

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Шәймен Дәуіржан Ғаниұлы

«Тантал және ниобийдің тауарлық қосылыстарын алу»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

М.Б. Барменшинова

«16» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Тантал және ниобийдің тауарлық қосылыстарын алу»

5B070900 – Металлургия

Орындаған

Шәймен Дәуіржан Ғаниұлы

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор

Г.Ж. Молдабаева

«16» 05 2019 ж.

Алматы 2019

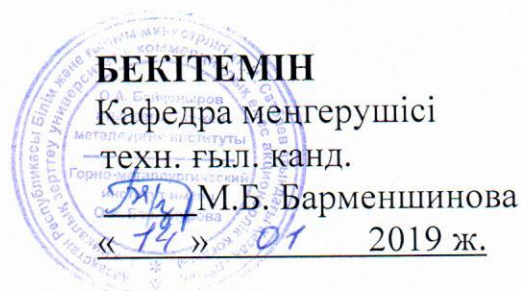
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Металлургия



Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Шәймен Дәуіржан Ғаниұлы

Тақырыбы: «Тантал және ниобийдің тауарлық қосылыстарын алу»

Университет Ректорының 2018 жылғы «08» қазандағы № 1113-б
бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «15» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Цехтің Nb_2O_5 бойынша жылдық өнімділігі, тантал-ниобийлі шикізаттың химиялық және рационалдық құрамы, дайын өнім, негізгі және қосымша материалдардың бағасы.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Өндірістің технологиялық үдірістері мен шешімдері;

б) Технологиялық процестің есептеулері;

в) Экономика бөлімі;

г) Еңбек қорғау бөлімі.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):
ниобийдің техникалық сулы тотығынан Nb_2O_5 және K_2TaF_7 алудың технологиялық сұлбасы; араластырғыш-реактор; экстрактор; Nb_2O_5 және K_2TaF_7 алу цехының жоспары мен қимасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.03.2019 ж.	
Әдеби шолу	25.03.2019 ж.	
Металлургиялық есептеулер	08.04.2019 ж.	
Экономикалық бөлім	15.04.2019 ж.	
Қорытынды	22.04.2019 ж.	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономикалық бөлім	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	16.05.19 ж.	Г.Ж.М.
Еңбек қорғау бөлімі	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	16.05.19 ж.	Г.Ж.М.
Норма бақылау	А.Н.Таймасова техн. ғыл. магистрі	16.05.19	А.Н.Т.

Ғылыми жетекші Г.Ж.М. Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы Шаймен Д.Ф. Шаймен

Күні

« 14 » 07 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жобада ниобийдің техникалық сулы тотығынан таза тауарлық тантал және ниобийдің қосылыстарын алу процесі қарастырылған. Тантал-ниобийлі шикізатты өңдеудің негізгі әдістері келтірілген. Осы келтірілген әдістер негізінде таңдалған технологиялық сызбанұсқаның дәлелденуі берілген.

Технологиялық көрсеткіштердің металлургиялық есептеулері, сонымен қатар негізгі және көмекші жабдықтардың конструктивті есептері орындалған.

Қоршаған ортаны және еңбекті қорғау іс-шаралары анықталған. Ниобий тотығы мен калий фтортанталаты өндірісінің өзіндік құны, пайдасы, рентабельділігі бойынша экономикалық есептеулері орындалды.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте рассмотрен процесс получения чистых товарных соединений тантала и ниобия из технического гидроксида ниобия. Приведены основные способы переработки тантал-ниобиевого сырья. На основе обзора существующих способов дано обоснование технологической схемы.

Выполнены металлургические расчеты технологических показателей, конструктивные расчеты основного и вспомогательного оборудования.

Определены мероприятия по охране труда и окружающей среды. Выполнены экономические расчеты себестоимости, прибыли и рентабельности производства оксида ниобия и фтортанталата калия.

ANNOTATION

The process of making unmixed and pure materials of tantalum and niobium compounds from commercial hydroxide niobium is considered in this graduation thesis. The basic methods of tantalum-niobium material processing have been detailed. A confirmation of flow diagram is given, based on a review of existing methods.

The calculations of production data, design data of basic and contributory equipments are also performed.

A labor protection and environment protection activities are determined.

Economics cost estimations, production profitability of niobium oxide and tantalum fluoride have been calculated too.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	10
1 Жалпы түсіндірмелік жазба	10
1.1 Тантал-ниобийлі шикізатты өңдеудің әдістерін шолу	10
1.1.1 Тантал мен ниобийдің физика-химиялық қасиеттері	10
1.1.2 Тантал мен ниобийдің концентраттарын өңдеу тәсілдері	15
1.1.2.1 Танталит пен колумбит концентраттарын натрий сілтісінде өңдеу	15
1.1.2.2 Танталит пен колумбит концентраттарын фторсутек қышқылында еріту	17
1.1.2.3 Лопарит концентратын күкірт қышқылында өңдеу	18
1.2 Үлбі металлургиялық зауытының жұмысын сараптау	22
1.2.1 Өнеркәсіптің қысқаша сипаттамасы	22
1.2.2 Шикізат базасы	22
1.2.3 Тантал-ниобийлі концентратты өңдеуді таңдалған технологиялық схемасын негіздеп баяндау	25
2 Бас жоспар, көлік және жоба бойынша құрылыс шешімдері	27
2.1 Құрылыс ауданының қысқаша сипаттамасы	27
2.2 Құрылыс алаңын таңдау	27
2.3 Жергілікті аймақтың, топырақтың және климат мәліметтерінің сипаттамасы	27
2.4 Көлік	28
2.5 Бұзылған жерлерді рекультивациялау	28
2.6 Құрылыс шешімдері	28
3 Технологиялық бөлім	30
3.1 Металлургиялық есептеу	30
3.1.1 Техникалық гидрототықты K^+ , Na^+ , Cl^+ иондарынан тазарту	31
3.1.2 Шаятын суды тазарту	34
3.1.3 Пульпаның HF-та еруі	38
3.1.4 Nb және Ta бірлескен экстракциясы. Nb және Ta реэкстракциясы	41
3.1.4.1 Реагенттерді дайындау есебі	46
3.1.5 Ниобий гидрототығының тұнбасы	51
3.1.5.1 Nb_2O_5 кептіру, қыздыру және ұсақтау	53
3.1.6 Калий фтортанталатын алу	54
3.1.6.1 Бас ерітіндіні қайта өңдеу	56
3.1.7 Реагенттердің қажетті мөлшерін есептеу	58
3.2 Негізгі жабдықты таңдау және есептеу	60
3.2.1 Ыдырату үшін реакторларды таңдау	60
3.2.2 Ыдырату реакторлары жұмысының жылу балансы	61
3.2.3 Экстракционды шекті есептеу	65
3.2.4 Араластырғыш – тұндырғыш типті экстрактор есептеуі	66
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау бөлімі	70
4.1 Ұйымдық- құқықтық аспектілері	70
4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау	70

4.3 Өндірістік жарақат, кәсіби аурулар және алдын алу шаралары	71
4.4 Өндірістік санитария	72
4.4.1 Өрт қауіпсіздігі	72
4.4.2 Электрқауіпсіздігі	73
5 Экономикалық бөлім	74
5.1 Ниобий тотығы мен калийдің фторанталатының өзіндік құнының калькуляциясы	74
Қорытынды	76
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	77

КІРІСПЕ

Ниобий элементін 1801 жылы ағылшын химигі Гатчет ашқан. Ол ниобийді Колумбия жерінде тапқан, сондықтан оны колумбит деп атаған. Ал 1802 жылы Шведтің химигі Экеберг Финляндия мен Швецияда табылған екі минералда танталдың бар екенін анықтаған. Бұл екі металдың химиялық қасиеттері бір-біріне өте жақын болғандықтан көпке дейін зерттеушілер бұларды ажырата алмай бір металл деп келген. Немістің химигі Розе 1844 жылы Колумбит минералы екі элементтен, яғни ниобий мен танталдан тұратындығын дәлелдеген. 1865 жылы Швейцарияның химигі Мариньяк ниобий мен танталды бір-бірінен бөліп алатын тәсілді тапты. Тантал мен ниобий таза түрінде 1903 және 1907 жылдары алына бастады. Өнеркәсіпте танталды 1922 жылы, ниобийді 1938-шы жылдық соңында өндіре бастады.

Сирек кездесетін металлдар өндірістік қолданысқа ие болды және барлық үдемелі масштабта және оларды өндіруге техникалық мүмкіндік беретін жаңа техниканың дамуына байланысты соңғы он жылдықта айтарлықтай мөлшерде өндіріле бастады.

Электронды өнеркәсіптің дамуы, зымыран және авиатехника, атомдық энергетика көп мөлшерде Nb және Ta сияқты легірлеуші металлдарды қажет етті. Оларды таза күйінде де қолдану өрістеді. Ниобий мен танталдың қолдану аумағы әр түрлі, бұлар химиялық машина жасау, атомдық энергетика, қыздыруға төзімді және қатты құймалар, болат өндірісі.

Ұсынылған жобада кейбір операцияларда суды қайта қолдану және ниобий мен тантал өндірісінде аз қалдықты технологияны қолданумен байланысты экономикалық сипаттағы кейбір сұрақтарды шешу туралы кадамдар жасалды.

1 Жалпы түсіндірмелік жазба

1.1 Тантал-ниобийлі шикізатты өндеудің әдістерін шолу

1.1.1 Тантал мен ниобийдің физика-химиялық қасиеттері

Тантал мен ниобий Д. И. Менделеевтің периодтық системасының V-ші кестесінің қосымша группасына жатады. Бұл екі металдың химиялық және физикалық қасиеттері бір-біріне өте ұқсас, сол үшін оларды бірге қарауға болады. Металдардың түстері сұр, өздері жұмсақ болып келеді. Сондықтан оларды кәдімгі жағдайда өндеуге [соғуға, созуға] болады. Қалыпты жағдайда тантал мен ниобий ауамен тотықпайды [1]. Тотығу процесі 200-300 °С-тан басталып 500 °С-та металдардың оксидтеріне өтеді. Басқа металдарға карағанда тантал мен ниобийдің ерекшелігі, олар оттегін, азотты және сутегін өзіне сіңіріп, электр және механикалық қасиеттерін өзгертеді. Ниобий мен тантал сутегімен 360-500 °С-та, азотпен 600 °С-та, көміртегімен және оның газ тәрізді қосылыстарымен 1200°С-та әрекеттесіп осы металдардың гидридтерін, нитридтерін және карбидтерін түзеді. Нитридтері мен карбидтері өте жоғары температурада балқиды (2800 °С-3500 °С), сондықтан олар жоғары температураға төзімді материалдар ретінде қолданылады. Тантал мен ниобий барлық минералдық – тұз, азот, күкірт және фосфор қышқылдарында ерімейді, олар тек фторсутек қышқылында және оның азот қышқылы мен қоспасында, сонымен қатар сілтілік ерітіндіде жақсы ериді.

Сыртқы сипаты бойынша бұл металдар платина тәрізді. Ниобийдің тығыздығы - 8,57; $t_{\text{балқу}} - 2470$ °С; $t_{\text{қайнау}} - 4760$ °С.

Танталдың тығыздығы - 16,6; $t_{\text{балқу}} - 3000$ °С; $t_{\text{қайнау}} - 5500$ °С. Ниобийдің атомының радиусы - 1,46 А, ионының радиусы - 0,69 А, танталдікі - 0,67 А. Бұл металдардың ескерерлік қасиеті – ол қышқылдарға химиялық, тұрақтылығы. Металл күйінде ниобий мен тантал суда, тұз қышқылында, азот қышқылында, патша қышқылында ерімейді, тек HF-да, HF⁺ HNO₃-да, сілтілердің балқымасында ериді.

Ниобий және тантал - периодтық, жүйенің бесінші тобының d-элементі және 4-ші класқа жатады. Олар бір-бірімен қасиеттері жағынан өте ұқсас, табиғаттағы қосылыстарында бірге кездеседі.

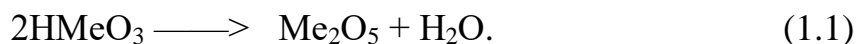
Ниобий және танталдың қасиеттерінің ұқсастығы электрондық құрылысының жақындығына негізделген, ниобий [Kr] 4d²5s², тантал [Xe] 4f¹⁴5d². Бұл элементтердің атомдары мен иондарының радиустары іс жүзінде бірдей.

Ниобий және тантал өзінің қосылыстарында бес валентті және ванадийдің аналогі [Ar] 3d³4s², бірақта ванадийден ниобийдің ерекшелігі - ниобий төменгі валенттілігіне дейін қиын тотықсызданады, ал танталдың валенттігі бестен төмен болғанда мүлде белгісіз.

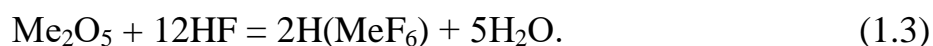
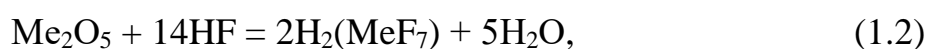
Тантал кез-келген қышқыл концентрацияларына суық күйінде де және 100-150 °С температурада да қарсы тұра алады.

Танталдың басқа металдармен әрекеттескенде жоғарғы бетінде оксидті қабат түзеді.

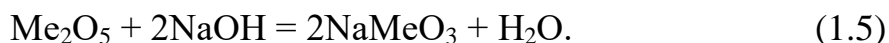
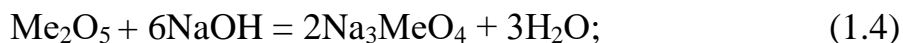
Ниобий және тантал жоғары оксидтер түзеді, жалпы формуласы Me_2O_5 . Бұл оксидтерді ниобий және тантал қышқылдарын немесе танталдың және ниобийдің пирогаллол, таннин және басқа да органикалық заттардың қосылыстарымен балқытып алады:



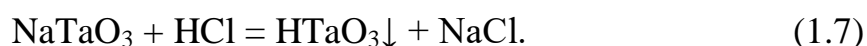
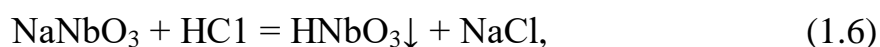
Оксидтер – ақ, қиын балқытын ұнтақ. Күйдіргенде ниобий оксиді сарғаяды, суытқанда қайтадан ағарады. Ниобий мен танталдың оксидтері суда, минералды қышқылдарда (фторсутек қышқылынан басқасында) ерімейді. Онда олар еріп тұрақты комплексті қосылыс $H_2(MeF_7)$ немесе $H(MeF_5)$ түзеді:



Оксидтер аммоний сульфаты мен күкірт қышқылының қоспасында, балқытылған калий бисульфатында, балқытылған сілтілік металдардың гидроксидтері мен карбонаттарында еріп ниобий және тантал қышқылдардың тұздарын - ниобаттар мен танталаттар түзеді:



Сілтілік металдардың танталаттары мен ниобаттарын сірке немесе минералды қышқылдармен қышқылдандырса ақ үлпілдеген ниобий және тантал қышқылдарының тұнбасын түзеді:



Ниобий мен танталдың негіздік тұздары суда ериді, мұнда калий тұзының ерігіштігі натрий тұзының ерігіштігінен артық. Калий ниобатының жоғары ерігіштігі (155 мг/л) іс жүзінде оның қосылыстарын алуға және оны танталдан (13,1 мг/л) бөліп алуда қолданылады. Бұл тұздар бос негіздің артық мөлшері болғанда ғана судағы ерітіндісінде тұрақты, егер негіздің артық мөлшері болмаса онда, ол қайтымсыз гидролизденіп, ниобий және тантал қышқылдарын тұнбаға түсіреді:



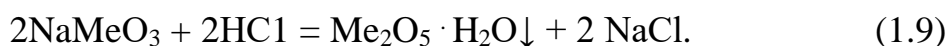
Ниобий мен танталға комплекеті қосылыстар тән [2]. Органикалық қышқылдармен (шарап, лимон, қымыздық және т.б.) комплекеті қосылыстардың көмегімен тантал және ниобий ерітіндіде тұрақталады. Аналитикалық химияда ниобий мен танталға осы комплекеті қосылыстар кеңінен қолданылады. Жоғарыда еске алған ниобий мен танталдың фторидті комплекетері мыналар: $H_2(MeF_7)$ немесе $H(MeF_5)$. Бұл қосылыстардың жақсы ерігіштігі ниобий мен танталды қиын еритін фторидтер түзетін элементтерден — лантаноидтар, торий, кальций, стронций, корғасын, ураннан (IV) болат алуға қолданылады. Аналитикалық химияда құрамы $H[NbO(CNS)_4]$ ниобий роданидті комплекетінің маңызы зор.

Ниобийдің сандық және сапалық анализі үшін оның тиоцианатпен және N-гидрокси-N, N'-дифенилбензалидинмен, сульфохлорфенолмен, метотримепразинмен т.б. комплекеті қосылыстары қолданылады. Танталды табу үшін оның мепазингидрохлоридпен комплекеті қосылысы қолданылады.

Реакциялар сілтілік ниобаттар мен танталаттар ерітіндісімен, ниобий мен танталдың шарап және қымыздық қышқылдың комплекеті қосылыстарымен, сондай-ақ олардың фторид қосылыстарымен орындалады.

Сілтілік ниобаттар мен танталаттарды даярлау. Платина табақшаға ниобий мен танталдың жоғары оксидін (0,1 г) калий карбонатымен (1 г) балқытады. Балқыманы 1 н 5 мл күйдіргіш калийде ерітеді. Қажеттілігіне қарай ерітіндіні сүзеді.

Минералды қышқылдар, сондай-ақ сірке қышқылы. Сілтілік металдардың ниобаттары мен танталаттарының ерітіндісіне әсер еткенде ниобий және тантал қышқылдары үлпілдеген ақ тұнба түрінде тұндырылады. Бұл қышқылдарды белгілі бір формуламен белгілеуге болмайды, себебі олардағы судың мөлшері үнемі өзгеріп отырады. Бұл тұнбалардың құрамы мына формулаға сәйкес келеді $Me_2O_5 \cdot nH_2O$ (мұндағы Me-ниобий немесе тантал):



Ниобий және тантал қышқылдарының әлсіз болатындығы соншама сілтілік металдардың ниобаттары мен танталаттарының ерітіндісінде әлсіз қышқыл көмір қышқылымен әсер еткенде де тұнба түзіледі. Ниобат және танталаттар ерітіндісіне күшті қышқылдармен әсер еткенде ниобий және тантал қышқылдары тұнбаға тез түседі. Ниобий және тантал қышқылдары фторсутек және фосфор қышқылында ериді. Ниобий қышқылының фосфор қышқылды ерітіндісінде боялған себебі - ниобий төменгі тотығына дейін тотықсызданады, ал тантал қышқылының ерітіндісі тотықсызданбайды.

Ниобий және тантал қышқылдарының шарап қышқылымен комплекеті қосылыстары судағы ерітіндіде тұрақты. Шарап қышқылды ерітіндіден аммиак ниобий және тантал қышқылдарын тұнбаға түсіре алмайды. Осындай ерітіндіге азот немесе тұз қышқылдарының артық мөлшерін қосқанда және қайнатқанда ниобий және тантал қышқылдарының тұнбасы түзіледі. Бұл спецификалық

реакция "шарап қышқылды гидролиз" деп аталады, іс жүзінде анализ үшін маңызы зор.

Титан және цирконий тұздарының мөлшері көп болса, "шарап қышқылды гидролиз" ниобий және тантал қышқылдарын жартылай ғана тұндырады. Титан мен цирконий ерітіндіде ниобий мен танталдың белгілі бір мөлшерін ұстап қалады және тұнбамен қоса өздері де бөлінеді. Ниобийдің және танталдың ерітінділерін қышқылдатқанда олармен қоса вольфрам қышқылы да тұнбаға түседі.

Оксалатты комплекстері де тұрақты. Осы ерітіндіден аммиак ниобий және тантал қышқылдарын толық тұндырады, минералды қышқылдар әсерінен тұнба аздап қана түседі Ниобий және тантал қышқылдары күкірт қышқылында аздап ериді де тұрақсыз комплексті қосылыс түзеді.

Ниобий және тантал қышқылдарының адсорбциялы комплексті қосылыстарына таннинмен әсер етсе ниобий мен танталдың қымыздық немесе шарап қышқылды комплексті қосылыстарына таннин мен әсер еткендегідей болады. Осыдан танталдың тұнбасы сары күкірт түстес, ниобийдің тұнбасы оған қарағанда көлемдірек және оның түсі қызғылт болады.

Тантал мен ниобий бірге болғанда алдымен танталдың комплексті қосылысы тұнбаға түседі, себебі ниобийге қарағанда тантал таннинмен анағұрлым жеңіл тұнбаға түседі [3]. Ниобий мен тантал бірге болғанда реакция келесідей орындалады.

В.Шеллер, танниннің тұндыру әсерінен әр түрлі иондарға қатысын зерттей келе келесідей қорытындыға келді:

- қымыздық қышқылды ерітіндіде сутектік көрсеткішті (рН) біртіндеп көтергенде адсорбцияланған комплексті қосылыстардың тұндыру реттілігі келесідей: тантал, титан, ниобий, ванадий, темір (II), цирконий, торий, алюминий, уран (VI), марганец (IV). Осыдан тантал, титан, ниобий рН<5 болғанда толық тұнбаға түседі және рН>7 болғанда қалған элементтерден толық бөлінуі мүмкін.

- әлсіз тұз қышқылды ерітіндіде тұнбаға түсу реттілігі келесідей: қалайы (II), цирконий, титан, торий, ванадий, алюминий, уран, марганец. Тантал, ниобий бұл қатарға кірмейді, себебі егер қышқыл ерітіндіде басқ тұрақты комплекс түзілмесе олар ерітіндіні қышқылдатқанда таннинсыз да тұнбаға түседі.Егер тұз қышқылының концентрациясы қалайы үшін 0,1 н жоғары, цирконий үшін 0,1 н төмен және титан үшін 0,02 н төмен болса, қалайы (II), цирконий және титан ерітіндіден таннинмен толық тұндырылады.

- шарап қышқылды бейтарап ерітіндіден таннин танталды, ванадийді, темірді (III), алюминийді, уранды (VI), торийді тұндырады. Лантаноидтар, бериллий, марганец (IV) және басқа да екі валентті иондарды аммиактың артық,мөлшерінде толық тұндырады.

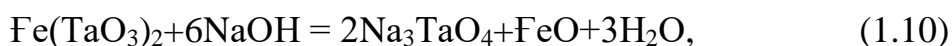
- күкірт қышқылды ерітіндіден таннин танталды, ниобийды, вольфрамды, германийді тұндырады. Титан мен цирконий күкірт қышқылды ерітіндіде комплексті қосылыс түзеді, ол гидролизге қиындау түседі, сондықтан таннинмен тұнбаға түспейді.

1.1.2 Тантал мен ниобийдің концентраттарын өңдеу тәсілдері

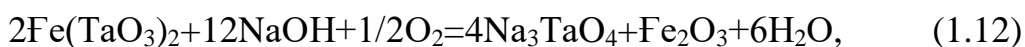
Танталит пен колумбит минералдарының химиялық құрамы өте күрделі болғандықтан олар барлық минералдық қышқылдарда ерімейді, тек фторсутек қышқылында ғана ериді [2]. Соған байланысты бұл минералдардың концентраттарын натрий мен калийдің сілтілерінде немесе фторсутек қышқылында да өңдеуге болады.

