

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

Касенгазина Назерке Асангазықызы

«Катодты мырышты алу цехының жобасы»

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

_____ М.Б. Барменшинова

«_____» _____ 2020 ж.

Дипломдық жобаға
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Катодты мырышты алу цехының жобасы»

Мамандығы 5В070900 – Metallургия

Орындаған

Касенгазина Н.А.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. канд., сениор-лектор

_____ Г.Ж. Молдабаева

«_____» _____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – Metallургия

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра меңгерушісі, техн. ғыл. канд.

_____ М.Б. Барменшинова
« » _____ 2020 ж.

Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Касенгазина Назерке Асангазықызы

Тақырыбы: «Катодты мырышты алу цехының жобасы»

Университет Ректорының 2020 жылғы «27» қаңтар № 762-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «18» мамыр 2020 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: мырыш өндірісінің мәліметтері, мырыштың сульфатты ерітіндісінің құрамы, электролиз процесінің температурасы, тоқ күші, ваннадағы кернеу, электролиз цехының жылдық өнімділігі

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) әдебиетке шолу;

в) өндірістің технологиялық үдірістері мен шешімдері;

г) технологиялық процесінің есептеулері;

д) қорытынды.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): электролиз ваннасының сызбасы, қосымша жабдықтың сызбасы, цех жоспары мен қимасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 13 атаудан тұрады

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	11.02.2020 ж.	
Әдеби шолу	25.03.2020 ж.	
Технологиялық бөлім	08.04.2020 ж.	
Металлургиялық есептеулер	15.04.2020 ж.	
Қорытынды	30.04.2020 ж.	

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

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Г.Ж.Молдабаева техн. ғыл. канд., сениор-лектор		
Норма бақылау	А.Н.Таймасова техн.ғыл. магистрі		

Ғылыми жетекші _____ Г.Ж.Молдабаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Н.А. Касенгазина

Күні _____ «03 » ақпан 2020 ж.

АҢДАТПА

Қарастырылған жобаның құрамына 44 беттен тұратын түсіндіру - жазбасы кіреді.

Аталған жобаның мақсаты - алдыңғы қатарлы технологиялық еңгізулерді және экономикалық тиімділікті ескере отырып катодты мырыш 2-алуға арналған электролиз цехын жобалау.

Жобада технологиялық схема таңдалып, материалдық, жылулық және - кернеу баланстарының есептеулері жүргізіліп, негізгі және көмекші цех қондырғылары таңдалды.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект состоит из 44 страниц пояснительной записки.

Цель проекта - проектирование цеха электролиза по получению катодного цинка с учетом передовых технологических внедрений.

Осуществлен выбор технологической схемы, выполнены расчеты материальных, тепловых балансов и баланса напряжений, выбрано основное и вспомогательное оборудование цеха.

ANNOTATION

These project consists of 44 pages of explanatory notes .

The aim of the project - design shop electrolysis to obtain zinc cathode in the light of advanced technological introduction.

Implemented the choice of the technological scheme, the calculations of the material, heat balance and the balance voltage, select the main and accessory shop.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Негізгі бөлім	10
1.1 Әлемдік және отандық тәжірибеде мырыш концентратын гидрometаллургиялық әдіспен өңдеу әдісін талдау	10
1.1.1 Мырыш концентратын гидрometаллургиялық әдіспен өңдеу бойынша ғылыми-техникалық және патентті ақпараттық әдеби шолуы	10
2 ЖШС «Казцинк» өнеркәсібінің құрылу алғы шарттары	12
1.2.1 Шикізат қоры. Шикізаттың сипаттамасы, номенклатурасы, сапасы, бәсекеге қабілеттілігі және өнімнің техникалық деңгейі	13
1.2.2 Мырышты электролиттік әдіспен алудың тәжірибесі	15
1.2.3 Жобалау үшін бастапқы деректер	16
2 Бас жоспар, көлік және жоба бойынша құрылыс шешімдері	17
2.1 Құрылыс ауданының қысқаша сипаттамасы	17
2.2 Құрылыс алаңының таңдалуы мен сипаттамасы	17
2.3 Жалпы жоба бойынша шешім	17
2.4 Ішкі және сыртқы көлік	18
3 Жоба өңделуінің технологиялық шешімі	20
3.1 Мырыштың өндіріс технологиясын, жартылай өнім немесе басқа да мақсатты өнімдерін жетілдірудің теориялық негізі	20
3.2 Мырыштың өндіріс технологиясын, жартылай өнім немесе басқа да мақсатты өнімдерін жетілдіру әдісінің негізгі технологиялық көрсеткіштері	24
3.3.1 Есеп үшін бастапқы мәліметтер	27
3.3.2 Материалдық баланс есебі	27
3.3.2.1 Катодтық мырыштың құрамы мен шығымының есебі	27
3.3.2.2 Қажетті ванналар мен катодтар және ванна арқылы өтетін ток мөлшерінің есебі	29
3.3.2.3 Ванна өнімділігі	29
3.3.2.4 Шламға өтетін компоненттер мөлшері	30
3.3.2.5 Ваннадағы кернеу балансы	31
3.3.2.6 Бөлімдегі ванналардың орналасуы мен қатар жалғасының санын есептеу	35
3.3.2.7 Катодты мырыш балқыту процесінің есептелуі	36
3.3.2.8 Бір тонна мырышқа кететін үлестік электрэнергиясы	36
3.3.3 Ваннаның жылулық балансы	36
3.4 Технологиялық есеп пен негізгі қондырғыны таңдау	38
3.4.1 Электролиз ванналарын таңдау	39
3.5 Қосымша қондырғыларды таңдау	40
3.5.1 Электролитті суыту қондырғысын таңдау	40
3.5.2 Көмекші ерітінділерді дайындау	42
Қорытынды	43
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	44

КІРІСПЕ

Мырыш – Д.И. Менделеевтің периодтық системасындағы екінші топ элементі, реттік номері 30 және атомдық массасы 65,38. Мырыш – латын тілінен аударғанда «ақ» деген мағынаны береді. Металды мырыш көкшіл-ақ түсті болады. Оның балқу температурасы 419,5 °С, қайнау температурасы 905,4 °С. Мырыш гексагональді жүйеде кристалданады. Құйылған металдың тығыздығы 7,13 г/см³, ал балқыған металл тығыздығы 6,92 г/см³ болады.

Табиғатта 60-қа жуық мырыштың минералдары белгілі. Ең көп таралғаны мырыштың күкіртті және оттекті қосылыстары. Олардың ішіндегі өнеркәсіпке қажетті минералдары: сфалерит немесе мырыш алдамшысы (ZnS), марматит ($m\text{ZnS} \cdot n\text{FeS}$), смитсонит (ZnCO_3) және ($\text{H}_2\text{Zn}_2\text{SiO}_5$).

Барлық сульфитті мырышты кендерді флотациялық байытуға ұшыратады, кеннің құрамына байланысты мырышты, қорғасынды, мысты концентраттар алынады.

Бұл концентраттар 40 % мырыш сонымен қатар 1,5 % қорғасын сульфиді және оксиді, 9,5 % темір, 1,03 % мыс, 0,23% кадмий, 31,3 % күкірт, 0,42 % мышьяк.

Электролит ерітінділерінде металдың өздігінен еру үрдісі зерттеушілердің назарын ертеден аударған. Ол металдардың электрохимиялық коррозиясының негіздерінің бірі болып саналады және гидрометаллургияда көптеген үрдістерді қоса алып жүреді. Жеке алып қарағанда, мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінде металдың еру үрдісі мырыш ұнтағының көмегімен мырыш сульфатының қоспалардан ерітіндінің цементациялық арылу тереңдігін анықтайды, сондай-ақ мырыштың электролиз үрдісінің техника-экономикалық көрсеткіштерін анықтайды. Берілген үрдіс никель гидрометаллургиясында және басқа да металдарға ұқсас әсер етеді, сондай-ақ металдарды қышқылдарда ерітіп, тұз алуда әсер етеді.

Қолданбалы және халық шаруашылығындағы мәнділігімен қоса металдардың еру үрдісі теориялық қызығушылық тудыруда. Осыдан біраз уақыт бұрын осы үрдістердің сипатын кейбір сусыз ерітінділердегі металдардың өзара әсерлесуі болатындығына орай химиялық жағынан қарастырған су ерітінділерінде қышқыл реакциясы электрохимия механизмі бойынша жүреді [1]: металл ерітіндіге ион (тотығады) түрінде өтеді, ал қалған металда бос электрондар орнына тотықсыздану үрдісі қатысады. Мұнда ерудің барлық үрдісі бір уақытта біріңғай жылдамдықпен өтетін бірнеше параллель (түйіскен) сатыдан тұрады. Металдың иандалуының анодты үрдісінің табиғаты өзгеріссіз, реакциясының табиғатын, ерітінді құрамын өзгертуге болады. Сонымен қатар бір сатыдағы үрдіс жылдамдығының төмендеуі екіншісін де тежейді, яғни металл еруінің барлық үрдісінің жылдамдығына әсер етеді.

1 Негізгі бөлім

1.1 Әлемдік және отандық тәжірибеде мырыш концентратын гидрометаллургиялық әдіспен өңдеу әдісін талдау

1.1.1 Мырыш концентратын гидрометаллургиялық әдіспен өңдеу бойынша ғылыми-техникалық және патентті ақпараттық әдеби шолуы

Қазіргі кезде дамыған және енді дамып келе жатқан капиталистік мемлекеттердің ішінде 27 мемлекет мырыш өндіруші болып табылады. Бұл мемлекеттерде мырыш саласында ең бір маңызды ұғым қалыптасқан; өндірісті шоғырландыру, ол шығынды азайтады, нәтижесінде олардың қаржы мәселесін оңалтады. Негізгі мырыш өндіретін мемлекеттер Жапония, АҚШ, Канада, Германия, Австралия, Бельгия, Италия, Франция, Испания және Оңтүстік Корея.

ТМД мемлекеттерде мырыштың негізгі бөлігін өндіретін зауыттар Қазақстан Республикасында (АО УКСЦК, АО ППК), Ресейде мырыш Челябин электролит және Беловта электроцинк, Украинада – Укрцинк зауыттарында өндіріледі. ТМД-да барлық мырыш заводтары гидрометаллургиялық технологиямен өңделеді.

Қазіргі кезде мырыш металын өндірудің екі әдісі бар: пирометаллургиялық және гидрометаллургиялық.

Мырышты гидрометаллургиялық технологиялық әдіспен өндіру үшін мынадай саты арқылы жүзеге асады:

- 1 Шикізатты металлургиялық өндіруге дайындау.
- 2 Мырыш концентратын күйдіру.
- 3 Күйдірілген заттарды және басқа да материалдарды ерітуге дайындау.
- 4 Құрамында мырышы бар материалдарды еріту.
- 5 Мырыш ерітінділерін басқа қоспалардан тазарту.
- 6 Мырышты электрлік тұндыру.
- 7 Катодты мырышты балқыту.

Мырышты гидрометаллургиялық әдіспен өндіру технологиясында электролизге түсетін ерітінділердің сапасы жақсаруы байқалады. Гидрометаллургиялық тәсілмен мырыш алу үрдісі төрт негізгі сатыдан тұрады; сульфидтік концентраторды сатылап күйдіру, қамтиды; еріту, қоспалардан ерітінділерді тазарту, мырышты электролитті тұндыру. Бұл әдістің негізгі артықшылығы мынада:

- шикізаттан негізгі және қосалқы компоненттерді өндіру көрсеткіші жоғары, әсіресе мырыш өндірісінде кадмий, индий, талий өндірудің негізгі көзі;

- қоршаған ортаны зиянды тастандылардан қоршаудың қолайлы мүмкіндігін жасау қамтамасыз етіледі;

- қалған қуатты өндірісті тұрғызудың мүмкіндігі қамтамасыз етіледі;

- мырышы бар түрлі саладағы шикізатты өңдеу мүмкіндігі туғызылады;

Пирометаллургиялық әдіске карағанда гидрометаллургиялық әдіс көп қолданыста. Мырыш гидрометаллургиялық өндірудің мәні, күйдірілген мырыштың концентраттарын әлсіз күкірт қышқылымен ерітіп, мырышты ерітіндіге сульфат ретінде ауыстыру. Мырыш ерітіндісі құрамындағы басқа қоспалардан арылады, металдың электрлі тұнуы арқылы индукциялық пеште катодты мырышты балқытады. Электролизге түсетін ерітінділер құрамында зиянды қоспалар минимум болуы үшін, ерітінділерді тазалау жаңа әдістер ойлап табумен қоса ескі әдістерді жетілдіру іске асырылуда. Ерітіндінің тазалығы мырышты алу толық процесіне маңызды. Бұл мырышты электролизбен алудың көрсеткіштерін жоғарлатудың бір жолы. Қоспалардың концентрациясы ондық пен жүздік миллиграмм литрге деңгейден аспауы тиіс [1].

Біздің зауыттарда күйінді мен возгондарды өндеудің технологиялық сұлбалары бойынша электролизге химиялық құрамы сәйкес ерітінділер дайындауға мүмкін емес.

