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

Медет Жазел Ермекқызы

«БМҚЗ жағдайында анодтық мысты электротазалау»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5В070900 – Металлургия мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. 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
Кафедрасының меңгерушісі,
техн. ғыл. канд.
_____М.Б. Барменшинова
«_22_» _____05_____2019 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «БМҚЗ жағдайында анодтық мысты электротазалау»

5В070900 – Металлургия

Орындаған: Медет Ж.Е.

Ғылыми жетекші:
техн. ғыл. канд.
сениор-лектор,
_____ Бошкаева Л.Т.
«20» мамыр 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5В070900 - Металлургия

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

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Медет Жазел Ермекқызы*
Тақырыбы: *«БМҚЗ жағдайында анодтық мысты электротазалау»*
Университет Ректорының *2018 жылғы "8 " қазандағы №1113-б бұйрығымен бекітілген*
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *2019жылғы "24"мамыр*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *Өндірістік жағдайдағы шикізаттар мен материалдардың құрамдары, шығын коэффициенті, тәжірибелік көрсеткіштері.*
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі
а) Процестің теориялық негіздерін зерттеу
б Технологиялық шешімдер, технологиялық есептеулер
в)Өмір тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау сұрақтары
г)жұмыстың экономикалық тиімділігін есептеу
Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)
Ұсынылатын негізгі әдебиет барлығы *18 атау.*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдебиетке шолу	14.01.19 – 03.02.19	
Жобаның технологиялық шешімдері	04.02.19 – 28.02.19	
Жобаның технологиялық есептеулері	01.03.19 – 24.03.19	
Экономикалық бөлім	25.03.19 – 14.04.19	
Еңбекті қорғау және қоршаған ортаны қорғау бөлімі	15.04.19 – 24.04.19	
Қажетті сұлбалар мен сызбаларды орындау	25.04.19 – 05.05.19	
Қорытынды	06.05.19 – 10.05.19	

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

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Еңбек қорғау бөлімі	Л.Т.Бошкаева, техн.ғыл.канд., сениор-лектор	26.04.19	
Экономика бөлімі	Л.Т.Бошкаева, техн.ғыл.канд., сениор-лектор	16.04.19.	
Норма бақылау	Г.М.Койшина, PhDлектор	22.05.19	

Ғылыми жетекші: _____ Бошкаева Л.Т.

Тапсырманы орындаған білім алушы: _____ Медет Жазел Ермекқызы

Күні: "14" қаңтар 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жобаның түсіндірмелік жазбасы 11 кестеден, 4 суреттен, 2 қосымшадан, 18 әдебиет көздерінен тұрады.

Дипломдық жобада Балқаш мыс қорыту зауыты (БМҚЗ) жағдайында анодтық мысты электротазалау қарастырылған. Сонымен қатар, мыс электролизі бойынша заманауи зерттеулерге және мысты электролизбен тазартудың теориялық негіздеріне шолу жасалды. Электролиз әдісінің тәжірибесі зерттеліп, катод өндірісі, электролиз ванналарының құрылымы және олардың жұмыс көрсеткіштері анықталды. «Қазақмыс» корпорациясының мыс өндіру технологиясы қайта жобаланды.

Жобаның мақсаты - анодты мысты электролиз әдісімен тазалап, жоғары сапалы таза мысты алу.

Жобада металлургиялық есептелер жүргізілді. Қауіпсіздік техникасы және еңбекті қорғау бөлімінде қауіпсіздік сұрақтары қарастырылды. Жобаның экономикалық бөлімінде өндірістің шығын коэффициенттерін ескере отырып, тиісті есептеулер жүргізілді.

АННОТАЦИЯ

Разъяснительная записка дипломного проекта 11 таблиц, 4 рисунка, 2 приложения, 18 источников литературы.

В дипломном проекте предусмотрена электрорафинирование анодной меди в условиях Балхашского медеплавильного завода (БМЗ). Также был проведен обзор современных исследований по электролизу меди и теоретических основ электролизной очистки меди. Изучен опыт метода электролиза, определены производство катодов, структура электролизных ванн и показатели их работы. Реконструирована технология производства меди корпорации "Казахмыс".

Цель проекта-очистка анодной меди методом электролиза и получение высококачественной чистой меди.

В проекте проведены металлургические расчеты. В отделе техники безопасности и охраны труда были рассмотрены вопросы безопасности. В экономической части проекта произведены соответствующие расчеты с учетом коэффициента затрат производства.

ANNOTATION

Explanatory note of the diploma project 11 tables, 4 figures, 2 applications, 18 sources of literature.

The thesis project provides for the electrorefining of anode copper in terms of the Balkhash copper-smelting plant (BMZ). Also, a review of current research on the electrolysis of copper and the theoretical foundations of electrolysis purification of copper was conducted. The experience of the electrolysis method is studied, the cathode production, the structure of electrolysis baths and their performance are determined. The technology of copper production of Kazakhmys Corporation was reconstructed.

The aim of the project is the purification of anodic copper by electrolysis and the production of high-quality pure copper.

Metallurgical calculations were carried out in the project. The Department of occupational safety and health discussed safety issues. In the economic part of the project, appropriate calculations were made taking into account the cost of production.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе		9
1	Теориялық бөлім	10
1.1	Мыс электролизі процесі бойынша заманауи зерттеулер	10
1.2	Мыс алуға арналған шикізат және мысты электролизбен тазартудың реакциялары	12
1.3	Мысты электролизбен тазартудың теориялық негіздері	18
1.3.1	Электролитті регенерациялау	19
1.3.2	Катод өндірісі	19
1.3.3	Катод негіздерін өндіру	21
1.4	Ерітінділердің электр өткізгіштігі. Тасымалдау саны. Кернеу. Иондардың қозғалысының салыстырмалы жылдамдығы, оларды гидратациялау	22
2	Тәжірибелік бөлім	24
2.1	Электролитті ванналардың құрылымы және олардың жұмыс көрсеткіштері	24
2.1.1	Ванналарды футерлеу	25
2.1.2	Ваннаны цехта орналастыру	25
2.1.3	Ванна сериясы	26
2.1.4	Циркуляциялық жабдықтар	27
2.1.5	Механикалық және электр күштік жабдықтар	27
2.2	«Қазақмыс корпорациясының мыс өндіру технологиясы»	28
2.2.1	Балқаш мыс қорыту зауыты	31
3	Металлургиялық есептеулер	32
3.1	Мыс электролизінің материалдық балансы	32
3.2	Негізгі жабдықты есептеу	32
3.3	Ваннаның жылу балансы	32
4	Қауіпсіздік техникасы және еңбекті қорғау	33
4.1	Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар	33
4.2	Техникалық қауіпсіздік шаралар	33
4.3	Өндірістегі санитарлық шаралар	34
4.4	Өндірістің экологиялығы	36
5	Өндіріс экономикасы	37
Қорытынды		38
Әдебиеттер тізімі		39
А қосымшасы		40
Б қосымшасы		41
В қосымшасы		45
Г қосымшасы		50
Д қосымшасы		56

КІРІСПЕ

Мыс біздің дәуірімізге дейін қолданыла бастады, ол кезде оны бұта (қолөнер) әдісімен жасады. Техниканың дамуымен мыс өндірісі де дамыды.

19 -ғасырдың екінші жартысында электротехниканың дамуымен және мыс тазалығына қойылатын талаптардың жоғарылауымен мыс металлургиясында жаңа процесс пайда болды - электролизбен тазарту , оның ғылыми негізі физикалық химия болып табылады. Мысты электролизбен алу алғашқы игерілген гидроэлектрометаллургиялық процестердің бірі болды. Өндіріс көлемі, жұмыс істеп тұрған кәсіпорындар саны және зерттелу дәрежесі бойынша мысты электролизбен алу қазіргі уақытта гидрометаллургияда жетекші орын алады. Түсті металдар арасында мыс тұтыну деңгейі бойынша тек алюминийден кем түседі.

Электрониканың және өндірістің басқа да жаңа түрлерінің пайда болуымен мыс тазалығына қойылатын талаптар қатты өсті. Аса жоғары таза мыс өндіру қажеттілігі пайда болды, онда негізгі металдың құрамы 99,99% және одан жоғары. Электролизбен тазарту жеткілікті таза мыс алады және балқытылатын мыс бағалы металдар мен сирек элементтерді (селен мен теллур) неғұрлым толық алады.

Мысты электролизбен тазарту-үлкен материалдық және энергетикалық шығындарды талап ететін күрделі процесс. Сондықтан осы өндіріс үшін технологиялық режимді мұқият сақтау және нақты бақылау қажет.

Мыстың жарылуға беріктігі, тұтқырлығы және өңдеу кезінде шешуші маңызы бар басқа да механикалық қасиеттері қоспалардың сапасына байланысты. Мыстан зиянды қоспаларды жою-электролит цехтарының негізгі міндеті.

Электролиз мыс кабель өндірісі үшін жүреді. Электротехникада қолданылатын сымдар мен басқа да бұйымдарды дайындау, жоғары сапалы престелген және қапталған бұйымдар, мыс қорытпалары электролиттік мыстан дайындалады.

Электролизбен тазартылған мыс өндірісі өсуде болғандықтан, тазарту технологиясын үнемі жетілдіру, өндірістік процестерді механикаландыру және автоматтандыру талап етіледі.

Жалпы анодтық мысты электролизбен тазарту негізгі 2 мақсатқа ие:

а) Халықаралық және отандық стандарттың талаптарын қанағаттандыратын жоғары сапалы таза мысты алу (Cu үлесі 99,94-99,99% дейін);

б) Ілеспелі, асыл және сирек элементтерді шламға шығару.

1 Теориялық бөлім

1.1 Мыс электролизі процесі бойынша заманауи зерттеулер

Мыс электролизі үрдісі көптеген ғалымдардың зерттеуінен белгілі бола бастады. Мысты қоспалардан тазарту мақсатында электролизбен тазарту жүргізіледі және басты мақсаты қосымша асыл металдарды, селенидтер мен телуридтерді алу. Тазартылмаған мыс ерігіш анод ретінде қолданылады. Тазарту кезінде электролитке ион түрінде мыс және электртеріс элементтер өтеді (мырыш, темір, никель, қалайы, қорғасын). Электр оң элементтер анодта ерімейді (потенциал жеткіліксіз) және де электролитпен механикалық байланысын жоғалтып электролизер түбіне шлам түрінде түседі. Бұлар – алтын, күміс, селенидтер, телуридтер, сульфидтер мен оксидтер. Катодта ерітіндіден мыс иондары тотықсызданады да, ал электртеріс элементтердің иондары электролитте қалады. Мыс потенциалына жақын зиянды қоспалар (мышьяк, сурьма, висмут) катодта негізгі металмен бірге тотықсыздануы мүмкін [1].

Қазіргі таңда мыс электролизін көптеген ғалымдар зерттеп, жаңалық ашып кеткен. Соларға тоқтала кетсек.

[2] жұмыс авторларының зерттеулері бойынша, катодта мысты тұндырумен мыс сульфатының электролитіндегі мыс бар шикізатты электролизбен анодтық ерітуді қарастырды. Бұл жағдайда электролит алдын-ала газсыздандырылады. Электролиз процесінде алынған сутегі эвакуацияланады және кассетаға жүктелген мыс бар шикізат 2-4 Вт / см^3 қуат тығыздығымен 5 с қысқа мерзімді ультрадыбыстық өңдеуге ұшырайды. Техникалық нәтиже - бұл процестің үдеуі, нақты энергия тұтынуын азайту және мыстың құрамында шикізатты механикалық активтендіру және тазарту есебінен түпкілікті өнім сапасын арттыру. Электролиз ерітіндісін дегазациялау үшін кавитациялық параметрлердің ультрадыбыстық көзі ретінде тең дәрежеде пьезоэлектрлік немесе магнитострикциялық түрлендіргіштер ретінде пайдаланылуы мүмкін. Құрамында мыс бар шикізат түйіршіктерінің бетін мезгіл-мезгіл тазалау және механикалық активтендіру үшін анодты кассетаның ортасынан толқын ұзындығының жартысына еселенген қашықтықта орналасқан магнитострикциялық сәуле шығарғышты қолданған жөн, кассета сәуле шығарғыштан толқындарды салу кезінде пайда болатын және кассетадан көрініс тапқан толқындардың шоғырында болатындай етіп қолданған жөн. Бірақ, пьезоэлектрлік және магнитострикциялық түрлендіргіштер пайдалануда ыңғайсыз, жарылады және температураның өзгеруіне өте сезімтал болып келеді. Осыған байланысты бұл әдіс зауыттық жағдайларда үлкен көлемде пайдалануға жарамсыз.

[3] жұмыс авторларының зерттеулері нәтижесі электролиз процесі өндірісінің өнімділігін арттыру және құрамында шикізатта көп қоспалары бар материалдардан жасалған МООК маркалы катод мысының сапасын жақсарту болып табылады. Әдіс мыстың анодта еритін электролизді және 220-330 А/м^2 тоқтың катодтық тығыздығы бар электр тоғының әсері кезінде, катодта тұнуын

қамтиды. Бұл ретте коллоидты және 120-180 г/дм^3 күкірт қышқылының концентрациясы бар мыс құрамды ерітіндінің тура ағынды циркуляция жүруіне әкеліп соғады. Электролиз ерітіндідегі мыстың концентрациясын 35-65 г/дм^3 шегінде ұстайды. Электролиз кезінде ваннадағы кернеуді, ванналардың блок-сериясынан ерітінді көлемінің бір бөлігін тәуліктік шығару кезінде 0,25-0,6 В ұстайды, ол жалпы көлемнің 1-4% құрайды және оны конденсатпен немесе құрамында мыс бар ерітіндімен толықтырады .

[4] жұмыс авторлары ұсынған тәсілде мысты тазалау зауыттары тобында қолданылатын, мысты электролизбен тазарту болды. Бұл тәсілде катодты мыстың электролит ерітіндісінде тығыздығы 170-300 А/м^2 электр тоғының әсерінен шөгуін қамтыды. Онда мыс 36-45 г/дм^3, күкірт қышқылы 120-200 г/дм^3, қоспалар 1-7 г/дм^3, циркуляция жылдамдығы 0,6-25 дм^3/мин тең, ал электролит температурасы 50-65°С болды. Осы тәсілдің кемшілігі: 300 А/м^2 жоғары ток тығыздығы кезінде МООК маркалы сапалы мысты алудың және құрамында 99,0% төмен мыс бар анодты мысты қайта өңдеудің мүмкін еместігі болып табылады. Айналу жылдамдығы 12-30 дм^3/мин, 300 А/м^2 жоғары ток тығыздығы кезінде электролиз ваннасының барлық көлемі бойынша ерітіндіні тұрақтандыру үшін жеткіліксіз және процесте катодтық тұнбаның химиялық құрамын нашарлататын мыс иондарының болуы кері әсерін тигізеді. 30 дм^3/мин жоғары айналым жылдамдығының артуы, тұнбаның шайылуы мен асыл металдардың жоғалуына әкеледі.Ұсынылатын тәсілдің пайдалы жағы мысты тазарту кезінде, құрамында қоспалардың жоғары мөлшері МООК маркалы катодты мыстың ең жоғары сапасын сақтай отырып, электролиз процесінің өнімділігін арттыру болып табылады.

[5] жұмыстың сульфатты ерітінділерден мысты электролизбен тазарту тәсілін, соның ішінде сульфатты ерітінділерді түзетілген тоқпен өңдеу, мыстың тоқ бойынша шығуын арттыру және электр энергиясының меншікті шығынын төмендетуді қарастырды. Электролиз процесін 500-600 Гц тербеліс жиілігінің ауыспалы құраушысы бар пульсирлеуші тоқты пайдалану арқылы жүргізді. Зерттеу жұмысы түсті металдар металлургиясы саласына жатады және сульфатты ерітінділерден мысты электролизбен тазарту үшін пайдаланылады. Зерттеу мақсаты тоқ бойынша мыстың шығуын арттыру және электр энергиясының меншікті шығынын төмендету болып табылады. Электролиз түзеткіш тиристорларының (көп қабатты құрылымды шалаөткізгіштің монокристалды негізінде жасалған шалаөткізгіштік аспап) ашылу бұрышын өзгерте отырып, 500-600 Гц айнымалы құрауышы бар пульсирлеуші тоқты пайдаланып жүргізеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде, пульсирлеуші тоқтың ауыспалы құрамдас формасы (жиілігі) мыстың тоқ бойынша шығуына және электр энергиясының шығынына әсер ететіні анықталды. Мысал ретінде келесі құрамдағы сульфатты ерітінділерден мысты тұндыру жүргізілді : 12% концентрациясы мыс купоросының сулы ерітіндісі және 15% күкірт қышқылы концентрациясы. Электродтардың өлшемі 160мм х 85мм х 2 мм құрады, бұл 5,5 А ток кезінде 200 А/м^2 тығыздығына сәйкес келеді. Мыс электролизі ерітіндінің температурасы 60 °С-та тұрақты араластыру кезінде жүзеге асырылды.

Түзетілген тоқтың айнымалы құраушысының тербеліс жиілігі 100 Гц, тұндыру ұзақтығы 24 сағ, тоқ бойынша шығуы 91,9% құрады.