1.1.2.1 Танталит пен колумбит концентраттарын натрий сілтісінде өңдеу

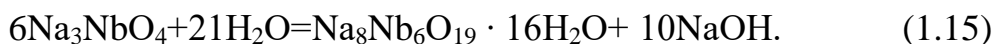
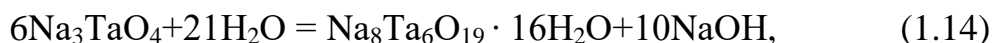
Тантал мен ниобийдің концентраттарын натрийдің сілтісінде [NaOH] балқыту тәсілі 1950 жылға дейін біздің елде де, шет елдерде де қолданылып келді. Процестің негізгі химиялық реакциялары:



немесе оттегі қатысқанда:



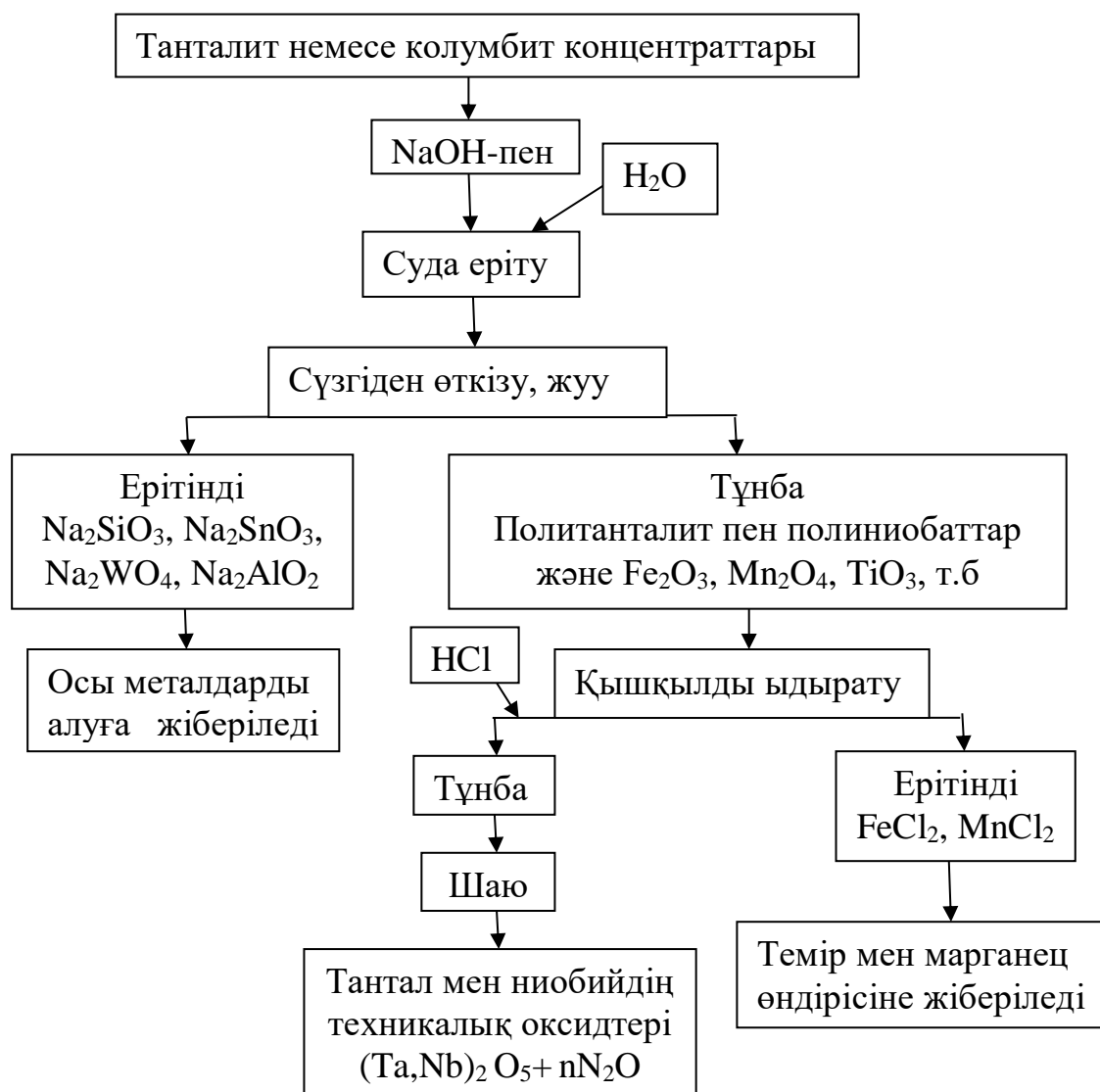
Балқытуды 750-800 °C-та жүргізіп, сілтіні концентратқа қарағанда 3 есе артық береді. Бұл дегеніміз күйдіргіш натрийді теориялық есепке қарағанда 6-8 рет артық жұмсау. Балқытылған қоспаны суда еріткенде



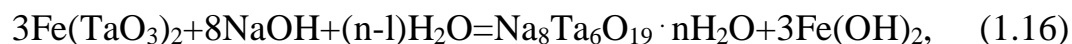
политанталаттар мен полиниобаттар түзіледі. Олар суда ерімейді, сондықтан қалдықта қалады, ал басқа металдардың (Na_2SiO_3 ; Na_2WO_4 ; Na_2SnO_3) қоспалары еріп суға өтеді. Содан соң тантал мен ниобийді бар қалдықты тұз қышқылында ерітіп темір мен марганецті ерітіндіге өткізеді де, қалдықты кептіріп және құрғатып тантал мен ниобидің оксидтерінің қоспасын өндіреді. Бұл технологияның схемасы 1.1 суретте көрсетілген. Ал егер концентратты калий сілтісінде өндегенде, онда керісінше, барлық металдар ерітіндіге өтеді, содан соң тантал мен ниобийді бөліп алу үшін, оған натрий хлоридін қосып тантал мен ниобийдің полиқосылыстарын тұнбаға отырғызып бөледі.

Бұл технологияның кемшілігіне тантал мен ниобийдің өнімділігінің

аздығы 80 %-тен аспайды. Себебі металдардың мынадай метатұздары [KTaO₃, KNbO₃] пайда болады, олар суда ерімей темірмен, марганецпен бірге қалып қояды. Сонымен бірге сілтінің мөлшері өте көп артық жұмсалады және тигілдер тез жұмыстан шығады. Осындай кемшіліктерді болдырмау үшін қазіргі кезде металдардың концентраттарын автоклавта сілтінің ерітіндісінде еріту әдістері қолданылмақшы. Көптеген зерттеудің нәтижесінде концентратты 45%-тік сілтінің ерітіндісінде [NaOH немесе KOH] автоклавта 150°C-та қыздырғанда, қышқылда ерітін полиниобат пен политанталат түзіледі.



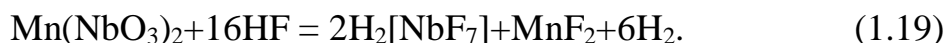
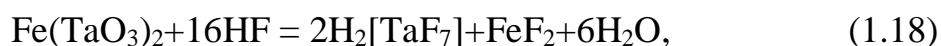
1.1 Сурет –Танталит пен колумбит концентраттарын күйдіргіш натрийда өңдеу



Ал, егер сілтінің концентрациясын 30 %-ке дейін кемітіп, автоклавтың температурасын 200°C-қа көтеріп, концентратты өндегенде тез уақыттың аралығында (2÷3 сағат) металдардың метатүздары түзіледі $\text{Na}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot n\text{H}_2\text{O} = 6\text{NaTaO}_3 + 2\text{NaOH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$. Олар тұз қышқылында ерімейді. Сондықтан метатүздарды қышқылда өндегенде барлық қоспалар ерітіндіге өтеді де, қалдықтан бөлініп алынған соң сілтілік ерітіндіге қайтадан процеске оралады. Металдардың метатүздарын 10-15 %-тік фторсутек қышқылында еріткенде комплексті ($\text{H}_2(\text{Ta}, \text{Nb})\text{F}_7$) қышқылдар түзіледі. Бұл технологияның артықшылығына қымбат тұратын реагенттердің (сілтінің және HF-дің (0,5 кг NaOH 1 кг концентратқа) кем жұмсалуды жатады.

1.1.2.2 Танталит пен колумбит концентраттарын фторсутек қышқылында еріту

Танталит пен колумбит концентраттарын өте майда етіп ұсақтап, сонан соң оны 80 °C-қа қыздырылған фторсутек қышқылының ерітіндісінде еріткенде, металдардың фтор комплексті қышқылдары түзіледі.



Негізгі металдармен қатар, ерітіндіге басқа да металдардың қосылыстары $\text{H}_2[\text{SnF}_6]$; $\text{H}_2[\text{TiF}_6]$; $\text{H}_2[\text{SiF}_4]$; $\text{H}_2[\text{WF}_8]$ өтеді. Сондықтан ерітіндінің құрамы өте күрделі болғандықтан бұл әдіс көпке дейін өнеркәсіпте қолданылмай келді. 1950 жылдардан кейін көптеген жаңа технологиялар пайда болды. Соның ішінде қазіргі уақытта экстракциялық тәсілмен ерітіндіден тантал мен ниобийді бөліп алу, (келешегі зор) перспективті технологияға жатады. Себебі оның технологиясы өте қысқа жолмен алынады және экономикасы жағынан басқа схемаларға қарағанда өте тиімді. Концентратты фторсутек қышқылында еріту процесін — сырты темірден, ал ішкі жағы қышқылға төзімді қорғасын қабатынан немесе графиттен жасалған кірпішпен қаланған аппаратта жүргізеді. Ерітіндіні араластыратын бұлғауышты мыс пен никельдің қоспасынан жасайды. Ерітуге қолданылатын фторсутек қышқылының мөлшері шамамен 1 тонна концентратқа 2÷2,5 тонна жұмсалады.

Концентратты толық ерітіндіге өткізу үшін, кейде фторсутек қышқылымен күкірт қышқылының қоспасын қолданады [4]. Ерітіндіге өткен тантал мен ниобийдің қосылыстарын, басқа металдардың қоспаларынан экстракция арқылы іріктеп (талғап) бөліп алады. Еріту кезінде фторсутек қышқылының буы ұшады, сондықтан бұл процесс жабық аппаратта өткізіледі.

1.1.2.3 Лопарит концентратын күкірт қышқылында өңдеу

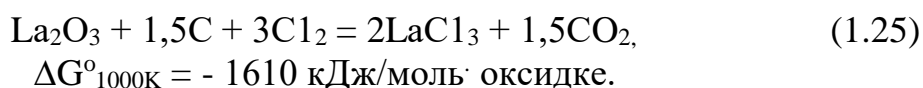
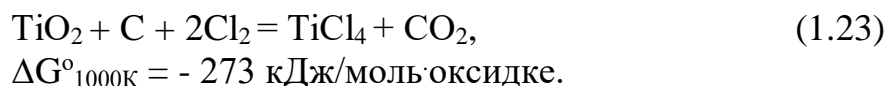
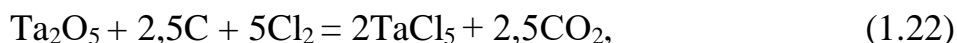
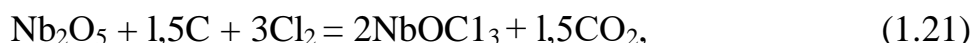
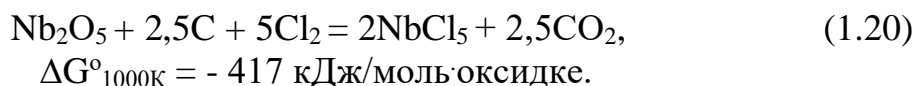
Лопарит пен пирохлордың минералдары танталит пен колумбитке карағанда тез өңделінеді, бірақ химиялық құрамы өте күрделі болып келеді [5]. Себебі онда тантал мен ниобийден басқа титан, лантан және басқа элементтер кездеседі. Соған байланысты, лопаритті күкірт қышқылымен фторсутек қышқылының қоспасында [H₂SO₄; HF] немесе хлормен өңдейді.

Лопаритті хлормен өңдеуді бірінші рет 1936-1940 жылдары жүргізген, содан соң соғыс жылдарынан кейін Гиредметтің қызметкерлері одан әрі дамытып өнеркәсіпке енгізген.

Бұл технологияның мәні мынада. Кокспен араласқан лопарит концентратын 750-850 °С қыздырып, оған хлорды жібергенде, концентраттың құрамындағы металдардың хлоридтері пайда болып, олар буланып ұша бастайды. Әр металдың хлоридтерінің буланып ұшу температурасы әр түрлі, соған байланысты металдар топ-топқа бөлінеді. Төменде 1.2-кестеде металдардың хлоридтерінің балқу мен қайнау температуралары көрсетілген.

Төменгі температурада қайнайтын кремнийдің, титанның танталдың және ниобийдің хлоридтері газбен қосылып ұшады да, арнайы аппараттарда ұсталынады.

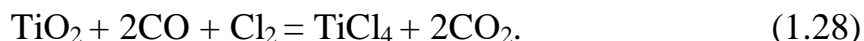
Мысалы, кремний мен титанның хлоридтері сұйық күйінде, тантал мен ниобийдің хлоридтары шаң түрінде, ал жоғарғы температурада қайнайтын натрийдің кальцийдің және сирек кездесетін жер металдарының хлоридтері балқып хлораторда жиналады. Лопарит концентратын хлормен әрекеттестіру реакциялары мынадай теңдеулер бойынша жүреді.



Бөлініп шыққан газ CO₂ көміртегімен әрекеттеседі:



Сонымен қатар мынадай реакциялар да жүруі мүмкін:



Сондықтан көміртегінің рөлі тек оттегін қосып алу ғана емес, сонымен қатар процесті қарқынды жүргізеді. Лопарит концентраттын хлормен әрекеттестірудің екі тәсілі бар.

Брикеттелген шихтаны хлорлау. Лопарит концентратын ұнтақтап оған керекті мөлшерде 20-30 % мұнайлы коксты қосып брикет жасайды. Содан соң брикеттің мықты болуы және ондағы органикалық заттардың ұшуы үшін, оны ауасыз 800-850 °С қыздырып, кокстейді. Осы процесте мұнайлы немесе тас көмірлі (шайырлар) пектер коксқа айналады. Брикеттерді хлорлауға шахталы электрпеш қолданылады. Оның ішкі диаметрі 4,5-6 м және биіктігі 8 м болады. Ішкі жағынан шамот немесе динаспен қаланады. Хлораторды төменгі жағынан көмірден (графиттен) жасалған екі электрод арқылы ток жіберіп қыздырады.

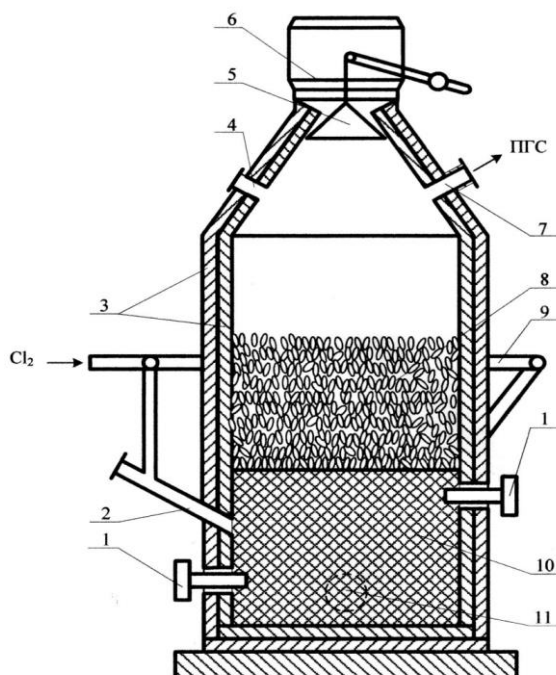
Шахтылы хлоратор бактан хлор жүретін түтік арқылы хлораторға беріледі [6]. Жоғарыдағы айтылған ұшатын хлоридтер (NbOCl_3 ; TaCl_5 ; AlCl_3 ; FeCl_3 ; SiCl_4) түтік арқылы пештен шығып конденсация системасына жіберіледі. Балқытылған (LaCl_3 ; NaCl ; CaCl_2) хлоридтер пештің түбіне жиналады да, керек уақытында сыртқа шығарылады. Бұл тәсілдің кемшіліктеріне брикеттерді дайындау, сонан соң оны 850 °С қыздыру (коксование) жатады.

Балқытылған тұздарда хлорлау. Жоғарыдағы айтылған кемшілікті болдырмау үшін кейінгі кезде лопаритті балқытылған тұздарда хлорлайды. Ол 2-суретте көрсетілген өте майдаланылған концентратты кокспен араластырады да, жоғарғы температурада қайнайтын тұздардың хлоридтеріне (LaCl_3 -55,2 %; CaCl_2 -20,3 %; NaCl -15 %) салып оған хлорды жібереді. Сондықтан бұл процесс үздіксіз жүреді және жақсы араласып тұрады. Хлорлау процесі кезінде шахтадан жасалған хлоратордың 3-3,5 м биіктігінен балқытылған сирек жер элементінің хлоридтері ағып, екінші бір қосымша ыдысқа жиналады.

Оны одан керек уақытта белгі алып сол металдарды алуға жібереді. Төменгі температурада қайнайтын хлоридтер хлоратордан ұшып шығып конденсацияға жіберіледі. Хлорлауды 950-1000 °С жүргізеді, онда 5-6 % дейін көміртегі және балқытылған хлоридте 1,5 % концентрат болуға тиіс. Хлоратордың меншікті өнімділігі тәулігіне 5-5,5 т/м³.

Хлоратордан газ бен будан тұратын металдардың хлоридтері (NbOCl_3 ; NbCl_5 ; TaCl_5 ; TiCl_4 ; SiCl_4 ; Al_2Cl_3 ; FeCl_3) 750-800 °С ұшып шығады. Оның ішінде шаңнан тұратын хлоридтер (NbOCl_3 ; TaCl_5 ; AlCl_3 ; FeCl_3) 240-140 °С шаң ұстайтын камераларда, ал сұйық хлоридтерді [TiCl_4 ; SiCl_4] арнайы салқынданған титанның хлоридімен суландыратын конденсаторларда ұстап алады. Кейінгі кезде алюминий хлориді мен темірдің хлоридін шаңды [NbOCl_3 ; TaCl_5] хлоридтерден тазарту үшін арнайы балқытылған тұзды сүзгі

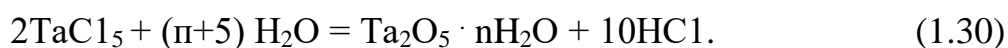
қолданылады. Бұл тәсілдің мәні, ол балқытылған NaCl мен KCl-дың тұздарында темір мен алюминийдің мынадай қосылыстарын NaAlCl₄; NaFeCl₄; қоспалар түрінде 300-500 °С тұзда ұстап қалу.



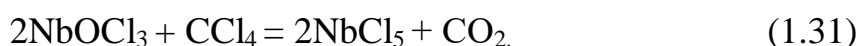
- 1 – электрпештің сыртқы корпусы; 2 – хлор жіберетін фурма (түтік);
 3 – футерлеу; 4 – жарылысты мембрананың тесігі; 5 – қоректендіргіш бөлім;
 6 – қабылдағыш бункер; 7 – бу мен газды сыртқа шығаратын түтік;
 8 – түйіршіктелінген шихта; 9 – хлорный коллектор; 10 – графиттен жасалған цилиндрлер; 11 – балқыманы құйып алатын түтікше.

1.2 Сурет – Түйіршіктелінген шихтаны хлорлайтын шахталы электрпеш

Конденсацияланған хлоридтерді (NbOCl₃; NbCl₅; TaCl₅) сумен немесе хлормен өңдеп тантал мен ниобийдің оксидтерін өндіреді. Конденсатты 90-100 °С сумен өндегенде ерітніді түзіледі.



Конденсатты хлормен өндегендегі мақсат ол NbOCl₃-ті NbCl₅-ке өткізу, содан соң ректификация әдісімен тантал мен ниобийдің хлоридтерін бөлу. Сондықтан оны CCl₄-мен хлорлайды.



Бұның кемшілігіне 75-80% дейін ғана NbCl₅ түзілетіндігі жатады. Оны

толық өткізу үшін екінші рет хлорлау керек. Соған байланысты тағы мынадай тәсіл қолданылады. Оксихлоридін сұйық титанның хлоридінің пульпасында 115-130°C алюминий хлоридімен хлорлау.



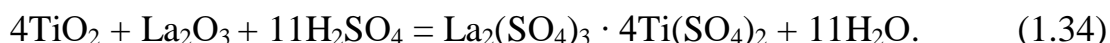
Содан соң 137°C пульпадағы титанның (VI) хлоридін ұшырады да қалған қалдықтан 220-250°C, ниобийдің, танталдың және алюминийдің хлоридтерін буландырып, ұшырып қондырады [7]. Басқа хлоридтерден алюминийдің (III) хлоридін тұзды сүзгіден өткізу арқылы бөледі.

Осы қаралған технологиядан 93-94 % дейін ниобийдің, 86-88 % дейін танталдың (V) оксидтерін, 96-97 % дейін титанның (IV) хлоридін және 95-97 % дейін сирек жер элементтерін бөліп алуға болады.

Лопаритті күкірт қышқылында еріту. Лопарит концентратын күкірт қышқылында еріткенде титанның, танталдың, ниобийдің және сирек жер металдарының екі еселенген сульфаттары түледі. Екі еселенген сульфаттар сілтілік металдарда және аммонийдің ерітінділерінде әртүрлі ериді. Соған байланысты оларды бір-бірінен бөліп алуға болады. Концентратты ұсақтап, 92 % күкірт қышқылымен 150-180 °C қыздырып сульфаттайды. Бір тонна концентратты өңдеуге 2,8 тонна күкірт қышқылы жұмсалынады.

Реакцияға түсетін массаның бірігіп кетпеуі үшін орта есеппен 1 тонна концентратқа 600 кг аммонийдің сульфатын қосады.

Ерітуді теірден жасалған реакторларда өткізеді, реакция жылдам жүріп 20-30 минутта бітеді. Ерітудің соңында жартылай (кепкен) кебу қорытынды алынады. Оны 2-3 сағатқа дейін суытады.



Егер концентратта титан көп болса, онда ниобий мен танталдың қосылыстары соның екі еселенген сульфатымен бірге қоспа ретінде қалады. Сульфатизациядан өткен массаны сумен шайғанда сирек жер металдары екі



еселенген сульфат түрінде қалдықта қалады да, титан TiOSO_4 , тантал және ниобий $\text{Ta}_2\text{O}_3(\text{SO}_4)_2$; $\text{Nb}_2\text{O}_5(\text{SO}_4)_2$ осындай қосылыстары түрінде ерітіндіге өтеді. Күкірт қышқылды ерітіндіні қалдықтан сүзгі арқылы белгі алады. Ерітіндіден титанды бөліп алу үшін оған аммонийдің сульфатын қосады да титанды $(\text{NH}_4)_2 [\text{TiO}(\text{SO}_4)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$ тұнбаға шөктіріп бөледі.

