

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты  
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ӘОЖ 669.27 (043)

Қолжазба құқығында

Максұтхан Аружан Мұратханқызы

**МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ**

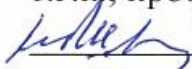
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін

Диссертация тақырыбы: Вольфрамқұрамды техногенді шикізаттан байыту өнімдерін алу процесін зерттеу

Дайындық бағыты: 7М07223- Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту

Ғылыми жетекші:

т.ғ.к., профессор

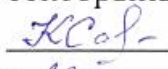
 Шаутенов М.Р.

«26» май 2022 ж.

Рецензент:

т.ғ.к., «Д.В. Сокольский атындағы ЖКЭИ» АҚ

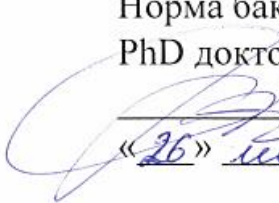
Сирек шашыраңқы элементтер секторының аға ғылыми қызметкері,

 Килибаева С.К.

«26» май 2022 ж.

Норма бақылау:

PhD докторы, ассистент-профессор

 Дюсенова С.Б.

«26» май 2022 ж.

**ҚОРҒАУҒА БЕКІТІЛДІ**

МжПҚБ каф. меңгерушісі,

т.ғ.к.

 Барменшинова М.Б.

«26» май 2022 ж.


Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты  
Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

**БЕКІТЕМІН**

МжПҚБ каф. меңгерушісі,  
техн. ғылым. канд.

 Барменшинова М.Б.  
«26» маусым 2022 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға**

**ТАПСЫРМА**

Магистрант: Мақсұтхан Аружан Мұратханқызы

Тақырыбы: Вольфрамқұрамды техногенді шикізаттан байыту өнімдерін алу процесін зерттеу.

Университет ректорының бұйрығымен тағайындалған №2026-М «03»-қарама 2020ж.

Аяқталған диссертацияны тапсыру уақыты « 25 » 05 2022 ж.

Магистратураға арналған негізгі мәліметтер: Вольфрамқұрамды техногенді шикізаттан байыту өнімдерін алу процесін зерттеу.

Зерттеу әдістері: гранулометриялық талдау, гравитациялық байыту, флотациялық байыту, айналмалық концентрация, флотоклассификация, ортадан тепкіш сепарация, электрохимиялық хлоринация.

Магистрлік диссертацияда әзірленетін сұрақтар тізбесі:

1. Техногенді шикізаттың физика-химиялық қасиеттерін, пайдалы минералдардың гранулометриялық құрамын анықтау.
2. Гравитациялық байытудың оңтайлы технологиялық көрсеткіштерін анықтау.
3. Флотациялық байытудың оңтайлы технологиялық көрсеткіштерін анықтау.
4. Айналымдағы концентрациялаумен және электрохлорлау процесімен вольфрамқұрамды қалдықтарды байытудың заңдылықтарын зерттеу. Демонстрациялық графикалық мәлімет зерттеу нәтижелерімен бірге кем дегенде 10 беттік слайд ретінде ұсынылуы қажет.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Справочник. Второе издание / Нурабаев Б.К., Надырбаев А.А., Тулегенов М.К., Тансыкбаева Ж.Б. / Алматы, 2015. – 269 с.

1. Техногенное минеральное сырьё рудных месторождений Казахстана. Справочник. Второе издание / Нурабаев Б.К., Надырбаев А.А., Тулегенов М.К., Тансыкбаева Ж.Б. / Алматы, 2016. – 155 с.

2. Иванов Прокопьев Иванов В. Д., Прокофьев С. А. Винтовые аппараты для обогащения руд и песков в России. - М.: изд. "ДАКСИ". – 2000. – 239 с.

Морозов Ю. П. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 2. Выбор и расчет технологического оборудования: учебник для вузов / Ю. П. Морозов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 266 с.





3. Морозов Ю. П. Теоретическое обоснование и разработка новых методов и аппаратов извлечения мелкодисперсных благородных металлов из руд техногенного сырья. Дисс... докт. техн. наук: 25.00.13 / Морозов Юрий Петрович. Екатеринбург, 2001. – 397 с.

Магистрлік диссертацияны дайындау  
**КЕСТЕСІ**

|  |  |         |
|--|--|---------|
| Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі | Ғылыми жетекшіге және кеңес берушілерге ұсыну мерзімдері | Ескерту |
| Аналитикалық шолу                                | 15.02.2021   |         |
| Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері           | 15.03.2022   |         |
| Тәжірибелік бөлім                                | 15.04.2022   |         |

Аяқталған магистрлік диссертацияға қатысты диссертацияның бөлімдерін көрсете отырып, кеңес берушілер мен норма бақылаушының

**ҚОЛДАРЫ**

| Бөлімнің атауы                         | Кеңес беруші, А.Ә.Т. (ғыл.дәрежесі, атағы)               | Қол қойылған күні | Қолы  |
|--|--|-------------------|---|
| Аналитикалық шолу                      | Техника ғылымдарының кандидаты, профессор М. Р. Шаутонов | 26.05.2022        |  |
| Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері |  | 26.05.2022        |  |
| Тәжірибелік бөлім                      |  | 26.05.2022        |  |
| Нормалық бақылау                       | PhD докторы, С.Б. Дюсенова                               | 26.05.2022        |  |

Ғылыми жетекшісі

 М.Р. Шаутонов

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады

 А.М. Максұтхан

Күні

« 26 » май 2022 ж.

## АҢДАТПА

Вольфрамқұрамды қалдықтарды байыту негізінде пайдалы өнімдерді алу жолдары зерттелінді. Бастапқы қалдықтардағы вольфрамның үш тотығының массалық үлесі 0,11 – ден 0,35% – ға дейін, молибдендікі – 0,050-ден 0,23% - ға дейін, мыстыкі -0,10-нан 0,25% - ға дейін, қалайыныкі -0,10-нан 0,20% - ға дейінгі аралығында болады.

Техногенді шикізаттың физика-химиялық қасиеттері, гранулометриялық құрамы, ірілік кластарындағы вольфрамның үштотығын, молибденнің, мыстың және қалайының таралуы зерттелінді.

Тәжірибелік зерттеулерді жүргізумен қалдықтарды гравитациялық және флотациялық байытудың оңтайлы технологиялық көрсеткіштері анықталынды. Алдын-ала гравитациялық байытудан алынған концентраттың вольфрам бойынша сапасын жетілдіру негізінде флотация процесі қолданылды. Жүргізілген сульфидтік флотациясының камералық өнімі ретінде коллективтік вольфрам-қалайы өнімі алынды.

Вольфрам, молибден, мыс және қалайы концентраттарына технологиялық регламент әзірленді.

Алынған камералық өнімді ортадан тепкіш сепарация арқылы байытумен оның ауыр фракциясында вольфрам концентраты алынды.

Айналымдағы концентрация және электрохимиялық хлорлау әдісін қолдану өңделген техногендік шикізаттан бағалы компоненттерді алуды арттыруға мүмкіндік берді.

Түйінді сөздер: байыту қалдықтары, гранулометриялық талдау, гравитациялық байыту, флотациялық байыту, концентрациялық үстел, айналмалық модуль, бөліп алу дәрежесі.

## АННОТАЦИЯ

Исследование по получение полезных продуктов на основе обогащения вольфрамсодержащих хвостов. Массовая доля трехокси вольфрама в исходных хвостов колеблется от 0,11 до 0,35%, молибдена – от 0,050 до 0,23%, меди – от 0,10 до 0,25%, олова – от 0,10 до 0,20%.

Изучен физико-химических свойств, гранулометрический состав лежалых вольфрамсодержащих хвостов, распределение трехокси вольфрама, молибдена, меди и олова по классам крупности.

Проведением экспериментальных исследований определены оптимальные технологические показатели гравитационного и флотационного обогащения отходов. Применен процесс флотации на основе улучшения качества концентрата по вольфраму, полученного при предварительном гравитационном обогащении. В качестве камерного продукта проведенной сульфидной флотации был получен коллективный вольфрам-оловянный продукт.

Разработан технологический регламент на вольфрамовые, молибденовые, медные и оловянные концентраты.

Обогащением полученного камерного продукта центробежной сепарацией получен вольфрамовый концентрат в его тяжелой фракции.

Использованием метода циркуляционной концентрации и электрохимической хлоринации позволило повысить извлечения ценных компонентов из обрабатываемого техногенного сырья.

Ключевые слова: хвосты обогащения, гранулометрический анализ, гравитационное обогащение, флотационное обогащение, концентрационный стол, циркуляционный модуль, степень разделения.

## ANNOTATION

The ways of obtaining useful products based on the enrichment of tungsten-containing tailings are investigated. The mass fraction of tungsten trioxide in the initial tailings ranges from 0.11 to 0.35%, molybdenum – from 0.050 to 0.23%, copper – from 0.10 to 0.25%, tin – from 0.10 to 0.20%.

The physicochemical properties, the granulometric composition of stale tungsten-containing tailings, the distribution of tungsten trioxide, molybdenum, copper and tin by size classes were studied.

The optimal technological parameters of gravity and flotation enrichment of waste have been determined by conducting experimental studies. The flotation process based on improving the quality of the tungsten concentrate obtained during preliminary gravity enrichment is applied. A collective tungsten-tin product was obtained as a chamber product of the sulfide flotation.

Technological regulations for tungsten, molybdenum, copper and tin concentrates have been developed.

By enriching the resulting chamber product by centrifugal separation, tungsten concentrate in its heavy fraction was obtained.

The use of the method of circulating concentration and electrochemical chlorination allowed to increase the extraction of valuable components from the processed technogenic raw materials.

Keywords: enrichment tailings, particle size distribution, gravity enrichment, flotation enrichment, concentration table, circulation module, recovery.

## МАЗМҰНЫ

|   |    |
|---|----|
| КІРІСПЕ   | 9  |
| 1. Қалдықтардың физика-химиялық қасиеттері, гранулометриялық құрамы және ондағы пайдалы компоненттердің ірілік кластары бойынша вольфрам, молибден, мыс және қалайының таралуын зерттеу | 11 |
| 2. Қалдықтардың гравитациялық байытудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау   | 13 |
| 3. Қалдықтардың флотациялық байытылуын зерттеу нәтижелері   | 15 |
| 3.1 Қалайы флотациясын зерттеу  | 16 |
| 4. Айналымдағы концентрациялаумен және электрохлорлау арқылы вольфрамқұрамды қалдықтарды байытудың заңдылықтарын зерттеу  | 18 |
| 5. Молибден концентратын алудың оңтайлы технологиялық көрсеткіштерін анықтау  | 20 |
| 5.1 Мыс концентратын алудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау   | 24 |
| 5.2 Қалайы концентратын алудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау  | 26 |
| 6. Вольфрам, молибден, мыс, қалайы концентраттарын алу технологиясына технологиялық регламенттерін әзірлеу  | 28 |
| 6.1 Молибден концентратын алу технологиясының технологиялық регламентін әзірлеу   | 29 |
| 6.2 Мыс концентратын алу технологиясының технологиялық регламентін әзірлеу  | 33 |
| 6.3 Қалайы концентратын алу технологиясының технологиялық регламентін әзірлеу   | 35 |
| ҚОРЫТЫНДЫ   | 39 |
| ПАЙДАЛАНЫЛҒАН АҚПАРАТ КӨЗДЕРІ   | 41 |
| ҚОСЫМША А   | 42 |



## КІРІСПЕ

*Шешілетін ғылыми-техникалық проблеманың қазіргі жай-күйін бағалау.*

Пайдалы қазбалардың едәуір қорына қарамастан, минералды ресурстардың сарқылуы бүкіл әлемдегі маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Ресурстарды үнемдеу, технологияларды нашар пайдалану, шикізатты өндіру және байыту кезінде пайдалы қазбалардың үлкен жоғалуына әсер етеді.

Соңғы 10-15 жылдағы пайдалы қазбаларды байыту техникасы мен технологиясының дамуын талдау минералды кешендерді бөлу кезіндегі негізгі құбылыстар мен заңдылықтарды білу саласындағы ғылымның айтарлықтай жетістіктерін көрсетеді, бұл күрделі материалдық құрамдағы кендер мен байыту қалдықтарын қайта өңдеу үшін жоғары тиімді процестер мен технологияларды құруға мүмкіндік береді.

Соңғы жылдары техногендік өнімдерді, оның ішінде әртүрлі кендерді байыту қалдықтарын өңдеуге көп көңіл бөлінуде. Алайда, қалдықтардың күрделі химиялық, минералогиялық және гранулометриялық құрамы, сондай-ақ олардың құрамындағы пайдалы компоненттердің кең жиынтығы белгілі өңдеу әдістерін бейімдеу және жаңа әдістерді, құрылғылар мен байыту режимдерін дамыту үшін үлкен жұмыс көлемін қажет етеді.

Қазіргі уақытта Жамбыл кенішінің қалдық қоймаларында 3000000 тоннадан астам техногендік құмдық бар, олардың құрамында 2 000 тоннадан астам вольфрам, 800 тонна қалайы, 200 тонна молибден, 300 тонна мыс және сирек кездесетін, сондай-ақ асыл металдар бар. Бірақ вольфрам мен қалайы сияқты металдар бір-бірінен ажырату қиын болатындықтан, 1990 жылдары алынған вольфрам концентраты ілеспе металдарға байланысты МемСТ-қа сәйкес келмеді, яғни сол кездегі технологияға байланысты алынатын өнімге сұраныстың болмауы фабриканың жабылуына әкеп соққан болатын.

### *Өзектілігі*

Қазіргі уақытта минералдық шикізат қорларының сарқылуы кендегі техногендік шикізатты, мысалы, байыту фабрикаларының жатып қалған қалдықтарын қайта өңдеу қажеттілігі пайда болуда. Оларды қайта өңдеу олардан кондициялық тауар концентраттарын алумен қатар, өнеркәсіптік аймақтардың өндіруші және қайта өңдеуші кәсіпорындарының экологиялық осал табиғи жүйелерге және оларда тұратын халыққа жоғары техногендік жүктемелерін төмендетуге мүмкіндік береді. Сондықтан техногендік шикізатты қайта өңдеу технологияларын әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізу өзекті болып табылады.