Мырыш электролитінің тазалық дәрежесі, заводтағы қабылданған сілтілеу және қоспалардан тазарту технологиясының жетістігін көрсетеді. Шет елдер заводтарында электролиттің жоғарғы тазалығын, технологиялық операцияны мұқият жүргізуіне байланысты қол жеткізеді: күйінді мен возгондар сілтілеуінен бастап (ертіндіні темірден, мышьяктан, сурьмадан және басқа қоспалардан терең гидролитикалық тазартудан өткізу, пульпаны жақсы тазарту және т.б.), ертіндіні көп кезенді тазартудан өткізу, ертінді құрамын және сілтілеу және тазарту процесін бақылайтын жүйе енгізу. Сонымен қатар тура дозалайтын және бәрін өлшейтін қондырғыларды, үздіксіз химанализ және пробаалғыш қондырғыларын, дисперсті күйінді мен мырыш шаңын, кобальтты цементациялау үшін әртүрлі активтендіруші қосындыларды, тазалаудың бір стадияларында ертіндіні жоғары температураға дейін қыздыруды (80-95°C), аралық фильтрация және т.б. қолданады. Көп заводтарда, тазаланған ертінді құрамындағы қоспалар, мг/л: 1-10 темір, 0,05-0,1 мыс, 0,01-0,2 кадмий және 0,02-0,4 кобальт (басқа зауыттардағы кобальттың қоспасы: Порто-Маргера – 11мг/л, Даттельне – 9-15 мг/л, Ээнда – 15-20мг/л, Камиокада – 43 мг/л). Қазіргі кезде жоғары тазалықтағы металл маңызы өсті [2].

Қазіргі кезде электролитті қоспалардан қосымша тазартуды қолданып, қорғасын аноды бар ваннада стандартты мырыш электролизі кезінде, 99,96% тазалықтағы металл алынады (марка Ц - 0).

Қоспалардың зиянды әсерін жою үшін және жақсы сапалы катодтық қалдықты алу үшін электролитке әр түрлі коллоидтық қоспалар еңгізеді. Оларға столярлы клей, желатин, гуммиарабик, сұйық шыны және т.б. жатады. Қосылған коллоидтар сутегінің асқын кернеуін жоғарлатады осының нәтижесінде ток бойынша шығымы да өседі. Ал басқа жағынан алып қарасақ коллоидтық қоспалар жалпы ваннаның кедергісін өсіріп нашар катодтық мырыш алынады, сондықтан олармен абайлап жұмыс жүргізу қажет.

Мырыш зауыттарының үлкен өндірістік тәжірибие көрсеткендей, бейтарап ерітіндіде қоспалардың неғұрлым аз болған сайын, соғұрлым электролитке қосылатын коллоидтық қоспалар аз болуы тиіс. Ваннаға қосылатын клейдің мөлшері электролиттің құрамына байланысты болып, 1 т катодтық мырышқа 200-ден 1000 г дейін өзгереді. Ток тығыздығы жоғарлаған және электролиттің айналымның өскен сайын шығындалатын клейдің мөлшері қалыпты электролиз кезінде кететін мөлшерден көп.

Коллоидтық қоспалардың көмегімен жақсы катодтық қалдықты алуына бірнеше теория бар.

Осылардың бір теориясы бойынша электролиз өте келе мырыш қалдығының беті нашарлай түседі. Өйткені мырыш қалдығының бетінде дендрит деп аталатын әр түрлі кедір-бұдыр пайда бола бастайды. Бұндай беттің нағыз ауданны үлкейе түседі де, ал ток тығыздығы төмендейді. Коллоидтар ең алдымен кедір-бұдыр аудандарда отырып, электр тогының әсерінен сақтайды. Нәтижесінде кедір-бұдыр аудандарының өсуі тоқталып, ток тығыздығы өсіп, мырыштың беті тығыздалып және түзіленеді. Ток бойынша шығымы өседі. Бұл теория бойынша электролиттің кедергісі өспей, тек жалпы ваннаның кедергісі өседі. Электролизге клейді әр 24 сағат немесе 48 сағат сайын ток шығының жоғалтпай еңгізуге мүмкіндік бар. Яғни, коллоидтардың әсері электролиз кезінде дендриттер мен кобальттың зиянды әсерін төмендету үшін негізделген.

Клей ерітіндіге ваннаға екі жолмен: орталықтандырылған және әрбір ваннаға бірдей уақыт аралығында еңгізіледі[3].

1.2 ЖШС «Казцинк» өнеркәсібінің құрылу алғы шарттары

Металлургиялық объектіні салу кезінде оның шикізат, материалдық, сулы және энергетикалық ресурстар аймағына жақын орналастырылуына ең бірінші және шешішү фактор болып табылады. Бұл өндіріске қажетті қаражаттың шығымын азайтады.

ЖШС «Казцинк» мырыш зауытының салынуы келесі факторлармен түсіндіріледі:

– өнеркәсіптің шикізат ресурстарына: Лениногорск, Зыряновск, Березовск және Белоусовск полиметаллургиялық кенорындарының жақын орналасуы;

– салынатын өнеркәсіптің сулы ресурстарына: Ертіс пен Ульба өзендеріне жақын орналасуы;

– энергетикалық ресурстарының, 1940 жылы салынған Риддер энергетикалық аймағының басқару орталығы «Алтайэнерго», бар болуы.

Өскемен мырыш зауытының құрамына кіреді:

- күйдіру цехы;
- сілтілеу цехы;
- электролитті цех;

- букомпрессорлы цех;
- құрылыс-жөндеу цехы;
- механикалық-жөндеу цехы;
- электрлі цех;
- электрремонтты цех;
- көлікті цех;
- химиялық зертхана;
- әскери күзет.

Цехтардың құрылыс жұмыстары аяқталғаннан кейін оларды сынақтан өткізіп, мырыш зауыты іске қосылып тұрған зауыттар қатарына қосылып, алғашқы өнімін 25 қыркүйекте 1947 жылы берді.

Қазіргі кезде мырыш өндірісінің технологиялық сұлбасы қалыпты: концентраттарды күйдіру – күйіндіні үздіксіз шаймалау – өнім ерітіндісін қоспалардан тазарту – электролиз – катодтық мырышты балқыту[4].

Қазіргі уақытта ОАО «Казцинк» Бұқтырма ГЭС-і, Өскемен ГЭС-і мен ТЭЦ-тен энергия көзімен қамтамасыз етіледі, ал кендер көзіне Риддер мен Жезкенді кенорындары қосылды.

1.2.1 Шикізат қоры. Шикізат сипаттамасы, өнімнің сапасы, бәсекеге қабілетілігі және өнімнің технологиялық деңгейі

Мырыш кендері құрамында мырыш сульфидті немесе тотықты күйінде кездесетін екі түрлі бөлінеді: күкіртті және сульфидті. Құрамында мырышы бар табиғатта ең көп тараған кеннің түрі – сульфидті: сфалерит, галенит, халькопирит және пирит.

Бұл кендердің өзіне тән ерекшелігі болып, минералдардың бір-бірінде біраз мөлшерде болуы, осыған байланысты бұл рудадан алынған мырыш концентратында қорғасын, ал қорғасындыкінде мырыш болады.

Бір текті мырыш кені табиғатта өте сирек кездеседі. Ең көп тараған қорғасын-мырышты кен, одан сирек мыс-мырышты кен. Кенде мырыш пен қорғасыннан басқа, мыс, алтын, күміс, кадмий, және басқа металдар жиі кездеседі.

Мырышты кендер құрамындағы өндейтін металдың мөлшері төмен (1-13 %) болғандықтан, оларды алдымен байытуға жібереді.

Мырыштан басқа, өзге де металдары бар полиметалды кенді байытқанда, селективті немесе коллективті флотация әдісін қолданып, одан кейін селекциялайды. Селективті флотацияның мақсаты болып, кенді минералдарды мүмкіндігінше біртекті концентрат алып бөлу болып табылады. Түсті металдар кендерін байыту кезінде флотация әдісін қолдану, олардың алыну және концентрация дәрежесі бойынша үлкен жетістікке жетті. Флотация арқасында, металлургиялық зауыттарға салыстырмалы таза және бай мырышты концентраттар түседі. Мырыш концентраттарының

құрамы,%: мырыш 38-62; қорғасын 0,7-6; мыс 0,05-4,5; темір 2-13; күкірт 30-32[5].

1.1 кестесінде электролиз процесінде қолданылатын негізгі шикізаттың және материалдардың сипаттамасы келтірілген.

1.1 Кесте – Материалдар мен шикізат сипаттамасы

Шикізат, отын және материалдардың аталуы	Нормативті-техникалық құжаттардың белгіленуі	Шикізат пен материалдарға қойылатын талаптар
Тазаланған бейтарап электролит		Құрамында Zn 125-145г/дм ³ ; Құрамындағы қоспалардың мөлшері аспауы тиіс: Cd – 2,5 г/ дм ³ ; Cu – 0,25 мг/ дм ³ ; Co – 2,3 мг/ дм ³ ; Ni – 0,1 мг/ дм ³ ; Fe – 40 мг/ дм ³ ; Sb – 0,08 мг/ дм ³ ; F – 100 мг/ дм ³ ; Cl – 230 мг/ дм ³ ; As – 0,1 мг/ дм ³ ; Mn – 3-8 г/ дм ³ ; мен.салмақ 1,350 – 1,390 г/см ³
Қолданылған электролит		Қышқылдығы 145-175 г/ дм ³ ; Содержание Zn 50-60 г/ дм ³ ; Температура 38-42 °С
Суытылған электролит		Қышқылдығы 135-165 г/ дм ³ ; Құрамында Zn 55-65 г/ дм ³ ; Температура 30 + 3 °С
Электролизге түсетін ерітінді		Құрамында H ₂ SO ₄ 135-165г/ дм ³ ; Меншікті салмақ 1,290 г/см ³ ; Температура 30 + 3 °С
Костты клей (столярлы)	ГОСТ 2067-93 Жоғарғы сорт	Сертификат бойынша
Экстракт солодки	ГОСТ 22840-77"Е"	Сертификат бойынша
Костты клей (столярлы)	ГОСТ 2067-93 Жоғарғы сорт	ГОСТ 2067-93 Жоғарғы сорт
Экстракт солодки	ГОСТ 22840-77"Е"	Сертификат бойынша
Натрий сульфаты	ТУ-6-00-57345 86-89	Сертификат бойынша
Сурьма-виннокышқылды калий	ГОСТ 6-09-08-1958- 88	Сертификат бойынша
Көмірқышқыл стронций	ГОСТ 2821-75	Сертификат бойынша
Катодтар үшін беттік алюминий	ГОСТ 11069-74	Марка А-5 қалыңдығы 4мм
Анодтар үшін күміс	СТРК 932-92	Марка СрА-I
Анодтар үшін қорғасын	ГОСТ 3778-77	Марка С2, С1
Мыс шинасы	ГОСТ 434-78	Сертификат бойынша
Резенке катодтық планка	ТУ 2500-376- 00152106-94	Сертификат бойынша
Көпкомпонентті анодтар		Құрамында : Pb – 99,25%; Ag – 0,75%; анод массасы 54 кг

1.2.2 Мырышты электролиттік әдіспен алудың тәжірибесі

Қазіргі уақытқа сай гидрометаллургиялық зауыт күрделі технологиялық процестер мен аппараттардан тұрады.

Сульфидті мырыш концентраттарын, шикізаттың басқа түрін өндейтін және үздіксіз тұйық цикл бойынша жұмыс істейтін мырыш гидрометаллургиялық зауыттың технологиялық сұлбасы көптеген операцияларды қамтиды. Осының құрамына электролизге барып түсетін ерітіндінің дайындалуы да кіреді.

Электролизге дейінгі операциялардың маңыздылығы келесіде:

1) Сульфидті мырыш концентраттарын күйдіру. Күйдірудің мақсатына мырышты сульфид күйінен тотықты күйге айналдыру болып табылады. Күйдірі процесі қайнау қабат пештерінде жүргізіледі.

2) Күйіндіні шаймалау. Мырышты ерітіндіге сульфат түрінде ауысуы – шаймалаудың мақсаты. Шаймалау қолданылған электролитпен механикалық немесе пневматикалық арластырғышы бар чандарда іске асырылады. Шаймалаудың сұлбасы периодты және үздіксіз, бір немесе екі сатылы болып келеді.

3) Ерітінділерді тазалау. Тазалаудың мақсатына электролизге кері әсер тигізетін қоспалардан бос ерітінділер алу жатады. Тазалау кезінде гидролиз, аз еритін химиялық қосылыстар түзілуі, коагуляция, адсорбция, цементация және басқа процестер қолданылады[6].