Белгілеп алынған $(\text{NH}_4)_2[\text{TiO}(\text{SO}_4)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$ титанның екі еселенген сульфатын тері өнеркәсібінде бояу ретінде қолданады немесе оны 800-900 °C-қа қыздырып TiO_2 -ні бөліп алады. Күкірт қышқылы тәсілінің, хлорлау әдісіне

қарағандағы кемшілігі, ол титанның өнімінің төмендегі (70 %). Өнімді арттыру үшін титанды тантал мен ниобийден экстракциямен бөліп алған соң, қалған ерітіндіден қосымша өндіреді.

1.1.3 Тантал мен ниобийді бір-бірінен бөліп алу тәсілдері

Жоғарыда айтылғандай тантал мен ниобийдің химиялық қасиеттері бір-біріне өте ұқсас, соған байланысты оларды бір-бірінен бөліп алу күрделі жұмыс [8]. Қазіргі кезде танталды ниобийден бөліп алу үшін мынадай әдістер қолданылады: металдардың фтор комплексі тұздарын бөлшектеп кристаллизациялау; органикалық ерітінділермен экстракциялау; иондары алмасатын смоламен сорбциялау; хлоридтерді ректификациялау (тазалау); ниобийдің хлоридін (пентаоксидін іріктеп, сұрыптап) бөліп алу.

1.2 Үлбі металлургиялық зауытының жұмысын сараптау

1.2.1 Өнеркәсіптің қысқаша сипаттамасы

«ҮМЗ» АҚ тантал өндірісі – әлемдегі ең ірі және ТМД аумағында тантал-ниобий құрамды шикізаттан дайын өнімге дейінгі толық өндірістік циклге ие жалғыз кәсіпорын.

«ҮМЗ» АҚ-ның тантал өндірісі тантал-ниобий шикізатының кез-келген түрін қайта өңдеудің икемді технологиясымен, оның ішінде берілген сапа параметрлерімен ерекшеленеді.

«Үлбі металлургиялық зауыты» АҚ – атом электростанциясына арналған уран диоксидінен алынатын отын таблеткаларын және берилий, тантал және ниобий құрамды өнім өндіру бойынша әлемдік танымал көшбасшылардың бірі.

1.2.2 Шикізат базасы

Күйдіру бөлімшесінің шикізаты Зыряновск, Лениногорск, Жескент, Текели және басқа кеңорындарының концентраттары болып табылады.

Зауытқа түсетін концентраттар теміржол таразыларына өлшенеді және оларды сақтауға арналған қоймаларға тиеледі. Қойма ортасында, теміржол вагондарының келуіне арналған темір бетонды эстакадалар өтеді, эстакаданың екі жағында, контейнерлер немесе толып түсетін концентраттарды вагондардан шығарып, салатын терең отсектер бар. Концентраттың әрбір түрін сақтау үшін жеке отсекке бөледі. Бір оттекте әртүрлі концентраттардың араласуына жол берілмейді, себебі бұл кейіннен шикізатты өңдеу технологиясын қиындатады. Бұл ереженің сақталуы, зауытқа әлі белгісіз химиялық және минералының құрамымен түскен жаңа концентраттар үшін әсіресе маңызды.

"Үлбі металлургиялық зауыты" АҚ тантал өндірісі ТМД аумағында жеке және әлемде тантал қосылған шикізатты қайта өңдеуден дайын өнім алуға дейін толық өндірістік циклі бар аса ірі кәсіпорындардың қатарына жатады. «ҮМЗ» АҚ тантал өндірісі тантал-ниобий шикізатының, оның ішінде күрделі өңделетін қандай да болса түрін қайта өңдейтін, белгілі сапа параметрмен өндірілетін өнімнің қолайлы технологиясымен ерекшеленеді. Кәсіпорынның тантал мен ниобий өндірісіндегі негізгі реагент, фторлы сутек қышқылын өндіруге қажетті өз флюорит рудасының шикізат базасы (Қаражал кен орны, Қазақстан) бар.

«ҮМЗ» АҚ жоғары білікті инженерлік-техникалық және ғылыми-зерттеу персоналы, жарты ғасырлық тантал өндірісі бойынша жұмыс тәжірибесі тапсырыс берушінің талаптарына сай жоғары сапалы өнім шығаруға мүмкіншілік жасайды.

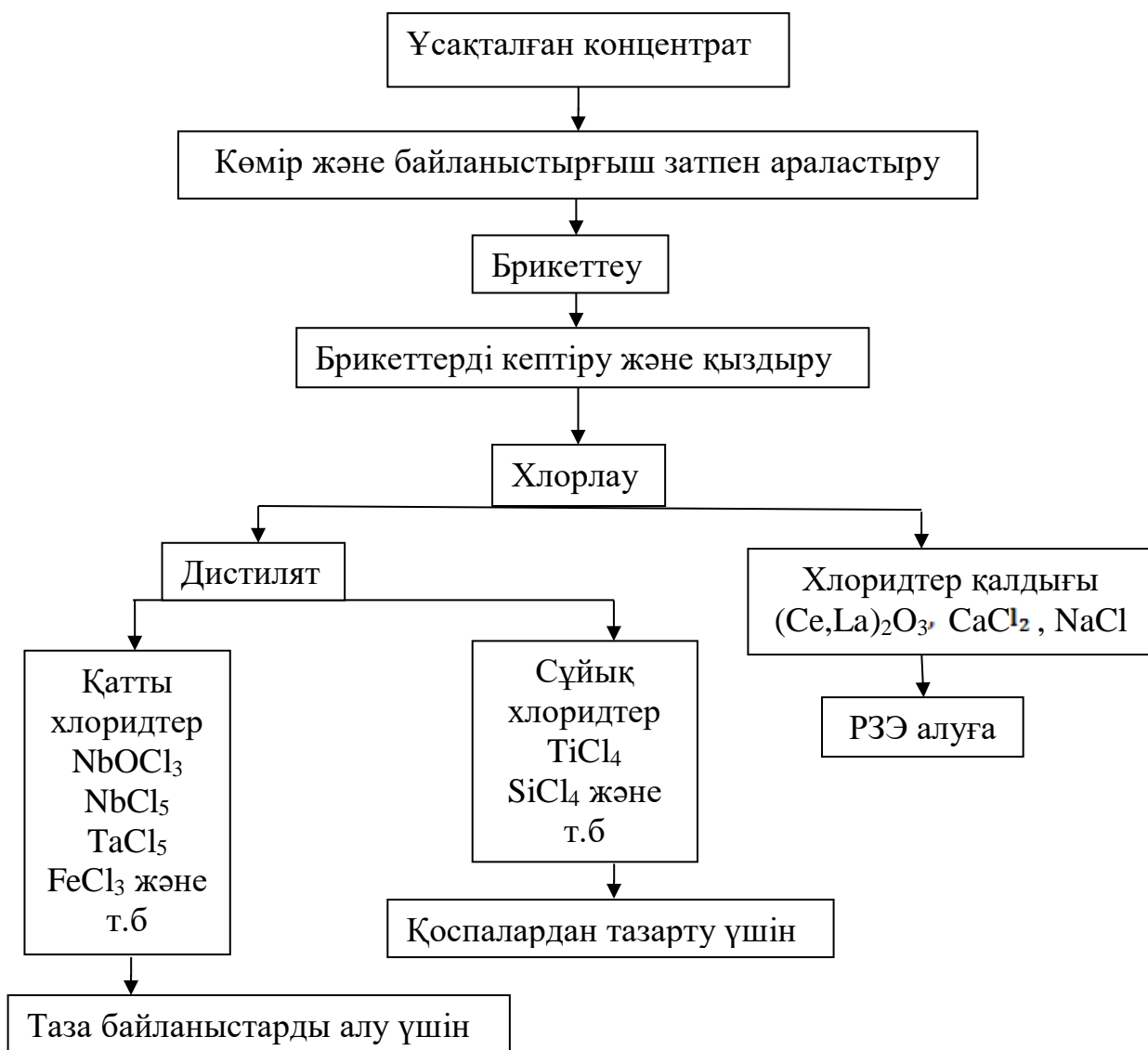
Өндірісте қолданылатын технология тазалығы 99,97 пайыздық тантал өндіруге кепілдік береді. Тұтынушыға өнім белгілі мерзімде келіскен спецификация бойынша жеткізіледі.

Кәсіпорын мамандары, заманға сай металл рыногының талаптарын ескере отырып, тантал өндірісінің инвестициялық даму бағдарламасын әзірледі, және ол бес жыл ішінде осы мақсаттарға 20 млн. долл. игеруді көздеп отыр. Бағдарлама орындалса «ҮМЗ» АҚ тантал өндірісінің өнімдері сыртқы және ішкі рыноктарда оның қажеттілігін қамтамасыз етеді, және Қазақстанның экспорттық әлеуетін қатайтады. Бәсекелестік қабілеті бар, жоғары сыйымдылықты конденсаторлық тантал ұнтақтарының және заманға сай конденсаторлар сымдарының, құйма, илек, сым, ұнтақ, лигатура түріндегі ниобий өнімдерінің үнемді өндірісін ұйымдастыру көзделіп отыр.

Nb_2O_5 және K_2TaF_7 өндірісі үшін бастапқы шикізаттар – техникалық ниобийлі танталды гидрототығы лопарит концентратын қайта өндегенде өндіріледі. Кен гравитациялық байытылады және ұсақталады. Ұсақталған концентрат хлорлауға беріледі. Концентрат құрамында 8-9 % $(Nb+Ta)_2O_5$ (мына қатынаста $Nb_2O_5:Ta_2O_5 = 17:1$) 32-35% TiO_2 26-28 % $(Ce, La\dots)_2O_3$ және басқа да қоспалар.

Комбинатта қолданылатын хлорлау тәсілі шикізаттың негізгі бағалы құраушыларын: ниобий және тантал, титан және сирек жер металлдарын шығаруға септігін тигізеді. Хлоридтерді түзетін ұшпалылық айырмашылықтары концентраттың негізгі құраушыларын бөлуге мүмкіндік береді. Хлорлау үрдісінде салыстырмалы төмен қайнау нүктелері бар тантал, ниобий және титан хлоридтері газдармен бірге ұшып кетеді және кондецияға сәйкес құрылғыларда ұсталынады.

Сирек жер металлдарының натрий және кальцийдің жоғары қайнайтын хлоридтері хлоридтер балқымасы түрінде пеш қалдықтарында қалады.



1.3 Сурет – Хлорлау әдісі бойынша лопаритті концентраттың қайта өңдеудің сызбанұсқасы

Лопаритті концентратының хлорлауының принципті технологиялық сызбанұсқасы 1.3 суретте көрсетілген.

Гидрототықтың алынған қоспасы «техникалық танталды ниобий гидрототығы» НБГТ-1 немесе НБГТ-2 маркаға сәйкес.

Гидрототықтың болжама құрамы 1.1 кестеде көрсетілген.

1.1 Кесте – Техникалық ниобий гидрототығының құрамы, %

ΣЗК	Ta ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	Cl	Fe ₂ O ₃	Th	K	PЗЭ ₂ Cl ₃
80-90	1,5-8,0	0,3-1,0	0,2-0,4	3,0-6,5	1,0-3,0	0,1-0,5	1-4,0	0,5-1

1.2.3 Тантал-ниобийлі концентратты өңдеудің таңдалған технологиялық схемасын негіздеп баяндау

Сұйық экстракциялы Nb және Ta бөлінуімен Ниобийдің техникалық гидрототығын қайта өңдеудің технологиялық сызбанұсқасы 1.4 суретте көрсетілген.

НБГТ-1 немесе НБГТ-2 маркалы ниобийдің техникалық гидрототығы HF-қа ерімес бұрын қажетсіз реакцияларды болдырмас үшін сілтілі металлдардың тұздарынан және Cl-дан тазаруы қажет:



Алынған тұз – калий фтортанталаты – қиын ериді және гидрототықтың еру реакциясының соңында тұнбаға түседі және ерімейтін қалдықпен бірге жоғалады, ол өзінен кейін Ta тартып ала кетеді.

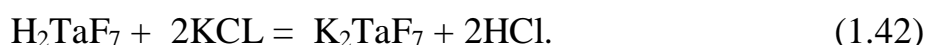
50-70 °C температурада Cl иондарынан тиімдірек тазарту үшін 5 %-тік ерітіндіге дейін H₂SO₄ қоса отырып ыстық суда тазартуды жүргізеді. Екі қайтара тазартудан кейін пульпаны сақтап қалады және декантация әдісі арқылы жоғарғы құйылысты құяды, яғни шөкпейтін гидрототықты бөлу үшін фильтр – пресстен өткізетін жуылған суды. K, Na және Cl иондарынан тазарту үшін фильтратты ионито-катионитті фильтрлерге жібереді және тазартудан кейін техникалық гидрототықты жуып тазарту операциясына қайтарады.

Экономикалық көзқарас бойынша цехтың жалпы сарнауының емес, ал жеке технологиялық үрдістер мен операцияларда және тұзы бар металлдар мен қышқылдардың төменгі санында пайда болған суларда ионитті тазартуы пайдалырақ. Осы жағдайда иониттер регенерациясында және құрамында түрлі химиялық өнімдер бар концентрлі ерітінділер өндірісінде қайта өңдеу мен қайта беруде аз қиыншылықтар тудырады. Өндіріс тәжірибесінде Nb және Ta өндірісінде тазарған сулар техникалық гидрототықтан тазарғаннан кейін тасталынады. Ұсынылған жобада тазартуы мен қолданылатын судың 97 % дейін айналымға қайтаруы болжалынады.

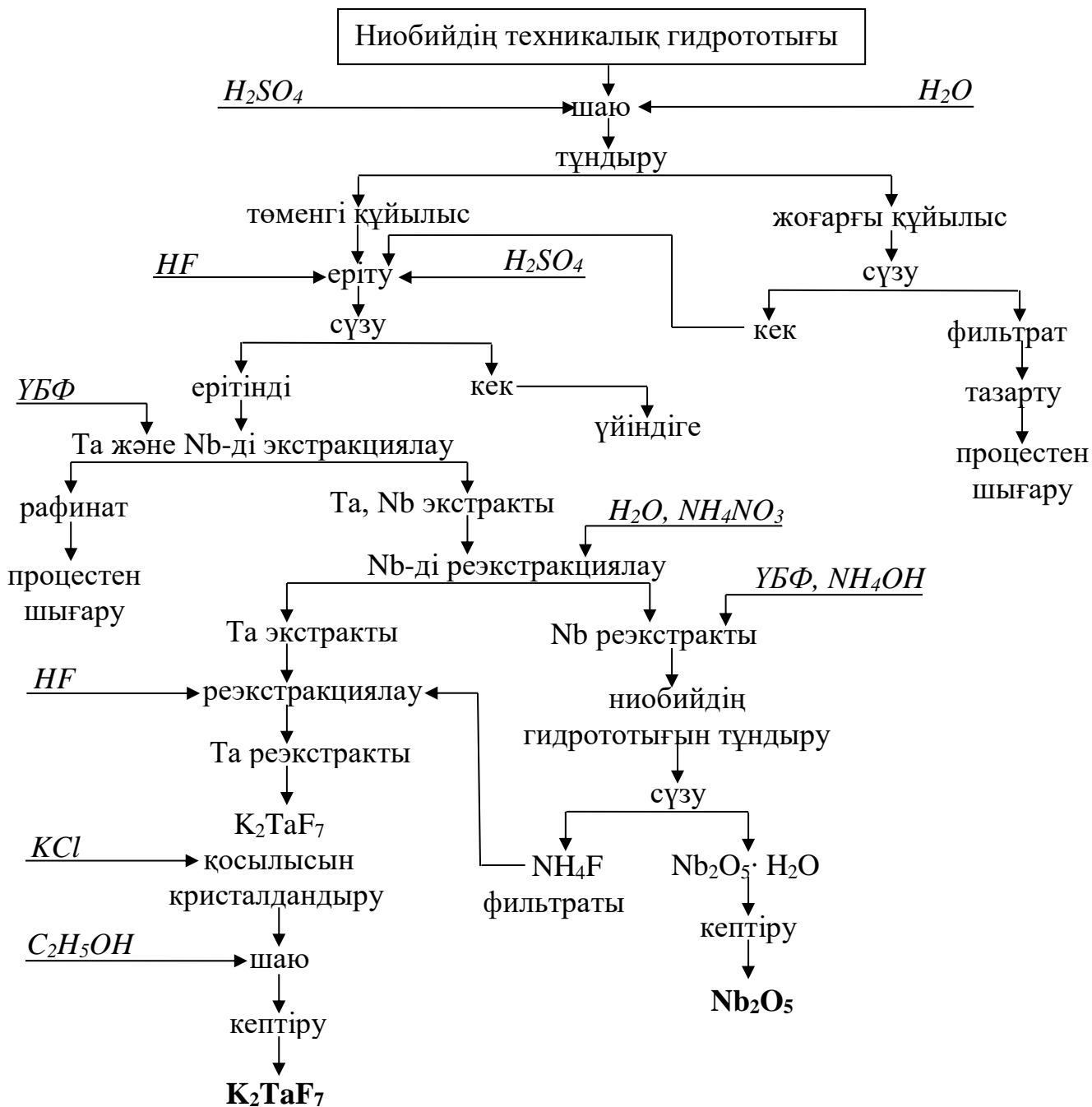
Берілген сызбанұсқада NH₄F ерітіндісін дайындау үшін экстракттан Ta реэкстракциясы үшін, Nb, Ta экстракттарын жуу үшін жуу ерітіндісін дайындауға фильтратты қолдану қарастырылған, ол HF және NH₄OH үлкен мөлшерін үнемдеуге мүмкіндік береді.

Қабылданған сызбанұсқа бойынша химиялық машина жасауда кеңінен шығарылатын едәуір қарапайым құрылғы қолданылады, тапшы қосымша материалдар болмайды, сонымен қатар дайын өнім өндірісіне энегетикалық шығындар да үлкен емес.

Таңдалған сызбанұсқа бойынша K₂TaF₇-ні мына химиялық реакция бойынша



тұздау эффоиті есебінен кристаллизация әдісі арқылы алынады. Реакция нәтижесінде аз еритін тұз алынады K_2TaF_7 .



1.4 Сурет – Ниобийдің техникалық гидрототығынан Ni_2O_5 және K_2TaF_7 алудың технологиялық сызбанұсқасы

2 Бас жоспар, көлік және жоба бойынша құрылыс шешімдері

2.1 Құрылыс ауданының қысқаша сипаттамасы

Өскемен қаласы Ертіс және Олбы өзендерінің түйіскен жерінде, Ертіс өзенінің оң жағалауында орналасқан.

Қаланы қоршап тұрған аймақ, тау жоталарымен қоршалған өзендік алқап болып келеді. Шығысынан 10-15 км қашықтыққа, ұзындығы теңіз деңгейінен 800м жетейін Қалбы жоталарының батыс тарамдарын өтеді. Батысында аймақ төмендейді және кең, қатты адырлы жері жазық болып келеді. Оңтүстік-батыс және оңтүстікке қарай аймақ, бірте-бірте көтеріле отырып, Қалбы жоталарының солтүстік тарамдарын басып өтеді. Аймақта мен батпақтар жоқ.

2.2 Құрылыс алаңын таңдау

АҚ «ҮМЗ» Өскемен қаласының солтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан. Оңтүстік-батыстан, оңтүстіктен, шығыстан және солтүстік-батыстан оған сәйкесінше жұмыс істеп тұрған ЖШС «АЭС УК ТЭЦ», АҚ «ОСЗ» ВНИИцветмет, АҚ «Казцинк» ӨМК өнеркәсіптер іргелес. Бұл өнеркәсіптер бірігіп солтүстік өндірістік түйін түзеді. Алаң батысынан және солтүстігінен теміржол магистраліне шығады. Оңтүстік батыс бағытында қаланың аудандары ҮМЗ тасталындылар шеткі көздерінен 3000 м қашықтыққа, оңтүстік шығыс бағытында қашықтықта орналасқан. Өнеркәсіп жерінің рельефі тегіс болып келеді.

2.3 Жергілікті аймақтың, топырақтың және климат мәліметтерінің сипаттамасы

Құрылыс үшін климаттық аймақтандыру бойынша, СНИП 2.01.01.-82 „Құрылыстық климат және подпулкаға“ сәйкес қарастырылып отырған аудан 1В зонсына жатады .

Аудан климаты түрлі континенталді, қысы ұзақ әрі суық және жазы қысқа әрі ыстық. Тәулік ауа температурасының өзг ерісі ауқымды.

Орташа жылдың ауа температурасы +3 °С тең.

Ауаның минималды температурасы қаңтар айында байқалады , орташа мәні -16,2 °С . Абсолютті минимум - 0 °С.

Максималды температура маусымда, орташа айлық +21,2 °С мәнімен байқалады. Температураның абсолютті максимумы - +41 °С .

Аязсыз мерзім ұзақтылығы оташа есеппен 132 күн.

Сыртқы ауаның есептік температуралары: қысқы – -21,9°С; жазғы – +28,6 °С .

Аудан үшін орташа жылдық жауын нормасы 836 мм.

Қыста қар қалыңдығының орташа биіктігі-48 см құрайды. Қар қалыңдығының салмағы 150 кг/м^2 .

Жел басым бөлігінің бағыттары:

- Оңтүстік шығыс 34;
- Солтүстік шығыс 24.

Жел бағыттарының орташа жылдамдығы: қыста – 5,7 м/с; жазда – 3,5 м/с.

Құрылысқа таңдалынған жердің рельефі, тегіс, құм суларының шоғырлану тереңдігі – 8 м. Құмды сулар әлсіз сілтілі, бетонға қатысты агрессивті емес. Жер қыртысы – тау жыныстары, шамамен 3 м тереңдікте тастың құм жатындылары басталады.

Топырақ қатып қалуының нормативті тереңдігі – 150 см, нольдік изотерма енуінің максималды тереңдігі – 200 см.

Ауаның ылғалдылығы, жыл ішінде қысқы уақытта 85-45% аралықта, жазда – 60-80 % дейін өзгереді.

2.4 Көлік

ҮМЗ зауытының жүктерін тасымалдау үшін тіркейтін салмағы 68 тонналы „ТГК-3“ типті тепловоздар қарастырылады. Жүк көтергіштігі 60 тонна болатын вагондарымен жүзеге асырылады. Зауытқа түсетін жүктерді өлшеу үшін „ВЦ-5“ маркалы 150 тонналы таразылар орнатылған.

2.5 Бұзылған жерлерді рекультивациялау

Бұзылған топырақтардың қайта өңдеуі санитарлық және өртке қарсы нормаларының талаптарымен сәйкес олардың функционалдық тиістілігіне қарай жобаланады.

Негізгі өндіріс алаңында, нормативтік санитарлық-гигиеналық шарттарының жасаулары үшін, өндірістік цехтардың арасындағы, ауаның шаң басқандығын деңгей бойынша, технологиялық ағып кетулерді аумақтың ластануы, сонымен бірге еркін құрылыс ошағы және жасыл отырғызулардан жерлерінің кері төгіндісі қажетті сульфатты басқыншылықтың жоғарылатуына қарсы қажетті.

Жапырақты ағаштардың аумақтың еркін бөлімшелерінің көгалдандыруы ескерілген.