### *Нысаны*

Жамбыл байыту фабрикасының жатып қалған вольфрамқұрамды қалдықтары.

### *Мақсаты*

Вольфрамқұрамды қалдықтардан пайдалы компоненттерді бөліп алуға арналған байыту әдістерін зерттеу.

### *Міндеттері*

Техногендік шикізатты әртүрлі байыту әдістерін қолдану негізінде, олардан жеке байыту өнімдерін алу көзделген.

### *Болжам*

Алынған зерттеу нәтижелерін басқада техногендік шикізатты өңдеуде пайдалану.

### *Ғылыми жаңалығы*

Вольфрамқұрамды қалдықтардың гранулометриялық құрамын, ірілік кластарындағы вольфрамның үштотығын, молибденнің, мыстың және қалайының таралуын зерттеу. Гравитациялық және гравитация-флотациялық байыту әдістерінің технологиялық параметрлерін анықтау.

### *Зерттеу әдістері*

Химиялық, физикалық, минералогиялық, елеуішті және тағы басқа талдау әдістері, гравитациялық және флотациялық байыту әдістері.

## 1 Қалдықтардың физика-химиялық қасиеттері, гранулометриялық құрамы және ондағы пайдалы компоненттердің ірілік кластары бойынша вольфрам, молибден, мыс және қалайының таралуын зерттеу

Зерттеулер жаңа қалдық қоймасынан алынған салмағы 500 кг қалдық сынамасында жүргізілді. Сынама нәтижелерін талдау кезінде қалдықтардың тығыздығы 1200-ден 2300 кг/м<sup>3</sup>-ге дейін ауытқығаны, қалдықтардағы бөлшектердің ең үлкен ірілігі 5-3 мм, -0,071 мм классының шығымы 80 - 88% - ға дейінгі шекте болатынын көрсетті. Вольфрам үш тотығының массалық үлесі 0,11 – ден 0,35% – ға дейін, молибдендікі – 0,050-ден 0,23% - ға дейін, мыстыкі -0,10-нан 0,25% - ға дейін, қалайы -0,10-нан 0,20% - ға дейін аралығында болады.

Минералогиялық талдау негізінде шикізаттағы минералдар түрлері анықталынды: вольфрамит, шеелит, молибденит, халькопирит және касситерит. Бос жыныс минералдары: кварц, дала шпаттары және слюда.

Аралас елеуіш талдауы арқылы қалдықтардың гранулометриялық сипаттамасын біріктірілген сынаманы өңдеумен алынды (1.1-кесте).

Химиялық талдауға ірілік кластары бойынша вольфрам, молибден, мыс және қалайы минералдары жіберіледі.

Ірілік кластары бойынша металдардың массалық үлесі көрсетілген гранулометриялық талдаудың нәтижелері 1.1-кестеде берілген.

Кесте 1.1 - Ірілік кластары бойынша металдардың массалық үлесі бар гранулометриялық талдау нәтижелері

| Ірілік кластары,<br>мм | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      |      |      |
|------------------------|----------|-------------------|------|------|------|
|                        |          | WO <sub>3</sub>   | Mo   | Cu   | Sn   |
| + 2,5                  | 3,7      | 0,09              | 0,03 | 0,10 | 0,06 |
| - 2,5 + 1,25           | 20,9     | 0,11              | 0,05 | 0,12 | 0,08 |
| - 1,25 + 0,63          | 32,0     | 0,12              | 0,06 | 0,13 | 0,10 |
| - 0,63 + 0,315         | 10,7     | 0,14              | 0,08 | 0,15 | 0,14 |
| - 0,315 + 0,16         | 14,1     | 0,22              | 0,11 | 0,22 | 0,18 |
| - 0,16 + 0,071         | 9,8      | 0,27              | 0,17 | 0,24 | 0,20 |
| - 0,071                | 8,8      | 0,31              | 0,25 | 0,26 | 0,21 |
| Барлығы                | 100,0    | 0,16              | 0,09 | 0,16 | 0,13 |

Қалдықтардың гранулометриялық құрамын талдау нәтижесі металдардың ірілік класындағы қалдықтың массалық үлесі түйіршіктің ірілігі азайған сайын өсетінін көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері 1.2-кестеде және суретте көрсетілген.

Кесте 1.2 - Жамбыл байыту фабрикасының қалдықтарында металдарды ірілік кластары бойынша таралуы

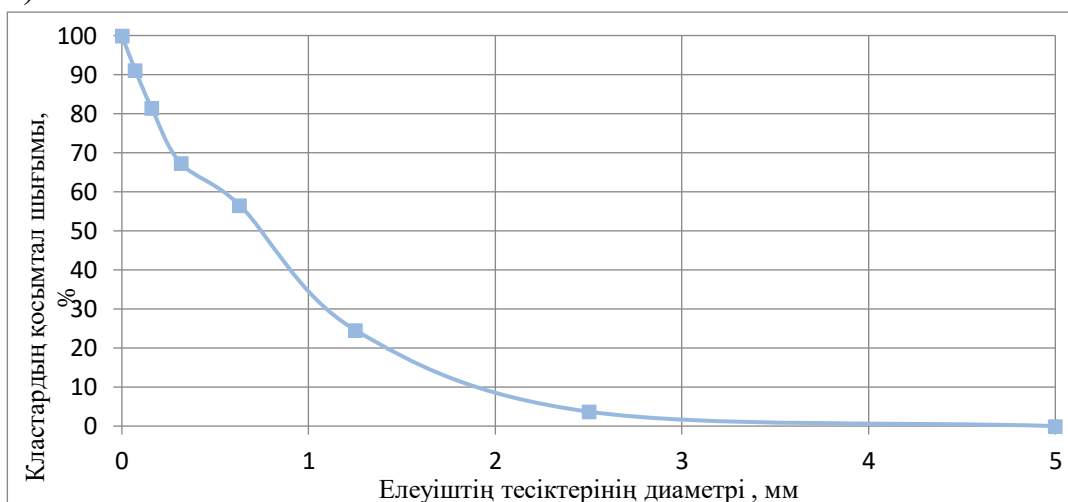
| Ірілік кластары,<br>мм | Шығым, % | Таралуы, %      |       |       |       |
|------------------------|----------|-----------------|-------|-------|-------|
|                        |          | WO <sub>3</sub> | Mo    | Cu    | Sn    |
| + 2,5                  | 3,7      | 2,08            | 1,23  | 2,31  | 1,71  |
| - 2,5 + 1,25           | 20,9     | 14,37           | 11,61 | 15,68 | 12,86 |
| - 1,25 + 0,63          | 32,0     | 24,00           | 21,33 | 26,00 | 24,62 |
| - 0,63 + 0,315         | 10,7     | 9,36            | 9,51  | 10,03 | 11,52 |

1.2-кестенің жалғасы

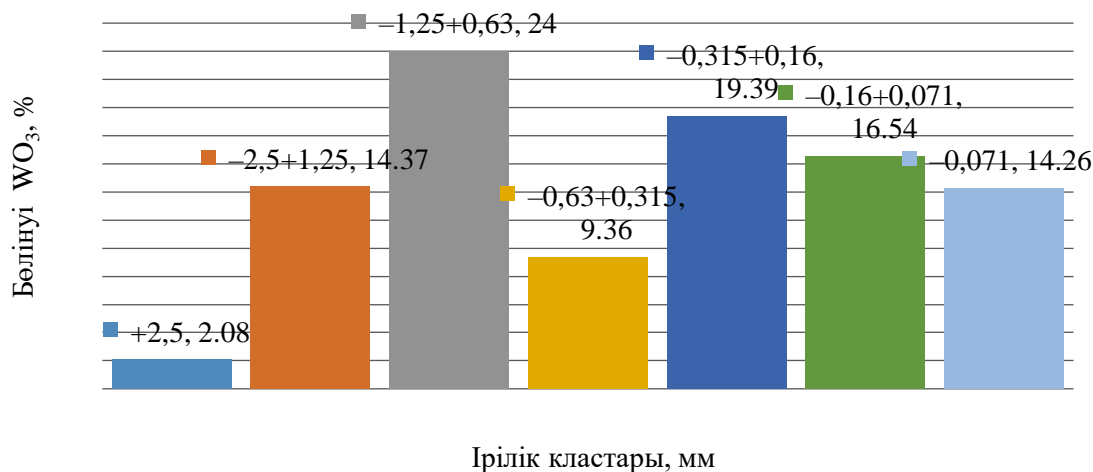
|                |       |        |        |        |        |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| - 0,315 + 0,16 | 14,1  | 19,39  | 17,23  | 19,39  | 19,52  |
| - 0,16 + 0,071 | 9,8   | 16,54  | 18,51  | 14,70  | 15,08  |
| - 0,071        | 8,8   | 14,26  | 20,58  | 11,89  | 14,69  |
| Барлығы        | 100,0 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

1.1 - суретте зерттелінген техногендік шикізаттың гранулометриялық сипаттамасы (а) және вольфрам үш тотығының ірілік кластардағы таралуы (б) көрсетілген.

а)



б)



Сурет 1.1 – Техногенді шикізаттың гранулометриялық сипаттамасы (а) және вольфрам үш тотығын таралу диаграммасы (б)

1.2-кестеде және 1.1-суретте көрсетілген нәтижелер бойынша металдардың ірілік кластарда таралуы бірінғай болатыны, сондай-ақ WO<sub>3</sub> – 1,25 + 0,63 мм ірілік кластағы таралуы жоғары екенін байқауға болады.

## 2 Қалдықтардың гравитациялық байытудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау

Гравитациялық және флотациялық байыту әдістері негізінде жатып қалған вольфрамқұрамды қалдықтардан вольфрам концентратын алудың оңтайлы параметрлері анықталынды.

Гравитациялық байыту әдісі бойынша концентрациялық үстелде, винтті сепараторда және айналмалы жіктелу әдісімен әзірленген айналымдық модуль бойынша жүргізіледі.

Гравитациялық байыту СКО-2 концентрациялық үстелінде, СВ1-750 винтті сепараторында жүзеге асырылады. Үстелдің ауыспалы факторлары ретінде деканың көлденең бұрышы және ағынды суды шығымы болып табылады. Әр түрлі режимдерде он эксперимент жүргізілді, онда көлденең көлбеу бұрышы 5 градустан 25 градусқа дейін өзгереді, ағынды судың шығыны 500 л/сағ-тан 1200 л/сағ-қа дейін өзгереді.

Концентрациялық үстелдегі қалдықтарды байытудың ең жоғары көрсеткіштері 2.1-кестеде келтірілген.

Кесте 2.1 - Концентрациялық үстелдегі қалдықтарды алдын ала байыту көрсеткіштері

| Көрсеткіштер, %               | Өнімдер         |      |
|-------------------------------|-----------------|------|
|                               | WO <sub>3</sub> | Sn   |
| Концентраттағы массалық үлесі | 7,99            | 1,5  |
| Концентратты алу              | 63,8            | 65,2 |

Концентрациялық үстелде қалдықтарды байытудың ең жоғары көрсеткіштері: вольфрам үш тотығының массалық үлесі 7,99%, концентратқа бөліп алу дәрежесі 63,8%. Концентраттағы қалайының массалық үлесі 1,5%, бөліп алу дәрежесі 65,2% құрайды.

Винтті сепарация әдісінде СВ1-750 винтті сепараторында жүзеге асырылады, сепаратордың техникалық сипаттамалары 2.2-кестеде келтірілген.

Кесте 2.2 - СВ1-750 винтті сепаратордың техникалық сипаттамалары

| Параметрлер атауы                 | Өлшем бірлігі | Параметрлер мәні |
|-----------------------------------|---------------|------------------|
| Жұмыс бетінің максималды диаметрі | мм            | 750              |
| Науалар саны                      | шт.           | 1                |
| Қатты заттың массалық үлесі       | %             | 15-40            |
| Масса                             | кг            | 100              |
| Жалпы өлшемдері:                  |               |                  |
| Диаметрі                          | мм            | 800              |
| Биіктігі                          | мм            | 2400             |

СВ1-750 винтті сепараторындағы тәжірибелер келесідей жүргізіледі: бастапқы қалдықтардан қаттының массалық үлесі 20% пулыпа дайындалады.

Тәжірибедегі қатты фазаның массасы 50 кг құрайды. Құм сорғысының көмегімен пульпа винтті сепараторға беріледі.

Шикізатты гравитациялық байыту әдісі бойынша винтті сепараторда өнімділігі 600 л/сағ-тан 1500 л/сағ-қа дейін ауыр және жеңіл фракцияларға бөлу кезінде зерттеулер жүргізілді.

Винтті сепаратордағы қалдықтарды байытудың ең жоғары көрсеткіштері 2.3-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.3 – Вольфрам концентратын өндірумен винтті сепаратордағы қалдықтарды байыту көрсеткіштері

| Көрсеткіштер, %              | Өнімдер         |      |
|------------------------------|-----------------|------|
|                              | WO <sub>3</sub> | Sn   |
| Концентраттың массалық үлесі | 9,17            | 1,6  |
| Концентратты бөлу            | 68,5            | 64,2 |

Винтті сепаратордағы қалдықтарды байытудың ең жоғары көрсеткіштері: вольфрам үш тотығының концентраттағы массалық үлесі 9,17%, оны бөліп алу дәрежесі 68,5%. Концентраттағы қалайы құрамы 1,6%, бөліп алу дәрежесі 64,2% құрайды.

Вольфрам концентратын өндірумен айналымдық модуліндегі қалдықтарды байытудың ең жоғары көрсеткіштері 2.4-кестеде көрсетілген.

