қатар, реакциядан сульфат реакцияның оң бөлігінде болғандықтан, жүйеге сульфатты қосу реакцияны солға жылжытуы мүмкін, бұл ванадийді алу эксперименталды нәтижелерге сәйкес азайтылуы тиіс дегенді білдіреді.

Алынған бөлшектерді растау үшін ванадийдің органикалық ерітіндідегі күкіртке қатынасы экстракциядан кейін талданды. Дегенмен, Суанех 923 ерітіндіден күкірт қышқылын шығару үрдісі бар, алдымен Суанех 923 көмегімен рН 1,5 кезінде тек күкірт қышқылын экстракциялау арқылы бос сынақ жүргізілді. Ванадий ерітіндісі содан кейін рН 1,5 кезінде Суанех 923 екінші сынағында экстрагацияланды. Содан кейін екі органикалық ерітіндіні 2 М натрий гидроксиді бар айдайды. Ванадий мен күкірттің жолақтық ерітіндідегі концентрациясы ІСР көмегімен талданды және ванадийдің дайындау үшін түзетуден кейін күкіртке қатынасы 2,38 деңгейінде есептелген. Бұл мән сәл жоғары болса да, бұл талдау ванадий реакция арқылы алынатынын дәлел ретінде алынуы мүмкін.

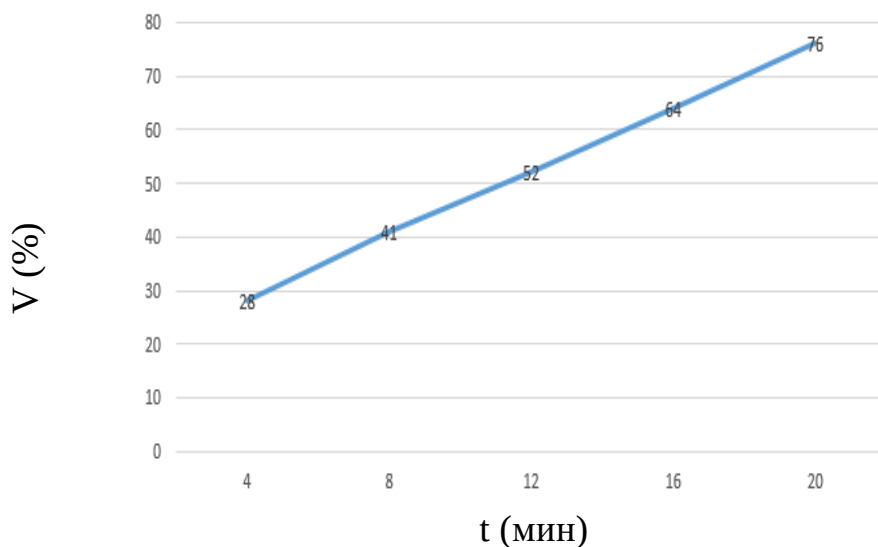
2.3 Экстракция процессінің ұзақтығын зерттеу әсері



Сурет - 1 рН=1,5 кезіндегі ванадийді Суанех 923 экстрагентімен экстракциялау процесінің көрсеткіштері

Бұл графикте экстракция процесі көрсетілген. 4 минуттан 15 минут аралығында ванадий 47%-дан 97%-ға дейін жоғарылаған. рН=2.0 кезіндегі, Суанех 923 арқылы, уақытқа байланысты ванадийді шығару (сурет. 3). Органикалық фаза (40%,) Суанех 923 және SX-ORFOM 12 пайдалана отырып алынды.

Экстракция шамамен 20 минуттан кейін аяқталды.



