

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар

технологиясы» кафедрасы

Токтаров И.М.

«Мыс кадмий кектерін өндеу» тақырыбына

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B070900 – Металлургия мамандығы

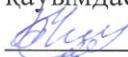
Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар  
технологиясы» кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
МПЖ және АМТ кафедра  
меңгерушісі PhD докторы,  
техн. ғыл. кандидаты,  
қауымдас-ған профессор  
 Чепуштанова Т.А.  
« 13 » 05 2019

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Мыс кадмий кектері өндеу»

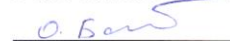
5B070900 – Металлургия мамандығы

Орындаған

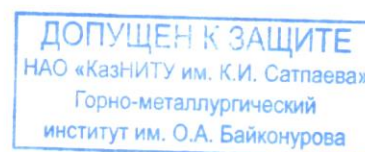
Токтаров И.М.

Ғылыми жетекшісі:

PhD докторы,  
Байгенженов Ө.С.



« 13 » 05 2019



Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Металлургиялық процестер, жылу техникасы және арнайы материалдар

технологиясы» кафедрасы

5B070900 – «Металлургия»

**БЕКІТЕМІН**

МПЖ және АМТ кафедра  
менгерушісі PhD докторы,

техн. ғыл. кандидаты,  
қауымдас-ған профессор

Чепуштанова Т.А.

« 13 » 05 2019



**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Токтаров Ильяс Медетұлы

Тақырыбы Мыс кадмий кектері өңдеу

Университет ректорының «08» қазан 2018 ж. № 1113 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Кадмий, мыс-кадмий кектері,  
материалдық баланс.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

–кіріспе, жұмыстың өзектілігі және тәжірибелік маңыздығы  
көрсетілген;

–аналитикалық бөлім, жұмыс тақырыбы бойынша әдеби шолу  
көрсетілген;

–тәжірибелік жұмыс, мыс-кадмий кектерін өңдеудің металлургиялық  
есептеуі;

–экономикалық бөлім;

–қорытынды



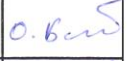

–сызбалық материалдар 15 слайд

Ұсынылатын негізгі әдебиет 22 атау

**Дипломдық жұмысты (жобаны) даярлау  
КЕСТЕСІ**

№ п/п	Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
1	Кіріспе	8.02.2019	
2	Аналитикалық бөлім	22.02.2019	
3	Тәжірибелік бөлім	16.03.2019	
4	Экономикалық бөлім	05.04.2019	
5	Еңбекті қорғау	12.04.2019	
6	Қорытынды	19.04.2019	
7	Норма бақылау	26.04.2019	

Жұмыс (жоба) бойынша оларға қатысты бөлімдердің көрсетілуімен кеңес  
берушілердің  
қолтаңбалары

Бөлім атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Аналитикалық бөлім	Байгенженов Ө.С. ғылыми жетекші Ph.D	22.02.2019	
Тәжірибелік бөлім	Байгенженов Ө.С. ғылыми жетекші Ph.D	16.03.2019	
Қорытынды	Байгенженов Ө.С. ғылыми жетекші Ph.D	19.04.2019	
Норма бақылау	Көккөзов Д.Қ техника және технология магистірі	13.05.2019	

Ғылыми жетекші  (Байгенженов Ө.С.)

Студент тапсырманы орындауға алды  (Токтаров И.М.)

Күні " 25 " 01 2019

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмысқа компьютерде терілген 36 бетте компьютерлі терумен жазылған, 11 кесте кіреді. Әдебиеттер тізімі 22 атаудан тұрады.

Жұмыстың мақсаты - өнімділігі жылына 500 т кадмийді өндіру бөлімшесін техникалық қайта жабдықтауын орындау.

Жобада аппараттық-технологиялық сұлбаның таңдауы жүзеге асқан, материалдық баланс және кадмий электролизі процессін аппараттық хаттау саласындағы жұмыстардың заман талабына сай деректердің есебі жасалған.

Өндірісті қарқындату мақсатында жобада кадмийдің технологиялық сұлбасының оңайлатуын қамтамасыз ететін электролиттік тұнуға өту қарастырылған. Кадмийдің электролизін қолдану электр энергиясын пайдалану шығындарын және соның есебінде өнімнің өздік құнын төмендетуге кететін шығынды азайтуға мүмкіндік береді.

Экономикалық есептер шығын коэффициенттері мен прогрессивті өндіру шамаларының негізінде орындалған.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, 4 раздела, заключения, списка литературы. В работу входит 11 таблиц, написанных компьютерным набором на 36 страницах, набранных на компьютере. Список литературы состоит из 22 наименований.

Цель работы-выполнение технического перевооружения отделения по производству кадмия производительностью 500 т в год.

В проекте был осуществлен выбор аппаратно-технологической схемы, произведен расчет современных данных в области материального баланса и аппаратного оформления процесса электролиза кадмия.

В целях интенсификации производства проектом предусматривается переход на электролитическое осаждение, обеспечивающее упрощение технологической схемы кадмия. Применение электролиза кадмия позволит снизить затраты на потребление электроэнергии и затраты на ее счет снизить себестоимость продукции.

Экономические расчеты выполнены на основе коэффициентов затрат и прогрессивных производительных величин.

## ANNOTATION

Thesis consists of tasks, introduction, 4 sections, conclusion, references. The work includes 11 tables written by a computer set of 36 pages typed on a computer. The list of references consists of 22 items.

The purpose of the work is to perform technical re-equipment of the Department for the production of cadmium with a capacity of 500 tons per year.

The project was implemented the choice of the equipment-technological schemes calculation of the current data region of the material balance and hardware registration of process of electrolysis of cadmium.

In order to intensify production, the project provides for the transition to electrolytic deposition, which simplifies the technological scheme of cadmium. The use of cadmium electrolysis will reduce the cost of electricity consumption and the cost of its expense to reduce the cost of production.

Economic calculations are made on the basis of cost coefficients and progressive productive values

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Талдаулық шолу	11
1.1	Мыс – кадмий кектерін қайта өңдеудің теориялық негізі	11
1.2	Тауарлық кадмий алуда пайдаланылатын шикізат пен өнімнің, және онда жүретін процестердің қысқаша сипаттамасы	12
1.2.1	Мыс-кадмий кектерін ерітінділеу	14
1.2.2	Ерітіндіден кадмийді тұндыру	16
2	Мыс-кадмий кектерін өңдеудің металлургиялық есептеуі	17
2.1	Жуықталған металлургиялық есептеу	17
2.2	Мыс-кадмий кектерін өңдеудің толық металлургиялық есептеуі	19
2.2.1	Мыс-кадмий кектерін ерітінділеу бөлімшесі	19
2.2.2	Мыс кекін ерітінділеу бөлімшесі	22
2.2.3	Мыс-кадмий кектерін цементациялау бөлімі	25
2.2.4	Кадмий кеуегін ерітінділеу бөлімшесі	27
2.2.5	Кадмий кеуегін толық ерітінділеу бөлімі	28
2.3.1	Кадмий кеуегін цементациялау бөлігі	29
2.3.2	Кадмий кеуегін мырыштан жуу бөлігі	30
3	Жобаның технико – экономикалық негізі	31
3.1	Түйіндеме	31
3.2	Жобаның техникалық-экономикалық көрсеткіштері	31
4	Жобаның қауіпсіздігі және экологиялығы	33
4.1	Еңбекті қорғау	33
4.1.2	Қауіпті, зиянды заттардың сипаттамасы және олардан қорғану	33
4.1.3	Өрт қауіпсіздігінің шаралары	33
4.2	Қоршаған ортаны қорғау	34
	Қорытынды	35
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	36
	А Қосымшасы	37
	В Қосымшасы	40



## КІРІСПЕ

Металлургия – кеннен және басқа да құрамында металы бар шикізаттардан металл алумен айналысатын ғылым мен техника облысын айтамыз. Ол геология кен ісі, кенді байыту металлургия және металды өңдеуді қамтитын тау-кен металлургия өндірісінің жалпы циклының негізі болып табылады. Металлургия өндірісі адам қоғамының дамуының алғашқы сатыларында пайда болған ең көне өндіріс. Адам металды шамамен 6000 жыл бұрын қолдана бастады. Адам өмірінде алғашқы кездескен металдар, сом тума мыс пен алтын және табығатта бос күйінде кездесетін метиоритті темір болып табылады.

Кадмий табығатта кеңінен таралған: оның жер қыртысындағы мөлшері  $1,1 \cdot 10^{-5}$ . Өте шашыранды болғандықтан өндірістік маңызы бар өзіндік кен орындары жоқ. Ол ауыр түсті металдар кендерінде қоспа түрінде кездеседі және олардан қосымша өнім ретінде бөліп алынады.

Көптеген өндіріс салалары тарапынан металдық кадмий және оның тұздарына сұраныстың үздіксіз өсуінен, құрамында кадмийі бар шикізаттарды комплексті әдіспен өңдеу, кадмий өндірісінің техника және технологиясының дамуына ықпал етеді, яғни бөліп алу дәрежесін жоғарылатып, бағасын төмендетуге септігін тигізеді.

Кадмийді қолдану облысы оның бағалы қасиеттеріне байланысты жылма-жыл өсіп келеді. Шет елдерде кадмийді стратегиялық шикізат қатарына жатқызады. Дүние жүзінде өндірілетін кадмийдің басым бөлігі электр жабындары мен қорытпа дайындау үшін шығындалады. Қорғаныс жабын ретінде кадмий мырыш пен никельмен салыстырғанда айтарлықтай артықшылықтары бар, себебі оның жұқа қабаты да коррозияға өте төзімді.

Қазіргі таңда оны атомдық реакторлар құрылысында көп қолданады, өйткені кадмий нейтрондарды жақсы сіңіргіштердің бірі болып табылады. Сондықтан да, ядролық реакцияның жылдамдығын реттегіш ретінде қолданылады.