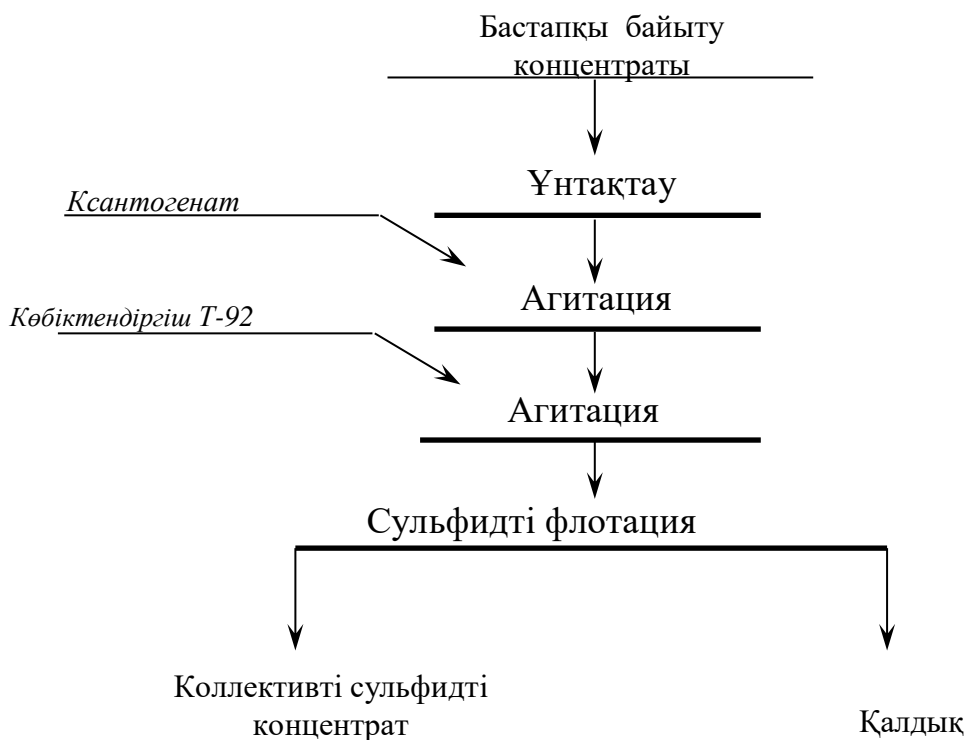
Кесте 2.4 – Айналымдық модульдегі қалдықтарды алдын ала байыту көрсеткіштері

| Көрсеткіштер, %               | Өнім            |
|-------------------------------|-----------------|
|                               | WO <sub>3</sub> |
| Концентраттағы массалық үлесі | 9,76            |
| Концентратты бөлу             | 83,5            |

Алдын ала гравитациялық байыту нәтижелерін салыстырмалы талдауы айналымдық жіктелу үрдісімен байыту кезінде жақсы нәтижелерге қол жеткізілгенін көрсетті. Айналымдық концентрацияда оңтайлы режимде жүргізілген концентратты флотациялық және гравитациялық әдістермен кейіннен байыту үшін өндіріледі.

### 3 Қалдықтардың флотациялық байытылуын зерттеу нәтижелері

Бастапқы байытудан алынған гравитациялық концентраттарды флотациялық байыту бойынша зерттеулер жүргізілген. Ұнтақталған концентраттың сульфидті флотациясы камераның көлемі 3 литр механикалық типтегі зертханалық флотациялық машинада жүзеге асырылады.



Сурет 3.1 – Бастапқы байытудан алынған гравитациялық концентраттарды флотациямен өңдеудің сұлбасы

Бастапқы өнімді флотациялау бейтарап ортада калий бутил ксантогенатын және T-92 көбіктендіргішін қолдану арқылы жүргізіледі. Флотация режимін оңтайландыру кезінде ауыспалы факторлар ретінде түйіршіктің ұнтақтау ірілігі (ірілік класының 30-дан 90%-ға дейін -0,071 мм), қатты заттың массалық үлесі (20-дан 35%-ға дейін), ксантогенат шығыны (50-ден 3000 г/т-ға дейін) болып табылады. Барлық тәжірибелерде көбіктендіргіштің шығыны 120 г/т құрайды. Флотация уақыты 5-10 минутқа дейін өзгертіледі.

Жүргізілген тәжірибенің нәтижесі бойынша сульфидті флотацияның оңтайлы режимі орнатылды, ондағы көбік өніміне сульфидтердің максималды шығарылуы және камералық өнімге вольфрам үш оксидінің максималды шығарылуын қамтамасыз етеді.

Сульфидті флотацияның оңтайлы режим параметрлерінің мәндері 3.1-кестеде келтірілген.

### Кесте 3.1 - Сульфидті флотацияның оңтайлы режим параметрлері

| Атауы                             | Өлшем бірлігі | Мәндері |
|-----------------------------------|---------------|---------|
| -0,071 мм класының массалық үлесі | %             | 90      |
| Қатты заттың массалық үлесі       | %             | 30      |
| Ксантогенат шығыны                | г/т           | 120     |
| Флотация уақыты                   | мин           | 8       |

Сульфидті флотация көрсеткіштері оңтайлы режимде 3.2-кестеде келтірілген.

### Кесте 3.2 - Қалдықтарды алдын ала байыту концентратын сульфидті флотациялау көрсеткіштері

| Өнім атауы | Шығым,<br>% | Массалық үлесі, % |      |      |      | Бөліп алу дәрежесі, % |        |        |        |
|------------|-------------|-------------------|------|------|------|-----------------------|--------|--------|--------|
|            |             | WO <sub>3</sub>   | Mo   | Cu   | Sn   | WO <sub>3</sub>       | Mo     | Cu     | Sn     |
| Көбікті    | 65,93       | 0,62              | 0,72 | 0,96 | 0,11 | 4,19                  | 92,65  | 90,75  | 3,73   |
| Камералық  | 34,07       | 27,45             | 0,11 | 0,19 | 5,51 | 95,81                 | 7,35   | 9,25   | 96,27  |
| Бастапқы   | 100,00      | 9,76              | 0,51 | 0,70 | 1,95 | 100,00                | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

3.2-кестеден WO<sub>3</sub> көбік өнімі бөліп алу дәрежесі 4,19%, ал қалайы бөліп алу дәрежесі 3,73% құрайтыны анықталды. Сонымен қатар көбікті өнімнің массалық үлесі Mo - 0,72 %, Cu – 0,96%, металдарды бөліп алу дәрежесі тиісінше 92,65% және 90,75% құрайды. Бұл өнім коллективті мыс-молибден концентраты болып табылады. Камералық өнім ретінде коллективті вольфрам – қалайы өнімінің массалық үлесі WO<sub>3</sub> - 27,45 %, Sn - 5,51%, бөліп алу дәрежесі тиісінше 95,81% және 96,27% болатыны анықталынды.

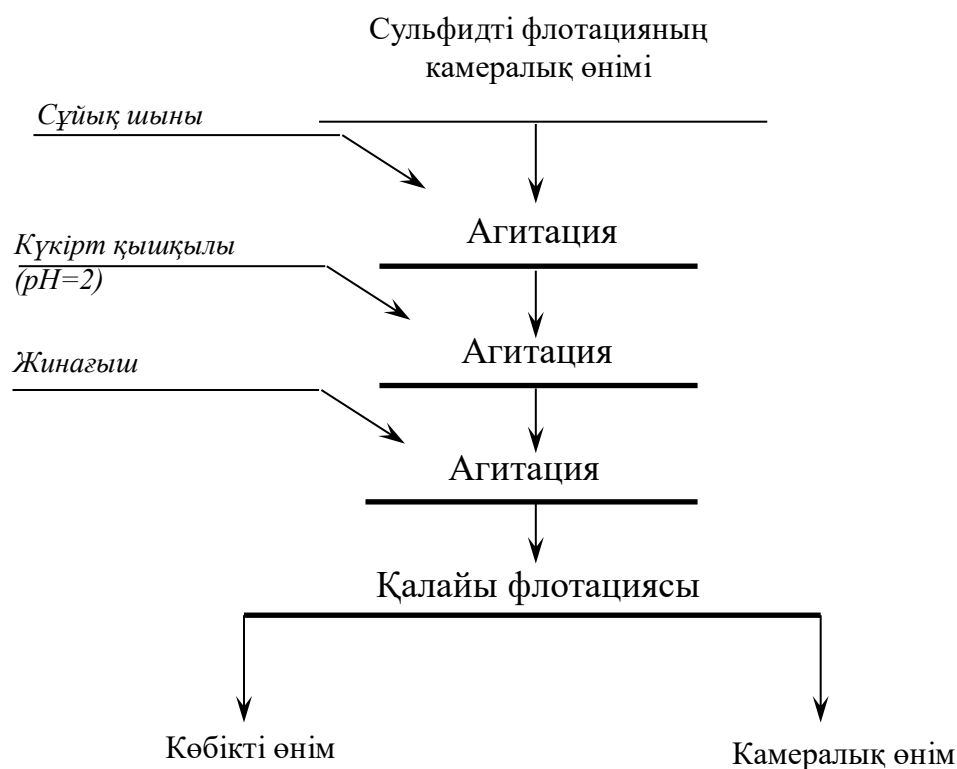
### 3.1 Қалайы флотациясын зерттеу

Сульфидті флотацияның камералық өнімі қалайы флотациясына жіберіледі.

Сульфидті флотацияның камералық өнімі бейтарап ортада сұйық шынымен агитацияға түседі. Агитация уақыты 40 мин, сұйық шыны шығыны 2500 г/т. Вольфрамит пен шеелиттің флотациясын басу мақсатында камералық өнімді сұйық шынымен өңдеу жүргізіледі.

Агитациядағы пульпаны сұйық шынымен күкірт қышқылын қолданып сұйық фаза рН-ы 2-ге жеткізіледі, содан кейін пульпаға алкилгидроксамдық кластын қышқылы жинағыш ретінде беріледі. Сондай-ақ жинағыш ретінде Aero 845 реагенті пайдаланылады. Тәжірибелерде жинағыштың шығыны 100 -ден 500 г/т дейінгі аралығында өзгереді. Қалайы флотациясының ұзақтығы - 10 мин. Флотацияның сұлбалық нұсқасы 3.2- суретте келтірілген.





Сурет 3.2 - Қалайы флотациясының сұлбасы

Қалайы флотациясының жоғары көрсеткіштері 3.3 - кестеде келтірілген. Кесте 3.3 - Сульфидті флотациясы камералық өнімінің қалайы флотациясының көрсеткіштері

| Өнімнің атауы | ШЫҒЫМ,<br>% | Массалық үлесі, % |       | Бөліп алу дәрежесі, % |        |
|---------------|-------------|-------------------|-------|-----------------------|--------|
|               |             | WO <sub>3</sub>   | Sn    | WO <sub>3</sub>       | Sn     |
| Көбікті       | 49,19       | 2,28              | 11,16 | 4,08                  | 99,63  |
| Камералық     | 50,81       | 51,82             | 0,04  | 95,92                 | 0,37   |
| Бастапқы      | 100,00      | 27,45             | 5,51  | 100,00                | 100,00 |

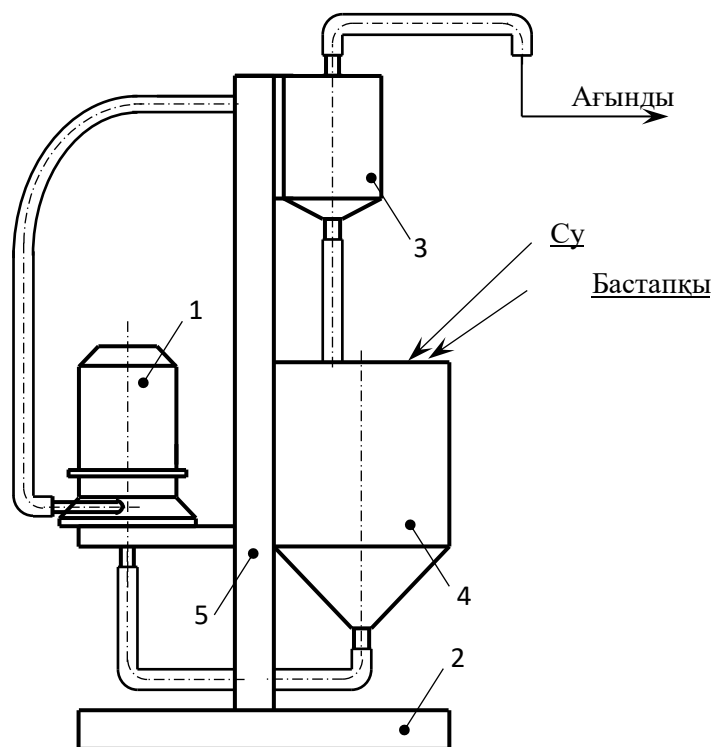
Қалайы флотациясының нәтижесінде көбік өніміндегі қалайының массалық үлесі 11,16%, бөліп алу дәрежесі 99,63% және камералық өнім WO<sub>3</sub> массалық үлесі -51,82%, бөліп алу дәрежесі 95,92% құрайды. Камералық өнімдегі қалайының массалық үлесі 0,04% құрайды.

Кондициялық вольфрам және қалайы концентратын алу үшін көбікті және камералық өнімдер турбулизациялық ортадан тепкіш сепарация әдісімен гравитациялық байытуға түсіріледі.

#### 4 Айналымдағы концентрациялаумен және электрохлорлау арқылы вольфрамқұрамды қалдықтарды байытудың заңдылықтарын зерттеу

Вольфрамқұрамды қалдықтардың айналымдағы концентрациялану заңдылықтарын зерттеу бөлімі бойынша, айналымдағы концентрациялау ұғымдары, процестің негізгі заңдылықтары, әртүрлі кендерді байыту кезінде тәжірибелік әдістерді қолдану, вольфрамқұрамды қалдықтардың сынамасында айналымдағы концентрацияға тәжірибелік зерттеулер жүргізілді, процестің басында 0,3% вольфрам үштотығының массалық үлесі бар қалдықтардың 98% - дан астамын тастауға мүмкіндік беретін ауыр минералдардың алдын ала шоғырлануы үшін процесті пайдаланудың орындылығы көрсетілді.

Айналымды жіктелу әдісімен әзірленген айналымдық модуль бойынша жүргізіледі (4.1-сурет).



Сурет 4.1 - Айналымдық концентрациялау модулінің сұлбасы.

