

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

Үмбетияров Дәулетияр Асқарұлы

Құрамында алтын бар шикізаттан алтын алу технологиясы.

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070900 – Metallургия мамандығы

Алматы 2021

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

МжПҚБ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М. Б. Барменшинова
« 7 » 06 2021 ж.

Дипломдық жұмысқа
ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Құрамында алтын бар шикізаттан алтын алу технологиясы.»

Мамандығы 5B070900 – Metallургия

Орындаған

Д. А. Үмбетияров

Ғылыми жетекшісі, т.ғ.м.

 А.А.Бекишева
« 07 » 06 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

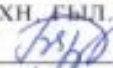
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

5B070900 – «Металлургия»

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.

 М.Б. Барменшинова

« 1 » 02 2021 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Д. А. Ұмбетияров

Тақырыбы «Құрамында алтын бар шикізаттан алтын алу технологиясы»

Университет ректорының 2021 жылғы « 30 » сәуір № 572- б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі « 18 » мамыр 2021 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері Суздаль кен орнында құрамында
алтыны бар шикізаттан жасалған алтынның тиімділігін арттыру

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Кіріспе

б) Технологиялық бөлім

в) Қорытынды

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	15.02.2021 ж.	
Әдеби шолу	29.03.2021 ж.	
Технологиялық бөлім	12.04.2021 ж.	
Металлургиялық есептеулер	19.04.2021 ж.	
Қорытынды	03.05.2021 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	А.А. Бекишева	04.06.21.	
Норма бақылау	С.Қ. Джуманкулова PhD д-ры	04.06.2021 ж.	К. Джуманкулова

Ғылыми жетекші



Бекишева А.А

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Үмбетияров А.Д.

Күні

«01» ақпан 2021 ж.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, тараудан, қорытындыдан және қолданылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс компьютерлік теруден, суреттен, кестеден тұрады. Қолданылған әдебиеттер тізімі атаудан құралған.

Жұмыстың мақсаты – құрамында алтыны бар шикізаттан алтын алу эффективтілігін арттыру.

Зерттеу объектісі – құрамында алтын бар рудаларды сілтіден айыру технологиясы.

Тақырып объектісі. Дайындалған рудалар процесі және цианды еріткіштерді қолдана отырып құрамында алтын бар рудаларды сілтісіздендіру.

Жұмыстың идеясы жоғары концентрлі натрийдің цианид ерітіндісі арқылы және алдын ала өңдеу арқылы комплексті рудаларды сілтісіздендіру болып табылады.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа состоит из задания, введения, глав, заключения, списка использованной литературы. Работа изложена на страницах компьютерного набора, включает рисунка, таблиц. Список использованной литературы содержит наименований.

Цель работы – повышение эффективности извлечения золота из золотосодержащего сырья.

Объект исследований – технология выщелачивания золотосодержащих руд.

Предмет исследования. Процессы рудоподготовки и выщелачивания золотосодержащих руд с применением цианистых растворителей.

Идея работы – выщелачивание комплексных руд высококонцентрированным раствором цианида натрия и предварительная обработка.

ANNOTATION

Thesis consists of tasks, introduction, chapters, conclusion, bibliography. Work is on the pages of a computer set includes figures, tables. List of references contains names.

Purpose – improving the efficiency of gold extraction from gold – containing raw materials.

Object of study – the technology of heap leaching of gold ores .

Subject of study. Preparation processes and leaching of gold ore using cyanide solvents.

Idea consists in the complex preparation of ore leaching by pretreatment and pelletized ore lixiviation highly concentrated solution of sodium cyanide, followed by irrigation pile oxygenated solutions.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Жалпы түсініктемелік жазба	10
1.1 Алтын өндірісіндегі электролиттік технологияның анализі	10
1.2 Ерітіндіден электролиттік тәсілмен алтынды алудан белгілі техникалық шешімдеріне әдеби шолу	12
1.3 Кәсіпорынның алтын өндірісі бойынша жұмыс анализдеріне қысқаша сипаттамасы	13
1.4 Шикізат негізі және өнім сапасын қадағалау	13
1.5 Биосілтілеу процесі	15
1.6 Биосілтілеу қалдықтарын цианирлеу	16
1.7 Сорбциялық сілтілеу	17
1.8 Алтынды элюирлеу	17
1.9 Алтын электролизі	17
1.10 Сорбция қалдықтарын залалсыздандыру	18
1.11 Алтын өндірісіндегі электролиз бөлімінің жобасын жетілдіруі	18
2 Технологиялық шешімдер	20
2.1 Алтын өндірісіндегі негізгі технологиялық көрсеткіштері	20
2.2 Технологиялық процестің есебі	20
2.2.1 Есептеу үшін бастапқы берілгендері	20
2.2.2 Анодтық шламның құрамын және мөлшерін есептеу	21
2.2.3 Өңделген электролиттің құрамын және мөлшерін есептеу	22
2.3.4 Ваннадағы кернеуді есептеу	22
2.2.5 Ваннадағы жылу балансын есептеу	24
2.3 Чандарды есептеу және таңдау	25
2.4 BIOX ренакторларын есептеу және таңдау	25
2.5 Қойылтқыштарды есептеу және таңдау	26
2.6 Нейтрализацияның байланыс чандарын есептеу және таңдау	26
2.7 Пульпаны кондициялау агитаторы	26
2.8 Пульпаны цианирлейтін агитаторлар	27
2.9 Пульпаны сорбциялайтын агитаторлар	27
2.10 Электролизерлерді есептеу және таңдау	28
2.11 Электролиз учаскесінің жобасын жетілдіру нәтижелері	29
Қорытынды	30
Пайдалынған әдебиет тізімі	31

КІРІСПЕ

Қазақстан Республикасындағы зерттелген алтын қоры 1500 т құрайды. Осы көрсеткіш бойынша Қазақстан әлемде 9 – шы орынды, ал ТМД елдер арасында 3 – ші орынды иеленеді. Алтынның кендегі орташа құрамы 6 г/т. Осы көрсеткіші бойынша Қазақстан Югославиядан ,ОАР – дан және Қытайдан кейінгі орынды иеленеді. Тек 41 % – ға оңай байытатын, ал жартысынан көбі қиын балқитын түріне жатады. Бұл топқа ірі кен орындары да жатады: Васильковка, Ақбақай, Бақыршық және Суздаль кенорындары.

Қазіргі кезде жоғары тазалықтағы алтынды алу үшін көбіне көп электролиз әдісін қолдануда. Осыған байланысты бұл жұмыста электролиз құрылғысы – электролизерді жетілдіру әдістері қарастырылады. Мысалға қымбат тұратын платина анодтарын қорғасын анодтарына, кеуекті аралық ретінде қолданатын ионауыспалы мембраналарды фильтрлі матамен ауыстыру арқылы.

1 Жалпы түсініктемелік жазба

1.1 Алтын өндірісіндегі электролиттік технологияның анализі

Кенорындарын меңгеру әртүрлі жеке және жалпы факторлармен анықталады. Жалпы факторларға әлем рынокның конъюнктуралық ерекшеліктері жатады. Бұл металға сұраныс және оның әлемдік рыноктағы ұсынысы. Әлемдік рынокта алтынға сұраныс оны тұтынумен және алтын бағасымен анықталады. Алтын – бұл ерте заманнан бері қолданылып келе жатқан металл және соңғы 30 жылда тұтынуы 2 есе өсті. Ізінше, әлемдік сауда биржада да алтынға сұраныс өсті. Соңғы жылдары алтынды тұтыну құрылымы қазіргі кезде келесідей:

- зергерлік өндіріс – 81,1 %;
- электрондық өндіріс – 6,8 %;
- монета – 3,0 %;
- басқа аудандар – 9,1 %.