Соңғы жылдарда кадмий өндірісін интенсификациялау мақсатында ойласытырған процестер айтарлықтай даму үстінде. Қайнау қабаты шарттарында сульфаттау әдісі, жоғары ток тығыздығында жүргізілетін электролиз, кадмий кеуегін дистилляциялаудың вакуумдық әдістері, жоғары тазалықтағы кадмий алу әдістері – кадмий өндірісіндегі техникалық прогрессивті даму жолдары болып табылады.

Кадмий өндірісінің өсіміне негізделген барлық технологиялық шешімдер тікелей мырыш өндірісімен тығыз байланысты.

*Дипломдық жұмыс тақырыбының өзектілігі:* Соңғы жылдары минералдық шикізаттарды кешенді қолдану және қоршаған ортаны қорғау бойынша шараларды тиімді өндіруге үлкен көңіл бөлінеді. Бұл әртүрлі жолдармен жасалады, оның ішінде өндіріс қалдығынан пайдалы өнімдерді қатар алу есебінен де орындалады. Зерттеу үшін "Казцинк" АҚ түзілген мыс кадмийлі кектері алынды. Құрамындағы пайдалы металдардың үлкен

концентрациясы болуына байланысты осы шикізатты өңдеу қазіргі кезде өзекті мәселе болып табылады. Аталған шикізатты өңдеу бойынша технологиясын жасау және негізгі параметрлерін есептеу шикізат қорының түрлерін көбейтіп, өнеркәсіп орналасқан аймақтың экологиялық жағдайын жақсартуға мүмкіншілік береді.

*Дипломдық жұмыстың мақсаты* – Дипломдық жобаның мақсаты “Казцинк” ЖШС өндірілген реагенттерді қолданып, тауарлық кадмий өндірудің технологиялық сұлбасын жетілдіру, мыс-кадмий ерітінділерінің көлемін азайту, сонымен қатар шикізатты өңдеудің әдістерін жетілдіру.

*Зерттеу объектісі:* "Казцинк" АҚ түзілген мыс кадмийлі кектері.

## 1 Талдаулық шолу

### 1.1 Мыс – кадмий кектерін қайта өндеудің теориялық негізі

Қазіргі уақытта кадмийді өндірудің өндірісте меңгерілген әдістері:

- Дистиляциялық;
- Гидрометаллургиялық;
- Біріктірілген.

Дистиляциялық әдісте кадмийдің төмен тотықсыздану температурасы мен мырыш және басқа металдармен салыстырғанда кадмийдің бу қысымының жоғары мәндеріне негізделген. Кадмий шығымының төмендігі және алынып отырған металдың тазалағанаң төмен болуы, құрамында кадмийі бар өнімді пирометаллургиялық әдіспен қайта өндеуден бас тартудың басты себебі болып табылады.

Кадмийді алудың гидрометаллургиялық әдісі әмбебаптығымен айрықшаланады, сонымен қатар құрамында кадмийі бар материалдардың барлығына қолдануға болады. Бұл әдіспен тізбектелген операциясында металды электролизбен бөліп алатын, концентрленген кадмийдің таза күкірт қышқылды ерітіндісі дайындалады. Бұл әдіс кадмийдің жеткілікті түрде таза күйде алуын қамтамасыз етеді және негізінде мысты-кадмий кектерін қайта өндеуде қолданылады.

Біріктірілген әдіс пиро және гидрометаллургиялық әдістерінің операцияларының қосындысы болып табылады. Ол мырыш пусьерасы мен қоғасынды шахталық балқытудың шаңдарын қайта өңдейтін зауыттарда қолданылады.

Жоғарыда аталғандарға сәйкес мыс-кадмий кектерінен кадмийді бөліп алуға гидрометаллургиялық әдісті қолданамыз. Себебі, ол әмбебап және оны кез-келген құрамдағы кектерге қолдануға болады.

Мыс-кадмий кектерін қайта өндеудің технологиялық сұлбасы оның құрамына байланысты алынады. Кектердің сапасы мыстың, кадмийдің мырыш өндірісінің бейтарап қоюлатқыштарының жоғарғы ағысындағы концентрациясына байланысты.

Мыс-кадмий кектерінің сапасына байланысты кедей (2-5 пайыз Cd), орташа (5-8 пайыз Cd) және бай (8-12 пайыз Cd) деп шартты түрде бөлуге болады. Риддер металлургиялық комплексінің мысты-кадмий кегінің құрамын талдай отырып, оларды сапасына байланысты кедей мыс-кадмий кектеріне жатқызамыз.

Өндірісте кездесетін мыс-кадмий кектерін қайта өндеудің технологиялық сұлбаларының көп түрлілігіне қарамастан осы сұлбаларды шартты түрде үш топқа бөлуге болады.

Бірінші топқа мыс-кадмий кектерін қолданылған мырыш электролитінде бір сатылы ерітінділеудің сұлбалары жатады. Бұл сұлбалармен кадмийді таңдамалы түрде еріту, кадмий кеуегін тұндыру және пайдаланылған кадмий электролитінде немесе күкірт қышқылы ерітіндісінде кеуекті еріте отырып,

кадмий электролитін дайындау қарастырылады.

Екінші топқа мыс-кадмий кектерін қолданылған мырыш электролитінде бір сатылы ерітінділеудің сұлбалары жатады. Бірақ, онымен мыс пен кадмийді коллективті ерітінділеу қарастырылады. Мұнда ерітінділеуден кейін шаң қосу арқылы немесе мысты-кадмий кектерінің жаңа порциясын қосу арқылы мысты ерітіндіден тұндырады, сонымен қатар екі мәрте кадмий кеуегін тұндырумен, пайдаланылған кадмий электролитінен кадмиді аралық еріту жүргізіледі.

Үшінші топқа кадмий кекін пайдаланылған мырыш электролитінде екі сатылы ерітінділеуді және бірінші немесе екінші кадмий кеуектерін тұндыру арқылы, ерітінді қоспалардан тазартуды қарастыратын технологиялық сұлбалар жатады.

Бірінші топқа жататын сұлбалармен құрамында кадмийі 8-12 пайыз бай кектерді қайта өңдеу жүргізілуі мүмкін. Қайта өңдеудің бірінші және үшінші әдістері Риддер металлургиялық комплексінің мыс-кадмий кектеріне қолдануға келмейді. Себебі, металл шығымы төмен және кадмийдің мыс кекімен жоғалуы айтарлықтай. Кадмий мен мысты коллективті ерітінділудің сұлбасы қолдануға ыңғайлы. Кекті пайдаланылған мырыш электролитінде күкірт қышқылымен толық бейтарапталғанша және ерітінділеудегі мыс ионының концентрациясы 2-3 г/дм<sup>3</sup> дейін жоғарлағанша, ерітінділейді. Ерітіндіге өтіп кеткен мысты, жаңа мыс-кадмий кектерімен тұндырады. Ол кезде оның концентрациясы 0,5-1,2 г/дм<sup>3</sup> дейін төмендейді. Бейтарап пульпаны қоюлатқышқа жібереді. Қоюлатқыштың жоғарғы ағысы кадмий кеуегін тұндыруға түседі. Кедей кадмий ерітіндісі мырыш өндірісіне жіберіледі, ал кеуегі кадмий электролитін дайындауға барады.

Коллективті ерітінділеу сұлбасының артықшылығы кедей шикізаттан кадмийді бөліп алу дәрежесінің жоғарылығы (80–90 пайыз) және электролизге жарамды таза электролит алу болып табылады.

Бұл сұлбаның кемшілігі – процестің көп сатылылығы және мырыш шаңының үлкен шығыны [1].

Сонымен, мырыш зауытының жағдайында кадмий мен мысты коллективті ерітінділеуден, тауарлық кадмий алумен бір сатыда кадмий кеуегін мырыш шаңымен тұндырудан тұратын, мыс-кадмий кектерін қайта өңдеудің гидрометаллургиялық сұлбасын таңдаймыз.

## **1.2 Тауарлық кадмий алуда пайдаланылатын шикізат пен өнімнің, және онда жүретін процестердің қысқаша сипаттамасы**

Мырыш өндірісінің мыс-кадмий кектері металдық кадмий алуда негізгі шикізат болып табылады, ол ерітінділеу цехынан кадмий бөліміне құбырмен пульпа түрінде тасымалданады.

Әртүрлі зауыттарда қайта өңделетін мыс – кадмий кектері 2,5-12 пайыз Cd; 4-17 пайыз Cu; 35-60 пайыз Zn; 0,05-2,0 пайыз Fe; 0,05-0,20 пайыз As құрайды.

Кектер құрамының айырмашылығына байланысты әр өнеркәсіптегі технологиялық сұлбалар кейбір ерекшеліктерімен және әртүрлі құрамды

алынатын аралық өнімдерімен сипатталады. Алайда барлық сұлбалар, детальдарын ескермегенде, бір-біріне ұқсас.

Әдетте ертінділеуге мыс-кадмий кектерін оны сүзгеннен кейін бірден жібереді. Кейбір шетел зауыттарында кекті ертінділеу алдында ауада ұстап тотықтырады. Алдынала тотықтыру, бір жағынан, кектің еруін жақсартады және кадмий алуды жоғарлатады, ал басқа жағынан, мыстың ертіндіге көп мөлшерде өтуіне мүмкіндік жасайды да, ары қарайғы ертіндіні тазартуды қиындатады. Сондықтан, кекті алдын ала тотықтыру оның құрамына байланысты. Кек құрамындағы күшала мен кобальттың аздаған мөлшері оның еру жылдамдығын жоғарлатады. Құрамында неғұрлым аз қоспасы бар кек, баяуырақ ериді.

Мыс-кадмий кектері қолданылған мырыш электролитімен ертінділеніп, тұндыру үшін қоюлатқышқа беріледі. Пульпаны қоюлатқыштар тұндырған соң төменгі ағызынды – мыс кекі – дискті вакуум-фильтрге фильтрацияға (сүзуге) түседі, соңынан жинағыш-контейнерлерге тиеледі.