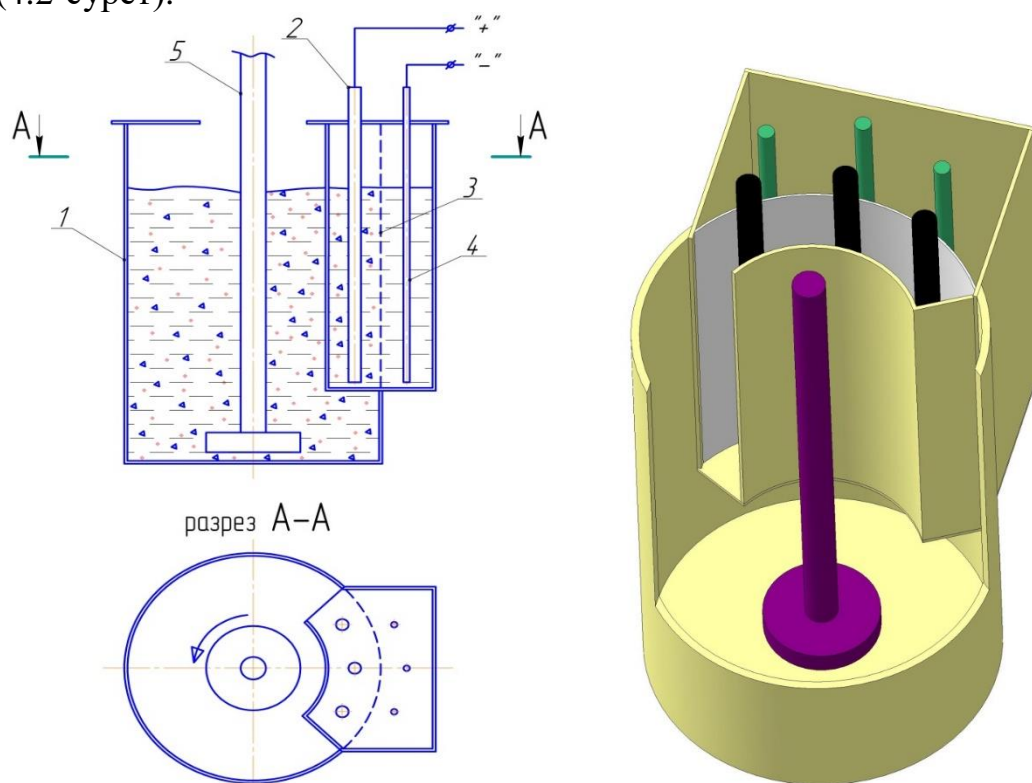
Мұндағы: 1-сорғы, 2-штатив, 3-гидроциклон, 4-зумпф, 5-тірегіш

Байыту принципі айналымдағы өнімдерде ауыр минералдардың жиналуына негізделген. Айналымдық модуліне зумпф, сорғы және гидроциклондар кіреді. Бұл әдіс құрамында алтыны бар, әсіресе жуу қиын шашыранды кендерді байыту кезінде қолданылады. Әдістің артықшылығы-кез-келген өнімділікке қол жеткізу мүмкіндігі.

Зерттеулер келесідей жүргізіледі. Айналым модуліне сорғы қосылған кезде сумен толтырылады, яғни су сорғы, гидроциклон және зумпф арқылы айналады. Содан кейін берілген өнімділік бойынша бастапқы қалдықтар зумпфке 10 кг мөлшерінде беріледі. Айналымдық концентрацияның берілген ұзақтығынан кейін зумпфте жинақталған ауыр фракция гидроциклондағы құм науасы арқылы түсіріледі. Ауыр фракцияның шығуы және ондағы  $WO_3$ , Sn-ның массалық үлесі анықталды.

Вольфрамқұрамды қалдықтарды электрохимиялық хлорлау заңдылықтарын зерттеу бөлімінде кендер мен қалдықтарды гидрометаллургиялық өңдеу технологияларындағы электрохимиялық хлорлаудың рөлі мен орны, процестердің химиясы, тәжірибелік қолдану мысалдары, тәжірибелік зерттеулер қарастырылған. Құрамында вольфрамы бар қалдықтардың байыту өнімдерін электрохимиялық хлорлау процесі жүргізілді, коллективті мыс-молибден концентратынан мысты алу кезінде электрохимиялық хлорлау процесінің тиімділігі жоғары екені анықталынды. Мысты ерітіндіге бөліп алу дәрежесі 68,5% құрайды. Кектегі молибденнің массалық үлесі 50,5% құрайтын кондицияланған молибден концентраты алынды.

Өнімді электрохимиялық хлорлау бойынша тәжірибелер жүргізіледі (4.2-сурет).



Сурет 4.2 – Диафрагмалық электрохлоратордың принципалды сұлбасы:

1 - корпус; 2 – анод; 3 - диафрагмалық бөлім; 4 - катодтар; 5 – араластырғыш

## 5 Молибден концентратын алудың оңтайлы технологиялық көрсеткіштерін анықтау

Молибден концентратын алу үшін вольфрамқұрамды қалдықтарды өңдеу бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізіледі.

Тәжірибені жүргізу үшін әзірленген гравитациялық-флотациялық технология бойынша бастапқы қалдық 500 кг, мыстың массалық үлесі 0,16%, молибденнің массалық үлесі 0,09% өңделді. Қалдықтарды алдын ала гравитациялық байытудан кейін 10 кг бастапқы өнім алынды. Сульфидті флотация және флотоклассификациядан кейін 6,6 кг коллективті мыс-молибден аралық өніміндегі молибденнің массалық үлесі 0,72% алынды. Бұл өнім молибденді флотациялау үшін бастапқы материал болып табылады.

Бұл өнімнің химиялық талдау нәтижелері 5.1-кестеде көрсетілген. Кесте 5.1 – Коллективті мыс-молибден аралық өнімінің химиялық талдау нәтижелері

| Элемент атауы | Массалық үлесі, % |
|---------------|-------------------|
| Мыс           | 0,96              |
| Молибден      | 0,72              |

Молибден флотациясы кезінде реагент ретінде керосин пайдаланылды. Коллективті аралық өнімнің тоннасына керосин шығыны 500-1000 г құрайды. Керосиннің 40 % – ы флотоклассификация операциясына және 60% - ы негізгі молибден флотациясы операциясына беріледі. Флотацияда пульпаның қатты зат бойынша үлесі 25% құрайды.

Ауыспалы фактор ретінде керосин шығыны 300-500-1000 г/т аралықөнімді құрайды.

Мыс пен молибденді анықтау үшін флотациялық өнімдерді кептіріп, өлшеп, химиялық талдауға жіберіледі.

Математикалық өңдеуден кейінгі тәжірибелік нәтижелері 5.2-5.4 кестелерде көрсетілген.

Кесте 5.2 –Керосинді шығыны 300 г/т кезінде молибденді флотациялау нәтижелері

| Өнімнің атауы        | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |       |
|----------------------|----------|-------------------|------|-----------------------|-------|
|                      |          | Cu                | Mo   | Cu                    | Mo    |
| Молибден концентраты | 1,05     | 0,47              | 48,1 | 0,51                  | 70,2  |
| Мыс аралықөнім       | 56,78    | 1,50              | 0,27 | 89,13                 | 21,6  |
| Қалдық               | 42,17    | 0,22              | 0,14 | 9,66                  | 8,2   |
| Бастапқы аралықөнім  | 100,0    | 0,96              | 0,72 | 100,0                 | 100,0 |

Кесте 5.3 - Керосин шығыны 500 г/т кезінде молибденді флотациялау нәтижелері

| Өнімнің атауы        | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |       |
|----------------------|----------|-------------------|------|-----------------------|-------|
|                      |          | Cu                | Mo   | Cu                    | Mo    |
| Молибден концентраты | 1,10     | 0,46              | 47,5 | 0,53                  | 73,1  |
| Мыс аралықөнім       | 43,10    | 1,94              | 0,29 | 87,27                 | 17,6  |
| Қалдық               | 55,80    | 0,21              | 0,12 | 12,2                  | 9,3   |
| Бастапқы аралықөнім  | 100,0    | 0,96              | 0,72 | 100,0                 | 100,0 |

Кесте 5.4 - Керосин шығыны 1000 г/т кезіндегі молибденді флотациялау нәтижелері

| Өнімнің атауы        | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |       |
|----------------------|----------|-------------------|------|-----------------------|-------|
|                      |          | Cu                | Mo   | Cu                    | Mo    |
| Молибден концентраты | 1,15     | 0,64              | 45,7 | 0,77                  | 72,9  |
| Мыс аралықөнім       | 40,60    | 2,04              | 0,32 | 86,49                 | 18,2  |
| Қалдық               | 58,25    | 0,21              | 0,11 | 12,74                 | 8,9   |
| Бастапқы аралықөнім  | 100,0    | 0,96              | 0,72 | 100,0                 | 100,0 |

5.2-5.4 кестелер бойынша молибден флотациясының ең жақсы нәтижелеріне керосин шығыны 500 г/т болғанда қол жеткізілетіндігін көрсетеді, бұл ретте молибденнің массалық үлесі 47,5%, бөліп алу дәрежесі 73,1% молибден концентраты алынады.

Флотация процесінде алынған молибден концентратының сапасын жетілдіру негізінде электрохимиялық хлоринация процесі зерттелінді. Электрохлоринация қондырғысы 5.1 – суретте келтірілген.

Электрохимиялық хлорлау электрохимиялық хлоринация қондырғысында жүзеге асырылады.

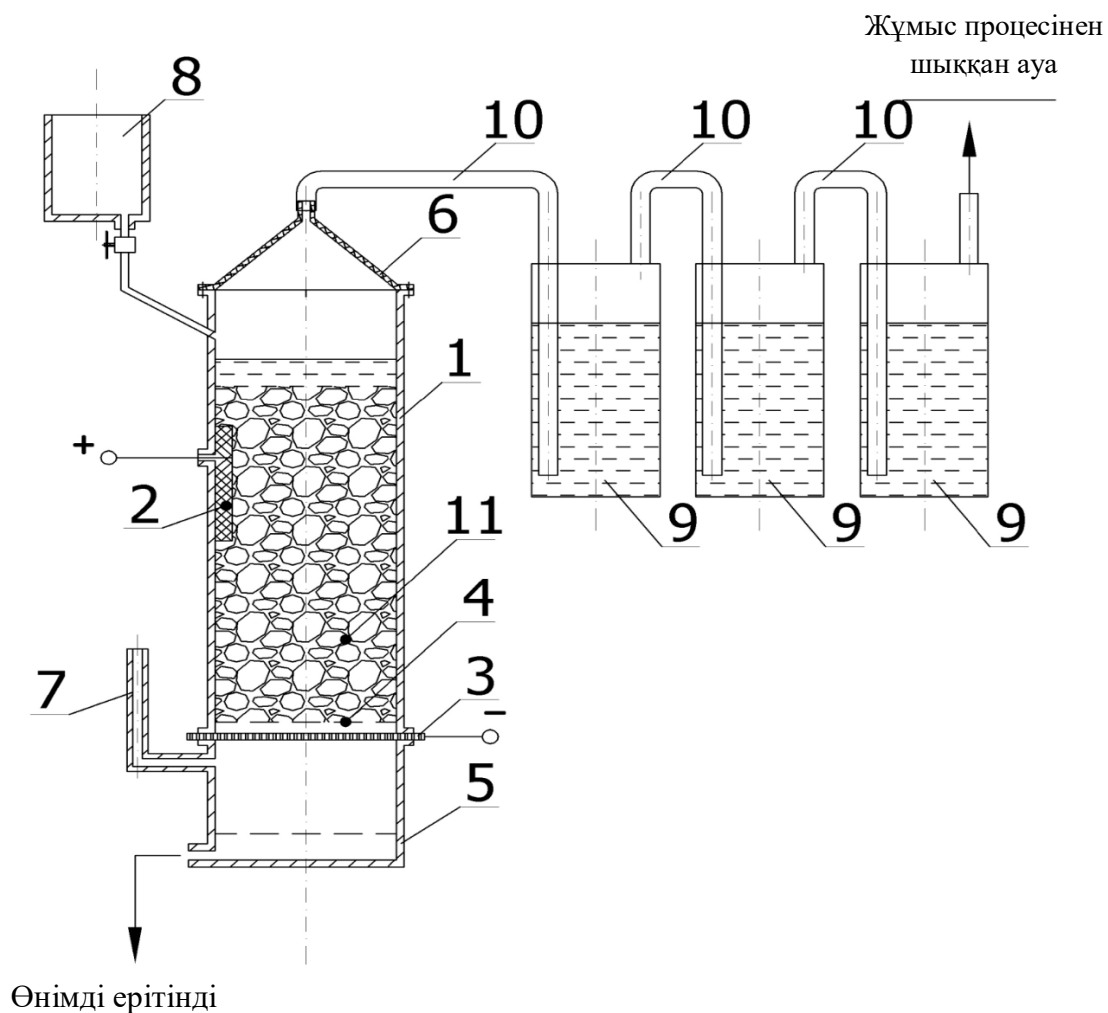
Бастапқы өлшемді қалдықтың массасы 500 г корпусның 1 ішіне орналастырылады және анодты газ қабылдағышпен 6 жабылады. Беру цистернасынан 8 NaCl ерітіндісі корпусқа 1 беріледі. 2, 3 электродтарға тұрақты ток беріледі.

2-анодта өңделген материалдың бөлшектерімен белсенді әрекеттесетін хлоры бар еріткіштердің түзілуінің анодтық процестері жүреді. Диафрагма 4 және перфорацияланған катод 3 арқылы анодты өңдеу өнімдері өнімді ерітіндінің 5 қабылдағышына ауырлық күшімен жіберіледі.

Электролиз нәтижесінде пайда болған анодты газдар қабылдағышқа 6 жиналады және ауа өткізгіштері арқылы газдарды ерітетін цистерналарға 10 түседі, катодты газдар тармақтық құбыр 7 арқылы шығарылады.

Тәжірибе кезінде электродтардағы кернеу 8–10 В және 1 корпустағы сұйық фазаның деңгейінде сақталады.

Тәжірибе соңында 1 корпустың анодтық камерасынан алынған кек жуылды, кептірілді, өлшенеді және мыс, мырыш, темір, алтын, күміске талдауға жіберілді.



