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

Еркин Жанкелди

«Ниобий тотықтарынан металдық ниобийді алу»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА

5В070900 – 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

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

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.,
_____ М.Б. Барменшинова
«15» 05 2019 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНДІРМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Ниобий тотықтарынан металдық ниобийді алу»

5В070900 – Металлургия

Орындаған Еркин Жанкелди

Ғылыми жетекші
техн. ғыл. канд., сениор-лектор
_____ Г.Ж. Молдабаева

«15» 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

5В070900 – Металлургия

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
техн. ғыл. канд.
_____ М.Б. Барменшинова
«14» _____ 2019 ж.

Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Еркин Жанкелди*
Тақырыбы: *«Ниобий тотықтарынан металдық ниобийді алу»*
Университет Ректорының *2018 жылғы «08» қазандағы № 1113-б* бұйрығымен бекітілген
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *2019 жылғы «15» мамыр*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *Nb_2O_5 техникалық тотықтың химиялық және рационалдық құрамы, цехтің жылдық өнімділігі, бастапқы шикізаттың, 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): *ұілгіш ниобийді алудың технологиялық схемасы; кедергілі графитті-құбырлы пеш; электронды-сәулелі қондырғы, цехтың жобасы мен қимасы.*
Ұсынылатын негізгі әдебиет *11 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	15.05.19 ж.	
Еңбек қорғау бөлімі	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор	15.05.19 ж.	
Норма бақылау	А.Н.Таймасова техн. ғыл. магистрі	14.05.19	

Ғылыми жетекші _____ Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Ж. Еркин

Күні «14» 01 2019 ж.

АНДАТПА

Дипломдық жобаның мақсаты ниобий оксидтерінен металдық ниобийді алу болып табылады. Металдық ниобий алудың негізгі әдістері көрсетілген және оларға сүйене отырып технологиялық сұлбаға негіздеме берілді.

Қолданыстағы кәсіпорын жағдайында металдық ниобий алудың технологиясы мен тәжірибесі сипатталды. Таңдалған құрылыс орны; құрылыс алаңының сипаттамасы; кәсіпорын алаңының шикізатпен, отын-энергетикалық, еңбек ресурстарымен және басқа да инфрақұрылымдық элементтермен қамтамасыз етілуі секілді жобалау принциптері көрсетілді. Технологиялық көрсеткіштердің металлургиялық есептеулері, негізгі және көмекші жабдықтардың құрылымдық есептеулері жүргізілді.

Еңбек және қоршаған ортаны қорғау бойынша шаралар белгіленді. Металдық ниобий алудың өзіндік құнын, табыс және рентабельділігін анықтау мақсатында экономикалық есептеулер жасалды.

АННОТАЦИЯ

Цель дипломного проекта - получение пластичного ниобия из его оксида. Рассмотрены основные способы получения металлического ниобия и на их основе дано обоснование технологической схемы.

Описана технология и практика производства металлического ниобия в условиях действующего предприятия. Показаны выбор места строительства; характеристика района строительства; размещение предприятия с учетом таких принципов проектирования, как обеспеченность района сырьевыми, топливно-энергетическими, трудовыми ресурсами и другими инфраструктурными элементами. 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 металлического ниобия.

ABSTRACT

The purpose of the thesis project is to obtain a plastic niobium. Basic methods of metallic niobium production have been considered and the validation of process flow sheet was based on them.

The technology and practice of metallic niobium production in the operating enterprise was described. The choice of construction site as well as characteristics of the construction area, location of an enterprise adjusted for design concept such as availability of raw materials, fuel and energy, human resources and other infrastructure elements in the area was demonstrated. Metallurgical calculations of technological parameters, basic and auxiliary equipment design calculations were performed.

OHS and environment protection arrangements were described. Economic calculations of prime cost, profitability of metallic niobium were made.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе 10
1 Жалпы түсіндірмелік жазба 11
1.1 Металдық ниобийді алу әдістерін шолу 11
1.1.1 Ниобийдің физикалық және химиялық қасиеттері 11
1.1.2 Металдық ниобийді, фторкомплексті қосылысты натриймен әрекеттестіру арқылы алу (натрийтермиялық тәсіл) 14
1.1.3 Металдық ниобийді, ниобийдің (V) хлоридтерін сутегімен әрекеттестіру арқылы бөліп алу әдісі 15
1.1.4 Металдық ниобийді, балқытылған тұздардан электролиз арқылы бөліп алу әдісі 16
1.1.5 Металдық ниобийді, ниобийдің (V) оксидтерін алюминиймен тотықсыздандыру арқылы бөліп алу әдісі 17
1.1.6 Металдық ниобийді, оксидтерді көміртегімен тотықсыздандыру арқылы алу (карботермиялық тәсіл) 18
1.2 Үлбі металлургиялық зауытының жұмысын сараптау 19
1.2.1 Өнеркәсіптің қысқаша сипаттамасы 19
1.2.2 Шикізат базасы 21
1.2.3 Жобаланған технологияны таңдау және негіздеу 22
1.2.4 Металдық ниобийді алудың технологиясы 22
1.2.4.1 Ниобийдің карбидін алу 23
1.2.4.2 Қаралы ниобийді алу 23
1.2.4.3 Электронды-сәулелі балқыту 24
1.2.4.4 Металдық ниобийді алудың технологиялық схемасы 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 29
3 Технологиялық бөлім 30
3.1 Металлургиялық есептеулер 30
3.1.1 Карбидизация үрдісінің есептеулері 30
3.1.2 Қалпына келтіру үрдісінің есептеулері 35
3.1.3 Рафинирлеу үрдісінің есептеулері 37
3.1.4 Созымды ниобий өндірісіндегі толық көлемдегі бір жылға арналған материалды баланстың есептеуі 39
3.2 Негізгі технологиялық құрылғыны таңдау және сипаттамасы 41
3.2.1 Карбидизацияға арналған пеш мөлшерін есептеу 43

3.2.2 Қалпына келтіруге арналған пеш мөлшерін есептеу 44
3.2.3 ЕМО–200 типті электронды–сәулелі қондырғылар мөлшерін есептеу 44
3.3 Электронды – сәулелі қондырғының жылутехникалық есептеулері 45
3.3.1 Берілген $Д_{сл.}$, G және $t_{пов}/t_{пл}$ қажетті электронды зеңбірек қуатын есептеу 45
3.3.2 ЭЛУ жеке тораптары бойынша жылу жоғалту қуаттарын үлестіруді есптеу 47
4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау 49
4.1 Ұйымдық- құқықтық аспектілері 49
4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторларды талдау 49
4.3 Техникалық шаралар 51
4.3.1 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету 51
4.3.2 Күкірт қышқылы ангидридін тастауды тоқтату бойынша шаралар 51
4.3.3 Арнайы киіммен және жеке қорғау заттармен қамтамасыз ету 52
4.4 Өртке қарсы шаралар 52
4.5 Қоршаған ортаны қорғау 53
4.5.1 Газды шаңнан тазалау 53
4.5.2 Ағынды суды тазалау 54
5 Экономикалық бөлім 55
5.1 Ақшалай салымды есептеу 55
5.2 Жылдық жалақы қорын есептеу 55
5.3 ИТҚ және ҚҚЕТ қызметкерлердің еңбек ақы қорын есептеу 55
5.4 Жабдықтарға кететін шығынды есептеу 55
5.5 Шикізат, материалдар және энергия шығыны 60
5.6 Пайданы есептеу 61
Қорытынды 62
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 63
Сипат тізімдер

КІРІСПЕ

Соңғы онжылдықта түрлі техника салаларында бұған дейін нақты қолданыста жүрмеген металлдарды пайдалану кең ауқымда тарай бастады. Техника саласында, жаңадан қолданысқа енген бұл металлдар - «сирек» деген атқа ие болды.Заманауи техника құрастыруда сирек кездесетін металлдардың рөлі жоғары мәнге ие.

Сирек кездесетін металлдардың ішінде, балқу температурасы жоғары, газ сіңіргіштігі жақсы, коррозияға берік келетін және бірнеше маңызды өндірістік қорытпа бере алатын – ниобийдің орны ерекше.

Ниобий мағынасының өсуі заманауи техникада оның ерекше қасиеттерінің кешендерімен шартталған. Бөлме температурасында және 1000 °С жоғары температурада жоғары беріктігі мен созымдылығы, жеткілікті жоғары және температурамен бірге өсетін жылу өткізгіштігі, салыстырмалы аз меншікті салмағы және жақсы технологиялылығы ниобийдің жақсы конструкциялық материал екенін көрсетеді.

Нейтрондар қармауының кіші көлденең қимасы, 800 С температура шамасында атом реакторларында жылу тасымалдаушы болып табылатын балқыған металлдарда (K, Na, Bi, Hg) жақсы тұрақтылығы мен уранмен қатынаста әлсіз әрекеттесуі ниобийді ядролық реакторларда тез және жылу нейтрондарында қолданылатын уран жылу бөлуші элементтеріне арналған қабықшаға материал ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Ниобий танталға қарағанда, электрондық шамдарда қолдануға таңдаулы геттер болып табылады және термоэлектронды эмиссиямен қолайлы үйлесімге ие, сәулелену коэффициенті және қабілеті нүктелі балқытып біріктіруге оңай беріледі, соның нәтижесінде ниобий танталдың алматырушысы ретінде электрошамды және электронды өнеркәсіпте қолданылады.

Ниобий түрлі реактивті қозғалтқыштардың газды турбинасына арналған ыстыққ төзімді қорытпа құрамына кіреді. Олармен молибден, титан, цирконий, алюминий және мысты қосындыласа осы металлдардың қасиеттері жылдам жақсарады. Ниобий болатты қосындылауда кеңінен қолданылады. Оның қосындылары мөлшерінде болаттағы 6-10 рет көміртегі құрамын арттыра отырып, тот баспайтын болаттың кристалларалық коррозиясын жояды және пісірілген жерді бұзылудан сақтайды. Ниобийді болатқа феррониобий (құрамында 60 % - ке дейін ниобий бар темірмен қорытпа) түрінде қосады.

Ниобийдің қоры үлкен және өндіріс кеңейсе осы металға қатысты өндіріс салаларының қажеттілігін толығымен қанағаттандыра алады.

1 Жалпы түсіндірмелік жазба

1.1 Металдық ниобийді алу әдістерін шолу

Ниобийді оның қосылыстарынан: қышқылдардан, кешенді фторлы тұздарда,хлоридтерден қалпына келтіру арқылы алады. Металлды алу тәсілдерін төрт топқа бөлуге болады:

- кешенді фторидтерден натриетермиялық қалпына келтіру;
- сутегімен хлоридтерден қалпына келтіру;
- қышқылдардан көміртегімен (карботермия) немесе алюминиймен (алюминотермия) қалпына келтіру;
- балқытылған орталардың электролизі [1].

Ниобийдің жоғары температурада (2500 С) балқуына байланысты қалпына келтіру нәтижесінде оны ұнтақ немесе піскен ысқыш түрінде алады. Ұнтақ немесе ысқыштың тұтас металлға айналуын ниобийдің белсенді түрде оған омырылғыш қасиет беретін қоспалар, яғни газдар (сутегі, азот, оттегі) шиеленістіреді. Сондықтан ұнтақтан нығыздалған өнімдерді біріктіру керек немесе оларды жоғары вакуммде балқыту керек.

1.1.1 Ниобийдің физикалық және химиялық қасиеттері

Ниобий Д. И. Менделеевтің периодтық системасының V-ші кестесінің қосымша группасына жатады. Металдың түсі сұр, өзі жұмсақ болып келеді. Сондықтан оны кәдімгі жағдайда өңдеуге [соғуға, созуға] болады. Қалыпты жағдайда ниобий ауамен тотықпайды. Тотығу процесі 200—300°С-тан басталып 500°С-та металдардың оксидтеріне өтеді. Басқа металдарға қарағанда ниобийдің ерекшелігі, ол оттегін, азотты және сутегін өзіне сіңіріп, электр және механикалық қасиеттерін өзгертеді. Ниобий 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. Ниобий барлық минералдық — тұз, азот, күкірт және фосфор қышқылдарында ерімейді, ол тек фторсутек қышқылында және оның азот қышқылы мен қоспасында, сонымен қатар сілтілік ерітіндіде жақсы ериді.

Сыртқы сипаты бойынша бұл металл платина тәрізді. Ниобийдің тығыздығы - 8,57; $t_{балқу}$- 2470 °С; $t_{қайнау}$ - 4760 °С. Ниобийдің атомының радиусы - 1,46А, ионының радиусы - 0,69А. Бұл металдың ескерерлік қасиеті – ол қышқылдарға химиялық тұрақтылығы. Металл күйінде ниобий суда, туз қышқылында, азот қышқылында, патша қышқылында ерімейді, тек HF-да, HF^+ HNO_3-да, сілтілердің балқымасында ериді [1] .

Ниобий - периодтық, жүйенің бесінші тобының d-элементі және 4-ші класқа жатады.

Ниобийдің электрондық құрылысы [Kr] $4d^2 5s^2$. Ниобий өзінің қосылыстарында бес валентті және ванадийдің аналогі [Ar] $3d^3 4s^2$, бірақта ванадийден ниобийдің ерекшелігі - ниобий төменгі валенттілігіне дейін қиын тотықсызданады.

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

$$2HMeO_3 \longrightarrow Me_2O_5 + H_2O \qquad (1.1)$$

Оксидтер – ақ, қиын балқитын 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:

$$Me_2O_5 + 14HF = 2H_2\,[MeF_7] + 5H_2O \qquad (1.2)$$

$$Me_2O_5 + 12HF = 2H[MeF_6] + 5H_2O \qquad (1.3)$$

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

$$Me_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3MeO_4 + 3H_2O, \qquad (1.4)$$

$$Me_2O_5 + 2NaOH = 2NaMeO_3 + H_2O. \qquad (1.5)$$

Сілтілік металдардың ниобаттарын сірке немесе минералды қышқылдармен қышқылдандырса ақ үлпілдеген ниобий кышқылдарының тұнбасын түзеді:

$$NaNbO_3 + HC1 = HNbO_3\downarrow + NaCl. \qquad (1.6)$$

Ниобийдің негіздік тұздары суда ериді, мұнда калий тұзының ерігіштігі натрий тұзының ерігіштігінен артық. Калий ниобатының жоғары ерігіштігі (155 мг/л) іс жүзінде оның косылыстарын 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 қышқылдарын тұнбаға түсіреді:

$$NaNbO_3 + H_2O = HNbO_3\downarrow. \qquad (1.7)$$

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

Ниобийдің сандық және сапалық анализі үшін оның тиоцианатпен және N-гидрокси-N, N'-дифенилбензалидин мен, сульфохлорфенолмен, метотримепразинмен т.б. комплексті қосылыстары қолданылады.

Реакциялар сілтілік ниобаттар ерітінідісімен, ниобийдің шарап және кымыздық қышқылдың комплексті қосылыстарымен, сондай-ақ олардың фторид қосылыстарымен орындалады.

Сілтілік ниобаттарды даярлау. Платина табақшаға ниобийдің жоғары оксидін (0,1 г) калий карбонатымен (1г) балқытады. Балқыманы 1н 5 мл күйдіргіш калийде ерітеді. Қажеттілігіне қарай ерітіндіні сүзеді.

Минералды қышқылдар, сондай-ақ сірке қышқылы. Сілтілік металдардың ниобаттарының ерітіндісіне әсер еткенде ниобий 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 Ме-ниобий немесе тантал):

$$2NaMeO_3 + 2HC1 = Me_2O_5 \cdot H_2O\downarrow + 2\ NaCl. \qquad (1.8)$$

Ниобий қышқылдарының әлсіз болатындығы соншама сілтілік металдардың ниобаттарының ерітіндісінде әлсіз қышқыл көмір қышқылымен әсер еткенде де тұнба түзіледі. Ниобаттар ерітіндісіне күшті қышқылдармен әсер еткенде ниобий қышқылдары тұнбаға тез түседі. Ниобий қышқылдары фторсутек және фосфор қышқылында ериді. Ниобий қышқылының фосфор қышқылды ерітіндісінде боялған себебі - ниобий төменгі тотығына дейін тотықсызданады.

Ниобий қышқылдарының шарап қышқылымен комплексті 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 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 қышқылдарын жартылай ғана тұндырады. Титан мен цирконий ерітіндіде ниобийдің белгілі бір мөлшерін ұстап қалады және

тұнбамен қоса өздері де бөлінеді. Ниобийдің ерітнділерін қышқылдатқанда олармен қоса вольфрам қышқылы да тұнбаға түседі.