Алтынды қолданудың басқа да функциясы оны финанстық құрал ретінде қолданылуы.

Біріншіден, алтын банкасында әлі де негізгі резервті құрайды, яғни банк қорларын және тұрақтылығын анықтайды. Екіншіден, алтын әртүрлі фондтардың инвестициялық портфельдерін құрайтын негізгі элемент болып табылады [3].

Алтынды тұтыну деңгейі бойынша ТМД елдері 21 орынды иеленді [4].

Алтынның әлемдік ресурстағы 76 % алты геология – өндіретін тип кенорындарына қатысты 36,5 – і алтын – күмісті және алтын – теллуридті кендері, 10,8 – көміртекті түрі, 6,8 – пирит – кварцті кендері, 5,6 – жезперицит кендер, 4 – шашыранды кенорындар.

1.1 Кесте – Алтын құрамы мен қорлары

Мемлекеттер	Алтын қоры, т.	Алтынның құрамы, г/т
ОАР	18500	2,1
АҚШ	4800	1,7
Канада	3130	2,95
Индонезия	2750	2,8
Австралия	2350	2,1
Папуа – Жаңа Гвинея	1740	3,2
Қытай	1200	3,8
Филиппин аралдары	1070	3,4

Алтынның қоры бойынша Қазақстан дүниежүзі бойынша 10- шы орында (3-ші ТМД бойынша), ал өндіру жағынан (13,4 т) – дүниежүзі бойынша 25 орынды алады.

1.2 Кесте – Қазіргі кездегі ТМД бойынша алтынның өндірісі мен қоры

Мемлекеттер	Қорлар, %	Өндіріс, %
Ресей	40,19	5,39
Қазақстан	2,38	3,94
Өзбекстан	26,79	35,18
Тәжікстан	1,87	1,11
Қырғызстан	5,36	8,2
Армения	2,28	0,33
Әзірбайжан	0,13	–
Грузия	0,33	0,66
Украина	0,27	–

1.3 Кесте – Қазақстан алтын кенорындарының топтамасы

Кен орындар тобы	Алтын қорлары, т
Түбірлі:	
Ерекше	>200
Ірі	50 – 200
Орташа	5 – 50
Ұсақ	<5
Шашыранды:	
Ірі	>2
Орташа	0,3 – 2
Ұсақ	<0,3

Алтын құрамды кенорындары 16 тау – кен аудандарында анықталған, олардың негізгілері: Шығыс Қазақстанда Колбин және Кенді – Алтай (Большевик, Риддер – Сокол кенорындары), Солтүстік Қазақстанда Көкшетау, Жолымбет, Бестөбе, Оңтүстік Қазақстанда Шу – Іле және Жоңғар (Ақбақай, Бескемпір, Арқалы кенорындары), Орталық Қазақстанда (Майқайын, Саяқ кенорындары), Батыс Қазақстанда Жетіқара және Мұғалжар. Олардың ішіндегі қорлар деңгейі бойынша Шығыс, Солтүстік және Орталық Қазақстан алдыңғы қатарларда.

Қазақстандағы алтын кенорындарының негізгі геолого – өндірістік типтері: кварцті, минералды зоналар, комплексті.

Қазақстандағы алтын кенорындарының негізгі қорлары мен олардың сапасы шет ел кенорындарымен салыстыруға тұрарлықтай. Әлемдік рынокта қорлар бойынша алтынкенді туынды кенорындары (75 %) және комплексті кенорындары (25 %) басқа қорлар түрінен алдыңғы қатарда тұр. Алтынкенді туынды кенорындарының тек қана 41 % оңай байытылады және жартылай көбісі технологиялық қиын байыту категориясына жатады [5].

Қазақстанда алтынды негізінен комплекстік полиметалдық кенорындарынан өсіріп отыр. Экзогенді кенорындарының үлесі (шашыранды кенорындары) жалпы қорлар мөлшерінен 2 % – ы құрайды. Қазақстандық алтынның 2/3 – ы орта және кіші кенорындарынан өсіреді. Аз кенорындарының группасына 62 барланған кенорындары тіркелген.

1. 2 Ерітіндіден электролиттік тәсілмен алтынды алудан белгілі техникалық шешімдеріне әдеби шолу

"Минтек" фирмасы құрастырған, "Реаль Пирг Ист" зауытында сыналған және қарқынды цианерлеу процессін жүргізуге қолданатын электролизерде 6 катод (көлденең қимасының ауданы 0,16 мм, әрбір катодтың құрамында 0,5 кг болат "мақта") және тот баспайтын болаттан жасалған анод орналасқан электролизер корпусын полипропиленмен жасаған. Ток деңгейі 200 А, ваннадағы кернеу 4 – 4,5 В [6].

Латунь фольгасынан жасалған цилиндрлік катоды бар тәжірибелік электролизерді өңделген гальваникалық ерітіндіден алтынды алу процесі зерттелген. Ерітінді құрамында, мг/дм³ 360 – 140 алтын, бос цианид 44 және 3,7. Электролиз шарттары: температурасы 295-300К, рН 6,4 – 6,7, 4,7 – 5,2, ваннадағы кернеу β: 4,4 – 5,1 және 3,6 – 4,3, топтың кодтық тығыздығы А/дм²: 0,5 және 0,43. Ерітіндідегі алтынның соңғы құрамы, мг/дм³, 0,55 және 1,2. Алтынның шығуы, %: 99,86 және 99,14, электроэнергия шығыны кВт·сағ/м³, 4,8 және 5,8 құрады.

Жапония фирмасы "Тое Менка Кайса" өңделген цианды ерітіндіден алтынды алу құрылғысын сынайды [7]. Құрылғының жұмыс істеу принципі негізінен катод болып табылатын қайнау қабатының грануласына иондалуы электролиттік тұндыру болып табылады. Ерітінді бойынша 50 – 200 дм³/сағ, металды шығару дәрежесі 99 %, катодтың қозғалмайтын қабатының көлемі 4 – 15 дм³, құрылғы габариттері 750·800·1900 мм, құрылғы салмағы 140 – 165 кг, 1дм³ катодтағы металл алтынның салмағы 300 г. Электролиз процесінде катод грануласына металл алтын тұнады, ізінше қайнау қабатының биіктігі және қысымы өзгереді. Құрылғыда бұл параметрлер керекті деңгейде болу үшін автоматты түрде орындалады.

Алтынды шығаруды жоғары деңгейде ұстау үшін немесе құрылғының өнімділігін арттыру үшін ток нағрузкасын жоғарлату керек.

Электролит құрамындағы аниондар анодты келесідей таралады: цианидтер – диоксид көміртегі мен азот түзелуімен, гидроксид иондары – оттегі түзілуімен болады. Егер тазалаудың мақсаты органикалық қосылыстар мен цианидтерді бұзу болса, онда қайнау қабатындағы анодты қолданады [8].

"Силектро" фирмасы (Ұлыбритания) электронды құрылғылардың бөлшектеріналтындандыру операциясынан электролиттен және шайынды судан алтын шығару үшін арналған электролизерді сынақтан өткізді [9]. Өндірген ерітінділерді жоғары жоғарғы жылдамдықпен циркулейтін құрылғының негізгі бөлігі электролизер болып табылады. Алтынды бөліп шығару дәрежесі 98 % дейін жетеді. Электролизердің 3 ай уақыт ішінде жалпы қосындысы бірнеше мың фунт стерлингке бағаланатын бірнеше жүздеген грамм алтын алынды. Алтын катодта бөлінетін қабықша түрінде тұнады, сондықтан шөгіндімен бірге катодты балқыту операциясы жүргізілмейді.