Кадмий кеуек түрінде цементацияланып, мырыштан тазалау үшін қышқылмен жуылып, фильтр-пресске сүзуге жіберіледі. Мырыштан тазалап жуылған кеуек күкірт қышқылында ерітіледі. Фильтрленген (сузілген) ертінді тазалаудан кейін, күміс-қорғасын балқымасынан жасалған ерімейтін (шығындалмайтын) анодта, кадмий электорлизіне түседі. Қатты қалдық қайта толық ертінділеуге қайтарылады.

Электролизден алынған кеуек брикет-престе брикеттеліп, каустикалық сода қабаты астында балқытылып, құйма қалыптарға құйылады. Қолданылған электролит мысты-кадмий кектерін ертінділеуге жұмсалады.

Кадмий бөлімшесінің тауарлық өнімі болып КД-0А, КД-0, КД-1 ГОСТ 1467-93 маркалы кадмий құймасы табылады. Металдық кадмий жылтыр ақ түсті, балқу температурасы 320 °С, ал қайнау температурасы 765 °С. Бөлме температурасында және құрғақ ауа атмосферасында металл беті өзгеріске ұшырамайды, ал дымқыл ауада коррозияға тұрақты тотыққан қабықпен қапталады [22].

1 Кесте - Тауарлық кадмийдің химиялық құрамы

Тауарлық өнімі	Химиялық құрамы							
	пайыз	Қоспалардың массалық үлесі, артық емес						
		Pb	Zn	Cu	Fe	Tl	Ni	Басқа қоспалар
КД - О	99,96	0,02	0,004	0,01	0,002	0,003	0,002	0,04
КД - ОА	99,98	0,008	0,001	0,004	0,0003	0,002		0,02
КД - 1	99,93	0,03	0,005	0,01	0,003	0,01		0,07

Металдық кадмий алудың технологиялық процестері келесі операциялардан тұрады:

- мыс-кадмий кектерін ерітінділеу;
- кадмийді ерітіндіден цементациялау;
- жуу және ерітіндіні қайта тазалай отырып кадмий кеуегін еріту;
- электролиз;
- брикеттеу, балқыту, рафинация және кадмийді құю.

### 1.2.1 Мыс-кадмий кектерін ерітінділеу

Мыс-кадмий кектері – ерітінділеу бөлімінің мысты-кадмий тазалаудың қоюлатқыштарының төменгі ағызындысы, ол пульпа түрінде алты дискілі вакуум-фильтр былауына сүзуге беріледі. Құрамында қатты зат мөлшері 3,0 г/л аспайтын фильтрат өртендіні ерітінділеу бөліміне сорылады, ал 40пайыз ылғалдылығы бар мысты-кадмий кекі дисктерден кесіліп алынып, айналымдық ерітіндімен репульпацияланып,  $V=36 \text{ м}^3$  агитаторға келіп түседі. Соңынан пульпа сорғымен ерітінділеу аумағының агитаторына беріледі. Кек құрамын анықтау мақсатында сынама жұмысшысымен дискті вакуум-фильтрден алынады.

Фильтратта қатты мөлшері жоғары болған жағдайды (3 г/л көп) келесілерді тексеру қажет:

- секторлардағы көйлектердің бүтіндігі(вакуум-фильтр секторларындағы жыртылған көйлекпен мысты-кадмий кекін фильтрлеуге тыйым салынады);
- сектор басынды тығыздағыш сақиналардың болуы;
- сектор басының вакуум-фильтр білігі пазасында дұрыс жатқандығы.

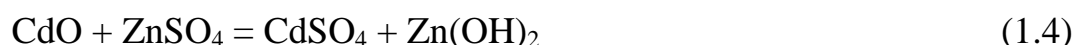
Мыс-кадмий кектері бейтарап ерітінділеудің ерітінділерін цементациялық тазалаудың өнімі болып табылады. Кектің негізгі компоненттері мырыш, мыс және кадмий. Кекте сонымен қатар темір, кобальт, никель, сүрме және күшала қоспалары болады.

Мыс-кадмий кектерін ерітінділеудің негізгі мақсаты – мырыш пен кадмийді пайдаланылған мырыш электролитінде еріту.

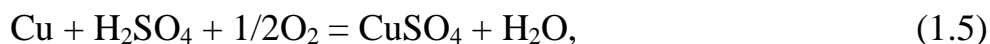
Металдардың ерітіндіге өтуі келесі реакциялармен жүзеге асады:



Мыс-кадмий кектерінің пульпасын сүзу процесі кезінде кадмийдің тотығуы жүреді:



Мыс-кадмий кектеріндегі мырыш пен кадмийдің көп мөлшері еріп болған соң, мыс ери бастайды:



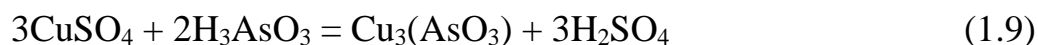
Қоспалардан темір, кобальт, никель, сүрме, күшала ерітіндіге өтеді. Қорғасын мыс қалдығында шоғырланады.

Сүрме мен күшала өте қауіпті қоспалар болып табылады, қышқыл ортада мырышпен тотықсызданып, гемолиттік у – күшалалы сутек (арсин) және сүрмелі сутек (стибин) түзеді.



Сондықтан кадмийі бар өнімдерді ерітінділеу қақпағы жабылған, сору вентиляциясы бар агитаторда жүргізіледі.

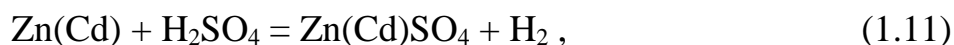
Күшалалы сутектік түзілуін болдырмас үшін агитаторға құрамында мыс бар ерітінді мен пульпа қосады, олар күшаламен ерімейтін қосылыс түзеді:



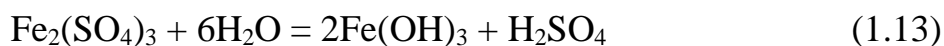
Ерітіндіде екі валентті темірдің көп мөлшері болған жағдайда пиролюзит (марганец кені) сияқты тотықтырғыш қосады. Темірдің тотығуы қышқылдық 5-10 г/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  және 50-60°C температурада жүреді.



Мыстың қарқынды еруі мырыш пен кадмийдің негізгі бөлігінің ерітіндіге өткенін көрсетеді. Осымен ерітінділеудің бірінші сатысы аяқталып, екінші саты – пульпаны бейтараптау басталады. Мысты-кадмий кекінің жаңа үлесімен күкірт қышқылы бейтарапталып, ерітіндіден мыс тұнбаға түседі:



Пульпаны тұндыру және қоюлату процесімен бірге ерітіндінің қоспалардан гидролиттік тазалануы жүреді:



Кобальт және никель ерітіндіде қалады.

Пульпаның мөлдірлену және қоюлану жылдамдығы ерітінділеу процесін жүру шарттарына байланысты.

Пульпаның тұну және қоюлану жылдамдығына келесі факторлар әсер етеді:

- Қоюлатқышта қаттының болуы;
- рН ортасы;
- Ерітіндідегі кремний қос тотығы мен металл гидроксидтерінің болуы;
- Мыс-кадмий кектерін ерітінділеу шарттары.

Пульпаны Рн 4,5-5,0 болғанда қоюлату кезінде кремний қос тотығы мен ауыр металдардың коагуляциясы жүреді, бұл кезде тұну жылдамдығы максимал.

### 1.2.2 Ерітіндіден кадмийді цементациялау

Мырышпен цементация келесі реакция бойынша жүреді:



Ерітіндіде кадмийге қарағанда электрлік оң металдар болса (күшала, мыс, басқа) олар да қышқыл сульфаттық ерітіндіден мырышпен цементацияланып, келесі реакция бойынша сутегі бөлінеді:



Кадмий ерітіндісінен металдарды ығыстырып шығару реті олардың қалыпты потенциалдарымен анықталады. Мырыш ерітіндімен араласу сәтінде мыс пен күшала қарқынды ығыстырылып шығады. Соңынан кадмий тұнбаға түсіп, сутегі көпіршіктері бөлінеді.

Кадмийдің толық бөлінуі мен жылдамдығы келесі факторларға тәуелді:

- цементацияланатын металдың жалпы бетінің ерітінді көлеміне қатынасы;
- мырыш шаңы дисперстілігі дәрежесі;
- кадмийдің бастапқы концентрациясы;
- Қоюлатқышта қаттының болуы;
- рН ортасы;
- ортаның рН мәні;
- температура;
- араластыру қарқындылығы;
- ерітіндідегі мырыш концентрациясы.



## 2 Мыс кадмий кектерін өңдеудің металлургиялық есептеу

### 2.1 Жуықталған металлургиялық есептеу

Мыс-кадмий кектерін өңдеуде негізгі ерекшелік – құрамында кадмий бар кек, ерітінді, пайдаланылған электролит түріндегі айналымдық материалдардың көп мөлшері. Олар мыс-кадмий кектерін ерітінділеу бөлімшесінде қайтарылады.

Ерітінділеуге түсетін мыс-кадмий кекінің құрамы, пайыз: 3,2 Cd; 30 Zn; 11,4 Cu; бай кадмий кеуегін ерітінділеуден қалған мысты қалдық құрамы, пайыз: 8,6 Cu; 0,9 Cd; 2,6 Zn; айналымдық ерітінді құрамы: Cd=14 г/дм<sup>3</sup>; Zn=8,3 г/дм<sup>3</sup>; Cu=4,8 г/дм<sup>3</sup>.

Практикалық мәліметтер бойынша айналымға қайтатын мысты қалдықпен 2,5 пайыз кадмий, ерітіндімен 8,0 пайыз кадмий қайтарылады.

Айналымдағы кадмий мөлшерін  $x$  деп белгілеп, ерітінділеуге түсетін кадмий мөлшерін анықтаймыз:

Мысты қалдықпен (жоғалымды есепке алғанда)

$$(3,2+x) \cdot 0,025 - 0,005x = 0,72 + 0,22x$$

Айналымдық ерітінді

$$(3,2+x) \cdot 0,08 - 0,114x = 0,256 + 0,068x$$

Айналыммен барлығы ерітінділеуге түседі

$$X = 0,72 + 0,22x + 0,256 + 0,068x$$

Осыдан  $x = 0,13$  кг.