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

Ниобий қышқылдарының адсорбциялы комплексті қосылыстарына таннинмен әсер етсе ниобийдің 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.

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

- қымыздық қышқылды ерітіндіде сутектік көрсеткішті (pH) 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 pH<5 болғанда толық тұнбаға түседі және pH>7 болғанда қалған элементтерден толық бөлінуі мүмкін;

- әлсіз тұз қышқылды ерітіндіде тұнбаға түсу реттілігі келесідей: қалайы (II), цирконий, титан, торий, ванадий, алюминий, уран, марганец. 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 тұндырылад;

- 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 тұндырад;

- 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 Металдық ниобийді, фторкомплексті қосылысты натриймен әрекеттестіру арқылы алу (натрийтермиялық тәсіл)

Бұл әдіс металдық ниобийді алу үшін өнеркәсіпте бірінші қолданылған және қазірде қолданып келеді. Ниобийдің фтор комплексті қосылысынан (K_2NbF_7), металдарды бөлу үшін, осы қосылысты өте активті металдармен (Na, Ca, Mg) әрекеттестіреді. Соның нәтижесінде металдық ниобий бөлініп шығады.

Себебі бұл металдардың фторды қосып алуға бейімділігі (туыстығы) мынадан байқалады:

	Nb	Na	Mg	Ca
ΔG^0_{298}, кДж/моль F,	—339;	—543;	—527;	—582.

Осы металдардың арасындағы ең көп қолданылатыны натрий, себебі ол басқаларына қарағанда суда жақсы ериді. Сондықтан натрий фторидін сумен шайып суға өткізеді де, ниобийдің ұнтақтары суда ерімейтіндіктен қалдықта қалады. Натрийтермиялық тәсілдің негізгі реакциялары мынадай :

$$K_2NbF_7+5Na = Nb+5NaF+2KF. \quad (1.9)$$

Фтор комплексті (K_2TaF_7; K_2NbF_7) қосылыстармен натрий әрекеттескенде өте көп жылу бөлініп шығады, сондықтан бұл процесс өздігінен жүреді, яғни сырттан жылу берудің қажеті жоқ [2]. Практикада процесті болаттан жасалған тигілде жүргізеді. Ол үшін тигілге калийдің фортанталаты мен натрийді бірінің үстіне бірін қабаттап орналастырады да шихтаның бетін натрийдің хлоридімен жабады. Себебі шихтаның бетінде калий фториді мен натрий фторидінен құралған жеңіл балқитын қосылыс пайда болады, оның негізгі мақсаты ниобийдің ұнтағын тотықтырмау. Осылай дайындалған тигілдің түбінен 450-500 °С-қа дейін қыздырады, содан соң әрі қарай реакция өздігінен жүріп, оның температурасы 800-900 °С-қа дейін көтеріліп қызады да, процесс бірнеше минуттың ішінде бітеді. Тантал мен ниобий майда ұнтақ түрінде фтор мен хлордың қорытпасында кездеседі. Тигіл суытылған соң ішіндегі қорытпаны алып, оны ұсақтап суда ерітеді. Натрий мен калийдің фторидтері және баска суда еритін қосылыстар суға өтеді де, тантал мен ниобийдің ұнтақтары қалдықта қалады. Ол өте таза болу үшін бір-екі рет сумен, сонан соң қышқылмен шайып сүзгіден өткізіп 110-120 °С-та кептіреді. Өте майда дәнді ұнтақтың құрамында мынадай қоспалары болады, %: 0,5 Nb; 0,01 Ti; 0,05 Fe; 0,01 Si; 0,3 C; 0,1 (Na+K); 0,1 H; 0,8O.

Егер ірі дәнді және құрамында оттегінің мөлшері кем ұнтак, алу үшін, реакция жүргізетін тигілді шахталық электр пешке орналастырып, оны 1000°С-қа дейін қыздыру керек. Осындай жолмен алынған ниобий мен танталдың өнімі 90—94 %-ке тең. Бұл тәсілдің кемшілігіне өте майда дәнді және оттегінің мөлшері жоғары ұнтақ алынуы, соған байланысты тұтас металдарды өндіру технологиясы қиындайды.

1.1.3 Металдық ниобийді, ниобийдің (V) хлоридтерін сутегімен әрекеттестіру арқылы бөліп алу әдісі

Кейінгі ниобийдің шикізаттарына хлорлау тәсілі көп қолданылады [3]. Соған байланысты алынған хлоридтерден металдарды алу үшін, бірнеше тәсіл қолданылады. Мысалы ниобийді олардың хлоридтерінен ($NbCl_5$) металдармен

(Mg; Na) немесе сутегімен әрекеттестіру арқылы өндіреді. Бұл тәсілдердің ішіндегі ең келешегі бар әдіс, хлоридтерді сутегімен әрекеттестіру. Ниобийдің хлоридін ($NbCl_5$) сутегімен әрекеттестіріп ниобийді өндіреді. Ол үшін ниобийдің (V) хлоридінің буы мен сутегін араластырып қыздырып, оны негізгі реакторға жібереді. Реакторда ниобийден жасалған лента түрінде қыздырғыш бар. Соған электр тоғын жібергенде, ол 1200-1500 °С-қа дейін қызады. Қызып тұрған реакторге ниобийді (V) хлориді мен сутегінің буы жіберіледі. Сонын, нәтижесінде мынадай реакция жүреді:

$$NbCl_5+2,5H_2=Nb+5HCl\ \Delta G^0_{1000к}= -513\ кДж. \qquad (1.10)$$

Яғни бөлініп шыққан ниобий лентаға отырып жинала бастайды. Бір тәуліктен кейін диаметрі 24-25 мм-лік ниобийдің сымын шығарып алады. Содан соң алынған сымды, электронды-сәулелі пеште балқытады. Реакцияға түспеген ниобийді (V) хлоридін жинактап (конденсациялап) процеске қайтадан оралтады. Сутегі тұз қышқылынан (HCl) су арқылы тазаланып, процеске кайта оралады. Бұл процесстің кемшілігі $NbCl_5$ пен бірге реакторға ұшпайтын $NbCl_3$ пайда болып, ол реактордың қабырғасына отырады. Сондықтан оны тазалау және басқа қосымша жұмыстар пайда болады.

1.1.4 Металдық ниобийді балқытылған тұздардан электролиз арқылы бөліп алу әдісі

Ниобийдің химиялық қасиеттеріне байланысты бұл металдарды судың ерітіндісінен электролиз арқылы бөліп алуға болмайды. Сондықтан бұл металдарды алюминий сияқты балқытылған тұздардан бөліп алады. Бірнеше жылдан бері бұл әдіс АҚШ-тың фирмасы Фенстил-де, қазіргі кезде Жапонияда, сонымен қатар біздің елде де көп зерттеулер жүргізіліп өндірістік байқаудан (сынаудан) өткізілуде.

Өнекәсіпте ниобийді электролиз әдісімен, оксифторлы және хлорлы тұздарды балқыту арқылы өндіреді [4]. Қолданылатын электролиттің құрамы мынадай, % : 55 KCL; 27,5 KF; 17,5 K_2NbF_7; 2,5÷3 Nb_2O_5 қосылыстардан тұрады. Ниобийдің пентаоксидін жақсы еріту үшін электролитке калийдің гептафтор ниобатын (K_2NbF_7-ді) қосады. Металдардың хлоридтері мен фторидтері электролиттің балқу температурасын төмендетуге қолданылады.

Электролиз 700-720 ˚С-та жүреді де катодта $4Nb^{5+} + 20e \rightarrow 4Nb$ ниобий, графиттен жасалған анодта $10^{2-} - 20e \rightarrow 5O_2$ оттегі бөлінеді. Сонымен электролиттің құрамы бір қалыпты болады, тек уақыт өткен сайын ниобийдің пентаоксидін қосып тұрады. Осындай конструкциялы электролизер ССРО-да жасалған. Процестегі катодтағы токтың тығыздығы 50 А/дм^2, анодтағы токтың тығыздығы 120−160 А/дм^2, токтағы өнім =80 %-ке тең және 1 тонна ниобий алу үшін 2300 Квт. с.электр энергиясы керек. Тигілдегі ниобийдің көлемі $^2/_3$-ке тең болғанда процесті тоқтатады. Содан кейін анодты көтереді де катодты

суытады. Ниобийдің ұнтағын электролиттен вакуум термиялық әдіспен бөліп алады. Осылай алынған ниобийдің ұнтағының дәні 100−200 мкм тең болады. Ниобийді, оның хлоридтерінен электролизбен алудың бірнеше жолы бар, бірақ олар күрделі және зерттеліп жатыр. Ниобийді балқытуға доғалық немесе электронды-сәулелік пештер қолданылады. Бұл әдістің бірқатар кемшіліктері бар: үлкен мөлшерде уақыт пен энергия шығынын кетеді, қажетті өнімге қол жеткізу үшін көп мөлшерлі тұзбен жұмыс істеуді қажет етеді. Осы себепті бұл әдіс басқа әдіспен ауыстырылды. Нақтырақ айтсақ: карботермиялық тәсілге.

1.1.5 Металдық ниобийді, ниобийдің (V) оксидтерін алюминиймен тотықсыздандыру арқылы бөліп алу әдісі

Осы кезде ниобийді өндіру үшін біздің елде және шет елдерінде алюминийтермиялық әдіс қолданылып жүр [5]. Бұл процестің басқа әдістерге қарағанда, мынадай ерекшеліктері бар: жылдам және тез арада жүретіндігі, қолданылатын аппараттардың күрделі еместігі, технико-экономикалық көрсеткішінің жоғарылығы. Процесс экзотермиялық реакцияға негізделген.

$$3Nb_2O_5+10Al = 6Nb+5Al_2O_3+2650 \text{ кДж.} \quad (1.11)$$

Сондықтан реакциядан бөлініп шыққан жылу, осы процесті өткізуге жетеді, яғни сырттан жылу берудің қажеті жоқ. Процесс толық жүруі үшін алюминийді керекті стехиометриядан 15 % артық береді. Осылай қорытылған шихтадан, құрамында 24-5 %-тік алюминий бар ниобийдің қатты құймасы қорытылады. Мұндағы ниобидің өнімі 98%-ке тең. Алюминийтермиялық тәсілді ішінен арнайы алюминийдің немесе магнийдің оксидтерімен қаланған болаттан жасалған тигілде өткізеді. Процесті жүргізу үшін тигілдің астынан электр тоғын (20В, 15А) қосатын контакт жасайды. Ниобийдің (V) оксиді (Nb_2O_5) мен алюминийдің ұнтағын (100 мкм) жақсылап араластырып тигілге салады да, электр тоғын жіберіп аздап қыздырады, содан соң әрі қарай процесс өзінің жылуымен етеді. Процестің бір қалыпты жүруі үшін алюминийді мөлшерден 20—30% артық беру керек және температура 2030—2150°С-ка тең болуға тиіс. Осындай жағдайда алюминийдің қорытындыға өнімі 97,5—98,5 %-ке тең болады. Алынған ниобийдің қорытпасында 2—3 % алюминийдің қоспасы қалады. Қорытпаны қоспадан тазарту үшін, оны ұнтақтап вакуумдық пеште 1800°С-қа қыздырып алюминийді ұшырады. Бұл процесс өте көп уақытты алады (5÷8 сағат). Қейінгі кезде осы процесті жеделдету үшін алынған кесек-кесек қорытындыны вакуум пеште балқытып, содан соң оны алюминийден тазарту үшін электронды сәулелік пеште балқытады. Осындай әдіспен алынған ниобийдің құрамында мынадай қоспалар кездеседі, %: 0,002 Al; 0,005 C; 0,0025 Cu; 0,0025 Fe; 0,001 Sn; 0,005 Ni; 0,01 O; 0,0025 Si; 0,005 Ti; 0,0025 V. Танталды да осы жоғарыдағы айтылған әдіспен алуға болады.

$$3Ta_2O_5+10Al = 6Ta+5Al_2O_3+Q \quad (1.12)$$

Бірак, бұл реакцияны жүргізу ниобийға қарағанда күрделі болады. Себебі танталдың температурасы ниобийден жоғары, сондықтан танталды шлактан бөліп алу үшін процестің температурасы жоғары болуы керек. Егер температура 2030 °С-тан жоғары болса, онда Al_2O_3 (шлак) балқиды. Сондықтан, процестің температурасы төмендету үшін шихтаға әр түрлі (Fe, Si, Mn) металдарды қосады. Бұл металдар балқып, танталдың ұнтағымен қосылыстар түзеді. Соның салдарынан танталдың өнімі кемиді. Таза тантал алу үшін корытындыны алюминийден тазалаумен бірге басқа қосылған (Fe, Mn, Si) металдарды да тазарту керек. Осының бәрі танталды өндірудің технологиясының ниобийден күрделі екендігін көрсетеді.

1.1.6 Металдық ниобийді, оксидтерді көміртегімен тотықсыздандыру арқылы алу (карботермиялық тәсіл)

Ниобий мен танталды карботермиялық тәсілмен өндіруді шет және совет елдерінің ғалымдары зерттеген [6]. Бұл әдіс бірінші рет ниобийдің оксидінен (Nb_2O_5) металды алу үшін колданылған. Ол үшін ниобий пентаоксидін 1800—1900°-тың аралығында вакуумдық пеште көміртегімен тотықсыздандырады.

$$Nb_2O_5+5C = 2Nb+5CO. \quad (1.13)$$

Осы шихтадағы ниобийдің массалык мөлшері 57,2 %-ке тең, оны брикеттегенде тығыздығы өте аз (1,8 г/см^3) болады. Содан соң реакцияның теориялық есебіне қарағанда өте көп көлемде көміртегінің (II) оксиді бөлініп шығады. Осыған байланысты қолданылатын вакуум пештің өнімділігі төмен болғандықтан бұл процесті екі сатыда жүргізеді:

Процесті екі сатыға бөлудің негізгі мақсаты, вакуум пештін, өнімділігін арттыру. Мысалы, (Nb_2O_5+5NbC) қосылыстарында ниобий мөлшерінің салмағы 82,4 %-ке тең, бұл дегеніміз алдыңғы процестегіден (Nb_2O_5+5C)-оның салмағы 1,5 есе көп, брикеттін, тығыздығы 3 г/см^3, алынатын CO-ның көлемі 2,5 есе кем. Соған байланысты металдың өнімі де артық 96 %. Оның мақсаты бірінші сатыда ниобийдің карбидін, екіншісінде ниобийді өндіреді. Ниобийдің карбидін алу үшін ниобийдің пентаоксидін көміртегімен араластырып брикет жасап, оны графиттен жасалған түтік пештің ішінде 1800—1900°С-қа қыздырып, сутегін немесе аргон жібереді (Nb_2O_5+7C = 2NbC+5CO). Брикеттер пештің ішінде арнайы механизм арқылы белгілі жылдамдықта жылжып отырады да 1 —1,5 сағаттан кейін сыртқа шығады. Осылай алынған карбидті (NbC) шары бар диірменде ұсақтап ниобийдің (V) оксидімен (Nb_2O_5) араластырады. Шихтаны престеп (100÷150 МПа) брикет жасайды да, оны вакуум пеште 1700—1900°С-қа графитпен қыздырады.

$$Nb_2O_5+5NbC = 7Nb+5CO. \quad (1.14)$$

Осындай әдіспен алынған брикеттің құрамында мынадай қоспалар болады, %: 0,1÷0,15 C; 0,15÷0,30 O; 0,04÷0,5 N. Тұтас металды алу үшін брикетті электронды сәулелік пеште балқытады. Немесе брикеттен ұнтақ алу үшін, брикетті 450 °С-та сутегімен әрекеттестіріп (гидридтап), содан соң оны майдалап жоғарғы температурада вакуум пеште қыздырып (дегидрирование), ниобийді өндіреді.

Бұл әдістің кемшілігіне, жоғарғы температурадағы вакуум пештердің конструкцияларының құрделілігі және өнімді кем беретіндігі, сонымен қатар бұл аппараттардың қымбаттылығы жатады.