Анод пен катод кеңістіктерін бөлетін кезекті аралық ретінде ауыспалы мембрананы қолданатын тиомочевинді қышқыл ерітіндісін алтын және күмісті

бөліп шығаруға арналған электролизер белгілі. Анод платина торларынан, ал катод графиттелген титаннан жасалған [10].

Сонымен қатар, анод пен катод кеңістіктерді бөлетін кезекті аралық ретінде катионауыспалы мембрана қолданатын электролизер белгілі. Анод платина торларынан, қорғалынан немесе графиттен жасалған.

Металды тиомочевин қышқыл ерітіндісінен бөліп шығару үшін арналған көп камералы электролиздер белгілі. Мұнда катод пен анод ауыспалы орналасқан. Анод пен катод кеңістіктері анионды ауыспалы мембранамен бөлінген.

Құрамындағы анодтар мен катодтар ауыспалы орналасқан тиомочевинді қышқыл ерітіндісінен алтын мен күмісті шығару үшін электролизер белгілі. Бұл электролиздің басқа электролизерге қарағанда негізгі ерекшелігі кезеңнің аралық ретінде фильтрлеу мақтасын қолдануда.

1.3 Кәсіпорынның алтын өндірісі бойынша жұмыс анализдеріне қысқаша сипаттамасы

Суздель кенорынына жақын орналасқан "ФИК АЛЕЛ" сульфид зауытында Доре балқымасын алады.

Гидрометаллургиялық цехтағы негізгі бөлімдерге: кендерді гравитациялық және флотациялық байыту, концентратты биоқышқылдау, қойылтқышта қарама – қарсы декантациямен биоқышқылданған ерітінділерді тазалау, сорбциялық цианерленген қою ерітінділерді нейтрализациялау, қаныққан сорбитті элюациялау, элюаттан алтынның электролиттік бөлінуі, катодтық шөгіндіні Доре балқымасына балқыту жатады.

Сонымен қатар, цех құрамына қосымша бөлімдерде кіреді: BIOX агигаторларының салқындататын суын салқындату үшін арналған сусалқындатқыш, реагенттер дайындайтын бөлім, сорбция қалдықтарын сақтайтын қалдық шарушылығы.

1.4 Шикізат негізі және өнім сапасын қадағалау

Суздель кенорынның алтынқұрамды кені осы кәсіпорынның негізгі шикізаты болып табылады. Гравитациялық және флотациялық концентраттар құрамында

- сульфитті күкірт 15 % – дан кем емес;
- мышьяк 5 % – дан кем емес;
- алтын 45 г/т – дан кем емес.

Бастапқы рудалар моносульфидті алтын құрамды кендерге жатады. Сілтілеу процесіне түсетін алтын құрамды материалдар 60 – 65 % гравитациялық концентраттан тұрады.

Концентраттар ұсақ түйіршікті карбонаттар түрінді болады, оның

құрамында көмірқұрамды минералдар таралған.

Кен емес минералдардан кварц түрінде 23 % жуығы, көміртегі құрамды карбонаттар және алевролиттер түрінде 27 – 30 % келеді. Алтынның концентраттағы өлшемі 12 мкм – ден аспайды. Кенді минералдардан концентратта алтыны бар пирит пен арсенопирит кездеседі. Сульфид түйіршіктері 15 – 25 мкм – ден аспайды. Химиялық құрамы 1.4 кестеде келтірілген.

Сульфидті концентратты биоқышқылдау үшін биобактерияларды, мысалы Thiopauillus Tezzooxidans (тионды темірқышқылдайтындар) және Thiobaullus Thiooxidans (тионды көмірқышқылдайтындар) қолданады. Басқа реагенттердің сипаттамалары 1.5 кестеде келтірілген.

Объектінің соңғы өнімдері тауарлы өнімдер болып табылады: катодты алтын ұнтағы, лигатуралы алтын (Доре балқымасы).

1.4 Кесте – Концентраттың химиялық құрамы

Өнімнің аты	Құрамы, %					
	Au	Ag	S	As	Fe	CO ₃
Гравитациялық концентрат	104	–	12,08	3,71	–	4
Флотоконцентрат	32,5	–	5,42	2,55	–	1,68
Гравио және флотоконцентраттар қоспасы	41	3,5	12	4,2	23	3,12

1.5 Кесте – Реагенттер сипаттамасы

Реагенттер аты	Сапаға талап	Сипаттама
Натрий цианиді NaCN	МемСТ 8464 – 79	Қатты әсер ететін улы зат. Алтын және күмісті сілтілеу және десорбция процесін жүргізу үшін арналған реагент.
Натрий гидроксиді NaOH	МемСТ 2263 – 79	Улы зат. Десорбтайтын ерітіндіні дайындауға, алтынды және күмісті сілтілеу кезінде pH – ты түзеу үшін қолданады.
Активтелген көмір	«НАУСАРВ» УА00 – 60 маркалы	Полиэтилендік қаптарға түседі. Балқымада флюс ретінде қолданады.
Бура (натрий тетраборқышқылы)	МемСТ 8429 – 77Е	Техникалық тұз, сусыз. Химиялық формуласы Na ₄ B ₄ O ₂
Кальцийнирленген сода (натрий көмірқышылы)	МемСТ 5100 – 85Е	Техникалық тұз, сусыз. Химиялық формуласы Na ₄ CO ₃
Натрий селитрасы (натрий азотқышқылы)	МемСТ 828 – 77Е	Техникалық тұз, сусыз. Балқымада флюс ретінде қолданады (тотықтырғыш).
Тұз қышықылы HCl	МемСТ 3118 – 77	Қаныққан көмірден кальций және магний қосылыстарын жою үшін қолданылады.

Өндірілетін алтын құрамды өнімнің сапасы келесі талаптарды қанағаттандырады:

– ТШ 98 ҚР – 13 – 95 катодты алтын ұнтағы. Техникалық шарттар және ТШ 98ҚР 1 – 93." Лигетарулы алтын. Техникалық алтын".

– ТШ 98 ҚР – 13 – 95, салмақтың үлесі % – бен алтын және күміс қосындылары 70 – тен кем емес, темір, мырыш және мыс қосындылары 10 – нан кем емес, ылғалдың 2 – ден кем емес.

– ТШ 98 ҚР – 1 – 93, массалық үлесі % – бен: алтын 10 – нан жоғары, күміс және мыс қосындылары шектелмеген, қорғасын – 5 – тен еөп емес, сынап – 1 – ден көп емес.

Катодты алтын цианидтен және қышқылдан толығымен жуылу керек, сонымен қатар механикалық сыртқы бөтен қосылыстар болмауы керек.

Технологиялық процесті бақылауда "ААҚ" Аналитикалық орталықта өңделген және Қазақстан Республикасының Мемлекеттік стандартымен рұқсат етілген өлшеудің аттестатталған орындау әдісі қолданылады:

– МА 117 ИАЦ – 37 – 99 (ФР 1.31.1999.00040)"алтынқұрамды кен сынамасынан алтынның массалық үлесін өлшеудің атомдық абсорбты әдісі".

– МА 117 ИАЦ – 43 – 2000 (ФР 1.31.2001.00212) "алтынқұрамды кенсынамасынан алтын мен күмістің массалық үлестерін өлшеудің пробиркалы және алтынның массалық үлесін өлшеудің пробиркалы атомдық – абсорбты әдістері".

– МА 117 – 2. ИАЦ – 44 – 2000(ФР 1.31.2000.00120) "Құрамында алтыны бар кен сынамасынан күмістің массалық үлесін өлшеудің атомдық – абсорбты әдісі".

– МА 117 – 2 ИАЦ – 41 – 2000 (ФР 1.31.2000.72) "Құрамында алтыны бар ионауыспалы шайырдан және активті көмір сынамаларынан алтын мен күмістің массалық үлесін анықтаудың атомдық – абсорбты әдісі".