Сурет 5.1 - Перколяциялық диафрагмалық электрохлоринация қондырғысының сұлбасы: 1-корпус; 2-графитті анод; 3-перфорацияланған катод; 4-диафрагма; 5-өнімді ерітінділерді қабылдағыш; 6-анодты газдарды қабылдағыш; 7-катодты газдарды шығаруға арналған келте құбыр; 8-ерітіндіге арналған сыйымдылық; 9-анодты газдарды ерітуге арналған сыйымдылық; 10-ауа өткізгіштер; 11-өңделетін материал

Тәжірибедегі ауыспалы фактор ретінде электрохлоринацияның ұзақтығы, яғни ол 4-тен 8 сағатқа дейінгі аралығында өзгереді.

Молибден концентратының салмағы 100 г құрайтын сынамамен тәжірибе жүргізілді. Электрохимиялық хлорлау өнімдері мыс және молибденге химиялық талдауға жіберіледі.

Электрохимиялық хлоринация электродтардағы кернеу 8-10 В және ток 3-5 А кезінде жүргізіледі.

Математикалық өңдеуден кейінгі химиялық талдау нәтижелері 5.5-5.7 кестелерде келтірілген.

Кесте 5.5 - Тәжірибе ұзақтығы 4 сағат болған кездегі ірі молибден концентратын электрохимиялық хлорлау нәтижелері.

| Өнімнің атауы        | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |       |
|----------------------|----------|-------------------|------|-----------------------|-------|
|                      |          | Cu                | Mo   | Cu                    | Mo    |
| Молибден концентраты | 95,1     | 0,14              | 49,6 | 28,9                  | 99,3  |
| Ерітінді             | -        | -                 | -    | 71,1                  | 0,7   |
| Бастапқы өнім        | 100,0    | 0,46              | 47,5 | 100,0                 | 100,0 |

Кесте 5.6 - Тәжірибе ұзақтығы 6 сағат болған кездегі ірі молибден концентратын электрохимиялық хлорлау нәтижелері.

| Өнімнің атауы        | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |       |
|----------------------|----------|-------------------|------|-----------------------|-------|
|                      |          | Cu                | Mo   | Cu                    | Mo    |
| Молибден концентраты | 93,3     | 0,13              | 50,5 | 26,36                 | 99,2  |
| Ерітінді             | -        | -                 | -    | 73,64                 | 0,8   |
| Бастапқы өнім        | 100,0    | 0,46              | 47,5 | 100,0                 | 100,0 |

Кесте 5.7 - Тәжірибе ұзақтығы 8 сағат болған кездегі ірі молибден концентратын электрохимиялық хлорлау нәтижелері

| Өнімнің атауы        | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |       |
|----------------------|----------|-------------------|------|-----------------------|-------|
|                      |          | Cu                | Mo   | Cu                    | Mo    |
| Молибден концентраты | 93,39    | 0,11              | 50,2 | 22,33                 | 98,7  |
| Ерітінді             | -        | -                 | -    | 77,67                 | 1,3   |
| Бастапқы өнім        | 100,0    | 0,46              | 47,5 | 100,0                 | 100,0 |

5.5-5.7 кестелерде келтірілген нәтижелерді талдау бойынша электрохлоринациясының ұзақтығы 6 сағат ішінде жақсы нәтижелерге қол жеткізілгенін көрсетеді. ЭХХ қатысты молибденнің массалық үлесі 50,5%, одан молибденді бөліп алу дәрежесі 99,2% кезінде кондициялық молибден концентраты алынады.

Молибден концентратын алу технологиясының технологиялық режим көрсеткіштері 5.8 – кестеде көрсетілген.

Кесте 5.8 - Молибден концентратын алу технологиясының технологиялық режим көрсеткіштері

| Көрсеткіштердің атауы                                  | Өлшем бірліктері | Мәндері |
|--|------------------|---------|
| Ұнтақтау ірілігі (каласының массалық үлесі - 0,044 мм) | %                | 85      |
| Құмдардағы қатты флотоклассификацияның массалық үлесі. | %                | 65 - 70 |
| Флотация ұзақтығы:                                     | минуттар         |         |
| Негізгі молибден флотациясы                            |                  | 3       |
| Бірінші тазалау молибден флотациясы                    |                  | 2       |
| Екінші тазалау молибден флотациясы                     |                  | 2       |
| Үшінші тазалау молибден флотациясы                     |                  | 2       |
| Жинағыштың операцияға жұмсалуды:                       | г/т              |         |
| Флотоклассификация                                     |                  | 200     |
| Негізгі молибден флотациясы                            |                  | 300     |
| ЭХХ электродтарындағы кернеу                           | В                | 8 - 10  |
| Тоқ  | А                | 15      |
| Электрохлоринацияның ұзақтығы                          | сағ              | 6       |

### 5.1 Мыс концентратын алудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау

Мыс аралықөнімінен мысты алу бойынша тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

Молибден флотациясы және флотоклассификациясы кезінде негізгі молибден флотация қалдықтарынан мыс-молибден цикліне қатысты шығыны 5,6% - ды құрайтын мыс аралықөнімі алынды. Ондағы мыстың массалық үлесі 2,2%, одан мысты бөліп алу кезінде 66,7%.

Өнімді электрохимиялық хлорлау бойынша тәжірибелер жүргізіледі

Мыс аралық өнімінің электрохимиялық хлоринациясының параметрлері мен нәтижелері 5.9-кестеде келтірілген.

Кесте 5.9 - Мыс өнімінің электрохимиялық хлоринациясының параметрлері мен нәтижелері

| Көрсеткіштің атауы               | ЭХХ ұзақтығы кезіндегі көрсеткіштің мәні, сағат |           |           |
|----------------------------------|---|-----------|-----------|
|                                  | 3   | 6         | 12        |
| Масса,г                          | 138   | 136       | 137       |
| Кернеуі, В                       | 8   | 8         | 8         |
| Тоқ, А                           | 0,54-1,42                                       | 0,45-1,63 | 0,19-1,89 |
| Кек шығымы, %                    | 94,6  | 90,7      | 75,2      |
| Бастапқы массалық үлес, %<br>Мыс | 2,2   | 2,2       | 2,2       |



5.9 – кестенің жалғасы

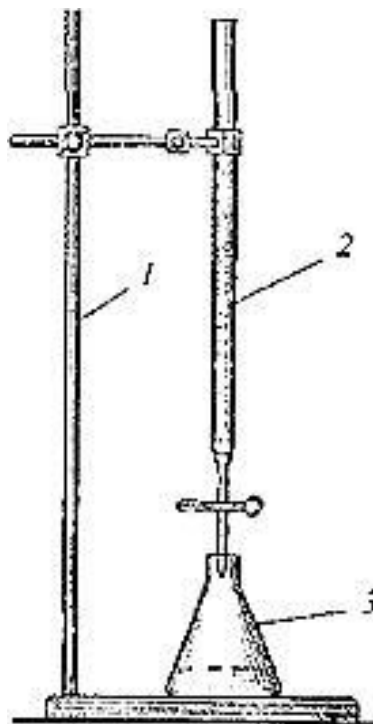
|                                 |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|
| Кектің массалық үлесі, %<br>Мыс | 1,85 | 1,45 | 0,34 |
| Кектен мысты алу, %             | 79,4 | 59,7 | 11,7 |
| Ерітіндіден мыс алу, %          | 20,6 | 40,3 | 88,3 |

5.9-кестенің талдау нәтижелері көрсеткендей, электрохимиялық хлорлау ұзақтығы 12 сағат болғанда ерітіндіден мыс алу 88,3% құрайды.

Мысты тұндыру бойынша зерттеулер үшінші тазартудан және негізгі молибден флотациясының қалдықтары – мыс аралықөнімінен кейін ірі молибден концентратының ЭХХ алынған өнімді ерітінділерді біріктіру кезінде алынған өнімді ерітіндіде орындалды.

$\text{Cu}^{2+}$  иондарының гидрат түзілу кезінде рН 4,5 – 7, мысты тұндыру каустикалық натрийді ерітіндісін қосу кезіндегі рН мәні шамамен 6 – 7 аралығында жүзеге асырылады.

Тәжірибелер көлемі 50 мл өнімді ерітіндіде жасалынды. Иондарды тұндыру үшін титрлеу қондырғысы қолданылады (5.4-сурет).



Сурет 5.4 - Титрлеуге арналған қондырғы:

1 - штатив, 2 - бюретка; 3 - титрленетін ерітіндісі бар колба

Тұндыру нәтижесінде алынған тұнбалар сүзіліп, кептіріліп, өлшеніп, мысқа химиялық талдау жасалынады. Алынған нәтижелер бойынша тұнбаға мыстың алынуы есептеледі.

Математикалық өңдеуден кейінгі тәжірибелердің нәтижелері 5.10-кестеде көрсетілген.

Кесте 5.10 – ЭХХ өнімді ерітінділерінен мысты тұндыру бойынша тәжірибе нәтижелері

| Көрсеткіштің атауы    | Өлшем бірлігі | Мәндері |
|-----------------------|---------------|---------|
| Гидрат түзілу рН      |               | 6 - 7   |
| Мыстың массалық үлесі | %             | 45,9    |
| Мыс алу               | %             | 98,85   |

Тұнбадағы ЭХХ өнімді ерітіндісінен мысты тұндыру нәтижесінде мыстың массалық үлесі 45,9%, бастапқы ерітіндіге қатысты мысты бөліп алу дәрежесі 98,85% құрайтын мыс концентраты алынатыны анықталынды.

Жалпы, ЭХХ өнімді ерітінділерінен мыс алуға қатысты тұндыру технологиясының жеткілікті жоғары тиімділігі орнатылған.

## 5.2 Қалайы концентратын алудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау

Қалайы флотациясын зерттеу. Қалайы флотациясы сульфидті флотацияның камералық өнімінде жүргізіледі.

Сульфидті флотацияның камералық өнімі бейтарап ортада сұйық шынымен агитацияға жіберіледі. Агитация уақыты 40 мин, сұйық шыны шығыны 2500 г/т. Вольфрамит пен шеелиттің флотациясын басу мақсатында камералық өнімді сұйық шынымен өңдеу жүргізіледі.

Пульпа сұйық шынымен араластырғаннан кейін күкірт қышқылының көмегімен рН сұйық фазасын 2-ге дейін жеткізеді, содан кейін пульпаға алкилгидроксамдық класының қышқылды жинағышы жіберіледі. Жинағыш ретінде Aero 845 реагентін қолданады. Тәжірибелерде жинағыш шығыны 100-ден 500 г/т аралығында өзгереді.

Қалайы флотациясының ұзақтығы 10 мин. Қалайы флотациясының ең жоғары көрсеткіштері 5.11-кестеде көрсетілген.

Кесте 5.11 – Сульфидті флотацияның камералық өніміндегі қалайы флотациясының көрсеткіштері

| Өнімнің атауы | Шығым, % | Массалық үлесі, % |       | Бөліп алу дәрежесі, % |        |
|---------------|----------|-------------------|-------|-----------------------|--------|
|               |          | WO <sub>3</sub>   | Sn    | WO <sub>3</sub>       | Sn     |
| Көбікті       | 49,19    | 2,28              | 11,16 | 4,08                  | 99,63  |
| Камералы      | 50,81    | 51,82             | 0,04  | 95,92                 | 0,37   |
| Бастапқы      | 100,00   | 27,45             | 5,51  | 100,00                | 100,00 |

Қалайы флотациясының нәтижесінде көбікті өнімдегі қалайының массалық үлесі 11,16%, оны бөліп алу кезінде 99,63% және камералық

өнімдегі  $WO_3$  массалық үлесі 51,82%, бөліп алу кезінде 95,92% құрайды. Камералық өнімдегі қалайының массалық үлесі 0,04% құрайды.

Кондициялық вольфрам және қалайы концентраттарын алу үшін көбікті және камералық өнімдер гравитациялық байытудағы турбулизациялық ортадан тепкіш сепарация әдісімен жүзеге асырылады.

Ортадан тепкіш сепарацияны зерттеу қалайы флотациясының көбік және камералық өнімдерінде "К-200ВЛ" ортадан тепкіш сепараторды пайдалана отырып орындалды.

Тәжірибелер жүргізу кезінде ортадан тепкіш сепарация бойынша ауыспалы факторлар ретінде конустың айналу жылдамдығы және турбулизатордағы су қысымы болып табылады. Конустың айналу жылдамдығы 500-ден 1400 мин<sup>-1</sup>, турбулизатордағы судың қысымы 0,06-дан 0,2 МПа аралығында өзгереді.

Қалайы флотациясынан шыққан көбікті өнімнің ортадан тепкіш сепарациясының ең жоғары көрсеткіштері 5.12-кестеде келтірілген.

Кесте 5.12 - Қалайы флотациясының көбікті өнімі ортадан тепкіш сепарация көрсеткіштері

| Өнімнің атауы | Шығым, % | Массалық үлесі, % |        | Бөліп алу дәрежесі, % |        |
|---------------|----------|-------------------|--------|-----------------------|--------|
|               |          | Sn                | $WO_3$ | Sn                    | $WO_3$ |
| Ауыр фракция  | 12,83    | 54,10             | 9,52   | 62,20                 | 53,57  |
| Жеңіл фракция | 87,13    | 4,84              | 1,21   | 37,80                 | 46,43  |
| Бастапқы      | 100,00   | 11,16             | 2,28   | 100,00                | 100,00 |

Ортадан тепкіш сепарация нәтижесі бойынша ауыр фракциядағы қалайының массалық үлесі 54,1%, бөліп алу дәрежесі 62,2% қалайы концентраты алынады. Бұл өнім әрі қарай өңдеуге жарамды тауарлы өнім болып табылады.

Қалайы флотациясынан шыққан камералық өнімнің ортадан тепкіш сепарациясының ең жоғары көрсеткіштері 5.13-кестеде келтірілген.