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 металургиялық зауытындағы тантал өндірісінің тарихы өткен ғасырдың 50-ші жылдарынан басталады. 1951 жылы калий фтортанталын шығару басталған. 1959 жылы танталдың металл ұнтағын өндіру меңгерілді. 1960 жылы гидрометаллургиялық қайта өңдеудің экстракциялық технологиясы енгізілді, ал екі жылдан соң тантал құймасын вакуумды-доғалы балқыту игерілді. 1964 жылдан бастап танталды электрондық-сәулелік рафинадтау жүзеге асырыла бастады.

1969 жылы тантал өндірісінде ниобий мен титан қоспасы негізінде өткізгіштігі жоғары материалдарды (НТ-50) әзірлеу тәжірибе учаскесі алғаш рет іске қосылды. Бұл заманауй өткізгіштігі аса жоғары кабель, жоғары электрлік, техникалық және пайдалану сипаттамаларына ие шина жасауға жол ашқан бірегей кешеннің пайда болуына бастау болды.

Қазақстан егемендік алғаннан кейін, 2001 жылы ниобийдің таза пентаоксиді өндірісі жолға қойылды. Содан кейін электронды-сәулелі әдіспен жоғары тазалықтағы ниобий құймасын өндіретін өндіріс ұйымдастырылды. 2008 жылы сыйымдылғы жоғары конденсатор ұнтағының өнеркәсіптік өндірісі іске қосылды, конденсаторға арналған тантал сымын әзірлеу бойынша қуат жұмыс істей бастады. Бүгінде ULBA маркалы өніммен АҚШ, Германия, Англия, Франция, Чехия, Израиль, Жпония, Қытай, Ресей және Украина жабдықталуда. Оны тұтынушылар аясы үнемі өсу үстінде.

Тантал мен ниобийді зерттеу жөніндегі халықаралық зерттеу орталығы (Tantalum-Niobium International Study Center – (TIC) – халықаралық, коммерциялық емес ассоциация, ол 1974 жылы ақпарат алмасу мен тантал және

ниобий қасиеттерін зерттеуге ықпал ету мақсатында құрылған. Ұйымның штаб-пәтері Брюсселде (Бельгия) орналасқан. Қазіргі уақытта TIC-ке тантал және ниобий өнеркәсібінің барлық секторына қатысатын 30-дан астам елден 83 мүше кіреді. Оған Атқару комитеті басшылық жасайды. Жұмыс істеген алғашқы жылдары TIC Бас ассамблеясы тоқсанына немесе жартыжылда бір рет өткізіліп отырды. Соңғы кезде оның кезеңділігі жылына бір ретке ауысты.

«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. Кәсіпорын «Казатомпром» Ұлттық атом компаниясының құрамына кіреді. «Казатомпрм» ҰАК» АҚ – Қазақстанның уран мен оның қоспалары, сирек металдар, атом электр станцияларына арналған ядролық отын, арнайы құрал-жабдық, қос арналымдағы технология мен материалдар экспорты бойынша ұлттық оператор. Компанияның негізгі іс-әрекет бағыты келесідей: геологиялық барлау, уран өндіру; ядролық отын циклі өнімін өндіру; реакторқұрылысы, атом электростанциялары; конструкция материалдарын өндіру; энергетика; ғылым; әлеуметтік қамсыздандыру мен кадрлар даярлау. Бүгінгі таңда Компанияда 23 000-нан астам адам жұмыс істейді. Казатомпром әлемнің жетекші уран өндіруші компанияларының қатарына кіреді. 1999 жылдан бастап TIC мүшесі болып табылады.

Сұр түсті тантал табиғатта тұрақты және радиоактивті болып екіге бөлінеді. Ғалымдардың зерттеуіне сүйенсек, жер қыртысында басқа қазба байлықтармен салыстырғанда танталдың үлесі бар болғаны 0,0002 % ғана құрайды. Танталдың электронды құрылғылардың конденсаторын, яғни электр қуатын жинақтайтын бөлігін жасауға қолданылатыны белгілі. Қазіргі таңда дүниежүзінде жыл сайын 415-420 тонна тантал өндіріледі. Әлемде тантал өндірумен аты шыққан кәсіпорындарға «Үлбі металлургия зауытын» (Қазақстан), «Cabot Corp» (АҚШ) және «H.C.Starck» (Германия) компанияларын жатқызуға болады. Әлемдік нарықта тантал – терең өңдеумен «H.C.Starck», «Cabot Corp» компаниялары айналысып, зор тәжірибе жинақтаған.

Қазіргі таңда дүниежүзінде танталды терең өңдеу ісімен негізінен төрт ел айналысады. Олар – Қазақстан, Қытай, Германия және АҚШ. Кейбір дерек көздері Қазақ жерінде өндірілген өнім әлемдегі тантал өндірісінің 57 % құрайтындығын көрсетеді. Осыдан-ақ, Қазақстанның сирек металды өндіруде жетекші орынға шыққанын аңғаруға болады. Еліміздегі сирек және жерасты металдарын өндірумен аты шыққан «Үлбі металлургия зауыты» жылына 72,9 мың тоннадан астам тантал ұнтақтарын шығарып, еліміздің абыройын асқақтатып келеді. Соңғы уақыттары жер қыртысынан тантал рудасын іздестіру жұмыстары белсенді жүргізілуде. Үздіксіз зерттеу, барлау жұмыстарымен айналысқан ғалымдар кәдімгі граниттің құрамында белгілі көлемде тантал болатынын анықтап отыр. Қазір Бразилияда граниттің құрамынан танталды бөліп алу жұмыстары қызу жүріп жатыр. Әрине, өндірістік тұрғыдан алып қарағанда граниттен тантал алу өте қымбат екенін айта кетуіміз керек.

Граниттен тантал алудың тиімді технологиясы табылғанша, адамзат сирек металды тантал рудаларынан алатыны белгілі.

Елімізде жоғары технологиялы тантал өндірісін заманауи деңгейде дамыту үшін арнайы стратегиялық жоспар жасалғанын да айта кетуіміз керек. Жобада өндірісті тиісінше танталниобий шикізатымен қамтамасыз ету, сыйымдылығы жоғары тантал ұнтақтарын шығару, прокат, сым және нысаналы тантал өндірісін құру және конденсаторлық зауыт құрылысын бастау көрсетілген. Бұл жоба іске асса, еліміз тантал өндірісі саласында құны жоғары, тұтынушылық қасиеттері бай өнім шығаратын және әлемдік тантал өнімдерін өндірушілер арасында жетекші орынға ие болатыны сөзсіз. Бүгінде Қазақ жерінде өндірілген тантал прокатының басым бөлігі конденсатор жасауға, сұйық конденсаторларға арналған фольгалар дайындауға, химиялық машина жасау саласында жылу алмастырғыштар үшін құбыр және агрессиялық ортада жұмыс істейтін реакторларды қаптайтын жабындылар жасауға кеңінен пайдаланылып келеді. Осы ретте «Үлбі металлургия комбинатының» танталдан жасалған өнімдер шығару көлемінің артуы негізінен тантал құймалары, тантал сымдары және тантал прокатының есебінен іске асып отырғанын айта кетуіміз керек. Қазір өндіріс ошағы диаметрі 0,15 миллиметр болатын тантал сымының шұбатындысын, металдың жетілдірілген микросызбасын және үстіңгі қабаты жоғары сапалы шағын диаметрдегі сымдар өндірісінің технологиясының негізін қалаған. Бұдан басқа өндіріс ошағының диаметрі 250 миллиметр болатын 4N-5N квалификациялы жоғары, таза тантал құймаларын балқытатын жаңа ЭЛП – ЕМО-800 пештері монтаждап, іске қосқанын зор жетістік деп бағалауымызға негіз бар.

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 отсекка бөледі. Бір оттекте әртүрлі концентраттардың араласуына жол берілмейді, себебі бұл кейіннен шикізатты өндеу 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.

1.2.3 Жобаланған технологияны таңдау және негіздеу

Заманауи техниканың салалары ерекше жиіліктегі таза иілімді ниобийді қолдануды қажет етеді. Осы шартқа ниобийді бесқышқылдан электронды – сәулелі қайта балқытудың келесі тазарту тәсілімен карботермиялық алу әдісі сәйкес келеді. Одан басқа, әдіс берілген әдістің ерекшелігін басқалардың алдында шарттайтын басқа да айтарлықтай маңызды артықшылықтарға ие. Электронды – сәулелі балқытуды тазарту операциясы ретінде таңдау осы әдістің артықшылықтарын басқа да әдістермен салыстыруға негізделген: ерікті уақыт ішінде төмен қысымда сұйық жағдайда балқытуға төзу; үзіліссіз құйма қағидатытың міндетті түрде қолданыста болуы дегазацияға пайдалы әсер етеді; ерітілген ванна электронды бомбалау әсерінен қатты қызып кетуі мүмкін, және осылайша, жақсы тазартылған; буланған қоспа ваннасына кері диффузия сәйкес электр өрісі арқасында және үзіліссіз құйма қолданыс техникасы нәтижесінде болмайды; металлдың бірлікке балқу мөлшерінің уақытын (яғни балқу жылдамдығы) ерікті түрде өзгертуге және бақылауға болады.

1.2.4 Металдық ниобийді алудың технологиясы

Металлдық ниобий өндірісінің практикалық тәжірибесін қолдана отырып, барлық режимдердің нұсқауымен иілімді ниобийді алудың технологиялық үрдістердің кезектілігін анықтаймыз.

1.2.4.1 Ниобийдің карбидін алу

Бастапқы шикізат – ниобийдің техникалық бесқышқылы (ТУ бойынша қоспалар құрамы: 0,10% Al_2O_3; 0,15% Fe_2O_3; 0,10% SiO_2; 0,10% CaO; 0,05% Ta_2O_5; 0,05% TiO_2; 0,10% K; 0,10% Na; 0,04%W+Mo; 0,15% P; 0,3% F) – ПГМ – 33 (ГОСТ 7835 – 68) маркалы пеш күйесімен араласады: күл – 0,3% - тен көп емес; ылғал – 0,5 % - тен көп емес. Шихта 100 кг техникалық бесқышқылға – 29 кг күйе есебімен дайындалады. Стехиометриялық қатынас бойынша жетпейтін көміртегі мөлшері графитті патрондар қабырғаларынан түседі. Дайындалған шихта партиясы дабылды араластырғышты 24 сағат бойы орташаланады. Сосын шихта графитті патрондармен толтырылады (бір патронға 2 кг – нан). Шихталы патрондар ЦЭП – 278 Б кедергілі карбидизация үрдісі өтетін графитті – құбырлы пештерге тиеледі. Үрдіс 1800±50 °С температурада (пирометриялық температура) [13].

Пеште, гидрозатвор көмегімен 150 мм.сут.ст артық қысымды сақтайды; осы кезде әр пешке сутегі шығыны 600 г/сағ құрайды. Жүктеу, итеру интервалы және патрондардың түсірілуі – әр 20 минут сайын. Патронның пеште табу уақыты – 80 минут. Патроннан түсірілген ниобий карбиді домалақ тартқышта ұсақталады және № 018 торлы виброситода еленеді. Фракция + 180 мкм ұсақтауға дейін оралады, ал фракция – 180 мкм – ден 400 кг – дық партиялар іріктеледі. Әрбір жеке партия 15 сағат бойы конусты араластырғышта орташаланады және ТУ сәйкес байқап көреді (қоспа құраы: 11,3 % С жалпы; 0,5% O_2; 0,37 % басқалар).

1.2.4.2 Қаралы ниобийді алу

Ниобийдің бесқышқылы стехиометриялық қатынасқа қарсы 3% - дық артылуымен ниобий карбидімен араласады. Дайын болған шихта 20 сағат бойы «мас бөшке» түрдегі араластырғышта орташаланады. Сосын шихтадан ПВ – 808 гидравликалық сыққышта 1,5 т/с салыстырмалы қысымда 20 кг – дық ілмектерден штабиктер сығылады. Сығылған штабиктер графитті контейнер – аспаға тиеледі (тиеу салмағы – 120 кг), ол $Nb_2O_5 + 5\ NbC = 7\ Nb + 5CO \uparrow$ реакциясымен қалпына келу үрдісі жүретін ОКБ-530М вакуумды индукционды пешке орналасады.

Бұл реакция жиынтықты және ол аралық қатарлы реакциялар арқылы орындалады:

а) 1200 °С температурада

$$Nb_2O_5 + 5NbC = 2NbO_2 + 5''NbC'' (NbC_{0,8}) + CO\uparrow$$

б) 1200 °С-тен 1400 °С-қа дейінгі тепературада

$$2NbO_2 + 5''NbC'' = 0,5NbO_2 + 1,5NbO + 2,5Nb_2C + 1,5CO \uparrow$$

в) 1400 °С температурада

$$0,5NbO_2 + 1,5NbO + 2,5Nb_2C = 2NbO + 2Nb_2C + Nb + 0,5CO \uparrow$$

г) 1400 °С температурадан жоғары

$$2NbO + 2Nb_2C + Nb = 7Nb + 2CO\uparrow.$$

''NbC'' формуласы шартты түрде келтірілген, себебі осы фаза $NbC_{1,0}$ gty $NbC_{0,72}$ аралығында гомогенді болып табылады.

Барлық аралық реакциялардың ретті және толық орындалуы үшін қалпына келу үрдісі келесі режим бойынша орындалады:

а) 3 сағатта температураның 1200 °С-ке дейін жоғарылауы; осы температурада 2 сағат бойы ұсталып тұруы; ұсталым соңында қалған қысым 0,3 мм.сын.бағ. жоғары болмауы;

б) әрбір 30 минут сайын 100 °С-тен температураның 1600 °С-ке дейін жоғарылауы; ұсталым – 4 сағат; қалған қысым – 0,5 мм.сын.бағ жоғары емес;

в) 30 минутта температураның 1700 °С-ке дейін жоғарылауы; ұсталым – 3,5 сағат; қалған қысым – 0,5 мм.сын.бағ жоғары емес.

г) 4 сағат ішінде температураның 1920 °С-ке дейін жоғарылауы; ұсталым – 12 сағат; қалған қысым – 0,3 мм.сын.бағ жоғары емес.

д) қыздыруды өшіру және 20 сағат бойы вакуумде суыту.

Үрдістің ақырында контейнерді бөлшектейді және қалпына келген металлдан босатады. Контейнер қабырғалары және металл штабиктері карбидті қабықтан тазартылады, егер ол жиналса оны ниобий карбидінің жеке партияларын дайындауға жібереді. Қалпына келген металл штабиктерін ақырғы тазартуға электронды – сәулелі қондырғылар аумағына жібереді.

1.2.4.3 Электронды-сәулелі балқыту

Электронды-сәулелі балқыту иілімді ниобий өндірісінде ақырғы операция болып табылады. Бұл үрдіс металлды қоспалардан тазартуды (рафинирование) және тұтас дайындама алуды қатар болғызады [9].

Қалпына келген алғашқы ниобий штабиктері балқытуға дайындалады. Ол үшін олар штабиктің 3*4 кесігінде қарнаққа іріктеледі. Қарнақтар электронды – сәулелі қондырғыға (ЭСҚ) беру механизміне орнатылады. Балқыту алдында кристалллизатор (жезді, су суытқыш) берілген диаметрдегі қауызбен бірге жиналады. Кристаллизатор қондырғының балқыту көлеміне орнатылады. Созу механизмінің сояуыш басына ұзындығы 170 мм және диаметрі кристаллизатор

диаметріне сәйкес шүрпі (ниобий құймасы) бекітіледі (шүрпі қауызда емін – еркін қозғалуы керек). Балқыма ЕМО-250 түрдегі ЭСҚ (өндіруші ГДФ) жүргізіледі. Балқыту үрдісі $1\cdot10^{-3} \div 5\cdot10^{-4}$ мм.сын.бағ тұрақты вакуумға дейін шүрпінің босаңдатуынан басталады. Кейін сәуле қуаты қажетті мөлшерге дейін жоғарылайды және алғашқы ниобийдің тікелей қайта балқыту жүргізіледі. Балқыту режимі тәжірибелі жолмен кристаллизатор диаметріне байланысты орнатылады.