Соңғы уақыттарда барлық мырыш электролитті зауыттарында ток тығыздығы мен қолданылған электролиттің қышқылдығын өсіру арқылы процестің интенсификациясы байқалуда. Электролизді жүргізу шарты бойынша электролиттік зауыттарды үш негізгі топқа бөлуге болады;

1) Ток тығыздығы 350-550 а/м мен жұмсатылған Электролитте күкірт қышқылы 90-120 г/л-де жұмыс істейтін зауыттар;

2) Ток тығыздығы 350-550 а/м мен жұмсатылған Электролитте 150-200 г/л күкірт қышқылы мен жұмыс істейтін зауыттар;

3) Ток тығыздығы 1000 а/м мен күкірт қышқылы Электролитте 300 г/л болып жұмыс істейтін зауыттар(Тейнтон әдісі). Жоғары ток тығыздығымен жұмыс істеу барысында электролиз цехтарының құрылысына кететін жалпы шығын, ошиновкаға қажет түсті металдардың және электродтардың саны мен мөлшері азайады. Бірақ жоғары тығыздықты ток құрамы өзгермейтін электролитпен жұмысы кезінде ваннадағы кернеудің өсуіне, катодтық мырыштың құрлымына және электроэнергияның шығынының көбейюіне әкеліп соқтырады. Әрбір ток тығыздығына сай, электрэнергиясы минимумға тең, электролиттің қышқылдығы болады. Неғұрлым ток тығыздығы жоғары, сәйкес осы минимумға, соғұрлым электролиттің қышқылдығы жоғары болып келеді.

Қолданылған электролиттің қышқылдығын көтеру ток тығыздығын жоғарлатуға сонымен қатар ерітінділерді дайындау процесін интенсификациялауға мүмкіндік береді. Бірақ ерітінділердің концентрленген

түрін алу кезінде олардың дайындалуын күрделендіре түседі. Қаныққан мырышты ерітіндімен жұмыс іскеу кезінде оның тұндыру мен фильтрация қиындықтар туғызып, ерітіндінің қыздыруын және құрамындағы қоспалардың мөлшерін қатаң түрде тексеруін талап етеді.

Сонымен қоса электролизерлердің өнімділігін жоғарлатуды ток бойынша шығымы арқылы жүзеге асыруға болады. Бұған электролитті кірмелерден мұқият тазарту, электролиттің суыту системасын жақсартумен реверсивті электр тогының үзбелігін қолданумен қол жетеді. Күнделікті жағдайда мырыштың электр қонбасын катод шоғырында өсіру шамасы бойынша және бағыты өзгермейтін тұрақты токпен жүргізіледі. Бұл кезде мырыш катоды мен мырыштың электрлі қонымын шарттаған ерітінді арасындағы секіріс потенциалы мырыш электроды теңсалмақты потенциалы мен токтың берілген тығыздығын сай келетін кернеу ұлғаюынан бөлінген мырыштың қосындысына тең.

Тәулігіне бір рет мырышты катодтардан қолмен сыдырып, катодтарды хлорлы аммоний қосып балқытатын алаңға тасымалдайды. Катодтарды балқыту индукционды пештерінде жүргізіледі.

Катодты мырыш сыдыруды механикаландырған жөн, бірақ зерттеулер жартылай өнеркәсіпті сынаулар, оларды өнеркәсіпке енгізу үшін ғылыми толықтырулар керек екенін көрсетті. Бұдан басқа, катод сыдырушы машиналарды енгізу үшін, катодтарды ваннадан катод сыдырғыш машинаға әкелуі, анодтан катодқа тура берілетін ток жүйесі, цехтің кіші габариттері, анод және катод өлшемдерінің айырмашылығы, ваннадағы анод және катод тура бекітуінің жоқтығы қиындықтар туғызады. Осылардың бәрін ескере отырып, сәйкесінше қаржы бөліну кезінде, бұл мақсатты орындауға болады[7].

1.2.3 Жобалау үшін бастапқы деректер

Өскемен қаласының мырыш зауыты АҚ «Казцинк» 3 сериядағы электролиз цехына жіберілетін, бейтарап мырыш сульфаты ертіндісінің құрамы: Zn – 125-145 г/дм³, Cd – 2,5 мг/дм³, Cu – 0,25 мг/дм³, Co – 0,5 мг/дм³, Ni – 0,1 мг/дм³, Fe – 150 мг/дм³, Sb – 0,1 мг/дм³, F - 100 мг/дм³, As – 0,1 мг/дм³, Mn – 4 г/дм³.

Цехтің техника-экономикалық көрсеткіштері: электролиз бөлімінің өнімділігі 290 мың тонна; ток тығыздығы 450 – 500 А/м²; электролиз ванналарына мырышты электролитті еңгізер алдында құрамына қасылатын қоспаның көлемі, кг/т катодты мырышқа: техникалық лигносульфанат – 250-300, лакр тамырының экстрактысы – 30-50, желі – 50-120, сурьмалы қоспа ретінде, құрамы 6-12 г/л виннокышқыл калий-антимонил қолданылады

2 Бас жоспар, көлік және жоба бойынша құрылыс шешімдері

2.1 Құрылыс ауданының қысқаша сипаттамасы

Жалпы орташа жылдық ауаның температурасы жылдың суық кезінде 249 К, ал жылы кезінде 295 К. Ауданның температуралық режимі қанағаттандыратындық, ал ғимараттардың қабырғаларын қысқы уақытта жылыту СНИП бойынша жүргізіледі.

Құрылыс ауданының сейсмикалық тұрақтылық Рихтер шкаласы бойынша 6 балл. Бұл тұрғыда өрт пен жарылғыш өндіріс ғимараттарының іргетасын мықтыландыру жұмыстары қарастырылады.

Көбінесе оңтүстік батыс желдері болады. Сондықтан да зауыт пен электролиз бөлімінің құрылысы зауыт территориясында желдің бағытымен сәйкес жобаланады.

2.2 Құрылыс алаңының таңдалуы мен сипаттамасы

Құрылысқа алынған жергілікті рельеф түзу, жер суының тереңдігі – 8м.

Жер сулары – аз сілтілі, бетонға агрессивті емес. Іргетасты мықтыландыру мақсатында қосымша құрылыс жұмыстарын қажет етпейді.

Топырақ – суглинка, 3 м тереңдікте валун-галечті кендер басталады. Яғни, бұл салынатын өндірістік ғимараттарының жобасының талабына сай.

Демек, мырыш зауытын салуға таңдалған алаң жарамды деп есептеледі, ал мырыш зауытының құрамына кіретін электролиз бөлімі мырыш зауытының территориясында орнатылады.

2.3 Жалпы жоба бойынша шешім

Өндіріс алаңдарының жобасы, өндірістегі жұмысқа және өндірістік үрдіске жайлы жағдай жасау керек, жерді тиімді және рационалды қолдану және капиталды салымдардың эффектісін қамтамасыз ету керек.

Ғимараттар, сооружеиялар арасында, және инженерлер жүйесінің ара қашықтығын минималды қылып алу керек, бірақ құрылыс тығыздығы 33% аз болмауы керек (қорғасын-мырыш зауыттарына).

Ғимарат және сооружеиялармен байланыста болып, территорияда кішкен орын алатын бір инженерлік жүйені жобалаған дұрыс.

Өндірістік өнеркәсіп алаңында инженерлік жүйені жерде және жер үстінде орналастыруды қарастырған жөн.

Өнеркәсіп генералды планында және өндіріс байланыстарында, территорияны эрозиядан, сазданудан, жер асты суларының қолданылған сулармен, қалдықтармен кірленуін, сонымен қатар құрылыс кезінде уақытша берілген жер алаңдарының бұзылған жерлерін қалпына келтіруді (рекультивация) қарастырған жөн.

Алаңдарды жасылдандырғанда, олардың санитарлы-қорғаныс және декоративті қасиеттерін ескеріп, жергілікті ағаш-бұтақты өсімдіктерді қолдану керек. Жасылдандыруға берілген алаң, өнеркәсіп алаңының 15% аспау керек [8].

2.4 Ішкі және сыртқы көлік

Металлургиялық объектілерінің көлік жүйесінің қызметінің құрамына көлік коммуникациялары (магистральдер, конвеерлік жолдар және т.б.), көлік қызметі, сонымен қатар көлік қызметіне қызмет көрсететін ғимараттар мен сооружениялар.

Мырыш зауыты, облыс орталығы Өскемен қаласы территориясында орналасқан және онымен темір жолмен, сонымен қатар қара жабындысы бар жолмен байланыста. Осылар арқылы материал және дайын өнімдерді тасиды. Қаланың Ертіс өзенінің жағасында орналасқаны, үлкен маңызға ие.

АҚ «Казцинк» завод ішінде, темір жолмен «Защита» станциясымен, сонымен қатар өндірістік алаңдармен және АҚ «Казцинк» цехтарымен байланысқан, темір жол бар. Заводта машина жолдарының үлкен жүйесі бар, олар заводтың барлық цехтарын бір-бірімен байланыстырады.

Зауыт цехтарының өзара қатынасы зауыттың ішкі автомобиль жолдары арқыры жүзеге асырылады.

Және де автомобиль жолдары зауыттың басқа да кәсіп орындарымен қатынасы сыртқы көлік арқылы іске асырылады[9].

2.5 Құрылыс шешімі

Ғимараттар, сооружениялар және де инженерлік жүйелердің аралықтарын рұқсат етілген минималды етіп салынуы тиіс. Қорғасын-мырыш зауытының ғимараттар мен өндірістік түйіндерінің салынуы аланының 33%-тен аспауы керек.

Өндірістік ғимараттарының қаңқасы іргетастан, іргетасбалкаларынан, колонн, негізгі элементтерден және жүйелерден тұрады.

Электролиз цехының қаңқасы негізінен құрастырылған темірбетонды элементтерден. Барлық темірбетонды қаңқылары әмбебап.

Электролиз цех ғимаратының ұзын болғандықтан, онда температуралық жіктер болады. Осы жіктер қаңқаны температуралық блоктар деп аталатын бірнеше бөлікке бөледі. Әрбір температуралық блок 72 м ұзындық пен 144 м еніне және өзіндік қатаңдыққа ие болады[10].

Электролиз цехының іргетасын темірбетоннан жасалған.

Іргетастың жоғарғы беті 150 мм таза еденнен төмен, яғни теріс таңбалы 0,15 м деңгейде орналасады.

Электролиз цехының іргетас балкалары ғимараттардың жоғарыдан төмен жүктемені іргетасқа беру үшін қолданылып, олар да темірбетоннан жасалады.

Бір қабатты электролиз цехының өндірістік ғимаратының құрастырмалы темірбетонды колонналары әмбебап. Орналасуына қарай оларды шеткі, ортаңғы болып бөледі.

Байланыс жүйесі. Электролиз цехының жиналмалы темірбетонды каркастың қатаңдығы колонналар арқылы беріледі.

Өндіріс ғимараттарының қабырғалары әртүрлі сыртқы және ішкі әрекетіне шалдығады. Электролиз цехының қабырғалары ірі панельді. Ішкі жағынан қабырғалар ірі блоктардан, ал сыртқы жағынан жылыту мақсатымен кірпіштен қаланады.

Өндірістік ғимараттарының едені оларға әсер ететін өндірістік әсерлерінің сипаттамасына байланысты, сонымен қатар еденге қойылатын барлық талаптарын орындай отырып салынады. Осы қойылатын талаптарды орындау нәтижесінде еденнің қызмет ету мерзімінің ұзаруына және оның әртүрлі әсер етуші факторларына тұрақтылығына қол жеткізуге мүмкіншілік береді. Еденнің эксплуатационды қасиеттерінің сақталуы үшін келесідей оған талаптар қойылады: жеткілікті механикалық беріктікшілігі, ыстыққа төзімділігі, химиялық тұрақтылығы, суға төзімділігі және диэлектірлік қасиеті жоғалығы. Өндіріс ғимараттарының едендері түзу, тайғақ емес, шаңданбауы, аз желінетін болуы тиіс. Еденде тез тазаланатын және әдемі түрін ұзақ мерзімге сақтай алатын қасиеттері болу керек. Жоғарыда айтылған еденнің барлық қасиеттері іске асыру кезінде өндірістік санитария мен гигиена талаптары қатаң сақталуы тиіс.

Электролиз цехының едендері керамикалық плиткаларынан жасалған. Сондықтан да олар диэлектірлік, химиялық тұрақты және тазалуға оңай беріледі.

3 Жобаның технологиялық шешімдері

3.1 Мырыштың өндіріс технологиясын жетілдірудің теориялық негізі

Мырыштың гидрометаллургиялық өндірісінің соңғы кезеңі электролиз болып табылады.

Электролиз процесінің көрсеткіштеріне, оның алдындағы барлық операцияның сапасы әсер етеді – күйдіру, сілтілеу және ертіндіні қоспалардан тазарту ерекше. Электролизға түсетін тазартылған ертіндінің сапасына талаптар, тоқтаусыз өсіп жатыр. Біраз уақыт бұрын, бейтарап электролиттің сапасын бақылау тек қана ондағы мыстың, кадмидің, кобальттің, мышьяқтың, сурьманың, темірдің және марганецтің құрамын анықтаумен ғана шектелетін. Қазіргі кезде зерттелетін қоспалар өсіп, олардың электролитте боларлық құрамының жоғарғы жиегі төмендеп келеді.