Әрбір айналымдық өніммен түсетін кадмий:

Мысты қалдықпен

$$0,72 + 0,022 \cdot 0,13 = 0,748 \text{ кг.}$$

Айналымдық ерітіндімен

$$0,256 + 0,068 \cdot 0,13 = 0,264 \text{ кг.}$$

Табылған кадмий мөлшері мен айналымдық өнім құрамы бойынша әрқайсысының мөлшерін анықтаймыз:

Мысты қалдық:  $0,748 \cdot 100 / 0,9 = 83,1$  кг.

мұндағы, мырыш:  $83,1 \cdot 0,026 = 2,160$  кг.

$$\text{мыс: } 83,1 \cdot 0,086 = 7,146 \text{ кг.}$$

$$\text{Айналымдық ерітінді: } 0,246 \cdot 100 / 14 = 17,57 \text{ дм}^3$$

$$\begin{array}{l} \text{мұндағы, мырыш: } 17,57 \cdot 0,083 = 1,450 \text{ кг} \\ \text{мыс: } 17,57 \cdot 0,048 = 0,808 \text{ кг.} \end{array}$$

Осы жолмен цементация бөлімшесіне қайтарылатын кадмий кеуегін жуған ерітіндінің құрамы мен мөлшерін анықтаймыз. Практикалық мәліметтер бойынша ерітіндімен айналымға 40-45 пайыз кадмий қайтарылады. Есептеуде цементацияға  $10,84 \text{ г/дм}^3 \text{ Cd}$ ;  $129 \text{ г/дм}^3 \text{ Zn}$  және 0.88 пайыз Cd; 10,8 пайыз Zn құрамды кадмий кеуегін жуғанда ерітіндімен 45 пайыз кадмий қайтарылады деп қабылдаймыз. Цементацияға қоюлатқыштың келесі құрамды жоғары ағызындысы түседі:  $10,88 \text{ г/дм}^3 \text{ Zn}$ ;  $5,3 \text{ г/дм}^3 \text{ Cd}$ , яғни 9,2 пайыз Zn; 0.441 пайыз Cd.

Кеукті қышқыл жуудан кейінгі ерітіндідегі кадмий мөлшерін  $x$  деп белгілеп, ерітіндінің мөлшерін анытаймыз:

$$(0,441+x) \cdot 0,45 = x$$

$$X = 0,36 \text{ кг.}$$

Табылған кадмий мөлшері бойынша ерітінді мөлшерін анықтаймыз:

$$0,36 \cdot 100 / 0,88 = 41 \text{ кг.}$$

$$\text{мұндағы, мырыш: } 41 \cdot 0,108 = 4,428 \text{ кг.}$$

Енді кадмий кеуегін жуу бөлімшесіне келіп түсетін бейтарап цементациядан шыққан кеуктің құрамы мен мөлшерін анықтаймыз. Практикалық мәліметтер бойынша бейтарап цементация кеуегімен бірге айналымға 1,51 пайыз кадмий қайтады, оның құрамы: 25,5 пайыз Cd; 27 пайыз Zn. Бейтарап цементациялаудағы кеуктегі кадмий мөлшерін  $x$  деп белгілеп, кеуктің мөлшерін анықтаймыз:

$$(25,5+x) \cdot 0,015 = x$$

$$X = 0,382 \text{ кг.}$$

Анықталған кадмий мөлшері бойынша кеук мөлшерін анықтаймыз:

$$0,382 \cdot 100 / 25,5 = 1,498 \text{ кг.}$$

$$\text{мұндағы, мырыш: } 1,498 \cdot 0,27 = 5,54 \text{ кг.}$$

## 2.2 Мысты-кадмий кекін өңдеудің толық металлургиялық есептеуі

РМК практикалық мәліметтері бойынша мыс-кадмий кектерінің құрамы келесідей (2 Кесте ) көрсетілген.

2 Кесте - Мыс-кадмий кектерінің құрамы

Zn	Cu	Cd	Fe	SiO <sub>2</sub>	Pb	Co+Ni	басқалар	H <sub>2</sub> O
30,0	11,4	3,2	0,95	0,8	1,6	0,2	6,4	41,3

Мыс-кадмий кектерін өңдеудің жуықталған металлургиялық есептеуін қолданып, толық металлургиялық есептеуде түзілетін айналымдық материалдарды есепке аламыз және оларды технологиялық сұлбаға сай енгіземіз.

Есептеуді қысқарту мақсатында мыс-кадмий кектерінен ерітіндіге тек негізгі компоненттер өтеді деп қабылдаймыз: Cd 97 пайыз; Zn – 95 пайыз; Cu – 4,5 пайыз, ал қалғандары (Co, Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, Pb) процестен шығарылады деп қабылдаймыз. Еріткіш ретінде пайдаланылған мырыш электролиті қолданылады, құрамы: 138 г/дм<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> және 46 г/дм<sup>3</sup> Zn.

### 2.2.1 Мыс-кадмий кектерін ерітінділеу бөлімшесі

Есептеу 100,1 кг мыс-кадмий кектеріне жүргізіледі. Ерітінділеу кезінде ерітуге қажет, кг:

$$\begin{aligned} \text{Cd } & 3,2 \cdot 0,97 = 3,104 \\ \text{Cu } & 11,4 \cdot 0,045 = 0,513 \\ \text{Zn } & 30 \cdot 0,95 = 28,8 \end{aligned}$$

Сонымен қатар ерітінділеу бөліміне бай кадмий кеуегін ерітінділеуден қалған 7,3 кг мысты қалдық түседі, құрамы: Cd – 0,8 пайыз; Zn – 1,8 пайыз; Cu – 8,9 пайыз; басқалар – 88,5 пайыз. Және кадмий кеуегін толық ерітінділеуден 15,2 дм<sup>3</sup> ерітінді түседі, құрамы: Cu – 5,6 г/л; Zn – 6,4 г/дм<sup>3</sup>; Cd – 14 г/дм<sup>3</sup>. Мысты қалдықтан ерітіндіге Cu – 60 пайыз; Zn – 85 пайыз өтеді немесе, кг:

$$\begin{aligned} \text{Cu } & 7,146 \cdot 0,6 = 4,287 \\ \text{Zn } & 2,160 \cdot 0,85 = 1,836 \\ \text{Cd } & 0,748 \cdot 0,85 = 0,635 \end{aligned}$$

Ол үшін қажетті күкірт қышқылы, кг:

$$\begin{aligned} \text{Cd үшін} & (3,104 + 0,748) \cdot 97 / 112,4 = 3,32 \\ \text{Zn үшін} & (28,8 + 2,160) \cdot 97 / 65,4 = 45,91 \end{aligned}$$

$$\text{Cu үшін} \quad (0,256+0,448) \cdot 97/63,6=1,07$$

Барлығы: 50,3 кг.

Практикалық мәліметтер бойынша ерітіндіде 4,8 г/дм<sup>3</sup> күкірт қышқылы қалғанда ерітінділеу процесі аяқталады деп қабылдаймыз, яғни 1 г/дм<sup>3</sup> пайдаланылған мырыш электролитінен пайдамен жұмсалатыны:

$$148-4,8=133,2 \text{ г күкірт қышқылы}$$

Пайдаланылған мырыш электролитінің шығыны:

$$50300:133,2=377,627 \text{ дм}^3$$

немесе меншікті салмағы 1,3 болғанда:

$$377,627 \cdot 1,3=490,88 \text{ кг.}$$

Мысты кекке металдардың келесі мөлшері өтеді, кг:

Cd	$(3,2-3,104)+(0,748-0,635)=0,209$
Zn	$(30-28,8)-(1,450-1,836)=1,495$
Cu	$(11,4-0,513)+(7,146-4,287)=13,746$
Fe	$=0,95$
Co+Ni	$=0,2$
SiO <sub>2</sub>	$=0,8$
Pb	$=1,6$
Басқалар	$6,4+6,236=12,637$

Барлығы: 31,727 кг.

Алынған мыс-кадмий кектерінің құрамын (құрғақ салмаққа санағанда) (3 Кесте) енгіземіз.

3 Кесте - Мыс-кадмий кектерінің құрамы (құрғақ салмаққа санағанда).

	Zn	Cu	Cd	Fe	SiO <sub>2</sub>	Pb	Co+Ni	басқалар	Барлығы
кг	1,58 6	13,746	0,209	0,95	0,8	1,6	0,2	12,637	31,727
пайыз	4,99	43,32	0,65	2,99	2,5	5,04	0,63	39,8	100,0

Ерітіндідегі метал мөлшері:

Еріген кадмий                      Cu-Cd кекінен:    3,104

	Мысты қалдықтан:	0,635
	Айналымдық ерітіндіден:	0,264
	Барлығы:	4,003
Еріген мыс	Cu-Cd кекінен:	0,513
	Мысты қалдықтан:	4,287
	Айналымдық ерітіндіден:	0,808
	Барлығы:	5,608
Еріген мырыш	Cu-Cd кекінен:	28,8
	Мысты қалдықтан:	1,836
	Айналымдық ерітіндіден:	1,450
	Пайдаланылған электролитпен енгені:	19
	Барлығы:	51,086

Ерітінділеу нәтижесінде алынған ерітінді мөлшері, кг:

Пайдаланылған мырыш электролиті	490,88
Мысты-кадмий кекінің ылғалдылығы	41
Айналымдық ерітінді	$17,57 \cdot 1,3 = 22,841$
Ерітіндіге өткен металдар мөлшері	38,96
Барлығы:	593,603 кг

Ерітіндінің меншікті салмағы 1,25 болғанда:

$$593,603 : 1,25 = 439,705 \text{ дм}^3.$$

Ерітінді құрамы, г/дм<sup>3</sup>:

$$\begin{aligned} \text{Zn} &- 51086 : 439,705 = 116,18 \\ \text{Cd} &- 4003 : 439,705 = 9,1 \\ \text{Cu} &- 5608 : 439,705 = 12,75 \\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= 4,5 \end{aligned}$$

Ерітіндідегі мыс пен күкірт қышқылының артық мөлшері онда мысты-кадмий кекінің жаңа үлесін салғада азаяды.