1.1 Кесте – ЭСҚ-да балқыту режимі

Параметрлер	112 мм	130 мм	165 мм
Балқыту жылдамдығы (кг/сағ)	8	10	15
Электронды сәуле қуаты (квт)	95	120	160
Балқыту көлеміндегі қысым (мм.сын.бағ)	$1\cdot10^{-3} \div 5\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-3} \div 5\cdot10^{-4}$	$1\cdot10^{-3} \div 5\cdot10^{-4}$
Электр көзіндегі көлемдегі қысым (мм.сын.бағ)	$1\cdot10^{-4} \div 5\cdot10^{-5}$	$1\cdot10^{-4} \div 5\cdot10^{-5}$	$1\cdot10^{-4} \div 5\cdot10^{-5}$
Балқыту көлеміндегі вакуумдегі құйманың суу уақыты (сағ)	2	3	4

Балқытудың орнатылған режимді дұрыс сақтауға металлдың қоспалардан тазартудың қажетті дәрежесі байланысты. Сапалы құйма алу үшін кристаллизатордағы металл ваннасын кристаллизатордың жоғары шетінен 10-15 мм аралықта ұстау керек. Сұйық қалпында балқыту температурасымен салыстыруда кейбір қатты қыздырумен, сол үшін сәуле қуаты әрқашан режимге сәйкес сақталып тұрады. Құйма созылуы біртегіс болуы керек, ол балқыма біртегістілігін ұстап тұрады (өздігінен жазатын потенциометр бойынша бақыланады). Бір рет созылу ұзындығы 5 мм – ден аспау қажет. Балқыту үрдісінің ақырында құйма басының қалыптасуы үшін және мүмкін болатын отыру шұңғылшасын болдырмас үшін сәуле қуатын 5 минут ішінде біртіндеп нөлге дейін төмендету қажет.

Балқыту көлемінің вакуумінде таза иілімді ниобийді суытқаннан кейін механикалық өңдеуге жібереді. Ең алдымен құймадан механикалық арамен шүрпі кесіледі. Сосын құйманы ГОСТ 16099-70 «Құймадағы ниобий» - ге сәйкес өлшемдерін келтіру үшін жонғыш білдекте өңдейді. Жоңқа қоспалар құрамына қарай (сонымен қатар ГОСТ сәйкес) талдалынады. Ниобийдің ГОСТ 16099-70 бойынша тауарлық құймалары үшін өлшемдер белгіленген: ұзындығы – 400-1400 мм, диаметрі – 100 +- 5 мм, 120+-10 мм; 0,01 % W+Mo; қалғандары – іздері. Ниобийдің тауарлық құймалары таңбаланады, арнайы ыдысқа буып – түйіледі (ағаш жәшіктер) және тұтынушыларға жіберіледі.

1.2.4.4 Иілгіш ниобийді алудың технологиялық схемасы

Иілгіш ниобийді алудың таңдалған технологиялық схемасы 1.1 суретте көрсетілген.

1.1 Сурет – Иілгіш ниобийді алудың таңдалған технологиялық схемасы

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 800 м жетеін 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

Жобаланатын металдық ниобий алу цехы, гидрометаллургиялық сұлба бойынша қажетті процестер Өскемен қаласында орналасқан АҚ «ҮМЗ» зауытында жүзеге асады.

Металдық ниобий алу цехының құрылысы АҚ «ҮМЗ» ӨМК өндірістік алаңының бос аймағында жоспарлануда және келесі факторлармен шартталады:

Полиметалл кендерінің Риддер, Зыряновск, Березовск және Белоусовск кенорындарының жақындығы өнеркәсіптің шикізат базасын қамтамасыз етеді:

- құрылыс ауданында, өндірістік энергиямен қамтуын қамтамасыз ететін Бұқтырма ГЭС, Өскемен ГЭС және ЖЭЦ орналасқан.

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 ӨМК АҚ «Казцинк» тасталындылар шеткі көздерінен 1000 м қашықтыққа, оңтүстік шығыс бағытында қашықтықта орналасқан. Өнеркәсіп жерінің рельфі тегіс болып келеді.

2.3 Жергілікті аймақтың, топырақтың және климат мәліметтерінің сипаттамасы

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

Орташа жылдың ауа температурасы $+3^0$С тең. Ауаның минимальді температурасы қаңтар айында байқалады, орташа мәні $-16,2^0$С . Абсолютті минимум - 0^0С.

Максималды температура маусымда, орташа айлық +21,2^{0}С мәнімен байқалады. Температураның абсолютті максимумы - +41^{0}С .

Аязсыз мерзім ұзақтылығы оташа есеппен 132 күн. Сыртқы ауаның есептік температуралары: қысқы – -21,9 ^{0}С; жазғы – +28,6 ^{0}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 -5,7м/с; жазда -3,5м/с.

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

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

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

2.4 Көлік

Үлбі металлургиялық зауытының жүктерін тасымалдау үшін тіркейтін салмағы 68 тонналы „ТГК-3“ типті тепловоздар қарастырылады. Концентратты қаныгу фабрикасынан үлбі металлургиялық зауытының концентраттар қоймасына тасымалдануы жүк көтергіштігі 60 тонна болатын жартылай 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

Цех ғимараты өндірістік және әкімшілік – тұрмыстық бөлмелерден тұрады. Өлшемдері оның габариттерінің нәтижесіне орай құрылғылардың орналасуына, сонымен қатар оны құрастыру мен пайдалануында қажетті жайлылықты қамтамасыз ету есебіне қарай анықталады. Осы шарттарға сай, ғимараттар 6*6 м торлы ұстынды екі қабатты етіп салынады. Жоспар бойынша өлшемдері – 120*30м, бірінші қабаттың биіктігі – 4,8 м, екінші қабаттың итарқа арқалықтың төменгі деңгейіне дейінгі биіктік – 9,6 м. Негізгі көпірлі краны – 18 м, ұстын қадамы – 6 м болатын өндірістік аралықтың ені.

Ұстын астылық іргетастар типті, бағаналы, 1.414.(24) сериядағы ФБ115 – 120 маркалы сатылы тақталы бөлшеті тұтас темірбетонды болып таңдалған; жоспарда төменгі бөлігінің өлшемі – 5,4 * 4,2 м., іргетас биіктігі – 2,1 м; белгідегі іргетастың жоғарғы шеті – 0,15м., яғни орын тереңдігі – 2,25 м. Сыртқы қабырға астына 6 м ұстын қадамы үшін ұзындығы 4,75 м 300 (24) маркалы бетоннан жасалған ФБ 6 – 30 маркалы іргетасты арқалықтар таңдалынған.

Ұстындар КЭ – 01 – 52 сериядан темірбетонды екі тармақты; ортаңғы ұстындар биіктігі 4,2 м; шеткілер – 14,4 м; болатты қаңқамен арматураланған және 300 маркалы бетоннан жасалған. Кранастылық арқалықтар темірбетонды КЭ – 01 – 50 сериялы. Ұстындарда кранастылық арқалықтарды, жабындылар және қабырғалар құрылымын бекіту үшін төсеме бөлшектер қарастырылған.

Итарқа арқалықтар салмақ түсетін конструкция ретінде таңдалған. Арқалық қадамы – 6 м. 18 м аралыққа 400 маркалы бетоннан жасалған 1.462 – 3 сериялы 2БДР18-2П маркалы екі жағы да құламалы кереге көзді итарқа арқалықтар алынған. Шеткі 6 метрлік аралық үшін ПК – 01 – 115 сериялы БО 6 – 2 маркалы биіктігі 600 мм, жоғарғы сөре қалыңдығы 120 мм, жоғарғы сөре бейімі 1:10 болатын, 300 маркалы бетоннан жасалған сыңар итарқалы итарқа арқалықтар.

Қабырғалар кірпішті қалаудан алынған; өздігінен салмақ түсетін (яғни темірбетонды қаңқаға еңкейген) және ілулі (яғни ленталы қатаюдың жолағының үстінен оралған арқалыққа сүйенген). 0,5 м биіктіктегі қабырғаның цокольдық бөлімі 50 маркалы цементті ерітіндімен сылақтанған.

Өндірістік бөлмелердегі еденде жабудың бетонды тақтадан жасалған қабығын төсейтін керамикалық плиткамен жабылған.

Ғимаратты жабу үшін 1.465 – 7 сериялы темірбетонды қабырғалы тақтайлар қолданылған; өлшемдері 5,97 * 2,98 * 0,3 м. Темірбетонды тақтайлар бойымен көлемдік салмағы 600 кг/м^3, қалыңдығы 20 см пенобетоннан жасалған жылытқыш салынатын параизоляция төселеді. Жылытқыш бетіне бетін тегістеу үшін цементті ерітінді қабаты төселеді. Осының барлығының үсті битумды мастикамен және үстінен 4 қабат рубероидпен төгіледі.

3 Технологиялық бөлім

3.1 Металлургиялық есептеулер

3.1.1 Карбидизация үрдісінің есептеулері

Бастапқы шикізат ретінде келесі құрамды ниобийдің техникалық бес тотығы қолданылады: 98,80 % Nb_2O_5; 0,05 % Ta_2O_5; 0,10 % SiO_2; 0,05 % TiO_2; 0,15 % Fe_2O_3; 0,10 % Al_2O_3; 0,10 % CaO; 0,65 % басқалар (K, Na, W, Mo, P, F). Қалпына келтіргіш ретінде –ПГМ – 33 (ГОСТ 7835 – 68) маркалы, келесі құрамды пеш күйесі: 99,20 % С; 0,30 % күл; 0,50 % ылғал [7].

Қоспаның оттегісін есептеу үшін ниобийдің техникалық бес тотығының рациональды құрамын есептейміз. Есептеуді 100 кг – ға жүргіземіз. Осы кездегі және келесі барлық есептеулер элементтер мен қосылыстардың атомдық және молекулярлық массаларына сәйкес пропорция құру әдістерімен көрсетілген.

98,80 кг Nb_2O_5 құрамында бар:

Ниобий: (98,8·185,82)/265,82=69,07 кг

Оттегі: (98,8·80,0)/265,82 = 29,73 кг.

0,05 кг Ta_2O_5 құрамында бар:

Тантал: (0,05·361,9)/441,9 = 0,04 кг

Оттегі (0,05·80,0)/441,9 = 0,01 кг.

0,10 кг SiO_2 құрамында бар:

Кремний: (0,10·28,09)/60,09 = 0,05 кг

Оттегі: (0,10·32,0)/60,09 = 0,05 кг.

0,05 кг TiO_2 құрамында бар:

Титан: (0,05·47,90)/79,90 = 0,03 кг

Оттегі: (0,05·32,0)/79,90 = 0,02 кг.

0,15 кг Fe_2O_3 құрамында бар:

Темір: (0,15·11,7)/159,70 = 0,10 кг

Оттегі: (0,15·48,0)/159,70 = 0,05 кг.

0,10 кг Al_2O_3 құрамында бар:

Алюминий: (0,10·53,96)/101,96 = 0,05 кг

Оттегі: (0,10·48,0)/101,96 = 0,05 кг.

0,10 кг CaO құрамында бар:

Кальций: (0,10·40,08)/56,08 = 0,07 кг

Оттегі: (0,10·16,0)/56,08 = 0,03 кг.

Ниобийдің техникалық бес тотығындағы оттегінің жалпы мөлшері:

29,73 + 0,01 + 0,05 + 0,02 + 0,05 + 0,05 + 0,03 = 29,94 кг.

Жүргізілген есептеулер нәтижелері бойынша кесте құрамыз:

3.1 Кесте - Ниобийдің техникалық бес тотығының рационалдық құрамы

Құрау-шылар	Nb	Ta	Si	Ti	Fe	Al	Ca	O	Басқа-лары	Бар-лығы
Nb_2O_5	69,07							29,73		98,80
Ta_2O_5		0,04						0,01		0,05
SiO_2			0,05					0,05		0,10
TiO_2				0,03				0,02		0,05
Fe_2O_3					0,10			0,05		0,15
Al_2O_3						0,05		0,05		0,10
CaO							0,07	0,03		0,10
Басқалар									0,65	0,65
Қорытынды	69,07	0,04	0,05	0,03	0,10	0,05	0,07	29,94	0,65	100,0

Шихта мөлшерін есептейміз. Ниобий карбидін алу мына реакция бойынша жүреді:

$$Nb_2O_5 + 7C = 2NbC + 5CO\uparrow.$$

Шихтадағы көміртегі мөлшері стехиометриялықпен салыстырғанда жеткіліксіз болу керектігі тәжірибемен және зерттеу жұмыстарымен белгіленген, себебі көміртегі графитті патрондардың қабырғасынан да түсіп отырады. Стехиометриялықтан 92 %-дық көміртегі қолайлы деп белгіленген. (*) теңдеуі бойынша 98,80 кг Nb_2O_5-ке көміртегі қажет:

(98,80·84,07)/265,82 = 31,25 кг.

Көміртегіні алу қажет
32,25 – тен 92,0 % - 28,75 кг.

Күйеде 99,20 % көміртегі болғанда, күйенің қажетті мөлшері құрайды:

$$(28,75 \cdot 100,0)/99,20 = 28,98 \text{ кг}$$

Осылайша, шихта салмағы:

$$100,0 + 28,98 = 128,98 \text{ кг.}$$

Карбидизация үрдісінде ниобий бес тотығы ниобий карбидіне ауысады және біртіндеп төмен тотыққа, негізінен монототыққа дейін қалпына келеді. Қоспалардың мөлшері азғантай болғандықтан, есептеулерде олардың қатысуы ескерілмейді, тек бастапқы шикізатта олардың жалпы мөлшері, жоғалтулары мен материальды баланстарда соңғы өнімге шығуы ескеріледі [7].

Түзілген ниобийдің техникалық карбиді салмағы бойынша (орташа) шихтаның бастапқы салмағының 60,38 % құрайды; демек техникалық карбидтің жалпы мөлшері 128,98-ден 60,38 %, яғни 77,88 кг.

Тәжірибелік мәліметтер бойынша техникалық карбид құрамында 0,50 % -ға дейін (0,39 кг құрайды) оттегі; 11,30 % көміртегі (яғни 8,80 кг), оның ішінде бос көміртегі 0,32 % (яғни 0,25 кг) бар, демек NbC байланысқан көміртегі 10,98 % немесе 8,55 кг құрайды.

Техникалық карбидке ауысатын ниобий мөлшері құрайды:

NbC түрінде $(92,91 \cdot 8,55)/12,01 = 66,14$ кг;

NbO түрінде $(92,91 \cdot 0,39)/16,0 = 2,26$ кг.

Техникалық карбидке өтетін жалпы ниобий

$$66,14 + 2,26 = 68,40 \text{ кг.}$$

Шихтада 69,07 кг ниобий болған (2.1 кесте), демек осы үрдісте шығару

$$(68,40/69,07) \cdot 100 = 99,03 \text{ \%.}$$

Ниобийді жоғалту құрайды:

$$69,07 – 68,40 = 0,67 \text{ кг.}$$

Белгілі мәліметтер бойынша ниобийдің техникалық карбидінің рационалды құрамының кестесін құрамыз.

Техникалық карбидке 0,39 кг оттегі өтеді. Шихтада ол 29,94 кг құрады (3.1 кесте); демек оттегі жоғалту құрайды:

$$29,94 – 0,39 = 29,55 \text{ кг.}$$

Осы мөлшердің бір бөлігі ниобиймен бірге жоғалады, яғни 0,67 кг ниобийден оттегі жоғалады:

$$(0,67 \cdot 16,0)/92,91 = 0,12 \text{ кг.}$$

Қалған бөлігі көміртегімен (*) реакциясы бойынша жойылады. Осылайша, CO түрінде жойылады:

Оттегі 29,55 – 0,12 = 29,43 кг;

3.2 Кесте - Ниобийдің техникалық карбидінің рационалдық құрамы

Құраушылар		Nb	C	O	басқалар	барлығы	
						кг	%
NbC		66,14	8,55			74,69	95,90
NbO		2,26		0,39		2,65	3,41
$C_{бос}$			0,25			0,25	0,32
Басқалары					0,29	0,29	0,37
Қорытынды	кг	68,40	8,80	0,39	0,29	77,88	-
	%	87,83	11,30	0,50	0,37	-	100,0

Көміртегі (29,43·12,01)/16,0 = 22,09 кг.

Барлық CO түзіледі:

29,43 + 22,09 = 51,52 кг.

Техникалық карбид құрамында (2.2 кестені қара) 8,80 кг көміртегі бар; CO түрінде 22,09 кг жойылады. Үрдіске барлығы мына мөлшерде көміртегі қатысады:

22,09 + 8,80 = 30,89 кг.

Күйемен бірге 28,75 кг көміртегі түседі. Олай болса, графитті патрондар қабырғаларынан көміртегі түседі:

30,89 – 28,75 = 2,14 кг.