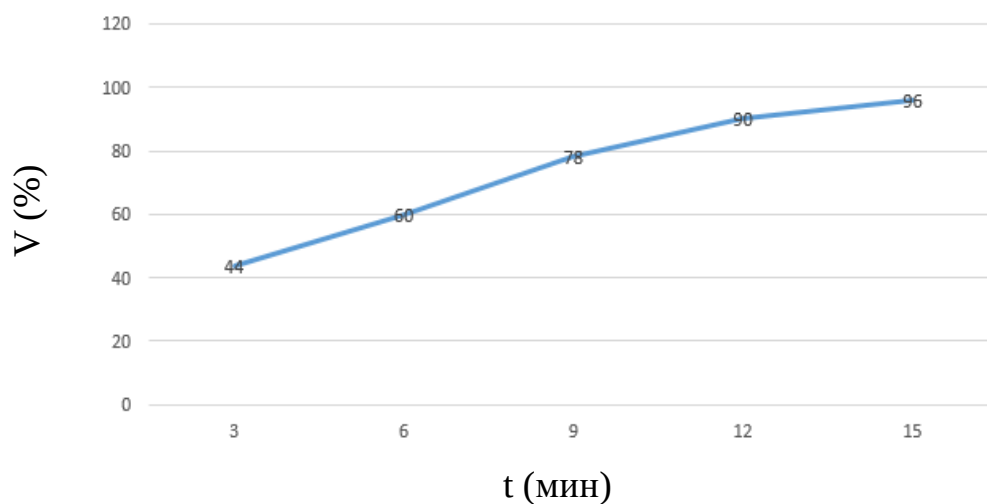
Сурет - 2 рН=1,5 кезіндегі ванадийді Суанех 923 экстрагентімен экстракциялау процесінің көрсеткіштері

Бұл графикте экстракция процесі көрсетілген. 4 минуттан 20 минут аралығында ванадий 28%-дан 76%-ға дейін жоғарылаған.

рН=1.5 кезіндегі, Суанех 923 арқылы, уақытқа байланысты ванадийді шығару. Органикалық фаза(40%,) Суанех 923 және SX-ORFOM 12 пайдалана отырып алынды. Экстракция шамамен 20 минуттан кейін аяқталды.

2.4 Реэкстракция процессінің ұзақтығын зерттеу әсері

Суанех 923 арқылы ванадий шығару кинетикасы уақыт бойынша алынды. Органикалық фаза (40%, об. / Об.) Суанех 923 және SX-ORFOM 12 пайдалана отырып алынды. Экстракция шамамен 20 минуттан кейін аяқталды.



Сурет - 3 Суапех 923 экстрагентінен ванадийді NaOH ерітіндісімен реэкстракциялау процесінің көрсеткіштері

Бұл графикте реэкстракция процесі көрсетілген. 3 минуттан 15 минут аралығында ванадий 44%-дан 96%-ға дейін жоғарылаған.

3 Экономикалық бөлім

Бақылау әдісі барысында 95 тәжірибелік жұмыс жасадық. Мыс кендерін бөліп алуда экстракция процесі тиімді болып саналады, себебі, аса жоғары таза металл алуға мүмкіндік және қолжетімді бағадағы экстрагенттер мен негізгі және қосалқы жабдықтар болып саналады. 9-кесте

Құрылғы атауы	Қызмет ету ұзақтығы	Мөлшері	Құны, тг	Жыл сайынғы бағасы, тг	На, %	Амортизацияның жылдық құны, тг
Конус тәрізді колба	4	30	600	18000	25	4500
Экстрактор	20	1	340000	340000	5	17000
Химиялық құрал жабдықтар	5,5	15	15250	25100	18,1	6275
Барлығы				853100		55422

Өнімді ерітіндіден LIX 860N-IC және Asorga 5640 экстрагенттерімен экстракция және реэкстракция процесін жүргізуге кететін жабдықтарға кететін құны 853100 тг құрайды. Амортизациялық аударымның жылдық бағасы 55422 тг.

3.2 Негізгі және қосалқы жабдықтарға кеткен шығынды есептеу 10-кесте

Материалдар сипатамасы	Материалға кеткен шығын	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг
Суапех 923 экстрагенті	0,5	9821	4910
Химиялық реагенттер	11,4	6735	10100
Фильтр қағазы	2	800	1600
Индикатор қағазы	2	550	1100
Барлығы			22601

95 тәжірибеге кеткен бір айлық шығын мәні **22601** тг құрайды.

