

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер және арнайы материалдар технологиясы  
кафедрасы

Кәріпбай Нұр Бақытұлы

«Қаратау кен орнынан ванадийді шаймалау мүмкіншіліктерін зерттеу»  
тақырыбына

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B070900 – Металлургия

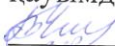
Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер және арнайы материалдар технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:  
МПЖ және АМТ кафедрасы  
меңгерушісі PhD докторы  
тех. ғыл. кандидаты,  
қауымдас-ған профессор  
 Чепуштанова Т.А.  
« 13 » 05 2019

«Қаратау кен орнынан ванадийді шаймалау мүмкіншіліктерін зерттеу»  
тақырыбына

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В070900 – Металлургия

Орындаған

Кәріпбай Н.Б.

Ғылыми жетекші, Ph.D.

 Байгенженов Ө.С.  
« 13 » 05 2019 ж.



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургиялық процестер және арнайы материалдар технологиясы  
кафедрасы

5B070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН:

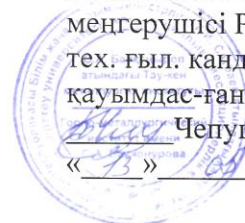
МПЖ және АМТ кафедра  
менгерушісі PhD докторы,

тех. ғыл. кандидаты,

қауымдас-ған профессор

 Чепуштанова Т.А.

« 13 » 2019 ж.



Дипломдық жұмысты даярлауға

**ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Кәріпбай Нұр Бақытұлы

Тақырыбы: Қаратау кен орнынан ванадийді шаймалау мүмкіншіліктерін зерттеу

Университет ректорының «8» қазан 2018 ж. № 1113-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Қаратау ванадийін шаймалау жолымен алу, қара сланецтерді сульфаттап күйдіру, шаймалау процестерін зерттеу, сульфаттарды алу, шаймалауға әсер ететін параметрлерді зерттеу.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Әдеби шолу;

б) Тәжірибелік бөлім;

в) Экономикалық бөлім;

г) Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі.

Графикалық материалдар тізімі

Графикалық материалдар 11 слайдпен көрсетілген.





Ұсынылған негізгі әдебиеттер: 33 атау

**Дипломдық жұмысты (жобаны) даярлау  
КЕСТЕСІ**

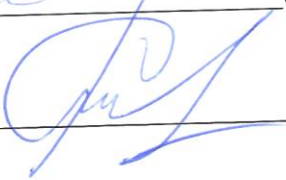
№ п/п	Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
1	Кіріспе	8.02.2019 ж.	
2	Аналитикалық бөлім	22.02.2019 ж.	
3	Тәжірибелік бөлім	16.03.2019 ж.	
4	Экономикалық бөлім	5.04.2019 ж.	
5	Еңбекті қорғау	12.04.2019 ж.	
6	Қорытынды	19.04.2019 ж.	
7	Қалып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

Жұмыс (жоба) бойынша оларға қатысты бөлімдердің көрсетілуімен кеңес берушілердің

**Қолтаңбалары**

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (Ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Аналитикалық бөлім	Байгенженов Ө.С. ғылыми жетекші Ph.D	22.02.2019	
Тәжірибелік бөлім	Байгенженов Ө.С. ғылыми жетекші Ph.D	16.03.2019	
Қорытынды	Байгенженов Ө.С. ғылыми жетекші Ph.D	19.04.2019	
Қалып бақылау	Көккөзов Д.Қ. техника және технология магистрі	13.05.2019	

Ғылыми жетекші  (Байгенженов Ө.С.)

Студент тапсырманы орындауға алды  (Кәріпбай Н.Б.)  
Күні " 13 " мамыр 2019 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмысқа компьютерде терілген 39 бетте компьютерлі терумен жазылған, 11 суреттер, 6 кесте, кіреді. Әдебиеттер тізімі 33 атаудан тұрады.

Ванадий және оның қосылыстары қазіргі таңда өнеркәсіптің көптеген жерлерінде қолданылады. Қазіргі таңда ванадий өндірісте катализаторлар жасауға, шыны, резиналар, препараттар жасауға көптеп қолданылады.

Ванадий әдетте жылуға тұрақты, конструкционды жоғары легірленген, ыстыққа берік, тот баспайтын болаттарды легірлеуге көптеп қолданылады. Ванадийге бай роскоэлитті кендерді сілті ерітіндісімен немесе қышқылмен ванадийді шаймалау жолымен қайта өңдейді. Шаймалау процесінен шыққан ерітінді, өзінің құрамындағы ванадий мөлшері аз және көп мөлшерде қоспалардың болуымен ерекшеленеді, бұл сорбциялық технологияны қолданудың алдында анықталды.

Дипломдық жұмыстың мақсаты Қаратау кен орнынан ванадийді шаймалау мүмкіншіліктерін зерттеу болып табылады.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 раздела, заключения, списка литературы. В работу входят 11 фотографии, 6 таблиц, написанные компьютерным набором на 39 страницах, набранных на компьютере. Список литературы состоит из 33 наименований.

Ванадий и его соединения в настоящее время используются во многих отраслях промышленности. В настоящее время ванадий широко используется в производстве для производства катализаторов, изготовления стекла, Резин, препаратов.

Ванадий обычно используется для легирования термостойких, конструкционных высоколегированных, жаростойких, нержавеющей сталей. Роскоэлитные руды, богатые ванадием, перерабатывают раствором щелочи или кислотой путем выщелачивания ванадия. Раствор, полученный из процесса выщелачивания, отличается небольшим содержанием ванадия и большим количеством примесей, что было определено перед применением сорбционной технологии.

Целью дипломной работы является изучение возможностей выщелачивания ванадия с месторождения Каратау.

## ANNOTATION

This thesis consists of tasks, introduction, 4 sections, conclusion, list of references. The work includes 11 photos, 6 tables written by a computer set on 39 pages typed on a computer. The list of references consists of 33 items.

Vanadium and its compounds are currently used in many industries. Currently, vanadium is widely used in the production of catalysts, glass, Rubber, drugs. Vanadium is commonly used for alloying heat-resistant, structural high-alloy, heat-resistant, stainless steels.

Roscoelite ore rich in vanadium, is processed with a solution of alkali or acid by the leaching of vanadium. The solution obtained from the leaching process is characterized by a small vanadium content and a large number of impurities, which was determined before the use of sorption technology.

The aim of the thesis is to study the possibility of leaching vanadium from the Karatau Deposit.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы	11
1.1 Ванадийдің негізгі қасиеттері және оның қосылыстары	11
1.2 Қаратау ванадийінің зерттеліп басталуы	12
1.3 Қаратау ванадийін алу технологиялары	14
2 Тәжірибелік бөлім	18
2.1 Ванадий үлгісінің сипаттамасы	18
2.2 Шаймалау процесінің методикасы	18
2.3 Шаймалау процесіне сульфаттап күйдіру процесіндегі температура әсері	23
2.4 Шаймалау процесіне сульфаттап күйдіру процесі ұзақтығының әсері	24
2.5 Шаймалау процесіне температураның әсері	25
2.6 Шаймалау процесіне уақыттың әсері	25
3 Экономикалық бөлім	27
3.1 Амортизациялық шығындарды есептеу	27
3.2 Негізгі материалдарға кеткен шығындарды есептеу	27
3.3 Электр энергия шығынын есептеу	28
3.4 Салқын су шығынын есептеу	28
3.5 Жалпы шығынды есептеу	29
4 Еңбекті қорғау	30
4.1 Еңбек қорғау заңдары	30
4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау	30
4.3 Өндірістік санитария	31
4.4 Жарықтандыру	31
4.5 Электр қауіпсіздігі	31
4.6 Өрт қауіпсіздігі	32
4.7 Техника қауіпсіздігі	33
Қорытынды	34
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	35



## КІРІСПЕ

Ванадийді легрлейтін элемент ретінде пайдаланатындықтан металлургияда ванадийдің рөлі зор. Ванадийдің әр түрлі құймаларда болуы көптеп зерттелген. Ванадий коррозияға тұрақты, берік металл болып табылады. Ең бірінші рет ванадий элементін 1802 жылы Мексика химигі Андрес дель Рио ашқан. Ванадий металл ретінде ауада тұрақты, созылмалы болып келеді. Ванадий қарапайым түрде және қосылыс түрінде өнеркәсіптің көптеген салаларында қолданылады. Әсіресе, катализаторлар, шыны, резиналар, препараттар жасауда көптеп қолданылады.