Кететін газдардың құрамы мен мөлшерін анықтаймыз, кесте құрамыз. Кететін газдардың құрамына кіреді: (*) реакциясы арқылы түзілетін көміртегі тотығы (CO), қорғаушы атмосфераны құру және пештегі артық қысымды ұстап тұру үшін қолданылатын сутегі (H_2); күйе құрамындағы ылғал (бу түріндегі).

Пайда болған CO мөлшері – 51,52 кг;

немесе p = 1,25 кг/м^3 болғанда

51,52 : 1,25 = 41,22 м^3.

Күйеде 0,50 % құрағандағы ылғал мөлшері

28,98 – ден 0,50 % - 0,14 кг

Немесе, р=0,60 кг/м^3 болғанда

0,14 : 0,60 = 0,23 м^3.

Технологиялық режимнің шарттары бойынша сутегіні пешке 600 л/сағ жіберіледі (яғни 0,6 $м^3$/сағ). Бастапқы шихта бойынша пеш өнімділігі 6,0 кг/сағ құрайды (себебі, патрондар 2,0 кг шихтадан тығыздап толтырады, ал патрондарды жүктеу – түсіру әрбір 20 минут сайын жүзеге асады). Демек, 128,98 кг шихтаға сутегі тарайды:

$$(128{,}98 \cdot 0{,}6)/6{,}0 = 12{,}90\ м^3,$$

немесе р= 0,09 кг/$м^3$ болғанда

$$0{,}09 \cdot 12{,}90 = 1{,}16\ кг.$$

3.3 Кесте - Кететін газдардың құрамы мен мөлшері

Құраушылар	Кг	Салмақ, %	$м^3$	Көлем, %
CO	51,52	97,54	41,22	75,84
H_2	1,16	2,20	12,90	23,74
H_2O	0,14	0,26	0,23	0,42
Қорытынды	52,82	100,0	54,35	100,0

Өндірілген барлық есептеулер нәтижелері бойынша материалдық баланс құрастырамыз.

3.4 Кесте-Карбидизация үрдісінің материалдық балансы

Материалдар кірісінің тармақтары	кг	%	Материалдар шығысының тармақтары	кг	%
1.Ниобийдің техникалық бес тотығы	100,0	76,27	1.Ниобийдің техникалық карбиді	77,88	59,40
Оның ішінде			Оның ішінде		
Nb			Nb	68,40	
O	69,07		C	8,80	
Басқалар	29,94		O	0,39	
2. Пеш күйесі	0,99		Басқалар	0,29	
Оның ішінде	28,98	22,10	2.Кететін газдар	51,66	39,40
C			Оның ішінде		
Күл	28,75		CO	51,52	
Ылғал	0,09		H_2O	0,14	
3.Графитті патрондар	0,14				
қабырғаларынан көміртегі	2,14	1,63	3.Жоғалтулар (түріне қарай)	1,58	1,20
			Оның ішінде		
			Nb	0,67	
			O	0,12	
			басқалар	0,79	
Қорытынды	131,12	100,0	Қорытынды	131,12	100,0

3.1.2 Қалпына келтіру үрдісінің есептеулері

Шихта мөлшерін есептейміз. Бастапқы ниобийді алу мына суммарлы реакция бойынша:

$$Nb_2O_5 + 5NbC = 7Nb + 5CO\uparrow$$

Шихта құрамының қалпына келтіру үрдісіне әсері зерттеу жұмыстары және тәжірибемен анықталған. Ниобийдің бес тотығы жеткіліксіз болғанда пештің қалдық газдарының құрамында болатын оттегімен байланысқандықтан көміртегінің артығы жойылады (ал олардың мөлшері азғантай, себебі үрдіс вакуум астында өткізіледі), сондықтан осы артығы іс жүзінде жойылмайды. Бес тотықтың артылуында реакцияға енбеген оттегі ниобийдің төмен тотығы ретінде жойылады. Осы жағдайда көміртегінің төменірек құрамы жетеді,осыған байланысты көміртегі бойынша тазалау металл алу үшін 3 % -дық Nb_2O_5 артылғанымен шихтаны құрастыру жөнді.

77,88 кг техникалық карбидте 74,69 кг NbC бар (2.2 кесте). Осы мөлшерге теңдеуі бойынша Nb_2O_5 қажет:

$$(74,69 \cdot 265,82)/(5 \cdot 104,92) = 37,85 \text{ кг.}$$

Nb_2O_5 алу керек:

37,85 – тен 103 % - 38,99 кг.

Техникалық бес тотықта 98,80 % Nb_2O_5 болғанда, техникалық бес тотықтың қажетті мөлшері құрайды

$$(38,99 \cdot 100,0)/98,80 = 39,46 \text{ кг.}$$

Осылайша, шихта салмағы

$$39,46 + 77,88 = 117,34 \text{ кг.}$$

Зерттеу жұмыстары мәліметтері бойынша қалпына келтіруден кейін штабиктер салмағы 20,3 % - ға төмендеу керек, оның ішінде CO жойылу есебінен 17,1 % - ға. Демек, бастапқы ниобийдің жалпы мөлшері құрайды

100 % - 20,3 % = 79,7 %.

Шихтаның алғашқы салмағынан, яғни

117,34 – тен 79,7 % - 93,52 кг.

Үрдісте көміртегі тотығы түзіледі

117,34 – тен 17,1 % - 20,07 кг.

мөлшермен CO жоғалады:

Көміртегі (20,07·12,01)/28,01 = 8,62 кг.

Оттегі (20,07·16,0)/28,01 = 11,45 кг.

Шихтада 8,80 кг көміртегі болған, демек бастапқы ниобийге көміртегі өтеді

8,80 – 8,62 = 0,18 кг.

Бастапқы ниобийдің жалпы мөлшерінен құрайды

(0,18/93,52)·100 = 0,19 %.

Тәжірибе мәліметтері бойынша бастапқы ниобийде қалпына келген карботермиялық әдіспен 0,30 % - ға дейін оттегі бар, яғни оның мөлшері құрайды : 93,52 – ден 0,30 % - 0,28 кг

Шихтада оттегі болды:

Техникалық бес тотықта (39,46 – дан 29,94 %) - 11,81 кг;

Техникалық карбидте (2.4 кестені қара) - 0,39 кг;

Барлығы – 12,20 кг.

Үрдісте жоғалған барлық оттегі:

12,20 – 0,28 = 11,92 кг.

Осы мөлшерден 11,45 кг оттегі CO жойылуына байланысты жоғалады, демек, NbO түрінде оттегі жоғалады:

11,92 – 11,45 = 0,47 кг.

Осыдан ниобий жоғалуы құрайды

(92,91·0,47)/16,0 = 2,73 кг.

Шихтада ниобий болды:

Техникалық бес тотықта (39,46 – дан 69,07 %) - 27,26 кг;

Техникалық карбидте (2.4 кестені қара) - 68,40 кг;

Барлығы – 95,66 кг.

Бастапқы ниобийге таза ниобий өтеді:

95,66 – 2,73 = 92,93 кг.

Демек, осы операцияда алу құрайды:

(92,93/95,66)·100 = 97,15 %

Жүргізілген барлық есептеулер нәтижелері бойынша қалпына келтіру үрдісінің материалдық балансын есептейміз.

3.5 Кесте - Қалпына келтіру үрдісінің материалдық балансы

Материалдар кірісі-нің тармақтары	кг	%	Материалдар шығы-сының тармақтары	кг	%
1.Ниобийдің техникалық бес тотығы Оның ішінде Nb O Басқалар	39,46 27,26 11,81 0,39	33,63	1.Бастапқы ниобий Оның ішінде Nb C O Басқалар 2.Айналдыру	93,52 92,93 0,18 0,28 0,13 23,82	79,70
2.Ниобийдің техникалық карбиді Оның ішінде Nb C O Басқалар	77,88 68,40 8,80 0,39 0,29	66,37	Оның ішінде CO NbO Басқалар	 20,07 3,20 0,55	20,30
Қорытынды	117,34	100,0	Қорытынды	117,34	100,0

3.1.3 Рафинирлеу үрдісінің есептеулері

Рафинирленген электронды-сәулелі балқыма үрдісінде ниобиймен салыстырғанда баяу балқитын вольфрам, молибден және танталдан басқа барлық қоспалардың жойылуы жүреді. Оттегінің жойылуы ниобий монототығының пайда болуы арқасында жүзеге асады, азоттың жойылуы ниобий нитридінің ыдырауы нәтижесінде, көміртегі – тек көміртегі тотығы түзілуінен жүреді.

Бастапқы ниобий құрамында 0,18 кг көміртегі болды (2.5 кестені қара). Осы мөлшермен CO түрінде оттегі жойылады

$$(0,18 \cdot 16,0)/12,01 = 0,24 \text{ кг.}$$

Демек, NbO есебінен оттегі жойылады

$$0,28 – 0,24 = 0,04 \text{ кг.}$$

Осыдан ниобий жоғалуы құрайды

$$(0,04 \cdot 92,91)/16,0 = 0,23 \text{ кг.}$$

Демек, созымды ниобийге ниобий өтеді

$$92,93 - 0,23 = 92,70 \text{ кг}$$

Тәжірибелік мәліметтер бойынша, бастапқы ниобийде 0,1 %-ға дейін тантал және 0,006 % молибден және вольфрам суммасы бар, яғни, осы қоспалар құрайды:

Ta 93,52 – ден 0,1 % - 0,09 кг;

W+Mo 93,52 – ден 0,006 % - 0,006 кг.

Осы мөлшерлер созымды ниобийге өтеді, осылайша оның жалпы салмағы

$$92,70 + 0,09 + 0,006 = 92,80 \text{ кг};$$

Демек, құраушылар құрамы:

Nb $(92,70/92,80)\cdot 100 = 99,89$ %,

Ta $(0,09/92,80)\cdot 100 = 0,10$ %,

W+Mo $(0,06/92,80)\cdot 100 = 0,01$ %.

Осы операцияда алу құрайды:

$$(92,70/92,93)\cdot 100 = 99,75 \text{ \%}.$$

Материалдық баланс құрастырамыз.

3.6 Кесте - Рафинирлеу үрдісінің материалдық балансы

Материалдар кірісінің тармақтары	кг	%	Өнімдер шығысының тармақтары	кг	%
1.Бастапқы ниобий Оның ішінде Nb	93,52	100,0	1.Созымды ниобий оның ішінде Nb	92,80	99,23
C O Ta W+Mo басқалар	92,93 0,18 0,28 0,09 0,006 0,03		Ta W+Mo 2.Айналдыру Оның ішінде CO NbO басқалар	92,70 0,09 0,006 0,72 0,42 0,27 0,03	0,77
Қорытынды	93,52	100,0	Қорытынды	93,52	100,0

3.1.4 Созымды ниобий өндірісіндегі толық көлемдегі бір жылға арналған материалды баланстың есептеуі

3.4 , 3.5 , 3.6 кестелерден 92,80 кг созымды ниобий алу үшін 139,46 кг ниобийдің техникалық бес тотығын қайта өңдеу керектігін анықтаймыз; демек 250 т созымды ниобий алу үшін (жобаланған жылдық өнімділік) техникалық бес тотық қажет

$$(250{,}0 \cdot 139{,}46)/92{,}80 = 375{,}70 \text{ т.}$$

Осы мөлшерден карбидизация үрдісіне жұмсалады

$$(375{,}70 \cdot 100{,}0)/139{,}46 = 269{,}40 \text{ т;}$$

Қалпына келтіру үрдісіне жұмсалады

$$(375{,}70 \cdot 39{,}46)/139{,}46 = 106{,}30 \text{ т.}$$

Карбидизация үрдісі үшін, 100 кг техникалық бес тотыққа 28,98 кг күйе қажет; демек, 269,40 т техникалық бес тотыққа күйе қажет

$$(269{,}40 \cdot 28{,}98)/100{,}0 = 78{,}07 \text{ т.}$$

Карбидизация үшін қажетті шихтаның жалпы мөлшері құрайды

$$269{,}40 + 78{,}07 = 347{,}47 \text{ т.}$$

128,98 кг шихтаға графитті патрондар қабырғасынан 2,14 кг көміртегі түседі. 348,47 т шихтаға көміртегі түседі

$$(347{,}47 \cdot 2{,}14)/128{,}98 = 5{,}77 \text{ т.}$$

128,98 кг шихтаға 1,16 кг немесе 12,90 $м^3$ сутегі жұмсалады; 347,47 т шихтаға сутегі қажет

$$(347{,}47 \cdot 1{,}16)/128{,}98 = 3{,}125 \text{ т}$$

Немесе $(347{,}47 \cdot 12{,}90)/128{,}98 = 34752$ $м^3$

128,98 кг шихтадан 77,88 кг ниобийді техникалық карбиді түзіледі; демек 347,47 т шихтадан техникалық карбид түзіледі

$$(347{,}47 \cdot 77{,}88)/128{,}98 = 209{,}81 \text{ т.}$$

Қалпна келтіру үрдісіне 106,30 т техникалық бес тотық және 209,81 т техникалық карбидтің бірінші кезеңінде түзілгені қатысады. Қалпына келтіруге шихтаның жалпы мөлшері құрайды

$$106{,}30 + 209{,}81 = 316{,}11 \text{ т.}$$

117,34 кг шихтадан 93,52 кг бастапқы ниобий түзіледі; 316,11 т шихтадан бастапқы ниобий түзіледі

$$(316,11 \cdot 93,52)/117,34 = 251,94 \text{ т.}$$

251,94 т бастапқы ниобийден рафинирленген қайта балқыту үрдісінде 250 т созымды ниобий түзілуі тиіс. Осыны тексереміз. 93,52 кг бастапқы ниобийден 92,80 кг созымды ниобий алынады. 251,94 т бастапқы ниобийден созымды ниобий алынады

$$(251,94 \cdot 92,80)/93,52 = 250,0 \text{ т.}$$

Берілген есептеулерді материалды баланс кестесінде көрсетеміз.

3.7 Кесте –Иілгіш ниобий өндірісінің бір жылға арналған толық материалды балансы

Материалдар кірісінің тармақтары	т	Өнімдер шығысының тармақтары	т
1 Карбидизация үрдісі			
1 Ниобийдің техника-лық бес тотығы 2 Пеш күйесі 3 Графитті патрондар қабырғаларынан көміртегі	269,40 78,07 5,77	1 Ниобийдің техникалық карбиді 2 Кететін газдар,буға айналу және т.б есебінен жоғалтулар	209,81 143,43
Қорытынды		Қорытынды	353,24
2 Қалпына келтіру үрдісі			
1 Ниобийдің техника-лық бес тотығы 2Ниобийдің техникалық карбиді	106,30 209,81	1 Бастапқы ниобий 2 Айналдырулар	251,94 64,17
Қорытынды	316,11	Қорытынды	316,11
3 Рафинирлеу үрдісі			
1 Бастапқы ниобий	251,94	1 Созымды ниобий 2 Айналдырулар	250,0 1,94
Қорытынды	251,94	Қорытынды	251,94

3.2 Негізгі технологиялық құрылғыны таңдау және сипаттамасы

Қажетті мөлшерлерді есептеу.

Жобада редкоментальды өнеркәсіпте өзін жақсы ұсынған сериялық өндірістің негізгі және қосымша технологиялық құрылғылары таңдалған [8-9]. Қосымша құрылғы мөлшері жоспарда әр түрінен бір бірліктен анықталған, себебі өндірістің жобаланған масштабында (ұқсас кәсіпорын мәліметтері бойынша) қосымша құрылғылардың әр түрінен бір бірлігі жеткілікті. Осы құрылғының тізімі аппарат тізбегінде санап тексеруде көрсетілген.