«жетілдіруге» қажет мыс-кадмий кектерінің мөлшерін анықтаймыз:

Мысты тұндыру үшін:

$$65,4 \cdot 1,18 / 63,6 \cdot 439,705 = 501 \text{ г Zn}$$

Қышқылды бейтараптау үшін:

$$65,4 \cdot 5/9 \cdot 439,705 = 1482,30 \text{ г Zn}$$

$$\text{Барлығы: } = 1983,30 \text{ г Zn}$$

немесе  $1,983 \cdot 100/30 = 6,6$  кг мыс-кадмий кектері, ылғалдылығы 40,5 пайыз. Сонда мыс кекінің құрамы мен мөлшері біраз өзгереді. Ол (4 Кесте ) көрсетілген.

4 Кесте - Мыс кекінің өзгерген құрамы

	Zn	Cu	Cd	Fe	SiO <sub>2</sub>	Pb	Co+Ni	басқалар	Барлығы
кг	1,58 6	11,10 8	0,19	1,10	0,950	1,8	0,120	13,28	29,975
пайыз	5,2	37,06	0,66	3,70	3,17	6,33	0,43	44,33	100,0

Ылғалдылық 40 пайыздан болғанда мыс кекінің шығымы:

$$29,975 : 0,6 = 49,958 \text{ кг.}$$

«жетілдіру» операциясынан кейінгі ерітіндінің құрамы мен мөлшері:

$$594 + 1,983 + 2,33 = 598,303 \text{ кг.}$$

немесе  $598,303 : 1,35 = 443 \text{ дм}^3$

$$\text{Zn } 56071 : 443 = 1126,5 \text{ г/дм}^3$$

$$\text{Cd } 2700 : 443 = 6,1 \text{ г/дм}^3$$

$$\text{Cu } 233 : 443 = 0,52 \text{ г/дм}^3$$

### 2.2.2 Мыс кекін ерітінділеу бөлімшесі

Ерітінділеу процесінен мыс кекінің шығымы 29,975 кг құрады. Мұнда бағалы компоненттердің елеулі мөлшері бар: Cd – 0.66 пайыздан; Zn – 5,2 пайыздан.

Кадмий мен мырыштың қайтымсыз жоғалымын болдырмас үшін мыс кекін пайдаланылған мырыш электролитімен толықтап ерітінділейді.

Кектен ерітіндіге өтеді: 4,5 пайыз Cu; 78 пайыз Cd; 78 пайыз Zn немесе, кг:

$$\text{Cd } 0,19 \cdot 0,78 + 0,156$$

$$\text{Zn } 1,586 \cdot 0,78 = 1,16$$

$$\text{Cu } 11,10 \cdot 0,045 = 0,611.$$

Ол үшін қажетті күкірт қышқылы:

$$1,16 \cdot 97/65,4 + 0,156 \cdot 97/112,4 + 0,611 \cdot 97/63,6 = 2,785 \text{ кг.}$$

Күкірт қышқылымен енгізілген пайдаланылған балқыма:

$$2785 : 138 = 20,1 \text{ дм}^3$$
$$20,1 \cdot 1,3 = 26 \text{ кг.}$$

Ерітіндіге өткен металдар мөлшері:

$$1,16 + 0,156 + 0,611 = 1,927 \text{ кг.}$$

Алынған ерітінді мөлшері:

$$29,975 \cdot 40/60 + 1,927 + 26 = 47,9$$

немесе  $45,91 : 1,3 = 36,85 \text{ дм}^3.$

Ерітінді құрамы, г/дм<sup>3</sup>:

$$\text{Zn} \quad (0,9 + 1,16) : 36,85 \cdot 10^3 = 56$$
$$\text{Cd} \quad 0,156 : 36,85 \cdot 10^3 = 4,19$$
$$\text{Cu} \quad 0,611 : 3,85 \cdot 10^3 = 16,5$$

Алынған мыс кекінің құрамын (5 Кесте ) енгіземіз.

5 Кесте - Мыс кекінің құрамы (құрғақ салмаққа қайта есептегенде)

	Zn	Cu	Cd	Fe	SiO <sub>2</sub>	Pb	Co+Ni	Басқалар	Барлығы
кг	3,61	7,95	1,5	1,10	0,950	1,8	0,6	13,19	30,06
пайыз	12	26,4	5	3,6	3,1	5,98	0,019	43,9	100,0

Ылғалдылық 40 пайыздан болғанда мыс кекінің шығымы:

$$30,06 : 0,6 = 50,1 \text{ кг.}$$

Ерітінділеу процесін жылдамдату үшін, мырыш пен кадмиді ерітіндіге бөліп алуды жоғарылату үшін пульпаны өткір бумен 80-85 °С температураға дейін қыздырады. Агитатордағы сұйықтың көлемі 443 дм<sup>3</sup> немесе

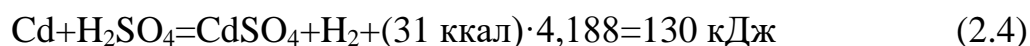
$$443 \cdot 1,35 = 598,05 \text{ кг.}$$

Ерітіндінің меншікті жылу сыйымдылығы 3,35 кДж/кг. Пульпаның толық

көлемін 1°С температураға көтеру үшін қажетті энергия:

$$598,05 \cdot 3,35 = 2003,4 \text{ кДж.}$$

Конденсатты 80 °С температураға дейін суытқанда будың жылу бөлуі 561 ккал/кг. Жылудың елеулі мөлшері келесі реакциялар нәтижесінде бөлінеді:



Сәйкесінше металдардың еруі кезінде бөлінетін жылу, ккал:

$$\text{Zn} = 43,5 \cdot 35,651 / 65,4 \cdot 10^3 = 23712$$

$$\text{Cd} = 31 \cdot 2,49 / 112,4 \cdot 10^3 = 686$$

$$\text{Cu} = 24,6 \cdot 0,817 / 63,6 \cdot 10^3 = 3316$$

$$\text{Барлығы:} = (24714 \text{ ккал}) = 101061,61 \text{ кДж.}$$

Жылу есебінен ерітінді:

$$24714 : 443 = 55 \text{ °С дейін қызады.}$$

Ерітінділеуге түсетін пульпа мен ерітіндінің температурасы орта есеппен 15-20 °С болғандықтан, реакциялардан жылу бөлінуінен ол 65-70 °С дейін қызады. Пульпаны тағы 21°С температураға қыздыру қажет. Сонымен қатар 5,5 пайыз ерітіндінің, яғни  $598,3 \cdot 0,055 = 33$  кг.

Ерітіндінің булануынан жоғалатын жылудың орнын, жоғарымның 10 пайыз құрайтын сәулелену мен конвекциядан туатын жылу жоғалымын қосымша бұмен толтыру керек. Жуықтап есептеуде буланудан жоғалатын жылу жоғалымы мен бу конденсациясынан болатын жылу жоғалымын өзара тең деп қабылдаймыз, өйткені бұл процестер бірдей қысым мен температурада жүзеге асады.

Буланудан болатын жоғалым:

$$33 \cdot 561 = (18513 \text{ ккал}) \cdot 4,188 = 77532,4 \text{ кДж}$$

Сәулеленуден болатын жоғалым:

$$18513 \cdot 0,1 = (1851,3 \text{ ккал}) \cdot 4,188 = 7753,2 \text{ кДж}$$

Жылу тапшылығы:

$$18513 + 1851,3 + 443 \cdot 21 - 24714 = (4122,4 \text{ ккал}) \cdot 4,188 = 17264,18 \text{ кДж}$$



Оны толтыру үшін қажетті бу:  $4122,4:561=7,34$  кг.

Ерітінділеу процесінің материалдық балансы (6 Кесте )келтірілген

6 Кесте - Мыс-кадмий кектерін ерітінділеу процесінің материалдық балансы, кг

ШЫҒЫН	Zn	Cu	Cd	Co+Ni	Fe	Pb	SiO <sub>2</sub>	Басқ	Сұйық	Барл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>Тиелді</u>										
Мыс-кадмий кекі	33,2	11,10	3,6	0,5	1,12	1,8	0,950	6,236	42	101,1
Мысты қалдық	2,160	7,146	0,748					6,3		16,3
Айналымдық ерітінді	1,450	0,808	0,807						19,74	22,84
Пайд.мырыш электролиті	19,7								505,4	526
Бу									7,3	7,3
Мыс кекін жуатын су									13,10	13,2
Барлығы	56,51	17,44	3,5	0,5	1,10	1,8	0,950	12,53	587,74	677,2
<u>Алынды</u>										
Мысты кек	3,61	7,95	1,5	0,5	1,10	1,8	0,950	12,53		30,06
Ерітінді (қоюлатқыштың жоғарғы ағызындысы)	53	9,5	2						587,74	647,1
Барлығы	56,51	17,44	3,5	0,6	1,10	1,8	0,950	12,53	587,74	677,2

### 2.2.3 Мыс-кадмий кектерін цементациялау бөлімі

Цементациялау бөліміне мысты-кадмий кекін ерітінділеуден алынған 648,836 кг ерітінді түседі, оның құрамы Cu – 9,5 кг, Zn – 53 кг, Cd – 2 кг. Және кадмий кеуегін жуудан алынған 41 кг ерітінді түседі, оның құрамы Cd – 0.36 кг және Zn – 4.428 кг.