Кесте 5.13 - Камералық өнімнің ортадан тепкіш сепарация көрсеткіштері

| Өнімнің атауы | Шығым, % | Массалық үлесі, % |      | Бөліп алу дәрежесі, % |        |
|---------------|----------|-------------------|------|-----------------------|--------|
|               |          | $WO_3$            | Sn   | $WO_3$                | Sn     |
| Ауыр фракция  | 71,91    | 66,80             | 0,07 | 92,70                 | 83,89  |
| Жеңіл фракция | 28,09    | 13,47             | 0,03 | 7,30                  | 16,11  |
| Бастапқы      | 100,00   | 51,82             | 0,06 | 100,00                | 100,00 |

Ортадан тепкіш сепарациясы нәтижесі бойынша қалайы флотациясының камералық өнімі ретінде ауыр фракциядағы вольфрам үштотықты массалық үлесі 66,8% және вольфрам үштотықты бөліп алу дәрежесі 92,7 % вольфрамды концентрат алынды. Ауыр фракциядағы қалайының массалық үлесі 0,07% құрайды.

## **6 Вольфрам, молибден, мыс, қалайы концентраттарын алу технологиясына технологиялық регламенттерін әзірлеу**

Физика-химиялық қасиеттері, гранулометриялық құрамы, металдардың ірілік кластары бойынша таралуы зерттелді. Минералогиялық талдау көрсеткендей, кен минералдары вольфрамит, шеелит, молибденит, халькопирит және касситерит болып табылады. Қалдықтардың тығыздығы 1200-ден 2300 кг/м<sup>3</sup>-ге дейін, қалдықтардағы бөлшектердің максималды мөлшері 5-3 мм, -0,071 мм қаттылық класы 80-88% аралығында. Вольфрамның үш тотығының массалық үлесі 0,11-0,35% аралығында; молибден 0,050-0,23% - ға дейін; мыс 0,10-0,25% - ға дейін; қалайы 0,10-0,20% - ға дейін.

Бос жыныстардың минералдары кварцпен, дала шпаттарымен және слюдалармен ұсынылған.

WO<sub>3</sub>, Mo, Cu, Sn бойынша ірілік кластарының аралас елеуіш талдауы және химиялық талдауы металдардың ірілік кластар бойынша салыстырмалы түрде біркелкі таралатынын көрсетті, ал шағын кластарда олардың саны артады.

Қалдықтарды гравитациялық-флотациялық-гравитациялық байытудың оңтайлы технологиялық параметрлерін анықтау үшін тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

Вольфрам концентратын өндірумен кен қалдықтарын өндеудің ұсынылған технологиялық схемасы әзірленді (6.1-сурет).

Қалдықтарды алдын ала байыту үшін концентрация үстелінде, винтті сепараторда және айналмалық модульде байыту әдістері зерттелді.

Алдын ала байыту нәтижелерінің салыстырмалы талдауы айналмалық концентрация әдісімен байыту арқылы ең жақсы нәтижелерге қол жеткізілгенін көрсетті.

Оңтайлы режимде WO<sub>3</sub> массалық үлесі 9,76% және Sn массалық үлесі 1,95% айналмалық концентрат алынды.

Гравитациялық байыту алдында концентрат -0,071 мм ірілік класқа дейін ұнтақтауға жіберіледі және сульфидті флотоклассификацияға жіберіледі.

Сульфидті флотация бейтарап ортада калий бутил ксантогенаты мен Т-92 көбіктендіргіш реагенттер көмегімен жүргізіледі. Ұнтақталған материалдың ірілігі -0,071 мм класының 30-дан 90% -ға дейін өзгереді. Қатты заттардың массалық үлесі 20-30% аралығында болады. Ксантогенат шығыны 500-ден 3000 г/т дейін, флотация уақыты 5-тен 10 минутқа дейінгі аралықта жүреді. Сульфидті флотоклассификацияның көбік өнімі молибден концентратын алу кезінде бастапқы өнім болып табылатын мыс-молибден аралық өнімі ретінде коллективті сульфидті өнім болып табылады. Сульфидті флотацияның камералық өнімі қалайы флотациясына жіберіледі. Қалайы флотациясының көбік пен камералық өнімдері ортадан тепкіш сепараторға жіберіледі.



Сурет 6.1 – Кен қалдықтарын өңдеудің технологиялық сұлбасы

Ауыр фракцияда ортадан тепкіш сепарация әдісімен қалайы флотациясының көбікті өнімінен Sn массалық үлесі 54,10%, бөліп алу дәрежесі 62,20% қалайы концентраты алынады. Қалайы флотациясының камералық өнімінен ортадан тепкіш сепаратор арқылы (ортадан тепкіш сепаратор 200 Вт) ауыр фракцияда  $WO_3$  массалық үлесі 66,8% болатын вольфрам концентраты,  $WO_3$  бөліп алу дәрежесі 92,7% алынады.

Бұл концентрат қоспаланған болаттарды алу үшін МЕМСТ 213-83 және металлургиялық өндірістің талаптарына сәйкес келеді. Алынған қалайы концентраты одан әрі өңдеуге жарамды тауарлық өнім болып табылады.

## 6.1 Молибден концентратын алу технологиясының технологиялық регламентін әзірлеу

Сульфидті флотоклассификациядан алынған мыс-молибден өнімі молибден концентратын алу үшін шикізат болып табылады. Мыс-молибден кендерін өңдеу технологиясын талдау және жүргізілген тәжірибелік зерттеулер негізінде молибден концентратын алудың технологиялық сұлбасы (6.2-сурет) және сапалық-сандық схемасы (6.3-сурет) ұсынылған.

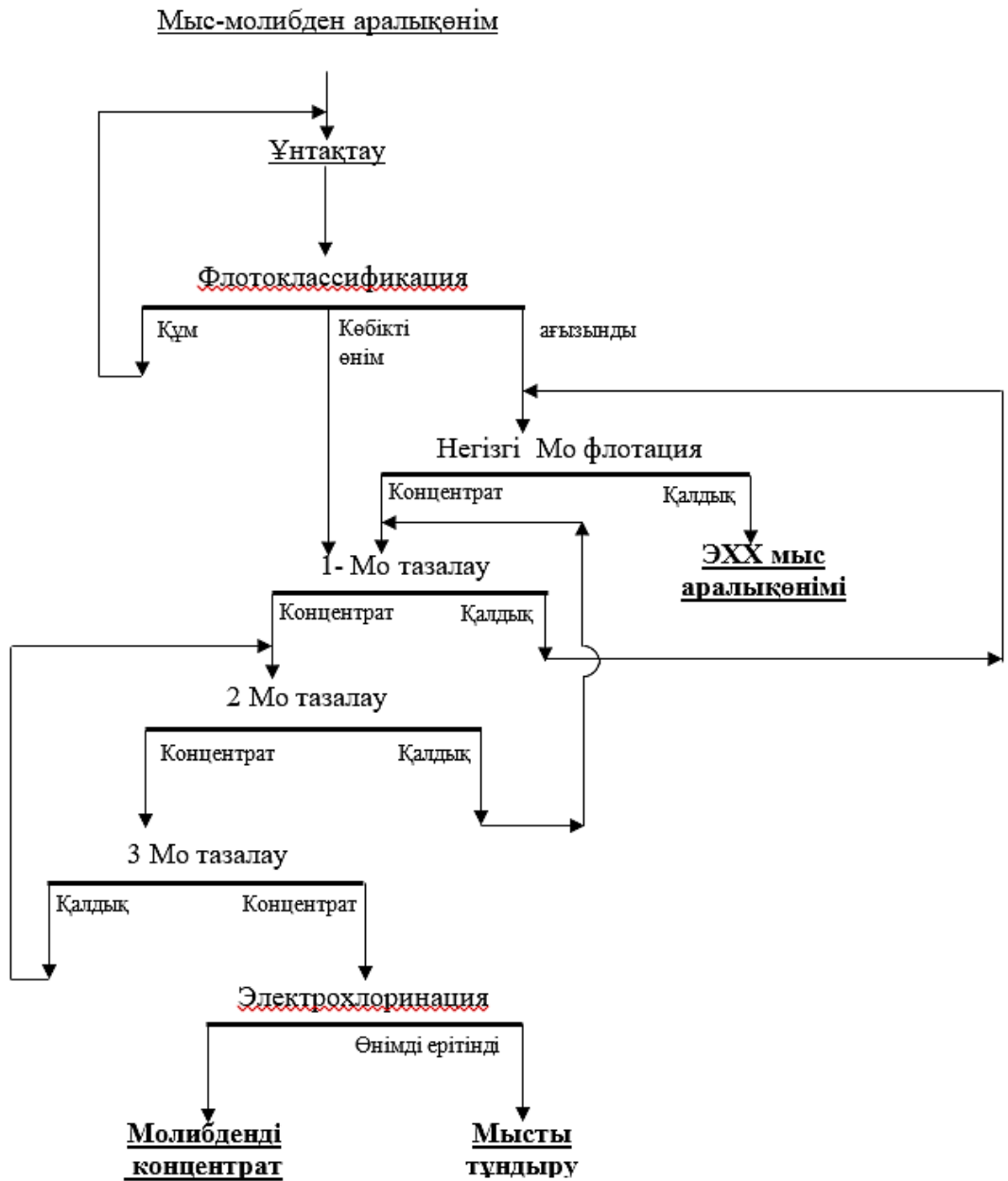
Технологиялық сұлба флотоклассификациядан шыққан өніммен тұйық циклде мыс-молибден аралық өнімін ұнтақтауды қамтиды. Флотоклассификациясының ағыны негізгі мыс-молибденді флотациялау операциясына жіберіледі. Негізгі флотацияның көбік өнімі флотоклассификациясының көбік өнімімен бірге бірінші тазарту флотацияның жұмысына жіберіледі. Флотоклассификация және мыс-молибден флотациялық аралықөнімін зерттеу негізінде флотация әдісімен молибденді концентратқа бөліп алуда жақсы нәтиже көрсеткіші ретінде керосин шығыны 500 г/т, оның ішінде флотоклассификация операциясында 200 г/т және негізгі молибден флотация операциясына 300 г/т болады. Бұл жағдайда молибденнің массалық үлесі 47,5%, молибденнің бөліп алу дәрежесі 73,1% молибден концентраты алынады. Сұлбада аралық өнімді алдыңғы операцияға қайтарумен үш тазарту флотациялық операциясы қарастырылған. Флотациялық концентрат электрохимиялық хлорлаудан өтеді, нәтижесінде кектен мыс-молибден концентраты және өнімді ерітінді алынады. Ұсынылып отырған сұлбада молибден концентратынан молибденнің массалық үлесі 50,5%, мыс-молибден аралық өніміндегі молибденді бөліп алу дәрежесі 72,5% қарастырады. Негізгі молибден флотациясының қалдықтарынан мысқұрамды аралық өнім алынады, ондағы мыстың массалық үлесі 6,74% , мысты бөліп алу дәрежесі 80,2% мыс-молибден аралық өнімнен алынады. Электрохимиялық хлорлау процесінде өнімді мысқұрамды ерітінді алынады, одан мысты бөліп алу дәрежесі 19,69% құрайды.

Тәжірибелік мәліметтердің нәтижелері бойынша молибден концентратын алудың сапалық-сандық схемасы есептелінді, ол б.3-суретте көрсетілген.

Флотациялық концентратынан алынған кондициялық молибден концентратын алу үшін «Таилс КО» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінде әзірленген биполярлы электродтары бар сериялы электрохлораторда электрохимиялық хлорлау әдісі жүргізілді.

Электрохимиялық хлорлау процесінің параметрлері: электродтардағы кернеуі 8 В және ток күші 4 А болған кезде электрохлорлаудың ұзақтығы 6 сағатты құрайды. Осы өңдеу параметрлерімен молибденнің массалық үлесі 50,5% болатын шартты концентрат алынды, оған электрохимиялық хлорлауға қатысты молибденді бөліп алу дәрежесі 99,2% алынған.

Алынған молибден концентраты МЕМСТ 212-76 «КМФ-4 молибден концентраты» талаптарына жауап береді.

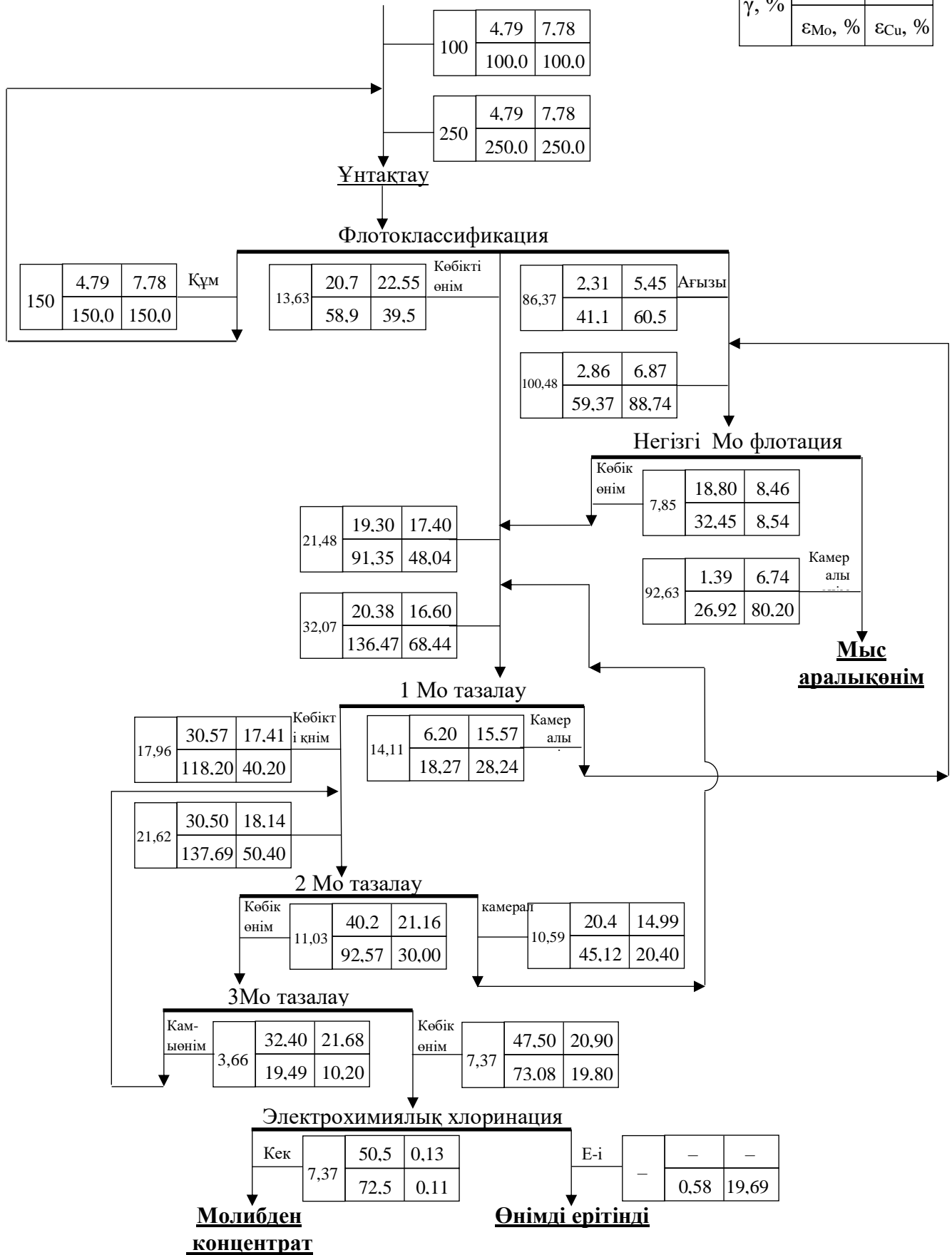


/

Сурет 6.2-Молибден концентратын алудың технологиялық сұлбасы

Мыс-молибден аралықөнім

|      |                     |                     |
|------|---------------------|---------------------|
| γ, % | β <sub>Мо</sub> , % | β <sub>Сu</sub> , % |
|      | ε <sub>Мо</sub> , % | ε <sub>Сu</sub> , % |