– МА 117 – 2 ИАЦ – 49 – 2000 (ФР 1.31.2001.00213) "Құрамында алтыны бар кен сынамасынан мыс, мырыш, темір, никель, кадмий, қорғасын, сурьма, висмут және теллурдың массалық үлестерін анықтаудың атомдық – абсорбты әдісі".

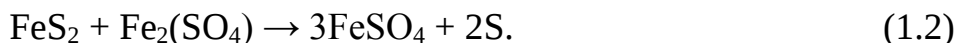
– ОМ 98ҚР – 1 – 94 "Химиялық анализ және құрамындағы ылғалды анықтау үшін алтынқұрамды материалдар сынамасын таңдау және дайындау".

1.5 Биосілтілеу процесі

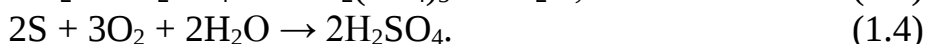
Құрамында алтыны бар кен концентраттарды – химиялық ашу және оларды цианирлеуге дайындау әдісі алтын алу өндірісіндегі жас технологиялық өңдеуге жатады. Бұл әдіс микроорганизмдердің қатысуымен жүреді. Негізінен "Тиобациллус феррооксиданс" типті бактерияны қолданады. Құрамныда алтыны бар темір сульфидтері қысым мен температураны жоғарылатпай – ақ химиялық қосылыстарының аяғына дейін тотығады. Мұнда бөлінетін алтын циандыерітінділермен сілтілеуге мүмкіндік туғызады. Пириттің тотығуының химиялық реакциясы темірсульфатты тотық тұзуімен жүзеге асады:



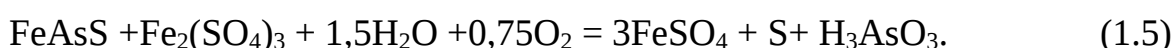
және элементарлы күкірт



Тотығу реакциялары:



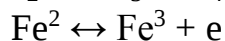
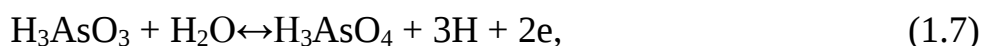
Арсенопирит үшін



Арсенопиритті бактериялық сілтілеу кезінде мышьяк – мышьяк қышқыл түріне өтеді, себебі ол аса қышқыл ерітінділерде катион түрінде кездеседі:



H_3AsO_3 , Fe^{2+} – термодинамикалық тұрақты емес, сондықтан олар тотығады, және тотығу мен тотықсызданудың белсенді қатынастары тұрақты жағдайға келеді:



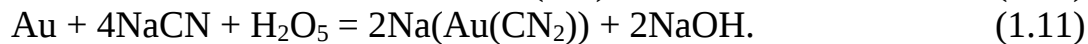
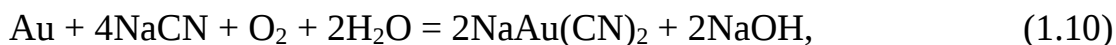
Ерітіндіде үшвалентті темірдің болуы тұнбада темір арсенатының түзілуі мен құлауына әкеліп соғады:



Биосілтілеу процесі 80 % пульпаны сұйылтады. Сульфидтердің тотығу процестері 3 сатыда жүреді: 1 – ші кезең 2 күн ішінде. Бұл сатыда пирит 56,1 % дейін тотығады, арсенопирит – 55,1 %. 2 – ші сатыда сульфидтердің тотығуы 76 % дейін өседі, 3 – ші сатыда сульфидтердің тотығуы 98 % дейін жетеді. Тотығу температурасы 35 – 40 °C автоматты түрде ұсталып отырады. Пульпаны салқындату үшін салқындататын пакетке салқын су беріледі. Қайнаған су градирникке келеді, мұнда салқындатылады және ары қарай айналымға түседі.

1.6 Биосілтілеу қалдықтарын цианирлеу

Цианирлеу – алтынды алудың негізгі процесі болып табылады. Алтынды еріту келесі реакциялармен жүреді:

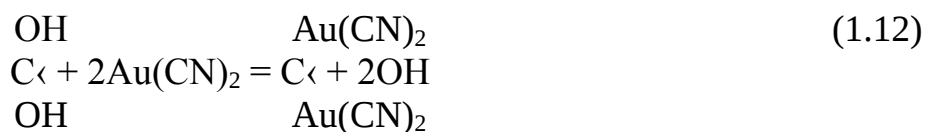


Цианидтің негізгі шығыны биосілтілеу қалдықтар минералдарымен байланысуына кетеді. Ерітіндіде $\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ және NaCNS – тің жиналуы цианидтің жоғарғы шығынын келтіруі – 10 және одан да көп кг/т концентратқа.

1.7 Сорбциялық сілтілеу

Цианды пульпадан алтынды бөліп шығару сорбциялық процесі үздіксіз қарсыағынды сұлбаны қолданады. Алтын сорбциясы пульпаны механикалық араластыратын аппаратта белсенді көмірді қолдану арқылы жүргізеді.

Ерітіндіден белсенді көмірге алтын келесі реакциялармен тұнады:



Алтынмен қаныққан көмір элюирлеу операциясына түседі. Пульпадағы көмірдің концентрациясы 30 – 40 кг/м³ кем болмау керек.

1.8 Алтынды элюирлеу

Алтынды элюирлеу AARL – процесінің сұлбасы бойынша жүзеге асырылады. Ол үшін бірінші карбонаттарды түсіру үшін көмірді 3 % – дық HCl ерітіндісімен өңдейді. Жуылған көмір 110 – 130 °C температурада 3 % – дық NaCN (қаныққан көмірді кондициялау) ерітіндісімен өңделеді. Кондициялаудан кейін алтынды 130 °C температурадағы техникалық сумен элюирлейді. Элюат электролизге, ал элюирленген көмірді қажет болса реактиверлейді және айналымға жібереді.

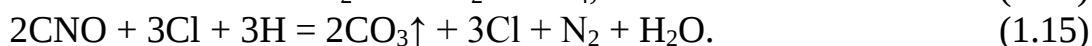
1.9 Алтын электролизі

Электролизердағы кернеу 2 – 4 В, ток күші 25 – 50 А, температура 50 – 60 °C. Элюат электролизі шығатын электролитте 10 мг/л алтын қалғанша жүргізеді. Электролиз біткенде катодты жуады, кептіреді. Темір тотығу үшін

750 °C температурада қыздырады, кварцты құм, бура және соданы қосып шихтаны дайындайды. Ары қарай Доре балқымасына балқытады.

1.10 Сорбция қалдықтарын залалсыздандыру

Сорбция қалдықтарын цианды қосылыстардан хлорлы әдіспен заласздандырады. Бұл үшін әктастық сүтке хлор енгізу арқылы кальций гипохлоритін дайындайды. Нейтрализация кезінде келесі реакциялар жүреді:



1.11 Алтын өндірісіндегі электролиз бөлімінің жобасын жетілдіруі

Әдеби мағлұматтардың анализі көрсеткендей тиомочевинді күкіртқышқыл ерітіндісінен алтынды алудың электролиттік әдісі технологиялық мақсатқа лайықты және экономикалық тиімді әдіс болып табылады. Бірақта, бұл әдіс өзінің артықшылықтарына қарамастан бірнеше кемшіліктері бар. Мысалы, қазіргі әдіс бойынша электролизді қымбат бағаланатын платинадан жасалған анодтарда және анод пен катод кеңістіктерін бөлетін аралық ретінде тағы да қымбат тұратын ионитті мембрананы қолданады. Қазіргі қолданылып жатқан әдісті жетілдіру және жаңа технологияны енгізу алтынның электролиттік өндірісінің технологиялық және экономикалық көрсеткіштерін жоғарылатады.