Тұндыру келесі реакциялармен жүреді:



Мыс пен кадмийді тұндыру үшін қажетті мырыш шаңының мөлшерін

анықтаймыз:

Мыс үшін:  $9,5 \cdot 65,4 / 63,5 = 9,81$  кг Zn

Кадмий үшін:  $(2+0,36,5) \cdot 65,4 / 112,4 = 0,41$  кг Zn  
Барлығы:  $= 10,22$  кг Zn

Практикада мырыш шаңын теориялық қажет мөлшерден 180 пайыз артық алады:

$$10,22 \cdot 2,8 = 28,616 \text{ кг.}$$

Ерітіндіде  $0,1$  г/дм<sup>3</sup> кадмий қалады

немесе  $0,1 \cdot 553 = 55,3$  г немесе  $0,0553$  кг Cd.

Кеуекке өтетіні:

$$3,197 - 0,0553 = 2,64 \text{ кг Cd.}$$

Практикада кеуектегі кадмий мөлшері үлкен шектерде болады 20-40 пайыздан. Кеуекте 25 пайызы кадмий болады деп қабылдайық, сонда кадмий кеуегінің шығымы:

$$2,64 / 0,25 = 10,564 \text{ кг.}$$

Кеуекке мырыштың артық мөлшері өтеді:

$$28,616 - 10,22 = 18,396 \text{ кг.}$$

Кеуектегі мыс 9,5 кг.

Кадмий кеуегінің құрамы (7 Кесте) көрсетілген.

7 Кесте - Кадмий кеуегінің құрамы

Компонент	Cu	Zn	Cd	Басқа	Барлығы
кг	9,5	18,396	2,64	3,13	33,639
пайыз	28,2	54,68	7,8	9,32	100,0

Ерітінді құрамы:

Cd –  $0,1$  г/дм<sup>3</sup>

Zn –  $(53+10,22+4,228):553=125$ , г/дм

Ерітінді салмағы:  $647,14+41-33,639+10,22=664,72$ .

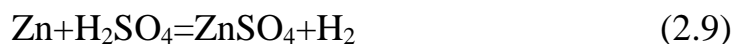
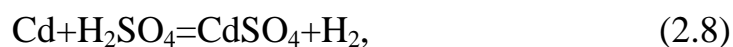
Цементация процесінің материалдық балансы (8 Кесте ) келтірілген.

8 Кесте - Кадмийді цементациялау процесінің материалдық балансы

Компонент	Cu	Zn	Cd	Басқа	Барлығы	
					кг	пайызы
<u>Тиелді</u> ВСС ерітіндісі	9,5	53	2	587,74	647,14	93,0
Кеуекті қышқыл жуу ерітіндісі		4,428	0,36	34,771	41	5,8
Мырыш шаңы		28,616			28,616	1,2
Барлығы	9,5	86,04	2,136	622,45	716,756	100,0
<u>Алынды</u> Кеуек	9,5	18,396	2,64	2,5	33,639	1,8
Кедей кадмий ерітіндісі		67,648	0,074	619,95	683,117	97,4
Булану				18,396	18,396	0,8
Барлығы	1,219	71,823	3,198	621,767	698,007	100,0

#### 2.2.4 Кадмий кеуегін ерітінділеу бөлімшесі

Cu – 15 пайыз, Zn – 7,4 пайыз құрамды 8,324 кг кадмий кеуегі күкірт қышқылымен ерітінділеуге келіп түседі. Ерітінділеу келесі реакциялармен жүреді:



Ерітінділеу процесінде 91 пайызы Zn және 96 пайызы Cd ериді немесе

$$\begin{aligned} 0,605 \cdot 0,91 &= 0,550 \text{ кг} \\ 3,141 \cdot 0,96 &= 3,0015 \text{ кг} \end{aligned}$$

Осы мөлшердегі металды еріту үшін қажетті күкірт қышқылы, кг:

Мырыш үшін:  $0,550 \cdot 97 / 65,4 = 0,81$

Кадмий үшін:  $3,170 \cdot 97 / 112,4 = 2,73$

Барлығы = 3,540 кг.

немесе

$3,540 : 1,83 = 2,9 \text{ дм}^3$ .

Алынған ерітінді мөлшері: реульпацияланған кеуекте сұйық:қатты қатынасы 1:1 қатынасындай екенін ескереміз:

$14 + 3,540 + 3,141 + 0,550 = 21,231 \text{ кг}$

немесе

$21,231 : 1,35 = 15 \text{ г/дм}^3$ .

Ерітінді құрамы, г/дм<sup>3</sup>:

Zn  $550 : 15 = 36,6$

Cd  $3170 : 15 = 211,3$

Кадмий кеуегін ерітінділеу процесінің материалдық балансы (9 Кесте ) келтірілген.

9 Кесте - Кадмий кеуегін ерітінділеу процесінің материалдық балансы

	Барлығы		Cu кг	Zn кг	Cd кг	Басқа кг
	пайыз	кг				
<u>Тиелді</u>						
Жуылған кеуек	33,3	8,324	9,5	0,605	3,141	3,5
Күкірт қышқылы	14	3,540				
Кеукті реульпациялайтын су	53,7	13,857				
Барлығы	100,0	25,758	9,5	0,605	3,141	3,5
<u>Алынды</u>						
Кадмий электролиті	82	23		0,550	3,170	
Мысты қалдық	18	2,758	9,5	0,05	0,029	3,5
Барлығы	100,0	25,758	9,5	0,604	3,172	3,5

### 2.2.5 Кадмий кеуегін толық ерітінділеу бөлімі

Толық ерітінділеуге 4,758 кг ерітінділенбей қалған кадмий кеуегі түседі.

Толық ертінділеу процесінде ертіндіге Cu – 11 пайыз; Cd – 85 пайыз; Zn – 85 пайыз өтеді, немесе

$$\begin{aligned} \text{Cu} & 1,220 \cdot 0,11 = 0,134 \\ \text{Cd} & 0,169 \cdot 0,85 = 0,143 \\ \text{Zn} & 0,05 \cdot 0,85 = 0,042 \end{aligned}$$

Бұл үшін қажетті күкірт қышқылы, кг:

$$\text{Мыс үшін: } 0,134 \cdot 97 / 63,6 = 1,969$$

$$\text{Кадмий үшін: } 0,143 \cdot 97 / 112,4 = 0,123$$

$$\text{Мырыш үшін: } 0,042 \cdot 97 / 65,4 = 0,062$$

$$\text{Барлығы: } = 2,152 \text{ кг.}$$

Алынған ертінді мөлшері: кеуекті С:Қ қатынасы 2:1 қатынасындай репульпациялайтынын ескереміз.

$$14,6 + 2,152 + 0,298 = 17,05 \text{ кг}$$

немесе

$$17,05 : 1,25 = 13,64 \text{ дм}^3$$

Ертінді құрамы, г/дм<sup>3</sup>:

$$\text{Cu} - 1969 : 13,64 = 144$$

$$\text{Zn} - 62 : 13,64 = 4,5$$

$$\text{Cd} - 123 : 13,64 = 9$$

### 2.3.1 Кадмий кеуегін цементациялау бөлігі

Қоюлатқыштың жоғарғы ағызындысы цементациялауға жіберіледі. ВСС көлемі:

$$647,14 \cdot 610 \cdot 10^{-3} / 1,26 = 313,2 \text{ м}^3$$

Ауысым кезінде өңделуге қажетті ертінді:

$$313,2 : 2,5 = 125,28 \text{ м}^3$$

Бір ауысымда цементациялаудың үш операциясы орындалады. Агитаорды 75 пайыз толтырғанда,  $125,28 : 2,5 \cdot 0,76 = 38 \text{ м}^3$  немесе  $40 \text{ м}^3$  көлемді агитатор қажет.

### 2.3.2 Кадмий кеуегін мырыштан жуу бөлігі

Пульпа көлемі:  $69,7 \cdot 610 \cdot 10^3 / 1,35 = 31 \text{ м}^3$

Бір ауысымда бір жуу операциясын жүргізеді:

$$31:3=10,3 \text{ м}^3$$

Агитатор көлемі:  $10,3:0,76=13,5 \text{ м}^3$

Пульпаны сүзу үшін 802 мм өлшемді сүзу ауданы 55 м<sup>2</sup> рамалы фильтр пресс қолданамыз.

### 3 Жобаның технико – экономикалық негізі

#### 3.1 Түйіндеме

*Жоба негізі:*Тауарлық кадмий алу мақсатында, мыс-кадмий кектерін қайта өңдеу процесін жобалау.

*Амалды шешу әдістері:*Мыс-кадмий пульпасы қолданылған мырыш электролитімен ерітінділеніп, қоюлатқышқа беріледі. Қоюлатқыштың төменгі ағызынды – мыс-кадмий кектері – дискті вакуум-филтрге сүзуге түседі. Кадмий кеуек түрінде цементацияланып, фильтр-преске сүзуге жіберіледі. Мырыштан тазалап жуылған кеуек күкірт қышқылында ерітіледі. Сүзілген ерітінді күміс-қорғасын балқымасынан жасалған ерімейтін анодта, кадмий электрлизіне түседі.

Электролизден алынған кеуек брикет-престе брикеттеліп, каустикалық сода қабаты астында балқытылып, құйма қалыптарға құйылады.

*Шикізат қоры:*Бастапқы шикізаттың жалпы мөлшері 500 т/жылына.Мыс-кадмий кектеріндегі кадмий мөлшері 2,5 пайыз. 1 т мыс-кадмий кектері 80112,03 теңге.

Есеп барлық бастапқы өнім көлеміне жасалған – 12500 т.

Өндіру уақыты 2 жыл.

*Қаржыландыру қоры:*Қаржыландыру 525943000 мың теңге көлемінде өнеркәсіп есебінен жүреді.

*Жобаның іске асу уақыты:*Қаржыландыру уақытынан бастап жобаның іске асу уақыты 5 жыл.

*Тауарлық өнім:*Құрамында 99,94 пайыз Cd бар тауарлық кадмий алынады. 500 т/жылына тауарлық кадмий алу көзделіп отыр. Алынған 1 т тауарлық кадмий – 184719 теңге құрайды.