2.6 Құрылыс шешімдері

Жобалау цехы өндірістік және әкімшілік – тұрмыстық корпусынан тұрады.

Өндірістік корпус – 54x24 см көлемді тікбұрышты жоспарлы екіқабатты

ғимарат. Ғимарат биіктігі 13,5 м. Цех аралығы 12 м, колонна қадамы – 6 м. Цех биіктігін цехте болатын құрылғы биіктігіне және кран – арқалықты габариттерге қарай аламыз. Цех шатыры сыртқы суағарымен барлық цехты жабады. Жабыны құрама темір – бетонды тақтадан жасалған. Шатыр жылытқышы – көлемдік салмағы 800 кг/м^3 керализитті бетон. Едендері ағаштан, цементтен, керамикалы плиткалардан дайындалады.

Ішкі өрнегі барлық конструкцияны жабады, агрессиялық ортаға қарсы және ашық қызыл түсті бояумен боялған.

Әкімшілік – тұрмыстық корпус – өндірістік корпусың бүйір жағына жалғасатын екі қабатты ғимарат, жоспар бойынша ғимарат көлемі $24 \times 9,3$ м. Ғимарат биіктігі 3,3 м. Жабындысы жалпақ, сыртқы суағарымен. Шатыр жылытқышы – көлемдік салмағы – 800 кг/м^3 керализитті бетон.

Әкімшілік бөлмелерінде едендер ағаштан жасалған. Ішкі өрнегі силикатты немесе майлы бояулы желімді ақталған түрде.

Цехта тамақтануға арналған бөлмелер бар.

Негізгі салмақ түсіретін конструкция болып темірбетонды колонналар мен прогондар болып саналады.

Колонналар астындағы іргетастар – құрама темірбетон. Сыртқы қабырғалары М-100 кірпіштерінен М-50 ерітіндісінде жасалады.

Ғимарат алды сыланбайды. Сыртқы қалауды жіктердің «сөгу» астында жүргізу қажет. Ірге цементті ерітіндімен сыланады.

Қабатаралық жабынды төбені жабатын төсем құрама темірбетонды прогон бойынша құрама темірбетонды тақтадан жасалған.

Шөгуге қарсы аймақтар тұтас бетоннан жасалған. Аралық кірпішті; панелді. Сатылық марштар және алаңдар құрама темірбетонды және металлды.

Терезе жақтаулары – ағаштан жасалған, қос, ашылатын. Қақпа кең ашылады. Жылыту су арқылы орталықтанған. Желдету табиғи және еріксіз.

3 Технологиялық бөлім

3.1 Металлургиялық есептеу

Цехтің берілген өнімділігі Nb_2O_5 бойынша 300 т/жылына. Берілген мөлшердегі 96,56 % шығарылымды (ҮМЗ жұмыстарының мәліметтері бойыншы) өнімді алу және қайта өңдеу үшін 5 кестеде көрсетілген берілген құрамның 378,8 т шикізатты өндіру қажет.

3.1 Кесте – Тантал-ниобийлі техникалық гидрототығының шикізат құрамы, %

ΣЗК	Ta ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	Te ₂ O ₃	Th	Cl	басқа
80	5,0	0,8	0,4	1,0	0,1	4,0	8,7

Басқалар құрамына 8,7 % сансыз хлоридтер мен тотықтар, ылғал кіреді. Берілген жағдайда хлоридтер Na, K. Шикізат Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , Fe_2O_3 тұрады деп ойласақ. Cl KCl, NaCl, ThCl тұздары түрінде байланысады, жарым-жартылай (PЗ)·Cl₃ түрінде, қалған хлор жоғарғы хлоридтер түрінде басқалармен байланысады.

C Th Cl – мен байланысады:

232 кг Th-да 142,0 Cl бар

0,1 кг Th-да X кг Cl

$$X = \frac{0,1 \cdot 142}{242} = 0,6 \text{ кг}$$

C Na Cl-мен байланысады:

23 кг Na-да 35,5 Cl бар

1 кг Na-да X кг Cl бар

1 кг K- да X кг Cl

$$X = \frac{35,5 \cdot 1}{23} = 0,91 \text{ кг Cl}$$

Қалған мөлшер PЗЭ – мен PЗЭ Cl₃ түрінде байланысады.

Шикізаттың рациональды құрамы 3.2-кестеде берілген.

$$X = \frac{1 \cdot 35,5}{23} = 1,54 \text{ кг}$$

C K Cl-мен байланысады: 39 кг K - да 35,5

3.2 Кесте – Тантал-ниобийлі техникалық гидрототығының рационалды құрамы, %

	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	KCl	NaCl	ThCl ₄	Басқа	
Nb ₂ O ₅	80,0	-	-	-	-	-	-	-	-	80,0
Ta ₂ O ₅	-	5,0	-	-	-	-	-	-	-	5,0
SiO ₂	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	0,8
TiO ₂	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,4
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	1,0	-	-	-	-	1,0
Cl	-	-	-	-	-	0,91	1,54	0,06	1,49	4,0
K	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	1,0
Na	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	1,0
Th	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1
Басқа	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	6,7
Қор-ды	80,0	5,0	0,8	0,4	1,0	1,91	2,54	0,16	8,19	100

3.1.1 Техникалық гидрототықты K⁺, Na⁺, Cl⁺ иондарынан тазарту

K⁺, Na⁺, Cl⁺ иондарынан арылуды сумен H₂SO₄ қоса отырып 50 г/дм³ концентрацияға дейін техникалық гидрототықты сілтісіздендіру арқылы жүзеге асыруға болады.

Сілтісіздендіру жылдамдығына қойыртпақ тығыздығы анық әсер етеді. Қаттының құрамы жоғарыласа тығыздық пен тұтқырлықтың жоғарлауына алып келеді, осыдан диффузия коэффициенті төмендейді. Бір уақытта араласу шарты нашарлайды. Осы қатынаста сұйтылған қойыртпақты қайта өңдеу тиімді.

Тәжірибеде ҮМЗ-да ниобийдің техникалық гидрототығын қайта өңдеуде Т:Ж қатынасын тазарту кезінде 1:8-ге тең етеді, осы жағдайда тазарту үрдісі тиімдірек өтеді.

K⁺, Na⁺, Cl⁺ иондарынан тазартуға қажетті судың теориялық мөлшерін есептеуді мына формула бойынша жүргізуге болады

$$C_k = \frac{C_n \cdot a}{a + b}; \quad (3.1)$$

мұндағы C_k – тазартылатын қосылыстың соңғы концентрациясы;

C_n – тазартылатын қосылыстың бастапқы концентрациясы;

a – шайлатын шикізат мөлшері;

b – шаятын су салмағы.

C_k – 1,5 % Cl (тәжірибелік мәліметтер бойынша пульпадағы Cl иондарының қалдық мөлшері);

C_n – 4,0 % немесе 4 кг;

a – 100 кг-ға теңестіреміз, яғни есеп 100 кг шикізат есептелінеді;

(3.1) формуладан шаятын су салмағы былай анықталады:

$$b = \frac{C_n \cdot a - C_k \cdot a}{C_k} = \frac{a(C_n - C_k)}{C_k} = \frac{100(4 - 1,5)}{1,5} = 167 \text{ кг}.$$

Тәжірибелік мәліметтер бойынша Т:Ж = 1:8 қатынасы бойынша шаятын су салмағын 1000 кг деп аламыз.

Шаятын суда K^+ , Na^+ , Cl^- иондары мынандай көлемде болады: 2,5 кг Cl^- , 1,0 кг K^+ , 1,0 кг Na^+ немесе шаятын суда қоспа концентрациясы Cl^- ионы үшін

$$\frac{a}{b} = C_{Cl}; \quad (3.2)$$

мұндағы a – шаятын суда Cl^- иондарының мөлшері, гр;

b – шаятын су мөлшері, $дм^3$;

C_{Cl} – Cl^- иондарының концентрациясы, $г/дм^3$.

$$C_{Cl} = \frac{a}{b} = \frac{2500}{1000} = 2,5 \text{ г/дм}^3;$$

K иондары үшін:

$$C_K = \frac{a}{b} = \frac{1000}{1000} = 1 \text{ г/дм}^3;$$

Na иондары үшін:

$$C_{Na} = \frac{a}{b} = \frac{1000}{1000} = 1 \text{ г/дм}^3.$$

Шаю үшін 50 г/дм^3 концентрацияға дейін H_2SO_4 қосу керек.

Құрғақ техникалық гидрототық пен құятын су көлемін біле отырып пульпаның жалпы көлемін табамыз:

$$V_{\text{пульпа}} = V_{2/0} + V_{H_2O}. \quad (3.3)$$

Техникалық гидрототық алатын көлемді табамыз. Өндірістік мәліметтер бойынша техникалық гидрототықтың үйме салмағы $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$, онда көлемді табамыз

$$V_{2/0} = \frac{100}{1,4} = 72 \text{ дм}^3.$$

Пульпаның жалпы көлемін табамыз:

$$V_{\kappa} = V_{2/0} + V_{H_2O} = 72 + 1000 = 1072 \text{ дм}^3.$$

H₂SO₄ қышқылдың 96 % концентрациясын немесе 1766 г/дм³ қолданамыз. Мына қатынастан H₂SO₄ мөлшерін табамыз:

$$V_{H_2SO_4} = \frac{V_{\text{пульпа}} \cdot C_{H_2SO_4}}{C_{H_2SO_4}}; \quad (3.4)$$

мұндағы $V_{H_2SO_4}$ – 50г/дм³ H₂SO₄-пен ерітінді алу үшін қажетті H₂SO₄ көлемі;

$V_{\text{пульпа}}$ – пульпаның көлемі;

$C_{H_2SO_4}$ – пульпадағы H₂SO₄ концентрациясы;

$C_{H_2SO_4}$ – H₂SO₄ концентрациясы.

$$V_{H_2SO_4} = \frac{V_{\kappa} \cdot C'}{C} = \frac{1072 \cdot 50}{1766} = 25 \text{ дм}^3.$$

3.3 Кесте – Техникалық гидрототықты сілтілі металдар иондарынан және Cl-дан тазарту операциясының материалды балансы

Түсті	кг	%	Алынды	кг	%
I. Шикізат	100,0	100	I. Пульпа	185,7	100
Оның ішінде			Оның ішінде		
Nb ₂ O ₅	80,5	80	Nb ₂ O ₅	80	43
Ta ₂ O ₅	5,0	5	Ta ₂ O ₅	5	2,7
SiO ₂	0,8	0,8	SiO ₂	0,8	0,4
TiO ₂	0,4	0,4	TiO ₂	0,4	0,2
Fe ₂ O ₃	1,0	1,0	Fe ₂ O ₃	1,0	5,3
KCl	1,91	1,91	Th(SO ₄) ₂	0,16	0,06
NaCl	2,54	2,54	басқалар	8,19	0,44
ThCl ₄	0,16	0,6	H ₂ O	86,4	46,3
Басқалар	8,19	8,19	H ₂ SO ₄	3,6	1,93
II. H ₂ O	1000,0	-	II. Таз. су:	960,3	100,0
III. H ₂ SO ₄ p-p	46	100	KCl	1,91	0,2
H ₂ SO ₄	44,14	96	NaCl	2,54	0,26
H ₂ O	1,86	4	H ₂ O	913,6	95,10
			H ₂ SO ₄	42,0	4,44
Қорытынды	1146	-		1146	-

96 % H₂SO₄ тығыздығы 1,84 г/см³. H₂SO₄ көлемін табамыз, кг

$$P = \rho \cdot V = 25,0 \cdot 1,84 = 46 \text{ кг.}$$

46 кг H₂SO₄ ерітіндісіне H₂O енгіземіз

100 кг ерітіндіде 4 кг H₂O бар

46 кг ерітіндіде X кг H₂O

$$X = \frac{4 \cdot 46}{100} = 1,86 \text{ кг}$$

Қалған 46 – 1,86 = 44,14 кг-ды H₂SO₄ құрайды.

3.1.2 Шаятын суды тазарту

Гидрототықты тазартқанда құрамында K, Na, Cl, H₂SO₄ иондары бар шаятын су пайда болады. Шаятын суды тазартуды алмасудың иондық әдісімен орындаймыз. Катионит ретінде ГОСТ 20298 – 74 бойынша үлкен масштабтарда «Карболит» Кемеровский зауыты мен Черкасс химиялық комбинатынан шығарылатын КУ-2-8 қатты қышқылды катионитті аламыз.

Анионит ретінде ГОСТ 20301-74 бойынша Ново – Кемеровский химиялық комбинатта шығарылатын қатты негізгі АВ-17-8 анионитін аламыз. АН-31 анионитін қолдануға болады (Нижне-Тачильский пластмасс зауыты).

Суды тұзсыздандыру алдында катионитті алмасуда кедергі келтіретін H₂SO₄-ті жою үшін оның нейтрализацияға ұшыратады, себебі катионит регенериленеді және Na және K иондарын шаяды, бұл аса қажетсіз.

Нейтрализацияны 26 %-дық NH₄OH ерітіндісімен (NH₄)₂SO₄ тұнбасы алынғанша жүргіземіз, оны филтпрессте судан фильтрациямен бөліп аламыз.

H₂SO₄ және NH₄OH әрекеттескенде мына реакция жүреді:



42,4 кг H₂SO₄ -ті нейтрализациялау үшін NH₄OH қажет:

$$X = 42,4 \cdot \frac{2 \cdot 35}{98} = 15,1 \text{ кг}.$$

NH₄OH ерітіндісін 46 % алу керек, сол кезде 15,1 кг NH₄OH-тен мынадай мөлшерде H₂O енгізіледі.

100 кг ерітіндіде 26 кг NH₃ бар

X кг ерітіндіде 15,1 кг NH₃ бар

$$X = \frac{15,1 \cdot 100}{26} = 58,1 \text{ кг ерітінді}.$$

58,1 кг NH₄OH ерітіндіде су бар:

$$58,1 - 15,1 = 43,0 \text{ кг } H_2O;$$

Осы жағдайда пайда болады $(NH_4)_2SO_4$:

$$X = 42,4 \cdot \frac{170}{98} = 57,1 \text{ кг } (NH_4)_2SO_4;$$

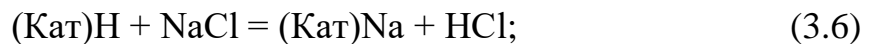
Су пайда болады:

$$X = 42,4 \cdot \frac{36}{98} = 15,6 \text{ кг } H_2O .$$

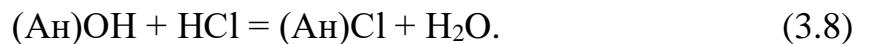
3.4 Кесте – Шаятын суды нейтрализациялау үрдісінің материалды балансы

Түсті	Кг	%	Алынды	кг	%
Шаятын су	960,3	100	Шаятын су	1018,4	100
Оның ішінде			Оның ішінде		
KCl	1,91	0,2	KCl	1,91	0,19
NaCl	2,54	0,26	NaCl	2,54	0,25
H ₂ O	913,6	95,1	H ₂ O	956,9	93,96
H ₂ SO ₄	42,4	4,44	(NH ₄) ₂ SO ₄	57,1	5,61
NH ₄ OH ер-ді	58,1	100			
NH ₃	15,1	26			
H ₂ O	43,0	74			
Қорытынды	1018,4		Қорытынды	1018,4	

H₂O –ны катионды фильтрден өткізгенде мына реакция болады:



Кейін фильтрат анионитті фильтрден өтеді, онда орын ауыстыру реакциясы болады:



Сорбцияның материалды балансын есептеуді тығыздығы $\rho = 1,1 \text{ кг/м}^3$ болатын шаятын ерітіндінің тәуліктік мөлшеріне байланысты орындаймыз.

1320кг шикізатты қайта өңдегенде тәулігіне шаятын ерітінді көлемі $13,2\text{м}^3$ құрайды, оның құрамында $KCl + NaCl \frac{3,45 \cdot 132}{13200} = 3,45 \text{ г/дм}^3$.

Шаятын ерітіндіде $KCl + NaCl$ мөлшері $13200 \cdot 3,45 = 45,54 \text{ кг}$
КУ-2-8 шайырдың жұмыс сыйымдылығы $0,3184 \text{ кг/кг}$

99,5 % K, Na иондарын шығарып аламыз
 Шығарылған KCl + NaCl мөлшері $45,54 \text{ кг} \cdot 0,995 = 45,29 \text{ кг}$ катионитті құраса сорбцияға қажет:

$$45,29 : 0,3184 = 142,2 \text{ кг}$$

Ерітіндіде сорбциядан кейін қалады:

$$45,54 - 45,29 = 0,25 \text{ кг KCl + NaCl.}$$

Сорбирленген K, Na – мен катионит мөлшері

$$142,2 + 45,29 = 187,49 \text{ кг}$$

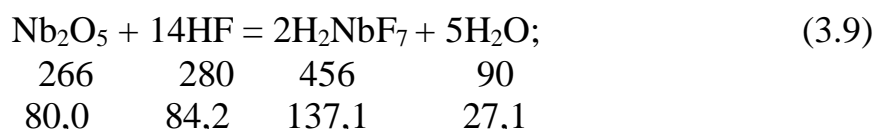
Реакция нәтижесінде H_2O аламыз:

$$80 \cdot \frac{90}{266} = 27,1 \text{ кг}$$

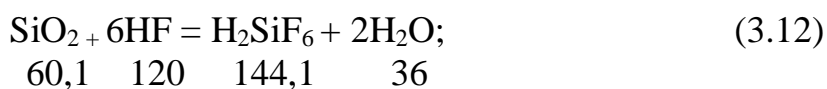
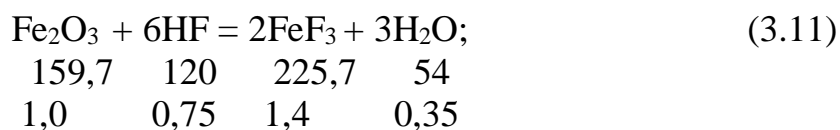
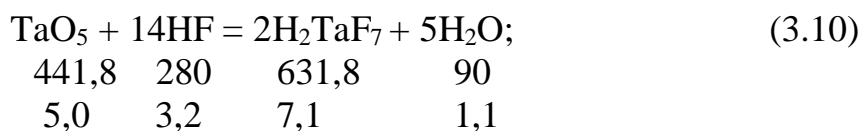
Реакцияның сол және оң бөлігін теңестірудің өнімдері мөлшерінің қосындысы теңеседі:

$$\begin{aligned} 80 + 84,2 &= 137,1 + 27,4 \\ 164,2 &= 164,2 \end{aligned}$$

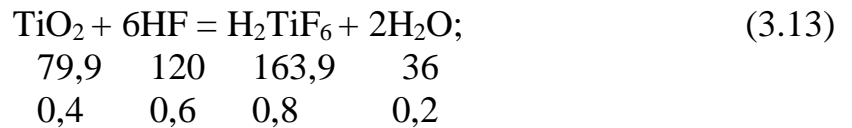
Nb_2O_5 еру реакциясы бойынша есептеуді қысқартып былай жазуға болады:



Еру реакцияларының қалғандарына сондай есептеулерді келтіреміз:



0,8 1,6 1,9 0,5



Техникалық гидрототықты еріту үшін қажетті HF мөлшері құрайды

$$84,2 + 3,2 + 0,75 + 1,6 + 0,6 = 90,35 \text{ кг.}$$

Реакция нәтижесінде су алынады:

$$27,1 + 1,1 + 0,35 + 0,5 + 0,2 = 29, 25 \text{ кг.}$$

Еріту кезінде құрамында 60 % H₂O бар 40 % HF ерітіндісі қолданылады, онда 90,35 кг HF – дан су енгізіледі:

$$X = \frac{60 \cdot 90,35}{40} = 135,5 \text{ кг } H_2O ;$$

HF ерітіндісінің жалпы салмағы құрайды:

$$135,5 + 90,35 = 225,85 \text{ кг}$$

40 %-тік HF ерітіндісінің тығыздығы $\rho_{\text{HF}} = 1,13 \text{ г/см}^3$

HF ерітіндісінің көлемін табамыз: $\rho_{\text{HF}} 13200 - 45,29 = 13154,7 \text{ кг}$ ерітінді қалады.

Шығарылған есептеулер негізінде 1 тәулікке арналған сорбцияның материалды балансын құрастырамыз оны 3.5 кестеге енгіземіз.

3.5 Кесте – Сорбцияның материалды балансы

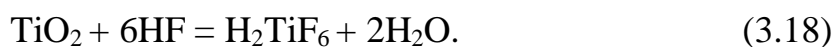
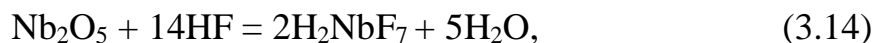
Түсті	кг	%	Алынды	кг	%
Шаятын ерітінді	13200	98,9	Сорбциядан		
Оның ішінде			кейінгі шайыр		
KCl ,NaCl	45,54		Сорбциядан	187,5	1,4
H ₂ O	13154,5		кейінгі		
КУ-2-8 шайыры	71	0,55	ерітінді		
АВ-17-8 шайыры	71	0,55		13154,7	98,6
Қорытынды	13342,2	100	Қорытынды	13342,2	100

3.1.3 Пульпаның HF-та еруі

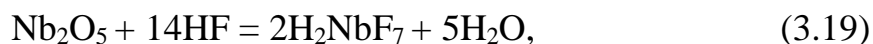
HF – ғы пульпаның еруі

100 кг құрғақ г/ о-ға есептеуді жүргіземіз.

Еру мына реакция бойынша жүреді:



Реакцияға қатысушылар арасындағы қатынасты (салмағы бойынша) олардың молекулярлық массасына байланысты анықтаймыз:



$$266 + 280 = 456 + 90.$$

80 кг Nb_2O_5 еру үшін қажетті HF мөлшерін табамыз:

$$80 \cdot \frac{280}{266} = 84,2 \text{ кг}$$

Реакция нәтижесінде H_2NbF_7 аламыз:

$$80 \cdot \frac{456}{266} = 137,1 \text{ кг}$$

$$V = \frac{P_{\text{HF}}}{\rho_{\text{HF}}} = \frac{225,85}{1,13} = 199,87 \text{ дм}^3$$

Экстракцияның қалыпты жүруі үшін қышқылдығы HF = 40 г/дм³ және H_2SO_4 = 300 г/дм³ болатын ерітінді дайындау қажет.

40 %-дық HF ерітінділерінің қышқылдығы 448 г/дм³ тең. Ал 96 %-дық

H_2SO_4 қышқылдығы 176 г/дм³ тең.