Соған байланысты, бұл жобада жетілдірілген электролизерді қолдану қарастырылады.

Тиомочевинді күкіртқышқылды ерітіндіден алтын мен күмісті алуға арналған жетілдірілген электролизер келесі бөліктерден тұрады: ауыспалы орналасқан талшықты болат материалдан жасалған катодтар және қымбат тұрмайтын қорғасыннан немесе қорғасын балқымаларынан жасалған анодтар. Анод және катод кеңістігін бөлетін ионитті мембрананың орнына фильтрлі матадан жасалған кеуекті аралық қолданады. Анодтар II – тәрізді рамка түрінде жасалған. Оның сыртына кеуекті аралық – фильтрлі ватаны орнатады.

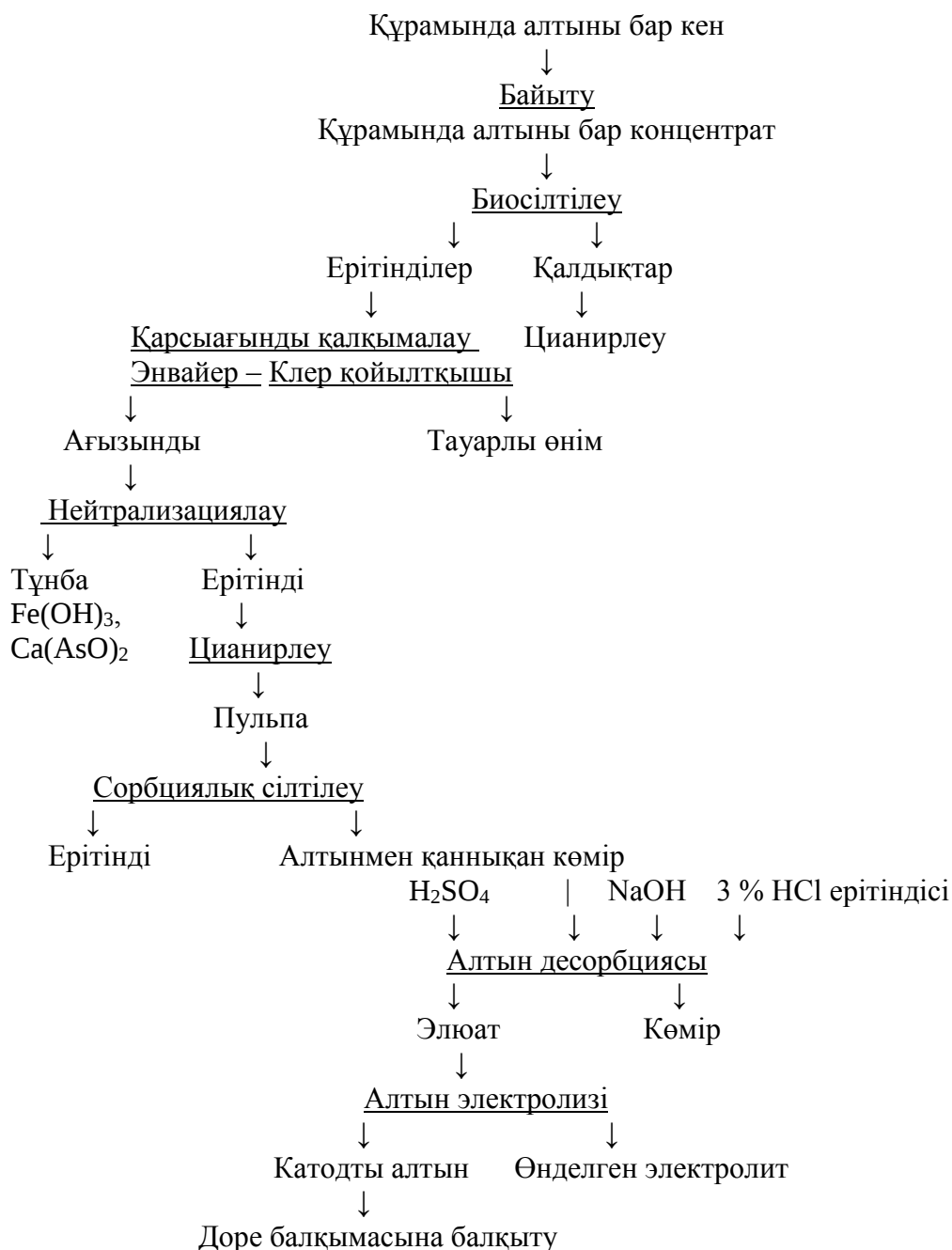
Электролизерде кеуекті аралық ретінде фильтрлі ватаны қолданғанда және анод ретінде қорғасынды немесе қорғасын негізді балқыманы қолданғанда:

- экономикалық тиімді, яғни бағалары төмендейді;
- кеуекті аралықтардың қызмет ету мерзімі 1,5 – 3 айдан 1 жылға дейін созылады;
- кеуекті аралықтардың электр кедергісі төмендегеннен энергия шығыны 20 – 25 % – ға төмендейді;

–электролизді 60 °С – де жүргізу мүмкіншілігі туады.

Бұл жұмыста электролиз бөлімін жетілдіру қарастырылады, ал техника – экономикалық көрсеткіштері элюат өнімділігі бойынша – 1500 м³/тәу, катодтық алтын бойынша – 6,86 кг/тәу есептелген.

Құрамында алтыны бар кенді өндеудің технологиялық схемасы 1 – 1 суретте көрсетілген.



1 Сурет – Катодты алтынды алудың технологиялық сұлбасы

2 Технологиялық шешімдер

2.1 Алтын өндірісіндегі негізгі технологиялық көрсеткіштері

2.2 Технологиялық процестің есебі

2.2.1 Есептеу үшін бастапқы берілгендері

Алтын өндірісіндегі жетілдірілетін технологиялық көрсеткіштері 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 Кесте – Технологиялық көрсеткіштер

Көрсеткіштер	Мөлшері
Цехтың өнімділігі, т/сағ	5,71
Бастапқы материалдың анализі: – күкірт сульфиді, % – мышьяк, %	12
Концентрат берудің жобалық нормасы, т/тәу Күкірт сульфидін берудің жобалық нормасы, т/тәу Минералогиялық анализ – пирит, % – арсенопирит, %	4,2 137
Бастапқы материалдың тығыздығы, г/см ³	23
Бірінші ретті реакторларға келу уақыты, тәулік	19,1
Екінші ретті реакторларға келу уақыты, тәулік	9,1
Биосілтілеудің жалпы ұзақтылығы, тәулік	3
Биосілтілеудің жалпы ұзақтылығы, тәулік Пульпаның жұмыс температурасы, °C	12
pH ортасы	4,2
BIOX қоректену тығыздығы, %	137
1 т концентратқа кететін қоректендіретін заттың шығыны, %	55,1
Сульфидтердің тотығуы: – бірінші ретті реакторлар, %	76
Бірінші екінші ретті реакторлар, %	92
Екінші екінші ретті реакторлар, %	98
Үшінші екінші ретті реакторлар, %	75
Мышьякты еріту: бірінші ретті реакторлар, %	90
Бірінші екінші ретті реакторлар, %	100
Екінші және үшінші ретті реакторлар, %	137
ҚАҚ – қа беретін қаттының заттың ағыны, т/тәу	3
ҚАҚ – қа беретін қатты заттың тығыздығы, т/м ³	1,155
ҚАҚ – қа беретін пульпаның тығыздығы, т/м ³	35 – 40
Қойылтылған өнімдегі қатты заттың құрамы, %	97
Бір кезеңдегі жуудың тиімділігі, %	6
Кезеңдер саны	4
1 – 4 кезеңдегі pH мөлшері	120
Ерітіндідегі мышьяқтың мөлшері, мг/л	5,71
Өнімділік, т/сағ	40 – 45