Сурет 6.3 - Молибден концентратын алудың сапалық-сандық схемасы



## 6.2 Мыс концентратын алу технологиясының технологиялық регламентін әзірлеу

Бұл технологиялық регламентте вольфрамқұрамды қалдықтарды қайта өңдеу кезінде алынатын мысқұрамды аралық өнімді қайта өңдеуді көздейді.

Сульфидті аралықөнімнен молибден концентратын алу технологиясының технологиялық регламентінде технологиялық сұлба көрсетілген (8.2-сурет), оған сәйкес негізгі молибден флотациясының камералық өнімінен мысқұрамды аралықөнім алынады, негізгі мыс-молибден флотациясындағы мыс құрамы 6,87% алынады және ірі молибден концентратын электрохимиялық хлорлау операциясы кезінде құрамында мыс бар өнімді ерітінді алынады. Бұл өнімдер технологиялық регламентінде мыс концентратын алуда бастапқы өнім болып табылады.

Зерттеулер бойынша вольфрамқұрамды жатып қалған қалдықтардан мыс концентратын алу бойынша технологиялық сұлба ұсынылады (6.4-сурет).

Мысқұрамды аралықөнімнен мысты алу үшін алынған өнімді ерітіндіден электрохимиялық хлорлау технологиясы мысты тұндырумен, өнімді ерітіндімен бірге ірі молибден концентратын электрохимиялық хлорлау әдістері көрсетілген (6.4-сурет).

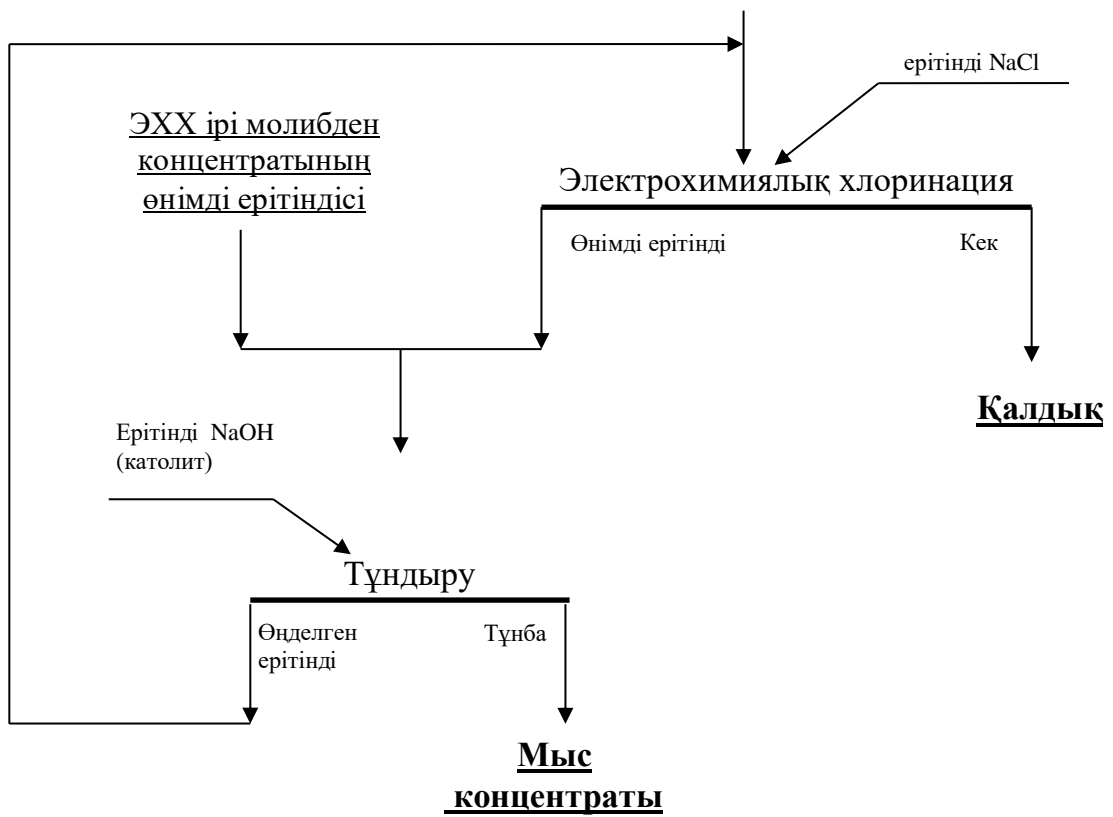
Сұлбада өнімді ерітінді мен кекті алу үшін мысқұрамды аралықөнім электрохимиялық хлорлауды қамтиды. Соңғысы мыстың құрамы 0,34% және бөліп алу дәрежесі 4,2% қалдық қоймаларына жіберіледі. Алынған өнімді ерітінді ірі молибден концентратын электрохимиялық хлорлаудың өнімді ерітіндісімен бірге электрохимиялық хлорлау кезінде алынған катодпен бірге ерітіндіні сілтімен бейтараптандыру арқылы мыс тұнбасына түседі. Электрохимиялық хлорлау ерітіндісіне мыстың максималды қалпына келуіне электрод кернеуі 8 В, электрохимиялық хлорлау ұзақтығы 12 сағат, NaCl шығыны 10 кг/т болатыны анықталды. Тұнба технологиясының кекгі (тұнбасы) өнеркәсіптік өнімге және өнімді ерітіндіге қатысты мысты алу кезінде 117,26% – дан 113,06%, мыс концентратының шығымы-16,92% болатын мыстың массалық үлесі 45,9% кондициялық концентрат болып табылады.

Электрохимиялық хлорлау "Таилс КО"ЖШС-де жасалған биполярлы электродтармен мерзімді әсер ететін электрохлоринатор арқылы жүзеге асырылады.

Электрхлоратордың параметрлері: жұмыс кеңістігінің ені – 2 м, биіктігі – 2 м, ұзындығы – 5 м. Электрхлоратордың көлемі 20 м<sup>3</sup>.

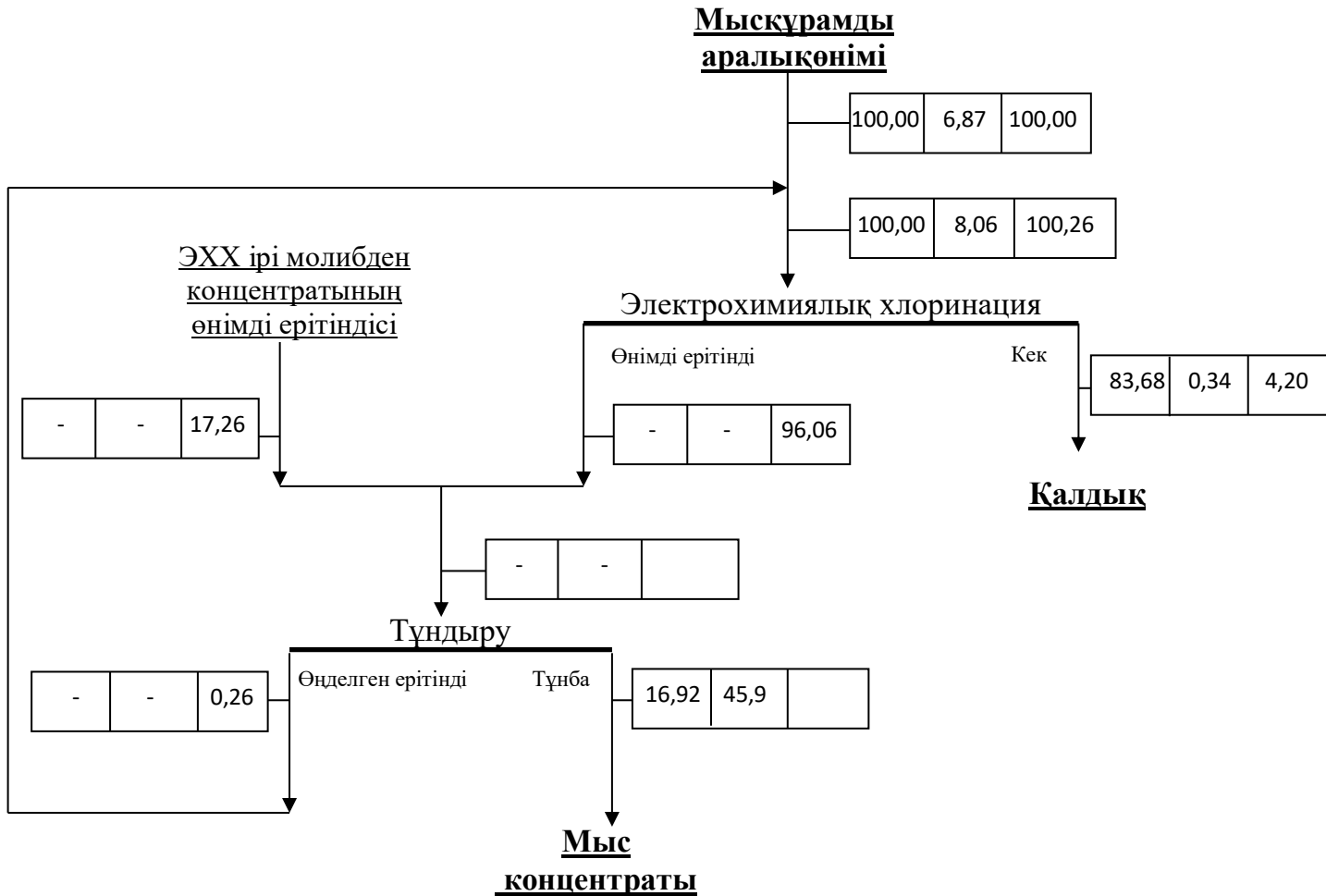
Мыс концентратын алудың сапалық және сандық схемасы 6.5-суретте көрсетілген.

## Мысқұрамды аралықкөнім



Сурет 6.4 - Мыс концентратын алудың технологиялық сұлбасы

| $\gamma, \%$ | $\beta_{Cu}$ | $\epsilon_{Cu}$ |
|--------------|--------------|-----------------|
|--------------|--------------|-----------------|



Сурет 6.5 - Мыс концентратын алудың сапалық және сандық сұлбасы

### 6.3 Қалайы концентратын алу технологиясының технологиялық регламентін әзірлеу

Технологиялық регламентте коллективті сульфидті флотация қалдықтарын электрохимиялық хлорлаудың өнімді ерітіндісінен қалайы концентратын алу технологиясын қарастырылған.

Қалайы концентратының сипаттамасы және технологиялық талаптары. Алынған қалайы концентраты қалайының массалық үлесі 40-50% МЕМСТ 22221.1-76 талаптарына сәйкес болуы керек.

Қалайы концентраты улы емес, ол адам денсаулығына қауіптіліктің төртінші дәрежесіне жатады.

МЕМСТ 22221.1-76 бойынша қалайы концентратының химиялық құрамы 6.1-кестеде көрсетілген.

Кесте 6.1 – Қалайы концентратының химиялық құрамы

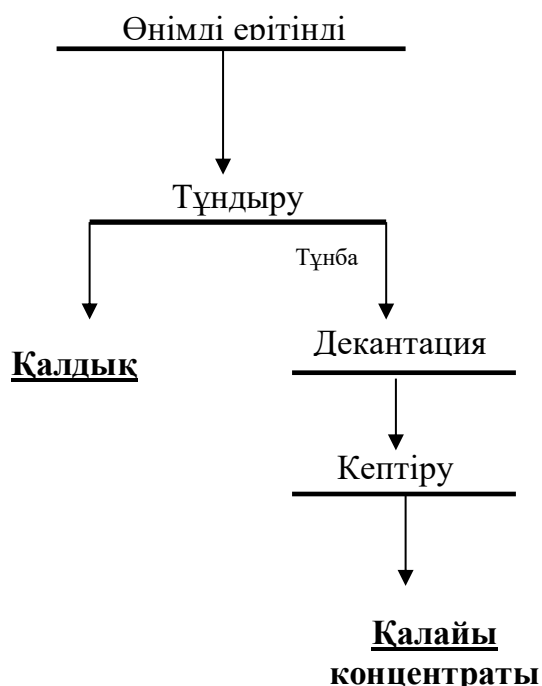
| Массалық үлесі, % |      |          |        |       |        |
|-------------------|------|----------|--------|-------|--------|
| Қалайы            | Мыс  | Қорғасын | Мышьяк | Күміс | Сурьма |
| 40                | 0,98 | 0,5      | 0,6    | 0,5   | 0,1    |

Алынған қалайы концентратын химиялық талдау нәтижелері 6.2-кестеде көрсетілген.