3.8 Кесте - Кедергілі ЦЭП-278Б графитті-құбырлы пештің техникалық сипаттамасы

Атауы	Өлшеу бірлігі	Сандық шамасы
Бір пешке орнатылған қуат	кВт	80
Максимальды жұмыс кернеуі	В	25
Жылу аймақтарының саны		1
Фаза саны		1
Сутегі шығыны	$м^3$/сағ	0,6
Су шығыны	$м^3$/сағ	4,0
Қайықшалардың итеру жылдамдығы		
а)минимальды	мм/мин	10
б)максимальды	мм/мин	75
Максимальды жұмыс температурасы	°C	2500
Температураны реттеу	Қолмен	
Пештің габаритті өлшемдері		
а)жоспарда	мм	4500х1150
б) биіктігі	мм	2300

3.9 Кесте – ОКБ-530 М вакуумды индукциялық пештің техникалық сипаттамасы

Атауы	Өлшеу бірлігі	Сандық шамасы
Бір пешке орнатылған қуат	кВт	400
Жоғары жиіліктегі генераторлардың максималды қуаты	кВт	3х100
Кернеу { қоректендіруші торабының	В	380/220
жоғ.жиіліктегі тізбектің	В	750
Жиілік { қоректендіруші торабының	Гц	50
жоғ.жиіліктегі тізбектің	Гц	2500
Фаза саны { қоректендіруші торабының		3
жоғ.жиіліктегі тізбектің		1
Жұмыс температурасы, макс.	°C	2300
Жылу аймақтарының саны		6
Жүктеу қызуының ұзақтығы	сағ	32
Жүктеу сууының ұзақтығы	сағ	20
Температураны реттеу	қолмен	$1,0 * 10^{-4}$
Пештегі вакуум	мм.сн.бағ.	20,0
Суытатын судың шығыны	$м^3$/сағ	
Жалпақ вакуумды бекітпенің тығыздауындағы қысым	ат	20,0
Жалпақ вакуумды бекітпе цилиндріндегі қысым	ат	6,0
Пештің габаритті өлшемдері		
а)жоспарда	мм	6500х3900
б)биіктігі	мм	4500

Негізгі технологиялық құрылғыларға жатады [1]:

- кедергісі ЦЭП – 278 Б графитті – құбырлы пеш; ниобий бес тотығын карбидизациялау үшін қолданылады (1.2.4.1 тарау);
- ОКБ – 530 М вакуумды индукциялық пеш; бес тотық қоспасы мен нибий карбидінен ниобийді қалпына келтіруде қолданылады (1.2.4.2 тарау);
- ЕМО – 250 типті электронды – сәулелі қондырғы (ЭСҚ); бастапқы ниобийді рафинирлеу және құйма түрінде созымды ниобийді алу үшін қолданылады (1.2.4.3 тарау).

3.10 Кесте – ЕМО-250 электронды-сәулелі қондырғының техникалық сипаттамасы

Атауы	Өлшеу бірлігі	Сандық шамасы
Бір пешке орнатылған қуат	кВт	200
Электронды зеңбірек мөлшері	дана	1
Балқыту көлемінің вакуумды жүйесі	л/сек	20000
а) майдиффузды сорғы, өнімділігі	л/сек	1000
б)»Root» сорғысы, өнімділігі	л/сек	
в)пластинкалы-роторлық сорғы, өнімділігі		100
Электр көзі көлемінің вакуумды жүйесі		
а) үш майдиффузды сорғы, әрқайсысының өнімділігі	л/сек	500
б) пластинкалы-роторлық сорғы, өнімділігі	л/сек	150
Қайта балқытатын материал (штанга)		
а) ұзындығы	мм	2000 дейін
б) диаметр	мм	150 дейін
в) қима	мм	130х130 дейін
Алынған өнім (құйма)		
а) ұзындығы	мм	1500 дейін
б) диаметр	мм	230 дейін
Балқытылатын материалдың беру жылдамдығы, реттеледі	мм/мин	3 – тен 180 дейін
Қондырғының габаритті өлшемдері		
а) жоспарда	мм	16000х13000
б) биіктігі	мм	9000
Жоғары вольтты қондырғыға арналған бөлме	мм	8000х4000
а) жоспарда	мм	4000
б) биіктігі		

3.2.1 Карбидизацияға арналған пеш

Технологиялық режим шарттарына сай шихтамен патрондарды пешке жүктеу әрбір 20 минут сайын жүзеге асады; патрондарға орташа мөлшермен 2,0 кг-нан шихта тығыздалып толтырылады; демек шихта бойынша тәуліктік өнімділік 6,0 кг/тәул құрайды.

Бір жылда 347,47 т шихтаны қайта өңдеу қажет (3.7 кесте).

ЦЭП -278 Б пешінің жоспарлы – ескерту жөндеуіне (ЖЕЖ) жылына 192 сағат апарады. Жылына бір пештің уақытының тиімді жұмыс қоры құрайды:

$$24 \cdot 365 - 192 = 8568 \text{ сағат.}$$

Бір пешке арналған шихта бойынша жылдық өнімділік құрайды:

$$6 \cdot 8568 = 51408 \text{ кг/жыл.}$$

Демек, 347,47 т шихтаны қайта өңдеуге пеш қажет:

$$3474470 : 51408 = 6{,}7.$$

Қуат қорының түзілу есебімен, ЦЭП -278 Б пешінің қажетті мөлшері жобада сегізге тең деп қабылданды; қуат қоры құрайды:

$$[(8-6{,}7)/8]\cdot 100 = 16{,}3\ \%.$$

3.2.2 Қалпына келтіруге арналған пеш мөлшерін есептеу

Технологиялық оежим шарттарына сай (1.7.2 тарауды қара),қалпына келтіру үрдісі периодты болып саналады, 32 сағатқа тең циклді, және бір циклда жүктеуі – 120 кг; шихта бойынша тәуліктік өнімділігі құрайды

$$120 : 32 = 3{,}75 \text{ кг/сағ.}$$

Бір жылда 316,11 т шихтаны қайта өңдеу қажет.
ППР –де ОКБ – 530 М пештері жылына 960 сағат апарылады.
Жылына бір пештің уақытының тиімді жұмыс қоры құрайды:

$$24 \cdot 365 – 960 = 7800 \text{ сағат.}$$

Бір пешке арналған шихта бойынша жылдық өнімділік құрайды:

$$3{,}75 \cdot 7800 = 29250 \text{ кг/жыл;}$$

Демек, 316,11 т шихтаны қайта өңдеуге пеш қажет:

$$316110 : 29250 = 10{,}8.$$

Қуат қорының түзілу есебімен,ОКБ – 530 М пешінің қажетті мөлшері жобада он үшке тең деп қабылданды; қуат қоры құрайды:

$$(13-10,8)/13 = 16,9\ \%.$$

3.2.3 ЕМО-250 типті электронды-сәулелі қондырғылар мөлшерін есептеу

ЭЛҚ-де балқыту режимі шарттарына сай орташа есептегенде балқыту жылдамдығы 10 кг/сағ. құрайды [9].

Бір жылда 251,94 т бастапқы ниобийді қайта балқыту қажет (2.7 кесте).

Қондырғы ППР – не жылына 1120 сағат апарылады. Жылына бір қондырғының уақытының тиімді жұмыс қоры құрайды:

$$24 \cdot 365 – 1120 = 7640 \text{ сағат.}$$

Бір қондырғы үшін бастапқы ниобий бойынша жылдық өнімділік құрайды:

$$10 \cdot 7640 = 76400 \text{ кг/жыл.}$$

Демек, 251,94 т бастапқы ниобийді қайта балқыту үшін қондырғы қажет:

$$251940 : 76400 = 3,3.$$

Жобада қажетті қондырғылар мөлшері төртке тең деп қабылданған. Қуат қоры түзіледі:

$$(4-3,3)/4 \cdot 100 = 17,5\ \%.$$

3.3 Электронды-сәулелі қондырғының жылутехникалық есептеулері

ЭЛУ жылутехникалық есептеудің мақсаты сұйық металл ваннасын металлды балқыту температурасынан жоғары қыздырудың берілген шамасында кристаллизаторда және берілген жылдамдықпен бастапқы дайындаманы балқытуды ұстап тұруда шоғырдың қуаттылық шамасын және балқытатын камера қабырғасымен кристаллизатордан су суытуымен апаратын жылу жоғалтудың шамасын анықтау болып табылады. Есептеудің бастапқы шамалары:қыздыру шамасы ($t_{бет}/t_{балқ}$), құйма диаметрі ($Д_{құйма}$) және балқытудың массалық жылдамдығы (G). Сұйық металл ваннасының бетін қыздыру булануға ұшырайтын рафинирленген үрдістердің қарқындылығын арттыруға қажет, бірақ бетін қыздыру тек белгілі бір шекке дейін мүмкін, ол кезде буландыруға жылу жоғалту сонша жоғары, жоғары қыздыру мүмкін болмайды. Түрлі металлдвр үшін қыздырудың қолайлы мәндері эксперимент ретінде анықталған. Ниобийге қажетті мәндер $t_{бет}/t_{балқ} = 1,25$. құйма диаметрі $Д_{құйма} = 130$ мм = 0,13 м, ал балқыту жылдамдығы G = 10 кг/сағ = 0,17 кг/мин (1.1 кесте). Ниобий үшін

балқу температурасы - $t_{балқ}$ = 2415 °С, демек $t_{бет}$ = 2415 * 1,25 = 3019 °С. Осы мәндерге сәйкес келеді $T_{балқ}$ = 2688 К, $T_{бет}$ = 3292 К.

3.3.1 Берілген $Д_{сл.}$, G және $t_{бет}/t_{балқ}$ қажетті электронды зеңбірек қуатын есептеу

Қорытылған құймаға электронды шоғырмен жиынтықталған қуат металлдар балқуы мен қызуына шығындалады, сонымен қатар сәулелену мен жылу өткізгіштігіне шартталған құйманың жылу жоғалту жабындысынан яғни

$$P_{шоғыр} = P_{балқ.} + P_{пот.сл.}$$

Металды балқыту мен қыздыруға қажетті қуат мына формула бойынша анықталады:

$$P_{балқ.} = G(a\frac{t_{бет}}{t_{бал}} + в),\ кВт$$

мұндағы G – балқу жылдамдығы (берілгені: 0,17 кг/мин),
а, в – берілген металлға арналған тұрақтылар;
$a = 7\cdot10^{-2}\ c_ж\cdot t_{балқ}$, кВт·мин/кг, мұнда $c_ж$ – сұйық металдың жылусыйымдылығы, Nb үшін – 0,09 ккал/кг·град.

$$a = 7\cdot10^{-2}\cdot 0{,}09\cdot 2415 = 15{,}2\ кВт\cdot мин/кг;$$

$$в = 7\cdot10^{-2}\,[q_{балқ} + (c_{ср}\cdot t_{балқ}/2) - (c_ж - c_о)\cdot t_{балқ}],\ кВт\cdot мин/кг,$$

мұндағы $q_{балқ}$ – балқу жылуы, Nb үшін – 51,0 ккал/кг,
$c_{ср}$ – t_0 – ден $t_{балқ}$-ға дейін температура өзгерісіндегі орташа жылу сыйымдылық, Nb үшін – 0,077 ккал/кг·град.,
$c_о$ – бастапқы температура кезіндегі жылу сыйымдылық, Nb үшін – 0,064 ккал/кг·град.

$$в = 7\cdot10^{-2}[51 + \frac{0{,}077\cdot 2415}{2} - (0{,}09 - 0{,}064)\cdot 2415] = 5{,}7\ кВт\cdot мин/кг.$$

Осылайша, $P_{балқ}$ = 0,17 · (15,2 · 1,25 + 5,7) = 4,2 кВт.

Құйманың жоғалтуының жабу қуаты мына формула бойынша анықталады:

$$P_{қ.жоғ.} = \frac{f\left(\frac{T_{бет}}{T_{балк}}\right)^4 D_{сл}^2 + g\left(\frac{t_{бет}}{t_{балк}} - 1\right)^{7/6}\cdot D_{сл}^{3/2}}{1 - k\eta_0},\ кВт/м^2;$$

мұндағы k, η_0 - электрондар тойтарысын ескеретін коэффициент. Nb үшін k=0,41; η_0=0,34.
f, g – берілген металл үшін тұрақтылар;

$$f = 4{,}5 \cdot 10^{-3}\, E_ж \cdot \left(\frac{T_{балк}}{100}\right)^4,\ кВт/м^2,$$

мұндағы $E_ж$ – балқытылған металл сәуле шығару коэффициенті, Nb үшін – 0,3,

$$f = 4{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}3 \left(\frac{2688}{100}\right)^4 = 710\ кВт/м^2;$$

g шамасын аналитикалық анықтау қиындау, себебі ниобий бойынша кейбір жылуфизикалық мәліметтер жоқ; есептеулерде бұл шама g=11000 кВт/м$^{3/2}$ деп қабылданады [13].

Осылайша,

$$P_{к.жоғ.} = \frac{710\left(\frac{3292}{2688}\right)^4 0{,}13^2 + 11000 \cdot 0{,}25 \cdot \sqrt[6]{0{,}25} \cdot 0{,}13 \cdot \sqrt{0{,}13}}{1 - 0{,}41 \cdot 0{,}34} = 149{,}7\ кВт.$$

Онда шоғыр қуаты құрайды:

$$P_{шоғыр} = 4{,}2 + 149{,}7 = 153{,}9\ квт.$$

Аксиальды типтегі электронды зеңбірек конструкциясын қолданыс тапқандарға; КПД шамасы 98 % құрайды; демек зеңбіректің қажетті қуаты құрайды

$$153{,}9 : 0{,}98 = 157\ кВт.$$

157 кВт-ден 2 % (3,1 кВт) бастапқы кезде жоғалу болып табылады (катодты қыздыру, эмиссия, сәуле сымдарында жоғалту және т.б).

3.3.2 ЭЛУ жеке тораптары бойынша жылу жоғалту қуаттарын үлестіруді есптеу

Іс жүзінде, электронды зеңбірекпен берілетін барлық қуат қондырғының жеке тораптарының қабырғасынан бөлінеді (балқу көлемінен, кристаллизатордан, құйманы созу механизмінен). Осы барлық қуатты апаттарды болдырмас үшін уақытылы апару қажет, сондықтан қуат үлестірулерін білу суыту есептеулері үшін қажет.

Балқу камералары қабырғаларынан бөлінетін қуат сәулелену, булану және тойтарыс есебінен жылу жоғалтулармен шартталған, мына формула бойынша анықталады:

$$P_{кам} = \left\{\left[f\left(\frac{T_{бет}}{T_{балк}}\right)^4 + dG_{бул} \right] D_{сл}^2 + k\eta P_{зенб} \right\} \cdot k_{диаф},\ кВт$$

мұндағы d - берілген металл үшін тұрақты,

$$d = 0,6 \cdot 10^{-3}\, q_{бул}\ ,\ кВт{\cdot}сағ/кг,$$

мұндағы $q_{бул}$ – буланудың жасырын жылуы, Nb үшін – 1840 ккал/кг,

$$d = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 1840 = 1,1\ кВт{\cdot}сағ/кг;$$

$G_{бул}$ - буланудың массалық жылдадығы, мына формула бойынша анықталады:

$$G_{бул} = \frac{10^{c} - \dfrac{B}{T_{бет}}}{\sqrt{T_{бет}}},\ кг/м^2;$$

Мұнда С, В – булану бойынша формула константалары, Nb үшін – С = 11,12; В = 40400.

$$G_{бул} = \frac{10^{11,12} - \dfrac{40400}{3292}}{\sqrt{3292}} = 1,3 \cdot 10^{-3},\ кг/м^2;$$

$k_{диафр}$ – диафрагмирлеу коэффициенті, себебі ванна деңгейі кристаллизатордың жоғарғы шетіне жақын ұсталады, онда $k_{диафр} = 0,9$.

Басқа шамалар бұрын анықталған болатын (2.3.1 тарауды қара).

Осылайша,

$$P_{кам} = \left\{ \left[710 \left(\frac{3292}{2688} \right)^4 + 1,1 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \right] 0,13^2 + 0,34 \cdot 0,41 \cdot 157 \right\} \cdot 0,9 = 44,1 кВт$$

Құймадан кристаллизаторға апарылатын жылу ағыны кристаллизатор қабырғасына жанасатын металл белдеуі және оған құйманың бүйір бетімен сәулеленуі арқылы жылу өткізгіштікпен және шартталған. Кристаллизаторға құймамен берілетін жылу жоғалту қуаты мына формула бойынша анықталады:

$$P_{крист} = g \left(\frac{t_{бет}}{t_{балк}} - 1 \right)^{7/6} \cdot D_{куйма}^{3/2} + \left[f \cdot D_{сл}^2 \left(\frac{T_{бет}}{T_{балк}} \right)^4 + k \eta P_{зенб} \right] \cdot \left(1 - k_{диафр} \right), кВТ$$

$$P_{крист} = 11000 \cdot 0,25 \cdot \sqrt[6]{0,25} \cdot 0,13 \cdot \sqrt{0,13} + \left[710 \cdot 0,13^2 \left(\frac{3292}{2688} \right)^4 + 0,34 \cdot 0,41 \cdot 157 \right] \cdot 0,1 = 106,6 кВТ$$

Қуаттың шамалы бөлігі (зеңбірек қуатынан 1,5 %) құйманы созу механизмі штокына апарылады. Бұл құрайды 157-ден 1,5 % - 2,4 кВт.

Қуатты үлестіру есептеулерінің нәтижесі жылу баланс кестесіне енгізілген.

Электронды сәулелі қондырғының жылу балансы 3.11 кестеде көрсетілген.

3.11 Кесте -Электронды сәулелі қондырғының жылу балансы

Қуатты үлестіру тармақтары	кВт	%
1. Электр көзіндегі жоғалтулар	3,1	2,0
2. Қондырғының балқу камералары қабырғаларында бөлінді	44,1	28,1
3. Құймадан кристаллизаторға берілді	106,6	67,9
4. Созу механизмі штокына затравка арқылы берілді	2,4	1,5
5. Үйлеспеушілік	0,8	0,5
Қорытынды	157,0	100,0

4 Қауіпсіздік және еңбекті қорғау

4.1 Ұйымдық- құқықтық аспектілері

Осы бөлім келесі ұйымдық - құқықтық негіздерді ескере отырып жазылған:

– ҚР "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

Металдық ниобий өндірісінде келесі потенциальды қауіп – қатерлер болуы мүмкін:

- сансыз көп электротехникалық құрылғыларды, оның ішінде жоғары вольтті құрылғыларды қолдану электр тогымен зақымдануды шарттайды;
- жоғары температуралы технологиялық үрдістерді жүргізу жылумен сәулелену әсерінің болуымен, сонымен қатар термиялық күйіктер алумен шартталады;
- қозғалмалы бөлікті түрлі механизмдердің болуы механикалық жарақаттар алу мүмкіндігін шарттайды[10].

Осы қауіп – қатерлерден басқа, жүргізілетін технологиялық үрдістерге тән қауіптілік факторлары бар:

- карбидизация аймағында үрдіс пештерде, сутегі атмосферасында, артық қысымда, реакция өнімі ретінде көміртегі тотығы түзілуімен жүреді. Толық герметикалық болмаса, бөлме атмосферасына иіс газының енуі және оның мөлшерде жиналуы мүмкін, ең жаманы ағзаның улануы мүмкін; сонымен қатар пеш көлеміне ауа кіруі мүмкін, ол ауа оттегісімен сутегінің жарылыс қаупі бар қоспасының түзілуіне алып келеді;
- қалпына келтіру аймағында индукционды вакуумды пештер қолданылады, индукционды қыздыру жоғары жиіліктегі токпен жүзеге асады, ол ағзаға жоғары жиілікті электромагнитті тербелістің әсерін шарттайды;
- рафинирлеу аймағында, электронды – сәулелі қондырғыларды жұмыс жасағанда бомбалау кезінде электрондар тежелуінен мен қыздырылған металл бетінде түзілетін рентгенмен сәулеленудің әсері болуы мүмкін; сонымен қатар жеткіліксіз суытудан мыс кристаллизаторы қабырғаларының еру салдарынан балқыған металлға судың түсу нәтижесінен болатын апаттар қауіптілігі бар.

Металлдық ниобий өндірісінде түзілетін және қолданылатын заттардың қысқаша сипаттамасы мен улы қасиеттері:

Ниобийдің бес тотығы – ақ ұнтақ, суда ерімейді, күкірт пен фтор қышқылдарында ериді. Адам ағзасына әсері туралы мәліметтер жоқ. ПДК орнатылмаған, бірақ ол танталдың бес қышқылы секілді ретте болуы керек деп ойлауға болады, яғни 10 мг/м^3.

Күйе – жоғары дисперсті ұнтақ, қалыпты температурада инертті, жоғары температурада – көп әр түрлі қосылыстарды түзеді, активті қалпына келтіруші. Улағыш әсері: жоғары тозаңдылықта жоғары тыныс жолдарының, тыныс алу және ас қорыту жүйелерінің аурулары болуы мүмкін. Жергілікті әсері: көзде – конъюктива татуировкасы, конъюктивиттер мен қасаң қабық тітіркенуі болуы мүмкін; теріде – ісіну, қызару, ауру сезімі, іріңді аурулар мен дерматитттер пайда болуы мүмкін. ПДК – 10 мг/м^3.

Сутегі_– түссіз газ, иіссіз және дәмсіз; сыни температурасы – 239,9 ℃; ағаш көмірмен адсорбцияланады; қалпына келтіруші; сілтілі, сілтілі – жер (магнийден басқа) металлдармен қыздырғанда және басқа кейбір металлдармен гидридтер түзеді; хлормен қоспасы (1:1 көлемдік қатынаста) хлорлы сутегі түзілуімен жарылады; оттегімен қоспасы (2:1 көлемдік қатынаста) шатырлауық деп аталады, жарылуға қауіпті. Улағыш әсрі: физиологиялық инертті газ, тек жоғары концентрацияда оттегінің қалыпты қысымы төмендеуінен тұншығуды шақырады. Сутегінің наркотикалық әсері тек өте жоғары қысымда көрінуі мүмкін; тұз және күкірт қышқылдарына цинктің әсерінен алынған сутегі құрамында әрқашан дерлік күшән гидриді болады және сондықтан онымен улану тіпті өлім себебі жиі болады; құрамында басқа да улы қоспалар болуы мүмкін.

Тазартылған, техникалық этил спирті_– түссіз, ұшпа сұйықтық, судан жеңіл, қайнау температурасы – 78,4 ℃, алкоголь иісті сипат тән. Бу еруінің коэффициенті: суда – 1412 (40 ℃), адам қанында – 1370-1580 (37 ℃). Ағзаға әсері: алдымен қызыну, кейін орталық жүйке жүйесінің салдануын шақыратын наркотик; жоғары мөлшерінің ұзақ созылмалы әсерінде жүйке жүйесінің, асқорту жүйесінің, жүрек – қан тамыр жүйесінің, бауырдың және т.б ауыр органикалық ауруларын шақыруы мүмкін; 8 сағат жұмыс уақытынды өндірістік жағдайларда этил спиртінің буымен жедел улану (ішке қабылдамай) мүмкін емес дерлік. Теріге әсері: этил спиртімен жиі жанасу терінің құрғақтығына алып келеді, сирек – жарықтар пайда болады; спиртті лактар мен политуралар «өңдеуші экземасын» шақырады. ПДК – 1000 мг/м^3.

Индустриальды және вакуумды майлар - мазуттың вакуумды айыруының дистилляты болып табылады. Май құрамына кіретін көмірсутегімен, сонымен қатар ауада май тұманы болғанда жоғары температуралы бөлмелерде жұмыс жасайтындар улануы мүмкін. Көмірсутегі булары үшін ПДК – 300 мг/м^3 (көміртегіге қайта есептегенде); тұман үшін ПДК – 10 мг/м^3 ұсынылады.

Көміртегі тотығы__(барлық технологиялық үрдістерде түзіледі) – иіссіз, түссіз газ, тітіркендіргіш қасиеттері жоқ. Ағзаға әсері: ми қыртысына кенет улы әсер ете отырып орталық жүйке жүйесін зақымдайды; оттегіге қарағанда қан гемоглобиніне 300 есе қатты ұқсас; ол ағза тіндеріне оттегінің баруын қиындататын гемоглобинмен берік қосылыс түзеді, нәтижесінде оттегілік ашығу болады және орталық жүйке жүйесінің қызметі бұзылады. ПДК – 20 мг/м^3.

4.3 Техникалық шаралар

4.3.1 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Электр тоғы соқпау үшін цех салынарда барлық нормалар орындалады, ТЭЕ және ТҚЕ бекітілген ережелер де. Барлық электр қозғағыштар жерлетілген, қол жетпейтін жерлерде орналасқан. Кабель сымдары мекеменің конструкциясы бойынша еденде, жабқыштарда және машина фундаменттерінде орналасқан каналдарда, блоктарда, мұржаларда орналастырылған. Барлық электр қозғағыштардың қысқа үзілулерден қорғанысы бар. Электр жабдықтарына рұқсаты бар персоналда жеке қорғаныс құралдары бар [10].

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

4.1 Кесте - Тоқ әсерінің астында қалуының шекті (артық емес) мөлшері

Ток 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

4.3.2 Күкірт қышқылы ангидридін тастауды тоқтату бойынша шаралар

Өндерістік мекемелерге және ауа атмосферасына 80г келгенін хабарлайтын профилактикалық шаралар жабдықтардың герметизациясы және газ жүргізу жүйесінде аяқталады: қышқыл ангидридін утилизациялап, күкірт қышқылын алу, жалпы және тұрақты соратын сенімді жұмыс жасайтын вентиляция жабдығы. Мыспен шлак беру кезінде ожаулардан тұрақты газдарды сору, шаңның бөлінуі вентиляция арқылы жасалады.

ДН-26,4 типті орта жүргізгіш түтін сорғыш орналастырылған. Бірақта түтін сорғыш берілуі 26000 м/с құрайды. Циклондардан, қазан утелизатор және электрфильтрден құралған газды тазалаудың қиын жүйесі шаң және газды шығаруды нольге әкеледі.

4.3.3 Арнайы киіммен және жеке қорғау заттармен қамтамасыз ету

Цехтың әрбір жұмысшысына жылу бөлінуден, күйіп қалу және балқыған өнімнің шашырауынан сақтану үшін арнайы киім, аяқ киім және қорғану құрылғылары беріледі.

Бет және көзді қорғау үшін органикалық шыныдан жасалған щитки қолданылады. Крандармен жұмыс істеу кезінде қорғану маскаларын кию міндетті [11].

Күкірт ангидридінің қауіпті лақтырысы кезінде бейтарап, радиоактивті және улы орталардан және орташа аэрозольден қорғану үшін противогаз және респиратор «жапырақ» қолданылады. Противогаз ауадағы газдың концентрациясы 25 мәнінен жоғары емес кезінде қолданылады.

Шу мен дірілден жеке қорғану үшін қолданылады:

- шуға қарсы құлақшын;
- діріл өткізбейтін аяқ-киім.

4.4 Өртке қарсы шаралар

Жобаланатын мыс штейндерін конвертерлеу бөлімі өрт қауіпсіздігі бойынша ыстық, балқыған күйдегі жанбайтын заттар мен материалдар категориясына кіреді. өртке төзімділік дәрежесі бойынша ҚР ҚНжЕ 12.1.04 - 2002 сәйкес цехтың биіктігі 30 м болғандықтан 2-ші класқа «А» категориясына жатады.

Өңдеу жұмыстары оттың және от ұшқындарының шығуымен байланысты. Сыртқы және ішкі қабырғалары кірпіштен және темір бетоннан жасалған, элементтер арасындағы сатылар темірден және темір бетоннан.

Цехтан адамдарды шығаратын екі есік бар, бас шығу есігі және қақпа цехтың оң жағында.

Жарылысты болдырмау үшін жүргізілетін ең басты талап – судың балқымамен әсерлесуін болдырмау. Суды кессондардан төтенше жағдайда шығаруды қарастыру қажет. Сонымен қатар жоспарлық және апаттықжөндеу жұмыстары уақытында кессондардың біртұтастығын тексеру терең жүргізілуі тиіс. Басты аралық еденнің бетінде де судың болмауы қадағаланады.

Өрт шығу әсерінің болуы:

А)электр сымдарын изоляциялаудағы жөнсіздіктер. Жоғары температурадан изоляциялаудың бұзылуы.

Б) электр жабдықтарының жөнсіздіктері, қысқа үзілулер.

В) ылғалдың конвертерлер жанында болғаны қайнатылған металға тиген кезде жарылыс тудыруы мүмкін.

Цехта өрттен ескертетін және сөндіретін арнайы бөлінген учаскелер бар, онда топырақ толтырылған жәшіктер, өрт сөндіруге арналған құм, ОУ - 5, ОУ - 8 өртсөндірушілері бар арнайы бөлмелері орналасқан. Бұл өртсөндіргіштер әртүрлі қатты және сұйық заттардың (ауасыз жанатын заттар және кернеу мәні

маңызды электр құрылғылардан басқасы) жануы кезінде өртті сөндіруге арналған.

Өрт сөндіру үшін қарастырылады:

- жоғары қысымды су құбырымен өртке қарсы сумен қамтамасыз ету;
- сәуле типті өртті автоматтандырылған сигнал беру.

Жобаланып жатқан бөлімнің бөлмелерінде темекі шегуге және ашық от қолдануға болмайды, сыртқы есіктер мен бөлме ішінде қауіпсіздік белгілері көрсетілген.

Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін төмендегі шаралар қолданылады:

- өртті сөндіру және адамдарды құтқару үшін қажетті жабдықтармен және арнайы көлікпен қамтамасыз етілген өртке қарсы топ құрылған;
- ғимарат құрылысы кезінде жанбайтын және қиын жанатын топқа жататын материалдар қолданылады;
- өрт тез жайылып кетпеу үшін бөлімдер мен ғимараттардың арасында ішкі аудан қарастырылады;
- өрт кезінде адамдарды ғимараттардан шығару кезінде ені төмендегідей жолдар қарастырылады: а) өту жолдары - 1.2 м; б) коридор – 1.6 м; в) есіктер – 1.2 м; г) баспалдақ алаңы – 1.6 м;

4.2 Кесте - Жобаланып отырған өнеркәсіптің өрт бойынша котегориясы

Өндіріс сипаттамасы	Өнеркәсіп категориясы	Өнеркәсіп қолданылатын заттардың сипаттамасы
Жарылыс және өртке қауіпті	А	Жарылыстың төменгі шегі 10 % және ауа көлемі бойынша төмен жанғыш газдар, ғимарат көлемінің 5 % жоғары болатын көлемде жарылысқа қауіпті қоспалар түзетін газдар және сұйықтықтардың жағдайында бу жарықтарының температурасы 28°С дейін болатын сұйықтықтар; сумен, ауаның құрамындағы оттегімен немесе бір-бірімен әсерлесу кезінде жанатын және жарылатын заттар.

БҚ 34.21.122-95 сәйкес цех ғимаратында найзағай қабылдағыш құрылғы бар. Найзағай қабылдағыш ретінде металдық тор, тоқ өткізбейтін апат баспадағы мен ғимарат арматурасы қолданылады.

Жерлеткіш жерде орналасқан, қиылыс сымдары 0,8 м тереңдікке қағылған белгі беретін жабдық бар.

4.5 Қоршаған ортаны қорғау

4.5.1 Газды шаңнан тазалау

Шаңды газ ағынынан бөлу әдісіне қарай шаң аулаудың келесі әдістері болады.

- құрғақ және механикалық;
- суланған;
- фильтрленген;
- электр статистикалық.

Металдан жасалған құрғақ шаң аулағыштарда шаң бөлшектері газ ағынына ауырлық күш әсерінен бөлінеді (шаң отырғызғыш камерада), энерция күші (энерциялы шаң аулағышта), (центрге тартылыс күші) циклондарда.

Суланған шаң аулағыштарға механикалық күш әсерінен шаңның бөлінуі болатын аппараттар жатады.

Турбулентті жуғыштарды көбіне ұсақ бөлшектер құрайтын жұқа газ аулауға қолданады. Фильтрлеу шаң аулағыштарда шаңданған газдар матадан жасалған тосқауыл немесе көбіршікті қабат арқылы өтеді, шаң буда немесе фильтерлеу матаның бетінде жиналады.

Ыстық газдарды тазалау үшін көпіршікті керамикалық элеметті фильтрлер пайдаланады, олар уақыт сайын сөнеді және тазаланған газды кейін қарай үрлеу жолымен генерірлейді. ЖМҚЗ-да газды тазалау газ өткізгіш трактінде шаң камерасында, циклондарда жасалады.

4.5.2 Ағынды суды тазалау

Өндірістік ағынды суды зиянсыздандыру барлық өндірістер үшін міндетті болып саналады.

Металлургиялық зауыттың ағынды сулары өздерінің көп мөлшеріне және сапалы құрамына қарай қышқылданудың ұлғаюын және жиналған су оттегі тәртібінің нашарлауын, өлшенген заттардың құрамының ұлғаюын, судың тұнығуының төмендеуін және оның түсуінің пайда болуына жол береді.

Ағынды сулар конвертірлеу қожының түйіршігімен салыстырғанда өлшеген заттардың аз құрамымен бөлінеді. (6х10-7х10 мг/м).

Өлшенген ластандыратын заттары бар ағынды сулар тұрып қалған араластардан босатылады.

Ағынды сулардың ластануының құрамына қарай бірнеше тәсіл қолданады:

- физикалық тұнба, қалқыту, тұндыру, фильтрлеу;
- физика- химиялық кристалдау, буландыру, тұндыру, фильтрл;
- химиялық жою;
- биологиялық- микробтар қолдану арқылы.

Ағынды суларды дұрыстап зиянсыздандыру үшін олардың құрамын үнемі бақылау керек. Ағынды судың құрамын жиналған суды жіберер алдында да бақылау керек.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Ақшалай салымды есептеу

Цех көлемі: $V_ц = 25*54*19,5 = 31590$ м^3.
Цехтың 1м^3 бағасы: 2750 теңге.
Цех бағасы: 31590*2750=86872500 теңге.
Санитарлы-техникалық жұмыстар ғимарат бағасынан 25 %-ті құрайды, 86872500*0,25=21718125.
құрылыс нысандарының толық құны құрайды:
86872500 + 21718125 = 108590625 теңге.
Норма байланысты амортизациондық аударымдар 8 %-ті құрайды.
108590625*0,08=8687250 теңге.
Ағымды жөндеу және ғимарат құрамын ғимарат бағасынан 1,5% деп қабылдаймыз:
86872500*0,015=1303088еңге.
Ғимаратқа жұмсалатын капиталдың жалпы құны 5.1 кестеде көрсетілген

5.1 Кесте – Ғимарат бағасын және құрылыс нысандарын есептеу

Ғимараттың аталынуы	Бағасы 1м^3,тг	Көлемі, м^3	Жалпы бағасы, теңге	Амортизацион дық аударымдар	
				%	теңге
Ғимарат	2750	31590	86872500	8	8687250
Барлығы			86872500		8687250

5.2 Жылдық жалақы қорын есептеу

Жылдық жалақы қорын есептеу нәтижелері 5.2 кестеде көрсетілген.

5.3 ИТҚ және ҚҚЕТ қызметкерлердің еңбек ақы қорын есептеу

ИТҚ және ҚҚЕТ қызметкерлердің еңбек ақы қорын есептеу нәтижелері 5.3 кестеде көрсетілген.

5.4 Жабдықтарға кететін шығынды есептеу

Жабдықтарға кететін шығынды есептеу нәтижелері 5.4 кестеде көрсетілген.

5.2 Кесте – Жылдық жалақы қорын есептеу

Мамандық бойынша негізгі өндірістік персоналдар	Ауысымдағы жұмысшы саны	Тәуліктегі ауысым саны	Тәуліктегі жұмысшы саны (У)	Бір жұмысшының жылдағы ауысым саны (Х)	Жылдық жұмысшы күнінің Коэффициенті К=365/Х	Көбейтілген жұмысшылар саны	Жұмысшылардың бір жылдағы	Ауысым тариф ставкасы, теңге	Негізгі жалақы, теңге				Барлық негізгі қор ақшасы,теңге гр.10*+гр.11+гр.12+гр.13	Демалыс күні, n	Демалыс күніндегі қосымша жалақы, теңге гр.9*гр15	Барлық жалақының жалпы қоры, теңге гр.14+гр.16
									Жалақының тарифтік ставкасы (гр.8*гр.9)	Қосымша төлем, тг						
										Қызметкерлерге сыйлық беру гр.10*(20%)	Түнгі жұмыстар үшін, гр.10*(6,6%)	Мейрам күнгі жұмыс үшін гр.4*гр9*9*2				
Аппаратшы	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	2823	3082716	6165432	203459	152442	9604049	25	70575	9674624
Транспортау-шы	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	2640	2882880	576576	190270	142560	3792286	25	66000	3858286
Ұсақтаушы	1	3	6	280	1,3	7,8	2184	2122	4634448	926889	305873	229176	6096386	25	53050	6149436
Кептіруші	1	3	6	280	1,3	7,8	2184	2093	4571112	914222	301693	226044	6013071	25	52325	6065402
Краншы	1	3	6	280	1,3	7,8	2184	1901	4151784	830356	274018	205308	5461466	25	47525	5508991
Стропильщик	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	1481	1617252	323450	106739	79974	2127415	25	37025	2164440
Слесарь	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	1564	1707888	341577	112721	84456	2246612	25	39100	2285742

5.2 кестенің жалғасы

Мамандық бойынша негізгі өндірістік персоналдар	Ауысымдағы жұмысшы саны	Тәуліктегі ауысым саны	Тәуліктегі жұмысшы саны	Бір жұмысшының жылдағы ауысым саны (Х)	Жылдық жұмысшы күнінің Коэффициенті К=365/Х	Көбейтілген жұмысшылар саны (К*У)	Жұмысшылардың бір жылдағы ауысымдар саны	Ауысым тариф ставкасы, теңге	Негізгі жалақы, теңге				Барлық негізгі қор ақшасы,теңге гр.10*+гр.11+гр.12+гр.13	Демалыс күні, n	Демалыс күніндегі қосымша жалақы, теңге гр.9*гр15	Барлық жалақының жалпы қоры, теңге гр.14+гр.16
									Жалақының тарифтік ставкасы (гр.8*гр.9)	Қосымша төлем, тг						
										Қызметкерлерге сыйлық беру гр.10*(20%)	Түнгі жұмыстар үшін, гр.10*(6,6%)	Мейрам күнгі жұмыс үшін гр.4*гр9*9*2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Электрик	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	1477	1612884	322577	106450	79758	2121669	25	36925	2158594
Футеровщик	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	1449	1582308	316462	104432	78246	2081448	25	36225	2117673
Сварщик	1	3	3	280	1,3	7,8	1092	1711	1868412	373682	123315	92394	2457803	25	42775	2500578
Барлығы																40022378

5.3 Кесте – ИТҚ және ҚҚЕТ қызметкерлердің еңбек ақы қорын есептеу

Қызметі	Тарифтік дәрежесі	саны	Айлық жалақы, тг	Жылдық еңбек ақы қоры, тг					Барлығы, тг (гр.5+гр.7+гр.9)
				Жалақы бойынша (гр.3·гр.4 · 12)	Сый ақылар		Еңбегіне лайық сыйлық беру		
					%	Сома (гр.5·гр.6)	Айлық жалақы үлесі, %	Сома (гр.3·гр.4 ·гр.8)	
ИТҚ		1							
Цех бастығы	9	1	250000	3000000	15	450000	50	125000	3575000
Цех бастығының орынбасары	8	1	188000	2256000	15	338400	50	94000	2688400
Экономист – бухгалтер	7	1	165000	1980000	15	297000	50	82500	2359500
Аға энергетик	8	1	142000	1704000	15	255600	50	71000	2030600
Аға механик	7	1	136000	1632000	15	244800	50	65300	1942100
Аға өндірістік мастер	7	1	136000	1632000	15	244800	50	65300	1942100
Кезек мастері	6	5	130000	7800000	15	1170000	50	325000	9295000
Диспетчер инженері	5	1	130000	1560000	15	234000	50	65000	1859000
Цех технологі	5	1	130000	1560000	15	234000	50	65000	1859000
Барлығы	-	-	-	-	-	-	-	-	27550700
ҚҚЕТ									
Табельщик	3	1	82000	984000	15	147600	50	41000	1172600
Техничка	2	1	50000	600000	15	90000	50	25000	715000
Барлығы	-	15	-	-	-	-	-	-	1887600

5.4 Кесте – Жабдықтарға кететін шығынды есептеу

Жабдықтардың атауы		саны	Бірлік бағасы, тг	Жалпы бағасы, тг	Алып келу, монтажға кеткен шығын		Сметалық бағасы(толық құны), тг	Амортизациондық аударымдар	
					%	тг		%	тг
1	Шығын өлшеуіш дозатор	6	850051	5100306	2	102006	5202312	20	1040462
2	Экстрактор	5	6422608	32113040	10	3211304	35324344	10	3532434
3	Бак	5	1189643	4758571	5	237929	4996500	20	999300
4	Фильтр-пресс	4	16515278	66061112	25	16515278	82576390	20	16515278
5	«Винулет» пеші	1	57803473	57803473	25	14450868	72254341	25	18063585
6	Айналмалы ретортасы бар пеш	3	72254341	216763023	25	54190756	270953779	8	21676302
7	Кристаллизатор	2	18063585	36127170	10	3612717	39739887	10	3973989
8	Вакуумдық кептіргіш шкаф	1	57804375	57804375	20	11560875	69365250	8	5549220
9	Араластырғыш	1	1229861	1229861	15	184479	1414340	10	141434
10	Женді фильтр	2	4446421	8892842	10	889284	9782126	15	1467319
11	Кран-балка	1	52548611	52548611	15	7882292	60430903	5	3021545
12	Барлығы	31	289128247	539202384		112837788	652040172		75080868
13	Ескерілмеген жабдықтар (бағасынан 15%)			80880356			97806026		11262130

5.5 Шикізат, материалдар және энергия шығыны

5.5 Кесте – Шикізат, материалдар және энергия шығыны

Шығын статьясы	Шығын		Құны (тг)	Барлық сомасы	
	Бір тауарға	Барлық тауарға		Бір тауарға	Барлық тауарға
1. Техникалық гидрототық,т 2. 40% HF, т 3. 26% NH_4OH, т 4. 96% H_2SO_4, т 5. NH_4NO_3, т 6. C_2H_5OH, т 7. KCl, т 8. Қаптағыш қағаз, кг 9. Қағазды мешок, шт 10. Полиэтиленді мешок, шт 11. Латунды сетка, $м^2$ 12. Нихромды сым, кг 13. Полиэтиленді шарлар, шт 14. Фильтрлейтін қағаз, кг 15. Резеңкелі шланг, м 16. Смола КУ-2-8, кг 17. Смола АВ-17-8	1,29 1,15 5.53 2,0 0,28 0,02 0,041 4,0 20 5 0,4 5 70 1 0,4 0,2 0,2	387,8 345,4 1658 601 85,46 6,5 12,5 1200 6000 1500 120 1500 21000 338 120 71 71	21340000 291650 24350 33453 183440 566650 150000 235 100 168 8085 8225 35 750 1135 8335 10000	27528600 134159 35010 64230 51363 11334 6150 940 2000 840 3234 41125 2450 750 454 1667 2000	8275652000 40294364 10496798 19301043 15676782 3683225 1875000 282000 600000 252000 970200 12337500 735000 253500 136200 591795 710000
Барлығы		35016,66			8383847407
1. Электроэнергия, кВт*сағ 2. Су, $м^3$ 3. Бу, гкалл	41160,5 23,95 4,47	41160,5 7187,2 1340	14,65 18,74 480	603001,3 448,8 2145,6	603001,3 134688,1 643200
Барлығы		49687,7			1380889,4

5.6 Пайданы есептеу

1. Жылдық пайданы мына формуламен анықтаймыз [12]:

$$П = (Б-ӨҚ)\cdot Д,$$

мұндағы Б - көтерме бағасы; ӨҚ - жобадағы өзіндік құны 1тоннаға; Д-жылдық өндірістік бағдарламасы.

П=(22925500 -22627114,39)·200000=59677122000 теңге

2. Мемлекеттік салық:
Мемлекеттік салық = П·15% = 59677122000·0,15 = 8951568300 теңге

3. Таза пайда:

Таза пайда = П – мемл.салық

Таза пайда = 59677122000 – 8951568300 = 50725553700 теңге

5. Рентабельділік:

$$R = \frac{П_{таза}}{ОК} = \frac{59677122000}{311330722317}\cdot 100\% = 19{,}2\%.$$

ҚОРЫТЫНДЫ

Заманауи техника құрастыруда сирек кездесетін металлдардың рөлі жоғары мәнге ие. Электроника мен электровакуум салаларында, химиялық машина жасау саласында, уранмен жұмыс істейтін атом реакторларға қорғаныс қабатын жасауда, жылуға төзімді құймалар жасап оларды реакторлардың, ұшақтардың реактивті двигательдерін және әр түрлі детальдарын жасауда, қатты құймалардың құрамына қоспа ретінде қосылып, олардың сапаларын жақсартуда , қазіргі кезде сүйек хирургиясының дамуына байланысты,тірі организмге әсер етпейтіндігі үшін сүйектерді тігуге, ниобийден жасалған сымдардың пайдаланылуы оған дәлел болып отыр.

Елбасымыз Н.Ә.Назарбаевтың "Қазақстан-2020" жобасы аясында ашылып жатқан көптеген зауыттардың жұмыс атқаруы барысында Қазақстанды өндіруші күш сатысынан өңдеуші күш сатысына көтеріліп, еліміздің экономикалық өрлеуіне үлкен септігін тигізеді. Ниобий өндірісінің осы жобада берер үлесі аз емес.

Қазақстан егемендік алғаннан кейін, 2001 жылы ниобийдің таза пентаоксиді өндірісі жолға қойылды. Содан кейін электронды-сәулелі әдіспен жоғары тазалықтағы ниобий құймасын өндіретін өндіріс ұйымдастырылды. 2008 жылы сыйымдылғы жоғары конденсатор ұнтағының өнеркәсіптік өндірісі іске қосылды, конденсаторға арналған тантал сымын әзірлеу бойынша қуат жұмыс істей бастады. Бүгінде ULBA маркалы өніммен АҚШ, Германия, Англия, Франция, Чехия, Израиль, Жапония, Қытай, Ресей және Украина жабдықталуда. Оны тұтынушылар аясы үнемі өсу үстінде.

Сирек кездесетін металлдардың ішінде, балқу температурасы жоғары, газ сіңіргіштігі жақсы, коррозияға берік келетін және бірнеше маңызды өндірістік қортпа бере алатын – Ниобийдің орны ерекше.

Жобаны жасау кезінде еңбек қорғау, қоршаған ортаны қорғау және металдық ниобий алу бөлімінің техникалық жабдықтармен қамтамасыз ету бойынша инженерлік шарттары қарастырылды. Жылдық өнімділікті жобаланған жоспар бойынша өңдеу үшін қажет еңбеккерлердің және жұмысшылардың саны, оларға төленетін ақы, өндірісті іске қосу үшін ғимаратты, жолдарды салуға, жабдықтарды сатып алуға қажет бастапқы капитал есептеулері жүргізілді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Кобжасов А. Сирек кездесетін металдарды өндіру.- А.: 1992.

2 Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов.- М.: 1980.

3 Зеликман А.Н, Меерсон Г.А. Металлургия редких металлов. Металлургия.- М.: 1973.

4 Большаков К.А. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Металлургия.- М.: 1976.

5 Зеликман А.Н. Разделение близких по свойствам редких металлов. Металлургия.- М.: 1962.

6 Колчин О.П., Сумарокова Н.В., Берлин И.К. «Исследование карбидного способа получения пластичных ниобия, тантала и сплавов ниобия с танталом», ГИРЕДМЕТ «Способ научных трудов» т.1, М., «Металлургия» 1959 г.

7 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологий», Л., «Химия»1970.

8 Свенчанский А.Д., Смелянский М.Я. «Электрические промышленные печи», М. , «Госэнергоиздат», 1970.

9 Болотников Л.Е. Технологическое проектирование производства редких металлов. Металлургия.- М.: 1973.

10 Қасенов Қ.М., Бектұрғанова Г.С., Қалдыбаева С.Т. Дипломдық жобаның «Қауіпсіздік және еңбек қорғау» бөлімін орындауға барлық мамандық студенттеріне арналған әдістемелік нұсқау. – Алматы: КазҰТУ, 2014. – 40 б.

11 Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии.- М.: Металлургиздат, 1995.-460 с.

12 Темірғалиев С.Ж. Дипломдық жобаның экономика бөлімі. Әдістемелік нұсқау. – Алматы: ҚазҰТУ, 2009.

Отчет подобия

Университет:	Satbayev University
Название:	Ниобий тотықтарынан металдық ниобийді алу
Автор:	Еркин Жанкелди
Координатор:	Гульнар Молдабаева
Дата отчета:	2019-05-08 10:48:02
Коэффициент подобия № 1: ?	**0,4%**
Коэффициент подобия № 2: ?	**0,0%**
Длина фразы для коэффициента подобия № 2: ?	**25**
Количество слов:	4 886
Число знаков:	35 009
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	22

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