[6] жұмыс авторлары зерттеулерінде, электролиттердің су ерітінділерінде мыс пен басқа да түсті металдарды электролизбен тазарту үшін жәшіктік ванналардың блок-сериясын кеңінен қолданды. Ол электр тізбегіне электродтар қосудың параллель жүйесімен (немесе мультипль жүйесімен), ванналарды тізбектеп қосу және электролиттің көлденең циркуляциясы арқылы әрбір ваннаның бір жағында 15-20 дм^3/мин жылдамдықпен бергенде, электродтардың жазықтығына перпендикуляр қозғалысқа (жоғарыдан төмен немесе төменнен жоғары) және астау арқылы ваннаның басқа жағынан алып тастауға жол бермеді. Жәшік түріндегі ванналардың электролиздік блок-сериясының кемшіліктері: электродтардың жазықтығына перпендикуляр электролит қозғалысы кезінде іркіліс аймағының пайда болуы мүмкін болғандықтан ванналардың әртүрлі электродтық ұяшықтарында электролит айналымының біркелкі болмауы, электродтардың астындағы Рейнольдс өлшемінің шекті шамасымен айналудың сызықтық жылдамдығын шектеу (Re=546 айналу жылдамдығы 17 дм^3/мин), сондай-ақ ванналардың ұзындығы бойынша электролит құрамы мен температурасының өзгеруі салдарынан параллель қосылған электрод ұяшықтары арасындағы токтың 30% - ға дейін қайта бөлінуі болып табылады. Сонымен қатар, жоғары ток жүктемесі (30 кА дейін), ошиновкаға мыстың шығынын және электр жабдықтарының құнын арттыратын, блок-сериядағы тоқтың төмен кернеуі (блок-сериядағы 20 ванналарда 8 В артық емес), мысты тұндырудың оңтайлы циркуляциялық, коллоидтық және электрлік режимдерін таңдау үшін, электролиз цехтарындағы электр тізбектерінің бағыттары мен электролит циркуляцияларының біріктірілмейтіні жатады.

1.2 Мыс алуға арналған шикізат және мысты электролизбен тазартудың реакциялары

Мыс өндірісінде кендердің барлық түрлері қолданылады: сульфидті (тұтас және бүрмеленген), тотыққан, аралас және өзіндік. Алайда, негізгі мыс шикізаты сульфидті сіңдіру болып табылады, олардың қорлары жер қойнауында ең үлкен болып табылады. Сульфидті кендерден қазіргі уақытта барлық бастапқы Мыстың 85-90% балқытады.

250-ден астам мыс минералдары бар. Олардың көпшілігі сирек кездеседі. Мысты өндіру үшін ең көп өнеркәсіптік маңызы аз минералдар тобы бар, олардың құрамы төменде келтірілген:

1 Кесте - Өнеркәсіптік маңызы аз минералдар тобы

Минералдар	Мыс құрамы,%
1	2
Ковеллин - CuS	66,4

1 Кестенің жалғасы

1	2
Халькопирит - $CuFeS_2$	34,5
Халькозин - Cu_2S	79,8
Борнит - Cu_5FeS_4	63,3
Малахит - $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	57,4
Азурит - $CuCO_3 \cdot 2Cu(OH)_2$	55,1
Куприт - CuO	88,8
Хризоколла - $CuSiO_3 \cdot 2H_2O$	36,2
Таза мыс Cu, Au, Ag, Fe, Bi және т.б.	100% дейін

Қазіргі практикада әдетте құрамында 0,8-1,5% Cu, ал кейде одан да жоғары кендер өндіріледі. Алайда, қапталған кендердің ірі кен орындары үшін қазіргі заманғы жағдайларда игеру үшін жарамды мыстың ең аз мөлшері 0,4-0,5% құрайды.

Анодты мыс құрамында 99,4-99,6% Cu бар; қалғандары алтын, күміс, селен және теллурды қоса алғанда, отты тазартудан кейін қалған қоспалардың үлесіне келеді. Орташа 1 т анодты мыс 30-100 г алтын және 1000 г күміс бар. Мұндай мыс электролиз әдісімен тазартылады.

Мысты электролизбен тазарту процесі 2- кестеде көрсетілген техника-экономикалық көрсеткіштермен сипатталады.

2 Кесте - Мысты электролизбен тазарту процесінің техника-экономикалық көрсеткіштері

Анодтағы мыстың құрамы,%	99 - 99,8
Анод массасы, кг	175 - 350
Анодтың еру уақыты, күн	18 – 27
Анодтық қалдықтың шығуы, %	13 - 20
Катодты шоғырландыру уақыты, күн	6 - 9
Катод массасы, кг	70 - 140
Шламның шығуы, %	0,8 – 8,5
Электролит құрамы, г/л: Cu^{2+} H_2SO_4	35 – 50 125 - 230
Коллоидтық қоспалар	30 - 300
Электролит температурасы	55 – 65 °С
Циркуляция жылдамдығы, л/мин	6 - 15
Катодты тоқ тығыздығы, А/м^2	180 - 300
Ванна кернеуі, В	0,25 – 0,4
Энергия шығуы, кВт · сағ/т	200 - 300

Оттық тазалаудан кейін қызыл (анодты) мыс алынады. Мұндай мыс құрамында 99,4-99,6% Cu бар. Қалғандары селенді, теллурды, күміс пен

алтынды қоса алғанда қоспаларға келеді. Анодты мыста орташа есеппен 30-100 г алтын және бір тоннасында 1000 г күміс бар. Электролизбен тазартудың мақсаты: зиянды қоспалардан терең тазарту, сондай-ақ мыстан селен, теллур, күміс және алтын сияқты құнды компоненттерді алу болып табылады.

Мысты электролизбен тазарту мәні электролиті бар электролиз ваннасына мыстан жасалған сұйық анод пен катодтың ілінуі және жүйе арқылы электр тогын өткізуі. Анодты мыс электрохимиялық жолмен ериді және содан кейін катодта тұндырады. Анодты мыстағы қоспалар электролитте жиналады немесе электролизердің электрохимиялық тізбегіне шламға өтеді: (-) (катод) Cu /$CuSO_4$,H_2SO_4,H_2O ерітіндісі, қоспалар/ Cu (анод) (+).

Электролит 160-200 г/л Cu және 135-200 г/л H_2SO_4 тұрады. Бұл қоспалар катодта тұнбаның сапасын (құрылымын) жақсарту үшін енгізіледі.

Мыс анодта ерігенде тиісті электродты потенциалдардың туындауымен бірге жүреді және келесі электрохимиялық реакциялар болады:

$$Cu - e = Cu^{+} \qquad \varphi^{o}_{Cu^{+}/Cu} = 0{,}51\ В, \qquad (1)$$

$$Cu^{+} - e = Cu^{2+} \qquad \varphi_{Cu^{2+}/Cu^{+}} = 0{,}17\ В, \qquad (2)$$

$$Cu - 2e = Cu^{2+} \qquad \varphi^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = 0{,}34\ В, \qquad (3)$$

Бірінші кезекте реакция жүруі тиіс, алайда, бұл реакция дамымайды. Себебі Cu^{+} иондарының концентрациясы ерітіндіде аз. Электролиттегі Cu^{+} иондарының концентрациясы Cu^{2+} иондарымен мыстың түйісуі кезінде өтетін реакцияның тепе-теңдігіне сәйкес белгіленеді:

$$Cu^{2+} + Cu = 2Cu^{+}, \qquad (4)$$

Бұл реакцияның тепе-теңдік константасы:

$$K = C^{2}_{Cu^{+}} / C_{Cu^{2+}} \qquad (5)$$

55°С кезінде осы реакцияның тепе-теңдік константасы $0{,}25 \cdot 10^{-4}$ құрайды. Бұл Cu^{+} иондарының концентрациясы Cu^{2+} иондарының концентрациясынан 200 есе аз болады дегенді білдіреді. Осылайша, мысты электролизбен тазарту процесі жағдайында тұрақты ион Cu^{2+} болады. Сондықтан мыс анодының еру реакция бойынша өтеді.

Егер қандай да бір себептермен реакцияның тепе - теңдігі солға жылжыса, онда анод бетінде мыстың жұқа ұнтағы пайда болады. Мысты электролизбен тазарту процесінде түзілетін ұнтақтың массасы көп емес және анод салмағының 0,02-0,1% құрайды.

Электролит құрамында оттегі бар болғандықтан, тазарту барысында анод химиялық реакциялар бойынша ішінара ериді:

$$Cu + H_2SO_4 + 0,5O_2 = CuSO_4 + H_2O \quad (6)$$
$$Cu_2O + 2H_2SO_4 + 0,5O_2 = 2CuSO_4 + 2H_2O \quad (7)$$

Катодта өтетін негізгі процесс мыс иондарының разряды болып табылады:

$$Cu^{2+} + 2e = Cu \quad (8)$$

Анодты мыстағы барлық қоспаларды шартты түрде төрт топқа бөлуге болады.

Бірінші топқа мыс қоспасына қарағанда электртеріс металдар (Zn, Fe, Ni, Sn, Pb) жатады. Бұл қоспалар электрохимиялық жолмен электролитке өтеді. Катодта олар зарядтала алмайды, сондықтан электролитке жиналады. Олардың катодты шөгінділерге түсуі ерітіндінің катодты мысқа кристаларалық қосылуынан. Қалайы мен қорғасын ерімейтін $Sn(OH)_2$ және $PbSO_4$ қосылыстарын құрайды және шламға түседі.

Қоспалардың екінші тобы As, Sb, және Bi құрайды. Олардың электродты потенциалдары мыстың потенциалына жақын, сондықтан олардың катодты шөгіндіге өту ықтималдығы жоғары. Олардың катодта бөлінуінің алдын алу үшін электролиттегі шекті концентрациясының асып кетуіне жол бермеу қажет. Іс жүзінде бұл электролитті регенерациялауда мышьяк, сурьма және висмут ерітіндіден шығарылады.

Мышьяк, сурьма, ауыспалы электролитке тотығуы мүмкін:

$$As_2(SO_4)_3 + 2H_2SO_4 + O_2 = As_2(SO_4)_5 + 2H_2O \quad (9)$$
$$Sb_2(SO_4)_3 + 2H_2SO_4 + O_2 = Sb_2(SO_4)_5 + 2H_2O \quad (10)$$

As, Sb жоғары валенттілік тұздары H_3SbO_4 және H_3AsO_4 қышқылдарының пайда болуына бейім.

Сонымен қатар, олар гидролизге ұшырайды, нәтижесінде осы элементтердің оксидтері мен негізгі тұздары пайда болады:

$$As_2(SO_4)_5 + 2H_2O = As_2O_3 + 3H_2SO_4 \quad (11)$$
$$Sb_2(SO_4)_5 + 2H_2O = Sb_2O_3 + 3H_2SO_4 \quad (12)$$
$$Bi_2(SO_4)_3 + 2H_2O = 2Bi(OH)SO_4 + H_2SO_4 \quad (13)$$

Нәтижесінде анодта As, Sb, және Bi электрохимиялық жолмен тотыққан ерітінді мен шлам арасында бөлінеді.

Оксидтердің қатты бөлшектері және негізгі тұздары кристалдар ретінде ваннаның түбіне шөгеді. Бірақ кейде олар коллоидты бөлшектерге жақын ұсақ дисперсті бөлшектер түрінде қалыптасып, электролитте шлам құрайды. Бұл шламдар катодтың бетіне түсіп, катодты қоспалармен ластайды.

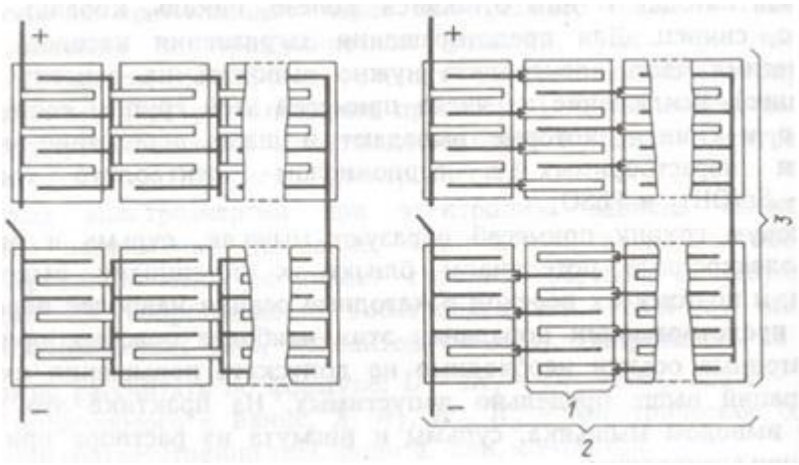
Электролиттегі қоспалардың жиналуының алдын алу үшін және оның тұрақты құрамын ұстап тұру үшін электролит регенерацияға ұшырайды. Осы

мақсатта электролиттің бір бөлігі ваннадан шығарылады. Шығарылатын электролиттің саны жетекші қоспа бойынша есептеледі.

Қоспалардың үшінші тобына асыл металдар жатады. Мысқа қарағанда электр оң болғандықтан, электрохимиялық жолмен ерімейді. Анодтың еруіне қарай олар шламға түсіп, шламның 98-99% құрайды.

Төртінші топтың қоспаларына анодты мыста ерітілген Cu_2O, Cu_2S, Cu_2Se, Cu_2Te химиялық қосылыстары жатады. Бұл қосылыстар электрохимиялық бейтарап және электролиттегі аз еритіндері. Олардың барлығы дерлік шламға өтеді.

Мысты электролизбен тазарту үшін ұзартылған тікбұрышты қимасы бар жәшік типтегі темір-бетон ванналар қолданылады. Күкірт қышқылының өзара әрекеттесуіне қарсы коррозиялық төзімділікті арттыру үшін ванналар ішінен винипластпен, шыны пластикпен, полипропиленмен, қышқылға төзімді бетонмен қапталады. Электролиз ванналары блоктарға топтастырылады. Әрбір блокта 10-20 ванналар бар. Блоктар әдетте екі блоктан тұратын серияларға топтастырылады. Жеке ванналардағы электродтар (катодтар мен анодтар) параллель қосылған. 1- суретте блоктар мен сериялардағы электродты ванналардың қоректену схемасы келтірілген.



1 - ванна; 2 - блок; 3 – серия

1 Сурет - электролитті ванналарды блоктар мен сериялар электр тоғымен қоректендіру схемасы

Ванналардың геометриялық өлшемдері ваннаға ілінген электродтардың саны мен мөлшеріне байланысты. Қазіргі заманғы ванналардың ұзындығы 3,5-5,5 м, ені - 1-1,1 м, биіктігі 1,2-1,5 м. Ваннадағы катодтар саны әрқашан анодтар санынан көп. Катодтардың өлшемдері анодтардың өлшемдерінен биіктігі мен ені бойынша 20-30 мм артық. Бастапқы катодтар қалыңдығы 0,4-0,5 мм катодты мыстың жұқа табақтары болып табылады. Оларды электролизбен алады. Осы мақсаттар үшін арнайы электролизерлерде мыс матрицаларына мыс тұндырады.

Мысты тазарту ваннасындағы бір катодты өсіру уақыты 6-15 тәулікті құрайды. Катодтарды мұқият жуғаннан кейін тұтынушыға жібереді немесе мыс құймаларында қайта балқытады.

Анодты еріту уақыты 20-30 тәулікті құрайды. Анодтар толығымен ерімейді. Анодтың бастапқы салмағының 12-18 % құрайтын анод бөлігі ерімейтін сынық түрінде қалады және анодты пешке қайта балқытуға жіберіледі. Анодтар жұмыс істеген уақытта катод массасын 2-3 түсіру жүзеге асырылады.

Мысты электролизбен тазарту кезінде екі электрод (катод және анод) бір металдан (Cu) жасалғандықтан, электродтар арасындағы кернеу электролиз процесінде электродтар арасындағы кернеудің төмендеуінен және электролиттегі кернеудің төмендеуінен қалыптасады. Сондықтан ваннадағы кернеуді теңдеу бойынша есептеуге болады:

$$U = IR_1 + IR_2 + IR_3 \qquad (14)$$

мұнда, R_1-электродтар арасындағы электролиттің электр кедергісі, Ом;

R_2-электр кедергісі жеткізуші шиналардың ток, Ом;

R_3-контактілердің электр кедергісі, Ом;

I-ток күші, А;

U-ваннаның электродтар арасындағы кернеу, В.

Электролиз процесінде қолданылатын ток тығыздығы шамамен 250-300 А/м^2 құрайды . Ток бойынша катод шығуы шамамен 95 % құрайды. Электр энергиясының шығыны 1т мысқа 230-350 кВт·сағ құрайды. Электролит температурасы шамамен 50-55°С болады.

Электролиттің регенерациясы одан артық мысты шығару мақсатында, катодты мыстан жасалған регенерациялық ванналарда жүргізіледі, ал анод ретінде қорғасынға 3-6% Sb немесе 1% Ag қосылады. Катодта регенерация ваннасында мыс иондарының разрядының реакциясы өтеді:

$$Cu^{2+} + 2e = Cu. \qquad (15)$$

Қорғасынды анод ерімейді және электролитті регенерациялау процесінде оттегінің бөлінуімен жүретін реакция өтеді:

$$H_2O + 2e = 2H^+ + 0{,}5O_2 \qquad (16)$$

Электролитті регенерациялау ваннасында төмендегідей реакция жүреді:

$$CuSO_4 + H_2O = Cu + H_2SO_4 \qquad (17)$$

Электролитті регенерациялау ваннасындағы кернеу 2,0-2,5 в құрайды. Көптеген зауыттарда электролитті регенерациялау мыс купоросын ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) алумен қатар жүреді. Бұл жағдайдағы реакция:

$$Cu + H_2SO_4 + 0,5O_2 = CuSO_4 + H_2O \quad (18)$$

Реакцияның өтуі нәтижесінде ерітінді мыспен байытылады және күкірт қышқылымен қоректенеді. Алынған ерітінді кристаллизаторларда буланады. Оларды суыту кезінде мыс купоросы (CuSO4·5H2O) кристалдары бөлінеді. Жылдамдату үшін процесті вакуумдық кристаллизаторларда жүргізеді.

Кристалдану процесі үш кезеңде жүргізіледі. Үш сатыдан кейінгі ерітіндіде 50-60 г / л Cu бар. Бұл ерітінді ерімейтін анодтары бар ванналарда электролизге ұшырайды. Электролиз нәтижесінде мыстың бос катодты шөгінділерін, As пен Sb алады және мыс балқыту зауытына жіберіледі. Құрамында 1 г/л мыс бар және күкірт қышқылына бай ерітінді никель купоросын алуға, содан кейін жаңа электролитті дайындау үшін мысты электролизбен тазарту цехына жіберіледі.