Кен шикізатынан ванадий шығару технологиясында негізгі операциялардың бірі ванадий шығару дәрежесімен анықталатын ашу және сілтісіздендіру болып табылады. Қазіргі технологияны талдаудан, үймелеп шаймалау кезінде ванадийді шығару дәрежесі 7-15 пайыздан аспаған жөн. Баласауқандық кен орнының қара тақтатастары табанды және кешенді кендерге жатады, ылғалдылығымен ерекшеленеді (10 пайызға дейін). Күкіртқышқылды ерітінділердің жоғары агрессивтілігі ванадий минералдарынан басқа, сондай-ақ жыныс түзетін минералдардан басқа еруге әкеп соқтырады, бұл қышқылдың өндірістік емес шығынына, жоғары тұзды фонға және соңғы өнімдегі қоспалардың ұлғаюына әкеп соғады. Бұл факторлар сорбция мен десорбция кезеңдеріне, сондай-ақ бүкіл технологияның экономикалық көрсеткіштеріне теріс әсер етеді. Сондықтан біз алғаш рет ванадийді ашу және шығару тәсілін әзірледік, айыру дәрежесін арттыру мақсатында сілтісіздендіру алдында ванадийдің қосылыстарын қышқыл еритін қалыптарға аударуға мүмкіндік беретін, сондай-ақ бастапқы Кендегі ванадийлі минералдануды, оның реакциялық қабілеті мен дисперсиялығын, өзара әрекеттесудің ұзақтығын, Қ:С және т. б. есепке ала отырып, күкірт қышқылының шығынын төмендетуге ықпал ететін кенді төменгі температуралы сульфатизациялау жүргізілді.

Қаратау ванадий тақтатастары күрделі минералды-құрылымдық қосылыстар болып табылатындықтан, өндірістік ерітіндінің тұз құрамы анағұрлым жоғары, ванадий тотығуы баяу болатын қалпына келтіргіштердің әртүрлі түрлері бар. Сондықтан құрамында тұз құрамы 110-160 г/дм<sup>3</sup> бар күкіртқышқылды шаймалау ерітінділері үшін ванадийді жоғары тотығу дәрежесіне (+V) ауыстыру үшін оңтайлы тотықтырғышты таңдау қажет. Бұл анионды формадағы ванадий анионды шайырлармен байланысты.

Мыс, мырыш, қалайымен салыстырғанда ванадийдің табиғатта таралуы көбірек болып келеді. Оған қарамастан, ванадийдің жеке кен орындары аз болып келеді.

**Жұмыстың өзектілігі.** Ванадий қазіргі таңда біз үшін аса қажетті металдар қатарына жатады. Күн өткен сайын ванадийге деген сұраныс та арта түсуде. Сұраныс артқан сайын ванадийді өндірудің жаңа шикізаттарын тауып, ол шикізаттарды өндеудің технологияларын жасауға міндеттейді. Осы мақсатта қоры бойынша ең үлкен деп есептелетін Қаратау қара сланецтері шикізат

ретінде қарастырылады. Қаншама жері әлі күнге дейін игерусіз жатқан осындай кен орны зерттеуге себеп болды.

*Дипломдық жұмыстың мақсаты* – Қаратаудың кара сланецтерін күйдіру және күйіндіні шаймалау процесінен өткізу.

*Зерттеу объектісі:* Қаратаудың кара сланецті кендері.

*Жұмыстың міндеттері* - кенді зерттеп, бағытын анықтау, Қаратаудың кара сланецті кенін күйдіру, шаймалау процесін өткізуге тиімді параметрлер анықтау, шаймалау процесінде орындалған зерттеулерді экономикалық бағалау, еңбек қорғау мен техникалық қауіпсіздікті ұйымдастыру.

Дипломдық жұмыс жасау барысында зерттеу жұмысы Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ – дың «Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы металдарды алу технологиясы» кафедрасының зертхана кабинеттерінде жүргізілді.

## 1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы

### 1.1 Ванадийдің негізгі қасиеттері және оның қосылыстары

Қазіргі уақытта Оңтүстік Африканың ванадий нарығында үлкен басымдылығы бар, онда ванадий пентаоксидінің 43 пайызы өндіріледі. Одан әрі Қытай мен Ресей басымдылыққа ие: олардың үлесіне шамамен әлемдік жеткізілімдердің 20 пайызы келеді. Алайда жағдай біртіндеп өзгеріп келеді. Болат құймасының барысында ванадийге сұраныс күрт көтерілді — бұл болатқа сұраныс жылдам өсуде, негізінен бұл металл құрылыста кеңінен қолданылатын арматуралық болатты нығайту технологиясында маңызды рөл атқаратынына байланысты.

Әлемдік металлургия саласында дағдарыстан кейінгі қалпына келтіру жалғасты, оның ерекшелігі бағалар мен сұраныстың өзгеруінің айқын циклділігі болып табылады. Бұл ретте бірқатар баға және өндірістік көрсеткіштер бойынша 2008 жылдың деңгейіне қол жеткізілді, бірақ маусымдық құлдырау ұсыныс пен сұраныстың теңгерімсіздігімен үйлесе отырып, Әлемдік және өңірлік нарықтардың тұрақсыздығын күшейтті.

Бұл ретте, экономиканың металл өнімдері мен шикізатқа қажеттілігінің артуына байланысты Қытайдың әлемдік металлургияға ықпалының өсуі жалғасуы. Осылайша, жоғарыда айтылғандай, 2010 жылы әлемдік металлургияны қалпына келтіру процесі жалғаса берді, бұл ретте 2009 жылы дағдарысқа барынша әсер еткен секторлар мен өңірлердің дамуы жеделдетілді. Жалпы алғанда, 2009 ж. көрсеткіштері артатын болды, бірақ 2008 жылғы деңгейіне 2011 жылдан ерте шығу мүмкін болмады. Қазіргі уақытта ванадий 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 пайызы келеді. Мұндай схема бойынша Қытай және Ресей кәсіпорындары, сондай-ақ ОАР мен АҚШ-та кейбір өндірушілер жұмыс істейді.

Екінші нұсқа – гидрометаллургиялық, бұл кезде ванадий күйдірілген титаномагнетит және ильменит-магнетит концентраттарынан химиялық шаймалау арқылы алынады. Осы технология бойынша өндіріс үш негізгі зауыттарда жүзеге асырылады: ОАР-да Rhovan және Vantech және Австралияда Windimurra, олардың жұмысын Швейцария компаниясы Xstrata AG бақылайды. Бұл әдіс өңделетін кеннің сапасына елеулі талаптар қояды, олар ванадий жоғары және бірқатар қоспалардың аз 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 пайызға 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 пайыздан кем ванадий бар басқа да темір бар кендерден пирометаллургиялық схема бойынша алынады . Бұл ретте, В. Н.Холодов көрсеткеніндей, титанның титаномагнетит кенінде титан көп болған сайын, ванадий мөлшері соғұрлым жоғары болады. Басқа қоспа компоненттері, мысалы,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$  және  $SiO_2$  әсері кенді тазарту тәрізді әрекетінде кендегі ванадий концентрациясы бағаланады. Құрамында  $V_2O_5$  1 пайыздан астам, кремнеземі 3 пайызға 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 ( $700-800\text{ }^{\circ}C$ ) ұшырайды, ол кезде ванадий үш валентті күйден  $NaVO_3$  типті бес валентті қосылысқа өтеді. Сумен және қышқылмен өңдегеннен кейін ванадий ерітіндіден тұнбаға ауысады, онда  $V_2O_5$  мөлшері 95-97 пайызға жетеді. Бұл өнім металлургия өнеркәсібінде қолданылады .

АО "Ванадий-Тула" мынадай схема бойынша ванадий алу технологиясын ұсынды:  $750-850\text{ }^{\circ}C$  температурада алдын ала күйдірілген әктас қосылған ванадий шлак екі сатылы күкірт қышқылының ерітінділерімен сілтілейді. Біріншісі механикалық араластырғыштары бар алты реактордың каскадында тура ағынды режимде жүзеге асырылады:  $50-60\text{ }^{\circ}C$  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  $30-50\text{ г/дм}^3$  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 ( $60-70\text{ }^{\circ}C$ ), екінші және үшінші сатыда –  $40-50$  және  $60\text{ г/дм}^3$  күкірт қышқылының ерітіндісімен өңдейді. Пульпаның әр сатысынан кейін вакуум-сүзгілерде сүзіледі, бұл ретте өнімді ерітіндіні үшінші сатыдан толық нығыздайды және сілтісіздендірудің екінші сатысында қолданады.