Механикалық араластырғыш пен иономерге кеткен электр шығыны 79 теңге құрайды. Суық су **15** тәжірибеге есептеліп алынды оған кеткен жалпы шығын бағасы 125 тг.

Осы тәжірибе кеткен барлық шығындар:

11 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысына кеткен жалпы шығындар

Шығындар атауы	Шығындар сомасы, тг
Бір айға кеткен амортизациялық шығындар	55442
Негізгі және қосалқы материалдар	22601
Электрэнергия	79
Суық су	95
Жалақы	190000
Барлығы	268217

Зерттеу жұмыстарына кеткен жалпы сомма 268217 теңгені құрайды.

Ғылыми зерттеу жұмыстарының жинақ қорын мына жолмен есептейміз:
Жинақ қоры (А) мына формула бойынша есептеледі:

$$A = C_{\text{п}} * I_0 * 0,33$$

мұндағы $C_{\text{п}}$ – жабдықтың бастапқы бағасы, 0,33-ке көбейтілген.
 I_0 – 1,082 индексация.

3 айға құралған жинақ қорының соммасы:

$$A = 853100 * 1,082 * 0,33 = 304607,8 \text{ тг}$$

Бір жылдық жинақ қорының бағасын мына формула арқылы анықтаймыз:

$$A_{1+...} = C_{\text{п}} * I_0 * 0,33(1+e)^{n+...}$$

$$A_1 = 853100 * 1,082 * 0,33(1+0,1)^1 = 335068,6 \text{ тг}$$

$$A_2 = 853100 * 1,082 * 0,33(1+0,1)^2 = 368575,542 \text{ тг}$$

$$A_3 = 853100 * 1,082 * 0,33(1+0,1)^3 = 405433,096 \text{ тг}$$

Жоба құны (В) мына формула арқылы анықтаса болады:

$$B = 3 + A_{1,2,3}$$

$$B = 268217 + 304607,8 = 572824,8 \text{ тг}$$

$$B_1 = 268217 + 335068,6 = 603285,6 \text{ тг}$$

$$B_2 = 268217 + 368575,542 = 636792,5 \text{ тг}$$

$$B_3 = 268217 + 405433,096 = 673650,096 \text{ тг}$$

Зерттеу жұмысының экономикалық және рентабелдік нәтижелерін есептеу
Бірінші жылда зерттеу бағасын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$\mathcal{E}_0 = (3 + A) \cdot 0,1$$

$$\mathcal{E}_0 = (3 + A) * 0,1$$

$$\mathcal{E}_0 = (268217 + 304607,8) * 0,1 = 57282,48$$

$$\mathcal{E}_1 = 3 + C_{\text{п}} * I_0 * 0,33(1+e)^{n+...} * (3/12)$$

$$\mathcal{E}_1 = 268217 + 853100 * 1,082 * 0,33(1+0,1) * (3/12) = 351984,169$$

Онда өнеркәсіптің 10 пайыздық тиімділігі:

$$\Delta \mathcal{E}_1 = [3 + C_{\text{п}} * I_0 * 0,33(1+e)^{n+...} * (3/12)] * 0,1$$

$$\Delta \mathcal{E}_1 = [268217 + 853100 * 1,082 * 0,33(1+0,1) * (3/12)] * 0,1 = 35198,4$$

$$\Theta_0 + \Delta\Theta_1 = 57282,48 + 35198,4 = 92480,88$$

2-ші жылға есептеулер:

$$\Theta_2 = 268217 + 304607,8 * 1,082 * 0,33 * (1 + 0,1)^2 * (3/12) = 301117,886$$

$$\Delta\Theta_2 = [268217 + 304607,8 * 1,082 * 0,33 * (1 + 0,1)^2 * (3/12)] * 0,1 = 30111,78$$

$$\Theta_0 + \Delta\Theta_2 = 57282,48 + 30111,78 = 87394,26$$

3-ші жылға есептеулер:

$$\Theta_3 = 268217 + 304607,8 * 0,33 * (1 + 0,1)^3 * (3/12) = 301665,221$$

$$\Delta\Theta_3 = [268217 + 304607,8 * 0,33 * (1 + 0,1)^3 * (3/12)] * 0,1 = 30166,5$$

$$\Theta_0 + \Delta\Theta_3 = 57282,48 + 30166,5 = 87448,98$$

Жобаны сатып алу мерзімі 3,1 жылды құрады. Оны мына формула бойынша анықтадым:

$$T = \frac{K}{3},$$

мұндағы К – бір уақтылы шығындар;

3 – зертеуге кеткен жалпы шығындар.

$$T = 853100 / 268217 = 3,1 \text{ жыл}$$

Техникалық – экономикалық көрсеткіштерге жалпы сипаттама

Есептелген жинақтар бойынша, ұсынылған ғылыми-зерттеу жұмысын сипаттайтын техникалық-экономикалық көрсеткіштерге кесте құрылды.

12 Кесте – Ғылыми-зерттеу жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Мәндері
Құрал-жабдыққа кеткен жалпы шығын, тг	853 100
Зерттеуге кеткен залал, тг	268217
Төлемақы және аударылым, тг	190000
Ғылыми зерттеуге кеткен жинақ қоры, тг	304607,8
1-жылда талдауға кеткен жинақ қоры, тг	335068,6
2-жылда талдауға кеткен жинақ қоры, тг	368575,542
3-жылда талдауға кеткен жинақ қоры, тг	405433,096
Жоба жалпы құны, тг	572824,8
1-жылдағы жоба құны, тг	603285,6
2-жылдағы жоба құны, тг	636792,5
3-жылдағы жоба құны, тг	673650,096
Өтелу мерзімі, жыл	3,1
1-жылдағы 10 % рентабелділігінің экономикалық тиімділігі, тг	92480,88
2-жылдағы 10 % рентабелділігінің экономикалық тиімділігі, тг	87394,26
3-жылдағы 10 % рентабелділігінің экономикалық тиімділігі, тг	87448,98

Экономикалық залалды есептеу нәтижелері бойынша шығындардың басым бөлігін капиталдық шығындар мен ғылыми-зерттеу жұмысын орындауға кеткен төлемақы нәтижелері құрайды.

Зерттеу жұмысының 10 % рентабельдігінің экономикалық эффектілігі бірінші жылдың нәтижесі бойынша 92480,88 теңгені, екінші жылдың көрсеткіші 87394,26 теңгені және үшінші жылдық нәтижесі 87448,98 теңгені құрады. Осы жағдайлардағы ғылыми-зерттеу жұмысының ақталу мерзімі 3,1 жылды құрады.

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі

4.1 Электр қауыпсіздігін қамтамасыз ету

Электр тоғы соқпау үшін цех салынарда барлық нормалар орындалады, ТЭЕ және ТҚЕ бекітілген ережелер де. Барлық электр қозғағыштар жерлетілген, қол жетпейтін жерлерде орналасқан. Кабель сымдары мекеменің конструкциясы бойынша еденде, жабқыштарда және машина фундаменттерінде орналасқан каналдарда, блоктарда, мұржаларда орналастырылған. Барлық электр қозғағыштардың қысқа үзілулерден қорғанысы бар. Электр жабдықтарына рұқсаты бар персоналда жеке қорғаныс құралдары бар.

Салынып жатқан «ПВ» бекіністер қауыпсіздігі қорғау шарбақтарын изоляциялау жолымен жасалады, қателескен операцияны тоқтату үшін, байқаусызда жабдықтар бөлімі және сым бөлшектері тоқ көбею астында қалғанда сөндіретін пештің тоғының көбейуін дыбыс белгісімен қабарлайтын сенімді және жылдам әсер ететін жабдық.