Мыс электрометаллургиясын одан әрі дамытудың маңызды бағыты мыс ұнтағын және фольга алу болып табылады.

Мыс ұнтағын алу тоқтың тығыздығы 2000 А/м^2 және электролиттегі мыстың мөлшері 10-13 г/л төмен болатын электролиз жолымен жүзеге асырылады. Бұл жағдайда тығыз катодты шөгіндінің қалыптасуы мүмкін емес және нәтижесінде ұнтақ мыс алынады.

Мыс фольгасын барабанды айналмалы катодта мысты электролиздік тұндыру жолымен алады. Фольга алу кезінде құрамында 40-60 г/л Cu және 40-60 г/л H_2SO_4 бар электролит қолданылады. Электролиз 35-50°С және тоқтың тығыздығы 1800-3000 А/м^2 кезінде электролитті сығылған ауамен қарқынды араластыру арқылы жүргізіледі.

1.3 Мысты электролизбен тазартудың теориялық негіздері

Мыс электролизі кезінде электролиттің құрамдас бөлігі CuSO4•5H2O мыс купоросы және техникалық H_2SO_4 (купорос майы) болып табылады. Купорос майы механикалық және химиялық байланысқан қоспалардан тазартылуы тиіс. Электролиттегі мыс купоросының концентрациясы құрайды: мыс катодтарын өндіру кезінде 120-160 г/л, катод негіздерін өндіру кезінде 130-160 г/л. Мыс купоросының су ерітінділері электр тогының әлсіз өткізгіштері болып табылады. Электролиттің басқа құрамдас бөлігі H_2SO_4 ерітіндісі, ол электр тоғын жақсы өткізеді. Күкірт қышқылын электролит құрамына енгізу оның омдық кедергісін қатты төмендетеді, соның салдарынан тоқ шығыны жақсарады. Электролиттегі еркін күкірт қышқылының құрамы; мыс катодтарын өндіру кезінде 125-180 г/л, катод негіздерін өндіру кезінде 100-160 г/л құрайды.

Мыстың электролиз процесін қалыпты жүргізу үшін электролитті айналдыру және қыздыру қажет. Электролиттің айналымы оны қышқылға төзімді сорғылармен бактарға айдау арқылы жүзеге асырылады, олардан электролит өздігінен ағып ваннаға түседі. Ванналар каскад бойынша орналасқан кезде электролит бірнеше ванналардан өтеді. Серияның жеке

ванналары бойынша айналым жылдамдығы бірдей болуы керек. Электролит ванналардан құбырмен құрастыру бағына шығарылады, одан қайтадан арынды бактарға айдалады. Қысым бактарына келіп түсер алдында электролит бу арқылы қыздырылады, бұл ретте электр өткізгіштігі жоғарылайды және катод шөгіндісінің сапасы жақсарады. Электролиттің температурасы 55-60°С болуы тиіс. Электролиттің тым күшті қызуы будың үлкен шығынын тудырады, ал электролиттен ылғалдың жоғары булануы цехта жұмыс істеу жағдайын нашарлатады. Буланған суды толықтыру үшін циркуляциялық жүйеге конденсат енгізіледі.

Қоспалардың шөгуін болдырмау үшін электролиттегі мыс иондарының концентрациясын электролиздің барлық процесі кезінде рұқсат етілген интервалда ұстап тұру керек.Электролиттегі жинақталатын қоспалар оның қасиеттерін нашарлатады: тұтқырлығы артады, электр өткізгіштігі төмендейді,осының салдарынан катод шөгіндісінің сапасы нашарлайды.

1.3.1 Электролитті регенерациялау

Электролитті жаңартуға оның бір бөлігін айналым жүйесінен шығару арқылы қол жеткізеді. Алынатын электролиттің мөлшері ең тән қоспа — никель концентрациясымен анықталады. Никель сульфаты концентрациясының артуымен электролит кедергісі артады, шламның шөгуі мен мыс шөгуінің пайда болуы жағдайлары нашарлайды,сондай-ақ катодты мыстағы никельдің мөлшері артады.

Арнайы регенеративті бөлімшеде шығарылған электролит ерімейтін анодтары бар электролизге ұшырайды, олар ретінде қалыңдығы 5 мм-ге жуық қаңылтыр қорғасын пайдаланады. Ыдырау кернеуі анод пен катодтың электрод потенциалдарының айырмашылығына тең. Ваннаға 2,3-2,5 В кернеу қажет.

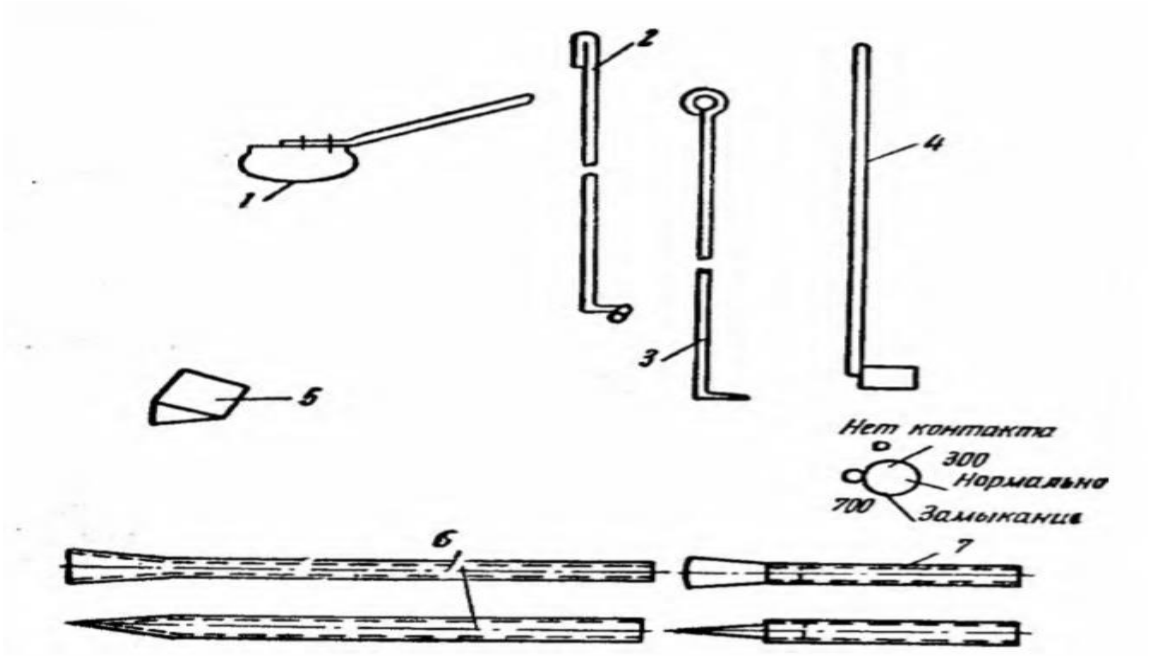
Мыс тұндыру процесі 20 сағатқа созылады. Ерімейтін анодтары бар электролизден кейін электролит (8-10 г/л $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; 160-180 г/л $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ және 180-200 г/л H_2SO_4) вакуумдық булауға жіберіледі, содан кейін 60-70°С дейін қыздырылған никель сульфатымен қаныққан ерітінді кристалдауға түседі. Кристалды түрдегі никельді купорос дайын өнім болып табылады. Құрамында 600 г / л H_2SO_4 бар мысты электролизге қайтарады. Катодта бөлінген регенеративті мыс қоспалардың жоғары мөлшері болады, оларды балқыту цехында қолданады.

1.3.2 Катод өндірісі

Анодтарды жүктеу алдында серияны өшіреді, электролиттің айналымын тоқтатады. Ванналардағы электролит деңгейін тексереді, артығын сифонмен алып тастайды. Ванналардың ернеуіне құрғақ ағаштан немесе винипластан жасалған бөренелер мен жақсы жуылған үш қырлы мыс шиналары салынады.

Анодтарды өлшейді және балқымамен тиейді. Бір жағынан анодтарды оқшаулау бөренелеріне, екінші жағынан шинаға тірейді. Анодтар арасындағы ара қашықтық өлшеу рейкасы бойынша орнатылады. Ваннадағы анод қатаң тігінен орнатылуы тиіс. Электролитті жылдам қыздыру үшін циркуляцияны анодтарды жүктеу операциясы аяқталғанға дейін қосады.

Ілінер алдында катодты негіздер жақсы түзетілуі және қатты жабыстырылған құлақтары болуы тиіс. Анодтар мен үш қырлы шиналарды ілер алдында бумен үрлейді. Катод сынықтарын ыстық сумен, қышқылданған күкірт қышқылымен жуады.



1-контактілерді тазалауға арналған кардолента; 2 — ваннадағы анодтың жағдайын түзетуге арналған ілгек; 3 — анодтың Н катодының тұйықталуын жоюға арналған ілгек; 4 — ауыспалы ток индикаторы (электр щуп); 5 — ағаш үңгір ваннадағы анодтың жағдайын түзетуге арналған ілгек; 6 — катодты түзетуге арналған тілік; 7,8,9-катод негіздерін алуға арналған тіс

2 Сурет - Электролиз кезінде қолданылатын құралдар мен аспаптар

Серияны қоспас бұрын анодтар немесе ванналардың қабырғалары бар катод негіздерінің қысқа тұйықталуының болмауын, сондай-ақ шиналардағы сынықтардың дұрыс орналасуын тексереді. Анодтар мен катод негіздерінің жоғарғы шеттері электролит деңгейінен төмен болуы тиіс. Сериялардағы электролит температурасы 40°С төмен болады және әр сағат сайын электролит температурасын өлшейді. 3-6 сағаттан кейін катодтарды жеке алып түзейді, содан кейін қайтадан іліп қояды. Қысқа тұйықталу электрлік зондпен анықталады, оларда кернеудің төмендеуі көрсетіледі. Кернеуді арттыру контактілердің ластануын көрсетеді. Байланыстар кардолентамен тазаланады.

Тұйықталуды жою және контактілерді тазалау электролиз процесін жақсартады және тоқты пайдалану коэффициентін арттырады (тоқ бойынша шығу).

Катодтар мен катод құлақшаларының беті таза, электролиттен жақсы жуылған және күкірт қышқылды мыс болмауы тиіс.

1.3.3 Катод негіздерін өндіру

Катодты негіздер матрицаларда мысты электролизбен тұндыру арқылы алынатын жатыр табақтарынан жасалады. Жаңа матрицаларды қолданар алдында күкірт қышқылымен қышқылданған сумен жуады, сүртеді, кептіреді, содан кейін құрамында 6-8 г/л күкірт натрий бар ерітіндімен өңдейді. Орнату алдында оларды мұқият шүберекпен сүртеді,содан кейін майлы солидолдың 1 бөлігінен және керосиннің 6-8 бөлігінен тұратын майлаудың біркелкі қабаты жағылады.

Матрицаның жатық табақтарын сүрту үшін жиектерінде шөгінділер тіспен оңай тазаланатын көбік түрінде түзілетін қатерлер болады. Соңғы уақытта матрицалар фальцалармен қышқылға төзімді пластикалық массадан — фаолиттен дайындала бастады. Егер фальца бар болса, матрицалардың шеттері бойынша мыстың шөгіндісі түзілмейді, бұл жатыр табақтарының ығысуын едәуір жеңілдетеді.

Иілген немесе иілген сынықтарымен матрицалар ваннаға отырғызуға жіберілмейді.

Матрицалық сериялардың ванналарында құрамында мыс купоросы жоғары және күкірт қышқылы азайған электролит таза күйінде қолданылады. Қоспалардың аз мөлшері, шөгіндінің құрылымын жақсартатын қоспалардың ұлғайтылған мөлшері бар болуы керек. Электролит температурасы 56°С аспауы тиіс, өйткені температураның көтерілуі матрицаларға жағылатын майлардың еруін тудырады.

Матрицалық ванналардағы қара мыстан жасалған анодтары 13-16 тәулік қызмет етеді. Жатыр табақтарын өсіру ұзақтығы 24 сағат. Коллоидты қоспалар ретінде электролит құрамына ағаш желімін немесе желатин және хлор-ионды тұз қышқылы түрінде енгізеді. Тоқ тығыздығы 170 а / м^2 жоғары болмауы тиіс.

Ванналарда анодтар мен матрицалардың дұрыс орналасуын және қысқа тұйықталудың болмауын мезгіл-мезгіл тексеру керек.

Ванналарда жиналатын шлам 2 айда 1 рет шығарылады. Ванналар циркуляциялық жүйеден ажыратылады. Электролиттің негізгі бөлігін тұндырғаннан және жойғаннан кейін шлам пульпасын ваннаның түбіндегі тесік арқылы немесе сифондау жолымен алып тастайды.

1.4 Ерітінділердің электр өткізгіштігі. Тасымалдау саны. Кернеу. Иондардың қозғалысының салыстырмалы жылдамдығы, оларды гидратациялау

Электр тоғынан өткен кезде анод пен катодта ерітілген заттың концентрациясы өзгереді: анодта иондардың концентрациясы артады, ал катодта - азаяды.

Фарадей Заңы бойынша тоқ әсерінен иондар ыдырайды және эквивалентті мөлшерде түзіледі. Демек, егер аниондардың кейбір саны бөлінсе, онда катиондардың бірдей саны разрядталады, соның салдарынан анод пен катодтағы ерітіндінің концентрациясы бірдей болады.

Электролиз процесіндегі тоқтың мөлшері және оған сәйкес бөлінетін атом, молекула, не атом топтарының массалық қатынасы М. Фарадей заңымен анықталады. Фарадейдің бірінші заңы: электролиз процесінде бөлінетін заттың мөлшері тоқ күші мен уақытқа, яғни өткен тоқтың мөлшеріне пропорционалды. Фарадейдің бірінші заңы электролиз механизмінің қазіргі көзқарасымен үйлеседі. Электролиз процесінде ион алмасуына орай берілген не қосылып алынған электрондар саны өзара тең болғандықтан, система арқылы өткен тоқ мөлшері әрекеттескен ион санына, яғни бөлінген затқа пропорционал болады. Фарадейдің екінші заңы: әр түрлі электролит ерітінділері арқылы бірдей мөлшерде электр тоғы өткенде бөлінетін заттардың химиялық эквиваленті бірдей, мұны басқаша айтқанда кез келген заттың бір моль эквиваленттік үлесін ерітіндіден бөліп алу үшін ерітінді арқылы 96487 (96500) Кулон электр тогын жіберу қажет.

Бұл теориялық қорытынды тәжірибелік деректерге қайшы болғандықтан, әр түрлі иондар әртүрлі жылдамдықтармен қозғалады деп қабылдау керек. Иондардың қозғалыс жылдамдығының қатынасы:

$$\frac{\Delta Ск}{\Delta Са}=\frac{С0-Ск}{С0-Са}\cdot\frac{\upsilon а}{\upsilon к}, \qquad (19)$$

Бұл жерде , $\Delta Ск$- католиттегі ерітілген зат концентрациясының өзгеруі;

$\Delta Са$ - анолиттегі ерітілген зат концентрациясының өзгеруі;

$С_0$ - ерітіндінің бастапқы концентрациясы;

$С_к$,$С_а$ - католит пен анолит концентрациясы;

$\upsilon а, \upsilon к$ - иондардың қозғалыс жылдамдығы.

Электрлік қабаттардағы шоғырланудың өзгеруі жекелеген иондардың қозғалыс жылдамдығына кері пропорционалды. Электродтарға қозғалыс кезінде иондар еріткіштің молекулаларымен кездеседі, сондықтан олардың жолы тік сызықты емес, зигзаг тәрізді. Осы себепті иондардың күштік желілер бағытында жылжу жылдамдығы төмендейді.

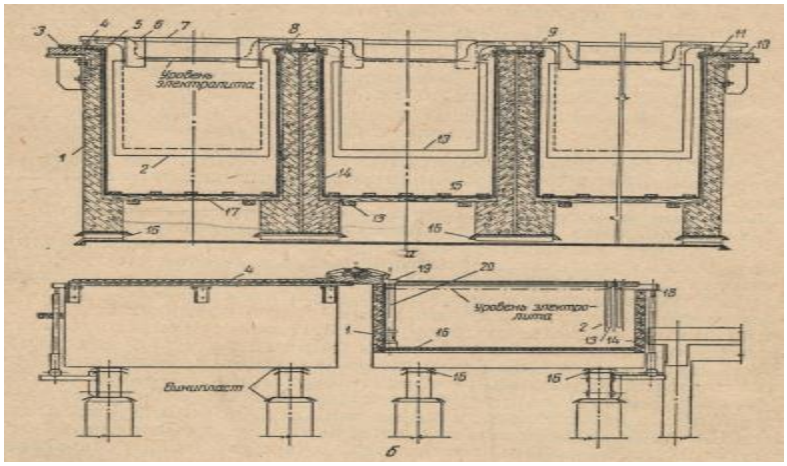
Электролиз кезінде іс жүзінде тоқтың өту жолында бірқатар кедергілер бар, оларды еңсеру үшін сырттан кернеуді беру қажет. Оларға мыналар жатады:

катодты және анодты поляризация, олар айтарлықтай шамаларға жетуі мүмкін; электр тізбегінің басқа кедергілерін жеңуге қарағанда, кернеудің көп бөлігін еңсеруге жұмсалатын; электродтар кедергісі, анодтағы шлам және контактілер. Электролитті ваннадағы кернеу анод пен катод арасындағы оң және теріс полюстер әлеуеттерінің әртүрлілігіне сәйкес келеді. Сериядағы кернеу барлық ванналарда кернеу жиынтығы болып табылады.

2 Тәжірибелік бөлім

2.1 Электролиз цехының жабдықтары

Ванна - электролит цехының негізгі агрегаты, сондықтан ол жұмыс істеуге ыңғайлы және жөндеу үшін қарапайым конструкцияның болуы және ұзақ уақыт қызмет етуі маңызды рөл атқарады. Ванналар ағаштан немесе темір бетоннан салынады және ішінде қышқылға төзімді материалдармен қапталады. Балқаш зауытында темір бетон ванналары әрқайсысы бөлек салынады (ванна 3-суретте көрсетілген). Ол үшін арнайы металл қалыпта арматураны құрастырып, оны бетонмен құяды. Ваннаның ішкі беті бакелит лактың бірнеше қабатымен жабылады. Темір бетонды ваннаның түбінде футеровка бұзылған жағдайда электролиттің еркін ағуына арналған тесіктер жасалады. Ағаш ванналарының алдында темір-бетон ванналарының үлкен артықшылығы: оларды қандай да бір сериялардың бос тұрып қалмай жеке ауыстыру мүмкіндігі болып табылады. Электродтарды толық тиеу уақытында алдын ала дайындалған жаңа немесе жөнделген ваннаны жарамсыз болғанның орнына орнатады. Балқаш зауытында темір-бетон ванналарын пайдалану тәжірибесі көрсеткендей , олардың қызмет ету ұзақтығы төрт жылдан аспайды, өйткені бұл ванналардың қабырғалары электролит әсерінен тез бұзылады. Электролит тереңірек бетонға сіңіп, біртіндеп оның барлық қабаттарын бұзып, борпылдақ массаны түзеді. Осы себепті түптік тесіктер соғылады және электролитті өткізуді тоқтатады. Борпылдақ масса футеровканы бұзып, тұнады және ванна істен шығады. Балқаш зауытында жыл сайын олардың жалпы санының 20-25% күрделі жөндеуден өтеді.



а- көлденең қима; б- бойлық қима; 1- ванна қабырғасы; 2- катод; 3- анодты шина; 4 және 8- брусты – оқшаулағыштар; 5,11 және 12 - борттық күнқағарлар; 6- катод құлағы; 7- катод сынығы; 9- үш қырлы шина; 10- катодты борттық шина; 13- анод; 14- ванналарды футерлеу; 15- сақтандырғыш тақта; 16- изолятор; 17- түп тақтасы; 18- ағынды науа; 19- шұңқыр; 20- құбыр

3 Сурет - Темір бетон ваннасы

2.1.1 Ванналарды футерлеу

Әлемнің түрлі зауыттарында қышқылға төзімді шегендеу үшін әртүрлі материалдар қолданылады: қорғасын, пластмасса, асфальт, керамика. Бұрын айтылғандай, отандық зауыттарда ванналар қалыңдығы 3-5 мм қорғасынмен футерленген, ал соңғы 10 жылда футеровка ретінде винипласт қолданылады. Қазір жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарда қорғасын винипластпен алмастырылады, ал жаңа кәсіпорындарда барлық ванналар винипластпен бірден футерленеді. Мысалы, Балқаш зауытында барлық ванналарды футерлеу қалыңдығы 8 мм винипластан жасалған. Винипластың негізгі кемшілігі - оның сынғыштығы: соққылар кезінде винипласт бірден көптеген жерлерде жарылады. Бұдан ванналардың, колонналардың және едендердің тозуы тездейді; ванналарды футеровкаларды жөндеумен көп уақыт тоқтап қалады. Балқаш зауытында ванналардың жөндеуде тұрып қалуы ванналардың жалпы жұмыс уақытының 3-4% - ын құрайды (күрделі жөндеуден басқа) . Алайда салыстырмалы түрде аз үлес салмағы, жақсы оқшаулау қасиеттері, қыздыру кезінде кез - келген пішінді қабылдау қабілеті, дәнекерлеудің қарапайымдылығы винипластты басқа материалдардың алдында басым жағдайға қояды.

Винипласты дәнекерлеу келесідей жүргізіледі: пісіру орындарында шеттерін фуганкамен немесе арнайы қырғышпен 45 °С бұрышпен фасканы жасайды. Жылыту үшін жанарғы болат түтікше қолданылады , оның ішінде керамикалық оқшаулағышта нихромды спираль орнатылған. Түтіктің ішінде 0,5-1,0 атм қысымымен сығылған ауа беріледі. 150-160 °С температурада ауа ағысын дәнекерлеу орнына және шыбықтың соңына жібереді және фасканың тереңдетілуі толтырылады. Винипласт пен шыбықтар жұмсартылады және берік дәнекерленеді. Пісіру үшін диаметрі 3-4 мм винипласт шыбықтарын пайдаланады. Қауіпсіздік үшін кернеуі 36 В электр энергиясын пайдаланады.

Ванналардың түбін қираудан қорғау үшін катодтар үзілген кезде түбіне ағаш тақтайлар салынады (әдетте, ені 150-200 мм және қалыңдығы 20 мм екі тақтай). Бұл тақтайлар бір бірінен және ванналардың қабырғаларынан белгілі бір ара - қашықтықта, катод үзілген жағдайда тақтаға құлайтындай етіп орналастырылады. Түбіндегі тақтайлар, егер винипласт ваннаның ағаш немесе темірбетонды түбіне өте тығыз жанасқан жағдайда ғана пайда әкеледі,әйтпесе түбіндегі тақтайларды салу винипласт бұзылудан сақталмайды.

2.1.2 Ваннаны цехта орналастыру

Электролиздік цехта ванналар мен бак аппаратурасын мүмкіндігінше тиімді орналастырады. Электролиздік цехтар бір немесе бірнеше аралықтан тұрады. Ванналар серияларды ошиновка жасаумен ыңғайлы және үнемді болуы үшін аралыққа көлденең орналасады.

Цехтарды жобалау кезінде олардың ұзындығы мен еніне, сыртқы қабырғалардың ауданы ең аз болуына ұмтылады. Бұл ретте күрделі шығындар азаяды (өндірістің берілген қуаты кезінде) және пайдалану үшін ең жақсы жағдайлар жасалады.

Әрбір аралықта (ванналардың көлденең орналасуы кезінде) екі сериядан орнатылады, олардың арасында қызмет көрсетуші персоналдың өтуі үшін көпір салынады.

2.1.3 Ванна сериясы

Ванналар серияға қосылған. Серия-бұл бір мезгілде процеске енгізілетін және процестен шығарылатын ванналар тобы. Серия ванналары желіде топтастырылады. Көптеген кәсіпорындар сериясы дәйекті қосылған және ванналардың тең санымен екі сызықтан тұрады. Мұндай топтау ең қолайлы, себебі бұл жағдайда серияларды шиналау үшін металдың ең аз мөлшері талап етіледі.

Сериядағы ванналардың санын анықтау кезінде жобалаушылар келесі пайымдауларға сүйенеді. Аз мөлшерде ваннада:

а) ванналардың сыртқы қабырғаларының салыстырмалы үлкен ауданы пайдалануға беру кезінде ванналарды салуға және жылу беруге кететін күрделі шығындардың артуына әкеледі;

б) сериялар қосылған жерлерде контактілердің көп санының болуын қажет етеді;

в) электролит айналымын қосу және ажырату үшін бекіткіш арматураның көп мөлшерін қажет етеді.

Сонымен қатар, сериядағы ванналардың аз мөлшері да кейбір артықшылықтарға ие: серияларды жылдам өңдеу (электродтарды тиеу, шламнан тазалау) және жылдам жөндеу мүмкін, бұл қарапайым демек, машина уақытын арттырады.

Сериядағы ванналардың саны көп болғанда:

а) ваннаның сыртқы қабырғаларының ауданы аз;

б) сериялар қосылған жерлерде аз контактілер;

в) электролит айналымын қосу және ажырату үшін бекіту арматурасы аз болуы қажет.

Сериядағы ванналардың саны көп болса, серияларды жылдам өңдеу және жылдам жөндеу мүмкін емес, демек, ұзақ тоқтап тұру және машина уақыты аз болады.

Электролитті цехтарды жобалау кезінде барлық көрсетілген факторларды салыстырады және сериядағы ванналардың ең ұтымды санын анықтайды. Негізгі факторлардың бірі цехтың қуаты болып табылады: цехтың қуаты үлкен болған кезде сериясы ірі, ванналардың саны үлкен болады.

2.1.4 Циркуляциялық жабдықтар

Бұл электролитті цехтарда "айналым" ұғымын білдіретін кешенді жабдықтар. Отандық кәсіпорындарда айналым электролит көлемі 400-600 $м^3$ болатын серия топтарынан тұрады. Электр тізбектері әдетте циркуляциямен сәйкес келмейді, өйткені түрлендіргіш агрегаттар сериялар циркуляциясына қарағанда ванналардың көп санын қоректендіре алатын қуаттылыққа ие болады. Балқаш зауытының электролиз цехының әрбір айналымы 8, 16-20 серия электр тізбектерінен тұрады. Циркуляциялық жабдықтың құрамына сорғылар, арынды құбырлар, арынды бактар, таратушы құбырлар, құрама бактар, қосалқы электролиттің бактары, кері құбырлар, бақылау құбырлары, шам науалары және шлам бактары кіреді.

Циркуляциялық жабдықтың орналасуы. Қазіргі заманғы кәсіпорындарда барлық циркуляциялық жабдықтар цех ортасында орналасқан және ванналар орналасқан аралық биіктігінен үлкен биіктігі бар арнайы аралықта шоғырланады. Циркуляциялық жабдық әдетте төмендегідей орналастырылады: жартылай цемент бөлмесінде айналатын және суспензия сорғылары, жинау және шламды сорғылар, жинау және шлам танкілері, бөлу және қайтару құбырлары бірнеше жоғары орнатылады. Одан да жоғары қосалқы бактар мен престер сүзгісі , ал жоғарғы жағында қысымды бактар - жылытқыштар бар. Мұндай орналасу қызмет көрсету үшін ыңғайлы және негізгі жұмыс орындарында ерітіндінің буларының атмосфераға түсуін болдырмайды, себебі электролиттің энергиялық араласуы жүргізілетін бактар ванналар мен жұмыс алаңдарынан алыс болады. Осы схема бойынша жабдықтар Балқаш зауытында орналасқан.

2.1.5 Механикалық және электр күштік жабдықтар

Көпірлі крандар. Медеэлектролит цехтары жүк көтергіштігі 5 және 10 т көпірлі крандармен жабдықталған. Көп мөлшерде тиеу-түсіру жұмыстарын бір уақытта орындау кезінде қуаты үлкен цехтарда қандай да бір аралықта трансферлік крандар болады. Трансферлік кран көпірлі крандарды бір аралықтан екінші аралыққа тасымалдау үшін қызмет етеді.

Жуу машиналары. Балқаш зауытында катодтарды жуу үшін шаю машиналары салынды. Шаю машинасы келесідей құрылған: қаңқаның жоғарғы бөлігінде тот баспайтын болаттан жасалған шексіз калибрленген тізбек қозғалады; қаңқаның төменгі жағында шаю суын ағуға арналған ванна орнатылған, жуынатын бөлме үстінде - себезгілеу құрылғылары, жуынатын бөлмеде - катод вагонеткалары қозғалатын жіңішке темір жол жолтабаны орналасқан. Себезгі құрылғылары екі секцияға ие: біреуі қышқылданған конденсатпен (5 г/л H_2SO_4),екіншісі таза. Катодтар алдымен қышқылданған душ аймағын, содан кейін таза аймақты өтеді. Конденсат 80-90 °С дейін қыздырылады және катодтарды әрбір екі сериядан түсіргеннен кейін тазасына

ауыстырады. Анод қалдықтарын жууды себезгі құрылғысымен жабдықталған тасымалды бакта жүзеге асырады.

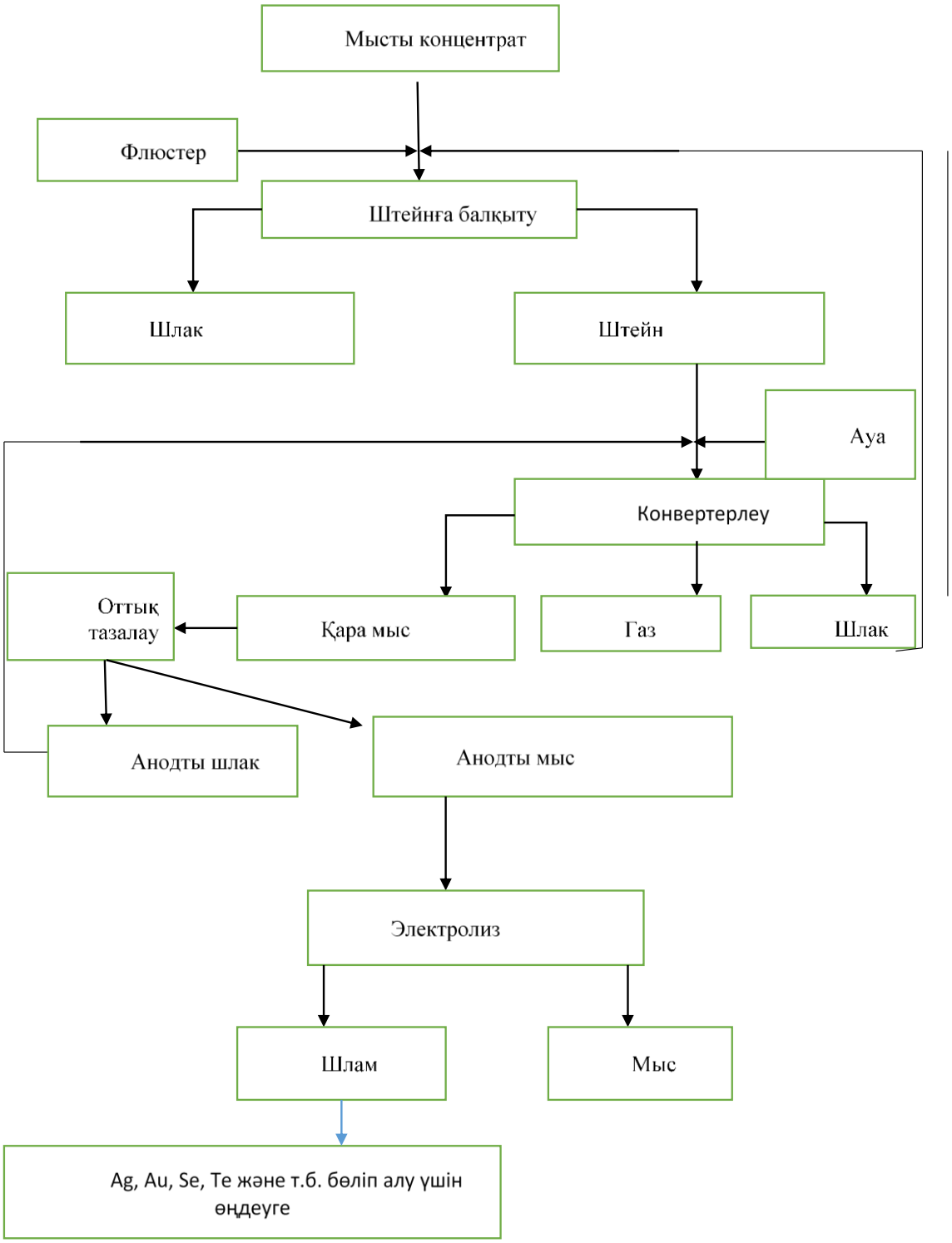
Желдету жабдығы. Мыстың электролиздеу цехтарында желдету үлкен маңызға ие, өйткені ауа қызмет көрсететін персоналдың денсаулығына зиянды әсер ететін электролиттің аз тамшыларынан тұратын су буынан тұрады. Ең қуатты желдеткіш Балқаш зауытында жабдықталған, онда калориферлері бар 16 камерадан және "Сирокко №12,5" типті желдеткіштерден тұратын сору желдеткіш жүйесі бар. Сыртқы ауа желдеткіштермен қыс мезгілінде ол жылытылатын ағынды камералар арқылы алынады.

Көлік құралдары. Цех ішіндегі, сондай-ақ балқыту және электролиз цехтары арасындағы көліктің ең жақсы түрі - электровоздар. Троллеймен қоректенетін электровозды ең жақсы деп тану керек. Цех бөлмелерінде троллейді сым жасау мүмкін еместігіне байланысты, кәсіпорындарда мынандай жүйе қолданылады: цехтар арасында электровоз троллейден қоректенеді, цехта кабель ажыратқышқа қосылады және барабаннан ажыратқышқа қарай тарайды, ал кері қозғалыс кезінде барабанға оралады. Бұл жүйенің негізгі кемшілігі, ұзын кабель оқшаулаудың бұзылуына әкеліп соқтыратын механикалық зақымдарға жиі ұшырауы, бұл қызмет көрсетуші персоналға қауіп төндіреді, себебі кабельді тарқату және орау қолмен жүргізіледі.

Электровоздың басқа түрі - аккумуляторлы. Бірақ кең қолданыс табылған жоқ, себебі аккумуляторларды жиі зарядтау цехтың электр қызметінің жұмысын қиындатады және арнайы бөлме мен жабдықтарды талап етеді.

2.2 «Қазақмыс корпорациясының мыс өндіру технологиясы»

«Қазақмыс» корпорациясында – кен алудан таза мыс өндірісіне дейін толық технологиялық кешен бар. «Қазақмыс» корпорациясы құрамына кіретін Балқаш мыс қорыту зауыты (БМЗ) және Жезқазған мыс қорыту зауыттарында (ЖМЗ), мыс кендері мен концентраттарды өңдеу 4 - суретте көрсетілген, жалпы ықшамдалған технологиялық сұлба бойынша жүзеге асырылады. Мыс алу технологиялық сұлбасының негізгі құрамдастары – байыту фабрикасы, штейнге балқытып өңдеу, штейнді конвертерлеу және қара мысты тазалау (рафинирлеу).



4 Сурет – пирометаллургиялық жолмен мыс өндірудің принципиалдық технологиясы [18]

Мыс өндірісінің жалпы ұқсастығына қарамастан, бұл зауыттардың технологияларын құру кезінде, негізделген ерекшелігі – әртүрлі сульфидті мыс кендері мен концентраттарын балқыту үшін түрлі агрегаттардың пайдаланылуы болып табылады.

Қазіргі кезде, «Қазақмыс» корпорациясында екі аймақтың – Шығыс Қазақстан мен Жезқазған мыс концентраттары өңделуде. Аз мөлшерде Балқаш мыс концентраттары да өңдеуге алынады. Өңделінетін концентраттардың сипаттамалары 3 - кестеде келтірілген.

3 Кесте - Өңделетін мыс концентраттарының химиялық құрамы

Кенорынның атауы	**Мөлшері, %**									
	Cu	**SiO_2**	**Fe**	**Al_2O_3**	**CaO**	**S**	**Pb**	**As**	**Zn**	**MgO**
ШҚО										
Жезкент	17,51	1,70	30,39	1,99	0,49	38,23	3,55	0,16	4,05	0,10
Ленинoргск	26,63	1,43	27,85	1,27	0,37	34,95	2,04	0,13	5,40	0,13
Белоусовск	15,09	6,78	21,00	3,00	0,51	31,33	8,90	0,73	12,88	0,27
Николаевск	18,26	1,85	29,38	1,68	0,70	37,49	1,32	0,52	5,88	0,20
Зыряновск	20,85	1,18	27,07	1,85	0,39	34,51	5,34	0,87	6,04	0,19
Березовск	17,67	5,03	21,90	3,27	0,41	33,22	6,00	1,23	10,49	0,20
Жезқазғандық										
Мыс концентраты	37,82	24,5	6,5	7,0	1,9	15,3	2,15	0,06	1,6	0,7
Сәтбаевтікі	28,37	23,24	5,95	3,15	1,53	16,90	7,20	0,18	9,08	0,45
Импортты										
Эрдэнэт	30,06	5,85	23,57	3,34	0,35	34,30	0,12	0,42	0,26	0,22
Португалдық	24,69	1,38	31,69	2,40	0,32	36,04	0,29	0,26	1,24	0,10
Чилилік	34,16	4,10	23,10	2,55	0,24	31,78	0,12	0,28	0,55	0,31

Көріп отырғандай, Шығыс Қазақстан мыс концентраттары, мыс мөлшері бойынша кедей, алайда, оларда күкірт пен мырыш мөлшері жоғары.

Шығыс Қазақстан мыс концентраттарының минералогиялық құрамы шамамен ұқсас және негізінен халькозин, халькопирит, пирит және аз мөлшерде кварц және алюмосиликат түрінде көрсетілген. Қорғасын және мырыш сульфид түрінде шоғырланған. Интерметаллидтерде – мышьяк пен сурьманың темір және мыспен қосылыстары аз мөлшерде болады.

Еске салып кететін жайлардың бірі – белгілі уақытқа дейін көрсетілген концентраттар Ертіс мыс қорыту зауытында өңделген. Зауытта концентратты өңдеу технологиясының құрылуы, тек мыс алуды ғана емес, сонымен қатар мырыш бөлінуін қарастырды. Мәселен, бұл зауытта мырышқұрамды мыс концентраттарын өңдеу үшін, Қазақстанда алғаш рет, жоғары технологиялық және экономикалық көрсеткіштерді қамтамасыз ететін «КИВЦЭТ» процесі құрылды. Осыған қарамастан, 2000 жылдың басында, бірқатар, әлі күнге дейін белгісіз себептермен зауыт жұмысын тоқтатып, жабылды.

90-жылдардың басында Балқаш мысқорыту зауытында, қазіргі күнге дейін көрсетілген концентраттарды өңдеуге мүмкіндік беретін, жоғары эффективті автогенді «Ванюков процесі» енгізілді.

2.2.1 Балқаш мыс қорыту зауыты

Балқаш мыс қорыту зауыты КСРО-дағы ірі мыс балқыту зауыты. Орталығы Балқаш көлінің солтүстік жағалауында орналасқан.Балқаш мыс балқыту зауытының бірінші кезегі 1938 жылдың аяғында пайдалануға берілді. Зауыттың құрылысы кейінгі соғыс жылдары және Ұлы Отан соғысы кезінде жалғасты. Балқаш мыс балқыту зауыты зауыттың негізгі шикізат базасы болып табылатын «Қоңырат мыс порфир» кен орнының кендерін, сондай-ақ басқа да кейбір кен орындарының мыс кендерін өңдейді. Зауыт пен Қоңырат кеніші түсті металлургия техникасының жаңа жетістіктерін ескере отырып жобаланып салынған. Қоңырат кенішіндегі кенді өндірудің барлық процестері толық механикаландырылған. Балқаш мыс балқыту зауытының құрамында Қоңырат және басқа да кен орындарының құрамында мыс бар кендерін қайта өңдеуге арналған байыту фабрикасы, мыс балқыту цехы және т. б. бар. Зауыт құрамына жөндеу механикалық қызметінің цехтары (шойын, болат және түрлі-түсті құю, модельді, механикалық және т.б.) кіреді. Жалпы ірі механикалық зауытты құрайтын, тек Балқаш зауытын ғана емес, сондай-ақ түсті металлургияның бірқатар кәсіпорындарын қосалқы бөлшектермен қамтамасыз етеді. Ірі жылу электр орталығы (ЖЭО) электр энергиясымен және бумен зауыттың барлық цехтарын, Қоңырат кенішін, басқа да бірқатар кәсіпорындарды, сондай-ақ Балқаш қаласын жабдықтайды. Кенді флотациялық әдіспен байыту үшін қажетті күкіртті натрийге және сұйық шыны - реагенттерге зауыттың қажеттілігі толығымен өз өндірісімен жабылады. Агрегаттардың жұмысын үздіксіз зерттеу, оларды жетілдіру өнім шығаруды ұлғайтумен қатар, еңбек өнімділігін арттыруға, өнімнің өзіндік құнын күрт төмендетуге және зауыттың рентабельділігін арттыруға ықпал етті. Қоңырат кен орнындағы мыстың аз болуына қарамастан, Балқаш зауыты ең арзан мыс балқытады. Зауыт ұжымы зауыт цехтарының өнімділігін арттыру, барлық жерде мыс алуды арттыру және материалдар, отын және электр энергиясының шығынын төмендету мүмкіндіктерін іздестіруді жалғастыруда. Байыту фабрикасының кейбір секцияларында мыс кендерін өңдеудің технологиялық схемасының өзгеруі концентраттардың сапасын жақсартуға, шағылыстырғыш кесектердің өнімділігін арттыруға, шығарылатын мыстың тоннасына отын шығынын және мыстың өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік берді.

3 Металлургиялық есептеулер

3.1 Мыс электролизінің материалдық балансы

Электролитті тазарту үшін келесі құрамдағы анодтар түседі,%: Cu-99,476; Ni-0,4; Fe - 0,003; 02 - 0,07; Se - 0,04; As - 0,002; Bi-0,004; Te-0,005.

Анодты скраптың шығуы-20%.

Материалдық баланс есебі А қосымшада келтірілген.

3.2 Негізгі жабдықты есептеу

Цехтың негізгі жабдықтары - электролиз ванналары. Ванналардың өлшемдерін, санын, көлемін, өнімділігін есептеу жүргізілді.

Толық есептеулер Б қосымшада келтірілген.

3.3 Ваннаның жылу балансы

Вананың жылулық баланс есебі В қосымшада келтірілген.

4 Қауіпсіздік техникасы және еңбекті қорғау

4.1 Қауіпті және зиянды өндірістік факторлар

Электролит бетінен ванналарда судың көп мөлшері буланады. Сондықтан электролиз цехтарында ауа үнемі бумен қаныққан. Су буларынан басқа, электролиттік цех атмосферасында электролиттің ұсақ тамшыларынан тұратын тұман болады, ол ванна айналарынан судың булануымен бірге пайда болады. Регенеративті ванналардың жұмысы кезінде бұл тұман қарқынды пайда болады. Электролит температурасының жоғарылауымен тұман пайда болады.

Санитарлық нормалар бойынша атмосферадағы күкірт қышқылының максималды рұқсат етілген концентрациясы 0,001 мг / л құрайды. Ағынды желдету жылдың барлық мезгілінде жұмыс істейді.

Электролиз цехында жұмыс істеген кезде қызмет көрсететін персоналдың денсаулығына әсер ететін факторлар бар. Яғни, мыс электролиз цехы зиянды еңбек жағдайлары бар өндіріске жатады. Цехтағы қауіптіліктің негізгі көздері мыналар болып табылады:

- никель тұздарының, мыстың, күкірт қышқылының аэрозолдары;
- қыздыру температурасы 333-338 К технологиялық күкірт қышқылды ерітінділер;
- электр тогының әсері;
- жүктерді көтеру-тасымалдау құрылғыларымен қарқынды қозғалуы.

Микроклиматтың параметрлері (температураның, ылғалдылықтың, ауа қозғалысының жылдамдығының жиынтығында қарастырылатын рұқсат етілген мәндері) кәсіби ауруларға, жүйке жүйесінің функционалдық бұзылуларына әкеледі, бұл еңбек өнімділігіне тікелей әсер етеді, оның төмендеуі 20-40% - ға жетеді. Бұл параметрлер өндірістік факторлардан аса маңызды болып табылады және ГОСТ 12.1.005-88 сәйкес мұқият бақылау мен қолдауды талап етеді. Кәсіпорында электролиз процесін жүзеге асыру үшін әртүрлі электр қондырғылары қолданылады. Электр тогының зақымдануы өндірісте ауыр жарақаттардың бірі болып табылады, сондықтан электр қауіпсіздігі мәселелеріне аса көңіл бөлу керек. Электр қауіпсіздігі ГОСТ 12.1.0300-81 реттеледі. Электролиз цехында жүк ұстағыш құрылғылар мен көтергіш құрылғыларды пайдалана отырып, әртүрлі материалдардың үлкен жүк ағыны орын алады. Сондықтан цехта жұмыс істей отырып, тасымалданатын жүктерге өте мұқият болу керек. Цех әкімшілігі қызмет көрсетуші персоналдың қауіпсіздік нормалары ережелерінің сақталуына тұрақты бақылауды қамтамасыз етуі тиіс.

4.2 Техникалық қауіпсіздік шаралар

Электролитті цехтарда мынадай қауіптіліктің жалпы көздері бар: электр тогының, қышқыл ерітінділерінің әсері және жүктердің қозғалуына байланысты қауіптілік.

Көптеген негізгі операцияларды орындау кезінде жұмысшылар электролитпен суланған немесе шаммен жабылған заттармен жанасады; кейбір жұмысшыларға (қышқылшылар,слесарлар) күшті күкірт қышқылын айдауға , қышқыл өткізгіштер мен қышқыл сорғыларды жөндеуге тура келеді.

Сондықтан әрбір жаңадан түскен жұмысшы алдын ала қысқа мерзімді курстардан өтіп, қауіпсіздік техникасы мен еңбекті қорғаудың жалпы ережелері бойынша емтихан тапсыруы тиіс. Өте маңызды нұсқаулық жұмысты бастау алдында. Қабылданған жаңа жұмыс шебері жұмыс қағидаларымен , қарсы алынатын қауіптермен , оларды жою үшін жүргізілетін іс-шаралармен және осы жұмыс орнында қолданылатын аспаптармен таныстырылуы тиіс.

Жұмысшыны басқа жұмысқа ауыстыру кезінде тиісті нұсқаулық жүргізіледі.

Цехтың барлық жұмыс цехын қауіпсіздендіру техникасы бойынша нұсқаулық әр 3 ай сайын жүргізіледі.

Цехта қауіпсіздік техникасы бойынша жалпы нұсқаулық әзірленуі тиіс; әрбір қатерлі ісік профилі үшін нұсқаулық жасалуы тиіс, онда жұмыстың қауіпсіз және дұрыс тәсілдері , осы және аралас жұмыс орындарындағы жұмыс жағдайлары егжей-тегжейлі баяндалады.

Барлық кәсіптегі электролитті цехтар жұмысшылары белгілі бір дәрежеде электролитпен жұмыс істейді, ол киімге немесе дененің ашық бөлігіне, әсіресе қол мен аяқтарға түсуі мүмкін. Сондықтан әрбір жұмысшы жұмыс аяқталғаннан кейін жуылуы және киінуі тиіс. Өз мамандығы бойынша электролит пен шламмен жиі жанасатын жұмысшылар (электролиз бойынша кезекшілер , тиеушілер, шламовиктер, циркуляция бойынша сыпырушылар және т.б.) әрбір операция аяқталғаннан кейін қолды жууы тиіс. Тамақты тек жұмыс орнында емес, жеке үй-жайда ғана ішуге рұқсат етіледі. Тамақ ішер алдында міндетті түрде қолды жуу керек.

4.3 Өндірістегі санитарлық шаралар

Арнайы киім. Электролит цехтарының барлық жұмысшылары жұмыс жағдайларына сәйкес келетін арнайы киімде сол немесе басқа рак орнында жұмыс істеуі тиіс: электролизу бойынша кеміргіш тиегіштер - Шұға шалбарында, резеңке галоштарда және шұға қолғаптарында; циркуляция бойынша кезекшілер - Шұға шалбарында, резеңке галоштарда және резеңке қолғаптарда; катодшылар - Шұға шалбарында , резеңке галоштарда,Шұға алжапқыштарында және брезент қолғаптарында жұмыс істеуі тиіс; кисотчиктер, кезекші және жөндеу слесарлары - резеңке етік, Шұға костюмдері және резеңке қолғаптар; қорғасын мен винипластика бойынша дәнекерлеушілер - Шұға костюмдері, резеңке етік және резеңке қолғаптар; шламовиктер-резеңке етік, Шұға костюмдері және резеңке қолғаптар. Қышқылдар, слесарлар және басқа кәсіптердің жұмысшылары концентрацияланған күкірт қышқылын айдау кезінде қорғаныш көзілдіріктерін пайдалануы тиіс. Жұмыс барлық басқа

мамандықтарға жұмыс істеуге тиіс, сондай-ақ тиісті жұмыс шарттары, арнайы киіммен. Бірақ, соңғы уақытта барлық зауыттарда Шұға киімінің орнына хлорвинил матасынан жасалған киімді қолдана бастады. Бұл мата қышқылға төзімді және шұға қарағанда айтарлықтай ұзағырақ.

Кәсіпорындарда арнайы комиссиялар мезгіл-мезгіл цехтардағы санитарлық жай-күйін және сантехника жұмыстарын тексереді.Комиссия ұсыныстарын уақытында орындау керек. Электролит цехтарының барлық жұмысшылары мезгіл-мезгіл медициналық тексеруден өтеді. Дәрігерлердің кеңестерін сөзбе-сөз орындау керек.

Өндірістік жарақат. Электролитті цехтардағы себептерді талдау әр түрлі кәсіпорындарда олар ұқсас және мезгіл-мезгіл қайталанатынын көрсетеді. Бұл ретте, өндіріс мәдениеті төмен кәсіпорындарда жұмыс орындарының тазалығына жоғары талап болмаған кезде жарақаттану анағұрлым жоғары екені анықталды. Тәжірибе көрсеткендей, электролиттік цехтарда жазатайым оқиғалар күкірт қышқылымен, электролитпен және шламмен күйік салдарынан байқалады; жұмысшылар күйік жағдайында күйік алады:

а) ванналарды шламнан тазарту кезінде қорғаныс көзілдіріктерін пайдаланбайды;

б) электролитті ванналардан сорған кезде сифондар дұрыс зарядталады;

в) қышқыл өткізгіштерді бөлшектеу кезінде абайсыз болады;

г) вентильді алдын ала жабпай, тарату коллекторындағы резина түтіктерін ауыстырады;

д) оқшаулағышты ванналардың астындағы қорғаныш көзілдіріктерін жумай тазалайды.

Егер басқа жұмысшылармен ұқыпсыз және келіспесе, жұмысшы механикалық зақымданулардың (соғулар,кесінділер) қауіптілігіне ұшырайды. Көптеген жазатайым оқиғалар қауіпсіздік техникасын сақтамағаннан болады.

Технологиялық процесте қызмет көрсетуші персонал үшін қауіптілік көзі болып табылатын 10-20 кА тұрақты электр тогы қолданылады. Осыған байланысты сериялардың жинақталуы, олардың және технологиялық жабдықтардың арасындағы өту жолдары "электр қондырғыларын техникалық пайдалану Ережелеріне" (ЭҚТПЕ) және "электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы ережелеріне"сәйкес орындалған. Электр тогымен зақымдану қаупі бойынша ЭҚТПЕ сәйкес мысты электррафиндеу цехы қауіптілігі жоғары Үй-жайлар класына жатады. Электр жабдықтарын жерге қосу мен оқшаулауға ерекше назар аудару керек. Цехта электр жабдықтарын өрт сөндіру құралдары, оқшаулағыш тіреуіштер, резеңке кілемшелер болуы тиіс.

Цехтағы материалдардың көп жүк ағынының салдарынан, ең бастысы, жүк қармаушы құрылғылардың (тырмалар, шынжырлар, тростар) көмегімен көпірлі крандармен тасымалданатын, қызмет көрсетуші персонал оларды пайдалану кезінде олардың жай-күйіне ерекше назар аударуы қажет, өйткені агрессивті ортада коррозияға байланысты, беріктілік пен жүк көтергіштіктің қабілеті уақытынан бұрын жоғалуы мүмкін. Жүк көтергіш машиналардың

көмегімен жүктерді ауыстыру "жүк көтергіш машиналарды орнату және пайдалану ережелеріне"сәйкес жүргізіледі.

Желдету-бұл ұйымдастырылған ауа алмасуды құруға арналған өзара байланысты құрылғылар мен процестер кешені. Желдету табиғи (ғимараттардың ойықтары мен шамдары арқылы) және механикалық, жергілікті сору желдеткішін (борттық сорғыштарды) және жалпы шығару, сору желдеткішін қоса алғанда болады. Қалыпты атмосфералық режимді қолдау мақсатында цехта бір сағат ішінде өндірістік аймақтың ауасының үш ауысымды алмасуын қамтамасыз ететін ішке сору-сыртқа шығару желдеткіші орындалған.

Еңбек жағдайларын жасау үшін маңызды факторлардың бірі тиімді жарықтандыру болып табылады. Электролиз цехында табиғи және жасанды жарықтандыруды пайдалану көзделеді. Табиғи жарық қарқындылығы мен біркелкі таралуының үлкен дәрежесімен сипатталады. Табиғи жарықтандыру бүйірлік, жоғарғы, аралас болуы мүмкін. Цехтағы процесс үздіксіз жүзеге асырылады, сондықтан бір табиғи жарықтандыру жеткіліксіз, қолданыстағы нормалар бойынша жасанды жарықтандыруды пайдалану қажет. Жасанды жарықтандыру үшін ДРЛ шамдарын таңдаймыз, ол үлкен электр және жарық қуаты, шектеулі көлемде шоғырланған. Олардың жұмысы қоршаған ортаның температурасына және шамның жағдайына байланысты емес.

Медеэлектролитті цехтар өндірісінің өрт қауіптілігі дәрежесі бойынша "Д"санаты жатады. Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін цех өрт сөндіргіштердің қажетті санымен, ГОСТ 12.1.004-85 сәйкес Өртке қарсы құрал-саймандармен жабдықталуы тиіс, олар өрт болған жағдайда адамдарды тез эвакуациялауды қамтамасыз ету мақсатында әрқашан бос тұруы тиіс эвакуациялық шығу жолдарының болуын көздейді.

4.4 Өндірістің экологиялылығы

Экология қоршаған ортаны қорғау базасы және табиғатқа зиянды әсер етудің алдын алуға бағытталған іс-шаралар кешенін әзірлейтін білім саласы. Цехтағы қолайсыз экологиялық жағдай тек адамдарға ғана емес, сонымен қатар негізгі өндірістік қорлардың қызмет мерзімін айтарлықтай (30-50% - ға) қысқарта отырып, жабдыққа да әсер етеді. Медеэлектролитті өндірістер су және ауа сияқты табиғи ресурстардың ірі тұтынушылары болып табылады. Таза катод мысын алу барысында су шығыны маңызды, бірақ бұл факт ерекше назар аудармайды, өйткені өндірістің құндылығы 100% су айналымы болып табылады. Бұл жағдайда мәселе ластанған өнімдердің атмосфераға, жерге, табиғи су айналымына түсуін болдырмау болып табылады. Комбинаттың химиялық зертханасы зиянды заттардың ШРК көрсеткіштерін ұстап тұруды қадағалайды.

5 Өндіріс экономикасы

Жобаланушы электролит цехына үш сменді жетісіне 36 сағат жұмыс күні бар режим қарастырылған. Қарастырылған жұмыс режимін 6 сағаттық жұмыс күніне есептейміз.

Өндіріс экономикасы бойынша есептеулер Г қосымшасында келтірілген.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл жұмыстың мақсаты анодты мысты электролизбен тазарту процесін зерттеу болып табылады.

Электролизбен тазарту түсті металдарды өндіру технологиясының соңғы сатысы болып табылады. Электролизбен тазарту нәтижесінде металдарды олардың қасиеттеріне зиянды әсер ететін қоспалардан тазарту ғана емес, асыл және кейбір сирек металдарды алу да қамтамасыз етіледі. Электролизбен тазарту жоғары электрөткізгіштігі мен иілгіштігі бар мыс алуға, сонымен қатар асыл металдар, селен және теллур сияқты сирек элементтерді шламға өтуге ықпал етеді.

Электролизбен тазарту процесін есептеу кезінде материалдық, энергетикалық және жылу баланстарын құрастырдым, электролит айналымының көлемі мен жылдамдығын, сондай-ақ регенерацияға шығарылатын үлесін анықтадым.

Электролизбен тазарту цехын жобалау кезінде электролиз ванналарының негізгі өлшемдері есептеледі.

Зерттеу нәтижесінде электролиз процесі өндірісінің өнімділігін арттыру және құрамында шикізатта көп қоспалары бар материалдардан жасалған МООК маркалы катод мысының сапасын жақсарту болды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Каршигина З.Б., Байділдаева Г.Б., 2008 «Электрометаллургиялық үрдістер теориясы», 7-8 бет [http://psu.kz/arm/upload/umk_pdf/55347.pdf]

2 Кузнецов Д.В., Шигин Е.С., Гаврилов С.А., 2015 «Способ электролитического получения меди», [http://www.findpatent.ru/patent/254/2541237.html]

3 Вольхин А.И., Макаров Ю.А., Чухланцев Н.М., Винник В.И., Плеханов И.Д. «Способ электролитического рафинирования меди в блок-сериях ванн ящичного типа», [https://findpatent.ru/patent/236/2366763.html]

4В.А.Козлов,С.С.Набойченко,Б.Н.Смирнов "Мысты тазарту". Мәскеу,"Металлургия",1992,стр.123.[https://findpatent.ru/patent/236/2366763.html

5 Левин А.И., Номберг М.И. Электролитическое рафинирование меди; Справочное пособие электролизника М: Металлургия,1963, с. 115-116,119,170-177.

6 Козлов В.А., Чижов Е.А., Вольхин А.И., Бобов С.С. «Рафинирование меди». М.: Металлургия, 1992. [https://findpatent.ru/patent/218/2187579.html]

7 Studopedia.info - Студопедия - 2014-2018 год [https://studopedia.info/1-69679.html]

8 Досмұхамедов Нұрлан Қалиұлы, Даулетбақов Тимур Суванұлы (монография)

9 http://www.wikiznanie.ru/wikipedia/index.php / Балхашский_ меде-плавильный_завод

10 Лоскутов Ф.М. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов / Ф.М. Лоскутов, А.А. Цейдлер - М.: Металлургия, 1963. - 542 с.

11 Гудима Н.В. Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов / Н.В. Гудима, Ю.А. Карасев, Б.Б. Кистяковский и др. - М.: Металлургия, 1977. - 256 с.

12 Павлов К.Ф.Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков - М.: Химия, 1981. - 552 с

13 Система стандартов безопасности труда: [сборник]. - М.: Изд-во стандартов, 2002. - 102 с. (Межгосударственные стандарты). .

14 ГОСТ 12.1.030 - 81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. - Введ. 1981-01-01. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. - IV, - 27 с. .

15 ГОСТ 21.1.007 - 2001. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. - Введ. 2002-01-01. - М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. - IV, - 27 с.

16 СНиП Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение - М.: Стойиздат, 1995. - 57 с.

17 Ф.М.Лоскутов, А.А.Цейдлер «Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов», 2-е издание, Москва 1963. – 60 с.

18 Л.Т. Бошкаева, Т.С. Даулетбаков. - Алматы: КазҰТУ, 2009. - 70 б.

А қосымшасы

Материалдық баланс есебі

Мыс пен қоспалардың ерітіндінің, шламның және катодты шөгіндінің арасында келесі таралуын қабылдаймыз (скрапты алып тастағанда) :

	Cu	Ni	Fe	O_2	Se	As	Bi	Te
Ерітіндіге	1,8	92	-	70	1	73,5	52	1
Шламға	0,2	1	90	20	98	25	7	98
Катодқа	98	7	10	10	1	1,5	41	1

Осыған ұқсас қоспалардың таралуын есептейміз. Есептеу нәтижелерін 4-кесте бойынша жинақтаймыз.

4 Кесте - Мысты электррафинирлеудің материалдық балансы

Элемент	Мыс пен қоспа саны									
	Түсті		Көшті							
			Скрап және	Қалғаны	Шламға		Ерітіндіге		Катодқа	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Cu	994,76	99,476	198,952	19,8952	1,5916	0,15916	14,3245	1,43245	779,8919	77,98919
Ni	4	0,4	0,8	0,08	0,032	0,0032	2,944	0,2944	0,224	0,0244
Fe	0,03	0,003	0,006	0,0006	0,0048	0,00048	0,0168	0,00168	0,0024	0,00024
O_2	0,7	0,07	0,14	0,014	0,504	0,0504	-	-	0,056	0,0056
Se	0,4	0,04	0,8	0,08	0,3136	0,03136	0,0032	0,00032	0,0032	0,00032
As	0,02	0,002	0,004	0,0004	0,004	0,0004	0,01176	0,001176	0,0024	0,00024
Bi	0,04	0,004	0,008	0,0008	0,03112	0,003112	0,01164	0,001664	0,00224	0,000224
Te	0,05	0,005	0,01	0,001	0,0392	0,00392	0,0004	0,00004	0,0004	0,00004
Қорытынды	1000	100	200	20	2,52032	0,252032	17,31735	1,731735	780,18038	78,018038

1000 кг катодты мысқа 1: 78,018038= 1,2818 т анодтарды, ал скрапты есепке алғанда- 1,2818 ·100/(100 - 20) = 1,60225 т анодтарты жұмсау қажет.

Цехтың өнімділігі жылына 260 мың т катодты мыстың тәуліктік өнімділігі 260000: 365 = 71233 т құрайды.

Б қосымшасы

Негізгі жабдықтың есебі

Катодтар санын және электролиз ванналарының мөлшерін есептеу.

Тоқтың тығыздығы 310 А / $м^2$ тең. Бір ваннаның катодты бетінің ауданы F=16200:310 =52,26$м^2$ құрайды.

Катод төсемінің өл шемдері, М, келесі: $a_к$=0,86 ұзындығы, $b_к$=0,96 ені. Катодтар саны анодтар санынан бір артық болғандықтан, ал шеткі катодтар тек бір жағынан жұмыс істейді, ваннадағы катодтардың жалпы ауданы F=2ab(n - 1) тең болады.

Осыдан катодтар саны n_K = F/2ab+1=52,26/2·0,86·0,96+1=31. Анод саны n_a=30.

Анодтың ені b_a = 925 мм, a_a ұзындығы = 830 мм.

Анодтың қалыңдығы 40 мм, катодтың қалыңдығы 15 мм, ортасындағы аттас электродтар арасындағы қашықтық 100 мм және ваннаның ішкі бетінен шеткі катодтың бетіне дейінгі саңылаулар 200 мм тең болған жағдайда ваннаның ұзындығы 20 мм құрайды.

$$L = 100\ (пк-1) + 200 + 200 = 3400\ мм.$$

Ваннаның енін катодтың енімен және ваннаның ішкі беті мен катод арасындағы саңылаулардың енімен анықтаймыз, 50·2=100мм тең (бұл қашықтық әдетте 50-ден 75 мм-ге дейін қабылданады).

$$B = 960 + 100 = 1060\ мм.$$

Ваннаның тереңдігі түбінен катод төсеміне дейін 300 мм және электролит бетінен ваннаның ернеуіне дейін 55 мм катод төсемінің ұзындығын (860 мм) ескере отырып тең болады.

$$H = 860+ 300+ 55 = 1215\ мм.$$

Ваннаның көлемі V = LBH = 4,39 $м^3$.

Ванна көлемі шамамен 90% электролитпен және электродтармен толтырылады. Демек, электродтар мен электролит толтырылған ваннаның көлемі V = 4,39 ·0,9 = 3,951 $м^3$.

Ваннадағы электролит көлемі: VM=V-Va-VK (мұнда V_a және $V_к$- анодтар мен катодтар толтырылған көлем),

$$V_{эл}= 3{,}915 - 31\cdot\ 0{,}86\cdot0{,}96\cdot0{,}015 - 30\cdot\ 0{,}925\cdot0{,}83\cdot0{,}04 = 2{,}65\ м^3.$$

Б қосымшасының жалғасы

Ванна санын есептеу. Жылына 260 мың т катодты мыс өндіруге қажетті ванналардың санын

$$P=Np \cdot I \cdot 365 \cdot 24M \cdot l,186A \qquad (Б.1)$$

теңдеуі бойынша табамыз.

Ваннадағы кернеуді есептеу. Келесі құрамдағы электролит кедергісін есептейміз, г / л: Cu - 50; H_2SO_4 - 110; Ni - 25; Fe - 1; As - 5. Қалған қоспалардың болмашы болуына байланысты ескерілмейді.

Есептеу Сковронский әдісі бойынша жүргізіледі. Электролиттің меншікті кедергісі мына формула бойынша есептеледі:

$$p = к \cdot 1,364 + 0,00942\ C_{Cu}, + 0,00942\ C_{Ni}\ A_{Cu}/A_{Ni} + 0,00942 \cdot C_{Fe} \cdot A_{Cu}/A_{Fe} + +0,00942 \cdot C_{As} \cdot A_{Cu}/A_{As}, \qquad (Б.2)$$

мұнда к-берілген концентрациядағы H_2SO_4 ерітіндісінің үлестік кедергісін концентрациядағы 150 г/л күкірт қышқылы ерітіндісінің үлестік кедергісіне бөлу нәтижесінде алынатын коэффициент; к=1,287; с - металдардың концентрациясы, г / л; а - металдардың атомдық салмағы,

$$p = 1,28 \cdot 1,364 + 0,00942(50 + 25 \cdot 63,55/58,71 + 1 \cdot 63,55/55,85 + 5 \cdot 63,55/74,92) = 2,061 \text{ Ом·см.}$$

$$60\ °C – та : p = 2,061 - 0,0065(t- 55) = 2,0285 \text{ Ом·см.}$$

Анод қалдықтары 20% және анодтардың бастапқы қалыңдығы 40 мм шыққан кезде анод қалдықтарының қалыңдығы 40 · 0,2 = 8 мм құрайды.

Катод негізінің қалыңдығы 1 мм кезінде электродтар арасындағы ең үлкен қашықтық тең болады:

$$(100 - 8 -1): 2 = 45,5 \text{ мм} = 4,55 \text{ см.}$$

Электр тогы өтетін анод пен катод арасындағы электролиттің орташа қимасының ауданы тең:

$$(a_k \cdot b_k + a_a \cdot b_a)/ 2 = (0,86 \cdot 0,96 + 0,83 \cdot 0,925): 2 = 0,7967 \text{ м}^2. \qquad (Б.3)$$

Ваннада 30 анод және 31 катод, демек, электрод аралық аралықтар саны 60-қа тең. Электр тогы өтетін электролиттің жалпы қимасы 0,7967·60 =47,802 $м^2$ құрайды.

Электрод аралық қашықтық l= 45,5 мм кезінде электролит кедергісі:

$$R_{эл} = P \cdot l/s = 2,0285 \cdot 4,55/(54,1756 \cdot 10^4) = 1,704 \cdot 10^{-5} \text{ Ом.} \qquad (Б.4)$$

Б қосымшасының жалғасы

Шламның кедергісі шлам мен электролиттің жалпы кедергісінен орташа 10-15 % құрайды. 15% қабылдаймыз, содан кейін кедергі:

$$R_{шл} = R_{эл} \cdot 15/85 = 1{,}704 \cdot 10^{-5} \cdot 15/85 = 0{,}339 \cdot 10^{-5} \text{ Ом.} \qquad (Б.5)$$

16200 А тең ваннадағы тоқтың күшінде, әр катод және катод штангасы арқылы 16200/30=522,6 А ағады.

Штанганың көлденең қимасының 1 мм рұқсат етілетін тоқ жүктемесін 2 А/мм^2 тең қабылдаймыз. Сонда штанганың көлденең қимасы 522,6: 2 = 261,3 мм^2 тең болады.

Штанганың ұзындығы-1200 мм. t = 15 °С кезінде штанганың кедергісі r15шт = p15·l/s қатынасы бойынша анықталуы мүмкін, мұндағы p15-t = 15 °С кезінде мыстың үлестік кедергісі; p15=0,0175 Ом·мм^2 / М. сандық мәндерді қойып,

$$К^{15}_{шт} = 0{,}0175 \cdot 1{,}2/261{,}3 = 0{,}8 \cdot 10^{-4} \text{ Ом, аламыз.}$$

Тоқ жүктемесіндегі ыстық электролит үстіндегі штанганың температурасын 45 °С тең деп аламыз,

$$R^{45}_{шт} = R^{15}_{шт}[1+ă(t-15)] = 0{,}8 \cdot 10^{-4}\,[1 + 0{,}004(45 - 15)] = 0{,}896 \cdot 10^{-4} \text{ Ом,} \qquad (Б.6)$$

мұнда ă - Мыстың меншікті кедергісінің температуралық коэффициенті, а = 0,004 Ом / град. Қарсылық 31 штанг Rшт= 0,896·10-4: 31 = 0,289·10^{-5} Ом.

Анод-катодты штанганың байланыс кедергісін 7,56·10^{-5} Ом тең деп қабылдаймыз, сонда барлық ваннаның байланыс топтарының кедергісі тең болады: 7,56·10-5·31 = 0,244·10-5 Ом.

Сонда поляризацияның ЭҚК кедергісі: 0,04:16200=0,25·10^{-5} Ом тең болады.

Осылайша, блоктағы орташа ваннаның жалпы кедергісі келесі кедергілерден тұрады, Ом:

- электролит -1,704· 10^{-5};
- шлам - 0,301·10^{-5};
- катод штангалар - 0,289·10^{-5};
- контактілер - 0,244·10^{-5};
- поляризация ЭДС-0,25·10^{-5}.

Шеттік ванналар үлкен кедергіге ие (шина кедергісінің көлеміне). Шинаның көлденең қимасы - 22400 мм^2 тең, шинаның ұзындығы - 4140 мм.

Содан кейін, сандық мәндерді қойып,

$R^{45}ш = 0{,}0175[1 + ă\,(t - 15)]\ l/s = 0{,}0175(1 + 0{,}004 \cdot 30) \cdot 4{,}14{:}22400 = 0{,}36 \cdot 10^{-5}$ Ом, аламыз.

Демек, шеттік ваннаның кедергісі 2,788·10^{-5} + 0,36·10^{-5} = 3,148·10^{-5} болады.

Б қосымшасының жалғасы

Ваннаның жеке элементтері мен ток күші кедергісінің мәніне сәйкес оның электр балансын құраймыз (кесте 5).

5 Кесте - Ванна электр балансы

Ваннаның кедергі элементтері	Кернеудің	төмендеуі
		Барлық %
Электролит	0,276	61,1
Шлам	0,049	10,8
Катодты штангалар	0,047	10,4
Контактілер	0,039	8,6
ЭДС поляризациясы	0,041	9,1
Қорытынды	0,452	100

Катодты мыс тоннасына электр энергиясының шығыны:

$$W = 0{,}533 \cdot 10^3/(1{,}186 - 0{,}96) = 436 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}.$$

Катодтар санын есептеу, купорос цехына шығарылатын электролиттің жетекші қоспасы мен көлемін анықтау, регенерация ванналарының санын анықтау.

В қосымшасы

Ваннаның жылулық балансы

Ваннаның жылу балансы жылу шығысы мен кірісінен жасалады. 250-300 А/м^2 тоқтың қалыпты тығыздықтарында тазарту процесін жүзеге асыру кезінде жылу шығыны кірісінен асып түседі, бұл ваннада берілген температураны ұстап тұру үшін электролитті жылытуды қажет етеді.

Жылу келуі. Электролит пен электродтарды қыздыруға тікелей келетін жылуды ғана ескереміз.

Ваннаның жылытқыш кедергісі электролит, шлам және ЭДС поляризация кедергісінен тұрады. Жылу кірісі - 1 сағ үшін мына формула бойынша анықталуы мүмкін:

$$R_{гр} = R_{эл} + R_{шл} + R_{эдс}, \qquad (В.1)$$

мұнда $R_{эл}$ - электролит кедергісі; $R_{шл}$ - шлам кедергісі; $R_{эдс}$ - поляризация кедергісі. Одан келесі сандық мәндерді аламыз:

$$R_{гр} = 1{,}704 \cdot 10^{-5} + 0{,}301 \cdot 10^{-5} + 0{,}25 \cdot 10^{-5} = 2{,}255 \cdot 10^{-5} \text{ Ом};$$

Жылу шығыны: электр энергиясына кететін электролиттен суды буландыруға, сәуле шығару және конвекцияға, қабырғалардың жылу өткізгіштігіне және ваннаның түбіне жұмсалатын жылу шығынынан тұрады.

Буланатын сумен жылу шығыны. Ваннаның түбінің ауданы - 39 м^2. Бұл ауданның бір бөлігі электролиттің бетін, екінші бөлігі анодтар мен катодтарды құрайды.

Электролиттің бос беті (айна) құрайды: 4,39-(0,03 + 1,11) = 3,24 м^2 .

1м^2 ванна айналарының буланатын су мөлшері 1 сағат ішінде электролит температурасына байланысты 6 - кестеде келтірілген. 60 °С тең температурада электролит айналарының әрбір 1 м - ден 4,18 кг/сағ, ал ваннаның барлық бетінен 12,958 кг/сағ су буланады.

В.1 Кесте - Буланатын су мөлшерінің температураға тәуелділігі

Температура, °С	30	35	47	48	51	54	56	60	67	70
1 сағ үшін 1 м^2 ваннаның айналары буланатын судың мөлшері, кг	0,4	0,65	1,4	1,8	1,95	2,25	2,7	4,18	5,95	7,5

В қосымшасының жалғасы

Электролиттің әр түрлі температураларында судың бу түзілу жылуының мәнін келтіреміз:

Температура, °С	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
Бу түзілу жылуы кДж / кг	2369	2366	2364	2361	2359	2356	2354	2351	2349	2346	2344

60 °С температурада судың бу түзілу жылуы 2356 кДж / кг құрайды:

$$Q_{булану} = 2356 \cdot 13,794 = 32498 кДж.$$

Электролит айнасымен жылудың жоғалуы. Жылу сәуле шығару және конвекция жоғалады. Фурье теңдеуін пайдалана отырып, осы шығындардың шамасын анықтаймыз:

$$Q_{изл} = kF(t_1 - t_2), \qquad (В.2)$$

мұнда k - Стефан-Больцман теңдеуі бойынша анықталатын жылу беру коэффициенті, с-электролит айналары үшін 3,2 тең коэффициент; t_1, t_2-тиісінше электролит температурасы мен қоршаған ауаның температурасы, К.

Ваннаның темірбетон беткейіндегі жылудың шығыны. Бұл шығындардың шамасы Фурье теңдеуі бойынша анықталады:

$$Q_{cT} = kF(t_1 - t_2). \qquad (В.3)$$

Сыртқы қабырғаларының ванна температурасы - 35 °С, ауаның температурасы - 20 °С; коэффициент үшін темірбетон - 4,0. Сонда жылу беру коэффициенті k = 34,85 кДж / ($м^2$ · сағ · град).

Ваннаның габариттерін біле отырып, ванна түбі мен бүйір қабырғаларының сыртқы бетінің шамасын анықтаймыз:

Бүйірлік қабырғалары бетінің шамасы:

$$S_T = 2(1060 \cdot 1215)/10^6 = 2,58 \text{ м}^2;$$

Бүйір қабырғаларының бетінің шамасы:

$$S_б = 2(4140 \cdot 1215)/10^6 = 10,06 \text{ м}^2;$$

В қосымшасының жалғасы

Бет түбінің шамасы:

$$S_д = 4140 \cdot 1060/10^6 = 4{,}39\ м^2;$$

Шеткі қабырғалармен жылудың жоғалуы:

$$Q_Т = 34{,}85 \cdot 2{,}58(35 - 20) = 1349\ кДж/сағ;$$

Бүйір қабырғаларымен:

$$Q_б = 34{,}85 \cdot 10{,}06 \cdot 15 = 5259\ кДж/сағ;$$

Түбі:

$$Q_l = 34{,}85 \cdot 4{,}39 \cdot 15 = 2295\ кДж/сағ;$$

Ванна түбі мен қабырғаларының жылу шығындары:

$$Q_{СТ} = 1349 + 5259 + 2295 = 8902\ кДж/сағ;$$

$$Q_{расх} = Q_{исп} + Q_{изл} + Q_{ст} = 32498 + 4915 + 8902 = 46315\ кДж/сағ.$$

Жылуалмастырғышта электролитті бумен жылытумен өтелуі тиіс жылудың жетіспеуі айырмашылықты анықтайды:

$$Q_{расх} - Q_{прих} = 46315 - 21304 = 25011\ кДж/сағ,$$

Барлық ванна үшін ол тең: $25011 \cdot 1749 = 43{,}64 \cdot 10^6$ кДж/сағ.

Электролитті жылытуға бу шығыны болған кезде электролит айналымы кезінде құбырлардағы Теш шығынын ескеру қажет. Ол үшін алдымен барлық өтетін электролит саны 2.65 $м^3$ тең, ваннадағы электролит көлемі және қабылданған айналым жылдамдығы кезінде ваннадағы электролиттің толық ауысуы 1 сағат ішінде жүргізіледі: $(2{,}65 \cdot 1000):(20 \cdot 60) = 2{,}2$ сағ.

Ванналардағы электролиттің жиынтық көлемі $2{,}65 \cdot 1749 = 4635\ м^3$ тең. Сонда цехтың құбыржолдары бойынша 1 сағат ішінде $4635:2{,}2=2107 м^3$ электролит ағуы тиіс.

Электрэнергияның тығыздығы - 1,27 $г/см^3$, ал меншікті жылу сыйымдылығы-3,43 Дж/(г°С) деп аламыз.

Сонда цехтың құбыр жолдарында 1 сағ үшін жылудың жоғалуы тең: $2107 \cdot 1{,}27 \cdot 3{,}43 \cdot 2 = 18{,}4 \cdot 106$ кДж/сағ.

Осылайша, электролитті жылу алмастырғышта беру қажет жылудың жалпы саны: $43{,}64 \cdot 106 + 18{,}4 \cdot 106 = 62{,}04 \cdot 106$ кДж/сағ.

Купорос цехына шығарылатын электролиттің жетекші қоспасы мен көлемін анықтау.Материалдық баланс кестесі бойынша электролитке никель,

темір және мышьяк өтеді. Концентрацияға құрамында басқалардан бұрын электролиттегі жетекші қоспа өтеді.

Катодқа 77,018038% мыс және 0,0288% қоспалар өтеді. Содан кейін тәулік сайын барлық ванналарда мыс ериді: 712,33:0,7702 = 924,86 т.

Демек, анодты мыс ерітіндіге ерігенде тәулігіне қоспалардың келесі мөлшері өтеді:

Никельдің - 0,92·924860·0,004 = 3403,5 кг;

Темірдің - 0,70· 924860·0,00003 =19,42 кг;

Мышьяктың - 0,735·924860·0,00002 = 13,6 кг.

Ваннадағы электролиттің жалпы көлемі 2,65 м^2. Цехтағы электролиттің толық көлемі мынадай формула бойынша есептеледі:

$$V_ц = l,2V_{эл} \cdot N_р, \qquad (В.4)$$

мұндағы 1,2 - қор коэффициенті; $V_{эл}$ - ваннадағы электролит көлемі; $N_р$ - цехтағы ванналардың саны. Сандық мәндерді қойып, аламыз:

$$V_ц = 1,2 \cdot 2,65 \cdot 1749 = 5561,82 \text{ м}^3.$$

Электролиттегі қоспалардың шекті құрамы, г/л, тең: никель - 25, темір - 1, мышьяк - 5.

Электролит келесі уақытта шекті ұстауға дейін байытылады: никель бойынша (5561,82·25)/340,35=40 тәу; темір бойынша (5561,82·1)/19,42=287 тәу; мышьяк бойынша (5561,82·5)/13,6 =2045 тәу.

Демек, жетекші қоспа никель болып табылады, оның электролиттегі мазмұны 41 тәулік ішінде шекті мәнге жетеді. Электролиттегі никель және басқа қоспалардың концентрациясын рұқсат етілген деңгейде ұстау үшін тәулік сайын циркуляциядан шығару және купорос цехына электролиттің белгілі бір мөлшерін жіберу керек. Оның көлемін табамыз.

Анодтардан 3403,5 кг / тәулік никель электролитіне өтеді. Демек, тәулік сайын купорос цехына электролитті шығару қажет: 3403,5:25 = 136140 л (136,14 м3). Купорос цехында электролит катодты мыс, мыс және никельді купорос алумен өңделеді.

Регенерация ванналарының санын анықтау.Мыс электролит ерітіндісіне электролизбен тазарту кезінде электролит ерітіндісіне электрохимиялық жолмен де, реакция бойынша химиялық өзара әрекеттесу нәтижесінде де өтеді.

$$Cu + O_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O, \qquad (В.5)$$

Анодтардың коррозиясы салдарынан электролитке қосымша мыс 2-3 % өтеді.

В қосымшасының жалғасы

Химиялық жолмен 2,1% мыс анодтар ериді деп қабылдаймыз. Электролиттегі Мыстың концентрациясы берілген деңгейде қалу үшін артық мөлшерде мысты айналымдағы электролиттен шығару қажет. Электролиттегі мыс құрамын түзетуге электролит бөлігін купорос цехына, сондай-ақ ерімейтін анодтары бар ванналардағы электролизді шығару арқылы қол жеткізіледі. Осы мақсатта цехта регенерация ванналарының белгілі бір саны орнатылады.

Цехта 712,33 т/тәу катодты мыстың өнімділігі кезінде электрохимиялық анодты мыстың 924,86 т/тәу ериді. Бұл ретте коррозия есебінен ерітіндіге өтеді: 924,86·0,021 = 19,21 т мыс.

Электролитпен купорос цехына мыс шығарылады: 50·136,14 =6807кг/тәу.

Осылайша, регенерация ванналарында электролиттен мысты 19,21-6,807 = 12,4 т/тәул алып тастау қажет.

Тауар ванналарының өнімділігіне тең регенерация ванналарының өнімділігі кезінде (712,33:1749 = 0,4073 т/мыс тәу), регенерация ванналарының саны 12,4:0,4073~30 данаға тең болуы тиіс.

Г қосымшасы

Г.1 Жұмысшылардың жұмысқа шығу графигі

Жобаланушы электролит цехына үш сменді жетісіне 36 сағат жұмыс күні бар режим қарастырылған. Қарастырылған жұмыс режимін 6 сағаттық жұмыс күніне есептейміз. Негізгі және қосымша жұмыс бригадалық әдіс бойынша ұйымдастырылған. Жөндеуге арналған жұмыскерлер цехтың техникалық басшысына бағынады. Смен бойынша жұмыскерлерге смен мастеры жауапты.

Қондырғының күнтізбе бойынша жұмысы:365 · 24 = 8760 сағат.

Жұмыс уақытының номиналды қоры: (365 – 52 – 9) · 6 = 307 · 6 = 1824 сағат. Қажетті бригада саны: 8760/1824 =4,8 = 5 бригада.

Электролиз цехы үшін жұмыс графигі үш сменді бес бригада аламыз, жұмыс мерзімі 8 сағат. Үш күн өткен соң бригада 2 тәулік дем алады. Цикл графигі мынаны құрайды: 5· 3 = 15 күн.

Әрбір жұмыскердің шығу саны 9 рет. Жылына жұмысшы мынанша сағат жұмыс істейді:365 · 9 / 15 · 8 = 1752 сағат.

Номиналды атқарылмаған жұмыс бойынша:

1824 – 1752 = 72 сағат немесе 72 / 8 = 9 сағат.

Бұл атқарылмаған жұмыс уақыты барлық айға бірдей. Бір сменнен екінші сменге ауысқанда демалыс мын түрде болады:

- бірінші сменнен екінші сменге ауысқанда: 16 + 24 · 2 + 8 = 72 сағат,
- екінші сменнен үшінші сменге ауысқанда: 8 + 24 · 2 + 16 = 72 сағат,
- үшінші сменнен бірінші сменге ауысқанда: 24 + 24 = 48 сағат.

Үздіксіз өндірістің ауысу жұмыс уақыты:

- бірінші смен: 0^{00}-ден 8^{00}-ге дейін;
- екінші смен: 8^{00}-ден 16^{00}-ге дейін;
- үшінші смен: 16^{00}-ден 24 дейін.

6 сағаттық жұмыс уақытымен жетілік норма мынаны құрайды:6· 6 = 36 сағат.

Айлық норма: 26 · 6 = 156 сағат.

Олай болса бригадаларға:

А бригадасы үшін 18 · 8 = 144 сағат (атқарылмаған 156 – 144 = 12 сағат);

Б бригадасы үшін 18 · 8 = 144 сағат (атқарылмаған 12 сағат);

В бригадасы үшін 18 · 8 = 144 сағат (атқарылмаған 12 сағат);

Г бригадасы үшін 18 · 8 = 144 сағат (атқарылмаған 12 сағат).

Айына атқарылатын уақыты: 30 · 24 = 720 сағат.

Бригадалардың айына атқаратын уақыты:

144 + 144 +144 + 144 + 144 = 720 сағат.

Г қосымшасының жалғасы

Г.2 Жұмыс және демалыс режимі

Жұмысшының жылдық уақыт балансы Г.2 – кестеде көрсетілген.

Г.2 Кесте- Жұмыс уақытының балансы

Көрсеткіштер атауы	Өлш.бір	Индекс формула	Негізгі жұмысшылар	Көмекші жұмысшылар
Жұмыс уақытының жылдық қоры	күндер	$T_к$	365	365
Демалыс және мерекелік күндері	күндер	$T_к$	98	61
Жұмыс уақытының номиналды қоры	күндер	$T_к$	267	304
Жұмысқа себептер бойынша шықпау	күндер			
Отпуск	күндер	T_1	40	29
Ауырғандар	күндер	T_2	3	3
Мемлекеттік міндеттерді орындау	күндер	T_3	1	1
Жүктілікке байланысты демалыс	күндер	T_4	3	3
Ардагерлерге демалыс	күндер	T_4	1	1
Шықпаған күндер қорытындысы	күндер	$\sum t = t_{жалпы}$	48	37
Жұмыс уақытының қолайлы қоры	күндер	$T_{эф} = T_0 - t_{жалпы}$	219	267
Жұмыс уақытының номиналды қорын қолдану	%	$T_{эф} = T_0 \cdot 100\%$	82	87,8
Жұмыс сменінің орташа жалғасуы	сағ	T_0	8	8
Жұмыс уақытының пайдалы фоны	сағ	$T_{эф} \cdot T_0$	1752	2136
Штатты күн тізбе коэфициентінің өтуі		$K = T_к/T_{эф}$	1,67	1,36

Г.3 Профессионал жұмысшылар құрамымен санын анықтау

Жұмысшылар санын есептеуді қызмет көрсету нормасы арқылы анықтаймыз. Бұл әдіс өндірістің апаратты процесті ұйымдастыруда қолданылады.

Г қосымшасының жалғасы

Жұмысқа келген жұмысшылар санын есептейміз:

$$N_{СП} = A \cdot H_0 \cdot C, \qquad (Г.1)$$

Мұнда, А – қондырғылар саны; H_0 – қызмет көрсету нормасы; С – смена саны.

Штатты жұмысшылар санын есептейміз:

$$N_ш = N_{СП} \cdot N_ж, \qquad (Г.2)$$

Осыдан, $N_{СП} = N_ш \cdot K$,

Мұнда, К – штаттан тізімге ауысу коэфициенті.

Мысалы разряды электролиз бойынша бесіншіні құрайтын кезекшілер санын есептейік. Электролиз кезекшісі үшін норматив 256 ванна. 2113 ванна үшін мынанша кезекші қажет: 2113/256 = 8. Бес бригадалы график бойынша электролизға 8 кезекші қажет. Тәулігіне үш смен.

Сонда,

$N_ш = 8 \cdot 1 \cdot 3 = 24$ - кезекші

$N_{СП} = 24 + 8 = 32$ - кезекші

$N_ж = 32 \cdot 1,67 = 53,44$ – кезекші

Өндірістегі негізгі жұмысшылар саны Г.3 - кестеде көрсетілген.

Г.3 Кесте – Өндірістегі негізгі жұмысшылар саны

Мамандар	Разряд	$N_ш$		$N_{СП}$	$N_ж$
		Сменде	Тәулігіне		
Электролиз бойынша кезекші	5	8	24	32	53,44
Аппаратчик - электролизник	5	16	48	56	93,52
Аға аппаратчик - электролизник	6	1	3	11	18,67
Смен бригадирі	5	1	3	11	18,37
Катодчик	4	2	6	14	23,38
Катодчик	5	2	6	14	23,38
Насосчик	4	1	3	11	18,37
Шламовник	5	2	6	14	23,38
Балқытушы	6	16	48	56	93,52
Жүктегішті жүргізуші	5	20	60	68	113,56
Басқару пультындағы оператор	6	1	3	11	18,37
Кран машинисті	5	4	12	20	33,40
Химия лабораториясының лаборанттары	4	4	12	20	33,40
Барлығы	65	78	234	338	564,46

Г қосымшасының жалғасы

Енді көмекші жұмыскерлердің санын есептейміз, ол үшін мысал ретінде бесінші разрядты слесарьді алайық: 2113 ваннаға үш слесарь жеткілікті.

Сонда:

$N_{АЖ}$ =6 · 1 · 3 = 18 слесарь

$N_{СП}$ =18 · 1 · 35 = 24,48 слесарь

Көмекші жұмысшылар санының нәтижесі Г.4 - кестеде көрсетілген.

Г.4 Кесте - Көмекші жұмысшылар саны

Мамандар	Разряд	$N_ж$		$N_{АЖ}$	$N_{СП}$
		Сменге	Тәулікке		
Электролиз ваннасын жөндеуші слесарь	5	6	18	18	24,48
Электромонтерь	5	3	9	9	12,24
Жер төле кезекшісі	4	3	9	9	12,24
Электролиз ваннасын тазалаушы	4	6	18	18	24,48
Электрогазосварщиктер	5	3	9	9	12,24
Токарь	5	3	9	9	12,24
Бытовой бөліміндегі жұмыскер	3	6	18	18	24,48
Барлығы	31	30	90	90	122,4

Г.5 Кесте - Жұмысшы жалақысының жылдық қоры

	Саны	Айлық табыс	Жылдық қор
Цех начальнигі	1	100000	1200000
Начальник орынбасары	2	80000	1920000
Цех технологы	1	70000	840000
Аға мастер	2	50000	1200000
Аға механик	1	35000	420000
Аға электрик	1	35000	420000
Смен мастері	5	40000	2400000
БТЗ начальнигі	1	40000	480000
Еңбекті ұйымдастыру және нормалау инженері	1	35000	420000
Экономист	2	30000	720000
ЕҚ және ТҚ инженері	1	35000	420000
Барлығы	17	550000	10440000

Г қосымшасының жалғасы

Г.4 Өзіндік құнның калькуляциясы

Келтірілген есептердің негізіне сүйене отырып, 1 т мыс үшін өзіндік құнның калькуляциясын құраймыз. Ол Г.6 – кестеде көрсетілген.

Г.6 Кесте - 1 т мыс үшін өзіндік құнның калькуляциясы

Шығындар тізімі	Мөлшері	Бағасы	Суммасы
а) Шикі зат:			
Электролит, $м^3$	12,5	9220	116000
Анодты мыс, кг	1250	92	115323,77
б) Қосымша материалдар:			
Катодты негіздер	33	82	2706
Беткі активті заттар, кг			
Столярлы клей	0,25	120	30
Тиомочевина	1,45	160	232
Сабын негізінің экстрактысы	0,30	230	69
В – нафтол және сұйық әйнек	0,12	170	20
Барлығы			234380,77
в) Энергиялық шығын:			
Электроэнергия кВт · сағ/т	3590	2,7	9693
Бу, Мгк	0,3	130	39
Су, $м^3$	204	10	2040
Сығылған ауа, $м^3$	600	0,05	15
Барлығы			11787
Қайтарымдар, кг			
Шлам	3,6	180	648
Скрап	180	160	28800
Келген кіріс қорытындысы			29448
Барлығы			216719,77
г) Еңбек ақысы:			
Негізгі жалақы			552,91
Қосымша жалақы			162,83
Барлығы			715,74
д) Әлеуметтік қажеттілікке			
Әлеуметтік сақтандыруға (7,3%)			87,31
Зейнетақы қоры (10%)			119,61
ж) Қондырғыларды жұмыс күйінде ұстау үшін			
Қондырғылардың амортизациясы (15%)			67,04
Кезекті жөндеу (қондырғының өз бағасынан 2%)			1556,65
Тез тозғыш құралдар (құралдан 1%)			748,53
Цехтағы жүкті тасымалдаушы (қондырғыдан 3%)			2100,04
Барлығы			2579,14
з) Цех шығындары			
МОП аппаратын ұстау үшін			108
Ғимаратпен қондырғылардың амортизациясы (15%)			930,83
Ғимаратты сақтау (ғимараттан 2%)			124,11
Еңбекті қорғауға (жалақыдан 10%)			71,57
Құралдың тозуы (қондырғыдан 1%)			11,52
Барлығы			1243,03
Цех бойынша мыстың өзіндік құны			221257,68
Жалпы зауыттың шығыны (цехтан 3%)			6843,48
Мыстың толық өзіндік құны			228101,16

Г қосымшасының жалғасы

Г.5 Жылдық пайданы, өтелу мерзімді, капиталдық шығынды және рентабельді есептеу

Катодты мыс бойынша цехтың жылдық өнімділігі 200 000 т. Биржалық баға бойынша 1 т мыс $ 7500, оны ұлттық бағаға айналдырғанда мынандай болады:

$$379 \cdot 7500 = 2\ 842\ 500$$

Осыған байланысты мына формуламен пайданы есептейміз:

$$П_р = (Ц – С) \cdot Q, \qquad (Г.3)$$

мұнда, Ц – жалпы баға; С – өнімнің өзіндік құны; Q – жылдық өнімнің бағдарламасы.

Пайда мынаны құрайды:

$$П_р = (2\ 842\ 500 – 228101{,}16) \cdot 200000 = 522\ 879\ 76800 \text{ теңге.}$$

Цехтың өтелу мерзімін мына формуламен табамыз:

$$Т = К/П_р, \qquad (Г.4)$$

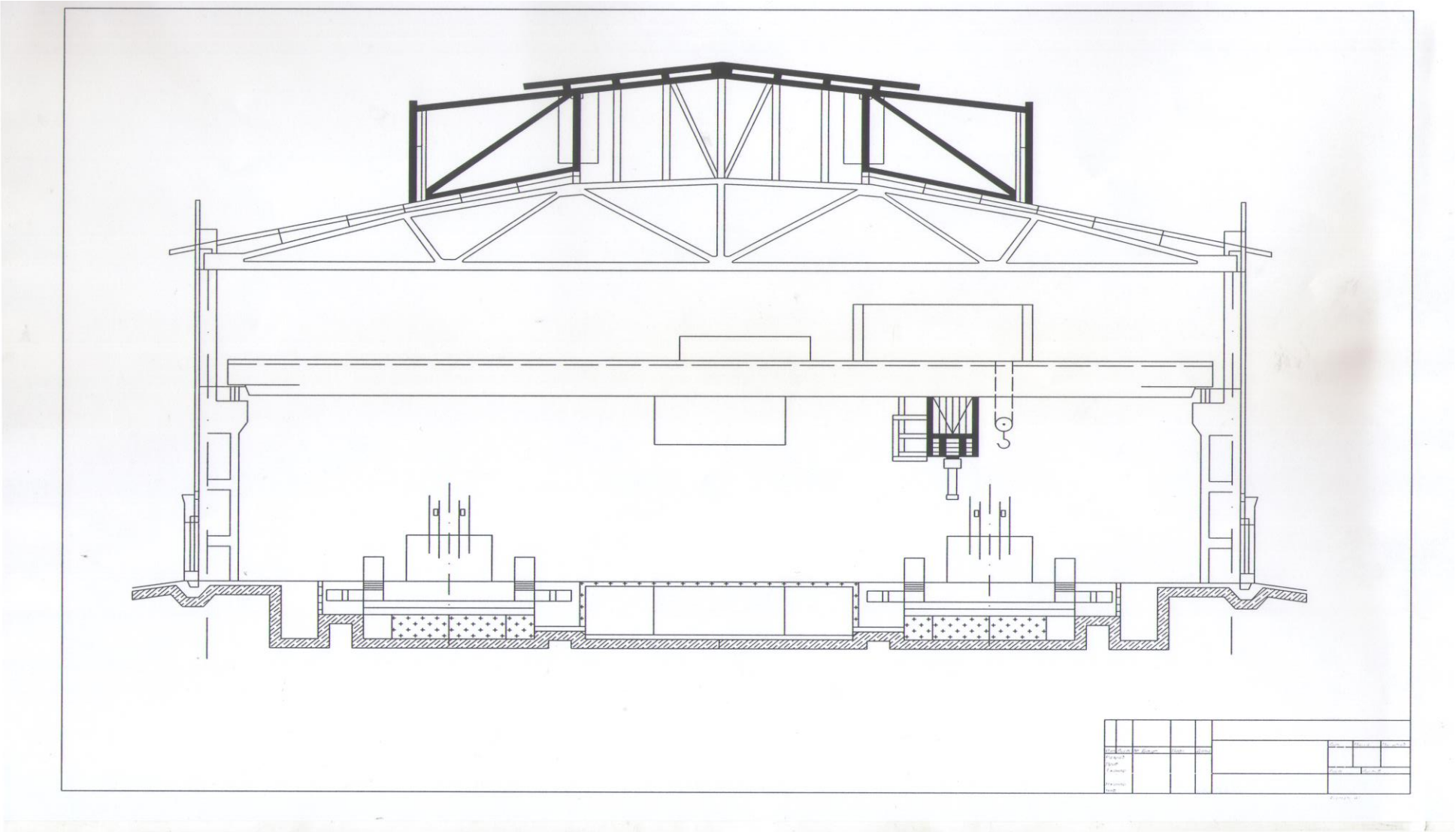
$$Т= 4960306050 : 52287976800 = 0{,}9 = 1 \text{ жыл}$$

мұнда, К – цех құрылысының өнімділік қорының суммасы, тг; $П_р$ -пайда, тг.

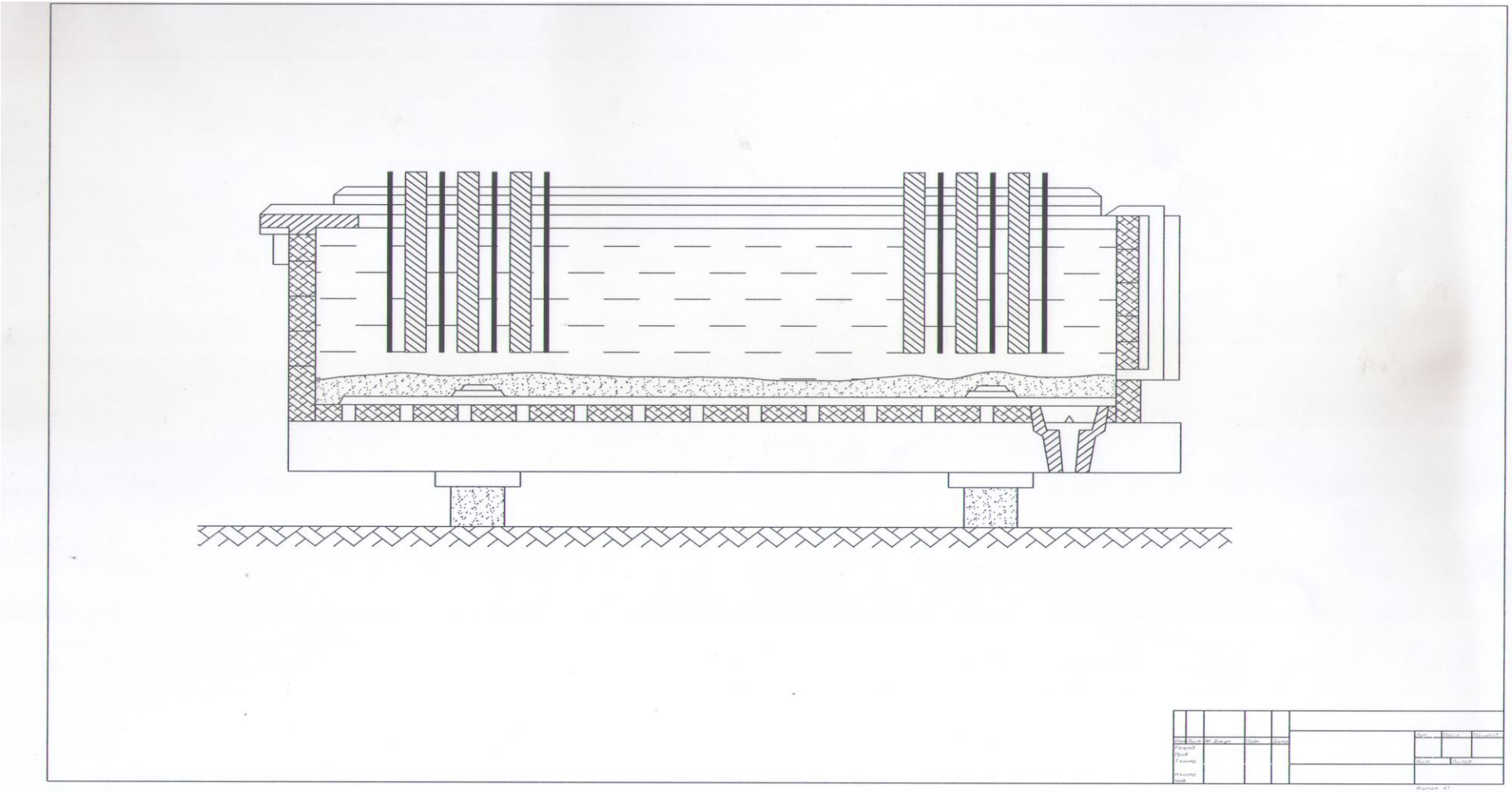
Рентабелы мынаған тең:

$$R = П_р/ С \cdot 100\% = (2\ 842\ 500 – 228101{,}16) / 228101{,}16 \cdot 100\% = 40\% \qquad (Г.5)$$

Д қосымшасы



Д қосымшасының жалғасы



Краткий отчет

Университет:	Satbayev University
Название:	БМКЗ жағдайында анодтық мысты электротазалау
Автор:	Медет Жазел
Координатор:	Лайла Бошкаева
Дата отчета:	2019-05-18 09:17:44
Коэффициент подобия № 1:	**2,8%**
Коэффициент подобия № 2:	**1,0%**
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	5 884
Число знаков:	44 875
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	49

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

Количество выделенных слов 18

>> Самые длинные фрагменты, определеные, как подобные

№	Название, имя автора или адрес гиперссылки *(Название базы данных)*	Автор	Количество одинаковых слов
1	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-goldanyluy/		30
2	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-goldanyluy/		27
3	«Казцинк» ЖШС Өскемен МК базасында мыс штейндерін ПС конвертерде өңдеу учаскесін жобалау *D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОҚТиМУТ)*	Нұрпанов Б.Н. 14-ЦМК-1	23
4	«Казцинк» ЖШС Өскемен МК базасында мыс штейндерін ПС конвертерде өңдеу учаскесін жобалау *D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОҚТиМУТ)*	Нұрпанов Б.Н. 14-ЦМК-1	20
5	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-goldanyluy/		12
6	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-goldanyluy/		12
7	Huseynova T.M. Abdullayeva G.N.Kimya darslik.doc *Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI) (Polimerlərin və qeyri üzvi maddələrin emalı texnologiyası_36)*	Huseynova T. Abdullayeva G.	8
8	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-goldanyluy/		8
9	Umumi kimyadan muhazirələr toplusu_Aqahuseynova M.M._Ədilnəzəlova M.M.doc	Adıgözalova	7

	Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI) (Polimerlərin və qeyri üzvi maddələrin emalı texnologiyası_36)	Mehpara	
10	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-qoldanyluy/		7

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

Не обнаружено каких-либо заимствований

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

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Название *(Название базы данных)*	Автор	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	«Казцинк» ЖШС Өскемен МК базасында мыс штейндерін ПС конвертерде өңдеу участкесін жобалау *D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОҒТиМУТ)*	Нұрланов Б.Н. 14-ЦМК-1	43 (2)
2	Huseynova T.M. Abdullayeva G.N.Kimya darslik.doc *Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI) (Polimerlərin və qeyri üzvi maddələrin emalı texnologiyası_36)*	Huseynova T. Abdullayeva G.	13 (2)
3	Umumi kimyadan muhazireler toplusu. Agahuseynova M.M. ,Adigozelova M.M..doc *Azerbaijan State University of Oil and Industry (ASUOI) (Polimerlərin və qeyri üzvi maddələrin emalı texnologiyası_36)*	Adıgözəlova Mehpara	7 (1)

>> Документы,содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Источник гиперссылки	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	URL_ https://baribar.kz/student/10150/elektrokhimiya-khimiya-tekhnologiyalyq-protsesterdi-zhurgizudegi-elektr-energiyanynh-qoldanyluy/	101 (7)

Copyright © Plagiat.pl 2002-2019