Концентрациясы 300 г/дм³ болатын ерітінді алу үшін x – 96 %-дық

H_2SO_4 қажетті мөлшері арқылы, концентрациясы 40 г/дм³ болатын ерітінді алу үшін y – 40 %-дық HF қажетті мөлшері арқылы көрсетеміз және

математикалық теңестірудің келесі жүйесін құрастырамыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{C_{H_2SO_4} \cdot x}{V_{жалпы} + x + y} = 300 \\ \frac{C_{HF} \cdot y}{V_{жалпы} + x + y} = 40 \end{array} \right. \quad \text{немесе} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{C_{H_2SO_4} \cdot x}{300} = V_{жалпы} + x + y \\ \frac{C_{HF} \cdot y}{40} = V_{жалпы} + x + y \end{array} \right.$$

$V_{жалпы} + x + y = V_{жалпы} + x + y$, онда теңестірудің сол бөлігін де теңестіруге болады:

$$\frac{1766 \cdot x}{300} = \frac{448,3 \cdot y}{40} \quad x = \frac{448,3 \cdot 300 \cdot y}{40 \cdot 1766}$$

$$x = 1,9 \cdot y$$

Тең болатын ерітіндінің жалпы көлемін табамыз:

$$\begin{aligned} V_{жалпы} &= V_{пульпа} + V_{HF}, \quad \text{ал} \quad V_{пульпа} = V_{2/0} + V_{ылғал} \\ V_{жалпы} &= V_{2/0} + V_{ылғал} + V_{HF}; \\ V_{2/0} &= 72 \text{ дм}^3 \\ V_{ылғал} &= 87 \text{ дм}^3 \\ V_{жалпы} &= 72 + 87 + 199,87 = 358,87 \text{ дм}^3 \end{aligned}$$

$x = 1,9 y$ мағынасын мына теңестіруге қоямыз

$$\begin{aligned} \frac{C_{H_2SO_4} \cdot x}{300} &= V_{жалпы} + x + y & \frac{1766 \cdot 1,9y}{300} &= 358,87 + 1,9y + y \\ y &= 43,34 & x &= 43,34 \cdot 1,9 = 82,35 \end{aligned}$$

40-тік HF ерітіндісінің тығыздығы $\rho_{HF} = 1,13 \text{ г/см}^3$ тең

96 %-тік H_2SO_4 ерітіндісінің тығыздығы $\rho_{H_2SO_4} = 1,84 \text{ г/см}^3$ тең.

Кг-да HF және H_2SO_4 мөлшері мынандай болады:

HF ерітіндісі: $43,34 \cdot 1,13 = 48,97 \text{ кг}$

H_2SO_4 ерітіндісі ерітіндісі: $82,35 \cdot 1,84 = 151,52 \text{ кг}$

HF ерітіндісімен H_2O және HF енгізіледі:

$$HF: \frac{48,97 \cdot 40}{100} = 19,58 \text{ кг}$$

$$H_2O: 48,97 - 19,58 = 29,17 \text{ кг}$$

H₂SO₄ ерітіндісімен H₂SO₄ және H₂O енгізіледі:

$$H_2SO_4: \frac{82,35 \cdot 96}{100} = 79,1 \text{ кг}$$

$$H_2O: 82,35 - 79,1 = 3,25 \text{ кг}$$

100 кг ниобий гидрототығын еріткенде мынандай көлем пайда болады:

$$V_{\text{жалпы}} = V'_{\text{жалпы}} + V_{\text{HF}} + V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 358,87 + 43,34 + 82,35 = 484,56 \text{ м}^3$$

ҮМЗ жұмысының мәліметтері бойынша гидрототықтың еріткенде кектің шығуы құрғақ гидрототық салмағының 15 %-ын құрайды.

Кектегі құрамы: Nb₂O₅ 10 %-тен жоғары емес;

Ta₂O₅ 1 %-тен жоғары емес;

Ылғал 60 %-тен жоғары емес.

Ерімейтін қалдық құрамына Th(SO₄)₂ тұздары, барлық қалғандар өтеді. Ерімейтін қалдықтың жалпы салмағы 15 кг, ылғалдылығы 60 % болады.

Ерімейтін қалдық құрамы 3.6-кестеде көрсетілген.

Ерітіндіге өтеді $80 - 1,5 = 78,5$ кг Nb₂O₅

Ерітіндіге өтеді $5 - 0,15 = 4,85$ кг Ta₂O₅

Бастапқы ерітіндідегі Nb₂O₅ концентрациясы құрайды:

$$C_{\text{Nb}_2\text{O}_5} = 78500 : 484,56 = 162 \text{ г/м}^3$$

3.6 Кесте – Ерітуден және фильтрациядан кейінгі бастапқы ерітінді құрамы

Құраушылар	Кг	%
H ₂ NbF ₇ (Nb ₂ O ₅)	121,32 (78,5)	6,98
H ₂ TaF ₇ (Ta ₂ O ₅)	6,93 (4,85)	0,4
H ₂ SiF ₆	1,9	0,11
FeF ₃	1,4	0,08
H ₂ SO ₄	82,7	4,76
H ₂ TiF ₆	0,8	0,05
HF	19,58	1,13
H ₂ O	1503,57	86,51
Қорытынды	1738,06	100,0

3.7 Кесте – Гидрототықтың еру үрдісі және бастапқы ерітіндінің фильтрациясының толық материалды балансы

Түсті	кг	%	Алынды	кг	%
Пульпа	185,7	100	Бастапқы ерітінді	1738,06	100
Nb ₂ O ₅	80	43	H ₂ NbF ₇	121,32	6,98
Ta ₂ O ₅	5	2,7	H ₂ TaF ₇	6,93	0,4
SiO ₂	0,8	0,4	H ₂ SiF ₆	1,9	0,07
TiO ₂	0,4	0,2	H ₂ TiF ₆	0,8	0,06
Fe ₂ O ₃	1,0	5,3	FeF ₃	1,4	0,08
Th(SO ₄) ₂	0,16	0,06	H ₂ SO ₄	82,7	4,76
Басқалар	8,19	0,44	HF	19,58	1,13
H ₂ O	86,4	46,3	H ₂ O	1503,6	86,51
H ₂ SO ₄	3,6	1,93			
			Кек	15,0	100
HF ерітіндісі	1485,01	100	Nb ₂ O ₅	1,5	10
HF	594	40	Ta ₂ O ₅	0,15	1
H ₂ O	891,01	60	Th(SO ₄) ₂	0,16	1,07
			Басқалар	8,19	54,6
H ₂ SO ₄ ерітіндісі	82,35	100	Ылғал	5,0	33,3
H ₂ SO ₄	79,1	96			
H ₂ O	3,25	4			
Қорытынды	1753	-	Қорытынды	1753	-

3.8 Кесте – Ерімейтін қалдық құрамы

Құраушылар	Кг	%
Nb ₂ O ₅	1,5	10,0
Ta ₂ O ₅	0,15	1,0
Th(SO ₄) ₂	0,16	1,07
Басқалар	8,19	54,6
Ылғал	5,0	33,3
Қорытынды	15,0	100

3.1.4 Nb және Ta бірлескен экстракциясы. Nb және Ta реэкстракциясы

Экстракциялық каскад жылына 335 күн немесе 8040 сағат бойы жасалып шығуы керек. Жылына 300т Nb₂O₅ жоспарды орындау үшін 352,3 т.

(Nb,Ta)₂O₅-ті ΣЗК 172 г/дм³ және Ta₂O₅ 10,0 г/дм³ бар ерітіндіде экстракциялау қажет, себебі өндірістік мәліметтерден алынған, берілген сызбанұсқа бойынша Nb₂O₅-тің толассыз алу 95, %-ға тең.

Бастапқы ерітіндінің беру жылдамдығын мына формула бойынша

анықтаймыз:

$$V_{\text{бастапқы}} = \frac{Q}{C \cdot t_n}; \quad (3.20)$$

мұндағы Q – жылдық өнімділік;
 C – бастапқы ерітіндідегі шығарылған құраушылардың концентрациясы;
 t_n – жылына жұмыс сағаттарының көлемі.

$$V_{\text{бастапқы}} = \frac{Q}{C \cdot t_n} = \frac{352300000}{172 \cdot 8040} = 256,9 \text{ дм}^3/\text{сағ} .$$

Трибутилфосфаттың беру жылдамдығын мына формула бойыншы шығарамыз:

$$V_{\text{ҮБФ}} = \frac{V_{\text{бастапқы}} \cdot \Sigma 3K}{150}; \quad (3.21)$$

мұндағы $V_{\text{бастапқы}}$ – бастапқы ерітіндінің беру жылдамдығы;
 $\Sigma 3K$ – бастапқы ерітіндідегі құраушылар қосындыларының құрамы;

150 – сыйымдылық, $\Sigma 3K$ бойыншы ҮБФ – тың қанығу шегі.

$$V_{\text{ҮБФ}} = \frac{V_{\text{бастапқы}} \cdot \Sigma 3K}{150} = \frac{256,9 \cdot 172}{150} = 294,5 \text{ дм}^3/\text{сағ}.$$

Nb реэкстрактын шаюға шаятын органикалық фазаның беру жылдамдығы мына қатынаста беріледі: $V_{\text{ҮБФ}} = V_{\text{ҮБФ шаятын}} = 2:1$ және құрайды:

$$294,5 : 2 = 147,3 \text{ дм}^3/\text{сағ}.$$

Экстракты қоспалардан тазартуға арналған шаятын ерітіндінің беру жылдамдығы мына қатынаста беріледі: $V_{\text{ҮБФ}} = V_{\text{ҮБФ шаятын}} = 7:1$ және құрайды:

$$294,5 : 7 = 42 \text{ дм}^3/\text{сағ}.$$

Тең мөлшерде берілетін және Nb реэкстракт концентрациясы Nb_2O_5 бойынша 190 г/дм^3 болатын есептеуден есептелетін H_2O және NH_4NO_3 ерітіндісінің беру жылдамдығы:

$$V_{H_2O} = \frac{V_{\text{бастапқы}} \cdot \sum 3K}{\sum Nb_2O_5}; \quad (3.22)$$

мұндағы $V_{\text{бастапқы}}$ – бастапқы ерітіндінің беру жылдамдығы, $dm^3/сағ$;

$\sum 3K$ – бастапқы ерітіндідегі Nb_2O_5 құрамы;

$\sum Nb_2O_5$ – Nb реэкстрактындағы Nb_2O_5 құрамы.

$$V_{H_2O} = \frac{V_{\text{бастапқы}} \cdot \sum 3K}{\sum Nb_2O_5} = \frac{256,9 \cdot 162}{190} = 219 \text{ } dm^3/сағ.$$

Ta реэкстракциясына NH_4F ерітіндісінің беру жылдамдығын (сағаттық шығын) мына формула бойынша есептейміз:

$$V_{NH_4F} = \frac{V_{\text{бастапқы}} \cdot \sum Ta_2O_5}{C_{Ta_2O_5}}; \quad (3.23)$$

мұндағы $V_{\text{бастапқы}}$ – бастапқы ерітіндінің беру жылдамдығы

$\sum Ta_2O_5$ – бастапқы ерітіндідегі Ta_2O_5 құрамы

$C_{Ta_2O_5}$ – Реэкстрактағы Ta_2O_5 концентрациясы, $40 \text{ г}/dm^3$

$$V_{NH_4F} = \frac{V_{\text{бастапқы}} \cdot \sum Ta_2O_5}{C_{Ta_2O_5}} = \frac{256,9 \cdot 10}{40} = 64 \text{ } dm^3/сағ.$$

100 кг шикізатты еріткенде $(Nb,Ta)_2O_5$ концентрациясы $172 \text{ г}/dm^3$ –ке тең $484,56 \text{ } dm^3$ бастапқа ерітінді алынды.

$484,56 \text{ } dm^3$ ерітінді немесе 100 кг шикізатты экстракциялық каскад арқылы қайта өңдегенге қажетті уақытты анықтаймыз

$$\tau = \frac{g}{V_{\text{бастапқы}}}; \quad (3.24)$$

мұндағы $V_{\text{бастапқы}}$ – бастапқы ерітіндінің беру жылдамдығы;

v – бастапқы ерітіндінің көлемі.

$$\tau = \frac{g}{V_{\text{бастапқы}}} = \frac{484,56}{256,9} = 1,89 \text{ } сағат.$$

100 кг шикізатқа барлық реагенттерің шығынын анықтаймыз.

ҮБФ шығыны құрайды:

$$294,5 \cdot 1,89 = 556,6 \text{ } dm^3.$$

ҮБФ тығыздығы $\rho_{\text{ҮБФ}} = 0,97 \text{ г}/cm^3$, онда кг бойынша ҮБФ шығыны

құрайды:

$$556,6 : 0,97 = 573,8 \text{ кг.}$$

Шаятын ҮБФ шығыны құрайды:

$$147,3 \cdot 1,89 = 278,2 \text{ дм}^3 \text{ және кг бойынша}$$

$$278,8 : 0,97 = 286,8 \text{ кг.}$$

Шаятын ерітіндінің шығынын есептейміз:

$$42,0 \cdot 1,89 = 79,4 \text{ дм}^3.$$

Шаятын ерітіндінің тығыздығы өндірістік мәліметтер бойынша $\rho = 1,185 \text{ г/см}^3$.

Кг бойынша шаятын ерітіндінің шығыны құрайды:

$$79,4 : 1,185 = 67,0 \text{ кг.}$$

H₂O және NH₄NO₃ шығынын анықтаймыз:

$$\frac{219 \cdot 1,89}{2} = 207 \text{ дм}^3 .$$

Немесе кг бойынша H₂O шығыны 207 кг құрайды.

10%-дық NH₄NO₃ ерітіндісінің тығыздығы $\rho_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = 1,09 \text{ г/см}^3$.

Кг бойынша NH₄NO₃ шығыны:

$$207 : 1,09 = 190 \text{ кг.}$$

15 %-дық NH₄F ерітіндісінің шығыны құрайды:

$$64,0 \cdot 1,89 = 121 \text{ дм}^3.$$

$$\rho_{\text{NH}_4\text{F}} = 1,04 \text{ г/см}^3$$

Кг бойынша NH₄F шығыны:

$$121 : 1,04 = 116,3 \text{ кг.}$$

484,56 дм³ бастапқы ерітіндіні экстракциялағанда рафинат алынады.

$$V_{\text{раф}} = v_{\text{бастапқы}} + v_{\text{шаятын}} = 484,56 + 79,4 = 564 \text{ дм}^3.$$

Рафинаттың құрамында $0,03 \text{ г/дм}^3$ дейін Nb_2O_5 және бастапқы ерітіндідегі барлық қоспалар бар. Рафинатпен Nb_2O_5 жоғалады:

$$0,03 \cdot 564,0 = 17,0 \text{ гр} = 0,017 \text{ кг.}$$

Nb реэкстрактының мөлшері $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{NO}_3$ шығынына тең мқлшерде алынады және құрайды:

$$207 \cdot 2 = 414 \text{ дм}^3.$$

Nb реэкстрактындағы Ta_2O_5 құрамы ҮМЗ мәліметтері бойынша орташа $0,07 \text{ г/дм}^3$ құрайды, ал ол Nb реэкстрактымен Ta_2O_5 жоғалады деген сөз:

$$0,07 \cdot 414 = 29,0 \text{ гр} = 0,029 \text{ кг.}$$

Қалған $4,85 - 0,029 = 4,82 \text{ кг}$ NH_4F мөлшеріне тең мөлшерде алынатын және $121,0 \text{ дм}^3$ құрайтын Ta реэкстрактына өтеді.

Ta реэкстрактында Nb_2O_5 құрамы ҮМЗ мәліметтері бойынша $0,3 \text{ г/дм}^3$ құрайды, яғни Ta реэкстрактымен мынандай мөлшердегі Nb_2O_5 көбейеді:

$$0,3 \cdot 121 = 36,3 \text{ гр} = 0,036 \text{ кг.}$$

Ta реэкстрактымен және рафинатпен жоғалған Nb_2O_5 -тен басқа қалғандары Nb реэкстрактына өтеді және олар құрайды:

$$78,5 - 0,036 - 0,017 = 78,45 \text{ кг.}$$

Реэкстрактағы Nb_2O_5 концентрациясы құрайды

$$78,45 : 414,0 = 0,189 \text{ кг/дм}^3 = 189 \text{ г/дм}^3.$$

Ta реэкстрактындағы Ta_2O_5 концентрациясы құрайды

$$4,82 : 121 = 39,83 \text{ г/дм}^3.$$

3.9, 3.10, 3.11 кестелерде рафинат, Nb реэкстракты және Ta реэкстрактының құрамын көрсетеміз

3.9 Кесте – Рафинат құрамы

Құраушылар	кг	%
HF	22,78	1,32
H ₂ SO ₄	103,89	6,03
H ₂ O	1581,52	91,8
Nb ₂ O ₅	0,019	0,001
H ₂ SiF ₆	1,9	0,11
H ₂ TiF ₆	0,8	0,046
FeF ₃	1,39	0,08
(NH ₄) ₂ SO ₄	10,5	0,6
Қорытынды	1722,79	100

3.10 Кесте – Nb реэкстрактының құрамы

Құраушылар	кг	%
H ₂ NbOF ₅	121,24	21,89
(Nb ₂ O ₅)	(78,45)	
H ₂ TaF ₇	0,05	0,001
FeF ₃	0,001	0,0001
H ₂ O	410	74,03
NH ₄ NO ₃	22,56	4,073
Қорытынды	553,851	100

3.11 Кесте - Та реэкстрактының құрамы

Құраушылар	Кг	%
H ₂ TaF ₇	6,89	5,16
H ₂ NbOF ₅	0,06	0,04
FeF ₃	0,001	0,001
H ₂ O	117,3	87,86
NH ₄ F	9,0	6,74
HF	0,25	0,19
Қорытынды	133,5	100

3.1.4.1 Реагенттерді дайындау есебі

Экстракциядан кейін тікелей жүретін міндетті операция – экстракты шаю болып табылады. Шаю екі себепке байланысты қажет. Біріншіден, экстрактқа Nb және Та-мен бірлесе реэкстракция алдында жоюға қажетті қоспалар біртіндеп өтеді. Одан басқа, экстракциядағы органикалық фаза жеке қосу және тонналық эмульсия түрінде су фазасының бөлігін алады, тазарту кезіндегі рафинаттың жойылуы үрдістің тиімділігін арттырады.

Шаюды әдетте құрамы бойынша рафинатқа жақын, бірақ құрамында ΣЗК да, қоспалар да болмайтын ерітіндімен жүргізеді. Ерітінді көлемі органикалық фаза көлемінің 10 – 20 %-ын құрайды. Басатын көп жағдайда

шятын ерітіндіні экстракциялық жүйеден жеке енгізбейді, тоққа қарсы каскадта су фазасымен біріктіреді.

Рафинат құрамы қышқылдығы бойынша 40 г/дм³ HF және 300 г/дм³ H₂SO₄ құрайды.

Осындай құрамға шятын су ерітіндісі де ие болады. «Х.Ч» маркалы HF үдемдеу мақсатында шятын ерітіндіні Nb₂O₅ алудың шегінен түсетін фильтраттан жасалыну қажет. Фильтрат рН = 8,5 тең және құрамында NH₄F және аз мөлшердегі 0,03 г/ дм³-ке дейін Nb₂O₅ бар әлсіз сілтілі ерітінді.

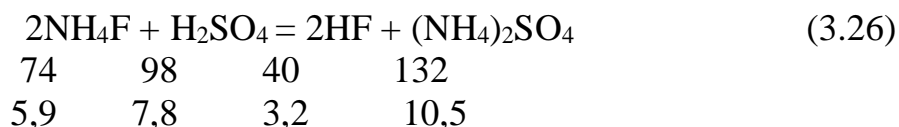
Фильтратта болатын NH₄F – пен H₂SO₄ байланысқанда HF түзілуімен реакция пайда болады.



Осы реакция бойынша мына мөлшердегі HF алу керек:

$$40 \cdot 79,4 = 3176 \text{ гр.}$$

Себебі, шятын ерітіндіде HF концентрациясы 40 г/дм³ болу керек. H₂SO₄ және NH₄F қажетті мөлшерін реакция теңдеуі арқылы есептейміз:



Яғни 3,2 кг HF алу үшін 5,9 кг NH₄F және 7,8 кг H₂SO₄ қажет.

ҮМЗ жұмыстарының тәжірибесі бойынша фильтраттағы NH₄F құрамы 70 – 76 г/дм³ немесе 7 % құрайды.

Дм³ -тегі фильтрат мөлшерін анықтаймыз

$$5900 : 70 = 84,3 \text{ дм}^3$$

7 %-дық NH₄F ерітіндісінің тығыздығы $\rho = 1,42 \text{ г/см}^3$

Онда кг бойынша фильтрат шығыны құрайды:

$$84,3 : 1,42 = 59,36 \text{ кг}$$

Күкірт қышқылының мөлшерін көлем бойынша 300 г/дм³ концентрациялы ерітінді алуға дейін есептейміз.

H₂SO₄ ерітінді концентрациясы гидрототықты еріткендегі концентрация сияқты алынады, дәлірек 1766 г/дм³ сәйкес 96%. Онда берілген концентрацияны алу үшін H₂SO₄ қажетті мөлшерін мына формула бойынша есептейміз:

$$V_{H_2SO_4} = \frac{V_{\text{фильтр}} \cdot C'}{C}; \quad (3.27)$$

мұндағы $V_{H_2SO_4}$ – берілген концентрациялы ерітіндіні алу үшін қажетті 96 % -тік H_2SO_4 көлемі;

$V_{\text{фильтр}}$ – фильтрат көлемі + H_2SO_4 көлемі, ол NH_4F - пен реакцияға;

C' - дайындалатын ерітіндідегі H_2SO_4 концентрациясы;

C – г/дм³-тегі күкірт қышқылының концентрациясы.

NH_4F - пен реакцияға H_2SO_4 көлемі:

$$V_{H_2SO_4} = \frac{V_{\text{фильтр}} \cdot C'}{C} = \frac{(59,36 + 7,8) \cdot 300}{1766} = 11,41 \text{ дм}^3.$$

Шаятын ерітіндінің жалпы көлемі 79,2 дм³-ге тең, ол қажетті мөлшерге сәйкес.

Шаятын ерітіндіні дайындаудың материалды балансы 3.12-кестеде көрсетілген.

NH_4NO_3 ерітіндісін дайындаудың есептеуі

Nb реэкстракциясы үшін NH_4NO_3 -тің 10 %-дық ерітіндісі беріледі, мұндай ерітіндінің тығыздығы $\rho = 1,09$ г/см³ және концентрациясы 103,9 г/дм³

Азоттықшықылды аммоний ерітіндісі Nb реэкстракциясында фазалардың жақсы жіктелуіне және Nb қатысуымен Та реэкстракциясын төмендету үшін беріледі.

3.12 Кесте – Шаятын ерітіндіні дайындаудың материалды балансы

Кіріс	Кг	%	Шығыс	кг	%
Фильтрат	82,6	100	Шаятын ерітінді	112,9	100
Оның ішінде			Оның ішінде		
NH_4F	5,9	7,14	HF	3,2	2,84
H_2O	76,8	92,9	H_2SO_4	21,19	18,78
Nb_2O_5	0,002	0,001	$(NH_4)_2SO_4$	10,5	9,3
H_2SO_4 ерітіндісі	30,2	100	H_2O	77,95	69,1
Оның ішінде			Nb_2O_5	0,002	0,002
H_2SO_4	29,0	96			
H_2SO_4	1,2	4,0			
Қорытынды	112,9	100	Қорытынды	112,9	100

NH_4NO_3 ерітіндісін «Х.Т» маркалы ГОСТ NH_4NO_3 құрғақ тұзынан дайындайды. 100 кг шикізатқа NH_4NO_3 ерітіндісіндегі қажеттілік 207 дм³, осындай NH_4NO_3 мөлшерінің салмағы тең:

$$207 \cdot 1,09 = 225,63 \text{ кг}$$

Және құрамында мынандай мөлшердегі «құрғақ» NH_4NO_3 болады:

$$X = \frac{225,63 \cdot 10}{100} = 22,56 \text{ кг}$$

$$\text{Құрамындағы су } 225,63 - 22,56 = 203,07 \text{ кг}$$

10%-дық NH_4NO_3 ерітіндісінің берілген мөлшерін дайындау үшін 22,56 кг NH_4NO_3 тұзын 203,07 кг суда еріту керек.