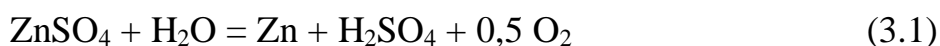
Бейтарап ертіндінің сапасына талаптардың жоғарылауы тек қана ақырғы жылдары металлургиялық шикізаттардың (сульфидті концентрат) құрамының өзгеруі, өндірісте тотыққан материалдардың (возгондар, шаңдар) айтарлықтай мөлшерін қолданумен ғана байланысты емес, сонымен қатар металл тазалығына және катод сыдырғыш машиналарда катодты мырышты сыдыруды жеңілдету талаптарымен де байланысты.

Электролиз үрдісінің негізі келесіде. Бейтарап электролит үздіксіз, күміспен легирленген қорғасын аноды және алюминилі катоды бар, ваннаға беріліп тұрады. Ванна арқылы тұрақты электр тоғын жібереді. Тоқтың электролит арқылы анодтан катодқа өткенде, алюминилі катодта металдық мырыш шөгеді.

Осы кезде бейтарап мырыш ертіндісінде мырыш азайып, сутегі иондарының SO_4^{2-} иондарымен әрекет әсерінен, күкірт қышқылы көбейеді. Осылайша, мырыш электршөгіндісі қышқылды ортада жүреді. Тоқ шығымы және электроэнергияның үлестік шығымының қанағаттанарлық көрсеткіштерін алу мақсатымен, ваннаға бейтарап ертіндіні, қолданылған қышқыл электролитте мырыш құрамы 50 г/л кем болмайтындай қылып береді. Ваннадан үздіксіз шығатын қолданылған қышқыл электролитті ары қарай күйінді немесе возгондарды сілтілеу үшін жібереді.

Электролиз процесінде ваннадағы электролиттің температурасы электр тоғы әсерінен жоғарылайды. Ертіндінің берілген температурасын (38-42°C) ұстап тұру үшін, змеевиктер көмегімен индивидуалды суыту немесе алдын ала суытылған қышқыл және бейтарап ертіндінің қоспасын жиі беру арқылы ортақтандырылған суытуды қолданады (вакуумды-буландырғыш немесе ауалы-буландырғыш). ТМД заводтарында катод шөгіндісін өсіру ұзақтығы 24 сағатты құрайды.

Таза сульфатты ертіндіден мырыштың электршөгіндісі келесідей реакцияда болады:



Бұл реакциядан, электролиз өнімі металды мырыш, күкірт қышқылы және оттегі екенін көреміз.

Шындығында электролиз процесі анағұрлым күрделі, себебі ертіндіде мырыштан басқа, басқа да катиондар мен аниондар бар. Олар да электрохимиялық реакция әсерінен катод пен анодта разрядталып, мырыштың электршөгіну процесіне әсер етеді.

Берілген жұмыста электролиз процесін келесі түрде жүргізу қарастырылады. Қолданылған электролит (H_2SO_4 – 145-175 г/дм³; температурасы 38-42 °С) суытылады және №2 электролиз бөлімінен келетін, бейтарап электролитпен араластырылу үшін бак-араластырғышқа беріледі. Қоспаны 1:4 пропорцияда жасаймыз. Суытылған қоспа, бак-араластырғыштан стеклопластикалық науалар арқылы электролизға барады.

Тұздар, қышқылдар және негіздер ион түзе отырып ертіндіде диссоциацияланады. Оң зарядталған иондарды катиондар, ал теріс зарядталғандарды аниондар дейді. Су да кішкене дәрежеде диссоциацияланады. Осылайша, мырыш сульфатының, күкірт қышқылының және судың белгілі мөлшердегі молекулалары, келесі теңдіктерде көрініп тұрғандай, диссоциацияланады:



Тұрақты электр тоғы әсерінен, тура айтсақ кернеу әсерінен катиондар теріс электродтарға қарай (катод), ал аниондар оң электродтарға қарай жүреді. Электродтарға жақындаған кезде, катиондар мен аниондар ыдырап, ертіндіден атом түрінде шығады. Катиондар мен аниондардың ыдырауы, электрондарды қосу немесе беру арқылы жүреді. Мырыш электролизі процесінде оң зарядталған иондар болып мырыш ионы (Zn^{2+}) және сутегі ионы (H^+) болады, ал теріс зарядталған болып – SO_4^{2-} және OH^- топтары болады. Анодта және катодта жүретін процесі бөлек қарастырайық[11].

Катодты процесс. Катодта мырыш және сутегінің оң зарядталған иондары ыдырауы мүмкін:



Металдардың стандартты потенциалы кестесінен көретіміздей, мырыштың стандартты потенциалы -0,762 В тең, ал сутегінікі +0,0 В. Кернеу қатарына сәйкес, катодта (3.6) процесі жүру керек. Бірақ практика бойынша негізінен мырыш шөгеді, ал сутегінің ыдырауына және оның катодта

бөлінуіне кететін энергия шығыны, сульфатты ертіндіден мырышты электршөгіндіру процесіне кететін жалпы электр шығымының 10-12% аспайды.

Бұл құбылыс мырышта, сутегі иондарының ыдырауының жоғары асқан кернеулігімен түсіндіріледі, осыған байланысты оның потенциалы белгілі жағдайда мырыштың потенциалына қарағанда электртерісірек болады.

Сутегі катиондарының ыдырауы кезіндегі катод поляризациясы, берілген катодтағы сутегі асқан кернеулігі дейді – берілген ертіндіде және катодтағы сутегі иондарының ыдырау потенциалының айырмашылығы және осы ертіндідегі сутегі потенциалының бірқалыптылығы.

Сутегі асқан кернеулігі көп факторларға байланысты:

а) катод материалына;

б) катодты тоқ тығыздығы: катодты тоқ тығыздығы жоғары болған сайын, сутегі асқан кернеулігі жоғарылайды. Сутегі асқан кернеулігі мәні тоқ тығыздығына байланыстылығы, Тафель теңдігімен беріледі:

$$- \eta_H = a + v \lg D_K, \quad (3.7)$$

мұндағы a және v – коэффициенттер;

в) катод беттігіне: бос шөгіндіні шөгіндірген кезде катод беттігі кедір болған сайын, оның шынайы беттігі үлкен болады, ол дегеніміз катод беттігінің бірлігіне шынайы тоқ тығыздығы аз, сәйкесінше, сутегі асқан кернеулігі аз;

г) температуралар: электролит температурасы жоғарылаған сайын, сутегі асқан кернеулігі азайады;

д) электролит құрамы:

- қышқылдығы жоғары электролитте оның электр өткізгіштігі жоғарылап, сутегі асқан кернеулігі төмендейді;

- электролитте мырыштан ерте немесе онымен бірге бөлініп шығатын және оның сутегі асқан кернеулігі мырышқа қарағанда азырақ болатын металл бар болғанда, ол катодта сутегінің қарқынды бөлінуін туғызады, ол дегеніміз тоқ шығымын төмендетеді. Мырыштан ерте бөлініп шыққан металл онымен микрогальваникалық қосылыс түзеді, онда мырыш электртерісірек металл ретінде анод қызметін атқарады және ертіндіге өтеді, ал катодты алаңда сутегі бөлінеді;

- электролитке белгілі мөлшерде коллойдтарды қосқанда (желім, желатин), сутегі асқан кернеулігі көбейеді.

Сонымен бірге сутегі асқан кернеулігінің жоғарылауы керекті, бірақ мырыш электролизінің жоғары технико-экономикалық көрсеткіштерін (тоқ шығымы, электроэнергияның үлемтік шығыны) алу үшін жеткіліксіз шарт. Бұл үшін концентрациялы поляризацияны төмендетуді қамтамасыз ету керек, оның мағынасын келесіден түсінуге болады. Мырыш шөгіндіру процесі үш стадиядан тұрады: ион ыдырауы, катодта мырыш атомдарының шөгуі, катод

жаны қабаттағы ион шығымын толықтыру. Поляризация, немесе мырыш ыдырау потенциалының төмендету, екінші және ерекше үшінші стадияны баяулатқанда пайда болады, бұнда катод жаны қабатын мырыш иондары уақытылысыз толтыру әсерінен концентрационды поляризация пайда болады.

Катодта мырыш және сутегі иондарының бірге ыдырау жағдайында, катодта сутегі бөлінудің себептері келесіде:

- Өндірістік тоқ тығыздығы кезінде, мырыштағы сутегі бөліну потенциалы, мырыш бөліну потенциалына қарағанда терісірек;

- Мырышпен бірге катодқа шөгетін, сутегі асқан кернеулігі аз қоспалар, сонымен қатар мырыш шөгіндісінің беттік және структуралық тегіссіздігі, сутегінің бөлінуіне жағдай жасайды.

Мырыш иондарының ыдырауына және сутегі иондарының ыдырауына электр энергиясының шығыны керек, ол екінші жағдайда жай шығындалады. Сондықтан тоқ шығымын жоғарылату үшін, мырыштағы сутегі асқан кернеулігін жоғарылататын факторларға ерекше көңіл бөледі.

Анодты процесс. Қорғасынды анодта келесі реакциялар жүруі мүмкін:



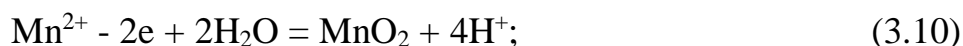
Реакция (3.8) бойынша молекулярлы оттегі бөлінуі және күкірт қышқылының регенерациясы жүреді. Реакция (3.9) қорғасынды анодтың беріктігі және катодты мырыштың сапасына айтарлықтай мағынаға ие.

Қорғасынның еру процесі, анодта қорғасын тотығының қатты қабатының түзілуімен баяулайды – PbO_2 .

Қорғасынды анодтың беріктігі, қорғасын құрамындағы 0,75% күмістің әсерінен жоғарылайды.

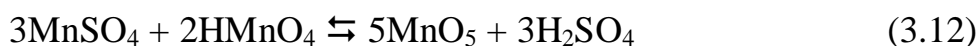
Мырыш электролитінде анодты процеске әсер ететін қоспа тобы бар: Mn^{2+} , Cl^- , F^- .

Қосваленті марганец иондары, әртүрлі қосылыстар түзе анодта тотығады:



Бұл реакциялардың, әсіресе реакция (3.10), жүруі қалаусыз, себебі марганец қостотығы шлам түзеді және ол анодты кеңістікке түссе, онда Mn^{2+} дейін түзіледі.

Анодта түзілген перманганат-иондары, артығымен бар қосвалентті марганец иондары мен реакцияға түседі:



Түзілген марганец қостотығы , ерімейтін анод бетіне шөге отырып, анодтан электролитке өтетін қорғасын көлемін азайтады.

Хлор иондары қорғасынды анодтың коррозияға ұшыратады, себебі қорғасын сульфатына қарағанда қорғасын хлориді үлкен ерігіштікке ие.

Анодты процеске фтор иондары жақсы әсер етеді, оның электролитте концентрациясы 50-100 мг/дм³ болғанда, ол қорғасынды анодтың коррозиясын төмендетеді. Бірақ бұл иондар көп болған кезде (100 мг/дм³ жоғары), олар коррозияның жоғарылауына әкеледі.

3.2 Мырышты электролитті алу технологиясының негізгі технологиялық көрсеткіштері

Мырыштың электрлік шөгу негізгі көрсеткіштерінің бірі болып, ток бойынша мырыш шығымы болып табылады.

Ток бойынша мырыш шығымы – электршөгіндіру кезінде алынған мырыш пен теориялы алыну керек болатын мырыш мөлшері қатынасы, процент түрінде беріледі.

$$\eta = \frac{P}{a \cdot Q} \cdot 100, \quad (3.13)$$

мұндағы P – бөлінген мырыш мөлшері;

Q – электрэнергия мөлшері, А·сағ;

a – электрохимиялық эквивалент, ол дегеніміз бір ампер-сағат электрэнергиясы кеткенде, бөлінетін металл салмағы, г/(А·сағ).

Фарадей заңы бойынша, бір грамм-эквивалент зат бөлінуі үшін, 26,8 А·сағ жұмсалады, сәйкесінше:

$$a = \frac{A}{n \cdot 26,8}, \quad (3.14)$$

мұндағы A – атомдық салмақ;

n – металл валенттігі.

$$\text{Мырыш үшін } a = \frac{65,38}{2 \cdot 26,8} = 1,22 \text{ г.}$$

Ток бойынша шығым әрқашан да 100% аз. Бұның себебі, катодта мырыш иондары ыдырау процесімен бірге, басқа да электрохимиялық процестер жүреді:





және екінші химиялық реакциялар:



Тоқ бойынша мырыш шығымы келесі факторларға тәуелді:

а) электролиттегі мырыш пен сутегі иондарының концентрациясынан. Электролитте мырыш құрамы азайып, қышқылдығы көбейген сайын тоқ бойынша шығым азайады. Тоқ бойынша шығым концентрация 50-30 г/дм³ төмен болғанда, лезде төмендейді. Қышқылды электролитте катодты мырыштың еруімен байланысты, асқанкернеуліктің ақырындап төмендеуі жүреді, электролиттің қышқылдығы артқан сайын, тоқ тығыздығын көбейту керек;

б) катодты тоқ тығыздығына: тоқтығыздығы өскен сайын, тоқ бойынша шығым өседі, себебі сутегі асқан тотығы жоғарылайды, ал мырыш шөгіндіру кзіндегі поляризация аз ғана өседі;

в) электролит температурасына: электролит температура өскен сайын сутегі асқан тотығының төмендеуіне байланысты, тоқ бойынша шығым төмендейді, сондықтан электролитті суытып тұру керек.

