

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

Тәңірбергенов Эльдар Бағдатұлы

Титан өндірісінің гидрометаллургиялық технологиясын зерттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:

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

Чепуштанова Т.А

« _____ » _____ 2020 ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Титан өндірісінің қалдықтарынан ниобий алу технологиясын
зерттеу»

5B070900 – Metallургия мамандығы

Орындаған: Тәңірбергенов Э.Б
Ғылыми жетекші

ассистент профессор, Ph.D.

Байгенженов Ө.С

« _____ » _____ 2020 ж

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өндірістік инженерия институты

Металлургиялық процестер жылу техникасы және арнайы материалдар
технологиясы кафедрасы

5B070900 – Metallургия мамандығы

БЕКІТЕМІН: МПЖЖАМТ
кафедрасының меңгерушісі
қауымд.проф.,Ph.D.,техн.ғыл.
канд.

_____Чепуштанова Т.А.
« _____ » _____ 2020 ж.

ТАПСЫРМА

Дипломдық жұмысты орындауға

Білім алушы: Тәңірбергенов Э.Б.

Тақырып: Титан өндірісінің қалдықтарынан ниобий алу технологиясын зерттеу

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

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 2020 жылғы "30" мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: өндірісінде түзілген хлоридтік қалдықтар

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) титан өндірісінің қалдықтарынан сирек металдар өндіру технологиялары
- б) қалдық құрамындағы хлоридтік қоспаларды шаймалау процесінің термодинамикасы; ниобий концентратын шаймалау
- в) өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары;
- г) жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Жұмыстың тақырыбы бойынша қорытындыны қоса 11 слайд.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 32 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	8.02.2020 ж.	
Аналитикалық бөлім (тақырып бойынша отандық және шет елдік әдебиеттерге шолу жасау)	22.02.2020 ж.	
Тәжірибелік бөлім (зертханалық зерттеу жұмыстарын жүргізу)	16.03.2020 ж.	
Экономикалық бөлім (қолданылатын металлургиялық процестер бойынша экономикалық есептеулер жүргізу)	5.04.2020 ж.	
Еңбекті қорғау (қолданылатын металлургиялық процестер қауіпсіздік шараларын қарастыру)	12.04.2020 ж.	
Қорытынды	19.04.2020 ж.	
Норма бақылау	26.04.2020 ж.	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	Ассистент профессор, Ph.D. Ө.С. Байгенженов		
Еңбекті қорғау	Ассистент профессор, Ph.D. Ө.С. Байгенженов		
Норма бақылау	Сениор-лектор, т.ғ.к. С.С. Қоңыратбекова		

Ғылыми жетекші _____ Байгенженов Ө.С.

Студент тапсырманы орындауға алды _____ Тәңірбергенов Э.Б

Күні "3" мамыр 2020 ж

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, негізгі бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыстың жалпыкөлемі компьютермен терілген 39 бет, оның ішінде 4 сурет және 2 кесте бар. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 32 аталымнан тұрады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – Титан өндірісінің қалдықтарынан ниобий алу технологиясын зерттеу.

Зерттеулер нәтижесінде титан өндірісінің қалдықтарын шаймалау процесінің тиімді параметрлерін анықтау алынған ерітінді құрамындағы ниобийді бөлу процестерінің тиімді параметрлері анықталды. Аталған процесті барынша тиімді жүргізуге әсер ететін әртүрлі факторлар (процесс ұзақтығы, температура, реагенттер шығыны) зерттелді.

Алынған нәтижелер титан өндірісінің қалдықтарын ниобий өндірісінің шикізаты ретінде қарастыруға, сонымен қатар қадықтық материалдар құрамынан ниобийді бөліп алу мүмкіндігін көрсетті.

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

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 39 страниц, набранных компьютером, в том числе 4 рисунков и 2 таблиц. Список использованной литературы состоит из 32 наименований.

Цель дипломной работы-изучение технологии получения ниобия из отходов титанового производства.

В результате исследований определены эффективные параметры процесса выщелачивания отходов титанового производства, а также оптимальные параметры процессов выделения ниобия в составе полученного раствора . Изучены различные факторы, влияющие на наиболее эффективное ведение данного процесса (длительность процесса, температура, расход реагентов).

Полученные результаты показали возможность рассматривать отходы титанового производства как сырье ниобиевого производства, а также выделять ниобий из состава хвостовых материалов.

Исходя из полученных результатов, разработаны экономические расчеты, предусмотрены мероприятия по безопасности и охране труда.

ANNOTATION

The thesis consists of a task, introduction, main part, conclusion and list of references. The total amount of work is 39 pages typed by the computer, including 4 figures and 2 tables. The list of references consists of 32 titles.

The purpose of the thesis is to study the technology of obtaining niobium from waste titanium production.

As a result of the research, the effective parameters of the leaching process of titanium production waste were determined, as well as the optimal parameters of the niobium separation processes in the resulting solution. Various factors affecting the most effective management of this process (process duration, temperature, reagent consumption) have been studied.

The results obtained showed that it is possible to consider titanium production waste as a raw material of niobium production, as well as to isolate niobium from tailings materials.

Based on the results obtained, economic calculations were developed, and measures for safety and labor protection were provided.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы	11
1.1 Титан өндірісінің қалдықтарын қайта өңдеу технологиялары	11
1.2 Титан өндірісінің қалдықтарынан сирек металдар өндіру технологиялары	14
1.3 Ректификациялық колонна қалдықтарын өңдеу	18
2 Тәжірибелік бөлім	25
2.1 Бастапқы шикізаттың сипаттамасы	25
2.2 Титан хлораторларының өңделген балқымаларын шаймалау	25
2.3 Қалдық құрамындағы хлоридтік қоспаларды шаймалау процесінің термодинамикасы	25
2.4 Ниобий концентратын шаймалау	26
3 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік бөлімі	29
3.1 Еңбек қорғау заңдары	29
3.2 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау	29
3.3 Өндірістік санитария	30
3.3.1 Жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз ету	30
3.3.2 Жасанды жарықтандыруды ұйымдастыру	31
3.3.3 Метеорологиялық жағдайларды қамтамасыз ету	31
3.3.4 Өртке қарсы шаралар	31
4 Экономикалық бөлім	34
4.1 Экономикалық тиімділігін зерттеу жұмыстары	34
4.2 Есептеу рентабельділігі мен экономикалық тиімділік зерттеу	34
Қорытынды	36
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	37

КІРІСПЕ

Ғылыми техникалық проблемалардың заманауи күйі. Қазіргі таңда титан губкасын ең ірі өндірушілері қатарына алты ел кіреді, олар: Қытай, Жапония, Ресей, Қазақстан, АҚШ және Украина [1]. 2014 жылы Қытай әлем бойынша өндірілетін титан губкасының 34 %-ын өндіріп шығарды, сондай-ақ өндірістің жалпы қуаты жылына 150000 тоннаны құрады [2,3].

Әлемнің барлық мемлекеттеріндегі титан губкасын алудың негізгі әдісі –850 °С кезіндегі титан тетрахлоридінің магнийтермиялық тотықсыздануына негізделген Kroll үрдісі болып табылады [4]. Процесті жүргізу үшін өндіріс тізбегіне магнийді оның балқыған тұздарынан электролиз арқылы өндіріп алу үрдісі қосылған. Электролизді магний алынатын шикізат көзі алдын-ала байытылып, сусыздандырылатын карналлит болып табылады, ал пайдаланылған электролит титан шлактарын хлорлау кезінде қолданылады. Шлактарды хлордау кезеңінде және магнийдің электролизі кезінде хлоридті қалдықтардың едәуір мөлшері түзіледі.

Өнеркәсіптік қалдықтардың бұл түрлері атмосфераға тасталуы кезінде жер қабатын және табиғи суларды, пайда болған өнеркәсіптік ағынды суларды су нысандарына лақтыру кезінде, қатты қалдық түрлерін шлам сақтау қоймаларына орналастыру кезінде қоршаған ортаны ластап, оған қауіп төндіреді [5].

Қазіргі таңда магний өндірісінің карналлитті хлораторларының шламдары залалсыздандыруға келмейтін қалдық түрлеріне жатады. Шлам сақтау қоймалары экологиялық қауіптіліктің бірден-бір потенциалды және айқын көзі болып табылады. Металлургиялық шламдардың құрамындағы химиялық элементтердің «көшіп-қонуының» нәтижесінде олардың орналасу аймағында жер қабатының, грунттық және беткі сулардың ластануы, сонымен қатар олардың кебуі нәтижесінде атмосфераға өндірістік шаңның бөлінуі жүреді.

Жоғарыда айтылғандарды және стратегиялық маңызға ие титан және магний сынды материалдардың өндіріс көлемдерінің жақын арада азаймайтынын ескере отыра, осы өндірістердің қоршаған ортаға теріс әсерін мүмкіндігінше азайтуға бағытталған экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, экономикалық тұрғыдан ақталған және өндірістік жағдайларда сынақталған өнеркәсіптік қалдықтарды залалсыздандыру әдістерін әзірлеу өте маңызды мәселе болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі уақытта бүкіл әлемде жоғары түсті металл ниобийге сұраныстың артуы байқалады. Мұндай үрдіс жаңа техниканың түрлі салаларында орын тапты – машина жасау, авиағарыштық индустрия, атом энергетикасы, химия өнеркәсібі және радиоэлектроника, ниобий 5 бағытта қолдануында кеңейіп туындады. Ниобийдің сұранысқа ие болуы оның бірегей физикалық және физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты: балқу және қайнау температураларының жоғары болуы, электрондардың шығу жұмысының басқа баяу балқитын металдармен

салыстырғанда анағұрлым төмен болуы, жоғары беріктігі, нейтрондарды басып алу қимасының төмен болуы, жоғары радиациялық төзімділігі, жақсы геттерлік қасиеттері, бірқатар сұйық металдардың үйлесімдігі және коррозиялық төзімділігі. Өнеркәсіптің әртүрлі салаларында ниобий бар қорытпалар кеңінен қолданылады. Осыған байланысты өндірістегі ниобий тапшылығын толықтыру және жаңа технологияларды әзірлеу өзекті міндет болып табылады.

Дипломдық жұмыстың мақсаты – титан өндірісінде түзілген хлоридтік қалдықтарды гидрометаллургиялық әдіспен өңдеу арқылы ниобий концентратын алу технологиясын зерттеу.

Зерттеу объектісі: титан өндірісінде түзілген хлоридтік қалдықтар.

Жұмыстың жалпы міндеттері – зерттеу бағытын негіздеу, қалдықтарды шаймалау процестерін қарастыру, орындалған зерттеулерді экономикалық бағалау, еңбекті қорғау және техника қауіпсіздігі бойынша шараларды дайындау.

1 Әдебиеттің аналитикалық шолуы

1.1 Титан өндірісінің қалдықтарын қайта өңдеу технологиялары

Қазіргі таңда титан хлораторларының пайдаланылған балқымалары мен возгондарын [6] бейтараптандырудың төмендегідей үрдістерді қамтитын әдісі қолданыста бар:

- пайдаланылған балқыманы гидрошаюды;
- хлоридтермен қаныққан ерітінділерді алуға дейінгі пульпа
- циркуляциясын;
- тұнбаны рН = 8,0 – 8,5 –ке дейін әк сүтімен бейтараптандыру және
- флокуляцияны;
- тұнбаны фильтрлеу және шаю.

Шайылмаған тұнба құрамында, мас. %: 8,0 Fe; 2,1 Cr; 2,3 Mn; 0,9 Al; 0,03 Th; 9,4 натрий, калий, магний және кальцийдің еритін хлоридтері болады. Бұл қалдық түрі аз уытты, суда ерімейтін, сақтауға жарамды формада болады және ол үйіндіге жеткізілуі немесе құрылыс индустриясы кәсіпорындарында қолданыс табуы мүмкін.

Титан өндірісінің қалдықтары буралық ерітінділерге енгізгенде ерітінділердің әртүрлі құрылымдық-механикалық қасиеттерін жақсартатын эффективті қоспалар болып табылатындығы белгілі [7]. Буралық ерітінділерге 0,5-1,5 % мөлшерінде титан өндірісінің қалдықтарын енгізу – поливалентті металдардың иондарымен дисперсті сазды фазаның коагуляциясы әсерінен буралық ерітінділердің тұтқырлығының төмендеуіне әкеліп соғатыны көрсетілген.