NH_4F ерітіндісін дайындаудың есептеуі

Та реэкстракциясы үшін Nb гидрототығының тұнуының қайта балқытуынан алынған фильтраттан жасалған NH_4F ерітіндісі беріледі. Ерітінді құрамында 15 % NH_4F болуы керек, ол $167,3 \text{ г/дм}^3$ NH_4F құрауы тиіс, $\rho = 1,046 \text{ г/см}^3$, ерітінді рН-ы 6 болуы керек.

Фильтраттың рН = 8,5-тен рН = 6-ға дейін қышқылдануын 40 %-дық плавинді «Х.Т» маркалы қышқылмен жүргіземіз.

рН = 6 дейін жеткізу үшін 40 %-дық HF ерітіндісінің көлемін анықтаймыз.

$[\text{OH}^-]$ рН = 7 дейін нейтрализациялау үшін:

$$\Delta \text{pH} = 1,5 \quad [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1,5} = 10^{-2} \cdot 10^{0,5} = 10^{-2} \cdot x$$

$$\text{Lg } x = 0,5 \quad x = 3,162; \quad [\text{OH}^-] = 3,162 \cdot 10^{-2} \text{ г-ион/дм}^3$$

$[\text{OH}^-] + [\text{H}^+] = \text{H}_2\text{O}$ эквивалентті теңдеулерде алынады, яғни 1 литр ерітіндіге

$$[\text{H}^+] = 3,162 \cdot 10^{-2} \text{ г-ион/дм}^3 \text{ қосу керек.}$$

40 %-дық HF ерітіндісі 20 С-та құрамында:

$$[\text{H}^+] = 20,04 \text{ г-ион/дм}^3$$

Теңдеу құрастырамыз:

$$20,04 \text{ г-ион} - 1000 \text{ мл}$$

$$3,162 \cdot 10^{-2} \text{ г-ион} - X \text{ мл}$$

$$X = \frac{3,162 \cdot 10 - 2 \cdot 1000}{20,04} = 1,57 \text{ мл}$$

121 дм^3 –ке $1,57 \cdot 121 = 0,19 \text{ дм}^3$ қажет.

рН = 7-ден рН = 6-ға дейін $\Delta \text{pH} = 1$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-1} \quad [\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ г-ион/дм}^3$$

Теңдеу құрастырамыз:

$$20,04 \text{ г-ион} - 1000 \text{ мл}$$

$$10^{-1} \text{ г-ион} - X \text{ мл}$$

$$X = \frac{10 - 1 \cdot 1000}{20,04} = 4,99 \text{ мл}$$

3.13 Кесте – Nb және Ta экстракциясы мен реэкстракциясы операцияларының толық материалды балансы

Өнімдердің кіріс тармақтары	кг	%	Өнімдердің шығыс тармақтары	кг	%
I.Бастапқы өнім	1738,06	100	I.Nb реэкстракты	553,85	100
Оның ішінде			Оның ішінде		
H ₂ NbF ₇	121,32	6,98	H ₂ NbOF ₅	121,24	21,89
(Nb ₂ O ₅)	(78,5)		(Nb ₂ O ₅)	(78,45)	
H ₂ TaF ₇	6,93	0,41	H ₂ TaF ₇	0,05	0,001
(Ta ₂ O ₅)	(4,85)		FeF ₃	0,001	0,000
H ₂ SiF ₆	1,9	0,11	H ₂ O	410,0	1
H ₂ TiF ₆	0,8	0,05	NH ₄ NO ₃	22,56	74,0
FeF ₃	1,4	0,08	II. Ta	4,073	
H ₂ SO ₄	82,7	4,76	реэкстракты	133,45	100
HF	19,58	1,13	Оның ішінде		
H ₂ O	1503,57	86,51	H ₂ TaF ₇	6,89	5,16
II. YБФ	860,6	100	(Ta ₂ O ₅)		
III.Шаятын ерітінді	112,85	100	H ₂ NbOF ₅	0,06	0,04
Оның ішінде			FeF ₃	0,001	0,001
HF	3,2	2,84	H ₂ O	117,3	87,86
H ₂ SO ₄	21,9	18,78	NH ₄ F	9,0	6,74
(NH ₄) ₂ SO ₄	10,5	9,3	HF	0,25	0,19
H ₂ O	77,95	69,1	III.Рафинат	1722,8	100
Nb ₂ O ₅	0,002	0,001	Оның ішінде		
IV.NH ₄ NO ₃ ерітіндісі	225,6	100	HF	22,78	1,32
Оның ішінде			H ₂ SO ₄	103,89	6,03
NH ₄ NO ₃	22,56	10	H ₂ O	1581,5	91,8
H ₂ O	203,07	90	Nb ₂ O ₅	0,019	0,001
V. NH ₄ F ерітіндісі	126,56	100	H ₂ SiF ₆	1,9	0,11
Оның ішінде			H ₂ TiF ₆	0,8	0,046
NH ₄ F	9,0	7,1	FeF ₃	1,39	0,08
H ₂ O	117,3	92,7	(NH ₄) ₂ SO ₄	10,5	0,6
Nb ₂ O ₅	0,01	0,002	IV. YБФ	860,6	100
HF	0,25	0,2			
VI. H ₂ O	207	100			
Қорытынды	3270,7		Қорытынды	3270,7	

121,19 дм³ ерітіндіге 121,19 · 4,99 = 0,61 дм³ қажет.

Барлығына 0,8 дм³ 40 %-дық ерітінді қажет.

HF. Мұндай ерітіндінің салмағы:

$$0,8 \cdot 1,04 = 0,83 \text{ кг және кг-да}$$

HF болады:

$$X = \frac{40 \cdot 0,83}{100} = 0,33 \text{ кг HF}$$

H₂O болады:

$$X = \frac{60 \cdot 0,83}{100} = 0,5 \text{ кг H}_2\text{O}$$

121 дм³ NH₄F ерітіндісін дайындау үшін немесе 121 · 1,046 = 126,56 кг 125,74 кг фильтрат және 0,83 кг HF ерітіндісін алу қажет.

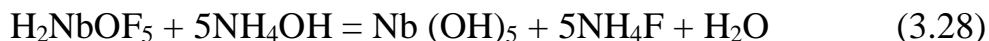
Фильтрат пен NH₄F ерітіндісі құрамы және NH₄F ерітіндісін дайындаудың материалды балансы 3.14 кестеде көрсетілген.

3.14 Кесте – NH₄F ерітіндісін дайындаудың материалды балансы

ШЫҒЫС	Кг	%	Алынды	кг	%
Фильтрат	125,7	100	NH ₄ F ерітіндісі	126,6	100
Оның ішінде			Оның ішінде		
NH ₄ F	8,98	7,14	NH ₄	9,0	7,1
H ₂ O	116,75	92,9	H ₂ O	117,3	92,7
Nb ₂ O ₅	0,01	0,002	Nb ₂ O ₅	0,01	0,002
HF ерітіндісі	0,83	100	HF	0,25	0,197
HF	0,33	40			
H ₂ O	0,5	60			
Қорытынды	126,6	100	Қорытынды	126,6	100

3.1.5 Ниобий гидрототығының тұнбасы

Тұндыруға 414 дм³ Nb режстракты түседі. Тұндыру кезінде мына реакция жүреді:

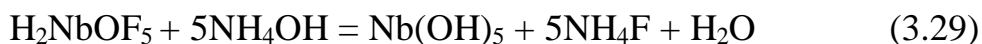


Тұндыру дәрежесі ҮМЗ жұмыстарының мәліметтері бойынша 99,5 % құрайды. Бас ерітіндіде Nb₂O₅ құрамы 0,005 г/дм³ дейін және одан көп емес, бұл құрайды 0,05 · 414 = 20,7 гр және H₂NbOF₅-ке есептегенде

$$20,7 \cdot 1,55 = 32,1 \text{ гр құрайды.}$$

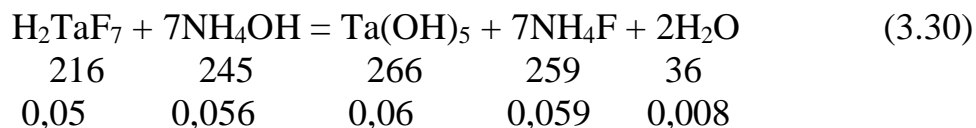
Реакцияға 121,24 – 0,0321 = 121,208 кг қатысады.

Nb(OH)₅ тұндыру үшін қажетті NH₄OH мөлшерін есептейміз.



206	175	178	185	18
<u>121,208</u>	102,97	104,73	108,65	10,6

H₂TaF₇ тұндыру үшін NH₄OH мөлшерін есептейміз:



Тұндырудағы NH₄OH жалпы мөлшері құрайды:

$$102,97 + 0,056 = 103 \text{ кг.}$$

3.15 Кесте – Тұндыру және Nb(OH)₅ фильтрациялауды қайта өңдеудің материалды балансы

Өнімдердің тармақтары	кіріс	Кг	%	Өнімдердің шығыс	Кг	%
I. Nb реэкстракты		553,85	100	I.Nb гидрототығы	167,66	100
Оның ішінде				Оның ішінде		
H ₂ NbOF ₅		121,24	21,89	Nb(OH) ₅	104,7	62,45
H ₂ TaF ₇		0,05	0,001	Ta(OH) ₅	0,06	0,035
FeF ₃		0,001	0,0001	H ₂ O	59,55	35,52
H ₂ O		410	74	NH ₄ F	3,35	2,0
NH ₄ NO ₃		22,56	4,07	II.Фильтрат	865,112	100
II.NH ₄ OH ерітіндісі		429,16	100	Оның ішінде		
Оның ішінде				NH ₄ NO ₃	22,5	2,6
NH ₄ OH		103	24	NH ₄ F	96,52	11,15
H ₂ O		326,16	76	H ₂ O	746	86,23
III.Тазартуға H ₂ O		1047,9	100	H ₂ NbOF ₇	0,032	0,004
				III.Шаятын су	998,128	100
				Оның ішінде		
				H ₂ O	989,07	99,1
				NH ₄ F	9,03	0,8
				Nb(OH) ₅	0,03	0,01
Қорытынды		2030,9	100	Қорытынды	2030,9	100

104,73 кг Nb(OH)₅ және 0,06 кг Ta(OH)₅ алынады.

Құрғақ қалдықтың салмағы құрайды:

$$104,73 + 0,06 = 104,79 \text{ кг}$$

Алынған тұнбаның фильтрациясы кезінде тұнба ылғалдылығы 60% құрайды, онда тұнбаның жалпы салмағы:

$$104,79 + 62,87 = 167,66 \text{ кг}$$

Шаятын судың салмағы құрғақ тұнба салмағына 1 : 10 қатынасында алынады және $104,79 \cdot 10 = 1047,9$ кг құрайды. (тәжірибелік мәліметтер бойынша)

99 % NH_4F тазартқанда сумен тазарады деп алайық. Фильтрда Nb_2O_5 құрамын $0,03 \text{ г/дм}^3$ – ден артық емес деп қабылдаймыз. Тұндыру және фильтрация үрдістерінің материалды балансы 3.15 кестеде көрсетілген.

3.1.5.1 Nb_2O_5 кептіру, қыздыру және ұсақтау

Қосындыға құрамында $\text{Nb}(\text{OH})_5$ – 104,7 кг және $\text{Ta}(\text{OH})_5$ – 0,06 кг бар 167,66 кг Nb гидрототығы түседі.

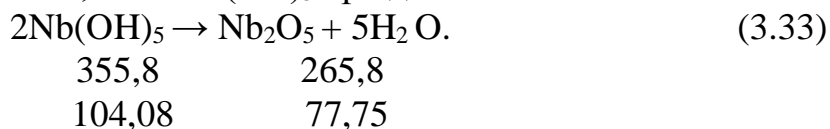
Кептіргеннен кейін гидрототытық ылғалдылығы құрғақ гидрототық салмағының 20 %-ын құрайды, $\text{Nb}(\text{OH})_5$ жоғалту ҮМЗ жұмыстарының мәліметтері бойынша 0,1 % немесе 0,1 кг құрайды.

Қыздыруға ылғалдылығы 20 % $104,7 - 0,1 = 104,6$ кг $\text{Nb}(\text{OH})_5$ түседі, ол 20,9 кг сәйкес. Гидрототықтың жалпы салмағы: $104,6 + 20,9 = 152,5$ кг сәйкес болады.

Қыздырудың бірінші кезеңінде 20,9 кг мөлшерде барлық ылғал жоғалады. Екінші кезеңінде келесі реакциялар жүреді:



(3.32) Реакциясы бойынша барлық фтор жойлады. Nb_2O_5 -те қалдық фтомөндірістік мәліметтер бойынша 0,3 %-ды құрайды. Қыздыру кезінде $\text{Nb}(\text{OH})_5$ жоғалту шаңды жоғалту 0,5 %-ті құрайды, ол 0,52 кг тең. Қыздырудың екінші кезеңіне $104,6 - 0,52 = 104,08$ кг $\text{Nb}(\text{OH})_5$ түседі.



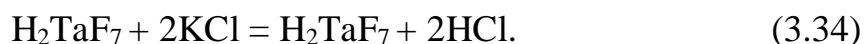
Қыздыру және ұсақтауда жоғалу 0,3% немесе 0,2 кг құрайды. Осылайша тауарлық Nb_2O_5 салмағы

$$77,75 - 0,2 = 77,55 \text{ кг}$$

Шикізаттан Nb_2O_5 алу 96,7 %-ды құрайды.

3.1.6 Калий фтортанталатын алу

Тұндыруға құрамында 6,89 кг H_2TaF_7 бар Та резкстракты беріледі.
Тұндыру кезінде мына реакция жүреді:



Тұндыру кезінде 300 г/дм^3 HCl концентрациялы HCl ерітіндісі қолданылады.

Бас ерітіндіде Ta_2O_5 құрамы тәжірибелік мәліметтерге сәйкес $1,0 \text{ г/дм}^3$ – дан жоғары емес. H_2TaF_7 -ге есептегенде ол құрайды:

$$1,0 \cdot 1,43 = 1,43 \text{ г/дм}^3$$

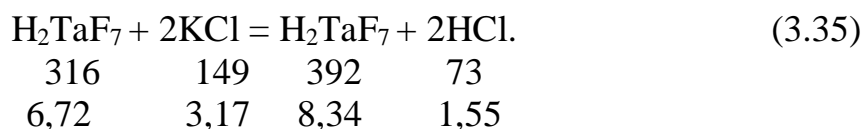
Резкстрактың жалпы көлемі $121,0 \text{ дм}^3$ (бетті қараңыз). Фильтрация кезінде бас ерітіндіде H_2TaF_7 жоғалту құрайды:

$$121 \cdot 1,43 = 173,0 \text{ гр}$$

Реакцияға қатысады:

$$6,89 - 0,173 = 6,72 \text{ гр } \text{H}_2\text{TaF}_7$$

H_2TaF_7 тұндыру үшін қажетті KCl мөлшерін есептейміз:



KCl артылғанын есептеу мөлшерінен 4 % қатынаста аламыз:

$$3,17 + 3,17 \cdot 0,04 = 3,3 \text{ кг } \text{KCl}$$

3.16 Кесте – Тұндыру және K_2TaF_7 фильтрациясының материалды балансы

Өнімдердің тармақтары	кіріс	Кг	%	Өнімдердің тармақтары	шығыс	Кг	%
I. Та реэкстракты		133,45	100	I. K_2TaF_7 тұзы		13,34	
Оның ішінде				Оның ішінде			
H_2TaF_7		6,89	5,16	K_2TaF_7		8,34	
H_2NbOF_5		0,06	0,04	Ылғал		5,0	
H_2O		117,3	87,9	II. Фильтрат		133,31	
NH_4F		9,0	6,74	Оның ішінде			
HF		0,25	0,19	H_2NbOF_5		0,06	
				H_2TaF_7		0,17	
II. KCl ерітіндісі		13,2	100	H_2O		121,9	
KCl		3,3	25	NH_4F		9,0	
H_2O		9,9	75	KCl		0,13	
				HCl		1,55	
				HF		0,25	
Қорытынды		146,65	100	Қорытынды		146,65	100

Тұндыру кезінде концентрациясы 300 г/дм^3 KCl болатын 25%-дық KCl ерітіндісі қолданылады.

Ерітіндінің жалпы салмағы 13,2 кг тең.

25%-дық KCl ерітіндісінің тығыздығы $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$.

K_2TaF_7 тұндыруға KCl ерітіндісінің көлемін табамыз:

$$13,2 : 1,18 = 11,19 \text{ дм}^3$$

Су салмағы : $13,2 - 3,3 = 9,9 \text{ кг}$ тең.

Тұндыру және фильтрация материалды балансы 3.16 кестеде берілген.

Тұнба ылғалдылығы 60 %, құрамы бас ерітінді – фильтраттағыдай.

Фильтрациядан кейін K_2TaF_7 спиртпен бас ерітіндіден тазартуға және центрифугада спиртен сығуға ұшырайды. Тазарту кезіндегі спирт шығыны 1 кг тұзға (ылғал) 0,25 кг құрайды. 13,34 кг тұзды тазарту үшін 3,34 кг C_2H_5OH қажет. Центрифугалағаннан кейін тұз ылғалдылығы 10,4 % құрайды. Кептіргеннен кейін тұз ылғалдылығы 0,4% құрайды. Тазарту және кептіргенде жоғалту 0,25 % құрайды және ол мынаған тең:

$$8,34 \cdot 0,0025 = 0,02 \text{ кг}$$

Егуге түседі: $8,34 - 0,02 = 8,32 \text{ кг } K_2TaF_7$

Егу және орташалау кезіндегі жоғалту өндірістік мәліметтер бойынша 1% құрайды және ол тең:

$$8,32 \cdot 0,001 = 0,08 \text{ кг}$$

Тауарлық K_2TaF_7 салмағы құрайды:

$$8,32 - 0,08 = 8,24 \text{ кг}$$

Ta₂O₅ – ке есептегенде ол құрайды:

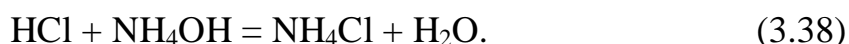
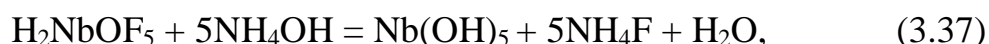
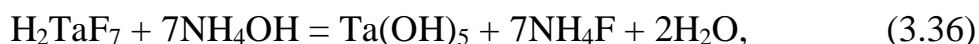
$$8,24 \cdot 0,56 = 4,6 \text{ кг}$$

Шикізаттан тауарлық өнімге Та алу 92,3 % құрайды.

3.1.6.1. Бас ерітіндіні қайта өңдеу

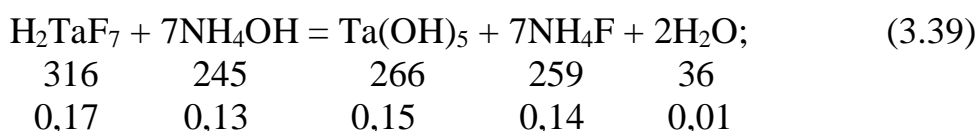
Қайта өңдеуге құрамы 3.16 кестеде берілген бас ерітінді қатысады. Бас ерітінді Nb(OH)₅, Ta(OH)₅ гидрототықтарының түсуіне дейін нейтрализацияланады. Тұндыру 24 % NH₄O жүреді.

Тұндыру кезінде мына реакциялардың жүруі мүмкін:

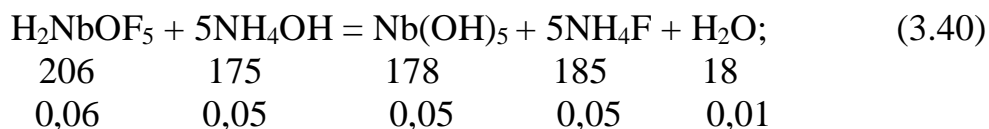


Осы реакциялар бойынша гидрототықты тұндыру үшін аммиак суына қажеттілікті анықтаймыз

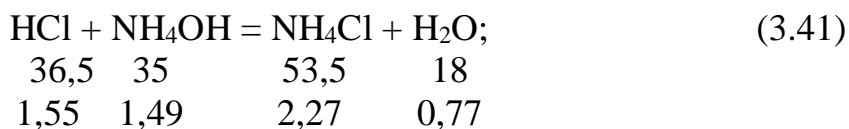
:



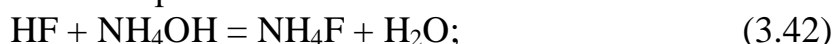
Бас ерітіндіде 0,17 кг H₂TaF₇ бар



Бас ерітіндіде 0,06 кг H₂NbOF₅ бар



яғни Бас ерітіндіде 1,55 кг HCl бар



20	35	37	18
0,25	0,44	0,46	0,23

Реакция нәтижесінде NH_4OH шығыны құрайды:

$$P_{\text{NH}_4\text{OH}} = 0,13 + 0,05 + 1,49 + 0,44 = 2,21 \text{ кг}$$

Тұндыру кезінде 24 % - дық NH_4OH ерітіндісі қолданылады. NH_4OH ерітіндісінің жалпы салмағы құрайды:

$$P'_{\text{NH}_4\text{OH}} = \frac{2,11 \cdot 100}{24} = 8,79 \text{ кг}$$

NH_4OH – пен бірге мынандай мөлшердегі су енгізіледі:

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 8,79 - 2,11 = 6,68 \text{ кг}$$

Реакция нәтижесінде алынады:

- а) $\text{Ta}(\text{OH})_5 - 0,15 \text{ кг}$
 $\text{Nb}(\text{OH})_5 - 0,05 \text{ кг}$
- б) $\text{NH}_4\text{F} - 0,14 + 0,05 + 0,46 = 0,65 \text{ кг}$
- в) $\text{H}_2\text{O} - 0,01 + 0,01 + 0,77 + 0,23 = 1,02 \text{ кг}$
- г) $\text{NH}_4\text{Cl} - 2,27 \text{ кг}$

Тұнбаны фильтрациялағанда ылғалдылығы 60% гидрототық қоспасын аламыз. Ылғал салмағы $P_{\text{ылғал}} = \frac{0,2 \cdot 60}{100} = 0,12 \text{ кг}$ құрайды.

Тұнбаның жалпы салмағы тең: $0,2 + 0,12 = 0,32 \text{ кг}$

Ылғал құрамы фильтрат құрамындай. Фильтрат құрамы 3.17 кестеде көрсетілген. Фильтрация кезіндегі тұнба құрамы 3.18 кестеде көрсетілген.

Бас ерітіндіні қайта өндеудің материалды балансы 3.19 кестеде көрсетілген.