4.2 Еңбек қорғаудағы өртке қарсы шаралар

Жобаланып отырған цехтың өртке қарсы бейімділігі жағынан Д категориясы мен II категорияға жатады. Себебі, ондағы процестер салқын ортада жүргізіледі. Тұтану дәрежесі жағынан ол 2 – ші дәрежеге жатады. Бекітілген ережелерге қойылатын талаптарға сай, цех кенішінің және қаланың өрт сөндіру бөлімімен тікелей телефондық байланыс бар [37].

Цехтардың бөлімшелерінде ара қатынас жолдары және ішкі жолдары өрт сөндіретін машиналар жүре алмайтындай етіп салынған. Цехтарда жоғарғы қысымды су гидронттары, құм салған жәшік, т.б өрт сөндіретін құрал – саймандар орнатылған. Ол құрал – саймандарға жүретін орындар, жолдар ылғи дабос болу керек.

Өрт сөндіретін гидронттар арақашықтығы 100 м шамасында цех ғимараттарының іргелеріне орналасқан. Олар орналасқан нүктелер көлік жүретін жолдан 2 м қашық емес болу керек. Жоба бойынша өрт шыға қалған жағыдайда сыртқа шығатын қосымша есіктер қарастырылған.

Цехта сонымен қатар өртке қарсы су қондырғылары жасалған. Бұл өрт орнына суды жеткізетін құрылғылар комплексі.

Цехта өрт апатын ескертетін сигнализация жүйесі қондырылған. Оның құрамына қабылдау станциясы және хабар беру құрылғылары кіреді. Барлық бөлімшелер телефонмен жабдықталған.

Негізгі өрт көздері болып электр қондырғылары және машиналар мен механизмдердің қозғалатын бөлшектерінің үйкелісі саналады. Үйкеліс кезінде көп жылу бөлінеді, әсіресе құрғақ үйкеліс кезінде жылу бөліну арта түседі. Мұндай үйкеліс механизмдердің апатты қызуына әкеліп соғады.

Қыздыру пештеріндегі температура деңгейі, агрегаттардың жұмысы автоматты түрде реттеледі. Ол аппараттардың дұрыс қосылмауын жояды, яғни өрт қауіпін азайтады.

Барлық цехтарда біріншілік өрт сөндіру құралдары орнатылған:

- 1 Көбікті өрт сөндіргіш ОХП – 10;
- 2 Көмір қышқылдыөрт сөндіргіш ОУ – 2, ОУ – 5.

Ал лабораторияларға келсек, ондағы әр жұмыскер орнатылған өрт қауіпсіздік ережелерін орындауға және білуге тиіс, күйге немесе өртке алып келетін әрекетті жібермеу керек.

Ережелерді бұзған ауаның зардабын тәртіптік әкімшілік немесе сот орындары шешеді. Студенттердің өртке қарсы дайындықтары өртке қарсы нұсқаудан және өрт техникалық сабақтарынан тұрады.

Лабораторияның жұмыскері қолданатын химиялық заттардың өрт қауіптілігін білу қажет және олармен жұмыс жасағанда қауіпсіздік шараларын сақтау керек.

Органикалық заттарды сақтау үшін жәшік бар, сонымен қатар лабораторияда тек қана бір күндік өрт қауіпті заттары қоры сақталады. Эвакуация жоспары бар, оған лаборатория қондырғыларын орнату бағынады:

- Жүретін жолдарда аспаптарды қоюға тиім салынады.
- Өрт сөндіру жабдықтарына және суға баратын жол анық болуы керек, жүру жолдарының ені 0,7 метрден аз болмау керек.

4.3 Микроклиматпен қамтамасыз ету

Ыстық цехтардағы жұмыскерлердің дұрыс еңбек талаптарымен қамтамасыз ету үшін онда белгілі бір микроклимат – температура, ылғалдылық, ауаның қозғалу жылдамдығы СНиП 11-33-75 ұстап тұру керек.

Жылдың суық мезгілінде ауаның температурасы 13 – 22 °С және жылы кезде 17 - 25 °С, ауаның ылғалдығы суық және ауыспалы кезде 80 % көп емес, жылы кездерде 22 – 28 °С , суық және жылы кездерде ауа ылғалдылығының өзгеруі 0,3 м/с – тен көп болмайды. Негізгі параметрді ауа алмастыру қамтамасыз етеді – үрлеу және ішке сорып желдету, ауаны тән қорғау. Жылдың суық мезгілінде қақпа арасында ауа перделері қолданылады. Өндірістік бөлмеде жұмыс істеу ауласы шаңмен ластанғанын ескерту үшін, қайта қортуға әкелген металды реті келгенше ылғалдап тұру керек, жабдықты дұрыс қолдану керек, уақытымен және дұрыстап жұмыс орнын тазалау керек. СНиП 245 – 71 цехтың санитарлы қызметін қарастырады. Цехта су ішетін шаптырмалар, алғашқы медициналық көмек көрсететін қорапша бар. Проект бойынша цехтан 100 м қашықтықта санитарлы – комплексі қарастырылған. Жұмыскерлер үшін бір мезгілді профилактикалық тамақтану ұйымдастырылған. Жиі және жоспарлана жұмыскерлер жыл сайынғы профилактикалық медициналық тексеруден өтеді және профилактикалық шешім өткізіледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу жұмысы Қазақ ұлттық университетінің «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар технологиясы» кафедрасының зертханасында жасалды.

Осы дипломдық жұмыста алынған нәтижелер берілген тапсырмаға, қойылған мақсат пен міндеттерге толығымен сәйкес келеді.

Дипломдық жұмысқа қойылған мақсат орындалды, өйткені Суапех 923 экстрагентпен модельдік сулы ерітінділерден ванадийді экстракциялаудың нақты мүмкіндігі экспериментті түрде орнықтырылды.

Кедей өнімді ерітінділерден экстракциялық әдіспен ванадийді бөліп алу күйінің қазіргі күйіне сыни талдау орындалды, ол ванадийді бөліп алуда ең келешекті экстрагент болып катионалмастырушы және хелаттүзуші реагенттер бола алатынын көрсетті, зерттелген Суапех 923 экстрагентті осы категорияға жатқызуға болады, өйткені иондарымен алмасуға қабілетті және түзілген органикалық қосылыстар молекуласында мысты координациялауға қабілетті функционалдық топтардың бар екені айқындалды.

Суапех 923 реагентпен мысты экстракциялаудың сулы фаза рН-на, экстракция ұзақтығына және органикалық пен сулы фазалардың қатынастарына тәуелділігі зерттелінді. Алынған мәліметтердің көрсеткені:

- ванадий рН-тың зерттеуде белгіленген барлық интервалында экстракцияланады, дегенмен оның максимумы $\text{pH} = 1,5-2$ келеді, осы кездегі ванадийдің бөліну дәрежесі 99 % артады;

- ванадийді бөліп алу дәрежесінің және таралу коэффициентінің фазалардың жанасу уақытына тәуелділігі экстремальдық сипатта болады және ванадийді бөліп алу дәрежесінің максимумы (95,01 %) экстракциялаудың 20 минут уақытында алынды;

Жұмыста қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың талдауы қарастырылды, экстракция бойынша зерттеуді орындау кезіндегі қауіпсіз жұмыстың шаралары қысқаша сипатталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Сәтбаев К. И. еңбек жинағы, Т.6. Қазақстан ғылымы: 1955-1963 ж. Алматы қ., РИО ВАК РК, 2000, 534 Б.
- 2 Титан қорытпалары. Титан қорытпаларының металлографиясы. / под ред. Н.Ф. Аношкина. — М.: Металлургия, 1980. — С. 11. — 464 б.
- 3 Лазаренко Г. К., минералогия курсы. - М., "Жоғары Мектеп" баспасы, 1971, 608 с
- 4 Шокобаев Т. Д. түсті металлургияның микроэкономикасының тиімділігін арттыру. Оқу құралы. - Алматы: РИК, 1993. – 46-57 Б.
- 5 Н. Бектұрғанов С., Мағлұмат СИ күші."Пайдалы қазбаларды байытудың аралас схемаларындағы жаңа процестер". - М., 1989, с. 51-59.
- 6 Макаров Г. В. Химиялық өнеркәсіптегі еңбекті қорғау. – М.: Химия, 1977. - 56 б.
- 7 Кукин П. П., Лапин В. Л., Пономарев Н.Л., Сердюк Н.Мен. Тіршілік қауіпсіздігі. Технологиялық процестер мен өндірістердің қауіпсіздігі. - М.: Жоғары Мектеп, 2002. - 317 с
- 8 Луганов В.А., Байконурова А.О., Сажин Е.Н. Основы гидрометаллургических процессов/ Учебное пособие. – Алматы: КазНТУ, 2005. – 219 с.
- 9 Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов / Учебное пособие для вузов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
- 10 Тарасов А.В., Бочаров В.А. Комбинированные технологии цветной металлургии. – М.: ФГУП Институт «Гинцветмет», 2001. – 304 с.
- 11 Канторович З.Б. Машины химической промышленности. Том I. Машины для обработки жидких и сыпучих сред. М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1957. – 568 с.
- 12 Контейнер руководство по эксплуатации И 65.281.00.000 РЭ. 1999 год.
- 13 Кульман А.Г. Общая химия. М., 1978. – 528 с.
- 14 Методика расчета удельных норм расхода химических реагентов и основных материалов. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». Алматы, 2004 г.
- 15 Никифоров В.М. Технология металлов и других конструкционных материалов: Учебник для техникумов. – 8-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2006. – 382 с.
- 16 Отчёт ИВТ о научно исследовательской работе по теме № 280/ГРК-5 «Оптимизация режимов сорбционно-десорбционного каскада аппаратов СНК и СДК с учетом свойств нового поколения сорбентов» (Заключительный). Алматы, 2005.
- 17 Паспорт и руководство по эксплуатации контейнер И65.281.00.000ПС. 2001 год.
- 18 Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии. М.: Издательство «Химия», 1968. – 845 с.

19 Рабочий проект рудника подземного выщелачивания урана на месторождении Южный Карамурун. Том II, Книга 1. Охрана окружающей среды и оценка воздействия на окружающую среду проектируемого предприятия (ОВОС). ТОО «Проектно-конструкторская организация». Степногорск, 2000.

20 Ремми Г. Курс неорганической химии. / под ред. Академика Новоселовой А.В. М.: Издательство «Мир», 1974. –

21 Сугак А.В., Леонтьев В.К., Туркин В.В. Процессы и аппараты химической технологии. М.: «Академия», 2005. – 224 с.

22 Техническое описание. Фильтрпрессы рамные. Внешторгиздат, 3393У/68. Одесская типоофсетная фабрика. Заказ №3781.

23 Технологический регламент переработки продуктивных растворов месторождения «Северный Карамурун» (УППР-1). П.г.т. Шиели – 2007 г. – 60с.

24 Технологический регламент «Рудник подземного скважного выщелачивания урана месторождения Ирколь» (перерабатывающий комплекс). Алматы, 2005. – 66 с.

25 Техническая документация. Насосный агрегат ТХ 1100/110-И-СД-У. Паспорт. Электронасосный агрегат марки АХ 200-150-400.

26 Тураев С.Н., Жерин И.И. Химия и технология урана. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2006. – 396 с.

27 Харрингтон Ч., Рюэле А. Технология производства урана. / Перевод с английского под. Редакцией Займовского А.С. и Зверева Г.Л. М.: «Государственное издательство литературы в области атомной науки и техники», 1961.

28 Правила промышленной безопасности при разработке рудных месторождений способами подземного скважинного и кучного выщелачивания. Национальная атомная компания «КАЗАТОМПРОМ». Алматы, 2006 г.

29 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность». М.: Минздрав России, 1999 г.