Кесте 6.2– Алынған қалайы концентратын химиялық талдау нәтижелері

| Өнімнің атауы | Массалық үлесі, % |
|---------------|-------------------|
| Қалайы        | 47,1              |
| Күміс         | 0,3               |
| Мышьяк        | 0,11              |
| Сурьма        | 0,03              |
| Мыс           | 0,04              |

6.2-кестеде көрсетілген талдау нәтижелері алынған қалайы концентраты МЕМСТ 22221.1-76 «Қалайы концентраты» талаптарына сәйкес келетінін көрсетеді. Жүргізілген зерттеулер негізінде сульфидті флотациялық қалдықтарды электрохимиялық хлорлаудың өнімді ерітіндісінен қалайы концентратын алудың технологиялық сұлбасы 6.6-суретте көрсетілген.



Сурет 6.6– Қалайы концентратын алудың технологиялық сұлбасы

Сұлбада өнімді ерітіндіден қалайыны тұндыру, сұйық фазаны декантациялау және алынған тұнбаны кептіру кіреді.

Сұйық фазаны тұндыру және декантациялау операцияларынан пайдаланылған ерітінді электрохимиялық хлорлау үшін жұмыс ерітіндісін дайындау операциясына айналымға жіберіледі.

Сұлбаға вольфрам құрамды кекті және қалайы құрамды өнімді ерітіндіні ала отырып, сульфидті флотацияның камералық өнімі электрохимиялық хлоринациясына кіреді, ол ерітіндіні рН 7-ге дейін көтеріп, сұйық фазаны деканттау және қалайы тұнбасын кептіру арқылы қалайы тұнбасы болады.

Қалайы концентратын өндіру сұлбасы соңғы өнімдердің балансы бойынша 6.3-кестеде көрсетілген.

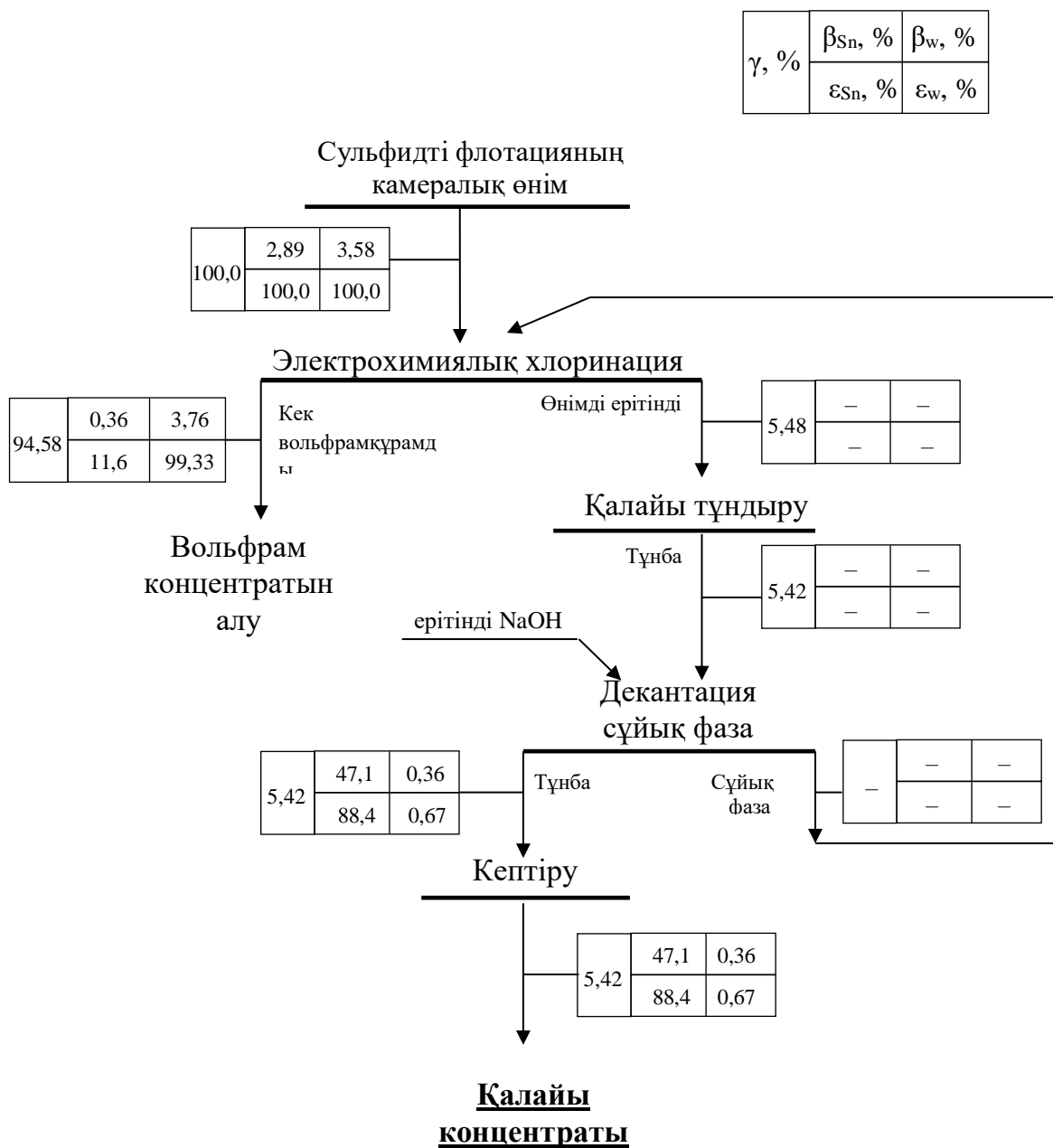
Кесте 6.3– Қалайы концентратын өндіру сұлбасының соңғы өнімдері бойынша балансы

| Өнімнің атауы       | Шығын,<br>% | Массалық үлесі, % |          | Бөліп алу дәрежесі, % |          |
|---------------------|-------------|-------------------|----------|-----------------------|----------|
|                     |             | Қалайы            | Вольфрам | Қалайы                | Вольфрам |
| Қалайы концентраты  | 5,42        | 47,1              | 0,36     | 88,4                  | 0,67     |
| Вольфрамқұрамды кек | 94,58       | 0,35              | 3,76     | 11,6                  | 99,33    |

Ұсынылған технология бойынша қалайының массалық үлесі 47,1%, бөліп алу дәрежесі 88,4% қалайы концентратын алуды қамтамасыз етеді, ол бастапқы вольфрамқұрамды қалдықтарда 68,8% құрайды.

Тәжірибелік мәліметтердің нәтижелері бойынша қалайы концентратын алудың сапалық-сандық сұлбасы есептелінді, ол 6.7-суретте көрсетілген.

Сурет 6.7– Қалайы концентратын алудың сапалық-сандық сұлбасы



## ҚОРЫТЫНДЫ

Жамбыл кен байыту фабрикасының байыту қалдықтарының сынамасымен зерттеулер жүргізілді.

Металдардың физикалық-химиялық қасиеттерін, гранулометриялық құрамын, ірілік кластары бойынша таралуына зерттеулер жүргізілді. Минералогиялық талдауда кендік минералдар вольфрамит, шеелит, молибденит, халькопирит және касситерит берілгені көрсетеді.

Қалдықтардың тығыздығы 1200-ден 2300 кг/м<sup>3</sup>-ге дейін ауытқиды, қалдық бөлшектерінің ірілігі максималды мөлшері 5-3 мм, ірілік класының - 0,071 мм шығуы 80-ден 88% -ға дейін. Вольфрам үш тотығының массалық үлесі 0,11-ден 0,35%-ға дейінгі аралықта; молибден 0,050-ден 0,23%-ға дейін; мыс - 0,10-нан 0,25% дейін; қалайы – 0,10-нан 0,20%-ға дейін.

Бос жыныстардың минералдары кварцпен, дала шпаттарымен және слюдалармен көрсетілген.

WO<sub>3</sub>, Mo, Cu, Sn бойынша аралас елеуіш талдауы және химиялық талдауы металдардың ірілік кластар бойынша салыстырмалы түрде біркелкі таралатынын көрсетті, ал шағын кластарда олардың саны артады.

Вольфрам, молибден, мыс және қалайы концентраттарын өндірудің технологиялық регламентін әзірлеуге негіз болған қалдық қоймаларының гравитациялық-флотациялық-гравитациялық байытудың оңтайлы технологиялық көрсеткіштерін анықтау үшін тәжірибелік зерттеулер жүргізілді.

WO<sub>3</sub> массалық үлесі 66,8% кондициялық вольфрам концентратын, оған WO<sub>3</sub> бөліп алу дәрежесі 92,7% және Sn массалық үлесі – 54,10%, бөліп алу дәрежесі 62,20% қалайы концентратын алу бойынша технологиялық регламент әзірленді. Вольфрам концентраты қоспаланған болаттарды алу үшін МЕМСТ 213-83 және металлургиялық өндіріс талаптарына сәйкес келеді. Алынған қалайы концентраты одан әрі өңдеуге жарамды тауарлық өнім болып табылады.

Мыс-молибден аралық өніміндегі молибденнің массалық үлесі 50,5%, молибденді бөліп алу дәрежесі 72,5% болатын электрохимиялық хлорлау кезінде кондицияланған молибден концентратын алу үшін технологиялық регламент әзірленген. Алынған молибден концентраты МЕМСТ 212-76 «КМФ-4 молибден концентраты» талаптарына жауап береді.

Мыстың массалық үлесі 45,9% мысты өнеркәсіптік өнімге және өнімді ерітіндіге қатысты алу кезінде 117,26% – дан 113,06%, мыс концентратының шығымы-16,92% кондициялық мыс концентратын алу бойынша технологиялық регламент әзірленді.

Қалайының массалық үлесі 47,1% кондициялық қалайы концентратын алу бойынша технологиялық регламент әзірленді. Ұсынылып отырған технология қалайы алынған кезде оның массалық үлесі 47,1%, қалайы концентратын бөліп алу дәрежесі 88,4%, бұл бастапқы вольфрам бар

қалдықтарға қатысты 68,8% құрайды. Алынған қалайы концентраты МЕМСТ 22221.1-76 талаптарына сәйкес келеді.

Вольфрамқұрамды қалдықтарды қайта өңдеу технологиясы айналмалық концентрация әдісімен қалдықтарды алдын ала байытуды, молибден және мыс концентраттарын ала отырып, флотоклассификация және электрохимиялық хлоринация әдісімен алдын ала байыту концентратын қайта өңдеуді, қалайы концентратын ала отырып, флотоклассификация қалдықтарын электрохимиялық хлоринациялауды және вольфрам концентратын ала отырып, кекті орталықтан тепкіш сепарациялауды қамтиды.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН АҚПАРАТ КӨЗДЕРІ

1 Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Справочник. Второе издание / Нурабаев Б.К., Надырбаев А.А., Тулегенов М.К., Тансыкбаева Ж.Б. / Алматы, 2015. – 269 с.

2 Техногенное минеральное сырьё рудных месторождений Казахстана. Справочник. Второе издание / Нурабаев Б.К., Надырбаев А.А., Тулегенов М.К., Тансыкбаева Ж.Б. / Алматы, 2016. – 155 с.

3 Иванов Прокопьев Иванов В. Д., Прокофьев С. А. Винтовые аппараты для обогащения руд и песков в России. - М.: изд. "ДАКСИ". – 2000. – 239 с.

4 Морозов Ю. П. Проектирование обогатительных фабрик. Часть 2. Выбор и расчет технологического оборудования: учебник для вузов / Ю. П. Морозов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 266 с.

5 Морозов Ю. П. Теоретическое обоснование и разработка новых методов и аппаратов извлечения мелкодисперсных благородных металлов из руд техногенного сырья. Дисс... докт. техн. наук: 25.00.13 / Морозов Юрий Петрович. Екатеринбург, 2001. – 397 с.

6 Хамидулин И. Х. Технологии извлечения золота с использованием циркуляционной концентрации: дисс.... канд. техн. наук: 25.00.13 / Хамидулин Иршат Халилович. – Екатеринбург, 2017. – 125 с.

7 Руководство по эксплуатации центробежного турбулизационного сепаратора «К-200ВЛ». – Екатеринбург, 2018. – 18 с.

8 Отчет НИР № 2018/BR05235618 Разработка технологии переработки лежалых вольфрамсодержащих хвостов по проекту: Модернизация технологий и производств в горнодобывающей и горноперерабатывающей отраслях Республики Казахстан за 2018 год.

9 Отчет НИР № 2018/BR05235618 Разработка технологии переработки лежалых вольфрамсодержащих хвостов по проекту: Модернизация технологий и производств в горнодобывающей и горноперерабатывающей отраслях Республики Казахстан за 2019 год.

## ҚОСЫМША А

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған мақалалар тізімі

1. М.Р. Шауенов, А.М. Мақсұтхан, Н.Т. Акказина. Техногендік шикізатты өңдеумен пайдалы өнімдерді алуды зертеу. Сатпаевские чтения - 2022, 12 апреля 2022 КазНИТУ им.К.И.Сатпаева



# Сертификат *Certificate*

«СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ-2022. ҚАЗІРГІ ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ТРЕНДТЕРІ»  
«SATBAYEV CONFERENCE-2022. TRENDS IN MODERN SCIENTIFIC RESEARCH»

Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияға жоғарғы деңгейлі  
International research and Practice conference on the topic

Техногендік шикізатты өңдеумен пайдалы өнімдерді алуды зерттеу  
(М.Р. Шаутенов, А.М. Максутхан, Н.Т. Акказина)

атты мазмұнды баяндама ұсынғаны үшін беріледі.  
for providing a high-level semantic report.



Басқарма мүшесі -  
Ғылым және халықаралық  
ынтықтасу астық жөніндегі проректор  
Ә. Шокпаров

Ә. Шокпаров