CTL – ға беретін пульпаның тығыздығы, %	30 – 3
CTL чаны бойынша тығыздығы, %	10,5
Чандағы пульпаның рН – ы	1000
Бастапқы чандағы NaCN мөлшері, мг/л	800
Үшінші чандағы NaCN мөлшері, мг/л	40,5
Қатты фазадағы алтынның құрамы, г/т	20,1
Сұйық фазадағы алтынның құрамы, мг/	500
Пульпадағы NaCN мөлшері, мг/л	5000
Қаныққан көмірдегі алтынның мөлшері, г/т	100
Регенерациядан кейінгі алтынның мөлшері, г/т	3
Элюаттағы алынның концентрациясы (NaOH), %	0,2
Элюаттағы NaCN мөлшері, %	120 – 130
Деорбцияға беретін ерітіндінің температурасы, °C	95 – 97
Электролизға беретін ерітіндінің температурасы, °C	700 – 750
Реактивация процесінің температурасы, °C	99,5
Элюатқа алтынның шығуы, %	2
Электролиттегі мөлшері, мг/л	10 – 12
Ерітінді ағыны, м³/ч	3 – 6
Ваннадағы кернеу, В	350 – 700
Электролиздегі алтынның шығуы, %	99
Балқытудағы алтынның шығуы, %	99

2.2 Технологиялық процестің есебі

2.2.1 Есептеу үшін бастапқы берілгендері

Электролиз бөлімі жобасының есебін келесі параметрлерде жүргіземіз:

Алтынның электролиттегі мөлшері	– 5 мг/л
Ерітінді ағыны	– 10 – 12 м³/ч
Ваннадағы ток мөлшері	– 500 А
Электролиздегі алтынның шығуы	– 99,5 %
Электролит ағынының жылдамдығы	– 12 – 15 м³/ч
Температура	– 50 °C
Ток тығыздығы	– 550 А/м²
Электролиз ұзақтығы	– 3 сағат
Балқытудағы алтынның шығуы	– 99 %

Тиомочевин қалдықтарынан тазаланған элюаттың(тауарлы регенераттын) құрамы, мг/л: Zn – 150, Fe – 300, Ni – 90, Co – 90, Cu – 1000, Au – 4,5, Ag – 0,21

2.2.2 Анодтық шламның құрамын және мөлшерін есептеу

Анодты шламның құрамын есептеу үшін келесі компоненттерді қабылдаймыз, %: Zn – 10, Fe – 8, Ni – 70, Co – 60, Cu – 12, AU – 0,3, Ag – 90.

1 тәуліктегі анодты шламның мөлшері:

$Zn = 225 \cdot 0,1 = 22,5 \text{ кг};$
 $Fe = 450 \cdot 0,08 = 38 \text{ кг};$
 $Ni = 135 \cdot 0,7 = 94,5 \text{ кг};$
 $Co = 135 \cdot 0,6 = 81 \text{ кг};$
 $Cu = 1500 \cdot 0,12 = 180 \text{ кг};$
 $Au = 6,75 \cdot 0,003 = 0,002025 \text{ кг};$
 $Ag = 0,315 \cdot 0,9 = 0,2835 \text{ кг};$
 Барлығы: $22,5 + 38 + 94,5 + 81 + 180 + 0,002025 + 0,2835 = 414,285525 \text{ кг}.$

2.2.3 Өңделген электролиттің құрамын және мөлшерін есептеу

$Zn = 225 - 0,0004802 - 22,5 = 202,4995198 \text{ кг};$
 $Fe = 450 - 36 - 0,000348 = 413,999652 \text{ кг};$
 $Ni = 135 - 94,5 - 0,0002744 = 40,4997256 \text{ кг};$
 $Co = 135 - 81 - 0,0001372 = 126,9998628 \text{ кг};$
 $Cu = 1500 - 180 - 0,0002058 = 1319,9997942 \text{ кг};$
 $Au = 6,75 - 6,7228 - 0,02025 = 0,00695 \text{ кг};$
 $Ag = 0,315 - 0,2835 - 0,00343 = 0,02807 \text{ кг}.$

2.3.4 Ваннадағы кернеуді есептеу

Ваннадағы кернеу келесі өлшемдерден тұрады, В:

$$U = E + E_{эл} + E_k + i r,$$

мұнда E – $CuSO_4$ тұзының ыдырау кернеуі;
 $E_{эл}$ – Электролиттегі кернеудің құлауы;
 E_k – өткізгіштегі, анод пен катод байланысындағы, штангідегі кернеудің құлауы;
 i – тізбеектегі ток күші;
 r – шлам қабықтарының кедергісі, В.

а) мыс сульфат тұзының ыдырау кернеуін есептеу: $E = \varphi_a - \varphi_k$ анод потенциалының теориялық мәні – – 1,23 В. Қорғасын анодындағы оттегінің асқын кернеулігі – – 0,58 В.

$$\varphi_a = - 1,23 - 0,58 = - 1,81 \text{ В}.$$

Катод потенциалы келесі берілгендерден алуы мүмкін: ерітіндідегі мыстың концентрациясы 0,75 г·моль/дм³, мыс иондарының активті коэффициенттері 0,0575, катод поляризациясының мәні 0,08 В. 35 °С – тағы катод потенциалы:

$$\varphi_k = \varphi_o + (RT \ln C_{Cu} a_{Cu}) / (nF) - \eta_{Cu} = -0,762 + (8,316 \cdot 308 \cdot 2,303 \cdot \lg 0,75 \cdot 0,0575) / (2 \cdot 96500) - 0,08 = -0,88 \text{ В.}$$

Электродтағы потенциал айырмашылығы:

$$E = -1,81 - 0,88 = -2,69 \text{ В.}$$

б) электролиттегі кернеудің құлауын графиктен анықтамыз (Баймаков Ю.В. Электролиз в гидрометаллургии. М.: 1963.С.460). Ток тығыздығы 550 А/м², электродтар арақашықтығы 3 см және ерітіндінің қышқылы 120 г/дм³ үшін 0,48 В – ты құрайды.

в) байланыстағы кернеудің құлауы 0,08 В, катодтық штангіде 0,02 В, бортты шианда 0,03 В құрайды.

г) шламдағы кернеудің құлауын 30 % деп $0,48 \cdot 0,3 = 0,144 \text{ В}$.

Ваннадағы кернеудің жалпы мөлшері:

$$U = 2,69 + 0,48 + 0,144 = 3,394 \text{ В.}$$

Есептеулердің нәтижелерін 2.2 кестеге түсіреміз.