#### 3.2 Жобаның техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Жобаның техникалық – экономикалық көрсеткіштерін (10 Кесте) келтіреміз.

10 Кесте - Жобаның техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	Жобаның көрсеткіштері	
	тазалаудың қолданыстағы сызбасы	тазалаудың енгізілген сызбасы
1 Өндірістік бағдарлама, тонна	500	500
2 Капиталдық салымдар, теңге	503003000	525943000
3 Шамалы капиталдық салымдар, теңге	3245	3393
4 Бір жылдағы жұмыс күндерінің саны, күн	218	218
5 Жұмысшылар саны, адам	89	87
6 Қызметкерлер саны, адам	2,19	2,19

10 Кестенің жалғасы

Көрсеткіш атауы	Жобаның көрсеткіштері	
	тазалаудың қолданыстағы сызбасы	тазалаудың енгізілген сызбасы
7 Жұмысшылардың орташа айлық еңбекақысы, теңге	56656	49546
8 Бір жылдық өнімнің толық өзіндік құны, теңге	29302938800	28631407820
9 Өнім (1 тонна кадмий құймасы) бірлігінің өзіндік құны, теңге	189051	184719
10 Тазалаудың жаңа сызбасын енгізгеннен кейінгі жылдық экономикалық тиімділік, теңге		55683098
11 Кіріс, теңге	34335471000	34335471000



## **4 Жобанын қауіпсіздігі және экологиясы**

### **4.1 Еңбекті қорғау**

Кадмий өндіру бойынша бөлімшедегі жұмысшылар келесі нұсқауларды орындап және өз жұмыстарында қолдануы қажет:

- апатты жою және адамдарды қорғауды жоспарлау;
- штат тәртібіне келісімді, мамандыққа сәйкес еңбекті қорғау;
- “Қазцинк” ЖШС РМК кәсіпорындағы барлық жұмысшылар үшін еңбекті қорғау;
- жеке жұмыс түрі бойынша және араласқан мамандықтағы еңбекті қорғау.

Еңбекті қорғау, денсаулық сақтау және қоршаған ортаны қорғау менеджмент жүйесінің негізгі мәселесі кәсіпорын жұмысының қоршаған ортаға зияндылығын қадағалап, зиянды әсерінің мөлшерін төмендету.

Біз жобалап отырған күйдіру цехындағы жұмыс жағдайлары зиянды факторларға толы. Цехта тек он сегіз жасқа толған адамдар ғана жұмыс істей алады.

#### **4.1.2 Қауіпті, зиянды заттардың сипаттамасы және олардан қорғану**

Кадмий қосылыстары өте улы. Еріген кадмий қосылыстары ең алдымен тыныс алу органдары және ішек-қарын жолы, яғни бірінші системаны бүлдіреді, сонымен қатар ішкі органдарды склет бұлшық еттеріне және сүйек кездемелеріне әсер етеді.

Кадмий тотығы және кадмий шаңы уытты өнім болып табылады және бірінші қауіптілік класына жатады, рұсат етілу концентрациясы  $0,1 \text{ мг/м}^3$  аспауы қажет ( орташа ауысымы  $21 \text{ мг/м}^3$  ).

Алдына-алу шаралары: өндіріс ортасы таза және сору желдетістерімен жабдықталуы қажет. Жұмыс ортасының ауасы жалпы санитарлы-гигиеналық талаптарға ГОСТ 12.1005-88 бойынша сәйкес болуы керек. Ауалы ортадағы кадмий тотығы құрамына талдау тәртіп бойынша мерзімді жүргізіледі.

Күкірт қышқылы – ауыр, майлы, түссіз, жылу бөле барлық жадайда сумен араласатын сұйық.

Адамның организміне зиянды әсері: күкірт синдромымен ( $\text{SO}_3$ ) біріккен күкірт қышқылы буы жоғары тыныс алу жолдарының бұзылуы, тұмау, жөтел, спазма, көздің қызаруын туғызады. Күкірт қышқылының жоғары концентрация булары туберкулез, бронха ауруларын туғызуы мүмкін. Теріге тигенде күйдіреді, ПДК  $1 \text{ мг/м}^3$ .

#### **4.1.3 Өрт қауіпсіздігінің шаралары**

Өрт қауіпсіздігі – объектінің өрт шығу қауіпі жоққа шығарылатын жағдайы, ал өрт шыққан жағдайда өрттің қауіпті факторларының адамдарға

әсерін болдырмайтын және материалдық құндылықтардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары. Өртке қарсы шаралардың дұрыс атқарылуы үшін цехта өртке қарсы шаралардың нұсқаулары жасалып, көрінетін жерлерге ілінген. Жұмысқа кірерде жұмысшы өрт қауіпсіздік нұсқауларынан өтеді және жұмыс барысында жылына бір рер нұсқауды қайта өтіп отырады. Өртке қарсы шара ретінде, жобаланатын цехта, ішік өртке қарсы су құбырлары қарастырылған, ол қажетті су шығынын қамтамасыз етуге қабілетті. Өрт шығу қаупі жоғары жерлерде қажетті құралдармен жабдықталған өрт сөндіру қалқаны орналасқан. Барлық жұмыс аймақтары ұнтақты өрт сөндіру құралы және жеке бас қорғаныс заттарымен жабдықталған.

Өрт шыққан жағдайда апаттық шығу орындарының мөлшері мен саны, сонымен қатар, оладың жарықтандырылуы мен түтінделмеу жағдайлары қарастырылған. Басқау пульті, қосалқы станция және мазут сақтау қоймасы өрт шыққаны туралы хабарлайтын автоматты өрт шығуын хабарландыру сигналдары жүйесімен жабдықталған.

Цехта өртке қарсы режим жасалған, оған келесі профилактикалық шаралар кіреді:

- шылым шегуден, отпен немқұрайлы жұмыс істеу, сөндірілмеген қондырғы және тағы сондай жағдайлардан өрт шығуын болдырмау;

- жүру жолдарын және эвакуация жолдарын бос ұстау, бөлмелер мен жұмыс орындарының мұқият тазалау, материалдарды, шикізатты, дайын өнімді сақтау нормаларын қадағалау;

- жұмыс соңынан кейінгі бөлімшелерді тексеру және жабу реті.

Өрт сөндіру қалқаны күйдіруцехының әр бөлімшесінде орнатылған және келесі құралдармен жабдықталған: ілгекті бақан (багры), ломдар, ілмек, балта және құм толтырылған жәшік.

## 4.2 Қоршаған ортаны қорғау

Бөлімде атмосфераға тастандылардың көрсеткіштерінің шамаланған көлемі мен тізімі, өндіріс қалдықтары, оларды түзетін көздер мен орындардың утилизациясы немесе қалдықтарды жинақтау (11 Кесте ) көрсетілген.

11 Кесте - Атмосфераға шығару

Шығару көздерінің аталуы	Ластанған заттар	Шығарушылар ар №	Тастандылар мөлшері		Бақылау мерзімі
			г/с	т/г	
ВУ – 15, 15А жүйесінің шамдары	Қатты	0098	0,0056	0,1738	Жылына бір рет

## ҚОРЫТЫНДЫ

Берілген дипломдық жобада «Казцинк» ЖШС РМК КД-О таңбалы тауарлық кадмий алуға мыс-кадмий кектерін қайта өңдеудің технологиялық сұлбасы жобаланған.

Жобада мыс-кадмий кектерін өңдеудің технологиялық сұлбасының негіздемесі көрсетілген. Өңдеудің технологиялық процестерінің есептеулері жылына 500 т тауарлық кадмий алуға орындалған. Сонымен қатар процеске түскен шикізат пен алынған өнімнің құрамы, яғни құрамында 2,5 пайыз кадмий бар кектен 99,94 пайыз тауарлық кадмийдің алынуы есептелген.

Мұнда негізгі құрал-жабдықтардың, электролиз былауының негізгі параметрлері мен ондағы процестер толық сипатталған.

Жобада қарастырылған үш сұлбаның ішіндегі қазіргі кезде қолданылып отырған гидрометаллургиялық әдістің технологиялық сұлбасының ерекшеліктері сипатталған.

Өнертабыс зерттеулерінің нәтижесінде процеске цементатор шығымын 17 пайыз азайтып кадмийді бөліп алуды 23,5 пайыз арттыру, металл сапасын қоспалар бойынша жақсарту ұсынылаған. Нәтижесінде кадмий алуда цементатор шығыны азайып, кадмийдің Ni, Zn, Tl бойынша сапасы жақсарып, процесс оңай жүреді.

Жобаның қауіпсіздік және экологиялық бөлімінде технологиялық процестерді жүргізу кезіндегі еңбек пен қауіпсіздік техникасының мәселелері қарастырылған. Өндірісте жұмысшылардың жұмыс істеу орындары қауіп – қатерсіз болуы қамтамасыздандырылған. Адам өміріне зиянды және қауіпті факторлардың шекті көрсеткіштері келтірілген.

Өндірісті ұйымдастыру және жоспарлау бөлімінде жобаланған өнеркәсіпте еңбекті ұйымдастыруға байланысты, жалақы жүйесін жасау және тиімділікті арттыру мақсатында жасалған ұсыныс қарастырылған.

Жобада объекттер бойынша қаржы жинақтау есептемесі өңделген.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Чижиков Д.М. Кадмий.- М.:Наука, 1967. -244 б.
- 2 Лакерник К.М.,Пахомова Г.К. Металлургия цинка и кадмия. – М.: Металлургия, 1969. – 485б.
- 3 Романтеев Ю. П., Моргулис Е. В., Зайцев В. Я. Металлургия свинца и цинка. – М.: Металлургия. 1988.
- 4 Романтеев Ю. П. Металлургия кадмия. – Алматы: КазНТУ, 2000.
- 5 Снурников А. П. Цветные металлы. 1968 .
- 6 Дзлиев М. И. Металлургия кадмия. – М.: Металлургия, 1963.
- 7 Снурников А. П. Комплексное использование сырья в цветной металлургии. – М.: Металлургия,1977. –272 б.
- 8 Абдеев М., Ким Г., Бутенко М. Возгонка кадмия из медно-кадмиевых кеков род вакуумом. Бюллетень технической информации, 1971.
- 9 Великман А. Н., Вольдман Г. М., Белявская Л. В. Теория гидрометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 1975. –504б.
- 10 Севрюков Е. К. Металлургия цветных металлов. – М.: Металлургия, 1969. – 405 б.
- 11 Основы металлургии Т.1 Ч. 1-2 – М.: Гос. научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии.
- 12 Диомидовский Д. А. Металлургические печи – М.: Металлургия, 1970.
- 13 Лоскутов Ф. М., Мейдлер А. А. Рсчеты по металлургии тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия, 1963.
- 14 Пазухин В. А. Разделение и рафинирование металлов в вакууме. 1969.
- 15 Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами – М.: Энергия, 1974.
- 16 Энгель Д.Н., Рудман Б.М. Вентиляция на заводах цветной металлургии – М.: Металлургия, 1974
- 17 Слепнева Т.А., Глушко М.Т. Экономика цветной металлургии – М.: Металлургия,1983.
- 18 Миронов Б. Г., Миронова Р.С. Черчение – М.: Машиностроение, 1981.
- 19 Патент (19) Kz B (11) 3259(51)C22B 3/20 10.06.96, Бюл. №2/ способ получения кадмия из сульфатных цинковых растворов/ Е.Я.Бейлин, О.А.Хан, Х.Ш. Габитов
- 20 Ван Е.Ю., Куленова Н.А. Методические указания к пятой части дипломного проекта «Технико-экономическое обоснование» для студентов металлургических специальностей горно-металлургического факультета дневного и заочного форм обучения/ ВКГТУ, 2010
- 21 Патент (19) KZ (13) А (11) 11528. 10.06.98 / Способ цементации кадмия из сульфатных растворов/ Хан О. А., Банникова С. А., Лопаткин В. В., Струнников С. Г., Рахимов М. В., Галикеев Ш. Р.
- 22 Технологическая инструкция РМК ТОО «Казцинк», 2008

## А Қосымшасы

### Өзіндік құнды жоспарлау

Өзіндік құнды жоспарлауды түсті металлургия кәсіпорындарында өнімнің өзіндік құнының калькуляциясы мен жоспарлау инструкциясына сәйкес СБУ 7 және басқаларының негізінде мырыш құймасының бір тоннасына өзіндік құн калькуляциясын (А1 кесте) жасау арқылы жүзеге асырамыз.

А1 Кесте - Кадмий құймасының бір тоннасына өзіндік құн калькуляциясы. Өндірістік бағдарлама жылына 500 тонна

Шығындар есебі	Шығындар, теңге			
	1 нұсқа (қолданыстағы сызба бойынша)		2 нұсқа (енгізілген сызба бойынша)	
	барлық шығарылымға	бірлікке	барлық шығарылымға	бірлікке
1	2	3	4	5
А. Бастапқы шикізат	12417364800	80112,03	12417364800	80112,03
Б. Негізгі шығындар				
1 Материалдар	508899369	3283,22	369399369	2383,22
2 Энергошығындар	46239862	298,32	56575089	365,00
3 Жабдықтың ауыстырылатын бөлшектері	7771800	50,14	8460000	54,58
4 Еңбекті төлеуге кеткен шығындар	86672008	559	84772697	547
а) Жұмысшылардың неізгі жалақысы	27529327	178	12715904	82
б) Жұмысшылардың қосымша жалақысы				
Негізгі шығындардың барлығы	677112366	4368,7	105948601	3431,8
В. Үстеме шығындар				
І Цех шығындары				
1 Қызметкерлердің жалақысы	2661812	17,2	2661812	17,2
2 Қызметкерлердің сыйақылары	2047548	13,2	204754	13,2
3 Қызметкерлерді әлеуметтік сақтандыруға	1095109	7,1	1095109	7,1

А1 Кестенің жалғасы

4 Жұмыскерлерді әлеуметтік сақтандыруға кеткен шығындар	1259765	163,3	4628592	159,8
5 Өндірістегі ғимараттар мен құрылымдардың амортизациясы	15319112	47,48	24764274	47,48
6 Ғимараттар мен құрылымдарды ағымдағы жөндеу	8410710	54,26	8410710	54,26
7 Ғимараттар мен құрылымдарды қамту	2403060	15,50	2403060	15,50
8 Еңбекті қорғау	1612095	10,40	1612095	10,40
9 Басқа да шығындар	304170	1,96	304170	1,96
Цех шығындарының барлығы	49162207	317	48607369	313,6
II Жабдықты іске қосуға кеткен шығындар				
1 Өндірістегі жабдықтың амортизациясы	23162400	149,43	2538700	163,79
2 Өндірістегі көлік құралдарының амортизациясы	574400	3,71	574000	3,71
3 Жабдықтар мен көлік құралдарын іске қосу	3940455	25,42	4284555	27,64
4 Жабдықтар мен көлік құралдарын ағымдағы жөндеуден өткізу	14448335	93,22	15710035	101,36
5 Басқа да шығындар	2106280	13,59	2297800	14,82
Жабдықтар мен көлік құралдарын іске қосудағы шығындардың барлығы	44231870	285,37	48253790	311,32
III Басқа да үстеме шығындар				
1 Лабораторияларды қамту	365004	2,35	365004	2,35
2 Басқа да шығындар	3657465	23,60	3853394	24,86

*А1 Кестенің жалғасы*

Бүкіл үстеме шығындардың барлығы	76806773	495,51	80921272	522,06
Барлық шығындар	659843195	4257,04	535039451	3451,85
Табиғатты қорғау	32992160	212,85	26751973	172,59
Табиғатты қорғауға кеткен шығындар	692835355	4469,89	561791424	3624,44
Төлемдер (салықтар)	34641768	223,50	28089571	181,22
Цехтың өзіндік құны	13165451696	84938,4	13027404080	84047,7
Электролиздік цехтың шығындары, соның ішінде:	1465146940	9452,5	1401570391	9042
- электр энергиясы;	1039166460	6704	975589911	6294
- басқа шығындар	425980480	2748,26	425980480	2748,26
Кадмий құймасының толық өзіндік құны	29302938800	189051	28631407820	184719

## Б қосымшасы

### Кіріс пен рентабельділікті жоспарлау

Қолданыстағы технология бойынша электролиз цехы ЦО маркалы мырыш құймасын береді, оның бір тоннасының құны 271800 теңгені (1500 АҚШ доллары) құрайды. Сульфатты кадмий ерітінділері жаңа кесте бойынша мыс-кадмийлі тазалау мөлшерінен неғұрлым сапалы тазалауға ұшырайтындықтан, бұл мырыш құймасының 50 пайыз ЦВ маркасына сәйкес келетіндігін басып айтуымызға мүмкіндік береді. ЦВ маркалы мырыштың құны ЦО маркалы мырыштың құнынан 5:10 пайыз жоғары және бағасы 139650 теңгені (2315 АҚШ доллары) құрайды. Олай болса мырыш құймасының бір тоннасының орташа бағасы төмендегіше болады:

$$0,5 \cdot 271800 + 0,5 \cdot 277800 = 274800 \text{ теңге.}$$

Осыны ескере отырып қолданыстағы және енгізілген сызба бойынша жоспарланып отырған кіріс пен рентабельділік (баланстық және есептік) есептеп шығарамыз.

$$\text{Баланстық кіріс} = \text{ВК} - \text{ВШ}, \quad (\text{Б1})$$

мұндағы, ВК – валдық кіріс, теңге;

ВШ – валдық шығын, теңге.

$$\begin{aligned} \text{а) Баланстық кіріс} &= 271800 \cdot 155000 - 2930293880 = \\ &= 39198706120 \text{ теңге,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{б) Баланстық кіріс} &= 274800 \cdot 155000 - 28631407820 = \\ &= 39730859218 \text{ теңге.} \end{aligned}$$

$$\text{Есептеу кірісі} = \text{Баланстық кіріс} - \text{Төлемдер}. \quad (\text{Б2})$$

Бірінші кезектегі төлемдер заңды тұлғалардың кіріс бойынша салығы (салық кірісінен 30 пайыз):

$$\text{а) } 39198706120 \cdot 0,3 = 11759611836 \text{ теңге,}$$

$$\text{б) } 39730859218 \cdot 0,3 = 11937107765 \text{ теңге.}$$

- мүлік салығы (негізгі қорлардың құнынан 1 пайыз):

$$\text{а) } 503003000 \cdot 0,01 = 5030030 \text{ теңге,}$$

$$\text{б) } 525943000 \cdot 0,01 = 5259430 \text{ теңге.}$$

Есептеу кірісі төмендегіні құрайды:

$$\begin{aligned} \text{а) Есептеу кірісі} &= 39198706120 - 11759611836 - 5030030 = \\ &= 27434064254 \text{ теңге,} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{б) Есептеу кірісі} &= 39730859218 - 11937107765 - 5259430 = \\ &= 27788492023 \text{ теңге.} \end{aligned}$$

$$\text{Баланстық рентабельділік} = \frac{\text{Баланстық кіріс} * 100\%}{\text{Толықлық}} \quad (\text{Б3})$$

$$\text{а) Баланстық рентабельділік} = \frac{3919870620 * 100}{29302938800} = 47,3\%$$

$$\text{б) Баланстық рентабельділік} = \frac{39730859218 * 100}{28631407820} = 53,2\%$$

$$\text{Есептік" рентабельділік} = \frac{\text{Есептік" пайда} * 100\%}{\text{Толық" озіндік" кун}} \quad (\text{Б4})$$

$$\text{а) Есептік" рентабельділік} = \frac{27434064254 * 100\%}{29302938800} = 32,8\%$$

$$\text{б) Есептік" рентабельділік} = \frac{27784922023 * 100\%}{28631407820} = 36,8\%$$