Жұмыс [8]-де, титан хлораторларының хлоридті шаңдарын тікелей олардың түзілу орнында, өнеркәсіптік жабдықта термогидролиз арқылы залалсыздандыру әдісі қарастырылған. Пульпа күйіндегі (рН=1-2, $\rho=1,07 \text{ г/см}^3$) хлоридті шаң жұмыс аймағындағы температурасы 1250-1300 °С болатын пешке бүркіленеді. Хлоридті шаң құрамына кіретін темір, марганец және алюминий хлоридтерінің гидролизі хлористі сутіегінің түзілуімен жүреді.

Титан өндірісі қалдықтарының, титан хлораторларының өңделген балқымаларының көп құрамдылығына және құрамында скандий мөлшерінің аз (0,01-0,03 %) болуына қарамастан, аталмыш металды бөліп алуға ыңғайлы әрі перспективті шикізат көзі болып келеді. Бұл скандийдің едәуір бөлігі (75-80 %) жеңіл ажыратылатын формада, яғни хлорид күйінде болуына байланысты. Сондықтан, қалдықтарды шаймалауды $K : C \geq 1,8$ жағдайында сумен немесе әр түрлі қайтымды шаймалау ерітінділерімен жүргізуге болады. Қышқыл ерітінділермен торийдің және оның бөліну өнімдерінің жоғалымы болмас үшін бастапқы ерітіндіден хром, скандий, титан, цирконий, торий және оның бөліну өнімдерінің гидроксидтерін араласа-біріккен тұндырып-сорбциялау технологиясы ұсынылып, тәжірибелік-өнеркәсіптік ауқымда сынақталған [9].

[10]-да келтірілген скандийді бөліп алу технологиясы келесіге негізделген. Құрамында 0,01-0,03 % скандий оксиді бар титан өндірісі қалдықтары мен титан хлораторларының пайдаланылған балқымаларын тұз қышқылының әлсіз ерітіндісінде (20-40 г/дм³) шаймалайды. Көбінесе өңделген хлорид түрінде болатын скандий сүзгілеуге және темір хлоридінің мөлшері (ерітіндідегі хлорлы темірдің оптималды концентрациясы 5-10 г/дм³) бойынша тұзетулерге ұшырайтын ерітіндіге өтіп, кейіннен экстракцияға жіберіледі. Скандий экстракциясын трибутилфосфаттың (ТБФ) 70 %-дық ерітіндісімен керосинде жүргізеді. Скандиймен байытылған органикалық фазаны қоспалардын шаю үшін күшті (20-240 г/дм³) тұз қышқылымен өңдейді, содан кейін скандийді 7 %-дық тұз қышқылы ерітіндісі көмегімен сулы фазаға (реэкстракт) өткізеді. Реэкстракттан шавель қышқылымен скандий мен басқа да металдардың оксалаттарын шөгілдіріп, алынған пульпаны сүзгілейді, оксалаттар тұнбасын кептіріп 700 °С-та қыздырады да, құрамында 40-60 % скандий оксиді болатын техникалық скандий оксидін алады.

Стандартты технологияларды жетілдіру нәтижелері [11] жұмысында келтірілген. Титан хлораторларының пайдаланылған балқымаларының еріткіші ретінде тұз қышқылы, су және күкірт қышқылы сынақталды. Скандийді ерітіндіге максималды бөліп алу дәрежесінің күкірт қышқылын пайдаланған кезде орын алғанын және тұз қышқылына бөліп алудан 1,5 есе асатындығы бекітілген.

«Өскемен титан-магний комбинаты» АҚ-да («ӨТМК» АҚ, Қазақстан) қуаттылықтың максималды жүктелуі кезінде жылына 76 мың тонна хлоридті қалдықтар түзіледі, ал үш үйінді қоймаларындағы қалдықтардың жалпы көлемі 1,5 млн.тоннадан асады. Өндірістің хлоридті қалдықтары құрамына 30000 т – 39,5 % титан хлораторларының пайдаланылған балқымалары (ТХПБ), 3000 т – 3,9 % ванадий хлораторларының пайдаланылған балқымалары (ВХПБ), 30000 т – 39,5 % хлор-калий электролиттерінің пайдаланылған балқымалары (ХКЭПБ), 6000 т – 7,9 % хлор-магний электролиттерінің пайдаланылған балқымалары (ХМЭПБ), 2000 т – 2,6 % карналлит хлораторларының шламы (КХШ), 500 т – 0,7 % электролизерлер возгоны (ЭВ), 500 т – 0,7 % карналлит хлораторларының возгондары (КХВ), 4000 т – 5,2 % титан хлораторларының конденсация жүйесінің шаң камераларының возгондары (ШК) [12].

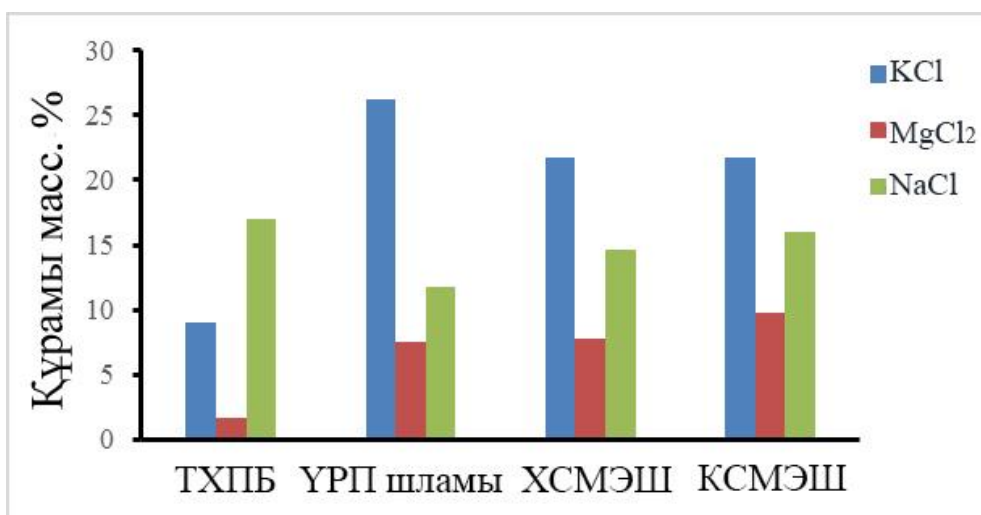
«ӨТМК» АҚ хлоридті қалдықтарымен калий, магний, ниобий, тантал, скандий, марганец, хром және басқа да металдар жоғалады. Сондай-ақ титан-магний өндірісі қалдықтары құрамында өнеркәсіп өнімдері мен қалдықтарындағы таралуы толықтай зерттелмеген рубидий мен цезий болады.

«Металлургия және байыту институты» АҚ (АҚ «МЖБИ») «ӨТМК» АҚ мен бірлесе отыра бірнеше жыл бойы титан-магний өндірісі қалдықтарын қайта өңдеуге бағытталған зерттеулер жүргізілуде.

Үздіксіз рафинирлеу пешінің (ҮРП) тұзды хлоридті қалдықтарынан металдық магнийді термовакuumдық регенерациялаудың перспективті технологиясы әзірленген. ҮРП шламындағы қалдық - тұнбалар түріндегі металдық магнийдің мөлшері (1-5 мм) 10-40 мас. %. Магнийдің сублимациясы үшін оңтайлы жағдайлар таңдалған: температура 1030 °С-та 1 сағат ұсталуы қажет. Бұл жағдайларда келесідей құрамды магнийлі конденсат (шығымы 32,4 %), алынды, мас. %: 99,87 Mg; 0,003 Fe; 0,01 Si; 0,001 Al; 0,1 Ca; 0,001 Mn; 0,001 Na; 0,001 K; 0,001 Cu; 0,01 Ti [13].

Әзірленген технологияның жартылай өнеркәсіптік сынақтары «ӨТМК» АҚ-ның титан тетрахлоридін тотықсыздандыру және дисстиляциялау цехында өткізілді. Магнийді возгондарға жанама бөліп алу дәрежесі 90,2 % құраса, жылдық болжамды экономикалық эффект – 600 мың АҚШ долларын құрады. 850-900 °С температурада хлоридті қалдықтардан магнийді айдаған кезде құрамында 99,9 % магний болатын айтарлықтай таза метал конденсаты алынады. Мұндай магнийді тауарлы құйма күйінде де, титан тетрахлоридін губкаға өткізу үшін тотықсыздандырғыш ретінде де қолдануға болады.

Жұмыс [14]-де титан хлораторларының пайдаланылған балқымаларынан карналлиті регенерациялау мүмкіндігінің зерттеу нәтижелері және магний өндірісінің шламдары: магнийді үздіксіз рафинирлеу пешінің (ҮРП) шламы, хлормагний сұлбасының магний электролизінің шламы (ХСМЭШ), карналлит сұлбасының магний электролизінің шламы (КСМЭШ) келтірілген.



1 Сурет – «ӨТМК » АҚ хлоридті қалдықтарының құрамындағы KCl, MgCl₂, NaCl мөлшері

Әзірленген технологияның негізгі мақсаты карналлит модулі KCl/MgCl₂ = 0,8-1,0 болатын тұзды ерітінді алу болды.

КСМЭШ пен ҮРП шламдарын сулы шаймалау нәтижесінде оларды әрі қарай зерттеуге жарамсыз ететін құрамында марганец қоспалары едәуір көп мөлшерде болатын ерітінді алынды.

Хлоридті қалдықтарды сумен шаймалаған кезде ерітіндінің карналитті модулі 2,0-2,9 болғаны анықталды. Сонымен қатар, ерітінді темірмен, кремниймен, марганецпен және алюминиймен ластанған.