г) электролиттегі қоспалар мөлшерінен. Мырыштың тоқ бойынша шығуына, қоспаладың әсер ету механизмі келесідей: мыс, мышьяк, сурьма, кобальт, темір, никель және басқалардың иондары катодта ыдырай отырып, алаңдар түзеді, онда мырышпен салыстырғанда сутегінің асқанкернеулігі төмен болады, сондықтан мұнда тоқ бойынша шығымын төмендете отырып, бұл алаңдарда мырыш еруі әсерінен сутегінің қарқынды бөлінуі жүреді. Бұл қысқатұйықталған микрогальваникалық элементтер түзілу әсерінен жүреді, онда мырыш анод болады, а металл-қоспа – катод. Осындай элементтің жұмыс істеуінде анод ериді:



ал катодта сутегі бөлінеді:



д) катод беттігі жағдайына. Катод беттігінің дендритті түзінді және бұдырлығына байланысты үлкейген кезде, шынайы катодты тоқ тығыздығы төмендейді, ол сутегі асқан тотығының төмендеуіне әкеліп соғады, сәйкесінше, тоқ шығымын да.

Мырыш электршөгіндіру нәтижелерін жақсарту үшін, электролитке бір шама мөлшерде коллоидтарды қосады (200-300 г/т): столярлы желім, желатин және басқалары. Электролитке коллоидтарды қосу, жазық, кішікристалды структурасы бар шөгінді түзуге әкеп соғады. Коллоид сонымен қатар сутегі асқан тотығын жоғарылатады. Коллоидтың кері әсері – электролит өткізгіштік кедергісін жоғарылатады.

Сәйкесінше, электролиз кезінде мырыштың тоқ бойынша шығымын жоғарылату үшін, келесідей шарттарды ұстау керек:

- мүмкіндігінше таза электролиттің бар болуы;
- электролитте күкірт қышқылы концентрациясының жоғары болуы;
- электролиттің жоғарғы электр өткізгіштігі;
- жоғары тоқ тығыздығы;
- жақсы электролит айналымы;
- электролиттің төмен температурасы
- жазық мырыш шөгіндісі.

Ваннадағы кернеу. Мырыш сульфаты ертіндісінің электролизі кезінде электроэнергия шығымына, ең кіші мағынаға ваннадағы кернеу ие. Ваннадағы электродтар бір-бірімен параллель байланысқан. Сондықтан электрод арасындағы кернеу, бүкіл ванна кернеуін көрсетеді.

Мырыш сульфатының ыдырауы басталу үшін, ол дегеніміз электролиз басталуы үшін, электродтарға қандай да бір кернеу беру керек. Кернеудің бұл мәні, берілген заттың химиялық табиғатына байланысты.

Мырыш сульфатының теориялық ыдырауы 2,35-2,45 В құрайды. Зауыт практикасында ол 3,2-3,6 В құрайды. Теориялық және практикалық мәндер айырмашылығы, ванна кедергісі және электродтар поляризациясымен түсіндіріледі. Ваннаның кедергісі, байланыс кедергісінен тұрады. Электрод поляризациясы, ертіндідегі катод және анод беттігінде ион концентрациясының төмендеуімен туындайды.

Ваннадағы кернеудің көп бөлігін электродтар поляризациясын ескеріп 75-77%, электродты процесс құрайды – мырыш сульфатының ыдырауы, электролит кедергісін өту үшін 15-17%, анодты шлам 1-5%, байланысты 1-2%.

Электролизге энергия шығымы. Ваннадағы кернеу және тоқ бойынша мырыш шығымы, электролизге энергия шығымын анықтайды. Мырыш сульфатының теориялық ыдырау кернеулігін (-2,45 В) және мырыштың электрохимиялық эквивалентін (1,2193 г/(А·сағ)) біле отырып, 1 т катодты мырыш алғанға кететін электроэнергияның теориялық мәнін табуға болады. Электролиз процесіне теориялық қолданатын электроэнергия көлемі, ванна арқылы өтіп, ыдырау кернеуіне шығарылған электроэнергия көлемімен өлшенеді.

1 т катодты мырыш алу үшін жұмсалатын электроэнергияның үлестік шығымы, мына формуламен анықталады:

$$W = \frac{U \cdot 1000}{\eta \cdot K}, \quad (3.21)$$

мұндағы W – 1 т катодты мырыш алу үшін жұмсалатын электроэнергияның үлестік шығымы, кВт·сағ/т;

U – ваннадағы кернеу, В;

η – ток бойынша мырыш шығымы, %;

K – электрохимиялық эквивалент, мырыш үшін 1,2193 г/(А·сағ).

Электролиз процесіне электроэнергияның теориялық шығымы шамамен 2000 кВт·сағ/т, ал практикалық 3000-3400 кВт·сағ/т.

Металлургиялық заводтарда электролиз процесіне кететін үлестік электроэнергия шығымы былай анықталады: тәуліктік киловат-сағат шығынды, тәулікте алынған катодты мырыш тоннасына бөледі.

Электролиз кезінде энергия шығымы, мыналарға байланысты:

- ток тығыздығы, тоқ тығыздығы жоғары болған сайын, электроэнергия шығыны жоғарылайды;

- электролит қышқылдығы – электролиттің қышқылдығы белгілі мөлшерге дейін көбейген саайын электроэнергия шығымы төмендейді, одан кейін қайтадан көбейеді. Әр тоқ тығыздығына электролиттің белгілі бір қышқылдығы сәйкес, онда электр шығымы минемалды болады. Төмен тоқ тығыздығында электрэнергия шығымы аз болады, бірақ бұл кезде электролиз бөлімінің өнімділігі төмендейді. Сондықтан оптималды тоқ тығыздығын және электролит қышқылдығын, арзанырақ мырыш алуға көмектесетін, көп факторларды ескере отырып таңдайды.

3.3.1 Есеп үшін бастапқы мәліметтер

Өскемен қаласының мырыш зауыты ЖШС «Казцинк» 3 сериядағы электролиз цехына жіберілетін, бейтарап мырыш сульфаты ертіндісінің құрамы: Zn – 140,0 г/дм³, Cd – 0,003 г/дм³, Cu – 0,0005 г/дм³, Co – 0,004 г/дм³, Fe – 0,018 г/дм³, Mn – 5 г/дм³.

Катодтың ток тығыздығы $D_k = 530$ А/м²;

Жұмыс істеп шыққан электролитте мырыш мөлшері - 50 г/л;

Ерітінді циркуляциясы - 1:7;

Электролит қышқылдығы 125 г/л H₂SO₄;

Түсетін электролит температурасы- 33°C;

Ваннадағы кернеу ;– 3,4 В;

Катод өлшемдері – 1100x660x4 мм

Ваннада катод саны – 33 дана

Электролиз бөлімінің өнімділігі 250 мың тонна

Электролиз үрдісінің негізі келесіде. Бейтарап электролит үздіксіз, күміспен легирленген қорғасын аноды және алюминилі катоды бар, ваннаға беріліп тұрады. Ванна арқылы тұрақты электр тоғын жібереді. Тоқтың электролит арқылы анодтан катодқа өткенде, алюминилі катодта металдық мырыш шөгеді.

3.3.2.1 Материалдық баланс есебі

Электролиз процесіне құрамы келесідей болатын электролит түседі, г/дм³: Zn – 140,0; Fe – 0,018; Cd – 0,003; Cu – 0,0005; Co – 0,004; Mn – 5.

Электролиз процесі нәтижесінде құрамы келесідей болатын қолданылған электролит шығады: Zn – 8,0; Fe – 0,008; Cd – 0,0013; Cu – 0,0003; Co – 0,0045; Mn – 2,87.

Кадмий, темір және мыс катодта мырышпен бірге қондырылады. Айырмашылықтар арқылы бір литр ерітіндіден алынған катодтық мырыштың мөлшерін анықтаймыз, г:

$$\text{Zn: } 140,0 - 8,0 = 132;$$

$$\text{Fe: } 0,018 - 0,008 = 0,01;$$

$$\text{Cd: } 0,003 - 0,0013 = 0,0017;$$

$$\text{Cu: } 0,0005 - 0,0003 = 0,0002;$$

$$\text{Барлығы: } 132,0119 \text{ гр.}$$

Катодтық мырыш құрамында тәжірибие мәліметтері бойынша қорғасын мөлшерін 0,005 % бар деп қабылдаймыз, яғни:

$$132,0119 \cdot 0,005 / 100 = 0,0066 \text{ гр.}$$

Сонда катодтық мырыштың құрамы мен шығымы 3.1 Кестеде келтіреміз.

3.1 Кесте – Катодтық мырыштың құрамы мен шығымы

Компоненттер	Құрамы, г	Шығымы, %
Мырыш	132	99,98
Қорғасын	0,0066	0,005
Темір	0,01	0,007
Кадмий	0,0017	0,0013
Мыс	0,0002	0,0001
Барлығы	132,0185	100,0

3.3.2.2 Қажетті ванналар мен катодтар және ванна арқылы өтетін ток мөлшерінің есебі

Цехта орналасқан барлық катодтардың активті беттерінің ауданы (3.22) формуласы бойынша анықталады:

$$F = Q \cdot 1000 / D_k \cdot 24 \cdot q \cdot \eta$$

мұндағы F – цехтағы барлық катодтардың активті беттерінің ауданы, m^2 ;

Q – цехтың тәуліктік өнімділігі, кг;

D_k – токтың катодтық тығыздығы, A/m^2 ;

24 – тәулік ішінде ванналардың жұмыс істеу уақыты, сағ;

q – мырыштың электрохимиялық эквиваленті;

η – токтың пайдалану коэффициенті.

Катодтық мырыштың тәуліктік өнімділігі 79,5 т, токтың катодтық тығыздығы $530 A/m^2$, токтың пайдалану коэффициенті 0,98 болатын болса, онда:

$$F = 79500 \cdot 1000 / 530 \cdot 24 \cdot 1,219 \cdot 0,98 = 5231,789$$

Стандартты бір катодтың активті беті $1,22 m^2$ -қа тең. Бір ваннада 33 катод орнатып, бір ваннаның активті бетінің ауданын аламыз: $1,22 \cdot 33 = 40 m^2$.

Цехта $5231,789 / 40 = 131$ ванна орнату қажет.

Ремонт пен тазалауға қосымша 4 ванна орнатамыз.

Қабылдаған ток тығыздығы $530 A/m^2$ болғанда, бір ваннадан келетін ток күшінің мөлшері: $J = 530 \cdot 40 = 21200 A$.

Ток мөлшерінің жоғарлауы 5% болса, онда ток мөлшерінің мәні келесідей болмақ: $J = 21200 \cdot 105 / 100 = 22260 A$.

Сонда жүктеме максимум болған кезде, бір катод арқылы өтетін ток мөлшері: $22260 / 33 = 675 A$, ал қалыпты жағдайда $21200 / 33 = 642 A$.

3.3.2.3 Ванна өнімділігі

Электролитті цехке баратын электролит мөлшері:

Ваннаға берілетін электролит мөлшері келесі формуламен анықталады:

$$V = J \cdot q \cdot \eta \cdot n / P_1 - P_2;$$

мұнда J – ваннаға келетін ток мөлшері;

η – мырыштың ток бойынша шығымы;

n – ванналар саны;

P_1 мен P_2 – бейтарап пен қолданылған электролит құрамындағы мырыш концентрациясы, $г/дм^3$.

Бір ваннаға қажетті электролит мөлшері:

$$V = 21200 \cdot 1,219 \cdot 0,98 \cdot 1 / 140,0 - 8,0 = 191,86 \text{ дм}^3/\text{сағ}.$$

Тәулікте бір ваннаға қажет болатын электролит мөлшері $191,86 \cdot 24 = 4604,6 \text{ дм}^3/\text{сағ}$. Барлық ванналар үшін $4604,6 \cdot 131 = 603207,84 = 603,2 \text{ м}^2$.

Ванна өнімділігі:

Бір ванна арқылы 21200 А ток өтеді. Мырыштың ток бойынша шығымы 98 % болған кезінде ваннаның тәуліктік өнімділігі:

$$0,98 \cdot 1,219 \cdot 24 \cdot 21200 / 1000 = 608 \text{ кг},$$

демек цехтың жобаланған өнімділікті қамтамасыздандыра алады $608 \cdot 131 = 79648 \text{ кг/тәу}$.

Қолданылған электролит мөлшері:

Құрамында мырыш концентрациясы 150 г/дм^3 , меншікті салмағы 1,285 болатын, мөлшері $191,86 \text{ дм}^3/\text{сағ}$ электролит ваннаға түседі. Сонда ваннаға баратын электролиттің массалық үлесі $191,86 \cdot 1,285 = 246,54 \text{ кг}$ болады.

Егерде әрбір литрден 132 г мырыш алынса, онда бір ванна сағатына:

$$191,86 \cdot 132 / 1000 = 25,32 \text{ кг Zn}$$

Ал анодта бөлінетін оттегі массасы:

$$25,36 \cdot 16 / 65,4 = 6,2 \text{ кг O}_2$$

Ерітіндінің әрбір литірінен $5 - 2,87 = 2,13 \text{ кг Mn}$ алынса, онда сағатына:

$$191,86 \cdot 2,13 / 1000 = 0,4 \text{ кг Mn}$$

Электролиз процесі кезінде барлығы:

$$25,32 + 6,2 + 0,4 = 31,92 \text{ кг}$$

Қалатын электролит массасы:

$$246,54 - 31,92 = 214,62 \text{ кг}.$$

Электролиттің булануы бір текше метр ауданынан 1,0 кг-ға тең деп қабылдаймыз. Стандартты ванна беті $1,7 \text{ м}^2$ ауданға тең. Сонда булану нәтижесінде жоғалатын электролит массасы $1,0 \cdot 1,7 = 1,17 \text{ кг-ға}$ тең.

Шашыраудың нәтижесінде жоғалатын электролит мөлшері жалпы электролит массасының 0,3 %-ға тең болады. $246,54 \cdot 0,3 = 73,962 \text{ кг} = 0,73 \text{ кг}$.

Сонымен, электролиттің меншікті салмағы 1,18-ге тең болған кезінде, оның көлемі $231,28 / 1,18 = 196 \text{ м}^3$ -қа тең болады.

3.3.2.4 Шламға өтетін компоненттер мөлшері

Тәжірибие деректері бойынша анод қорғасынның 1 т мырышқа шығыны 1,5 кг-ға тең екені белгілі. Катодта 25,32 кг мырыш шөктіру кезінде шығындалатын қорғасын салмағы:

$$25,32 \cdot 1,5 / 1000 = 0,038 \text{ кг Pb}.$$

Бұл мөлшерден катодтық мырышқа өтетін қорғасын массасы:

$$25,32 \cdot 0,006 / 1000 = 0,00015 \text{ кг Pb}.$$

Сонда, $0,038 - 0,00015 = 0,03785$ кг қорғасын шламға өтеді.
 PbO_2 -ге есептесек:

$$0,038 \cdot 239 / 207 = 0,043 \text{ кг } PbO_2.$$

Бір ваннада 0,4 кг Mn қондырылады, ал MnO_2 -ге есептейтін болсақ:

$$0,4 \cdot 87 / 55 = 0,6 \text{ кг } MnO_2.$$

Демек, шламға барлығы $0,043 + 0,6 = 0,643$ кг өтеді. Алынған мәліметтерді 3.2 кестесіне еңгіземіз.

3.2 Кесте – Электролиз процесінің материалдық балансы

Атаулары	Электролизге келіп түседі, кг	Электролизден алынады, кг
Бейтарап ерітінді	214,62	–
Анод қорғасыны	0,038	–
Катодты мырыш	–	–
Ауаға кететін оттегі	–	6,2
Шлам	–	0,643
Механикалық жоғалу	–	1,8
Қолданылған электролит	–	231,28
Барлығы	214,65	246,54

3.3.2.5 Ваннадағы кернеу балансы

Жалпы жағдайда электролиз ваннасындағы кернеу мына теңдікпен анықталады:

$$U_{\text{ван}} = \varphi_A - \varphi_K + \rho \cdot D_K \cdot I + \Delta U_{\text{шл}} + \Delta U_{\text{ш}}, \quad (3.23)$$

мұндағы $U_{\text{ван}}$ – электролиз ваннасындағы кернеу, В;

φ_A – анодтың шынайы потенциалы, В;

φ_K – катодтың шынайы потенциалы, В;

$\rho \cdot D_K \cdot I$ – электролитте кернеудің төмендеуі (омическое), В;

ρ – электролиттің үлестік кедергісі, Ом·см;

D_K – электролиз ваннасы арқылы өтетін ток тығыздығы, А/см²;

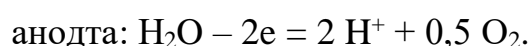
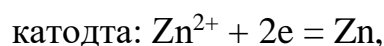
I – электрод арасындағы арақашықтық, см;

$\Delta U_{\text{шл}}$ – анодтың шламдық қыртысында кернеудің төмендеуі, В;

$\Delta U_{\text{ш}}$ – жанасу мен шиносым кернеудің төмендеуі, В;

$\varphi_A - \varphi_K$ мәндері электролиттің ыдырау кернеуін көрсетеді.

Электролит процесінде электродтарда келесідей электрохимиялық реакциялар жүреді:



Катодта жүретін реакциямен сәйкесінше, оның шынайы потенциалы былай анықталады:

$$\varphi_K = \varphi^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} + \frac{RT}{ZF} \ln a_{\text{Zn}^{2+}} + \eta_{\text{Zn}}, \quad (3.24)$$

немесе

$$\varphi_K = \varphi^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} + \frac{RT}{ZF} \ln(j_{\text{Zn}^{2+}} \cdot C_{\text{Zn}}) + \eta_{\text{Zn}}, \quad (3.25)$$

мұндағы φ_K – катодтың шынайы потенциалы, А;

$\varphi^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}$ – 38°C температурасы кезінде мырыш электродының стандартты потенциалы, В;

R – газ тұрақтысы, 8,31 Дж/(моль · К);

T – температура, К;

Z – потенциаланықтауыш ион зарядтары;

F – Фарадей саны, 96500 Кл;

$a_{\text{Zn}^{2+}}$ – ион активтігі;

η_{Zn} – мырыш бөлінуінің асқан кернеуі, В,

$j_{\text{Zn}^{2+}}$ – ерітіндідегі мырыштың активтілік коэффициенті;

C_{Zn} – электролиттегі мырыштың салмақтық концентрациясы, г/дм³.

59,647 г/дм³ мырыш құрайтын электролиттегі, мырыш концентрациясы құрайды:

$$C_{\text{Zn}^{2+}} = \frac{g_{\text{Zn}}}{M_{\text{Zn}}} = \frac{59,647}{65,38} = 0,912 \text{ г/дм}^3,$$

Термодинамикалық кестеден, берілген концентрацияда күкірт қышқылды мырыштың орта коэффициенті 0,047 тең екенін табамыз. Көп қателіксіз Zn^{2+} ионының активтілік коэффициенті де 0,047 тең деуге болады, себебі ZnSO_4 екі ионыда бірдей зарядты.

Мырыш электродында мырыш бөлінуінің асқан кернеуі Тафель теңдігіне бағынады деп, мырыш бөлінуінің асқан кернеуіне жазуға болады:

$$-\eta_{\text{Zn}} = \frac{RT}{\alpha ZF} \cdot \ln \frac{D_K}{i_0}, \quad (3.26)$$

мұндағы α – орын ауыстыру коэффициенті;

i_0 – мырыштың тоқ алмасуы, А/см².

Катодтық процеске қатысатын, потенциал үлесін ескеретін, орын ауыстыру коэффициентін 0,49 тең деп, ал тоқ алмасу тығыздығын $2 \cdot 10^{-5}$ А/см² тең деп аламыз.

38 °С мырыш электродтарының стандартты потенциалы 0,762 В деп аламыз.

Сандық мәндерді қойып аламыз:

$$\varphi_K = -0,762 + \frac{8,31 \cdot 311}{2 \cdot 96500} \cdot \ln(0,047 \cdot 0,912) - \frac{8,31 \cdot 311}{0,49 \cdot 2 \cdot 96500} \cdot \ln \frac{4,8 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-5}} = -1,0169$$

В.

Анодта жүретін электрохимиялық реакцияға сәйкесінше, анодтың потенциалы мына теңдіктен анықталады:

$$\varphi_A = \varphi_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0 + \frac{RT}{ZF} \cdot \ln \frac{a_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{O}_2}^{1/2} \cdot a_{\text{H}^+}^2} + \eta_{\text{O}_2}, \quad (3.27)$$

$a_{\text{H}_2\text{O}} = 1$ және $\rho_{\text{O}_2} = 1$ атм., деп санап, аламыз:

$$\varphi_A = \varphi_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0 + \frac{RT}{ZF} \cdot \ln a_{\text{H}^+} + \eta_{\text{O}_2}, \quad (3.28)$$

мұндағы φ_a - анод потенциалы, В;

$\varphi_{\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2}^0$ - 38°C – да оттегілі электродтың стандартты потенциалы, В;

a_{H^+} - ертіндідегі сутегі иондарының активтілігі;

η_{O_2} - оттегі бөлінуінің асқан кернеуі, В.

Электролит ерітіндісіндегі күкірт қышқылының концентрациясы:

$$C_{EPT(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{C_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}}, \quad (3.29)$$

мұндағы $C_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ - қолданылған электролиттегі күкірт қышқылының салмақтық концентрациясы, г/дм³;

$M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ - күкірт қышқылының молярлық салмағы, г.

$$C_{erm(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{125}{98} = 1,275 \text{ г} \cdot \text{моль/дм}^3.$$

Берілген концентрациядағы күкірт қышқылы ертіндісінің рН=0,1. Сонда оттегі иондарының активтілігін мына теңдікпен есептейміз:

$$\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+} \quad (3.30)$$

Сандық мәнді қойып мынаны аламыз:

$$0,1 = -\lg a_{\text{H}^+},$$

осыдан

$$a_{\text{H}^+} = 0,79.$$

Қорғасынды анодтағы оттегінің асқан кернеулігін 0,5 В тең деп аламыз.

38°C оттекті электродтардың стандартты потенциалын 1,218 В деп қабылдаймыз.

Сандық мәндерді қойып (32) аламыз:

$$\varphi_A = 1,218 - \frac{8,31 \cdot 311}{2 \cdot 96500} \cdot \ln 0,79 + 0,5 = 1,218 + 0,003 + 0,5 = 1,721 \text{ В.}$$

Осылайша, ZnSO₄ ыдырауының кернеуі құрайды:

$$1,721 - (-1,0169) = 2,74 \text{ В.}$$

Электролиттің үлестік кедергісі есебін, Сковранский әдісімен, мына теңдік арқылы есептейміз:

$$\rho_{\text{эл.}}^{38} = \rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{38} + 0,0114 \cdot C_{\text{Zn}^{2+}}, \quad (3.31)$$

мұндағы $\rho_{\text{эл.}}^{38}$ - 38°C электролиттің үлестік салмағы, Ом·см;

$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{38}$ - 38°C күкірт қышқылының үлестік кедергісі, Ом·см;

$C_{\text{Zn}^{2+}}$ - ертіндідегі мырыштың салмақтық концентрациясы, г/дм³.

38°C күкірт қышқылының үлестік кедергісін, қышқылдың үлестік электрөткізгіштігінің, температураға байланыстылығымен есептейміз:

$$H_t = H_{18} + 0,014 (t - 18), \quad (3.32)$$

$H_{18} = 0,4825 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ деп қабылдаймыз, сонда:

$$H_{38} = 0,4825 + 0,014 \cdot (38 - 18) = 0,7625 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}.$$

Күкірт қышқылы ертіндісінің үлестік кедергісі құрайды:

$$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{38} = \frac{1}{H_{38}}, \quad (3.33)$$

мұндағы H_{38} – 38°C күкірт қышқылының үлестік кедергісі, Ом⁻¹·см⁻¹.

$$\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{38} = \frac{1}{0,7625} = 1,311 \text{ Ом} \cdot \text{см}.$$

Электролиттің кедергісі, құрамында мырыш барын ескере отырып, болады:

$$\rho_{\text{эл.}}^{38} = 1,311 + 0,0114 \cdot 59,647 = 1,991 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1},$$

мұндағы 59,647 – қолданылған электролиттегі, мырыштың салмақтық концентрациясы, г/дм³.

Электролит құрамында қоспалар болады, олар электролиттің кедергісін жоғарылатады. Мысалы, марганецтің салмақтық концентрациясы 1 г/дм³ болса, ол кедергіні 0,8% жоғарылатады. Марганецтің салмақтық концентрациясы 3 г/дм³ болғанда, электролит кедергісі өседі:

$$3,0 \cdot 0,8 = 2,4 \%,$$

сонда электролит кедергісі құрайды:

$$1,991 + \frac{1,991 \cdot 2,4}{100} = 2,039 \text{ Ом}\cdot\text{см.}$$

Басқа қоспалардың электролит кедергісін 20% өсіреді деп, басқа қоспаларды ескере отырып, электролит кедергісін есептейміз:

$$\rho = 2,039 + \frac{2,039 \cdot 20}{100} = 2,447 \text{ Ом}\cdot\text{см.}$$

Біздің жағдайда электролит ара қашықтығы 3 см, сонда электролиттегі кернеудің төмендеуі құрайды:

$$\Delta U_{\text{эл.}} = \rho \cdot D_{\text{к}} \cdot I, \quad (3.34)$$

мұндағы $\Delta U_{\text{эл.}}$ – электролиттегі кернеу төмендеуі, В;

ρ – электролиттің үлестік кедергісі, Ом·см;

$D_{\text{к}}$ – электролит ваннасы арқылы өтетін тоқ тығыздығы, А/см²;

I – электрод арасындағы ара қашықтық, см.

$$\Delta U_{\text{эл.}} = 2,447 \cdot 480 \cdot 10^{-4} \cdot 3 = 0,352 \text{ В.}$$

Шлам қыртысындағы кернеу төмендеуін, электролитте төмендегеннің 30% алуға болады, және ол шығады:

$$\Delta U_{\text{шл.}} = 0,352 \cdot 0,3 = 0,106 \text{ В.}$$

Шиносым мен жанасулардағы кернеудің төмендеуін, практика мәліметтері бойынша 0,4 В деп аламыз.

Формула бойынша (3.23) электролиз ваннасындағы кернеуді анықтаймыз:

$$U_{\text{ван.}} = 2,74 + 0,352 + 0,106 + 0,4 = 3,598 \text{ В.}$$

3.3.2.6 Бөлімдегі ванналардың орналасуы мен қатар жалғасының санын есептеу

Жалғастырып қосылған ванналар қатарының, жалпы кернеуін есептейміз:

$$U_{\text{жалпы.}} = U_{\text{ван.}} \cdot N, \quad (3.36)$$

мұндағы $U_{\text{жалпы.}}$ – қатардағы кернеу, В;

$U_{\text{ван.}}$ – ваннадағы кернеу, В;

N – бөлімдегі ванна саны.

$$U_{\text{жалпы.}} = 3,598 \cdot 131 = 571,338 \text{ В.}$$

Қатар жалғасының саны құрайды:

$$n = \frac{U_{\text{жалпы}}}{U}, \quad (3.37)$$

мұндағы n – қатар жалғасының саны;
 U – тұрақты ток кернеуі (практика мәліметтері бойынша 700В).

$$n = 471,338 / 700 = 0.67 \approx 1.$$

Мырыш электролизі бөлімі, олардан күнделікті мырыш алып отыратын, ванналар жүйесі болып табылады. Катодтарды алғанда ванналар өшірілмейді, сондықтан ванналар орналасуы оларды күту операциясының сипатына, жұмыс істеу бақылауына және бөлім алаңының тиімді рационалды қолдануына байланысты.

Ванналардың жалпы санын блоктарға бөледі. 26 ваннаны бір блокқа орналастырамыз, сонда сериядағы блок саны:

$$131 / 26 \approx 5.$$

Бөлім алаңында блоктар параллель орналасқан, арасында 1,5 м өту жолы бар. Ванналар блогы қатарға жалғастырып қосылады. Осылайша, біздің жобаланып отырған бөлімімізде 148 ванна, ол дегеніміз 26 ваннадан 6 блок.

3.3.2.7 Катодты мырыш балқыту процесінің есептеуі

Катодтық мырыш бөлімінің өнімділігі 25000т/жыл. Катодты мырышты индукциялық пештерде балқыту кезінде келесіні аламыз, %: чушкалық металды алу – 97, дросстарға шығу – 2,85, угарға кетеді – 0,15.

Катодтық мырыштың құймалыққа шығуын есептейміз:

$$25000 \cdot 97 / 100 = 242500 \text{ т / жыл.}$$

Сәйкесінше дросқа шығуын есептейміз – 826,5 т/жыл, сонымен қатар угар кезінде металдың жоғалуы – 43,5 т/жыл.

Жалпы металл жоғалуы құрайды:

$$826,5 + 43,5 = 870 \text{ т/жыл.}$$

3.3.2.8 Бір тонна мырышқа кететін үлестік электрэнергиясы

Келтіруші шиносымдарындағы кернеудің төмендеуін есептейміз:

$$U_{\text{шин.}} = U_{\text{ван.}} \cdot P_{\text{жоғ.}}, \quad (3.38)$$

мұндағы $U_{\text{шин}}$ – келтіруші шиносымдарындағы кернеудің төмендеуі, В;

$U_{\text{ван.}}$ – ваннадағы кернеу, В;

$P_{\text{жог.}}$ – бөлімнің шиносымындағы кернеудің жоғалуы (зауыт мәліметтері бойынша 2,5%).

$$U_{\text{шин.}} = 3,598 \cdot 0,025 = 0,089 \text{ В.}$$

Бір тонна мырышқа кететін үлестік электроэнергиясы құрайды:

$$W = \frac{U_{\text{ван.}} + U_{\text{шин.}}}{K_{\text{Zn}} \cdot \eta} \cdot K_{\text{M.V.}}, \quad (3.39)$$

мұндағы W – үлестік электрэнергиясының шығымы, кВт·сағ/т;

K_{Zn} – мырыштың электрохимиялық эквиваленті, $\frac{\text{Г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$;

η – ток шығымы, үлес бірлігі.

$$W = 3,598 + 0,089 / 1,219 \cdot 0,98 = 3,0863 \text{ Вт} \cdot \text{сағ/Г} = 3086,3 \text{ кВт} \cdot \text{сағ/т.}$$

3.3.3 Ваннаның жылулық балансы

Электролит кедергісінен өткенде токтан, шлам мен электродтардың кедергісінен бөлінетін және электролитпен келетін жылу ваннаға келіп түсетін жылу болып табылады.

Ал жылудың шығыны ретінде булану, шашырау, жылулық сәулелердің шығаруымен және қабырға арқылы жылу өткізгіштік арқылы қоршаған ортаға кететін жылуды айтады.

Келетін жылу:

а) электролит кедергісі нәтижесінде пайда болатын жылуды төменгі формуламен есептейді:

$$Q = 0,239 \cdot E \cdot j \cdot t, \quad (3.40)$$

мұндағы E – электролит пен шламда кернеудің төмендеуі, 0,624 В;

J – ток күші, 18720 А;

t – уақыт, 1 сағ.

$$Q = 0,239 \cdot 0,624 \cdot 21200 \cdot 1 \cdot 3600 / 1000 = 11382 \text{ кДж.}$$

б) бейтарап электролитпен келетін жылу мөлшері:

$$Q_{\text{б.е}} = c \cdot m \cdot t^0 \quad (3.41)$$

мұндағы c – бейтарап электролиттің жылу сиымдылығы, 0,78 ккал/кг · град;

m – бейтарап электролиттің массасы;

t^0 – бейтарап электролиттің температурасы, 50⁰ С.

Электролиз ваннасына меншікті салмағы 1,285 болатын, 203,3 дм³/сағ ерітіндінің салмағы, $m = 1,285 \cdot 203,3 = 261,24$ кг.

$$Q_{\text{б.е}} = 0,78 \cdot 246,54 \cdot 50 \cdot 3600 / 1000 = 34614 \text{ кДж.}$$

Жалпы келетін жылу мөлшері $10050,57 + 36678 = 46728,57$ кДж.

Шығындалатын жылу:

Меншікті жылусиымдылығы $0,8$ ккал/кг · град болатын қолданылған электролитпен кететін жылу:

$$Q_1 = 246,62 \cdot 38 \cdot 0.8 = 27526,1 \text{кДж.}$$

Шашыраумен жоғалатын жылу:

$$Q_2 = 1,15 \cdot 0.8 \cdot 38 = 146 \text{кДж.}$$

Буланумен кететін жылу мөлшері:

$$Q = 1,7 \cdot 576,2 = 4104 \text{кДж.}$$

Жалпы жылудыңшығыны $29772,5$ кДж. Артық жылу жылуауыстырғыштармен алынады. Алынған мәліметтерді 3.3 кестесіне толтырамыз.

3.3 Кесте – Ваннаның жылу балансы

Келетін жылу	кДж	Кететін жылу	кДж
Элктр тогымен	11382,06	Қолданылған электролитпен	27526,1
Бейтарап электролитпен	34614	Шашыраумен	146
—	—	Сәулеленумен	4104
—	—	Буланумен	850
—	—	Артық	13369,96
Барлығы	45996,06	Барлығы	45996,06

3.4 Электролиз ванналарын таңдау

Электролиз бөлімінің негізгі жабдықтары – токжүргізуші шинамен, электролитті беріп және алатын, оны суытатын жабдықтармен, катодты және анодты ванна.

Ақырғы уақытта әртүрлі зауыттарда, әртүрлі түрдегі электролизерлер жасалған: дискілі – айналмалы валға бекітілген, дискі түріндегі катодтар; ленталы, мұнда мырыш екі қозғалмайтын анод арасынан үзіліссіз өтетін, амониден жасалған лента матрицаға қонады. Бұл конструкциялар білікті жұмыс пен күтуді талап етіп, электроэнергия тұтынуы $30-40\%$ өскендіктен, олар қолданыс тапқан жоқ.

Казгипроцветмет мырыш электролизінің өндіріс технологиясын және ваннаны полимербетоннан жассауды енгізді. Бұл ванналардың негізгі артықшылығы, олар футеровка талап етпейді, себебі олардың корпусы қышқылға төзімді және өткізбейтіндіктен.

Полимер бетонды ванналар стеклопластикалық шыбықшалармен армиленген. Байланыстырушы ретінде фураналық қарамайды (ФА, ФАМ, 2ФА, 4ФА) және басқа синтетикалық материалдарды қолданады. Ванна корпусын, биіктігі 2 метр бағандарға орнатылатын темірбетонды рамаға орнатылады. Ваннаға электролит беру винипластты бөлу науа бойынша, полиэтиленді сифон арқылы беріледі. Науа, екіленген ванна ішкі кабырға қатарында орналасқан, капроннан жасалған колодкаларға сүйенеді. Ваннадан ертіндіні алу, көбік жинағыш лоток арқылы, төгу рукавы арқылы қолданылған электролит құбырына жүргізіледі. Ванна түбінде электролитті оқыс жағдайда құйып алатын және шлам шаю тесігі болады.

Ваннаға 31 катод және 32 анод орнатылады.

Электролиз үрдісін жүргізу үшін, электролиз ваннасын полимербетоннан, 0,75% күміс қосылған қорғасынды анод және мысты жанасулары бар суық жасалған алюминий катодтарын таңдаймыз. Анодтарды анод шеберханасында жасайды. Әрбір анодтың төменгі жақ шетінде электродаралық күйінде бекіту мақсатында екі полиэтиленді оқшаулағыштар орнатылады. Анодтың қалыңдығы 8 мм. Электролиз ванналарын шламнан тазарту мақсатында айына екі реттен кем емес қолмен өшіріледі. Анодтардың ауыстырылуы олардың жұмыстан шығуына байланысты ауыстырылады. Анодтардың жұмыс істеу мерзімі 2-2,5 жыл[12].

Катодтар қалыңдығы 4 мм алюминий беттерінен жасайды. Катодты бет электрпісіру арқылы Т-тәріздес штангіге орнатылады. Электродтар арасында түісу электролит арқылы жүзеге асырылады. Магнит күштерінің концентрациясы катодтардың қырларында жоғарлаудың нәтижесінде мырыштың дендриттенуі өседі. Мырыштың дендриттенуін болдырмау үшін электролитке салынған катодтар анодқа қарағанда ені де, ұзындығы да 10 мм-ге үлкен етіп жасалынады. Катодты мырыштың алануы әрбір 24 сағат сайын қолмен сыдырылады. Катодты мырышты сыдыруға дейін 15 минут аралықта оған сурьма-винноқышқылды калий қосады.

3.4.1 Ванны электр тоғымен қамтамасыз ету көзін таңдау және тоқпен қоректендіру сұлбасы

Мырыш электролизі өндірістік ваннасының кейбір ерекшеліктері бар. Ол арқылы үлкен көлемдегі тоқ күші өтеді (25000 А дейін), ал электродтардағы кернеу 3,6 В аспайды.

Ванналарды электр тоғымен қамтамасыз ету, РПП-3 кремнилі түрлендіргіш подстанция арқылы жүргізіледі. Электролиз ванналары жалғастырылып блоктарға біріктірілген (26 ваннадан 6 блок), бұларға 25кА дейінгі және 500 В кернеудегі тоқ беріледі. Бұндағы ауыспалы тоқ, тұрақты тоққа кремнилі түзеткіштер арқылы ауыстырылады (Si-150 диодтары). Түзеткіштерде жоғары тазалықтағы кремний қолданылады.

Блокта ванналарды екі қатар қылып біріктіреді, қатарда тұрғанда олар артқы қабырғаларымен бір-біріне тиіп тұрады. Екіленген ванналардың жоғарғы шеттерінде тоқ өткізгіш шиналар орналасқан, оларға бір ваннаның анодтары мен, басқа ваннаның катодтары орналасады. Блоктар бір-бірімен ауыстырғыш шина арқылы қатар басында біріктірілген. Блок соңында қатарлар жүргізгіш шина арқылы қосылған, оған бір қатардың анод жанасулары және екінші қатардың катод жанасулары орналастырылған. Ванналардың бұлай орналасуы, ванна арасы жол еденінен оларды күтуге ыңғайлы. Катодтарды ванна көлемінен ары апару, катодтардан ағатын электролитпен контактілердің сулануын жояды. Катод және анод тоқ өткізгіш шина қатар бойында, ваннаның ұзын жағында орналасқан.

Жанды шиналар мыстан жасалады. Мысты шиналар алюминиліге карағанда қымбатырақ, бірақ бірқатар артықшылықтары бар:

- кедергісі төмен, электр өткізгіштігі жоғары.
- кернеу аутқуының аздығы.

Сорып алу желдеткішті, электр күшімен қамтамасыз ету подстанциядан жүргізіледі.

Үшінші сериялы басқа қондырғылардың электр күшімен қамтамасыз етуі, осы ғимаратта орналасқан РУ-04кВ арқылы жүргізіледі[13].

3.5 Қосымша қондырғыларды таңдау

3.5.1 Электролитті суыту қондырғысын таңдау

Мырыш электролизі кезінде ваннада айтарлықтай жылу бөлінеді. Бұл жылуды шығарып отыру керек, себебі ол электролиттің керекті температурасынан жоғарылап кетуі мүмкін, 70 °С және одан жоғары.

Мырыш шығымы тоқ бойынша ең жақсы көрсеткіштер алу үшін, температура аралығын 36-42°С сақтап тұру керек. Ваннада кернеуді төмендету үшін температураны көтерген жөн, ал коррозиялық процестерді азайту үшін оны төмендету керек.

Әлемдік практикада индивидуалды, центрленген және комбинерленген суыту жүйелері кең тараған.

Жобаланып отырған бөлімде суыту ауа гранирняларында жүргізіледі. Ауа гранирнясы 4×8×8 м камера болып келеді, камера қабырғалары стеклопластиктан жасалған. Қабырғалардың ұзақ жұмысын қамтамасыз ету үшін, қышқылға төзімді матадан жасалған қорғаныс пердемен қамтамасыздырылған. Градирня ваннасы темірбетоннан жасалып, қорғасынмен және қышқылға төзімді кірпіштермен футерленген. Ваннаны тазалау үшін қарайтын есік жасалған. Суыту екі жылдамдықты желдеткіш арқылы берілетін ауа арқылы жүргізіледі.

Желдеткіш типі осьті. Қанаттар материалы талшықты, эрозиядан қорғаныс қабаты бар. Желдеткіш қанаттары 22,1⁰ бұрышымен реттеледі. Электрқозғалтқыш – екі жылдамдықты асинхронды.

Ваннада суытылып жатқан электролит температурасын бақылап тұру үшін термопаралар орнатылған.

Сонымен бірге тағыда ваннадағы электролиттің температурасын төмендету үшін, оларға жылу қабылдағыш элементтер енгізу арқылы төмендету әдісі бар, мысалға змеевикті суытқыштар.

Бұл әдістің кемшілігіне ванналарға көмекші қондырғылар (суытқыш змеевиктер) орнату нәтижесінде ванналардың өнімділігін төмендетеді. Сонымен қатар бұл әдістің тағы да бір кемшілігі ретінде суық судың көп мөлшерінің (2 м³/ч бір электролиз ваннаға) шығындалуын айтуға болады.

3.4 Кестесінде негізгі және қосалқы қондырғылардың сипаттамасы келтірілген.

3.4 Кесте – Негізгі және қосымша қондырғылар

Аты	саны	Техникалық сипаттама	Арналуы
Полимербетоннан жасалған электролиз ваннасы	148 дана.	Сыртқы өлшемдері: ені 1085 мм; ұзындығы 2300 мм; биіктігі 1665 мм; Ішкі өлшемдері: ені 875 мм; ұзындығы 2075 мм; сыйымдылығы 2,7 м ³ ; Пайдалы көлем 2,5 м ³ ; Ванн футерленбеген;	Күкірт қышқылды мырыш ертіндісін электролиздеуге
Бейтарап электролит берілетін желоб	1 дана	Металдық; ұзындығы 25 м; биіктігі 320 мм; ені 300 мм	Смесительге бейтарап электролит беру үшін
Катод тазартқыш машина	2 дана	Өнімділігі 130 катод/сағ; Цилиндрлі щеткалар: d = 180 мм; L = 710 мм; Айналым саны 1440 айн/мин; Шаң сорғыш қондырғы вентиляторы, Ц14-46 №4	Катод тазарту үшін
Смеситель	1 дана	Металдық, титан түрінде, сыйымдылығы 5 м ³	Бейтарап электролитті араластыру үшін және қолданылған электролитті суыту үшін
Насос ВВН 1-50 ГМ	1 дана	Максималды вакуум 97%; Су шығымы 60 дм ³ /мин; Электр қозғалтқыш күші 132 кВт	Электролиз ваннасынан шлам алу үшін

3.4 кестенің жалғасы

Аты	саны	Техникалық сипаттама	Арналуы
Ауа градирнясы	2 дана	Камера саны 2; Камера өлшемі 4×8×8 м; Камерадағы ағын жылдамдығы 336 м ³ /час; Температура аутқуы 38/32 °С; Желдеткіштер: 2; диаметр 3050 мм; біреуінде лопасть саны – 6; еңкею бұрышы 22,1 ⁰ ; эл/қозғалтқыш 10/3,3 кВт; кернеу 380 В; жиілік 50 Гц; Екіжылдамдықты желдеткіштер 272/180 RPM	Қолданылған электролитті суыту үшін
Коллектор (жалпы қолданылған электролит желобы)	2 дана	30 м ³ металдық ойықтар; Қорғасынмен, қышқылға тұрақты кірпіш және плиткамен	Қолданылған электролитті жинау үшін
Қолданылған электролит желобы	4 дана	Полиэтиленді, ванна астында орналасқан	Қолданылған электролитті электролиз ваннасына жинау және коллекторға беру
Реттеу желобы	6 дана	Винипластті, қайнатылып бекітілген штуцермен; Екіленген ванна қатары үстінде орналасқан	Ертіндіні электролиз ванналарына беру үшін
Шлам багі	1 дана	Металдық, титан түрінде көлемі 28 м ³	Шлам жинау үшін және сілтілеу цехына жіберу үшін

3.5.2 Көмекші ертінділерді дайындау

Мырыштың катодтан оңай сыдырып алуын қамтамасыз ету үшін, әр ваннаға сыдырып алуға 15-20 минут қалған кезде, концентрациясы 5-6 г/дм³ сурьмановиноқышқылды калии ертіндінің 10-15 мл қосады.

Сурьмановинилқышқылды калии ертіндісін дайындау келесідей жүргізіледі:

- а) сурьмановинилқышқылды калий тұзы 2 тәулік бойы суланады;
- б) сыйымдылығы 60 л алюминий багына ыстық су құйылады;
- в) бакқа сурьмановинилқышқылды калий тұзы себіледі;
- г) алынған қоспаны ағаш қалақпен араластырады;
- д) Қоспа дайын болғанша 2 тәулік тұрады.

Столярлы желім электролизде беттік активті зат ретінде қолданылады. Желім ертіндісін жасау металдық бак-араластырғышта жасалады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бүгінде дүниежүзінде өндірілген мырыштың 49 пайызы металл бұйымдарын қаптауға жұмсалса, қалған 45 пайызы құрылысқа қажетті жабындылар мен түрлі құбырлар шығаруға пайдалануда. Соңғы уақыттары Германия мен Францияның автокөлік құрастыратын концерндері мырышты көптеп тұтына бастағаны белгілі. Мырыш темірге қарағанда тотығуға 10 есе төзімді. Сондықтан автокөліктердің қаңқаларын дайындауға мырыш кеңінен пайдаланылуда. Мәселен бір ғана жеңіл көліктің қаңқасын мырыштауға 15-20 келі таза мырыш жұмсалады. Сондай-ақ, мырыш латунь дайындауда және химия өнеркәсібінің өрісін кеңейтіп келеді. Мырыш адам денсаулығына пайдалы металдардың бірі. Жуырда ағылшын ғалымдарының тәжірибесі арқылы хабар-ошарды игеру қабілеті мырышқа тікелей тәуелді екенін анықтады. Ғалымдардың пайымдауынша, мырыш жетіспеушілігіне ұшыраған адамдардың есте сақтау мүмкіндігі 50 пайызға кемітінін дәлелдеп отыр. Сондықтан ұмытшақ адамдарға сиырдың бауыры мен теңіз өнімдерін көбірек пайдалануға кеңес береміз. Мұндай тағамдар миды мырышпен жеткілікті мөлшерде қамтамасыз етіп тұрады.

Соңғы уақыттары Шығыстағы көршіміз Қытайдың мырышқа деген сұранысы күннен-күнге өсіп келеді. Мамандар аспан асты елі жылына 2 млн. тоннаға жуық мырышты сырттан экспорттап отырғанын алға тартуда. Көршіміз мырышқа деген өндірістік сұранысын төмендеткен күннің өзінде де, мырыш тасымалдауын тоқтатпайтын көрінеді. Әлемде мырыштың қоры түгесіліп бара жатқанын басты назарда ұстаған Қытай қазір мырышты қоймаларға жинай бастаған. Өз кезегінде олар қоймаға жиналған мырышқа деген сұранысты реттейміз деп түсіндіруде. Оның үстіне Қытайда мырыш кеніштерінің шикізат қоры күн өткен сайын суалып барады. Сарапшылар келешекте көршіміз мырыш металын дайындайтын зауыттары шикізатты сырт елдерден тасымалдауға мәжбүр болады деген болжамдар айтуда. Қалай десек те, дүниежүзінде мырышқа деген сұраныс бір мысқылда төмендемейтіні анық. Лондонда шығатын «Metal Bulletin» журналының сарапшылары мырыштың бағасын тұрақтандыру үшін оның өндіру көлемін тежеу керек деген уәж айтқан болатын. Жалпы дүниежүзіндегі металл нарығына назар аударсақ, соңғы 15 жылда мырыштың бағасы қанша кемісе де, оны өндіру көлемі бір саты да төмендемегенін байқаймыз. Өз кезегінде әлемдегі мырыш өндірісінің дамуына Қазақстан мен Ресей де айтарлықтай үлес қосқанын айта кетуіміз керек. Бұл ретте жылына 120 мың тонна мырыш өндіретін Балқаш мырыш зауыты мен Челябині мырыш зауыты да мырыш өнді-рушілердің қатарынан ойып тұрып орын алғаны белгілі. Аталған екі зауыт 99,995 пайызды таза мырыш өндіріп, ТМД-ның аталған металға деген сұранысын қанағаттандырып отыр.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Николаев И.В., Москвитина В.И., Фомин Б.А. Металлургия легких металлов. – М.: Металлургия, 1997. – 432 с.
- 2 Татанин А.Н., Бойцева В.Н., Борисоглебский Ю.В. Электролитическое получение магния на графитовом катоде // Цветные металлы. – 2001. – №3. – С.63-64.
- 3 Исследование защиты графитированных электродов от окисления веществами на основе щелочных метафосфатов / И. В. Забелин, Е.П. Заикина, С.У. Усенов и др. // В сб.: Металлургия и химия производства магния. – Запорожье, 1985. – С. 56–62.
- 4 А.с. 645987 СССР, МКИ С 25 С 3/04. Электролизер для получения магния / Н.В. Бондаренко, А.П. Гобов, А.Г. Голов и др. (СССР). № 2475428/22-02; заяв. 08.04.77; опубл. 05.02.79 г. Бюл. № 5. – 2с.: ил. 1.
- 5 Зенгин А.Р. Теория и практика изображения горных выработок в проекциях. Е.С. Федорова. – Дис. канд. техн. наук.- М.: Фонды МГУ, 1991. – 128 с.
- 6 Пухов П.С. История книжного дела XIX начала XX века/ Под ред. Е.Е. Лихачева.- М.: Наука, 1976. – С. 35–48.
- 7 Семенов А.П. FUZZY – логика и детекторы движения // Электронная версия на сайте <http://www.security.com.ua/magazine/1/J1-Datch.htm>.
- 8 Телекоммуникационные системы: Компьютерный учебник/ Сост.: К.С. Аманжолова и др. – Электронное издание. – Рауан Софт, 2001. –2 CD-ROM+книга. – 128 с.
- 9 Программное обеспечение для обработки пространственной географической информации / Ю.Р. Архипов, В.М. Москвин, М.В. Панасюк и др. // Вестн. Моск. Ун-та. Сер.5. География. – 1982. – № 4. – С.102–103. – ISSN0201 – 7385.
- 10 Валиев Х.Х., Романтеев Ю.П. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов. Учебник. – Алматы: ИИА «Айкос», 2000. – 441 с.
- 11 Зайцев В.Я., Маргулис Е.В. Металлургия свинца и цинка. – М.: Металлургия, 1985. – 263 с.
- 12 Баймаков Ю.В., Журин А.И. Электролиз в гидрометаллургии. – М.: Металлургия, 1977. – 335 с.
- 13 Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов./Под ред. Н.В. Гудимы.-М.: Металлургия, 1977.