3.17 Кесте – Тұнбалық бас ерітіндіні фильтрациялағандағы фильтрат құрамы

Құраушылар	кг	%
H_2O	129,65	91,07
NH_4Cl	2,27	1,68
KCl	0,13	0,09
NH_4F	9,65	7,15
Қорытынды	141,65	100

3.18 Кесте – Бас ерітіндіні қайта өндегенде пайда болған гидрототық

қоспаларының құрамы

Құраушылар	Кг	%
Nb(OH) ₅	0,05	15,63
Ta(OH) ₅	0,15	46,9
Ылғал Оның ішінде	0,12	
H ₂ O	0,11	34,38
NH ₄ Cl	0,002	0,63
NH ₄ F	0,008	2,5
KCl	0,0001	0,03
Қорытынды	0,32	100

3.19 Кесте – Бс ерітіндіні қайта өңдегендегі материалды баланс

Кіріс	кг	%	Шығыс	кг	%
I.Бас ерітінді Оның ішінде	133,3	100	I.Гидрототық қоспасы Оның ішінде	0,32	100
H ₂ NbOF ₅			Nb(OH) ₅	0,05	15,63
H ₂ TaF ₇	0,06		Ta(OH) ₅	0,15	46,88
H ₂ O	0,17		H ₂ O	0,11	34,38
NH ₄ F	121,9		NH ₄ Cl	0,002	0,63
KCl	9,0		NH ₄ F	0,008	2,5
HCl	0,13		KCl	0,0001	0,03
HF	1,55		III.Фильтр	141,53	100
II. NH ₃ ерітіндісі	0,25		H ₂ O	129,54	91,07
NH ₄ OH	8,79	100	NH ₄ Cl	2,27	1,68
H ₂ O	2,11	24	KCl	0,129	0,09
	6,68	76	NH ₄ F	9,642	7,15
Қорытынды	142,12	100	Қорытынды	142,12	100

3.1.7 Реагенттердің қажетті мөлшерін есептеу

Металлургиялық есептеулер мәліметтері бойынша тауарлық өнімге Nb₂O₅ енгізу 96,7 % құрайды. Шикізаттағы Nb₂O₅ құрамы 80%.

Жылына 387,8 т техникалық гидрототықты қайта өңдеу керек.

Жылдық бағдарламаға трибутилфосфаттың қажетті мөлшерін есептеу жүргізілді.

Экстракцияға бір сағатқа УБФ беру жылдамдығы құрайды:

$$294,5 + 147,3 = 441,8 \text{ дм}^3/\text{сағ}$$

Экстракция, реэкстракция циклін өткеннен кейін УБФ экстракция үрдісінің басына оралады. Бір циклдің уақыты ҮМЗ-на ұқсас цехтың жұмыс тәжірибесі бойынша 6 сағатты құрайды. Тәулігіне УБФ 4 цикл жасайды. Бір

циклда ҮБФ жоғалту циклда болатын ҮБФ көлемінің 1 %-ын құрайды. Циклда болады: $441,8 \cdot 6 = 2650,8 \text{ дм}^3$. Бір циклда жоғалту $4,42 \text{ дм}^3$ құрайды. Тәулігіне жоғалту $4,42 \cdot 4 = 17,68 \text{ дм}^3$ құрайды.

Экстракция жылына 335 күн жұмыс жасайды.

Жоғалту $335 \cdot 17,64 = 5909,4 \text{ дм}^3$ құрайды.

$$\rho_{\text{ҮББ}} = 0,97 \text{ г/см}^3 \quad P_{\text{ҮББ}} = V_{\text{ҮББ}} \cdot \rho_{\text{ҮББ}} = 5909,4 \cdot 0,97 = 5732,2 \text{ кг}$$

Циклдағы ҮБФ салмағы анықталады:

$$P_{\text{ҮББ}_\text{ц}} = 2650,8 \cdot 0,97 = 2571,3 \text{ кг}$$

1 жыл жұмысқа ҮБФ қажеттілігі құрайды:

$$5732,2 + 2571,3 = 8303,5 \text{ кг}$$

100 кг шикізатқа судың қажеттілігін есптейік:

Техникалық гидрототықты сілтілі металдар тұздарынан тазартуға 1000 кг H_2O қажет. Суды сорбционды тазартқанда жоғалту 7,1 % құрайды (айналымға 92,9 % H_2O қайтарғанда), ол $1000 \cdot 0,07 = 71 \text{ кг}$ құрайды. Екі ретті тазартқанад бұл жоғалту 142 кг құрайды. Қорытындылағанда, 100 кг гидрототықты тазартуға 1142 кг H_2O қажет. 387,7 кг гидрототыққа қажет:

$$1000 + 142 \cdot 3877 = 550676 + 1000 = 551676 \text{ кг}$$

NH_4NO_3 ерітіндісін дайындауға $203,07 \cdot 3878 = 727505,5 \text{ кг}$ қажет.

Nb реэкстракциясына су шығыны құрайды:

$$207 \cdot 3878 = 802746 \text{ кг}$$

KCl ерітіндісін дайындауға қажет: $9,9 \cdot 3878 = 3899,2 \text{ кг}$

Nb гидрототығын NH_4F тұздарынан тазартуға қажет:

$$1047,9 \cdot 3878 = 4063756 \text{ кг}$$

387,8 т техникалық гидрототықты қайта өңдеуге қажетті су шығыны:

$551677 + 727505,5 + 7275505,5 + 802746 + 38992,2 + 4063756 = 6852231,5 \text{ кг } \text{H}_2\text{O}$ немесе $6852,2 \text{ т } \text{H}_2\text{O}$ 387,8 т шикізатқа.

3.20 Кесте – Шикізаттың жоспарлы мөлшерін қайта өңдеуге арналған реагенттердің қажетті мөлшері, тонна

Реагенттер	1 т Nb ₂ O ₅ - ке	Жылына
Шикізат (Nb гидрототығы)	1,29	378,8
H ₂ SO ₄ (96 %)	2,0	600,8
HF(40%)	1,15	345,39
NH ₄ NO ₃	0,28	85,46
HCl	0,041	12,5
ТБФ	0,027	8,304
NH ₄ OH (24%)	5,53	1658,9
H ₂ O	23,95	7187,2
C ₂ H ₅ OH	0,02	6,5

Тәулігіне бір рет колонкалар регенерациясы мен шаюн жүргізу қажет, ол үшін ҮМЗ жұмыстарның мәліметтері бойынша ұқсас қондыруда 1000 кг H₂O қажет. Бұл бір жылда құрайды:

$1000 \cdot 335 = 335000$ кг H₂O, онда H₂O жалпы шығыны құрайды:

$6852231,5 + 335000 = 7187231,5$ кг = 7187,2 т H₂O жылына

Қалған реагенттерді 100 кг шикізаттан 387,8 т шикізатқа қайта есептеп және есептеу мәліметтерін 3.20-кестеге енгіземіз.

3.2 Негізгі жабдықты таңдау және есептеу

3.2.1 Ыдырату үшін реакторларды таңдау

Реактор жұмысының бір циклының уақытын анықтаймыз:

Гидрототық жүктеуінің уақыты	2 сағат
Су және H ₂ SO ₄ құю уақыты	1 сағат
Араластыру	5 сағат
Қойыртпақ тортасы	4 сағат
Екі тазартудың фильтрациясы	4 сағат
Қышқылды құю уақыты	1 сағат
Еру үрдісінің уақыты	5 сағат
Фильтрация уақыты	1 сағат
Реакторды шаю	1 сағат
Қорытынды	26 сағат

Технологиялық үрдістің берілген кезеңінде қайта өңделетін материалдардың тәуліктік көлемі $V_c = 6165$ дм³ бастапқы ерітінді бойынша экстракционды қайта өңдеудің тәуліктік өнімділігінен анықталады. Берілген көлемді алу үшін 1320,6 кг шикізат таралады, себебі 100 кг шикізатты еріткенде 484,56 дм³ көлем алынады.

Берілген аппарат сыйымдылығы $V_a = 10,0$ см³ тең. Аппараттың толу

деңгейі 0,64 тең.

Аппараттың берілген мөлшеріндегі аппарат сыйымдылығы мына формула бойынша анықталады:

$$V_a = \frac{V_c \cdot \tau \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)}{m_y \cdot \varphi \cdot 24}, \quad (3.43)$$

мұндағы V_c – технологиялық үрдістің берілген кезеңінде қайта өңделетін материалдардың тәуліктік көлемі;

V_a – таңдалған аппараттың көлемі;

τ – үрдістің ұзақтығы;

V_p – аппараттың жұмыс көлемі;

$\varphi = \frac{V_p}{V_a}$ – аппараттың толу дәрежесі;

m_y – орнатылған аппараттар мөлшері

σ – берілген кезең бойынша өндірістің қуат қоры;

σ – ҮМЗ жұмыстары тәжірибелік мәліметтері бойынша таңдалады. Аппарат абразивті материалдары бар қатты агрессивті ортада жұмыс жасайды, гумировка қатарынан көп уақыт кететін алмасуға жиі шығады. σ – 50 % тең етіп аламыз.

Орнатылатын аппараттар мөлшерін анықтаймыз:

$$V_a = \frac{V_c \cdot \tau \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)}{m_y \cdot V_a \cdot 24} = \frac{6,165 \cdot 26 \cdot \left(1 + \frac{50}{100}\right)}{10 \cdot 0,64 \cdot 24} = 1,56$$

$m_y = 2,0$ аппарат деп қабылдаймыз;

$V_a = 10 \text{ м}^3$.

3.2.2 Ыдырату реакторлары жұмысының жылу балансы

Жалпы түрде жылу балансы мына теңдеумен жазылады:

$$\sum Q_{\text{кіріс}} = \sum Q_{\text{шығыс}} \quad (3.44)$$

Берілген жағдайдағы жылу жұмсалады:

Q_1 – реактор денесінің қызуы;

Q_2 – қоршаған ортаға жылу жоғалтудың компенсациясы;

Q_3 – реакция өнімдерімен көтеретін.

Жылу кірісі келесі тармақтардан тұрады:

Q'_1 – бастапқы материалдармен енгізілетін физикалық жылу

Q'_2 – HF су ерітіндісіндегі H_2SO_4 ерігендегі бөлінетін жылу

Q'_3 – химиялық реакциялар жүру нәтижесінде бөлінетін жылу

Жылудың кірісін анықтаймыз: 1320,6 кг шикізат жүктеледі. 20 С-та шикізаттың жылусыйымдылығын анықтаймыз: $C_{p(c)} = 70,0$ дж/моль*град.
1320,6 кг шикізат енгізілетін жылу:

$$Q'_1 \text{ шығ} = C_{p(c)} \cdot P \cdot t, \quad (3.45)$$

мұндағы $C_{p(c)}$ – шикізаттың жылусыйымдылығы
 P – шикізат салмағы
 t – шикізат температурасы, 40 °С деп қабылдаймыз.

$$Q'_1 \text{ шығ} = 70,0 \cdot 1320,6 \cdot 40 = 3697680 \text{ дж} = 3697,7 \text{ кдж}$$

Жылу мөлшерін анықтап 40 %-ық HF ерітіндісімен енгіземіз. Ерітінділер жылусыйымдылықтарын анықтау үшін HF жылусыйымдылығын номограмма анықтаймыз. 20 °С – та $C_{p(HF)} = 2560$ дж/кг·град

$$P_{HF} = 2981,2 \quad (2.8 \text{ кестені қараңыз})$$

$$Q'_2 \text{ шығ} = C_{p(HF)} \cdot P_{HF} \cdot t = 2560 \cdot 2981,2 \cdot 20 = 152637400 \text{ дж.}$$

$$Q'_2 \text{ шығ} = 152 \text{ 637,4 кдж.}$$

Реакторға 96%-дық H_2SO_4 ерітіндісімен енгізілген жылу мөлшерін анықтаймыз. 96 % ертіндінің жылусыйымдылығын номограммдан анықтаймыз.

$$20 \text{ }^\circ\text{C-та } C_{p(H_2SO_4)} = 1420 \text{ дж/кг}\cdot\text{град}$$

$$P_{H_2SO_4} = 2000 \text{ кг}$$

$$Q'_3 \text{ шығ} = C_p \cdot P \cdot t = 1420 \cdot 2000 \cdot 20 = 56800000 \text{ дж.}$$

$$Q'_3 \text{ шығ} = 56800 \text{ кдж.}$$

96%-дық H_2SO_4 ерітіндісінде ерігенде бөлінетін жылу мөлшерін анықтаймыз. Технологиялық есептеулер бойынша 1 моль H_2SO_4 -ке 7,5 моль H_2O келеді, судағы H_2SO_4 еруінің интегральды жылуын анықтаймыз.

$$\Delta H_m = 60,75 \text{ кдж/кг}$$

Үрдіске 2000 кг қатысады, еру жылуы анықталады:

$$Q'_4 = \Delta H_m \cdot m = 60,75 \cdot 2000 = 118289,3 \text{ кдж}$$

Реакция жүруінің жылу эффектінің Гесс заңы бойынша анықтаймыз:

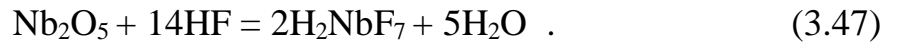
$$q_p = (\sum q)_k - (\sum q)_n, \quad (3.46)$$

мұндағы q_p - реакция жылулығы

$(\sum q)_k$ - химиялық әрекеттесу нәтижесінде алынған байланыс элементтерінен жылу жасалу қосындысы

$(\sum q)_n$ - химиялық әрекеттесу нәтижесінде алынған байланыс элементтерінен жылу жасалу қосындысы

Реакцияның жылу эффектінің анықтаймыз:



Жай заттардан стандартты жағдайда қосылыстар пайда болғандағы жылу эффектіні анықтаймыз.

$$\Delta H_{298\text{Nb}_2\text{O}_5} = -1100 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H_{298\text{HF}} = -268,61 \text{ кДж/моль} \cdot 14 = 3760 \text{ кДж}$$

$$\Delta H_{298\text{H}_2\text{O}} = -285,84 \cdot 5 = -1429,2 \text{ кДж}$$

$$\Delta H_{298\text{H}_2\text{Nb}_2\text{F}_7} = -1271,3 \cdot 2 = -2540,6 \text{ кДж}$$

Онда 1 моль Nb_2O_5 ерігенде реакция нәтижесінде Q' жылу бөлінеді.

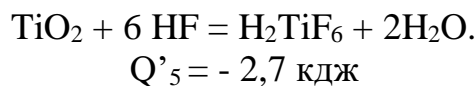
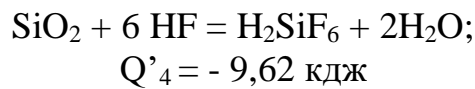
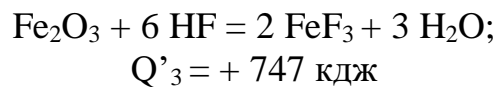
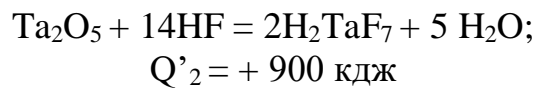
$$Q' = 891 \text{ кДж}$$

Реакцияға Nb_2O_5 m – молі қатысады

$$m = \frac{1056}{266} = 3,96 \text{ моль}$$

$$Q'_1 = 891 \cdot 3,96 = 3528,4 \text{ кДж}$$

Ұқсас түрде басқа реакциялар жүруінің жылу эффектіні есептейміз:



Гидрототық еруінің жалпы жылу эффекті сәйкес болады:

$$Q_p^{np} = Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 + Q'_5 = 3528,4 + 900,0 + 747 - 9,62 - 2,7 = 5163,08 \text{ кДж}$$

Реакторға жылудың жалпы кірісі кіріс қосындысына тең болады:

$$Q_p^{\text{жалпы}} = Q^{np_1} + Q^{np_2} + Q^{np_3} + Q^{np_4} + Q^{np_5} = 3697,7 + 152637,4 + 56800 + 118289 + 5163,1 = 336587,5 \text{ кДж}$$

Жылудың шығынын есептейміз:

Q^{p_1} – Аппаратты қыздыруға кеткен жылу

$$Q^{p_1} = G \cdot c (t_{2cm} - t_{1cm}) ; \quad (3.48)$$

мұндағы G – аппарат массасы = 1870 кг;
 C – реактор материалының жылусыйымдылығы;
 $C_{cm} = 35$ дж/кг·град;
 t_{2cm} – аппарат дәрежесінің орташа температурасы;
 t_{1cm} – аппарат дәрежесінің бастапқы температурасы.

$$t_{2cm} = \frac{t_{zop} + t_{xon}}{2} = \frac{70 + 40}{2} = 55 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$Q^{P_1} = 1870 \cdot 35 \cdot 55 = 3599750$$

$$Q^{P_1} = 3599,8 \text{ кдж}$$

Q^{P_2} – аппараттан реакция өнімдерімен бірге шығатын жылу, $t_{шығ} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$C_{ерігінді} = 0,92 \text{ кдж/кг·град}$$

$$P_{ер-ді} = 6301 \text{ кг}$$

$$Q^{P_2} = 0,92 \cdot 6301 \cdot 50 = 289846 \text{ кдж}$$

Q^{P_3} – қоршаған ортаға жоғалатын жылу

$$Q^{P_3} = \Sigma F - \alpha_{жалпы} (t_{2cm} - t_{орт.ауа}) \cdot \tau, \quad (3.49)$$

мұндағы F – аппарат беткейі;

$\alpha_{жалпы}$ – қоршаған ортаға аппарат дәрежесінен жылу бөліну коэффициенті;

t_{2cm} – аппарат дәрежесінің температурасы;

$t_{орт.ауа}$ – цех ғимаратының температурасы;

τ – үрдіс ұзақтығы.

$$t_{орт.ауа} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad t_{2cm} = 40 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad F = 21,4 \text{ см}^2$$

$\alpha_{жалпы}$ – эмпирикалық формула бойынша анықтау қиын.

$$\alpha_{жалпы} = 8,4 \cdot 0,06 \cdot \Delta t, \quad (3.50)$$

мұнда Δt – дәреже және ауа температурасының әр түрлілігі

$$\alpha_{жалпы} = 8,4 \cdot 0,06 \cdot 20 = 10,08.$$

Қоршаған ортаға жоғалуды анықтаймыз

$$Q^{P_3} = F \cdot \alpha_{жалпы} (t_{2cm} - t_{орт.ауа}) \cdot \tau = 21,4 \cdot 10,08 \cdot 2 \cdot 10 = 43142 \text{ кдж}$$

Жылудың жалпы шығыны жылудың шығын қосындысы ретінде анықталады:

$$Q^P = Q^{P_1} + Q^{P_2} + Q^{P_3} = 3336587 \text{ кдж}$$

3.21 Кесте – Реактор жұмысының жылу балансы

Жылудың кіріс тармақтары	Q (кдж)	%	Жылудың шығыс тармақтары	Q(кдж)	%
I.Реакция өнімдері арқылы енгізілетін жылу	213135,1	63,32	I.Аппаратты қыздыруға кететін жылу	3599	1,07
II.H ₂ SO ₄ – ті сұйылтқанда бөлінетін жылу	118289,3	35,14	II. Реакция өнімдері арқылы енгізілетін жылу	289846	86,11
III.Реакция жүру нәтижесінде бөлінетін жылу	5163,1	1,54	III.Қоршаған ортаға жоғалатын жылу	63142,5	12,82
Қорытынды	336587,5	100	Қорытынды	336587,5	100

3.2.3 Экстракционды шекті есептеу

Сатылар мөлшерін есептеу Крамер теңдеуі арқылы орындалады:

$$\varphi = \frac{\sum -1}{\sum^{n-1} -1}; \quad (3.59)$$

мұндағы φ – реэкстракциядағы қоспа үлесі;

Σ – тазарту коэффициенті;

N – сатылар саны.

Реэкстракт құрамы

$\Sigma 190 \text{ г/дм}^3 \quad \text{Nb}_2\text{O}_5 - 189,97 \text{ г/дм}^3 - 99,83 \%$

$\text{Ta}_2\text{O}_5 - 0,1 \text{ г/дм}^3 - 0,052 \%$

$\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,03 \text{ г/дм}^3 - 0,01 \%$

$$\Phi = 0,00016 \quad \Sigma = m \cdot \alpha \quad m = \frac{V_{орз}}{V_{сy}}$$

$$\Sigma = \frac{441,8}{256,9} \cdot 0,1 = 0,16$$

$$0,00016 = \frac{0,16 - 1}{0,16^{n-1} - 1} \quad 0,16^{n-1} = -\frac{0,84}{0,00016} + 1 = -4759$$

$$n = -\frac{\lg 4759}{\lg 0,16} + 1 = 10,2$$

Сатыларды қолдану тиімділігінің есебімен реэкстракция үшін 12 сатыны

қабылдаймыз.

Танталды реэкстракциясы үшін сатылар санын есептейміз.

Реэкстрак құрамы

$$\begin{aligned} \Sigma'3K &= 40 \text{ г/дм}^3 & \text{Ta}_2\text{O}_5 &- 39,85 \text{ г/дм}^3 - 99,62 \% \\ & & \text{Nb}_2\text{O}_5 &- 0,1 \text{ г/дм}^3 - 0,25 \% \\ & & \text{Қоспалар} &- 0,03 \text{ г/дм}^3 - 0,13 \% \end{aligned}$$

$$\varphi = 0,00125 \quad \alpha = 0,08$$

$$\Sigma = \frac{V_{опг}}{V_{сy}} \cdot \alpha = \frac{441,8}{256,9} \cdot 0,08 = 0,58$$

$$\varphi = \frac{\Sigma - 1}{\Sigma^{n-1}}; \quad 0,00125 = \frac{0,58 - 1}{0,58^{n-1} - 1};$$

$$0,58^{n-1} = \frac{0,42}{0,00125} + 1; \quad n = \frac{\lg 335}{\lg 0,58} + 1 = 4,94$$

Тантал реэкстракциясының сатылар санын таңдаймыз $n = 6$ саты

Барлық экстракциялық каскад 30 саты; 6 саты бойынша 5 экстракттар

3.2.4 Араластырғыш – тұндырғыш типті экстрактор есебі

Бастапқы мәліметтер:

Жеңіл фаза шығыны $294,5 \text{ дм}^3/\text{сағ}$

Ауыр фаза шығыны $256,9 \text{ дм}^3/\text{сағ}$

Фаза контактысы уақыты 2 мин

Фазаның қатпарлану уақыты 8 мин

$\rho_{л} = 0,97 \text{ г/см}^3$ $\rho_{г} = 1,4 \text{ г/см}^3$

Араласу камерасы және тұнбаның жұмыс көлемі фазаның жалпы ағынына байланысты:

$$Q = \frac{V \cdot 60}{\tau}; \quad V_n = \frac{Q \cdot \tau}{60} + 15\%V, \quad (3.60)$$

мұндағы V_n – камераның жалпы көлемі;

Q – фазаның жалпы ағыны;

τ – фаза контактысының уақыты;

$15\% V$ – камера көлемінің қоры.

Араласу камерасы үшін:

$$V_c = \frac{551,4 \cdot 2}{60} = 18,4 \text{ дм}^3$$

$$V = 0,15 \cdot V_c = 0,15 \cdot 18,4 = 3 \text{ дм}^3$$

$$V_{n,e} = 18,4 + 3 = 21,4 \text{ дм}^3$$

Араластыру камерасының көлемі 25 дм^3 .