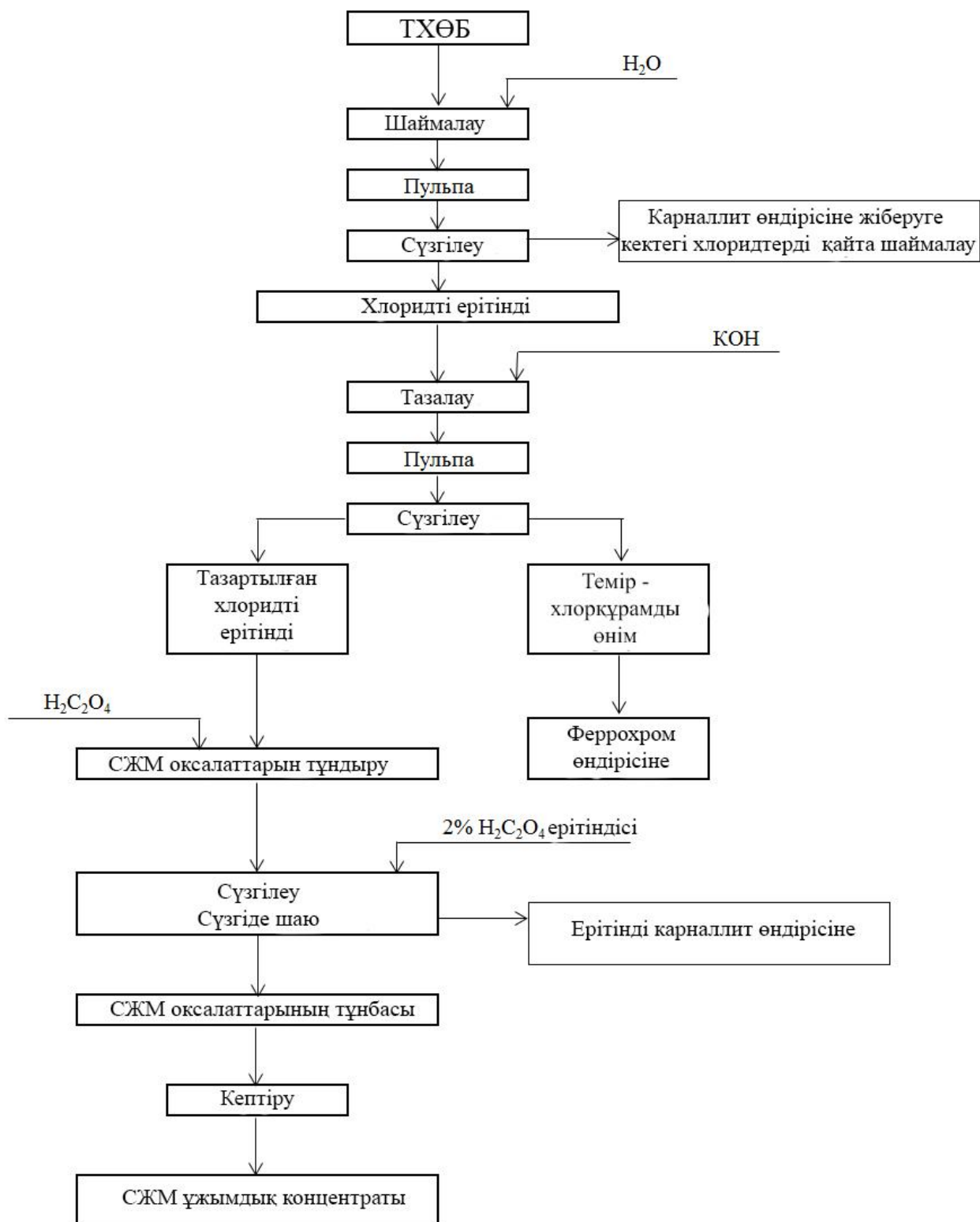
Шаймалау ерітінділерін магниймен қанықтырумен қатар оларды қоспалардан тазарту мақсатында магний электролиздерінің шламдарын пайдаланды. Бірінші кезеңде, кейіннен рН көрсеткішін тұз қышқылымен 0,5 - ке дейін беріктендірген, рН көрсеткіші 1,2-1,8 болатын сулы шаймалау ерітіндісін алды. Содан кейін рН 6,8-7,6 болғанға дейін порционды түрде ХСМЭШ салынып отырды. Бұл әдіс қажетті мәні 0,8-1,0 болатын карналит модулімен қамтамасыз ететін қоспа металдарды шөгілдіруге және ХСМЭШ магний оксидін толықтай ерітуге мүмкіндік береді. Алынған тұзды ерітіндінің құрамы келесідей, г/дм³: Ti 0,0001-0,0004; Fe 0,001-0,003; Si 0,026-0,033; Mn 0,04-0,06. Ерітіндіден буландыру және кристаллизациялау нәтижесінде ГОСТ 16109-70 талаптарына сәйкес карналит алынды.

1.2 Титан өндірісінің қалдықтарынан сирек металдар өндіру технологиялары

Соңғы уақытта өнеркәсіптің көптеген жоғары-технологиялық салаларында қолданысқа ие сирек жер металдарына деген (СЖМ) деген сұраныстың артуы байқалады.

«ӨТМК» АҚ-ның хлоридті қалдықтарының құрамында сирек жер элементтерінің таралуы бойынша жасалған зерттеулер, титан хлораторларының өңделген балқымалары сирек жер элементтерінің потенциалды шикізат көзі бола алатындығын көрсетті. Сирек жер элементтерінің ТХӨБ-дегі құрамы коммерциялық тұрғыдан қызығушылық туғызады, себебі диспрозийдің үлесі 57 %, неодимдікі 8 %, ал аз сұранысқа ие церийдікі бар болғаны 13 % құрайды [15]. Өзірленген технологияның технологиялық сұлбасы сурет 2-де келтірілген. Химиялық анализ нәтижелері бойынша, СЖМ оксалаттарының мөлшері – 96,0 %. Негізгі қоспалар – жалпы мөлшері 3,1 % болатын барий мен темір оксалаттары.

ТХӨБ-ден сирек жер элементтерін ұжымдық концентратқа жанама бөліп алу 66 %, ал технологияның жылдық болжамды экономикалық эффекті 530 мың АҚШ долларын құрады.



2 Сурет – СЖМ концентратын ТХӨБ-ден алудың принципіалды технологиялық сұлбасы

«ӨТМК» АҚ деректеріне сәйкес титан шлактарын хлорлау үрдісінің қатты қалдықтарында ниобийдің таралуына жүргізілген сараптама көрсеткіштері бойынша ниобийдің 0,26-0,6 %-дық ең көп мөлшері титан

хлораторларының шаң камераларының возгондарында шоғырланған. ШК - нан ниобийді бөліп алудың әзірленген әдісі [12,13], құрамында мас. %: 0,7 Nb; 2,8 Ti; 8,2 Fe; 6,3 K; 0,4 Mg; 2,5 Na; 0,27 Cr; 8,4 Al; 0,9 SiO₂; 0,44 Mn, Қ : С=1: 10 болатын 5 % тұз қышқылы ерітіндісімен 100 °С температура аралығында 2 сағат шаймалау үрдісін қамтиды. Кек құрамы, мас. %: 1,87 Nb; 16,2 Ti; 7,9 Fe; 0,3 Si; 0,1 Cr; 0,2 Mn; 0,7 Al. Кекке ниобийді бөліп алу дәрежесі 99,5 % құраса, титанды 73,3 %, ал темірді 6,7 % құрады.

Кекке титан мен ниобийден бөлек негізгі металдардан ажыратып алуды қажет ететін басқа да қоспа компоненттер өтіп кетеді. Көптеген қоспалардан ниобий мен танталды хлорид күйінде возгондарға өткізуге мүмкіндік беретін бірден-бір тиімді әдіске хлоридті айдау үрдісі жатады. Шихта 89,1 % кектен және 10,7 % антрациттен тұрды, түйіршіктеу (грануляция) кезінде байланыстырушы ретінде шихта массасынан 0,2 % мөлшерінде болатын қант патокасын қолданды.

Үрдістің оңтайлы параметрлері бекітілген: хлор шығыны 0,2 дм³/мин, температура 750 °С, уақыты 120 минут. Возгондарға ниобийді бөліп алу дәрежесі 95,2 % құрады. Алынған хлорид-возгондарын гиролиттік өңдеу нәтижесінде құрамы келесідей тұнба алынды, мас. %: 20,16 Nb; 25,8 Ti; 0,7 Fe; 0,42 Si; 0,86 Al; 0,046 Mn. Тұнбаға ниобийді бөліп алу дәрежесі 98,8 % құрады [18]. Алынған тұнба танымал әдістер арқылы таза ниобий пентаксидін алу үшін қайта өңделуі мүмкін.

ШК алынған құрамында, г/дм³: 12,4 Fe; 4,1 Al; 2,5 Mn; 42 SO₄²⁻; 7,5 K; <0,1 Mg; 3,2 Na шаймалау ерітіндісін күйдірілген кальций оксидімен тазартты. Құрамында, г/дм³: 0,01 Fe; 0,03 Al; 0,04 Mn; 0,01 SO₄²⁻; 24,4 KCl; 156,0 MgCl₂; 4,3 NaCl тазартылған ерітіндіден карналлитті бөлді [19,20].

Қазіргі таңда «ӨТМК» АҚ өндіріс орнының су айналымына қолдануға болатын шағын тұнба мен сұйық фазаны алу мақсатында титан-магний өндірісінің хлор құрамды ағынды суларының залалсыздандырылуы мен утилизациясына бағытталған зерттеу жұмыстарын жалғастыруда. Өнеркәсіптік ағынды суларды шлам жинағыштарды шөгілдіру арқылы тазалауға негізделген титан-магний өндірісінің өнеркәсіптік ағынды суларын реагентті тазалау технологиясына қарағанда, оларды реагентті тазалау шарттарын (сұйық ортаның қышқылдылығын) центрифугалау әдісін қолдана отырып декантация үрдісін пайдалану, фугатты вакуумды буландыру әдісі арқылы деминерализацияның термиялық әдістерін қолдануға өзгерту ұсынылып отыр. Мұндай технология қатты қалдықтардың мөлшерін едәуір қысқартуға және суландыру жүйесінің әлдеқайда тиімді тұйық циклын жасауға мүмкіндік береді.

Титан тетрахлориді өндірісінде құрамында міндетті түрде аз мөлшерде ванадий, скандий, ниобий, тантал, хром және т.б. сирек және сирек жер металдары бар титанқұрамды шлак қолданылады. Едәуір көп мөлшерде шлак құрамында темір, алюминий, магний, кремний, кальций, марганец қоспалары болады. Барлық қоспалардың жалпы көрсеткіші 15...20 %-ға дейін барады. Бұл қоспалардың барлығы бөліп алынып, қалдық күйінде хлорлау,

конденсациялау және ректификация аймақтарына жіберіледі. Хлорлау кезінде осы қоспалардың көп бөлігі хлоридтерге және оксохлоридтерге өтеді де, физико-химиялық қасиеттеріне байланысты жартылай өнімдерде немесе өндіріс қалдықтарында шоғырланады. Бұл өз кезегінде хлордың пайдасыз шығындарына, қосымша қаржылай шығындарға және қоршаған ортаның ластануына, яғни химиясының бұзылуына әкеліп соғады.

Титан тетрахлориді өндірісінің қалдықтарына: титан хлораторларының өңделген балқымалары, шаң камералары мен сүзгілердің возгондары, шахталық хлораторлардың күйінділері, пульпаны қайта өңдеу білтелерінің балқымасы, ректификацияның кубтық қалдықтары, бағандардың екіншілікті дистилляттары, сумен жіне әк «сүтімен» тазартудан кейін тұзқышқылды ағындар мен гипохлоритті пульпа түзетін қышқыл газдар және тағы басқалары жатады. Осылайша, титан тетрахлоридін өндіру үрдісінде қатты және қышқыл хлорқұрамды қалдықтар түзіледі. Қалдықтар құрамы [3-5] келтірілген.

Титан, шойын, болат және басқа да тау-кен металлургиялық өндіріс кешендері қалдықтарын ішінара немесе толықтай залалсыздандыруға бағытталған технологиялық сұлбалардың бір шамасы әзірленіп, зертханалық және жартылай өнеркәсіптік ауқымда сынақталды. Басқаша айтқанда, табиғи шикізатты (ильменит, рутил, анафаз, брунит, липарит, сорен, перовскит және т.б.) өндіріп және қайта өңдеуге мүмкіндік беретін инновациялық технологиялар жоқ, ал титан минералдарының 70-ке жуық түрі белгілі.

Біздің ойымызша, қалдықтарды залалсыздандыру жолдарын екі бағытқа бөлуге болады: жоғары температураларда өтетін пирометаллургиялық және сулы ерітінділерде қалыпты температуралық жағдайларда жүретін гидрометаллургиялық үрдістер. Сондай-ақ, пирометаллургиялық әдістермен қалдықтарды қайта өңдеудің ішінара немесе бөлек қарастырылатын міндеттерін шешуге болады. Олар қышқыл ағындар, гипохлоритті пульпалар сынды қалдық түрлерін қамтымайды.

Осыған байланысты, титан құрамды қалдықтарды өнеркәсіптік, әлеуметтік, тұрмысты-коммуналдық, транспорттық, гидротехникалық құрылыс, және жасанды инженерлік құрылыс нысандары мен конструкциялардың қалпына келтірілу циклына тартуға бағытталған инновациялық технологиялар әзірлен бейінше, Вольногор тау-кен металлургия және Запорож титан-магний комбинаттарының титан қалдықтарын залалсыздандыру мүмкін емес.

Сонымен қатар, едәуір назар – жоғары әмбебаптылығымен, сан-қилылығымен, жоғары эффективтілігімен жабдықталуының жеңілділігі ұштасқан, механизация мен автоматизациялауға жеңіл болып келетін гидрометаллургиялық үрдістерге аударылуда. Сол себепті, титан қалдықтарының барлық түрлерін қайта өңдеуге арналған технологиялық сұлбалардың гидрометаллургияға негізделіп жасалғаны да бекер емес.

Сондай-ақ, титан-магний өндірісі қалдықтарының барлық түрлерін қайта өңдеуге бағытталған бірнеше технологиялық сұлбалар ұсынылған.

Олардың бірінде титан-магний өндірісінен түзілген қышқыл ағындарға тұз хлораторының үйінді балқымасын және мангнийді қайта өңдеу үрдісінің барлық қатты қалдықтарын жүктейді. Пульпа рН-ын 7.0-ге дейін апарарды. Түскен тұнбаны сүзгілеп, қауіпсіз әрі радиоактивті емес болу себебінен эмальді фритт, глазурь, және т.б. өндірісіне жібереді. Құрамында негізінен магний мен калий хлоридтері болатын ерітіндіні карболиттік қатынасы $KCl : MgCl_2 = 1 : 1$ болғанға дейін коррекциялайды да, керамикалық ликерларға бағыттайды. Мыс-ванадийлі кектерден жасалынатын әртүрлі силикатты материалдардың физико-химиялық және механикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында –оларды қайта өңдеудің зертханалық ауқымда технологиялық сұлбалары әзірленген. Титан хлораторларының үйінді балқымаларында басқа да бағалы компоненттермен (маний, калий) қатар, скандий, ниобий, тантал бар.

Тұз хлораторларының үйінді балқымаларын қайта өңдеу технологиясы ұсынылған. Әзірленген инновациялық технология қалдықтардан құрылысқа, жөндеу жұмыстарына, архитектуралық және т.б. мәдени ескерткіштердің түрлерін қалпына келтіруге арналған құрылыс материалдары күйіндегі жартылай-өнімдердің жаңа түрлерін алуға мүмкіндік береді. Құрамында ниобий мен тантал бар өңделген балқыма мен возгондар ғимараттар мен конструкциялардың отқатөзімділігін жақсарту үшін, фундаменттері мен басқа да элементтерінің эксплуатация мерзімін жоғарылату үшін қолданылатын біздің сұлбамыз бойынша алынатын тантал-ниобийлі концентрат алуға мүмкіндік береді. Портландцемент пен бетонның тауарлық көрсеткіштерін жақсартатын титан хлораторларының, ванадий құрамды кубты қалдықтардың, қышқыл ағындардың, гипохлоритті пульпалардың үйінді балқымаларын қайта өңделуі ұсынылған.

Осылайша, титан өндірісінің қоршаған ортаны физико-химиялық ластанудан қорғайтын, титанқұрамды шикізаттың толықтай кешенді қолданылуымен жүретін қалдықсыз болуына бағытталған инновациялық сұлба ұсынылған. Химиялық ластану көзі – титан өндірісі, ал титан губкасы алынатын шикізат – төртхлорлы титан болып табылады. Сондай-ақ, $TiCl_4$ -ті хлорлы әдіспен титанның пигментті тотығын алуда, катализатор ретінде полимерлі материалдар (полиэтилен, полиизопрен) өндірісінде, эмальді фриттер өндірісінде, керамика мен отқатөзімділердің химиялық технологияларында жоғары температуралы қоспалар мен шликер түріндегі глазурь ретінде қолданады.

1.3 Ректификациялық колонна қалдықтарын өңдеу

II ректификацияның кубтық қалдықтарының шамамен алынған құрамы келесідей, %: $TiCl_4$ 90,0; $AlOCl$ 1,5; $FeCl_3$ 0,3; $TiOCl_2$ 2,2; $AlCl_3$ 2,5; және қатты өлшенділер 175 г/л.

I ректификация коллоналарының екіншілікті дисстилятының құрамында 4,0-4,8 % SiCl_4 , 20 % дейін органикалық байланыстар және қалғаны TiCl_4 болады. Бұл өніммен бірге жылына титан тетрахлоридының жүздеген тоннасы жоғалады. Соңғы уақыттарға дейін бұл өндіріс қалдығы су гидролизына, бейтараптандыруға ұшырап, үйіндіге жіберілетін.

Соңғы жылдары отандық зауыттардың бірінде екіншілікті дисстиллят оттегінің плазмалық ағынында өртеу арқылы сәтті түрде өңделіп, бұндай қалдық түрінен арылуға мүмкіндік берді.

Қышқыл ағындар шамамен алынған құрамы, %: HCl 23,0; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 2,0; TiO_2 0,9; MgCl_2 0,3; O_2 0,1; H_2O 73,7. Гипохлоридті пульпаның шамамен алынған құрамы, %: CaCl_2 61,8; $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ -22,0; CaO 14,8; TiO_2 1,4.

Өндіріс мәдениетін автоматтандыру мен еңбек сыймдылығын талап ететін үрдістерді механизациялау ғана емес, сонымен қатар еңбек өтілімінің санитарлық жағдайлары, атмосфераға, су қоймаларына, жер қойнауына лақтырылатын зиянды заттардың ликвидациясы анықтайды. Сол себепті, титан өндірісінің бастау алған кезеңінен бері, үйінді өнімдеріне ең басты назар қойылды.

Қазіргі таңда зертханалық және жартылай өнеркәсіптік ауқымдарда титан-магний өндірісінің қалдықтарын толықтай немесе ішінара залалсыздандыруға бағытталған әр түрлі технологиялық сұлбалар әзірленіп, сынақтан өткен. Зерттеулердің ортақ бағыты – қалдықтарды жою ғана емес, сонымен қатар, хлор, титан, хлорлы сутегі, темір, магний, ванадий, скандий, ниобий, тантал және т.б бағалы компоненттерді бөліп алу болып табылады.

Қалдықтарды залалсыздандыру технологиясын екі бағытқа бөлсе болады: жоғары температураларда өтетін пирометаллургиялық үрдістер және сулы ерітінділерде қалыпты температураларда өтетін гидрометаллургиялық үрдістер.

Қалдықтарды қайта өңдеудің бірнеше әдістері белгілі. Мысалы, шаң камераларының возгондарын 600–800 °C температурада темір хлоридімен және алюминиймен немесе көміртекті тотықсыздандырғыш қатысында хлормен хлорлауды ұсынады. Коагулянт ретінде халық шаруашылығында қолдануға жарамды темір және алюминий хлоридтерінің балқымасын алады, сондай-ақ, TiO_2 еселеп хлорлау арқылы TiCl_4 бөліп алады. Әдіс кемшілігі – возгондардан титанды бөліп алу дәрежесінің төмендігі (шамамен 50 %).

Хлорды бөліп алу үшін, хлораторлардың үйінді балқымасы мен TiCl_4 конденсациялау жүйесінің возгондарын 600-700 °C температурада таза оттегімен үрледі. Алынған зиянсыз оксидтер (SiO_2 , TiO_2 және т.б.) үйіндіге жіберіліп отырды. Үрдіс оксидтердің шоғырлану мөлшеріне қарай балқыманың қоюлануымен, аса үлкен жарылыс қауіптілігімен, зиянды газдардың бөлінуімен, хлордың аз шығымымен байланысты технолоиялық және аппаратуралық сипаттағы біршама қиындықтармен қатарласа жүреді.

Жоғарыда келтірілген ТХӨБ хлоридті қалдықтарын, ШК возгондарын, магний өндірісінің шламдарын қайта өңдеу әдістері оларды қосымша өнімдер ала отыра өңдеуге мүмкіндік береді. Алайда, қалдықтарды толық көлемде

залалсыздандыруды тежеуге басты себеп – қалдықтарды залалсыздандыруға дайындайтын өнеркәсіптік қуаттардың болмауы, бұл қуаттарды алуға қаражаттың болмауы, сондай-ақ өндіріс орындарында тәжірибелі-өнеркәсіптік цехтардың болмауы себебінен қалдықтарды залалсыздандыруға ұсынылатын тәжірибелі-өнеркәсіптік сынақтардың жетіспеушілігі болып отыр.

Шлам жинағыштарда хлор құрамды қалдықтардың едәуір мөлшері жиналып қалған титан губкасын өндіретін кәсіпорындар үшін құрамындағы барлық бағалы компоненттерді бөліп алуға мүмкіндік беретін хлоридті қалдықтардың қайта өңделуіне бағытталған жаңа технологиялық сұлбалар мен үрдістерді әзірлеу бұрынғыша маңызды міндеттердің бірі болып табылады.

Мұндай әдістердің оңтайлылығын негіздеу үшін қосымша ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізіп, шикізатті кешенді түрде қайта өндеуге арналған жабдықтардың құрылысы мен жобалануы қажет.

Шаң камераларының хлоридтерін өндеумен қатар жүргізілген үйінді балқымасының регенерациясын магний оксидін, доломитті немесе магнийлік электролиздық ванналар шламын қосу арқылы жүргізіп отырды. Темір, кремний, титан оксидтерін көмірлі қабат бойымен сүзгілеу немесе шөгілдіру арқылы жойып, тазартылған балқыманы хлорлау жүйесіне қайтарып отырды. Үрдіс энергияның көп шығындалуымен және жабдықталудың аса қиындығымен байланысады. Дәл осындай нәтижелерге үйінді балқыманың титан, кремний, алюминий оксидінің хлорланбаған графитті матасы арқылы сүзгілеумен өтетін регенерацияның оңай тәсілі әкеліп соғады.

Хлоратор балқымаларын регенерациялаудың жеңіл әрі тиімді әдістерін іздестіру өндірістің маңызды мәселесі болып табылады. Бұл мәселенің шешімі үйінді балқыманың массасын күрт қысқартуға, скандий сынды пайдалы компоненттердің концентрациясын елеулі түрде жоғарылатуға және оларды бөліп алудың қолайлы технологияларын қолдануға мүмкіндік береді.

Қазіргі таңда, отандық зауыттарда титан шлактарын хлорлау кезінде құрамында темір, титан, алюминий, ниобий, тантал, ванадий, цирконий, хром, марганец, калий сынды басқа да элементтер болатын хлоридті қалдықтар түзіледі. Запорождық титан институтымен тек зиянды материалдарды қоршаған ортаға лақтырылуын толықтай тоқтатып, хлор шығындарын азайтып қана қоймай, хлормагнийлі тұздар мен құрамында бағалы легирлеуші элементтер болатын полиметаллды ұнтақтар сынды екі тауарлы өнім алуға мүмкіндік беретін, қалдықтары қайта өңдеу технологиясы әзірленген. Бұл ұнтақтарды болаттарды модифицирлеу үшін қолдануға бағытталған сынақтар оң нәтижелер берді. Алайда, энергия мен еңбек шығының жоғары болуына байланысты бұл технология түпкілікті өндіріске енгізілмеді.

Үйінді балқымасының құрамына кіретін хлорлы тұздар қоспасын жеке-жеке хлоридтерге вакуумды дисстиляция арқылы бөліп алу мүмкіндігі өз кезегінде сәтті болмады. Өз кезегінде, құрамында елеулі мөлшерде хлорлы

темір болатын шаң камералары мен сүзгінің қайта балқытылған возгондары байыту фабрикаларының ағындарын залалсыздандыру үшін қолданыла алады.

Төмен валентті титан хлоридтері арқылы алюминий шаңымен $TiCl_4$ ванадийден тазарту кезінде алынатын II ректификацияның кубтық қалдықтарын хлорлы-ректификациялық қайта өңдеу сұлбасы перспективті болып табылады. Бұл технологияға сәйкес кубтық қалдықтарды электролиттің өңделген балқымасына енгізеді. $TiCl_4$ буланып, конденсациялау жүйесінде ұсталады, ал ванадий мен алюминий қиын балқитын байланыстар түрінде балқымада қалады. Балқыманың ванадиймен және алюминиймен қанығуына қарай реакторға анодты хлоргаз береді және тотықсыздандырғыш жүктейді. Ең төмен валентті ванадийді ең үлкен валенттіге дейін тотықтырып, ванадийдің оксохлориді ($TiCl_4$ қоспа түрінде) түрінде өзге конденсациялау жүйесінде ұстап алады. Алдын-ала алынған техникалық өнім түріндегі $TiCl_4$ негізгі өндіріске қайтарылады. Ванадий құрамды өнімді гидролиздеп, ванадий оксидін (V) алуға жібереді немесе одан ректификация әдісімен 99,7–99,9 % тазалықтағы ванадий оксохлоридін алады.

Аппаратуралық жабдықталудың күрделілігі, периодтылық, елеулі энергиялық шығындалу сынды бірқатар кемшіліктерге қарамастан, бұл әзірленген сұлба жоғары технологиялығымен, әмбебаптылығымен, тауарлы өнімге ванадийді бөліп алу мүмкіндігінің екі еседей жоғарылауымен, шығарылатын ванадий құрамды өнімдердің ассортиментінің кеңеюімен сипатталады. Сонымен қатар, ванадий құрамды кубты қалдықтарды хлорлы-ректификациялық қайта өңдеу технологиясы өндірістің жалпы мәдениетін жоғарылатып, кубты қалдықтарды буландыру және алюмо-ванадийлі кектерді еріту сынды байламдарды ликвидациялауға мүмкіндік береді, ванадий оксидін (V) алу үрдісін елеулі түрде қысқартып, жеңілдетеді.

Жоғарыда келтірілген мысалдар пирометаллургиялық әдістермен қалдықтардың бөлек-бөлек түрлерін қайта өңдеуге болатындығын көрсетеді. Олар қышқыл ағындар, гипохлоритты пульпалар сынды қалдық түрлерін қамтымайды. Бұдан, гидрометаллургиясыз қалдықтардың барлық түрін ликвидациялауға мүмкін емес екенін байқаймыз. Сондай-ақ, гидрометаллургиялық үрдістер әлдеқайда жоғары әмбебаптылығымен, сапалылығымен қатар, механизация мен автоматизациялауға жеңіл болып келеді. Сол себепті, титан-магний комбинаттары қалдықтарының барлық түрін қайта өңдеумен қатар жүретін кең ассортименттегі өнім шығарылымымен өтетін технологиялық сұлбалардың елеулі саны гидрометаллургияға негізделген.

Титан-магний өндірісі қалдықтарын қайта өңдеудің бірнеше технологиялық сұлбалары ұсынылған. Солардың бірінде, титан-магний өндірісінен қалыптасқан қышқыл ағындарға тұзды хлоратордың үйінді балқымасын, возгондарды, магний қайта өңдеуінің барлық қатты қалдықтарын жүктейді. Пульпаның рН-ын 7,0-ге жеткізеді. Түскен тұнбаны

сүзгілеп, қауіпсіз болуына байланысты, үйіндіге лақтырады. Құрамында негізінен магний және калий хлориды болатын ерітіндіні карналиттік қатынасы $KCl : MgCl_2 = 1 : 1$ дейін хлорлы магниймен немесе хлорлы калиймен реттейді. Буландыру нәтижесінде тұнбаға түскен карналитті сүзгілеп және сусыздандырып, магний электролизына жібереді. Ерітіндіні қайтарымға жібереді. Сұлба кемшіліктеріне кеңауқымдық, шикізатты қолданудың төмен кешенділігі мен экономикалық тиімділігінің төмендігі жатады.

Титан-магний өндірісінің барлық қалдық түрлерін қайта өңдеудің хлорлы-сілтілі технологиясы әзірленіп, ішінара жартылай өнеркәсіптік ауқымда сынақталды. Бұл технология бойынша барлық газдарды тазартуды $NaOH$ және $NaCl$ мен жүргізеді. $NaOH$ түзілгеннен кейін, ерітіндігі титан-магний өндірісінің барлық қатты қалдықтарын жүктеп, содамен немесе сілтімен ерітіндінің рН-ын 7,0-ге немесе одан да көп көрсеткішке дейін жеткізеді. Гидроксидті сүзгілеп, үйіндіге жібереді. Қоспалардан қиын тазарту үрдістері өткізілген ерітіндіден электролизға түсетін $NaOH$ ерітіндісін алады. Титан шлактарын хлорлау үшін электролизді ванналардан хлорды, ал $NaCl$ қоспасындағы $NaOH$ ерітіндісін газдарды тазалауға береді. Технология кемшіліктері – жоғарыда көрсетілгендегідей.

Газдарды HCl мен Cl_2 - ден тазалауды $NaCl$ мен $NaOH$ қоспасының орнына, құрамында MgO болатын пульпамен – магнезитті «сүтпен» жүргізуге болады. Пайдаланылған пульпаға титан-магний өндірісінің барлық қатты қалдық түрлерін енгізеді. Соңғы мақсат – карналит алу. Кемшіліктеріне – жоғарыда аталған барлық технологиялық сұлбаларда сипатталғандар жатады.

Шикізатты қолдану кешенділігін және қалдықтарды залалсыздандырудың экономикалық тиімділігін жоғарылату үшін, қалдықтардың әр түріне сараланған тәсіл қажет, соның ішінде $TiCl_4$ өндірісінің қалдықтарына. Осылайша, шаң камералары мен сүзгі возгондарын күкірт қышқылды әдіспен қайта өңдеу ұсынылды. Сұйық немесе қатты фазалы сульфатизациялаудан кейін, келесідей өнімдер алынады: концентрленген хлор немесе хлорлы сутегі, титан диоксиді, темір купоросы $Fe_2(SO_4)_3$, алюмокалийлі тұздар $KAl(SO_4)_3$. Алайда, бұл үрдіс өнеркәсіптік енгізуге дейін жетпеген.

Зерттеулердің көп мөлшері құрамында ванадий бар қалдықтарды қайта өңдеуге қатысты. Жартылай өнеркәсіптік ауқымда ванадий оксидін (V) алумен жүретін мыс-ванадийлі кектерді қайта өңдеу технологиясы игерілген болатын. $TiCl_4$ -ті ванадийден титанның төмен валентті хлоридтерімен тазарту үрдісіне көшкеннен кейін, әсіресе ванадий құрамды кубтық қалдықтарды хлорлы-ректификациялық қайта өңдеу технологиясын тәжірибелі-өнеркәсіптік ауқымда игергеннен кейін, V_2O_5 өндірісі жедел дами бастады. Ванадийді қышқылды-сілтілі сұлбамен бөліп алу тиімдірек болып табылады. Ванадий құрамды өнімнің гидролизі кезінде алынған бастапқы

пульпаны титаннан тазартады. Кейін ерітіндіден ыдырағаннан кейін ванадий оксиді (V) алынатын аммоний метаваннадаты тұнбаланады.

Ванадий оксидінің (V) сапасы өсіп, оны бөліп алудың күрт жоғарылағанын айта кеткен жөн. Ванадий ерітіндісін титаннан тазарту кезінде концентрленетін титан оксидінің қайталама хлорлауға қайта оралуына байланысты шикізатты кешенді түрде қолдануды жоғарылататын шынайы мүмкіндік туды.

Әдістің кемшілігі – ванадийді бөліп алудың төмен көрсеткіші. Дегенмен, ванадийді бөліп алу дәрежесін жоғарылатудың басқа да жолдары бар. Ванадийді бөліп алуды жоғарылатуға ванадий өндірісі технологиясында экстракциялық үрдістерді пайдалану мүмкіндігін береді.

Титан хлораторларының үйінді қалдықтары құрамында бағалы компоненттермен (хлор, магний, калий) қатар, ниобий мен тантал бар. Өнеркәсіптік ауқымда тұзды хлоратордың үйінді балқымасынан оксид түрінде скандийді бөліп алумен жүретін қайта өңдеу технологиясы әзірленген. Прогрессивті экстракция үрдісін қолдану қатысты түрде скандийді көбірек бөліп алумен өтетін жоғары сапалы тауарлы өнім алуға мүмкіндік береді. $TiCl_4$ өндірісі қалдықтарынан ион-алмасу әдісімен скандийді бөліп алу бойынша зерттеулер жүргізілді. Осы зерттеулер әдістің перспективтілігін растайды, әсіресе бұл жоғары тазалықтағы скандий қосылыстарының өндірісіне қатысты.

$TiCl_4$ өндірісі қалдықтарынан ниобий мен танталды бөліп алу мәселесінің шешіміне зерттеушілер аса қатты көңіл бөлген. Ниобий мен тантал титан құрамды шикізатты хлорлау өнімдерінің барлығында дерлік бірдей таралған. Тантал мен ниобий бөліп алынатын бастапқы шикізат ретінде қайта өңделген балқыма мен хлорлы-ректификациялық сұлба бойынша ванадий құрамды кубты қалдықтар қайта өңделетін қондырғы возгондары; титан хлораторларының үйінді балқымаларынан скандийді бөліп алу кезінде алынатын ерімейтін қалдық, шаң камералары мен рукавный сүзгінің возгондары қызмет ете алады. Жоғарыда аталған өнімдерден тантал-ниобийлі концентрат алу мүмкін екендігін алдын-ала жасалған зерттеулер көрсетеді.

Қышқыл газдарды сумен және әк «сүтімен» тазарту нәтижесінде пайда болатын титан өндірісінің сұйық қалдықтары гипохлоритті пульпамен және қоспалармен ластанған тұз қышқылы түрінде келеді. Газ тазалау кезінде алынатын құрамында 100-120 г/л белсенді хлор болатын гипохлоритті пульпа химиялық өндіріс және байыту фабрикаларының ағынды суларын тазарту кезінде өз қолданысын табады. Тұтынушыларға ол сұйық күйінде тасымалданады. Гипохлоритті пульпаның сумен бірге тасымалдануының алдын-алу үшін, гипохлоритті пасталар мен ұнтақтар алуға бағытталған вакуумды үрдістердің қолданылуымен өтетін технологиялар мен қондырғылар әзірленуде. Газ тіріздес концентрленген хлор алумен жүретін гипохлоритті пульпаның тұз қышқылымен ыдырау үрдісі – гипохлоритті пульпа мен қышқыл ағындарды қайта өңдеудің перспективті нұсқасы болып

табылады. Бұл жерде, түзілетін сұйылтылған кальций хлоридінің қолданылуы жөніндегі сұрақтың жауабын іздеу қажет.

Тұз қышқылының қоспаларымен ластанған газ тазалау үрдістерінен техникалық тұз қышқылын өндіру ісі тәжірибелі-өнеркәсіптік ауқымда игерілген. Қышқылды үздіксіз режимде дисстилляциямен тазалайды. «Химиялық таза» маркасына дейін тауарлы тұз қышқылының тазалығы мен концентрациясын жоғарылату үшін, бастапқы өнімді тұзды дисстилляциялауға бағытталған қондырғылар мен технологиялар әзірленуде.

Титан хлораторларының үйінді балқымаларының, ванадий құрамды кубты қалдықтардың, қышқыл ағындардың, гипохлоритті пульпалардың қайта өңделуі игерілген. Титан-магний өндірісінің жанама өнімдеріне: ванадий оксиді (V), ванадий оксохлориді, скандий оксиді, тұз қышқылы, гипохлоритті пульпа жатады.

Титан өндірісінің, титан құрамды шикізатты толықтай кешенді қолдана алатын, әрі қалдықсыз болуы үшін әлі де көптеген іс-шаралар жүргізілуі тиіс.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Бастапқы шикізаттың сипаттамасы

Зерттеу жұмыстары үшін бастапқы шикізат ретінде "ӨТМК" титан хлораторларының өңделген балқымалары алынды (ТХПБ). ТХПБ химиялық құрамы, масс. %: $MgCl_2$ –9,4; KCl – 20,0; $NaCl$ –15,0; $CaCl_2$ –2,4; $FeCl_2$ – 19,5; $FeCl_3$ – 5,2; $AlCl_3$ – 0,76; $MnCl_2$ –0,93; SiO_2 – 0,8; Cr – 0,17; TiO_2 – 1,1; C – 7,9, Nb – 0,01. Хлорлау мен конденсациялаудың технологиялық режимдерінің ерекшеліктеріне байланысты ТХПБ құрамы тұрақсыздықпен сипатталатынын атап өткен жөн.

2.2 Титан хлораторларының өңделген балқымаларын шаймалау

Титан өндірісінің хлоридті қалдықтарын өнеркәсіптік қайта өңдеудің ең игерілген әдісі – бағалы металдарды ерітіндіге аударып, оларды ары қарай бөліп алуға негізделген гидрометаллургиялық әдіс болып табылады. Титаномагнийлік өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу үшін әртүрлі институттар мен кәсіпорындармен көптеген технологиялық сұлбалар әзірленуде. Бұл схемалардың анықтаушы кемшіліктерінің бірі – олар пульпа фильтрациясының қажетті технологиялық жылдамдығын қамтамасыз етпейді. Сүзудің төмен жылдамдығы титан хлораторының өңделген балқымасын шаймалау кезінде (ТХӨБ) темір сияқты поливалентті металдардың ТХӨБ құрамында 15-тен 25 % - ға дейінгі мөлшерде болатын гидроксидтері қалыптасуы мен магний құрамды қоспалардың еруіне кедергі келтіретін және пульпаның сүзілу ұзақтығын ұлғайтатын гидрогелдер пайда болуымен түсіндіріледі.

2.3 Қалдық құрамындағы хлоридтік қоспаларды шаймалау процесінің термодинамикасы

Технологиялық сұлбаға сәйкес, хлораторлардың өңделген балқымалары ең алдымен сумен шаймаланады. Бұл үрдістегі жеке элементтердің іс-әрекеттері олардың термодинамикалық қасиеттерімен анықталады. Алайда, шаймалаудың оңтайлы шарттарын бағалауға мүмкіндік беретін кейбір хлоридтердің бірлескен еруі жайында мәліметтер әдебиеттерде кездеспейді.

Еру үрдісін еріткіш әсерімен иондардың ерітіндіге фазалық ауысуы ретінде қарастыруға болады. Бұл кезде еріген заттың кристалдық торының бұзылуы мен иондардың гидратациясы орын алады.

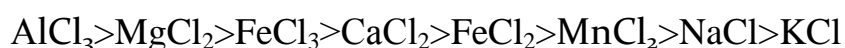
Біздермен үйінді өнімдердің негізін құрайтын бірқатар метал хлоридтерінің үрдістегі іс-әрекеттері зерттеленіп, шаймалау үрдісінің термодинамикалық сипаттамалары ұсынылды.

Кесте 1-де титан өндірісінің хлоридті қалдықтары күйінде болатын тұздардың еруінің термодинамикалық потенциалының мәндері келтірілген.

1 Кесте – Метал хлоридтерінің еру үрдісінің термодинамикалық сипаттамалары

Реакция	Температурасы, К кезіндегі ΔG^0 кДж/г·моль $MeCl_n$		
	293	323	353
$MgCl_2 = Mg^{2+} + 2Cl^-$	-122,32	-118,6	-113,9
$KCl = K^+ + Cl^-$	-4,56	-6,67	-8,34
$NaCl = Na^+ + Cl^-$	-8,86	-10,0	-10,87
$CaCl_2 = Ca^{2+} + 2Cl^-$	-66,78	-64,9	-62,13
$FeCl_2 = Fe^{2+} + 2Cl^-$	-52,7	-49,0	-44,53
$FeCl_3 = Fe^{2+} + 3Cl^-$	-80,0	-71,89	-62,33
$MnCl_2 = Mn^{2+} + 2Cl^-$	-50,5	-47,80	-44,28
$AlCl_3 = Al^{3+} + 3Cl^-$	-252,6	-243,7	-233,3

Термодинамикалық сипаттамалар титан хлораторларының өңделген балқымаларын шаймалау кезінде кестедегі байланыстардың еру мүмкіндігін айқындайды. Термодинамикалық есептеулердің нәтижелері бойынша, ең жақсы еритін байланыс $AlCl_3$ болса, ең нашар еритіні – KCl . Еруге қабілеттілік қатары кему ретімен келесідей:



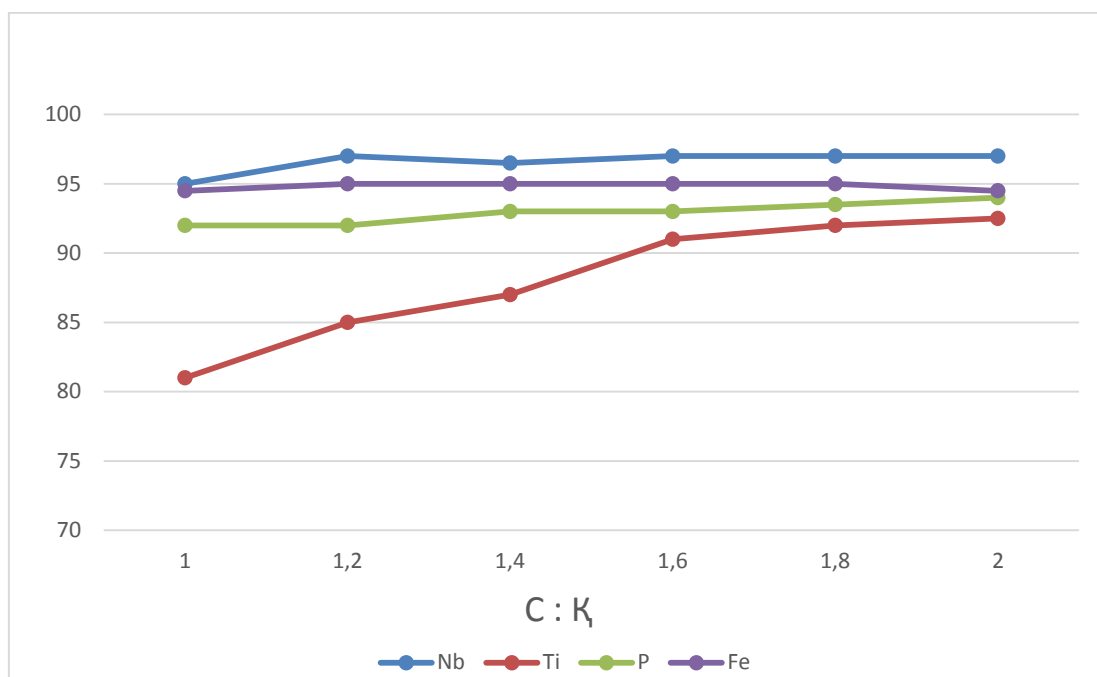
Осы шаймалау процесінің нәтижесінде алынған ерітінді магний және калий хлоридін бөліп алу процесіне жіберіледі, ал ерімей қалдық құрамында ниобий мөлшері 0,04 % - ға жетеді. Осы алынған қалдық ниобийдің концентраты ретінде қарастырылып шаймалау процесіне жіберіледі.

2.4 Ниобий концентратын шаймалау

Шаймалау процесінен алынған кек – ниобийдің концентраты ретінде қарастырылды. Аталған концентрат құрамында ниобий мөлшері 0,04 %, және сонымен қатар көміртегі мен титан оксиді кездеседі. Ниобийді ерітіндіге өткізу мақсатында аталған шикізат 10 % -дық тұз қышқылымен шаймаланды.

3 суретте ниобий, титан алу тәуелділігінің графигі ұсынылған, С : Қ. Хлоридті ерітіндіге титанды шығару, сондай-ақ, С : Қ арақатынасының ұлғаюымен артады, алайда титанның ерітіндіге өту дәрежесі ниобийге

карағанда төмен. Бұл концентраттағы титанның бөлігі рутил және анатаз түрінде ұсынылуымен түсіндіріледі. Осы минералды нысандар эксперимент жүргізу жағдайында тұзды қышқыл ерітіндісінде аздап ериді және сілтілеу кеегінде қалады. Ниобий-титан концентратының тұз қышқылды ашылуы жағдайында Nb_2O_5 және TiO_2 ерітіндіге өту дәрежесінің айырмашылығы байқалатынын атап өткен жөн. HCl-дың жоғары шығындары кезінде, сұйық фазаға құнды компоненттерді толық алуды қамтамасыз етеді.

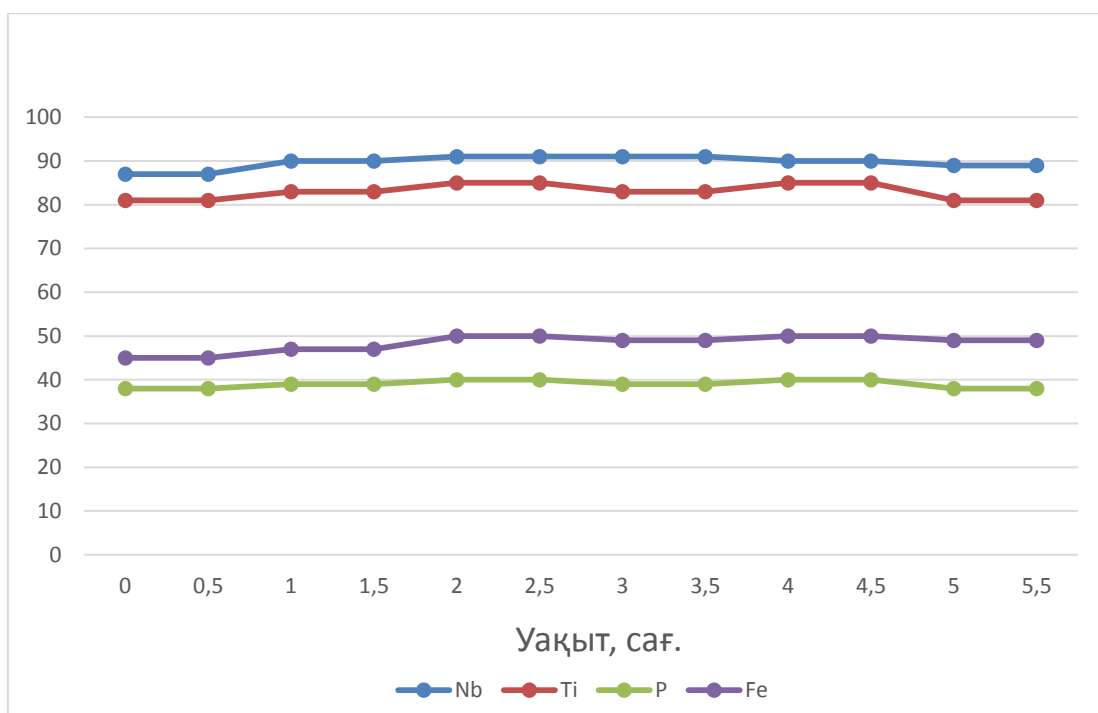


3 Сурет – Ниобий, титан, фосфор және темірді алудың C : Қ арақатынасына тәуелділігі 75 °С температурада фторсутекті қышқыл ерітіндісімен ниобий-титан концентратын сілтілеуі

Ұстау уақытын анықтау мақсатында келесі жағдайларда концентратты тұз қышқылы ерітіндісімен шаймалау бойынша эксперимент жүргізілді: тұз қышқылының концентрациясы-15 %; C : Қ = 1 : 2,0, қойыртпақты ұстау температурасы – 80 °С. Эксперимент нәтижелері суретте көрсетілген. (компоненттердің шоғырлануы оксидтерге қайта есептегенде көрсетілген).

Температураның жоғарылауы ниобий шығарылуына жағымды әсер етеді, қышқылдың толық жұмсалуына, өнімді ерітіндідегі магний құрамының артуына ықпал етеді. Бірақ температураның 80 °С-тан жоғары көтерілуі процесті бақылауды қиындатады, осыған байланысты процестің оңтайлы температурасы ретінде 80 с таңдалады.

4 суретте ұсынылған тәуелділіктер жүйеде тепе-теңдік қойыртпақты 1,5 сағаттан кейін орнатылғанын көрсетеді, осылайша сілтілеу процесін 2 сағаттан артық жүргізудің қажеті жоқ.



4 Сурет – Концентрацияның уақытқа тәуелділігі

Осылайша, зерттеулер жүргізу кезінде мақсатты компоненттерді Nb_2O_5 және TiO_2 (99,6 және 92,9 %-дан кем емес) мақсатты компоненттерді ниобий — және құрамында титан бар ерітіндіге ең жоғары көшіру мынадай жағдайларда жүзеге асырылады: тұз қышқылының концентрациясы — 10 %; $C : Қ = 1 : 2$, $t = 80\text{ }^\circ\text{C}$; сілтілеу процесінің ұзақтығы – 2 сағат.

2 Кесте – Nb және Ti температура бойынша бөлініп алу дәрежесі

Температура, $^\circ\text{C}$	Бөліп алу дәрежесі	
	Nb	Ti
20	34	27
40	49	40
60	66	61
80	93	61

3 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік бөлімі

3.1 Еңбек қорғау заңдары

Осы бөлім Қазақстан Республикасының заңдарын ескере отырып жазылған:

- Еңбек кодексі Қазақстан Республикасының 22.05.2007ж.
- Өрт қауіпсіздігі туралы заңы. 22.05.2007ж.
- 15.05.2007ж №251 – 3-ІІ ҚРЗ қауіпті өндірістік объектілердегі өнеркәсіптік қауіпсіздік туралы заңы.

3.2 Қауіпті және зиянды өндірістік факторларды талдау

Зертханада жұмыс қауіпті және зиянды факторлармен сөзсіз байланысты, сондықтан қауіпсіз еңбекті ұйымдастыруға ерекше көңіл бөлінеді.

Зертханада жұмыс істеуге медициналық куәландырудан және қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқамадан өткен адамдар жіберіледі.

Химиялық зертханада жұмыс істегенде барлық химиялық заттар белгілі бір дәрежеде улы екенін есте сақтаған жөн. Химиялық заттармен жұмыс кезінде сақтық шаралары олардың ағзаға өкпе, тері, ауыз арқылы және т.б. енуінің алдын алуға бағытталған болуы керек.

Зиянды заттарды деммен жұту - зертханалық тәжірибеде жиі кездесетін қауіп. Көбінесе иіс сезінбейтін улы заттардың төмен концентрацияларын, сондай-ақ созылмалы ауруларға алып келетін ұсақ дисперсті жүйелерді ингальяциялау ерекше қауіпті болып табылады.

Зертханалық қауіптер мен қауіптер мыналармен құрылады:

- электр тоғы;
- жылытылатын жабдықтар мен материалдар;
- ауаның зиянды заттармен ластануы;
- жанғыш және жарылғыш заттар.

Жұмыс жағдайын тексеру және бағалау үшін техникалық зерттеулер және тестілеу әдістері қолданылады. Оларға, мысалы, әртүрлі анализаторлар көмегімен ауадағы қажетсіз қоспаларды, температураның, ылғалдылықтың, ауа жылдамдығының өзгеруін анықтау кіреді. Еңбек жағдайларын жан-жақты талдау кәсіпорындар мен зертханаларды ұтымды орналастыру, жабдықтар мен технологиялық процестердің сипаты, жарақат алу мен аурудың туындауын болдырмайтын еңбекті ұйымдастыру бойынша ұсыныстар беруге мүмкіндік береді. Аэрозольдердің түзілуіне қарсы ең тиімдірек тәсіл болып, ваннада электролит бетінде сабынды тамыр немесе солодканың сығындысынан тұрақты тығыз көпіршік түзу болып табылады. Электролиз бойынша кезекшілердің міндетіне ванна бетінде көпіршікті қабаттың болуын

қадағалау кіреді.

Адам терісіне, құрамында 100-110 г/л күкірт қышқылы бар, қолданылған электролиттің ұзақ әсері жараға әкеліп соғуы мүмкін. Егер электролит көзге түссе, онда көз қабатын күйдіруі мүмкін. Көздің қышқылмен зақымдануы, сабынды көпіршіктің астында жиналатын, сутегі және оттегі қоспаларының жарылуы және шашырауынан болуы мүмкін. Сондықтан ванна бетінде артық көпіршіктің болмауын қадағалау керек және күкірт қышқылымен жұмыс істеген кезінде жұмысқа жарамды арнайы киіммен жұмыс істеу керек.

Электролиз бөлімінде істейтіндерге айтарлықтай қауыпты электр тоғы туғызады, токтың жермен адам денесі арқылы тұйықталуы, ауыр зақымдарға әкеліп соғуы мүмкін. Қазіргі уақытта электролит ванналар серияларының кернеуі 600-800 В дейін жетеді. Сонымен қатар екі параллельді каскадтың тұйықталуы қауыпті. 40 ваннадан тұратын каскадтар арасындағы кернеу 140 В-қа дейін жетуі мүмкін. Сондықтан электролиз ванналарында немесе олардың қасында жұмыс істегенде каскадтан каскадқа ешқандай зат беруге болмайды (катодтар, сыдыратын пышақ және т.б.). Блоктар арасындағы жолды жабуға болмайды. Ванна арасындағы жұмыс алаңдары таза және құрғақ болуы керек. Электролитті ванналар фарфорлы немесе шыныдан жасалған изоляторлар үстіне орнатылады. Ванналардың жұмыс аймағымен басқа қосылуы болмауы тиіс. Сондықтан осы оқшаулағыш құралдарды, желоб және құбырларды тазалау кезінде арнайы киіммен жұмысқа кірісу тиіс.

3.3 Өндірістік санитария

3.3.1 Жеке қорғаныс құралдарымен қамтамасыз ету

Кәсіби қызметтің белгілі бір түрлерінде зиянды заттар жұмысшыларға әсер етуі мүмкін. Зиянды заттар адам ағзасына тыныс алу жүйесі, асқазан-ішек жолдары, тері және шырышты қабаттар арқылы енеді. Жұмысшыларға арналған жеке қорғаныс құралдары кеңінен қолданылады. Көптеген жағдайларда оларды пайдалану қажет және міндетті болып табылады. Жеке қорғаныс құралдарына тыныс алу мүшелерін, көру қабілетін, сондай-ақ қол, аяқ және теріні қорғауға арналған құрылғылар мен құрылғылар кіреді. Жұмыскерді дененің қалыпты жұмысына кедергі келтірместен, жұмыс ортасын қолайсыз әсерлерден қорғау үшін арнайы киім қолданылады. Жалпы жиынтықтар жалпы және жергілікті қорғауды қамтамасыз ете алады. Жалпы қорғаныс үшін костюмдер, халаттар, халаттар қолданылады, ал жергілікті үшін - алжапқыштар, білектер, тізе жастықтары. Белгілі бір түрлері кезінде кәсіби қызметтің жұмыс істейтін ықпал ететін зиянды заттар.

3.3.2 Жасанды жарықтандыруды ұйымдастыру

Электрлік жарық қараңғы жерде немесе табиғи жарық жеткіліксіз жерлерде жұмыс істеу үшін қажет. Жарық көздерін таңдау жұмыстың сипатына, қоршаған ортаның жағдайына, бөлменің көлеміне және т.б. байланысты болады. Флуоресцентті лампалар табиғи жарық жеткіліксіз болатын бөлмелерде визуалды жұмыс үшін ерекше қолайлы жағдайлар жасау үшін қолданылады (дәл жұмыстарды орындау кезінде, сыныптарда және т.б.). адамдар үнемі тұрады. Жарықтандыру үшін сонымен қатар қысқа қашықтықтағы (шамдар) және ұзақ қашықтықтағы іс-әрекеттің (жарық шамдары) жарықтандыру құрылғылары қолданылады (жарықтандыру қондырғыларымен шамның тіркесімі).

3.3.3 Метеорологиялық жағдайларды қамтамасыз ету

Зертханадағы қауіпсіз жұмыс үшін метеорологиялық жағдайлар өте маңызды. ГОСТ 12.1.005-88-де берілген анықтамаға сәйкес, өндірістік үй-жайлардың микроклиматы - бұл бөлмелердің ішкі ортасының климаты, ол адам ағзасына әсер ететін температура, ылғал және ауа жылдамдығының үйлесуімен, сондай-ақ қоршаған беттердің температурасымен анықталады.

Оңтайлы микроклиматтық жағдайда біз адамға ұзақ және жүйелі әсер етумен терморегуляция механизмінің кернеусіз ағзаның қалыпты функционалды және жылу күйін ұстап тұруды қамтамасыз ететін микроклимат параметрлерінің осындай комбинациясын түсінеміз. Бұл жылу жайлылық сезімін қамтамасыз етеді және жақсы жұмыс жасау үшін алғышарттар жасайды. ГОСТ 12.1.005-88 сәйкес ауырлық дәрежесіне байланысты жұмыс бірнеше санаттарға бөлінеді. Арнайы әдістердің зертханасы микроклиматтың екінші параметріне жатады. Ауырлық дәрежесі бойынша жұмыс категориясы жеңіл (1-санат).

Оңтайлы микроклиматтық параметрлері, ол ұзақ және жүйелі түрде әсер еткенде адам сақтауды қамтамасыз етеді қалыпты функционалдық және жылу жағдайын ағзаның тетігін терморегуляциясын қамтамасыз етеді. Бұл ретте қамтамасыз етіледі сезім, жылулық, жайлылық және алғышарттар құрылады, жақсы жұмысқа қабілеттілігін. ГОСТ 12.1.005-88 жұмыс ауырлығына байланысты бөлінеді бірнеше санаттар. Категория жұмыстар ауырлығы бойынша – жеңіл (1-санат).

3.3.4 Өртке қарсы шаралар

Өрт қауіпсіздігі – ұғымы өрттің пайда болуы мен өрбуіне жағдай жасайтын, оның мүмкін масштабтары мен салдарын анықтауға мүмкіндік беретін шарттар жиынтығынан тұрады.

Электролиз цехі өрт қауіпсіздігіне байланысты П-1 класына және В категориясына жатады. В категориясындағы өндіріске, жану температурасы 120 °С болатын қатты және сұйық заттар. П-1 класына булар температурасы 45 °С жоғары жанғыш сұйықтарды қолданып және сақтайтын орындар кіреді.

Өрт қауіпсіздігі өрттің алдын-алу және өрттен қорғау жүйесімен қамтамасыз етілуі керек.

Өрттің стандартты ықтималдылығы адам басына жылына 0,000001-ден аспайды деп есептеліп, әрбір нақты объект үшін өрттің алдын-алу жүйесін жасау керек.

Құрылыс ережелері мен ережелеріне сәйкес титан зертханасы А санатына жатады, оның құрамына ауада 10 % төмен тұтану шегі бар газдар, температурасы 28 °С дейін болатын сұйықтықтар, сондай-ақ жарылуы мүмкін заттар кіреді. Сумен, атмосфералық оттегімен немесе бір-бірімен әрекеттескенде күйіп кетеді.

Қашу жолдарының құрылысына қойылатын талаптарды ескеру өте маңызды. Өрастырылған өндірістік ғимараттардан кемінде екі шығу болуы керек. Өрттерді сөндірудің негізгі құралы - өрт сөндіргіштер мен сөмкелер.

Ескеру өте маңызды құрылғыларына қойылатын талаптар эвакуациялау жолдары. Шығу өндірістік ғимараттардың екіден кем болмауы тиіс, бұл көзделген "ЖҒМКБО" АҚ. Бастапқы құралдармен өртті сөндіру болып табылады өрт сөндіргіштер мен құм толтырылған қаптар. Өртті оңтайлы сөндіру үшін шешуші маңызы бар, тез арада өртті және уақтылы шақыру және өрт сөндіру бөлімшелері өрт орнына.

Өрт қауіпсіздігіне жауапкершілік жүктеледі басшылары, кәсіпорын басшылары тағайындауға міндетті бұйрығымен жауапты лауазымды тұлғалардың жекелеген объектілерінің өрт сөндіру қауіпсіздігі. Өрт қауіпсіздігіне жауапкершілік өзінің жұмыс орнында жауапты болады әр. Қажет жұмыс аяқталғаннан кейін тексеру барлық химиялық белсенді заттар, банктер реактивтермен тығыз жабылатын қақпақтармен жабу, өшіру барлық электр жабдықтары.

Қорытынды:

– оның талдау қауіпті және зиянды өндірістік факторлардың, санитарлық – гигиеналық іс-шаралар, электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету, ұйымдастыру жарықтандыру жұмыс орнының микроклиматы және жеке қорғану құралдары;

– келтірілген табиғи және жасанды жарықтандыруды, нәтижесінде, которых деп лаборатории глинозем және алюминий "ЖҒМКБО" АҚ, мұнда сіз-жынысынялась осы жұмыс үшін ажқұскеттік жарықтандыру болуы тиіс пайдалану тікоқушысы 2 типті шамдар НГ 150-220. Еңбектің қолайлы жағдайларын жасау үшін большое мәні бар тиімді жарықтандыру жұмыс орны. Жарықтандыру лаборатории алатындай болуы тиіс жұмыс істейтін ұзақ уақыт алуы салмағыти бақылау барлық операциялармен жоқ кернеу мен шаршау көз;

– міндетті ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар ілімдар жабдықтауахабар зертханалар мен өндірістік үй-жайларды арнайыциальными техникалықскими құралдарымен қамтамасыз ететін еңбек қауіпсіздігі работаюәне;

– жұмыс жүргізілді әуе термостатта, шкафында пайдалана отырып, жекедуәллық қорғау құралдарын, олармен жұмыс істеу кезінде сілтілермен қазту бүгінгі күнде респираторлар немесе марсол таңғыштар, арнайы киім-кешек бірі хлопчатобумаждық мата, резеңке немесе хлорвиниловые қолғап, жеңқап, прорезинендық передники.

4 Экономикалық бөлімі

4.1 Экономикалық тиімділігін зерттеу жұмыстары

Экономикалық тиімділікті есептеу кезінде ғылыми-зерттеу жұмыстарының шығындары мен жинақталуы ескерілуі керек.

Жинақтау (А) мына формуламен есептеледі:

$$A = C_p \cdot I_o \cdot 0,33 . \quad (1)$$

мұнда C_p – жабдықтың бастапқы құны көбейтілетін 0,33;

I_o – индексация, оны қабылдаймыз 1,082 тең.

Сонда бірінші жылдық сомасы жинақталған (A_1) мына формула бойынша есептейміз:

$$A_{л1} = C_p \cdot 0,33 \cdot I_o \cdot (1 + e)^1. \quad (2)$$

мұндағы e – тиімділік коэффициенті, 0,1 тең:

Екінші жылға сомасы, жинақталған болады мынадай формула бойынша:

$$A_{л2} = C_p \cdot 0,33 \cdot I_o \cdot (1 + e)^2. \quad (3)$$

Жобаның құны (В) болып есептеледі мынадай формула бойынша:

$$B = 3 + A. \quad (4)$$

мұндағы, 3 – шығындар зерттеулер; А – жинақтау зерттеу жұмысы.

4.2 Есептеу рентабельділігі мен экономикалық тиімділік зерттеу

Үшін пайдалылығы болатын, ең болмағанда 10 % - ға, экономикалық эффект құрауы тиіс:

$$\mathcal{E}_o = (C + A) \cdot 0,1. \quad (5)$$

Өйткені жұмыстар бір ай ішінде, яғни экономикалық әсері осы уақыт өткеннен кейін мынаған тең болады:

$$\mathcal{E}_o = [3 + C_p \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^1] \cdot 0,1 \cdot \frac{2}{12}. \quad (6)$$

Экономикалық тиімділігі ғылыми-зерттеу жұмыстары кезінде 10 %-тік

рентабельділік бірінші жылының нәтижелері бойынша мынаны құрайды:

$$\Xi_o = [3 + C_{\text{п}} \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2 \cdot \frac{2}{12}] \cdot 0,1 \quad (7)$$

Екінші жылға экономикалық тиімділігі ғылыми-зерттеу жұмысы 10 %-дік рентабельділік мына формула бойынша анықталады:

$$\Xi_o = [3 + C_{\text{п}} \cdot I_o \cdot 0,33 \cdot (1 + e)^2 \cdot \frac{2}{12}] \cdot 0,1 \quad (8)$$

Жобаның өтелім мерзімі-өнім бірлігіне есептейміз :

$$T = \frac{K}{U}. \quad (9)$$

мұндағы K – бір уақыттағы шығындар;
 U – өзгерту өзіндік құны.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыстың мақсаты ретінде бекітілген – титан өндірісінің қалдықтарынан ниобий қосылыстарын шаймалау процестері қарастырылды. Жүргізілген эксперименттік жұмыстар нәтижесінде титан өндірісінің қалдықтарын екі сатылы шаймалау процесінің параметрлері анықталды. Атап айтқанда:

1) Отандық және шетелдік әдеби көздерді талдаудан титан өндірісінің қалдықтарынан ниобий алу мүмкіншілігі анықталды.

2) Титан өндірісінің қалдықтарының құрамында, атап айтқанда Титан хлораторларының қалдықтық балқымаларының құрамында ниобий мөлшері – 0,01 пайыз екені анықталды.

3) Қалдық құрамындағы ниобийді жеке концентрат ретінде бөліп алу мүмкіншілігі қарастырылып екі сатылы шаймалау процесі ұсынылды.

4) Шаймалау процесінің бірінші сатысында қалдықтар сумен шаймаланып, алынған ерімеген қалдық құрамында ниобий мөлшері төрт есе артатыны анықталды.

5) Ниобийді алынған концентрат құрамынан шаймалануы 15 пайыздық тұз қышқылы ерітіндісі қолданылып 2 сағатта, 80 °С температурада, Қ : С қатынасы 1 : 2 кезінде ерітіндіге ниобийдің 93 пайызы өтетіні анықталды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Майоров В. Г., Николаев А. И. Экстракция тантала и ниобия октанолом с получением пентаоксидов высокой чистоты // Цветные металлы. 2002. № 7. С. 62–64.
- 2 Qiongsa Liu, Phil Baker, Hanyue Zhao. Titanium sponge production technology in China // Proceedings of the 13th World Conference on Titanium. San Diego, California, USA, August, – 2015. – P. 177-182.
- 3 FengGao, ZuorenNie, Danpin Yang, Boxue Sun, Yu Liu, Xianzheng Gong, Zhihong Wang. Environmental impacts analysis of titanium sponge production using Kroll process in China // Journal of Cleaner Production. - 2018. -V. 174, - P.771-779. doi: 10.1016/j.jclepro. – 2017.09.240.
- 4 Червоный И.Ф., Листопад Д.А., Иващенко В.И., Сорокина Л.В. О физико-химических закономерностях образования титановой губки // Научные труды «Донецкий национальный технический университет». – Донецк, Металлургия. 2008. Вып. 10 (141). – С. 37-46.
- 5 Теплоухов А.С. Предотвращение загрязнения водных объектов отходами титано-магниевого производства / автореферат дисс. канд. техн. наук. 2005. – 143 с.
- 6 Кудрявский Ю.П., Фрейдлина Р.Г., Бондарев Э.И., Азаров В.А., Поляков Ю.А. Технология локальной нейтрализации кислых растворов от гидроразмыва отходов титанового производства // Цветные металлы. – 1992. - №6. – С. 48-50.
- 7 Будник А.Г., Карпова Л.С. Применение гидролизированных отходов хлоридов титанового производства для очистки буровых растворов / Сборник научных трудов Обезвреживание и переработка отходов титано-магниевого производства Запорожье, 1987. – С. 26-29.
- 8 Закаблук А.Б., Мовсесов Э.Е., Пивовар А.Г., Свядош И.Ю. Высокотемпературное обезвреживание хлоридных отходов титано-магниевого производства / Сборник научных трудов Обезвреживание и переработка отходов титано-магниевого производства Запорожье, 1987. – С. 13-17.
- 9 Кудрявский Ю.П., Волков В.В. Концентрирование скандия и тория из отходов производства тетрахлорида титана, их разделение и очистка / Сборник научных трудов Обезвреживание и переработка отходов титано-магниевого производства Запорожье, 1987. – С. 30-37.
- 10 Пат. 2068392 РФ Способ извлечения скандия из отходов производства тетрахлорида титана // Кудрявский Ю.П., Волков В.В., Яковенко Б.И., Бондарев Э.И. опубл. 27.10.1996.
- 11 Жиналина А.С., Каленова А.С. Извлечение скандия из отходов титано-магниевого производства и выбор оптимального растворителя // Междунар. научно-практ. конф. «Шаг в будущее: научный и практический опыт развития, научные гипотезы, новизна и апробация результатов исследований в экономике, управлении проектами, педагогике, праве, истории, культурологии, искусствоведении, растениеводстве, биологии, зоологии, химии, по-

литологии, психологии, медицине, филологии, философии, социологии, математике, технике, физике, информатике, градостроительстве. - Санкт-Петербург, -2015. – С. 67-69.

12 Худайбергенов Т.Е., Шаяхметов Б.М., Жаксыбаев А.Н., Несипбаев Р.Р. Эколого-экономическая оценка использования хлоридных отходов производства на УКТМК // Сборник научных трудов КазНИПИцветмет: Переработка полупродуктов и отходов химико-металлургических производств. – Алматы, – 1994. – С. 17-28.

13 Пат. №25952 РК. Способ вакуумтермической переработки шлама печи непрерывного рафинирования магния / Найманбаев М.А., Павлов А.В., Ультаракова А.А., Уласюк С.М., Онаев М.И. Оpubл. офиц. бюл. Промышленная собственность МинЮст РК 15.08.2012, №8. – С.54.

14 Инновационный патент РК №19275 РК. Способ получения искусственного карналлита / Степаненко А.С., Алжанбаева Н.Ш. Оpubл. 15.04.2008, бюл. №4.

15 Ультаракова А.А., Лохова Н.Г., Найманбаев М.А., Балтабекова Ж.А., Алжанбаева Н.Ш. Разработка комплексной технологии переработки отходов титаномагниевого производства // Материалы шестой междунауч.-практич. конф. «ГЕОТЕХНОЛОГИЯ-2013: Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности. Институт горного дела им. Д.А. Кунаева. – Алматы. – 2013. –С. 351-355

16 Предпатент №16460 РК. Способ переработки твердых хлоридных возгонов титанового производства / Степаненко А.С., Павлов А.В., Кенжалиев Б.К., Абишева А.Е., Чепрасов А.И., Чайковский С.Н., Ушаков А.М., Халелов А.М., Стукач М.А. Оpubл. 15.11.2005, бюл. №11.

17 Инновационный патент РК № 27912. Способ переработки возгонов титановых хлораторов / Ультаракова А.А., Найманбаев М.А., Онаев М.И., Уласюк С.М., Халелов А.М., Алжанбаева Н.Ш. Оpubл.25.12.2013, бюл. №12.- С. 22.

18 Инновационный патент РК № 22784 Способ извлечения ниобия из отходов титанового производства / Найманбаев М.А., Павлов А.В., Онаев М.И., Женисов Б.Ж., Халелов А.М. Оpubл. 16.08.2010, бюл. №8.

19 Utlarokova A.A., Naymanbaev M.A., Onayev M.I., Alzhanbayeva N.Sh. Processing of chloride waste of titanium-magnesium production // XV Balkan Mineral Processing Congress. – Sozopol, Bulgaria, June 12-16, – 2013. –P.1002-1004.

20 Ультаракова А.А., Найманбаев М.А., Онаев М.И., Алжанбаева Н.Ш., Ахмадиева Н.К. Исследование по получению обогащенного по ниобию промпродукта по схеме обжиг-спекание-выщелачивание // Комплексное использование минерального сырья. – 2014. – №3. –С.46-52.

21 Сергеев В.В., Галицкий Н.В и др. Metallургия титана – М.: Metallургия, 1971.- 115-121 с.

22 Худайбергенов Т.Е. Титаномагниевоe производство. - Алматы: ИПФ S&K, 1996. – С. 49-64.

23 Titkov S. Flotation of water-soluble mineral resources // International Journal of Mineral Processing. – 2004, november 19. – Vol. 74, issues 1–4. – P. 107-113.

24 Кудрявский Ю.П., Белкин А.В., Василенко Л.В. и др. Концентрирование хлоридных отходов переработки лопаритовых концентратов // Цветные металлы. 1985. № 12. С. 53-56

25 Кудрявский Ю.П., Фрейдлина Р.Г., Бондарев Э.И., Азаров В.А., Поляков Ю.А. Технология локальной нейтрализации кислых растворов от гидроразмыва отходов титанового производства // Цветные металлы. – 1992. - №6. – С. 48-50.

26 Новые технологии в экологии и безопасности жизнедеятельности". - СПб., 2000. Т. 1. С. 531-546.

27 “Қауіпті өндірістік объектілердегі өндірістік қауіпсіздік туралы заңы” 11.04.2014 № 188-V ҚРЗ .

28 Меркулова В.П., Нуркеев С.С. Охрана труда и окружающей среды в дипломном проекте. /Методические указания. – Алматы: КазНТУ, 1997.

29 Шокобаев Т.Д. Организация и планирование промышленных предприятий: Учебное пособие, - Алматы: КазНТУ, 2001

30 Маршанова Г.Л. Техника безопасности в школьной химической лаборатории. /Сборник инструкции и рекомендаций// -М.: АРКТИ, 2002.

31 Лебедева К.В. Охрана труда и техника безопасности на производстве. – М.: Наука, 1968. – 307 с.

32 Макаров Г.В. Охрана труда в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. –56 с.