## 1.2 Қаратау ванадий кен орнының зерттелуі

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. Анкиновичтың 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 °С температурада ванадийді еритін қалыптарға ауыстыру үшін кенді күйдіру. Күйдірілген шихтаны одан әрі өңдеу мынадай:

– бірінші нұсқа-шихта ванадийді еритіндіге ауыстыру үшін күкірт қышқылының әлсіз еритінділерімен 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.

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 шаймалау арқылы ванадий алу мүмкіндігін растады. Ванадий гидролизбен тұндырса, шығарып алу 70-75 пайыз құрады. Ванадий пентаоксидінің сапасы соңғы кезеңде ТШ 6-08-410-78 сәйкес келмеді, себебі фосфор, күкірт түріндегі қоспалардың көп мөлшері болды. Қаратау кен орындарының кендері мұндай технологиялық өңдеу кезінде фосфордың едәуір мөлшері бар 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, қосу 10 нан 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 пайыз 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 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 пайыздан 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 пайызын, ал концентрациясы  $V_2O_5$ -4,0 – 5,0 г/дм<sup>3</sup>, P-23 г/дм<sup>3</sup> 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 пайыз 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.

### **1.3 Қаратау ванадийін алу технологиялары**

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.

Осы технологиялық схема бойынша алынатын өнім 98 пайыз ванадий пентаоксидінен тұрады. Тұндыруға арналған ерітінділерде  $V_2O_5$  концентрациясы 70-80 г/дм<sup>3</sup>, сүзгіште – 0,2-0,5 г/дм<sup>3</sup> жетеді. Ванадийді шығару коэффициенті өте жоғары (96-97 пайыз).

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 тақтатас 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 пайызға дейін ванадий мен фосфорға өтеді. Иониттің ванадиймен қанығуы тек  $V_2O_5$  бойынша 400 кг/т дейін жүреді, бұл сорбентке меншікті жүктеменің төмендеуіне және процесс өнімділігінің төмендеуіне әкеледі; сорбентті қанықтыру үшін қажетті ерітінділердің шығыны (кг ионитке 250 л) және Қ:С=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 ірі кеннен 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 фонның 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.  $H_2O$  кенін батыру және 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. Ванадий қосылыстарының Кендегі тотығуы ұзақ уақытқа созылды. Кен қатарларын 4-5л/м<sup>2</sup> 3 пайыздық күкірт қышқылының ерітіндісімен суландырғанда ванадий бір жыл ішінде 7-10 пайыздан аспады. Дренаждық ерітінділердегі  $V_2O_5$  концентрациясы 0,44-тен 0,67 г/дм<sup>3</sup> дейін болды, бұл тәжірибелік-өнеркәсіптік сынақтарда перколяциялық шаймалауге қарағанда 1,5 есе төмен. Темірдің құрамы 8-9 г/дм<sup>3</sup> 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 шаймалау 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.

Баласауқандық кен орнын тиімді игеру инновациялық технологиялық және техникалық шешімдерді әзірлеу және енгізу кезінде мүмкін болады. Схемалар минералдық шикізатты қайта бөлудің алдыңғы қатарлы әдістерін қамтуы тиіс.:

- кен минералдары қасиеттерінің бағытталған өзгеруі, оларды еритін қалыптарға ауыстыру үшін шикізатқа физикалық-химиялық әсер ету;

- сирек қиын балқитын металдарды ыдыратудың термохимиялық тәсілдерінің көмегімен селективті еріту (мысалы, төмен температуралы сульфатизация);

- сорбция, экстракция процестерін қолдана отырып, күрделі тұз құрамы ерітінділерінен құнды компонентті концентрациялау және алу.

Бүгінгі күні бай кендердің Қоры іс жүзінде таусылған, бұл "баланстан тыс"деп аталатын құрамында бағалы компоненттер аз шикізатты өңдеуге тартуды талап етеді. Баланстан тыс шикізатты тек қана күрделі деп саралау керек, оны рентабельді қайта өңдеу барлық металдарды кешенді түрде айырып ашудың тиімді тәсілдерін пайдаланған кезде ғана мүмкін болады. Осы міндеттерді жүйелі шешуге бағытталған. Қолда бар ғылыми бөлім және алынған жеке мәліметтер негізінде тірек, қиын жарылатын және Ультрадисперсті қара сланец кендерінің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу, Баласауқандық кен орнының қара сланецтерінен метаванадат аммоний өндіру технологиясын әзірлеу және оны "Фирма "Балауса"ЖШС тәжірибелік зауытында енгізу міндеттері шешілді.

## **2 Тәжірибелік бөлім**

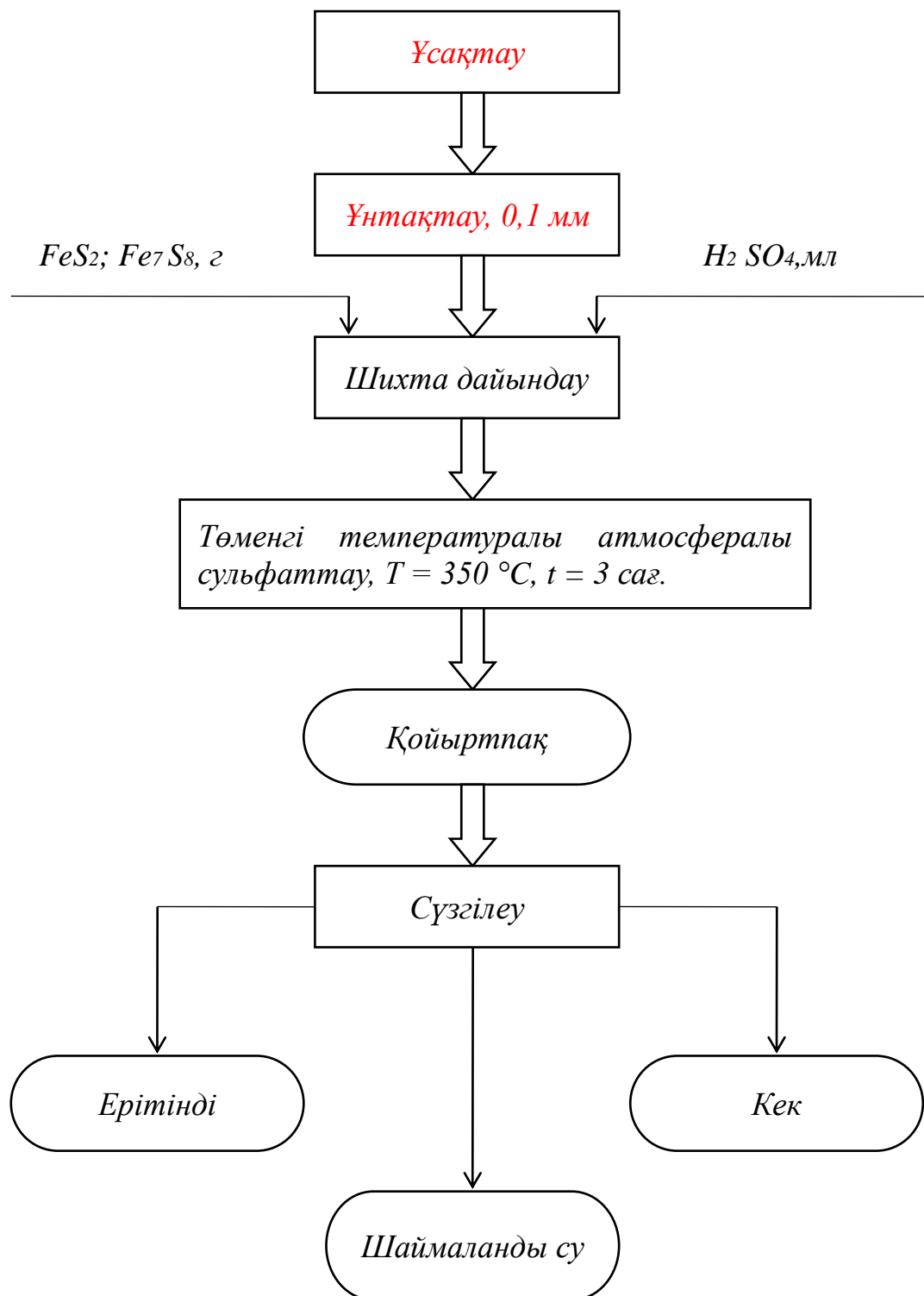
### **2.1 Ванадий үлгісінің сипаттамасы**

Кен шикізатынан ванадий шығару технологиясында негізгі операциялардың бірі ванадий шығару дәрежесімен анықталатын ашу және сілтісіздендіру болып табылады. Қазіргі технологияны талдаудан, үймелеп шаймалау кезінде ванадийді шығару дәрежесі 7-15 пайыздан аспаған жөн. Баласауқандық кен орнының қара тақтатастары табанды және кешенді кендерге жатады, ылғалдылығымен ерекшеленеді (10 пайызға дейін). Күкіртқышқылды ерітінділердің жоғары агрессивтілігі ванадий минералдарынан басқа, сондай-ақ жыныс түзетін минералдардан басқа ерітуге әкеп соқтырады, бұл қышқылдың өндірістік емес шығынына, жоғары тұзды фонға және соңғы өнімдегі қоспалардың ұлғаюына әкеп соғады. Бұл факторлар сорбция мен десорбция кезеңдеріне, сондай-ақ бүкіл технологияның экономикалық көрсеткіштеріне теріс әсер етеді. Сондықтан біз алғаш рет ванадийді ашу және шығару тәсілін әзірледік, айыру дәрежесін арттыру мақсатында сілтісіздендіру алдында ванадийдің қосылыстарын қышқыл еритін қалыптарға аударуға мүмкіндік беретін, сондай-ақ бастапқы Кендегі ванадийлі минералдануды, оның реакциялық қабілеті мен дисперсиялығын, өзара әрекеттесудің ұзақтығын, Қ:С және тағы басқа есепке ала отырып, күкірт қышқылының шығынын төмендетуге ықпал ететін кенді төменгі температуралы сульфатизациялауды жүргізген жөн.

Кен массасының төмен температуралы сульфатизациясының мәні шикізатты араластырғыштың шнек реакторындағы күкірт қышқылының стехиометриялық санымен араластырғышта 100-ден 400 °С дейінгі температурада пісіреді. Бұған дейін жоғары температурада сирек металдардың сульфидтерінің тотығуы зерттелді. Сульфидтерді төменгі температурада ашу бойынша деректер әдебиетте жоқ.

### **2.2 Шаймалау процесінің методикасы**

Зерттеу жұмысының берілген әдістемесіне сәйкес Қаратаудың қара сланецтерін, яғни ванадий құрамды кеннен шихта дайындауда құрамына тотықтырғыш ретінде аммоний қышқылы қосылады. Күкірт қышқылды аммоний ұнтақталып, електен өтеді. Зерттеу жұмысы бес тәжірибеде жүргізілді. Ванадий бес тәжірибеге де 10 г мөлшерде алынды. Аммоний қышқылы 1 – ге 5 г, 2 – ге 7,5 г, 3 – ге 10 г, 4 – ге 12,5 г, 5 – ге 15 г мөлшерінде алынды.



2.1 Сурет – Зерттеу жұмысының технологиялық сұлбасы

Шаймалау процесін бастау үшін ең алдымен кенімізді дайындап алуымыз керек болады. Ол үшін ірі болған кен ұнтақтаудан өткізіледі.



2.2 Сурет – Ұнтақтаудан кейінгі кен.

Дайын болған өнім аммоний қышқылымен жақсылап араластырып, сульфаттау процесіне жіберіледі. Күйдіру процесі муфельдік пеште жүргізіледі. Температура  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$  болады. Процесс 2 сағат ішінде жүргізіледі.



2.3 Сурет – Муфельдік пештің көрінісі

2 сағат уақыт өткеннен соң муфельдік пештен өнім алынады. Алынған дайын күйіндегі өніміміз – күйінді деп аталады.



2.4 Сурет – Күйінді көрінісі

Алынған күйінді ары қарай сумен шаймаланады. Күйіндіні сумен шаймалап біткен соң, күйіндінің массасын таразыда өлшенеді, шыны ыдысқа салынады. Қ:С =1:3 дистелденген су құйып, плиталы механикалық араластырғышқа екі сағат уақытқа қойып қойылады.



2.5 Сурет – Механикалық араластырғышқа қойылған реагенттер

90 °С температураға жеткенше плитаны күшейтеді және сол 90 °С температураға жеткенде қалыпты жағдайға қойылады. Процесс ұзақтығы – 2 сағатқа созылды. Сумен шаймалап болған соң, алынған өнім қойыртпақ деп аталады. Бұдан кейін қойыртпақ сүзгілеуден өткізіледі. Сүзгілеудің негізгі аспабы ретінде вакуум фильтр насосы қолданылады. Вакуумды насос колбаның ішінен ауаны тартып тұрады, соның нәтижесінде сүзбелеу тез жүреді.



2.6 Сурет – Вакуум фильтр насосының көрінісі

Вакуум фильтрінен өткізілген ерітінді жасыл түсті болып шығады. Ерітінді неғұрлым қою жасыл болса, бұл ерітіндіде соғұрлым ванадий оксидінің мөлшері көп болып келеді.



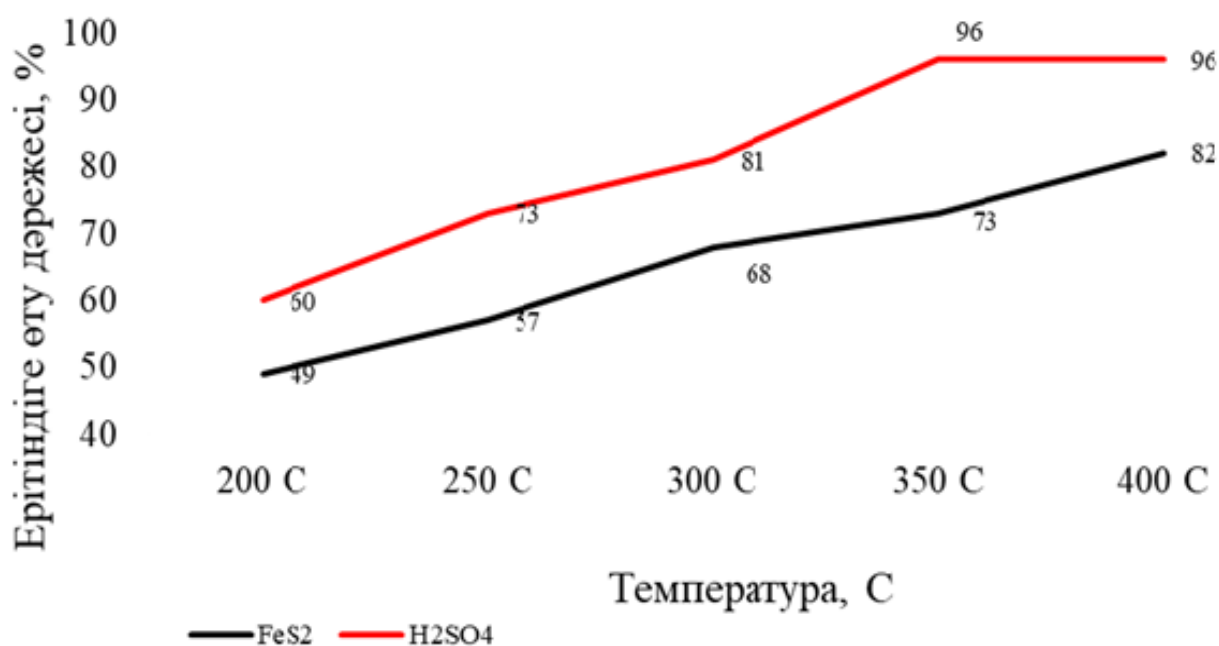
2.7 Сурет – Вакуум фильтрінен шыққан ерітінді көрінісі

Сүзгілеп болған соң үш өнім алынды: ерітінді, су және кек. Бізде шыққан бес түрлі өнімнен ванадий мөлшері анықталды. Ванадийдің көптеген бөлігі ерітіндіге өтеді. Бұл зерттеуде 5 – ші тәжірибе құрамында ванадий мөлшері көп болып шықты. Ерітіндіден ванадий оксидінің мөлшерін ғана анықтап қана қоймай, сонымен қатар ерітіндінің құрамында мүмкін болатын элементтер анықталды. Ерітінді бойынша ванадий оксидінің бөлініп алу дәрежесі

есептелінеді. Зерттеу нәтижесінде сульфаттап күйдіру және шаймалау процестерінің тиімді параметрлері анықталды: күйдіру процесінің ұзақтығы – 3 сағат, шаймалау процесінің ұзақтығы – 3 сағат, шаймалау процесінің температурасы – 80 °С, сульфаттау процесіне тиімді реагент –  $H_2SO_4$

### 2.3 Шаймалау процесіне сульфаттап күйдіру процесіндегі температура әсері

Шаймалау процесі – кен құрамындағы қажетті металды таңдамалы түрде ерітіндіге өткізу болып табылады. Шаймалау процесі – гидрометаллургиялық процеске жатады. Шаймалау процесінің жақсы өтуіне көптеген параметрлер әсер етеді. Параметрлер дұрыс таңдалған жағдайда шаймалау процесі неғұрлым жақсы өтеді. Бұл параметрлерге температура, уақыт, таңдалынып алынған реагент жатады.



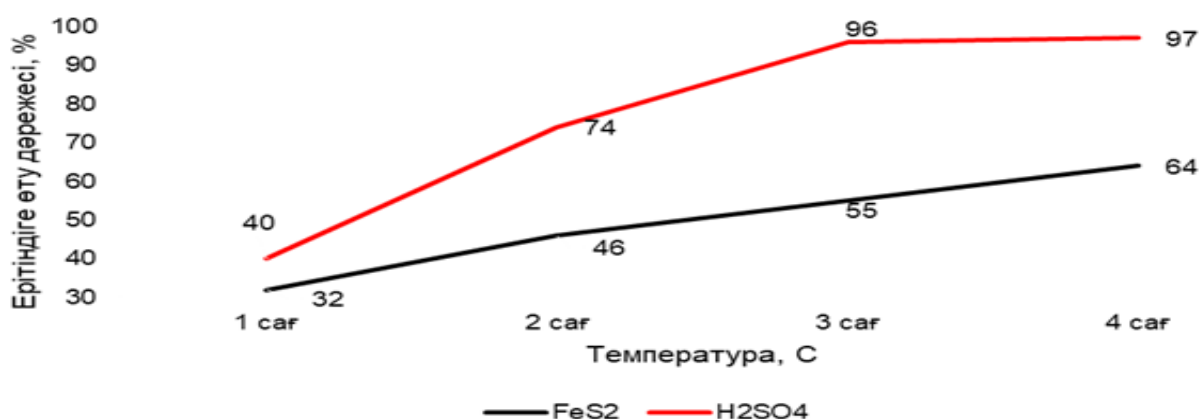
2.8 Сурет – Шаймалау процесіне сульфаттап күйдіру процесіндегі температура әсері

Суретте келтірілгендей, шаймалау кезінде температураның көтерілуі пульпаның тұтқырлығының азаюына және шаймалау жылдамдығының өсуіне байланысты ванадийдің ерітіндіге өтуіне қолайлы жағдай жасайды. Температураның жоғарылауы ванадийдің еру дәрежесіне қолайлы әсер етіп, қышқылдың толық жұмсалуына, өнімді ерітіндідегі ванадий құрамының

артуына ықпал етеді. Талдау нәтижесінде белгілі болғандай ванадийдің ең максималды ерітіндіге өту дәрежесі (82 пайыз) температурада қол жеткізіледі.

## 2.4 Шаймалау процесіне сульфаттап күйдіру процесі ұзақтығының әсері

Күйдіру процесі кең құрамындағы қажетсіз элементтерден құтылу үшін қолданылатын процесс болып табылады. Күйдіру процесін кенді шаймалауға дайындау деп те атауға болады. Күйдіру процесінде Күкірт қышқылымен ашылған кезде ең жоғары температура  $H_2SO_4$  қайнау температурасымен шектеледі. Температураның өсуімен газ фазасындағы  $SO_3$  концентрациясының жоғарылауын, сондай-ақ күкіртқышқылды ашу процесіне араластыру жылдамдығы айтарлықтай әсер ететінін ескеру қажет. Айналмалы пештерде ашылған кезде араластыру әсер етуші компоненттердің бетін жаңартып қана қоймай, пеш қабырғаларында төсеменің пайда болуына кедергі келтіреді.



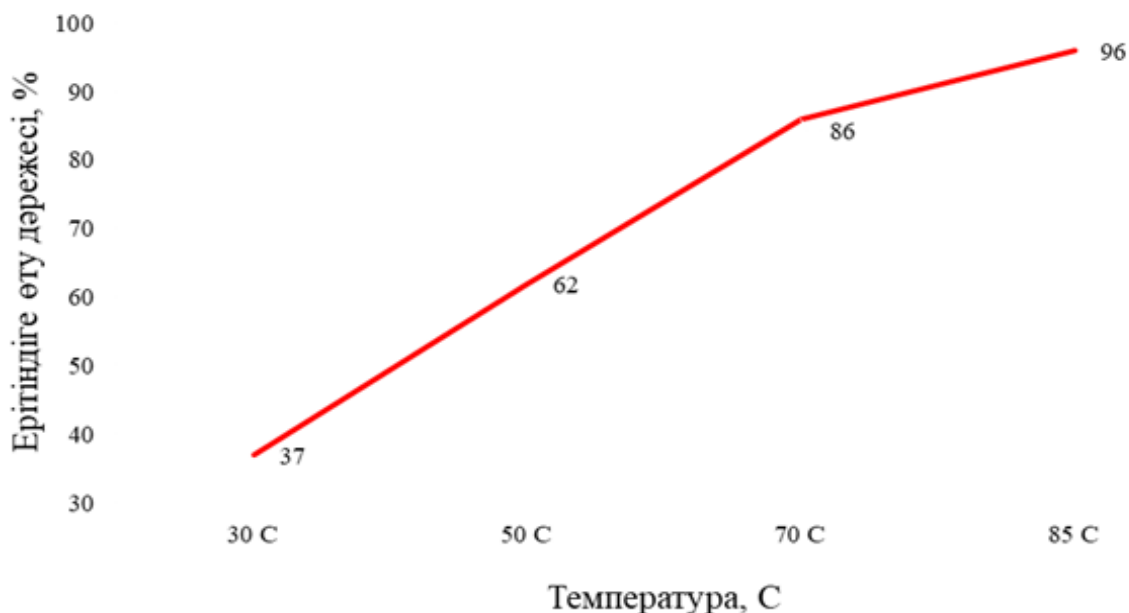
## 2.9 Сурет – Шаймалау процесіне сульфаттап күйдіру процесі ұзақтығының әсері

Қалдықтар құрамынан ванадийді ерітіндіге өткізу процесіне сульфаттап күйдіру процесінің ұзақтығы оң әсерін көрсетті. Яғни сульфаттау процесі неғұрлым ұзақ болған сайын ванадий көптеп ерітіндіге өтеді. Зерттеу нәтижесінде әр сағат өткен сайын ерітіндіге ванадийдің көптеген мөлшері өткені байқалды. Ең соңғы 4 - сағатта ванадийдің ең максимал мәні 64% ерітіндіге өткені байқалды. Яғни сульфаттап күйдіру процесінің ұзақтығы бізге тиімді болып табылады.



## 2.5 Шаймалау процесіне температураның әсері

Шаймалау процесі болғандықтан температура 300 °С – дан аспауы қажет. Шаймалау процесі жақсы өтетін температура ретінде көбінесе 90-100 °С арасын алады. Яғни, бұл температура арасында шаймалау процесі тиімді өтеді.

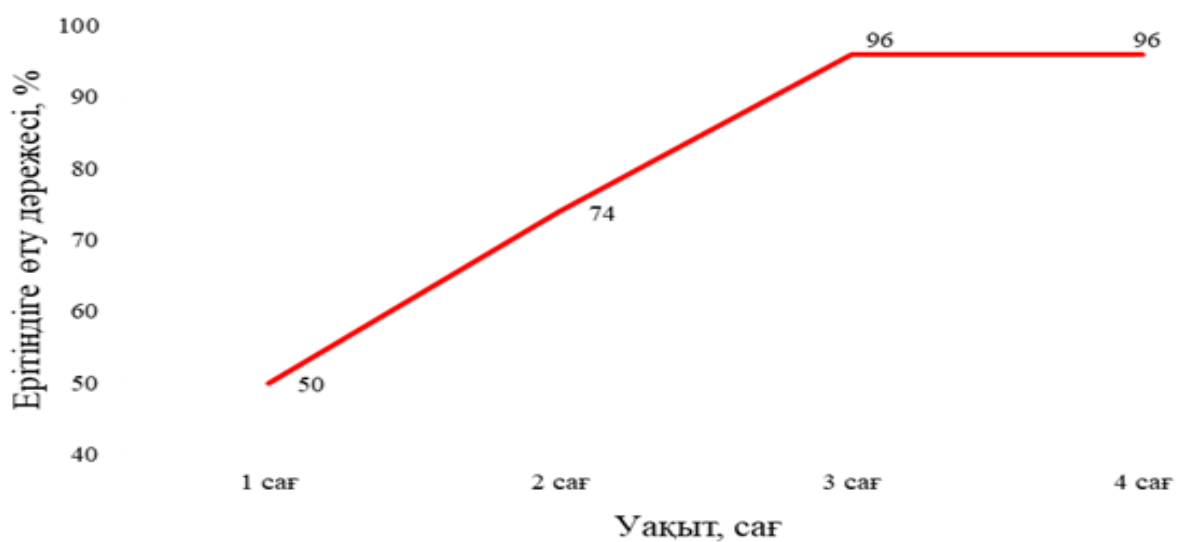


### 2.10 Сурет – Шаймалау процесіне температураның әсері

Қалдықтар құрамынан ванадийді ерітіндіге өткізу процесіне уақыттың әсерін зерттеу мақсатында шаймалау процесі 3 сағат ішінде жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде белгілі болғандай бастапқы 15 минутта ванадийдің 37 пайыз мөлшері ерітіндіге өтеді. Ванадийді ерітіндіге максимальды түрде бөліп алу бойынша көрсеткіш 3 сағат шаймалау кезінде алынды.

## 2.6 Шаймалау процесіне уақыттың әсері

Ванадий кендерін байытудың көптеген түрлері бар. Ванадийді байыту үшін оларды күйдіреді. Кеннің құрамына байланысты флотация әдісін де қолданады. Байыту әдістері өткізіліп болған соң, ванадий шаймаланады. Ванадийді шаймалауға уақыттың көптеген әсері бар. Уақыт дұрыс таңдалмаса, ванадийдің шаймалануы соңына дейін жетпейді. Шаймалаудың уақыты дұрыс таңдалынып, соңына дейін дұрыс шаймалануы аса маңызды болып табылады.



2.11 Сурет – Шаймалау процесіне уақыттың әсері

Ванадийді ертіндіге өткізу процесі 2 сағат ішінде жүргізілді. Байқалғандай, 2 сағат ішінде ванадийдің ертіндіге өтуі өсе түсті. Ал 2 сағат өткеннен соң ертіндіге ванадийдің өтуі бірқалыпты күйінде қалып қойды.

### 3. Экономикалық бөлім

#### 3.1 Амортизациялық шығындарды есептеу

Зертханалық жабдықтардың амортизациялық шығындарды есептейміз. Нормасын ( $H_a$ ) және амортизация соммасын жабдықтың қызмет ету мерзімі бойынша есептелінеді, келесідей формуламен:

$$H_a = \frac{100}{B} \quad (3.1)$$

#### 3.1 Кесте – Амортизациялық шығындар

Жабдық атаулары	Қызмет ету мерзімі, жыл	Саны	Бағасы, тг	Жылдық бағасы, тг	$H_a$ , %	Амортизацияның жылдық бағасы, тг
Тартпалы шкаф	12	1	140 000	140 000	8	11200
Муфельді пеш	12	1	190 000	190 000	8	15200
Магнитті араластырғыш	12	1	1500	1500	8	120
Термотұрақты стақан	5	1	500	500	20	100
Пипетка	5	3	250	750	20	150
Воронка	5	1	1100	1100	20	220
Колба	5	5	250	1250	20	250
Термометр	5	1	1700	1700	20	340
Итого:	61	14	336650	336800	124	27580

Зерттеу соңында, бізге қажетті жабдықтардың бағасы 336650 тг болды. Жалпы жабдықтардың бір жылдық амортизациялық шығыны 27580 тг. Бір айдағы жабдықтардың жалпы шығыны 2300 тг болып табылады.

#### 3.2 Негізгі материалдарға кеткен шығындарды есептеу

#### 3.2 Кесте – Жалпы шығын

Материал атаулары	Материал шығыны	Бағасы, тг	Жалпы соммасы, тг
Қара сланец, кг	0,3	13000	3900
Пирит	0,004	50	0,2
Мочевина, кг	0,004	160000	640

### 3.2 Кесте жалғасы

Материал атауы	Материал шығыны	Бағасы, тг	Жалпы сомасы, тг
Калий перманганаты	0,01	2700	27
Дистилденген су	60	15	900
Натрий нитраты	0,4	650	260
Барлығы:		177115	5937,2

Қорыта келе, екі айға қажетті негізгі материалдардың жалпы шығыны 5937,2 тг құрайды.

### 3.2 Электр энергия шығынын есептеу

Күніне 2 рет тәжірибе өткізуге қажетті электр энергиясы шығыны. Электр энергиясы қолданылатын аппараттар:

- Тартпалы шкаф, 2 рет тәжірибе өткізуге 25 кВт\*сағ;
- Магнитті араластырғыш, 13 кВт\*сағ;
- Муфельді пеш 16 кВт\*сағ

Жалпы тәжірибеге жұмсалған энергия мөлшері 54 кВт\*сағ. 1 кВт\*сағ электр құны 8,03 тг. Біздің тәжірибеге кеткен жалпы электр энергиясының құны:

$$54 \cdot 8,03 = 433,62 \text{ тг.}$$

Жалпы электр энергиясының құны 433,62 тг болды.

### 3.2 Салқын су шығынын есептеу

Суық суды біз екі тәжірибеге қолдандық. Орта есеппен алғанда бір тәжірибеге 8 л су қолдандық. Ал, екі тәжірибеге 16 л су кетті.

1 м<sup>3</sup> суық судың құны 30 тг, онда 0,01 м<sup>3</sup> су тұрады,

$$0,01 \cdot 30 = 0,3 \text{ тг.}$$

Тәжірибе біткен соң ыдыстарды жууға кеткен судың мөлшері 1,5 м<sup>3</sup>. Ал, шығыны:

$$1,5 \cdot 30 = 45 \text{ тг.}$$

Тәжірибені толықтай өткізуге қажетті су мөлшері:

$$45 + 0,3 = 45,3$$

### 3.2 Жалпы шығынды есептеу

Жалпы шығынды есептеуге мыналар: шикізатқа, реактивтерге, суға, электр энергияға кеткен шығындар, жабдық үшін амортизациялық шығындар кіреді. Барлық шығындар 3.3-кестеде келтірілген.

#### 3.3 Кесте – Ғылыми зерттеу жұмыстарына кеткен жалпы шығын

Шығындар	Шығын соммасы, тг
Бір айға кеткен амортизациялық шығын, тг	2300
Негізгі материалдар шығыны, кг	5937,2
Электрэнергия, кВт · сағ	433,62
Суық су, м <sup>3</sup>	45,3
Барлығы:	8716,12

Сонымен, зерттеуге кеткен жалпы шығын соммасы 8716,12 құрайды.

## 4 Еңбекті қорғау

### 4.1 Еңбек қорғау заңдары

Осы дипломдық жобаның бөлімі Қазақстан Республикасының келесі заңдарына сүйене отырып жазылған:

1 “Қауіпсіздік және еңбек қорғау заңы” 28. 02. 2004 жылдың № 528 – II ҚРЗ;

2 “Қауіпті өндірістік объектілердегі өндірістік қауіпсіздік туралы заңы” 03. 04. 2002 жылдан № 314 – II ҚРЗ;

3 “Өрт қауіпсіздігі туралы заң” 22. 11. 1996 жыл;

4 Қазақстан Республикасының Еңбек кодексі 22.05.2007 жылдан № 132-135 (24710).

### 4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау

Жұмыстарды жүргізу кезінде, жұмыс жасап жүрген жұмысшылардың денсылығына зиянын тигізетін жағдай туындайды. Бұл зиянды әсерлер біраз уақыттан кейін де білінуі мүмкін. Бұл зиянды әсерлерден мамандыққа қатысты аурулар да туындауы мүмкін. Мен өзімнің зерттеуімді өткізген МПЖ ж АМТ кафедрасының зертханасында тартпалы шкаф орналасқан, зертхананың жасанды жарығы бар, электр қауіпсіздігі сақталған.

#### 4.1 Кесте - Заттардың зияндылығына сипаттама

Заттың аталуы	Агрегаттық күйі	Ағзаға әсері	ШРК, мг/м <sup>3</sup>	Қауіп дәрежесі
Күкірт қышқылы (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Сұйық	Теріні күйдіреді	5	1
Ванадий қосылыстары	Сұйық	Демалуға кедергі жасайды, дем алу жолдарын зақымдайды	0,2	3
Күкірт қышқылы	Қатты	Дем алу жолдарын зақымдайды, теріні күйдіреді	0,3	4
Күкірт ангидридi	Газ	Жоғары мөлшерде тұншығу қауіпі	19	4

Потенциальды зияндылықты анықтау үшін, еңбек шартының талдауы беріледі. Өндірісте орын алған жағымсыз факторлар әсерінен адам ағзасына көптеген зияншылықтар келуі мүмкін.

Еңбек қауіпсізділігін анықтау, бағалау және тексеру үшін көптеген

зерттеу жұмыстары өткізіледі. Мылалы, ауаның құрамындағы зиянды заттарды анықтау, температураны бағалау, ылғалдылық, ауаның қозғалысын анықтау жатады.

Кәсіпорындарда еңбек қорғау шарттары сақталатын болса, ауру туғызатын жағдайлар, жарақат алу қаупі азайатын еді. Сондықтан кәсіпорындарда жұмысшылар денсаулығы бақыланып отырылуы қажет. Химиялық реактивті заттар, реагенттер артық мөлшерде пайдалануға болмайды.

### **4.3 Өндірістік санитария**

Өндірістік санитария – жұмыскерлерді, жұмыскерлердің денсаулығын қорғау мақсатында әсер ететін өндірістік факторларды зерттейтін гигиеналық шараларды айтамыз. Еңбек гигиенасы – адамның ағзасына әсер ететін зиянды заттарды зерттейтін ғылым. Еңбек ету жағдайын, гигиеналық нормативтерді, профилактикалық шараларды атқаруға арналған жүйе. Өндірістегі басты зиян келтіретін факторлар мыналар: шаңның көп болуы, газдың көп бөлінуі, температураның не жоғары, не төмен болуы, ауаның ылғалдылығы, шудың жоғары мөлшерде болуы, табиғи жарықтың аз болуы, жарықтандырылудың әлсіз болуы жатады.

### **4.4 Жарықтандыру**

Еңбекке қолайлы жағдай жасауға, жұмыс орнының рационалды жарықтандырудың маңызы зор.

Зертханада табиғи жарықтану бүйірлік екі терезе арқылы беріледі, ал жасанды жарықтану электр тоғы арқылы (150 Вт) алты шамдарымен беріледі.

Төменгі температуралық сульфатизация, шаймалау және сорбция, десорбция процестері кезінде фазалардың бөлінуін анық көру үшін қосымша жергілікті шам қолданылды (60 Вт).

Жұмыс орнындағы жарықтандыру деңгейін өлшеу нәтижелері ҚР СНЖЕ 2.04 – 05 – 2002 «Табиғи және жасанды жарықтану» нормаларына сәйкес. Мемлекеттік сәйкестілігі туралы деректер № ВА 11 – 19 – 1733 25. 12. 2007 ж. куәлігі берілді.

Жарықтандыруды фотоэлектрлік люксметр Ю – 116 мен өлшедік. Нәтижесінде жарықтану 200 лк тең.

Электрлік жарық уақыттың қараңғы тәулігінде жұмыстардың жүргізу үшін немесе табиғи жарық көзінің жеткіліксіз жағдайында қолданады.

### **4.5 Электр қауіпсіздігі**

Электр құрылғыларымен жұмыс істеу өрт қауіпінің тууына, қысқаша тұйықтықтың пайда болуына және сымтетіктердің қайта қосылуына әкеп соғады. Электр тоғының әсері, ағзаға әртүрлі электрлік зақым (электрлік күйік,

терінің зақымдануы, электрлік белгі, электрофтальмия) және электрлік соққыға әкелуі мүмкін. Гидрометаллургиялық зертханасында түрлі электр қондырғылар адам ағзасына түрлі электірлік жарақаттар, сонымен қатар электрлік соққы әкелуі мүмкін.

Электротехникалық құрылғылардың пайдалану қауіпсіздігі үшін, қоршаған орта ерекшеліктерімен сипатталатын өндірістік жағдайлар, электр жабдығының жеткілікті деңгейімен, электр тоғының кернеу болуы қажет. Сондықтан электр жабдығы орнатылған бөлмелер, электр тоғымен зақымдану қауіпсіздік деңгейі жағынан мына топтарға бөлінеді: жоғары қауіпсіз; аса қауіпті; жоғары қауіпті.

#### 4.3 Кесте – Тоқ әсерінің астында қалуының шекті (артық емес) мөлшері

Тоқ түрі	Тоқ әсерінің астында қалуының шекті (артық емес) мөлшері, с											
	0,01-0,03	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1-ден артық
Айныма-лы, 50 Гц	650	550	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
Тұрақты, 50 Гц	650	500	400	350	300	250	24	23	22	21	20	10

Электр құрылғылары орналасқан бөлмелер 3 топқа бөлінеді: қауіпсіз, жоғары қауіпсіз және өте жоғары қауіпсіз. Зерттеу жұмыстары жүргізілген зертхана қауіпсіз топқа жатады.

#### 4.6 Өрт қауіпсіздігі

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

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

Казмеханобр институты үшқабаттығимарат. Институтта химико – аналитикалық, пиро – және гидрометаллургиялық және тағы басқа зертханалары орналасқан.

Зертханада сонымен қатар өртке қарсы су қондырғылары жасалған. Бұл өрт орнына суды жеткізетін құрылғылар комплексі. Зертханада өрт апатын ескеретін сигнализация жүйесі қондырылған. Оның құрамына қабылдау станциясы және хабар беру құрылғылары кіреді.

1. құм, күрек, шелек, көбікті өрт сөндіргіш ОХП-10;
2. дәліздерде орналасқан су айдайтын шланктар;
3. өрт болған жағдайда өрт апатын ескеретін сигнализация жүйесі қондырылған.



#### 4.7 Техника қауіпсіздігі

*Жалпы талаптар.* Зертхана қажетті техникалық қауіпсіздік амалдармен амалдандырылған.

Тәжірибелі зерттеулерді зертханаларда жүргізу кезінде, жұмыс барысында қолайсыз факторлардан қорғайтын арнайы қорғағыш жабдықтармен қолданады. Қорғағыш жабдықтарға: халат, резеңке қолғаптар, мамандырылған аяқ киімдер жатады. Желдету, ауамен жылыту, ауа себелеп және ауа – жылу бүркеу бөлменің жұмыс қызмет аймағында (тұрақты немесе тұрақты емес жұмыс орнында) қажетті метеорологиялық жағдай мен ауа тазалығын қамтамасыз ету үшін қолданылады. Зертханадағы жұмыстың барлығы жетекшінің рұқсатымен қаралады. Химиялық реагенттерді, қышқылдарды, дистилденген суды, медициналық аммиакты кез келген адамға беруге немесе қолдануға тиім салынады. Жұмысты баср алдында желдеткіштің жағдайын, техника қауіпсіздігін тексеру керек.

*Жұмыс кезінде.* Зиянды газ және бу шығаратын барлық жұмыстарды тжелдеткіші қосылған тартпалы шкаф астында жасау керек. Плитаның үстінде қыздырылған ыдысты аларда резеңкелі ұстағышпен ұстап алу керек. Газы және буы бар ерітінділер немесе қышқылдарды адам өзінен ұзағырақ ұстаған жөн.

Қышқыл ерітіндісін дайындау кезінде, мысалы күкірт қышқылын, химиялық колбаға бірінші суды құйып үстінен ерітіндіні құю керек, егер керісінше, бірінші қышқыл ерітіндісін құйып, үстінен суды құятын болса, ыдыс сынып кетуі мүмкін.

Ерітіндіден немесе қышқылды қолданар кезде міндетті түрде пипеткамен алу керек, қолға ерітіндінің немесе қышқылдың тамшысы тиіп кеткен жағдайда тезде қолды жуу керек. Улы сілтілерді (сілтілі металдар, олардың оксидтері және гидроксидтері) алу кезінде тек қана резеңкелі қолғаппен алу керек.

Берілген техника қауіпсіздігін қадағалап жұмыс жасау қажет.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Ванадий өнеркәсіпте маңызды рөл атқарады. Алынған ванадийдің 90 %пайыз мөлшері болатты легрлеу үшін қолданылады. Ванадий басқа элементтермен поливалентті және басқа элементтермен оңай әрекеттесетін металл болып табылады. Ванадий көптеген ерекше қасиеттерге ие болып келеді.

Бұл дипломдық жұмысты жазу кезінде, Қаратаудың қара сланецтерін төмен температурада атмосфералы сульфаттау және шаймалау процестерін пайдалану арқылы ванадий оксидінің бөлінуі, қарастырылған;

Сульфаттау процесін өткізуге дайындалған қондырғы және Қаратаудың қара сланец құрамы көрсетілген. Төменгі температуралы сульфаттау процесі  $T = 340\text{ }^{\circ}\text{C}$ -та, 2 сағатта жүргізілді;

Шихтаның құрамына аммоний қышқылын қосу арқылы ванадий оксиді бөлінуі қарастырылған. Салыстырмалы түрде 5 тәжірибеден, 5 – ші аммоний қышқылы көп қосылған ерітіндіде ванадий оксиді көптеп бөлінді.

Ерітіндінің құрамында аммоний оксидінің көп мөлшерде болуына байланысты ванадий оксидінің ерітіндіден бөліну дәрежесі жоғары болды.

Зерттеу нәтижесінде сульфаттап күйдіру және шаймалау процестерінің тиімді параметрлері анықталды: күйдіру процесінің ұзақтығы – 3 сағат, шаймалау процесінің ұзақтығы – 3 сағат, шаймалау процесінің температурасы –  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сульфаттау процесіне тиімді реагент –  $\text{H}_2\text{SO}_4$

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Есиркегенов Г.М., Кобжасов А.К. Металлургия ванадия. – Алма-Ата: КазНТУ, 1990. – 78 с.
- 2 Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1983. – 424 с.
- 3 Павлов Н.Н. Ванадий и его соединения. – М.: Высшая школа, 1986.
- 4 Сауков А.А. Геохимия – М.: Госгеологтехиздат, 1951.
- 5 Санников Ю., Золотавин В.А., Безруков И. Я. Химия пентавалентного ванадия // ЖНХ. – №4. – 1963. – С.923-933.
- 6 Третьяков Ю.Д. процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. – 2003. – №6 – С.731-763.
- 7 Павлов Н.Н. Ванадий и его соединения. – М.: Высшая школа, 1986. – 1979
- 8 Мансуров В., Ермеков М., Бакир С., Терехов А. Стохастический подход к изучению полиядерных ионных форм ванадия в слабокислых средах // ЖФХ. – № 4. – 1988. – С. 903-906.
- 9 Основы металлургии, т. Редкие металлы. / Отв. ред. Грейвер Н.С. и др. – М.: Металлургиздат, 1967.
- 10 Ростокер У. Металлургия ванадия. – М.: ИЛ., 1959.
- 11 Козлов В.А. Современные теоретические представления химии ванадия в водных растворах. – Алматы: Интер-Пресс, 2008. – 38 с.
- 12 Конареев Б.Н. Любопытным о химии. Неорганическая химия. – М.: Химия, 1984. – С. 158-236.
- 13 Анкинович Е.А., Бекенова Г.К., Компанейцев В.П., Савостин Б.А. Ванадиевые и ванадийсодержащие слюды из углеродисто-кремнистой формации кембрия хребта Большой Каратау (Южный Казахстан) // Геология Казахстана. – 1997. – №4. – С.84-93.
- 14 Козлов В.А., Батракова Л.Х., Гражданова Я.В. Комплексная переработка кварцитов Каратау / Сб. докладов «VIII Всероссийской конференции» Ванадий химия, технология, применение. – Чусовой
- 15 Қаражанов Д.Ж., Абилдабекова Д.Д. Су және жер қойнауы ресурстары. – Алматы: ҚазҰТУ, 2002. – 104 б.
- 16 Киффер Р., Браун Х. Ванадий, ниобий, тантал. / Пер. с нем. – М.: Металлургия, 1968. – 311 с.
- 17 Заварицкий А.Н. Введение в петрохимию. – М.: АН СССР, 1944. – 301
- 18 Анкинович Е.А., Анкинович С.Г. Отчет Казахстанского Государственного Геологического Управления «Каратауское месторождение ванадия и урана по работам 1942-1947 гг.» – Алма-Ата, 1947. – 187 с.
- 19 Бекенова Г.К. Микро - и наноминералы дисперсных руд ванадиеносного бассейна Большого Каратау: Автореферат. докт. геолого – мин. наук. – Алматы: ИИА «Айкос», 2007. – 32 с.

- 20 Козлов В.А., Батракова Л.Х., Гражданова Я.В. Комплексная переработка кварцитов Каратау / Сб. докладов «VIII Всероссийской конференции» Ванадий химия, технология, применение. –Чусовой, 2000.–С.12
- 21 Қаражанов Д.Ж., Абилдабекова Д.Д. Су және жер қойнауы ресурстары. – Алматы.: ҚазҰТУ, 2002.– 104 б.
- 22 Анализ минерального сырья /Под ред. Ю. Н. Книпович, Ю. В. Морачевского. Ленинград: Государственное научно-техническое издательство химической литературы.–1959. –981 с.
- 23 Ермеков М.Т., Батракова Л.Х., Козлов В.А. Стохастический подход к изучению полиядерных ионных форм ванадия (V) в слабокислых растворах //В сборн. докл. 8 Всеросск. конф. Ванадий: химия, технология, применение Чусовой, 2000. – С. 19-23.
- 24 Ивакин А.А., Фотиева А.А. Химия пятивалентного ванадия в водных растворах //Тр. ин-та химии УНЦ АН СССР. –1971.– №24. – 191 с.
- 25 Көбжасов А. Сирек кездесетін металдарды өндіру. – Алматы: ҚазҰТУ, 1992. – 128-130 б.
- 26 С.С. Олегин, Г.Н. Фадеев. Химия ванадия.– М.: Высшая школа, 1979
- 27 Кунаев А.М. Пиро-гидрометаллургические способы переработки ванадиевого сырья Казахстана. – Алма-ата: Наука, 1971. – 21 с.
- 28 Кунаев А.М., Сухарников А.И., Бейсембаев Б.Б., Галютин В.К. К вопросу извлечения редких металлов из высококремнистых руд Центрального Казахстана. –Алма-Ата: Наука,1976, –С. 13-27.
- 29 Браун К.В., Холман С.Ф. и др. переработка урановых и ториевых руд методом экстракции, технология атомного сырья. // Труды Второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии. М.: Атомиздат, 1959. – т. 7.
- 30 Розенбаум И. Б., Бороуман С. Р., Клеммер И. Б. экстракция урана и ванадия из растворов, получаемых при выщелачивании руды, спеченной с солью. Технология атомного сырья. // Труды Второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии. М.: Атомиздат, 1959, т. 7.
- 31 Чуфарова И. Г., Шарова А. К. Изучение сорбции ванадия ионообменными смолами. // Труды Института химии УФАН СССР. – вып. 7.– 1968.
- 32 Венецианов Е.В., Рубинштейн Р.Н. Динамика сорбции из жидких сред. – М.: Металлургия, 1983.
- 33 Кокотов Ю.А., Золотарев П.П., Елькин Г.Э. Теоретические основы ионного обмена. – Л.: Наука, 1986.