2.2 Кесте – Ваннадағы кернеу балансы

Баланс статьялары	Кернеудің құлауы	
	В	%
Cu ₂ SO ₄ ыдырау кернеуі	2,690	79,3
Электролиттегі кернеудің құлауы	0,480	14,1
Байланыстағы кернеудің құлауы	0,030	0,9
Катодты шлангідегі кернеудің құлауы	0,020	0,6
Бортты шиандағы кернеудің құлауы	0,030	0,9
Шламдағы кернеудің құлауы	0,144	4,2
Ваннадағы жалпы кернеу	3,394	100

2.3 Кесте – Электролит бойынша материалдық баланс

Келгені, мг/л	Zn	Fe	Ni	Co	Cu	Au	Ag	Барлығы
Электролит	225	450	135	135	1500	6,75	0,315	2452,065
Алынды								
Катодты	0,0004802	0,000348	0,0002744	0,0001372	0,0002058	6,7228	0,00343	6,7276756
алтын								
Анодты						0,02025	0,2835	414,30375
шлам	22,5	36	94,5	81	180			
Өңделген	202,499	413,999	40,49972	126,999	1319,999	0,00695	0,02807	2104,03305
электролит	5198	652	56	8628	7942			46
Барлығы	450	900	270	343	3000	13,5	0,63	4977,24

2.2.5 Ваннадағы жылу балансын есептеу

Жылудың келуі

а) Электролиз кезіндегі жылу

$$Q = 0,239RI^2\tau.$$

мұнда R – электролит кедергісі, Ом;

I – ток күші, А;

τ – уақыт, 1 сағат.

$$Q = 0,239 \cdot 0,000013235 \cdot 1710^2 \cdot 3600/1000 = 33,3 \text{ кДж.}$$

б) Нейтральды ерітіндімен бөлінетін жылу

$$Q = cmt.$$

мұнда c – нейтральды ерітіндінің жылусыйымдылығы, 0,82 ккал/кг·град;

t – нейтральды ерітіндінің температурасы, 50 °С;

m – нейтральды ерітіндінің салмағы, кг.

Жылу шығыны

Меншікті жылусыйымдылығы 0,8 ккал/кг·град өңделген электролитпен кететін жылу

$$Q_1 = 102,065 \cdot 40 \cdot 0,8 = 3264 \text{ кДж.}$$

Шашыраудан жоғалатын жылу

$$Q_2 = 0,306 \cdot 0,8 \cdot 40 = 9,792 \text{ кДж.}$$

Буланудан кететін жылу

$$Q_3 = 0,51 \cdot 576,2 = 293,7 \text{ кДж.}$$

Сәуле шашу мен жылу беру арқылы кететін жылу булану мен шашыраудан кететін жылудың 1/5 бөлігін құрайды:

$$Q_4 = (9,792 \cdot 1)/5 + (293,7 \cdot 1)/5 = 60,7 \text{ кДж.}$$

Жалпы жылу шығыны: $Q_{об} = 3628,192 \text{ кДж.}$

Есептеулерден көрініп тұрғандай, келетін жылу кететін жылудан көп. Артық жылу бастапқы жылудан соғын жылуды алып тастау арқылы есептейміз. Есептеулердің нәтижесін 2.4 кестеге еңгіземіз.

2.4 Кесте – Ванның жылу балансы

Келетін жылу	кДж	Жылу шығыны	кДж
Электр тогымен бөлінетін жылу	33,3	Өңделген электролитпен кететін жылу	3264
Нейтральды ерітіндімен келетін жылу	76875	Шашырау әсерінен	9,792
Барлығы	76908,3	Булану әсерінен	293,7
		Сәулелену әсерінен	60,7
		Артық жылу мөлшері	73280,108
		Барлығы	76908,3

2.3 Чандарды есептеу және таңдау

Чанның көлемін қойылтылған өнімнің тәуліктік қорына есептейміз. Пульпаның түсетін көлемі келесідей:

$$V_n = V_k + V_c = 137/3 + (137 \cdot 60)/40 = 45,6 + 205,5 = 251,1 \text{ м}^3.$$

Чан размері келесідей етіп қабылдаймыз:

$D/H = 6,45/7$, чанның жұмыс ауданының көлемі $241,2 \text{ м}^3$. Чанның саны:

$$N = 251,1/241,2 = 1 \text{ шт.}$$

2.4 BIOX ренакторларын есептеу және таңдау

(BIOX) биосілтілеу реакторлары:

BIOX – тің бірінші кезеңі: сілтілеу ұзақтылығы – 2 тәулік. Биосілтілеуге кететін пульпаның тәуліктік көлемі

$$V_n = V_k + V_c = 137/3 + (137 \cdot 80)/20 = 45,6 + 548 = 593,6 \text{ м}^3.$$

Екі тәуліктік пульпаның көлемі:

$$V_n = 593,6 \cdot 2 = 1187,2 \text{ м}^3.$$

Размері $D/H = 9,55/10$, жұмыс ауданының көлемі 643 м^3 реакторын қабылдаймыз.

Реакторлар саны:

$$N = 1187,2/643 = 2 \text{ шт.}$$

Екі кезеңдегі жалпы реакторлардың саны 4 тал.

2.5 Қойылтқыштарды есептеу және таңдау

Қойылтуға меншікті өнімділігі $2,22 \text{ т/м}^2$ Вота Китри фирмасы құрастырған жоғары жылдамдықтағы қойылтқышты пайдаланады. Қойылтуға қажет аудан:

$$F = 137/2,22 = 61,7 \text{ м}^2.$$

Размерлері $D/H = 12/3,6$ саны 3 штук болатын жоғары жылдамдықты орнатады.

2.6 Нейтрализацияның байланыс чандарын есептеу және таңдау

Нейтрализацияға $673,35 \text{ м}^3/\text{сут}$ ерітінді түседі. Нейтрализацияны 6 кезеңде, әрбір кезеңді 1 сағаттан жүргізеді.

Ерітіндінің 1 сағаттық көлемі:

$$673,35/24 = 28,1 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

Көлемі 30 м^3 болатын байланыс чанын қабылдаймыз.

2.7 Пульпаны кондициялау агитаторы

Кондициялауға кететін пульпаның 1 сағаттық көлемі:

$$V_n = V_k + V_c = 98,3/(24 \cdot 2,7) + (98,3 \cdot 60)/(40 \cdot 24) = 7,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кондициялау ұзақтығы 16 сағат құрайды. Кондицияланған пульпаның көлемі:

$$V_n = 7,6 \cdot 16 = 121,6 \text{ м}^3.$$

Агитатор көлемі $V_{ag} = \pi D^2 H / 4$. $H = D$ болса, онда агитатор диаметрлері

$$D = \sqrt[3]{4V/\pi} = \sqrt[3]{(4 \cdot 121,6)/3,14} = 5,36 \text{ м}.$$

Өлшемі $D/H = 6/4,5$. $V_{ag} = 100 \text{ м}^3$ болатын агитаторды қабылдаймыз. Агитаторлар саны

$$121,6/100 = 2 \text{ шт.}$$

2.8 Пульпаны цианирлейтін агитаторлар

Цианирлеуге кететін пульпаның 1 сағаттық көлемі:

$$V_n = V_k + V_c = 98,3/(24 \cdot 2,7) + (98,3 \cdot 67)/(33 \cdot 24) = 9,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Цианирлеу ұзақтығы 4,3 сағат. Цианирленетін пульпаның көлемі:

$$V_n = 9,8 \cdot 8,6 = 84,28 \text{ м}^3.$$

Агитатор көлемі $V_{ag} = \pi D^2 H / 4$ Егер $H = D$ болса, онда агитатор диаметрі

$$D = \sqrt[3]{4V/\pi} = \sqrt[3]{(4 \cdot 84,28)/3,14} = 4,75 \text{ м}.$$

Размерлері $D/H = 4,5/4,5$ боатын агитаторды қабылдаймыз. Агитатор көлемі $V_{ag} = 55 \text{ м}^3$. Агитатор саны

$$84,28/55 = 2 \text{ шт.}$$

2.9 Пульпаны сорбциялайтын агитаторлар

Сорбцияны 8 кезеңде жүргізеді. Әрбір кезең 4,3 сағатқа созылады. Әрбір стадиядағы пульпаның көлемі:

$$V_n = 4,3 \cdot 9,8 = 42,14 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

Размерлері $D/H = 4,5/4,5$ болатын агитаторды қабылдаймыз.

Агитатор көлемі $V_{ag} = 55 \text{ м}^3$. Жалпы агитатор саны 8.

Пульсационды бағананы есептеу және таңдау. Пульсационды бағананы есептеу үшін бағананың конструктивтік размерлері және ауа шығыны есептеледі.

Конструктивтік размерлерін бағананың пульпа бойынша меншікті өнімділігі бойынша есептеледі.

Пульпаның сағаттық ағыны мына формуламен есептеледі:

$$П = Q_0[1000/\rho_{тв} + R \cdot 1000/\rho_{раств.}]. \quad (2.1)$$

мұндағы: Q_0 – қатты зат бойынша меншікті өнімділігі, т/сағ;

ρ_k – қатты заттың тығыздығы, кг/м³;

R –пульпадағы $C \div Q$ арақатынасы $R = (100 \% \text{ қат})/\% \text{ қат}$;

$\rho_{ерітінді.}$ – ерітіндінің тығыздығы, кг/м³.

Тапсырманың шарты:

$$Q_0 = 4,1 \text{ т/ч}, \quad \rho_{\text{ТВ}} = 285 \text{ кг/м}^3, \\ \rho_{\text{раств.}} = 1050 \text{ кг/м}^3, \\ R = (100 - 33)/33 = 2,03 \div 1$$

және улпаның сағаттық ағыны келесідей:

$$\Pi = 4,1[1000/2850 + (2,03 \cdot 1000)1050] = 9,4 \text{ м}^3/\text{сағ}.$$

Пульпа бойынша бағананың меншікті өнімділігі: $(10 \div 12) \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$. Егер $q_0 = 12 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ деп қабылдасақ, онда бағананың қима ауданы:

$$F_k = \Pi/q_0 = 9,4/12 = 0,8 \text{ м}^2.$$

Бағана қимасының диаметрі

$$D_k = \sqrt{4F_k/\pi} = (4 \cdot 0,8)/3,14 = 1,01 \text{ м}.$$

Бағана биіктігін есептеуден $H/D = 3,8/4,9$ деп аламыз.

Қатынасы $D/H = 4,5/4,5$ болса, онда $H_k = 1,01 \cdot 4,5 = 4,545 \text{ м}$ болады.

$H_k = 4,5 \text{ м}$ деп алсақ, онда бағана көлемі:

$$V_k = F_k \cdot H_k = \pi D^2 H/4 = (3,14 \cdot 1,01)4,5/4 = 3,6 \text{ м}^3.$$

Бағанаға кететін меншікті ауа шығыны:

– пульпаны ауалау – $0,13 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$;

– пульпаны аэролифтпен айдау – $0,6 \div 0,8 \text{ м}^3$ пульпу в минуту;

– пульсацияны құруға – $1,8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$.

Бір бағанаға кететін ауа:

– пулпа аэрациясына $0,13 \cdot 0,8 = 0,104 \text{ м}^3/\text{мин}$;

– пульсацияны құруға $1,8 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ м}^3/\text{мин}$;

– пульпаны аэролифтпен айдауға $(9,4 \cdot 0,7)/4,1 = 1,6 \text{ м}^3/\text{мин}$

Ауаның жалпы шығыны:

$$\alpha = 0,104 + 1,44 + 1,6 = 3,144 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

4 бағана үшін:

$$\alpha = 3,144 \cdot 4 = 12,6 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2.10 Электролизерлерді есептеу және таңдау

Электролизге түсетін электролиттің құрамы:

- тауарлы регенераттың тәуліктік шығыны – 1500 м³/тәу;
- ағызынды бойынша электролизердың өнімділігі – 0,374 м³/сағ

$$0,374 \cdot 24 = 8,976 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

- электролизер саны: $1500/8,976 = 167,11 \approx 168$ ванна.

2.11 Электролиз учаскесінің жобасын жетілдіру нәтижелері

Төменгі кестеде тиомочевинді күкірт қышқылды ерітіндіден алтынды шығарудың қазіргі және ұсынылып отырған әдістері келтірілген. Кестеден көрініп тұрғандай, ұсынылып отырған әдіс қолданылып жүрген әдіспен салыстырғанда анодтың қызмет ету мерзімін ұлғайтады және электролизді 60 °С температурада жүргізуге мүмкіндік туғызады.

2.5 Кесте – Алтын электролизі процесінің көрсеткіштері

Әдістер	Ток тығыздығы, А/м²	Электролиз кезіндегі температура, °С	Анодтардың қызмет ету мерзімі, ай	Электролизер шинасындағы кернеу, В
Белгілі	250	50	2,5 – 3	5,5 – 6,2
Ұсынылып отырған	250	60	9 – 14	3,7 – 4,6

Сонымен қатар, кестеден электролизер шинасындағы кернеудің түсуі энергия шығынының 29,1 % – ға төмендетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Концентраттың минерологиялық құрамына және зерттелген жұмыстың анализіне байланысты электролиз технологиясы жетілдірілді.

Катодтық алтынның жылдық көлемі – 2452 кг.

Дайын өнімге алтынның шығуы – 99,5 %.

ПАЙДАЛЫНҒАН ӘДЕБИЕТ ТІЗІМІ

- 1 Чугаев Л. В. Металлургия благородных металлов. – 2 – е изд., перераб. и доп – М.: Металлургия, 1987, 432 с.
- 2 Лодейщиков В. В. Извлечение золота из упорных руд и концентратов. Изд – во "Недра", 1968, 204 с.
- 3 Савицкий Е. М Благородные металлы. Справ изд.– М.: Металлургия, 1984, 592 с.
- 4 Барченков В. В. Основы сорбционной технологии извлечения золота и серебра из руд. – М.: Металлургия, 1982, 86 – 87 с.
- 5 Авт. свид. СССР № 349753, кл. С 22d, 04.09.1972, бюл. № 26.
- 6 Авт. свид. СССР № 770274, кл. С 25 С 1/20, 07.03.1988, бюл. № 9.
- 7 Новости науки Казахстана. Научно – технический сборник. Комплексное использование минеральных ресурсов Казахстана. Материалы научно – технической конференции. – Алматы, КазГосИНТИ, 1977, с. 60.
- 8 Пунишко А. А. Современное состояние и перспективы применения сорбционных процессов в гидрометаллургии золота. – М.: ЦветМетинформация, 1974, с. 35 – 37.
- 9 Караганова В. В., Ужкенова Б. С. Кучное выщелачивание золота. Зарубежный опыт и перспективы развития. Справочник. Москва – Алматы, 2002.
- 10 Плаксин И. Н. Металлургия благородных металлов. Государственное научно – техническое изд – во литературы по черной и цветной металлургии. – М., 1943.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Үмбетияров Даулетияр

Название: Құрамында алтын бар шикізаттан алтын алу технологиясы.

Координатор: Айгуль Бекишева

Коэффициент подобия 1:2

Коэффициент подобия 2:0.9

Замена букв: 51

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Допуск к защите

Дата 04.06.2021г.

Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Үмбетияров Даулетияр

Название: Құрамында алтын бар шикізаттан алтын алу технологиясы.

Координатор: Айгуль Бекишева

Коэффициент подобия 1:2

Коэффициент подобия 2:0.9

Замена букв:51

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Дипломная работа Үмбетияров Даулетияр является самостоя-
тельной работой. Имеющиеся заимствования являются
добросовестными и не содержат признаков плагиата.

Data

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Донса к зяците.

[1](#)
[2](#)
[3](#)
[4](#)
[5](#)
[6](#)
[7](#)
[8](#)
[9](#)
[10](#)
[11](#)
[12](#)
[13](#)
[14](#)
[15](#)
[16](#)
[17](#)
[18](#)
[19](#)
[20](#)
[21](#)
[22](#)
[23](#)
[24](#)
[25](#)
[26](#)
[27](#)
[28](#)
[29](#)
[30](#)

Data

7.06.2021

Зав. кат. Мидне Тармачингов М

Подпись заведующего кафедрой _____

начальника структурного подразделения