Тұнба камерасы үшін:

$$V_0 = \frac{551,4 \cdot 2}{60} 8 = 73,5 \text{ дм}^3$$

$$V = 73,5 \cdot 0,15 = 11 \text{ дм}^3$$

$$V_{0,r} = 73,5 + 11 = 84,5 \text{ дм}^3$$

$$V_{n,0} = 100 \text{ дм}^3$$

Онда жалпы көлемі тең:

$$100 + 25 = 125 \text{ дм}^3$$

Араластыру камерасының жағын есептеу үшін конструктивті жағының арақатынасын қабылдаймыз: $a : b : h = 1 : 1 : 1,5$ $V = a \cdot b \cdot h$

$$A = x \quad b = x \quad h = 1,5 \cdot x$$

x – қысқа

$$V = x^3 \cdot 1,5 = 25 \text{ м}^3 \quad X = \sqrt[3]{\frac{25}{1,5}} = 255 \text{ мм}$$

Тұнба камерасындағы жақтары қатынастары: $a : c = 1 : 4$

$$C = a \cdot 4 = 255 \cdot 4 = 1020 \text{ мм}$$

$$\text{Жалпы ұзындығы: } l = b + c = 255 + 1020 = 1275 \text{ мм}$$

Жалпы көлем $0,125 \text{ м}^3$. 6 сатысымен бірге экстрактордың жалпы көлемі

$$V = 0,125 \cdot 6 = 0,75 \text{ м}^3$$

Құйылу терезелерінің өлшемдерін анықтаймыз:

А) тұнба камерасынан араластырғышқа ауыр фракцияларды құю үшін терезе өлшемдері:

$$F_{ok} = \frac{V_{cy}}{3600 \cdot V}, \quad (3.61)$$

мұндағы V – терезедегі ағыс жылдамдығы = 5 м/сек .

$$F_{ok} = \frac{256,9}{3600 \cdot 5} = 0,016 \text{ м}^2 = 160 \text{ см}^2$$

Терезе биіктігін табамыз: $F = a \cdot b$ $b = 25,5 \text{ см}$ $a = 160 : 25,5 = 6,27 \text{ см}$

Бұлғауыш диаметрін анықтаймыз:

$$\alpha = \frac{D}{3}, \quad (3.62)$$

мұндағы D – араластыру камерасының диаметрі.

$$\alpha = \frac{225}{3} = 85 \text{ мм}$$

Бұлғауыш типі – турбина

Қатынас бойынша бұлғауыш қуатын анықтаймыз:

$$N_p = C \cdot d^{5-2m} \cdot n^{3-m} \cdot p^{1-m} \cdot M^m, \quad (3.63)$$

мұндағы C және m – бұлғауыш формасы мен қозғалыс сипатына байланысты тұрақтылар;

d – бұлғауыш диаметрі;

n – бұлғауыш айналымының саны $300 \text{ айн/мм} = 2,08 \text{ сек}^{-1}$.

3.22 Кесте – Бұлғауыш типіне байланысты c және m коэффициенттерінің мағынасы

Бұлғауыш типі	C	m	N
Пропелерлі	0,105	0,4	1,9
Турбиналы	0,25	0,33	1,15

Эмульсия тұтқырлығын анықтаймыз:

$$M_{a,b} = M_a^{xa} \cdot M_b^{xb}, \quad (3.64)$$

мұндағы M_a, M_b – а,в құраушыларының тұтқырлығы;

X_a, X_b – а,в құраушыларының көлемдік үлестері.

Эмульсия тығыздығын есептеуге болады:

$$\rho_{a,b} = \frac{\rho_a + \rho_b}{2}, \quad (3.65)$$

мұндағы $\rho_{a,b}$ – эмульсия құраушыларының тығыздығы.

Себебі ауыр және жеңіл фаза құраушылардың көлемдік үлестері дерлік тең, онда эмульсия тұтқырлығын ауыр және жеңіл фаза тұтқырлық өнімі ретінде анықтаймыз.

Ауыр фаза тұтқырлығы $M_T = 1,5 \text{ СЛЗ}$

Жеңіл фаза тұтқырлығы $M_L = 3,41 \text{ СЛЗ}$

Эмульсия тұтқырлығы:

$M = M_L \cdot M_m = 1,5 \cdot 3,41 = 5,12 \text{ СЛЗ немесе}$

$$M = 5,12 \cdot 10^{-3} \frac{\text{н} \cdot \text{сек}}{\text{м}^2}$$

Бұлғауыш қуатын анықтаймыз:

$$N_p = 0,25 \cdot 0,085^{5-2 \cdot 0,33} \cdot 2,08^{3-0,33} \cdot 1190^{1-0,33} \cdot (5 \cdot 10^{-3})^{0,33} = 0,5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{кВт} \cdot \text{м}}{\text{сек}}$$

Немесе

$$N_p = 0,4 \cdot 10^{-2} \cdot 102 = 0,41 \text{ кВт}$$

Іске қосылатын қуатты анықтаймыз:

$$0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ кВт} \quad \text{Барлығы 3 бұлғауыш}$$

$$0,8 \cdot 3 = 2,4 \text{ кВт}$$

Іске асырылатын қуат бойынша қозғалтқышты анықтаймыз:

$$N_{\text{дв}} = \frac{2,4 \cdot 0,736}{0,75 \cdot 0,8} = 2,94 \text{ кВт}$$

МЕСТ бойынша АОЛ 2-32-4 электроқозғалтқыш таңдаймыз $N = 3 \text{ кВт} \cdot n = 1430 \text{ айн/мин}$

Турбина айналымының саны $n_T = 300 \text{ айн/мин}$

Қалған технологиялық операцияларды орындау үшін құрылғыларды таңдау жоғарыда келтірілгендерге ұқсас жүргізіледі.

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

4.1 Ұйымдық- құқықтық аспектілері

Осы дипломдық жұмыстың бөлімі ҚР-ның келесі заңдарына сүйене отырып жазылған:

- "Еңбек кодексі" 01.01.2016 жылдың №414-V ҚР;
- "Техникалық регламент" 09.11.2014 жылдан №603 ҚР;
- ҚР "Азаматтық қорғау" заңы 11.04.2014 жылдың №188- V ҚР.

4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау

Қызмет көрсетуші қызметкерлерге қауіп-қатер болып табылатын негізгі зияндылық болып құрамында радиоактивті элемент – Th бар өнімдер болып табылады. Зақымдану радиоактивті затты жұтқанда, оларды тыныс алатын ауада шаң немесе газ түрінде тапқанда, олардың тері жабындыларына түскенде немесе олармен тікелей қатынаста болмай, қашықтықтан сәулелену кезінде болуы мүмкін.

Иондармен қаныққан сәулеленудің көлемді мөлшері әсерінен бірнеше сағаттан кейін хал-жағдай нашарлап, тітіркенгіштік пайда болады, бас ауру, бас айналу, жүрек айну, құсу, іш өту, жалпы әлсіздік, ұйқышылдық болады.

Сауығу баяу жүреді. Шаршау, ұйқысыздық ұзақ сақталады. Ұзақ уақыт өте «кеш реакциялар»: қатерлі жаңа түзілімдер, катаракталар пайда болуы мүмкін.

Радиоактивті қайта өңдеуге жатады: Nb техникалық гидрототығын жеңілдету және 5 %-дық H_2SO_4 ерітіндісімен шаю, шайылған гидрототықты HF және H_2SO_4 қоспаларында еріту, ерімейтін тұнбаны фильтрациялау және шаю. Бастапқы шикізаттың радиоактивтілігіне байланысты радиоактивті қайта өңдеулер ашық түрдегі радиоактивті заттармен – радиактивтілік тобы «Г» жұмыс классы – II жұмыстар үшін жабаланған. Жұмыс бөлмелеріндегі ауадағы Th мүмкін болатын концентрация шегі $5 \cdot 10^{-15}$ кюри/дм².

Күкірт қышқылымен жұмыс жасағанда жоғарғы тыныс жолдарының кілегей қабатының тітіркенуі мен күйдіруі, өкпе зақымдануы мүмкін. Теріге түскенде ауыр күйіктер болады.

Алғашқы көмек. Тыныс жолдарының кілегей қабаты зақымданғанда – таза ауа, сода ерітіндісімен ингаляция. Этил спирті, эфир, хлороформадағы 10 %-дық ментол ерітіндісі буын жайлап ішке жұту. Содамен жылы сүт ішу. Теріге немесе шырышты қабатқа түссе тез арада сумен шаю. Мүмкін болатын концентрация шегі 1 мг/м³.

Қышқылмен жұмыс жасағанда жоғары тыныс жолдарының тітіркенуі мүмкін. Созылмалы улану жоғары улағыш қасиетке ие фтор – ион есебінен қышқыл және HF аз мөлшерлі концентрациясынан болуы мүмкін. HF теріге қиын жазылатын жаралар түзілуімен қатты күйдіре отырып әсер етеді.

Алғашқы көмек. Сұйық қышқылмен жанасқанда, ауру сезімі болмаса да –

10 минуттан кем емес уақытта көп мөлшерде сумен шаю, одан кейін күйген жерді 10 %-дық аммиак ерітіндісіне малынған дәкемен өңдеу керек. Егер көз зақымданса – жарты сағат бойы сумен шаю, кейін 0,5 %-дық дикоиннің 2-3 тамшысын тамызамыз. Майлар мен май негізіндегі жақпа май қолдануға болмайды. HF үшін мүмкін болатын концентрация шегі 0,5 мг/дм³.

Аммиакпен жұмыс жасағанда жоғары тыныс жолдарының тітіркенуі мүмкін. Жоғары концентрацияда орталық жүйке жүйесін қоздырады және тырысулар шақырады. NH₄OH теріге түскенде қатты ауру сезімін, қызаруды тудырады және ұзақ уақыт әсер етсе – көпіршіктер пайда болады. Ол көзге түссе толық соқырлыққа алып соғады.

Алғашқы көмек. NH₄OH көзге шашырса көзді кең ашып көп мөлшерде сумен немесе 0,5-1 %-дық ашудас ерітіндісімен, вазелин немесе зәйтүн майымен шаю қажет. Тері зақымданса – таза сумен жуу. Тыныс жолдары арқылы NH₃-пен уланғанда – таза ауа, жылы су буымен дем алу. Мүмкін болатын концентрация шегі 20 мг/дм³.

Калий фторанталатымен K₂Ta F₇ жұмыс жасағанда тыныс жолдарының шырышты қабаты мен көздің анық немесе анық емес тітіркендіруін шақырады. Мүмкін болатын концентрация шегі 10 мг/дм³.

Электр тогын кеңінен қолдану жұмыскерлердің электр тогымен зақымдануына мүмкіндік туғызады. Айналмалы бөлшектер мен жетегілердің болуы физикалық зақымдану мен жарақат пен зақым алуға мүмкіндік туғызады. Діріл мен аппарат температурасы мүмкіндік шегінде.

4.3 Өндірістік жарақат, кәсіби аурулар және алдын алу шаралары

Электр тогымен зақымданудың алдын алу үшін цех электрқұрылғыларын жерге тұйықтау, сонымен қатар электрқұрылғылардың жарамсыздығына байланысты кернеуде болатын құрылғылар мен конструкциялар қарастырылған. Магниттік жүргішгіш арқылы құрылғыны дистанциялық қосу мен өшіру, жарық және дыбыстық сигнал беру қарастырылған. Электр кабелінің бүлінуін болдырмас үшін барлық кабельдік өткізгіштерді құбырларда жүргізіледі. Құрылғыны жөндегенде және қарап тексергенде электр тогымен кездейсоқ зақымдануды болдырмас үшін электр бұғаттары қарастырылған.

Үлестіргіш қалқандар жеке бөлмелерде орналасады. Бұл бөлмелерге кіру тек қызмет көрсететін қызметкерлерге рұқсат етіледі.

Жобада өндіріс бөлме ауасынан қышқыл, аммиак булары бөлінуі мүмкін өндірістік аппараттарды қозғалмалы саптамалы скрубберлерде газдарды тазалаумен жергілікті вентиляцияны қолданумен максимальды герметизациялау қарастырылған.

Барлық технологиялық құбырлар сәйкес белгілі түстерге боялған.

Апаттар болғанда, дәлірек H₂SO₄ және HF, NH₄OH құбырлары жарылғанда, вентиляция ажыратылғанда, өрт және жарылыс болғанда жобамен цехтан апаттық эвакуация жоспары мен апатты жоспары қарастырылған.

Аппараттардың барлық айналдыру бөлшектерінің жобаға сай, қоршаулары бар.

Вентиляциялық жүйе сай өңделген. Цехті табиғи жарықтандыру ғимараттың сыртқы қабырғаларында терезе ойықтары арқылы жүзеге асырады. Жасанды жарықтандыру құрамдастырылған, яғни жалпы және жергілікті жарықтандыруды қолдану. Жалпы жарықтандыру үшін ВЗГ-200 типті шырақ қолданылады. Жарықтандыру 100 лк-ден кем емес қарастырылған, оның шырақ аспасы үш метр биіктікке жетеді. Қуат көзіне байланыссыз апаттық жарықтандыру қарастырылған. Апаттық жарықтандыру 5 лк-ден кем емес болады.

Жобада қоршаудың барлық технологиялық аймақтарында құрылғылар қарастырылған.

Жоғарыда көрсетілген зияндылықтар әсерінен қорғанудың негізгі шаралары болып сәйкес арнайы киімдер мен жеке қорғаныс заттары болып табылады.

4.4 Өндірістік санитария

4.4.1 Өрт қауіпсіздігі

Жобаланған цехта өрттің негізгі себептері:

А) Электр өткізу желісінің ақаулықтары мен шамадан тыс жүктемелері, қысқа мерзімге тұйықталу тондарының пайда болуы.

Б) Вентиляциялық жүйе мен құрылғылардың дұрыс емес эксплуатациясы.

В) Электр- газ-пісіру жұмыстарындағы өрт қауіпсіздігін сақтамау.

Цех шатырында жайтартқыштар орнатылған. Цехта дыбыстық және жарықтық сигнализациялар қарастырылған. Автоматты хабарлаушылар өртке қауіпті аймақтарда қарастырылған. Оңай жанатын материалдарды сақтау үшін цех сыртында 40 метр қашықтықта жеке бөлмелер қарастырылған.

Цехта тәуліктік қолдануға есептелген спирт, майлайтын материалдарды сақтауға арналған бөлмелер бар.

Өрт болған жағдайда жұмысшыларды эвакуациялау үшін эвакуация сызбанұсқасы жасалған.

Цехта өрт су құбырының сақина тәрізді жүйесі қарастырылған. Ішкі өртке қарсы су құбыры сыртқы су құбыры жүйесінен қоректенеді. Ішкі өрт крандары ғимарат аймақтарында және қабырғаларында кішкене шкафтарда орнатылады.

Өртті сөндірудің қозғалмалы құралдары – ОХП-10 өртсөндіргіштері мен ОУ-5, РОУ-4 көмірқышқылды [9].

Арнайы жерлерде топырақты жәшіктер, өртке қарсы қалқандар орнатылған.

4.4.2 Электрқауіпсіздігі

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

4.2 Кесте - Тоқ әсерінің астында қалуының шекті (артық емес) мөлшері, с

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
Айналмалы 50 Гц	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
Айналмалы 450Гц	650	500	500	330	250	200	17	14	13	11	10	36
Тұрақты	650	500	400	350	300	250	24	23	22	21	20	40

5 Экономикалық бөлім

5.1 Ниобий тотығы мен калийдің фторанталатының өзіндік құнының калькуляциясы

Ниобий тотығы мен калийдің фторанталатының өзіндік құнының калькуляциясы 5.1 кестеде көрсетілген [10-13].

5.1 Кесте – Ni_2O_5 және K_2TaF_7 өзіндік құнының калькуляциясы

Шығын статьясы	Бағасы, тг	Бір тонна кеткен шығын		Бір жылдағы кеткен шығын, 200000 тонна	
		саны	Бағасы, тг	Саны	Бағасы, тг
I Өнім, негізгі және қосымша материалдар					
1. Техникалық гидрототық, т	21340000	1,29	27528600	387,8	8275652000
2. 40% HF, т	291650	1,15	134159	345,4	40294364
3. 26% NH_4OH , т	24350	5.53	35010	1658	10496798
4. 96% H_2SO_4 , т	33453	2,0	64230	601	19301043
5. NH_4NO_3 , т	183440	0,28	51363	85,46	15676782
6. C_2H_5OH , т	566650	0,02	11334	6,5	3683225
7. KCl, т	150000	0,041	6150	12,5	1875000
8. Қаптағыш қағаз, кг	235	4,0	940	1200	282000
9. Қағазды мешок, шт	100	20	2000	6000	600000
10. Полиэтиленді мешок, шт	168	5	840	1500	252000
11. Латунды сетка, м ²	8085	0,4	3234	120	970200
12. Нихромды сым, кг	8225	5	41125	1500	12337500
13. Полиэтиленді шарлар, шт	35	70	2450	21000	735000
14. Фильтрлейтін қағаз, кг	750	1	750	338	253500
15. Резеңкелі шланг, м	1135	0,4	454	120	136200
16. Смола КУ-2-8	8335	0,2	1667	71	591795
17. Смола АВ-17-8	10000	0,2	2000	71	710000
Барлығы			27886306		8383847407
II. Энергия шығындары					
1. Электроэнергия, кВт*сағ	14,65	41160,5	603001,3	41160,5	603001,3
2. Су, м ³	18,74	23,95	448,8	7187,2	134688,1
3. Бу, гкалл	480	4,47	2145,6	1340	643200
Барлығы			605595,7		1380889,4
III. Жалақы					
1. жұмысшылар жалақысы, теңге			200		40022378
2. ИТҚ және ҚҚЕК қызметкерлер жалақысы, теңге			147,2		29438300
IV. Цех шығындары					
1. Ғимараттың амортизациясы			43,4		8687250
2. Жабдықтардың амортиз-сы			56,3		11262130
V. Әлеуметтік салық	11%		8,7		1740000
Цех бойынша өзіндік құны			28492357,3		8476378354,4

5.2 Пайданы есептеу

1. Жылдық пайданы мына формуламен анықтаймыз:

$$\Pi = (Б - \Theta Қ) \cdot Д,$$

мұндағы Б - көтерме бағасы; $\Theta Қ$ - жобадағы өзіндік құны 1 тоннаға; Д - жылдық өндірістік бағдарламасы.

$$\Pi = (28505400 - 28492357,3) \cdot 200000 = 2608540000 \text{ теңге.}$$

2. Мемлекеттік салық:

Мемлекеттік салық = $2608540000 \cdot 15\% = 2608540000 \cdot 0,15 = 391281000$ теңге.

3. Таза пайда:

$$\text{Таза пайда} = \Pi - \text{мемл.салық}$$

$$\text{Таза пайда} = 2608540000 - 391281000 = 2217259000 \text{ теңге.}$$

4. Рентабельділік:

$$R = \frac{\Pi_{\text{таза}}}{\text{ОК}} = \frac{2217259000}{8476378354,4} \cdot 100\% = 26,15\%.$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Электроника мен электровакуум салаларында тантал анодтарды, торларды, катодтарды, конденсаторларды және вакуум аппараттарың жасау үшін қолданылады. Химиялық машина жасау саласында ниобий мен танталдардан қышқылға төзімді жақсы жылу өткізетін көптеген детальдар мен аппараттарды дайындайды. Ниобий уранмен әрекеттеседі, соның себебінен оны уранмен жұмыс істейтін атом реакторларға қорғаныс қабаты ретінде қолданады. Тантал мен ниобийден жылуға төзімді құймалар жасап оларды реакторлардың, самолеттердің реактивті двигательдерін және әр түрлі детальдарын жасауға қолданады. Бұл металдар қатты құймалардың құрамына қоспа ретінде қосылып, олардың сапаларын жақсартады. Тантал мен ниобийдің және вольфрамның қатты құймалары болаттарды кесуге қолданылады. Металдардың кейбір құймаларында $[NbN—NbC]$ өте жоғары өткізгіштік байқалады. Барлық алынған металдардың 80 %-тен көбі болатқа қоспа ретінде қолданылады, сондықтан олардан өте жоғары конструкциялық металдар дайындайды. Қазіргі кезде, сүйек хирургиясының дамуына байланысты, танталдың сымы медицина саласында көп қолданылады. Ол тірі организмге әсер етпейтіндігі үшін сүйектерді тігуге қолданылады.

Танталит пен колумбит минералдарының химиялық құрамы өте күрделі болғандықтан олар барлық минералдық қышқылдарда ерімейді, тек фторсутек қышқылында ғана ериді. Соған байланысты бұл минералдардың концентраттарын натрий мен калийдің сілтілерінде немесе фторсутек қышқылында да өңдеуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Зеликман А.Н., Меерсон Г.А. Металлургия редких металлов. – М.: Металлургия, 1973. – 607 с.
- 2 Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г., Елютин А.В. и др. Ниобий и тантал. – М.: Металлургия, 1990. – 295 с.
- 3 Киндяков П.С., Коршунов Б.Г., Федоров П.И., Кисляков И.П. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч. 3. Под редакцией Большакова К.А. – М.: Высшая школа, 1976. – 320 с.
- 4 Коровин С.С., Дробот Д.В., Федоров П.И. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. Книга 2. Под ред. Коровина С.С. – М.: МИСИС, 1999-461с.
- 5 Ягодин Г.А., Синегрибова О.А., Чекмарев А.М. Технология редких металлов в атомной технике. – М.: Высшая школа, 1974. – 344 с.
- 6 Дробот Д.В., Чуб А.В., Крохин В.А., Мальцев Н.А. Проблемы применения хлорных методов в металлургии редких металлов. – М.: Металлургия, 1991. – 190 с.
- 7 Коршунов Б.Г., Стефанюк С.Л. Введение в хлорную металлургию редких элементов. – М.: Металлургия, 1970. – 344 с.
- 8 Резниченко В.А., Паланат А.А., Соловьев В.И./Комплексное использование сырья в технологий тугоплавких металлов/ М.: Наука, 1988, - 201 с.
- 9 Князевский Б.А. Охрана труда. М.: Высшая школа, 1982.
- 10 Грацерштейн И.М., Малинова Р.Д. Организация, планирование и управление на предприятиях цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1987. - 225 с.
- 11 Шокобаев Т.Д. Организация и планирование промышленных предприятий. - Алматы: Каз НТУ, 1996. - 165 с.
- 12 Шокобаев Т.Д. Дипломное проектирование / Методическое указание. - Алматы: Каз НТУ, 1997. - 150 с.
- 13 Темірғалиев С.Ж. Дипломдық жобаның экономика бөлімі. Әдістемелік нұсқау. – Алматы: ҚазҰТУ, 2009.

Отчет подоби



Университет:	Satbayev University
Название:	Тантал және ниобийдің тауарлық қосылыстарын алу
Автор:	Шаймен Дәуіржан Ғаниұлы
Координатор:	Гульнар Молдабаева
Дата отчета:	2019-05-14 19:14:03
Коэффициент подоби № 1: ?	4,3%
Коэффициент подоби № 2: ?	0,5%
Длина фразы для коэффициента подоби № 2: ?	25
Количество слов:	5 766
Число знаков:	34 681
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	40



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

Количество выделенных слов 50

>> Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

>> Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks i

>> Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных

>> Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных

>> Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета