

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӨТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

ӨОЖ 622.765

Қолжазба құқығында

Рақымғалиева Аружан Омарқызы

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

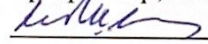
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін

Диссертация тақырыбы: Гидродинамикалық кавитация негізінде
флотациялық реагенттерді эмульгациялау
процесін зерттеу

Дайындық бағыты: 7M07223 - Металлургия және пайдалы қазбаларды
байыту

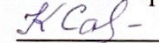
Ғылыми жетекші:

профессор, т.ғ.к

 М.Р.Шаутенов

« 26 » маи 2022 ж.

Рецензент, «Д.В.Сокольский атындағы
Жанармай, Катализ және Электрохимия
Институты» АҚ Сирек шашыраңқы
элементтер секторы аға ғылыми қызметкері, т.ғ.к.

 Килибаева С.К.

« 26 » маи 2022 ж.

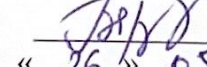
Норманы бақылаушы:

Ph.D докторы, ассистент-профессор
 Дюсенова С.Б.

« 26 » маи 2022 ж.

ҚОРҒАУҒА БЕКІТІЛДІ

МжПҚБ кафедрасының меңгерушісі,
техника ғылымдарының кандидаты

 Барменшинова М.Б.
« 26 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӨТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы

БЕКІТЕМІН

МжПҚБ кафедрасының меңгерушісі,

тех. ғылым. кандидаты

М.Б. Барменшинова

«16» май 2022 ж.

ТАПСЫРМА

магистрлік диссертацияны орындау үшін

Магистрант: Рақымғалиева Аружан Омарқызы

Тақырыбы: «Гидродинамикалық кавитация негізінде флотациялық реагенттерді эмульгациялау процесін зерттеу»

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

Аяқталған диссертацияны тапсыру уақыты « 25 » 05 2022 ж.

Магистратураға арналған негізгі мәліметтер: Гидродинамикалық кавитация негізінде флотациялық реагенттерді эмульгациялау процесін зерттеу.

Зерттеу әдістері: ультрадыбыстық өңдеу негізінде реагенттерді модификациялау.

Магистрлік диссертацияда әзірленетін сұрақтар тізбесі:

- а) Реагенттерді модификациялау;
- б) Энергетикалық әсерлердің флотореагенттерге әсері;
- в) Зерттеу әдістері;
- г) Ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу.

Демонстрациялық графикалық мәлімет зерттеу нәтижелерімен бірге кем дегенде 10 беттік слайд ретінде ұсынылуы қажет .

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. ҒЗЖ бойынша есеп. Технологиялық қасиеттерін арттыру мақсатында энергетикалық әсерлер негізінде флотореагенттерді модификациялау процесін теориялық негіздеу және эксперименттік зерттеу. Алматы, ҚазҰТУ 2009, -47 с.Инв.- №0209 ҚР 01906
2. ҒЗЖ бойынша есеп. Технологиялық қасиеттерін арттыру мақсатында энергетикалық әсерлер негізінде флотореагенттерді модификациялау

процесін теориялық негіздеу және эксперименттік зерттеу. Алматы, ҚазҰТУ 2010, -36 Инв. А.- №0210 ҚР 00934

3. Шауенов М.Р., Малахов Ю. В. Флотациялық реагенттер мен сұйық орталарды аралас ультрадыбыстық электрохимиялық өндеуге арналған Аппарат // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 1988.-№3.-С. 24-2

4. Шауенов М.Р., Варламов В.Г., Малахов Ю. В., Чантурия В. А., Жолшыбекова М. Р. Кендерді флотациялық байыту кезінде реагенттердің түрлендірілген ерітінділерін сынау // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 1987.-№2.-Б.25-28.

5. Шауенов М.Р. Энергетикалық әсер ету негізінде АНП реагентінің технологиялық қасиеттерін модификациялау // ТМД елдері байытушыларының VI Конгресі. Конгресс материалдары .-М., 2007.-Б.160-162.

6. Абрамов А.А. Байытудың флотациялық әдістері. –М.: Недра, 1984.– 383 б.

7. <http://kvartaltd.com/novosti/stati/gidrodinamicheskaya-kavitaciya>

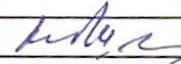
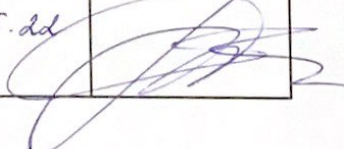
8. <https://rsatu.ru/upload/medialibrary/c2f/6-Ultrazvukovaya-obrabotka>

Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, игерілетін мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Аналитикалық шолу	15.03.2021	
Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері	15.04.2021	
Тәжірибелік бөлім	15.02.2022	

Аяқталған магистрлік диссертацияға өздеріне қатысты диссертация бөлімдері көрсетілген кеңесшілер мен норма бақылаушылардың

ҚОЛДАРЫ

Атаулар бөлімі	Кеңесші, Т.А.Ә (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойған күні	Қолы
Аналитикалық шолу	Шаутинов М.Р., профессор, т.ғ.д	15.03.2021	
Талдау мен зерттеудің негізгі әдістері		15.04.2021	
Тәжірибелік бөлім		15.02.2022	
Нормалық бақылау	Дюсенова С.Б. Ph.D докторы	23.05.22	

Ғылыми жетекшісі

 М.Р. Шаутинов

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады

 А.О. Рақымғалиева

Күні

« 26 » мамыр 2022 ж.

АНДАТПА

Бұл магистрлік жұмыста гидродинамикалық кавитация негізінде ультрадыбыстық өңдеу әдісін қолдану арқылы флотациялық реагенттерді модификациялау процесі жүргізілді.

Пайдалы қазбаларды флотациялық байыту саласындағы прогресс көбінесе реагенттік режимді жетілдірумен, флотациялық реагенттерді пайдалану әдістерін жақсартумен анықталады. Жаңа флотореагенттерді өндіру немесе дәстүрлі реагенттерді модификациялау минералдық шикізаттың алуан түрлерін флотациялық байыту процесінің технологиялық көрсеткіштерін жақсартуға және қымбат тұратын реагенттердің шығындарын қысқартуға мүмкіндік береді.

Флотациялық байыту кезінде реагенттердің флотациялық қасиеттерін арттыру мақсатында бірнеше түрлі әсерлерді зерттеп көруге болады, мысалы, электрохимиялық, ультрадыбыстық, термиялық, радиациялық, плазмалық және т. б.

АНП және олеин қышқылы реагенттерін модификациялау процесі ультрадыбыстық гидродинамикалық кавитация негізінде жасалған аппаратта жүзеге асырылды. Жұмыс барысында арнайы зерттеу параметрлерін бірнеше түрде өзгерту негізінде реагенттерді эмульгациялау процесі жүзеге асты.

Кілттік сөздер: флотациялық байыту, кавитация, эмульгациялау, химиялық реагент, жинағыш, пайдалы қазбалар, ультрадыбыстық өңдеу.

АННОТАЦИЯ

В данной магистерской работе проведен процесс модификации флотационных реагентов с использованием метода ультразвуковой обработки на основе гидродинамической кавитации.

Прогресс в области флотационного обогащения полезных ископаемых во многом определяется совершенствованием реагентного режима, улучшением методов использования флотационных реагентов. Производство новых флотореагентов или модификация традиционных реагентов позволяет улучшить технологические показатели процесса флотационного обогащения различных видов минерального сырья и сократить затраты на дорогостоящие реагенты.

С целью повышения флотационных свойств реагентов при флотационном обогащении можно исследовать несколько различных эффектов, таких как электрохимический, ультразвуковой, термический, радиационный, плазменный и т. д.

Процесс модификации реагентов АНП и олеиновой кислоты осуществлялся на аппарате, созданном на основе ультразвуковой гидродинамической кавитации. В ходе работы осуществлялся процесс эмульгирования реагентов на основе многократного изменения специальных параметров исследования.

Ключевые слова: флотационное обогащение, кавитация, эмульгация, химический реагент, коллектор, полезные ископаемые, ультразвуковая обработка.

ABSTRACT

In this master's thesis, the process of modification of flotation reagents using the method of ultrasonic treatment based on hydrodynamic cavitation was carried out.

Progress in the field of flotation enrichment of minerals is largely determined by the improvement of the reagent regime, the improvement of methods of using flotation reagents. The production of new flotation reagents or modification of traditional reagents makes it possible to improve the technological parameters of the flotation enrichment process of various types of mineral raw materials and reduce the cost of expensive reagents.

In order to increase the flotation properties of reagents during flotation enrichment, several different effects can be investigated, such as electrochemical, ultrasonic, thermal, radiation, plasma, etc.

The process of modification of the ANP and oleic acid reagents was carried out on an apparatus created on the basis of ultrasonic hydrodynamic cavitation. In the course of the work, the process of emulsifying reagents was carried out on the basis of repeated changes in special parameters of the study.

Key words: flotation enrichment, cavitation, emulsification, chemical reagent, collector, minerals, ultrasonic treatment.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	9
1. Зерттеу әдістемесін негіздеу және таңдау	11
1.1 Энергетикалық әсеріне негізделген жинағыш реагенттердің технологиялық қасиеттерін зерттеу әдістемесін негіздеу және таңдау	11
1.2 Энергетикалық әсерлер негізінде флотациялық реагенттерді модификациялау процесін зерттеуге мономинералдарды дайындау	12
1.3 Флотация процесіне реагент ерітінділерін өңдеу кезінде энергетикалық әсердің оңтайлы электрофизикалық параметрлерін анықтау	13
1.4 Ультрадыбыстық өңдеудің параметрлері	13
1.5 Электрохимиялық өңдеудің параметрлері	14
2. Энергетикалық әсерлерге негізделген реагенттерді модификациялау процесін зерттеу әдістерін игеру	17
2.1 Энергетикалық әсер ету түрлеріне байланысты реагенттердің су ерітінділерінің беттік керілу шамасын анықтау	16
2.2 Зерттелетін әсерлер нәтижесінде реагент қасиеттерінің өзгеруін зерттеу	18
2.3 Ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу арқылы модификацияланған олеин қышқылының минерал бетімен өзара әрекеттесуі	20
3. Реагенттердің тұтқырлығы мен тотығу-тотықсыздану потенциалының (ТПП) электрөткізгіштігінің өзгеруіне зерттелетін әсерлерді зерттеу	24
3.1 Әсер ету түріне байланысты АНП ерітіндісінің электрөткізгіштігі мен тұтқырлығының ТПП өзгеруін зерттеу	24
4. Энергетикалық әсерлер негізінде реагент-жинағыштарды модификациялау технологиясын игеру	27
5. Энергетикалық әсер ету негізінде флотациялық реагенттерді түрлендіруге арналған аппараттардың конструкциясын әзірлеу	32
5.1 Флотациялық реагенттерді модификациялау бойынша гидродинамикалық ультрадыбыстық аппараттарды әзірлеу	32
5.2 Құйынды типті ультрадыбыстық аппараттың гидродинамикалық бөлігін әзірлеу бойынша зерттеулер	36
6. Реагенттердің түрлендірілген ерітінділерін пайдалана отырып, қорғасын-мырыш кендерінің флотациясын зертханалық зерттеу	43
6.1. Реагенттердің түрлендірілген ерітінділерін пайдалана отырып, флюорит кендерінің флотациясын зертханалық зерттеу	45
ҚОРЫТЫНДЫ	47
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН АҚПАРАТ КӨЗДЕРІНІҢ ТІЗІМІ	48
А Қосымшасы	49

КІРІСПЕ

Жер қойнауын ұтымды пайдалану және минералдық ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыру ең алдымен технологиялық деңгейге және пайдалы қазбаларды байыту сатысында қазіргі заманға сай жабдықтардың болуына байланысты. Бұл байыту фабрикаларының технологиялық деңгейінің өсіп келе жатырғанының көрінісі болып табылады. Флотациялық байыту саласындағы прогресс көбінесе реагенттік режимді жетілдірумен, флотациялық реагенттерді пайдалану тәсілдерін жақсартумен, жаңа тиімді реагенттерді және олардың үйлесімдерін пайдаланумен айқындалады. Жаңа реагенттерді өндіру және дәстүрлі флотореагенттерді түрлендіру минералдық шикізаттың әр түрін флотациялық байыту процесінің технологиялық көрсеткіштерін жақсартуға және қымбат тұратын реагенттердің шығындарын қысқартуға мүмкіндік береді. Бұл мәселелерді түбегейлі шешу үшін, әсіресе қалдықсыз технология кезінде, флотация процесінің тиімділігін едәуір арттыру үшін әртүрлі қуат өрістері мен сәулелерін – магниттік, электрлік, центрифугалық, діріл, ультрадыбыстық, радиациялық және олардың комбинациясын қолдану арқылы жаңа процестер мен құрылғыларды құру және қолданыстағы процестер мен құрылғыларды жетілдіру қажет. Қазіргі уақытта жоғарыда аталған физикалық әсерлер жинағыштардың, көбіктендіргіштердің және минералдардың беткі қасиеттерінің технологиялық қасиеттерін өзгерту кезінде, сонымен қатар айналымды және ағынды суларды тазарту және зарарсыздандыру процестерінде қолданылады. Кенді байытудың флотациялық процесінде реагенттердің жинағыштық әрекетінің тиімділігі олардың минералмен өзара әрекеттесу сипатымен және пульпада орналасу формасымен анықталады. Сульфидті емес кендерді флотациялық байыту кезінде қолданылатын жинағыш реагенттер(май қышқылдары және олардың тұздары, аминдер, ұзын тізбекті қосылыстар) сулы ерітінділерде күрделі пішінге ие болады. Сулы ортада реагенттердің концентрациясы мен қоршаған орта жағдайларына байланысты иондық, молекулалық, полимерлі және мицеллярлық формалар болуы мүмкін. Флотация процесінде жинағыштың минералдар бетімен иондық әрекеттесуі шешуші рөл атқаратындықтан, мицеллалардың пайда болуы жинағыш реагенттің бос иондарының концентрациясын азайтып, оны қолдану тиімділігін төмендетеді. Бұл реагенттердің ПӘК төмендеуіне, нәтижесінде шығынның өсуіне әкеледі.

Кейбір жағдайларда, реагенттің қышқыл немесе сілтілі ортада белсенді күйде болуы белгілі болған кезде, пульпаға сілті немесе қышқыл қосылады. Сонымен қатар, реагент ерітіндісін оның құрамы технологиялық процестің оңтайлы жүруіне сәйкес келетіндей етіп дайындау ұтымды болар еді, себебі иондық-молекулалық тепе-теңдік реагенттің химиялық белсенділігін

анықтайды. Бұл арақатынасты олардың сулы ерітінділеріне энергия әсерімен (ультрадыбыстық, электрохимиялық өңдеу) реттеуге болады.

Диссертациялық жұмыста ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу негізінде реагент ерітінділерін модификациялау мәселелері қарастырылады.

Өзектілігі

Қазіргі таңда флотациялық байыту үрдісінде қолданылатын қиын еритін реагенттер пайдалы қазбаларды байыту кезінде толық қолданысқа ие бола алмайды. Сондықтан флотация көрсеткіштерін және реагенттердің еру деңгейін көтеру үшін әр түрлі әдістер қолданылады. Флотациялық реагенттерді эмульгациялау әдісі флотациялық байыту үрдісінің технологиялық көрсеткіштерін көтеруге мүмкіндік береді.

Нысаны

Флотациялық байыту әдісінде қолданылатын жинағыш реагенттердің эмульгациялау процесін гидродинамикалық ультрадыбысты кавитация негізінде зерттеу.

Мақсаты

Гидродинамикалық ультрадыбыстық кавитация негізінде жинағыш реагенттерді эмульгациялау технологиясын жасау.

Міндеттері:

- Флотациялық реагенттерді эмульгациялау қондырғысын жасау, оның негізгі органы – қиын еритін реагенттерді ыдыратуға мүмкіндік беретін гидродинамикалық ультрадыбыстық сәулелендіргіш;
- Реагенттерді эмульгациялау бойынша әзірленген қондырғыда өңдеуден өткен реагенттерді пайдалана отырып, байытудың флотациялық әдістерімен әртүрлі кендерді байыту бойынша зерттеулер жүргізу.

Болжам

Қиын еритін флотациялық реагенттерді эмульгациялау қондырғысының жасалуы, флотациялық байыту процесінің технико-экономикалық көрсеткіштерін көтеріп, реагент шығымын азайтуға көмектеседі.

Ғылыми жаңалығы

Гидродинамикалық кавитация негізінде эмульгациялау процесі байыту кезіндегі өнімділікті арттырып, шығынды азайтып, жаңа реагенттерді қолданысқа енгізуге мүмкіндік береді.

Әдістері

Сынамалау, флотациялық машиналарда зертханалық жұмыс, ультрадыбыстық сәулелендіргіште зерттеу жұмысын жүргізу, анықтамалық және ғылыми әдебиеттерді жинақтау.

Теориялық және практикалық маңыздылығы

Диссертацияда жүргізілген зерттеулер мен жинақталған мәліметтер жинағыш пен көбіктендіргіш реагенттердің жаңа түрлерін зерттеуге және оларды байыту фабрикаларында қолданысқа енгізуге септігін тигізеді.

1. Зерттеу әдістемесін негіздеу және таңдау

Әдеби деректерді, патенттер мен авторлық куәліктерді талдау нәтижесі флотореагенттер ерітінділеріне энергетикалық әсерлердің (электрлік, ортадан тепкіш, діріл, ультрадыбыстық, радиациялық) олардың қасиеттеріне белсендіруші әсер ететінін көрсетті. Сонымен қатар, осы әсерлердің әртүрлі түрлері реагенттің физикалық-химиялық күйін ғана емес, сонымен қатар оның қасиеттеріне, атап айтқанда, флотация кезінде минералдардың бетін гидрофобтандыру қабілетіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Жоғарыда аталған әсерлердің гетерогенділігін ескере отырып, флотореагенттерді түрлендіру тиімділігін арттыру үшін олардың кейбір түрлерінің аралас комбинациясын қолданудың перспективасы жоғары болуы мүмкін деп болжауға болады. Атап айтқанда, тотығу-тотықсыздану реакцияларының негізінде ерітінділердің құрамы мен күйін өзгертетін электрохимиялық және кавитация режимінде ерітінділердің құрылымына әсер етуге мүмкіндік беретін ультрадыбыстық өңдеулердің үйлесуі реагенттің минералды бетімен әрекеттесу механизміне және нәтижесінде кейінгі флотацияның көрсеткіштеріне айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Ультрадыбыстық өңдеуден кейін реагенттердің флотациялық әрекетінің өсуі негізінен серпімді толқындардың дисперсті әсеріне байланысты түсіндіріледі. Төменгі жиіліктегі (22 кГц) және жоғары қарқындылықтағы (1,0 Вт/см²-ден жоғары) ультрадыбыстық тербелістерді қолдану тиімді, бұл өңделген ортада кавитация режимін алу үшін қажет. Реагент ерітінділерін өңдеудің электрохимиялық әдісі байыту технологиясын жетілдірудің бір бағыты болып табылады, ол процестің жоғары тиімділігімен және энергия сыйымдылығының аздығымен сипатталады. Осы ҒЗЖ-ны орындаудың ағымдағы жылға арналған күнтізбелік жоспарына сәйкес мынадай бөлімдер көзделген:

- энергетикалық әсерлерге негізделген жинағыш реагенттердің технологиялық қасиеттерін зерттеу әдістемесін негіздеу және таңдау;
- энергетикалық әсер ету негізінде реагенттерді модификациялау процесін зерттеу бойынша әдістемелерді меңгеру;
- реагенттердің тұтқырлығының және тотығу-тотықсыздану потенциалының өзгерістеріне зерттелетін әсерлерді зерттеу.

1.1 Энергетикалық әсеріне негізделген жинағыш реагенттердің технологиялық қасиеттерін зерттеу әдістемесін негіздеу және таңдау

Энергетикалық әсерлердің ықпалын зерттеуде, соның ішінде, кендерді байытудың флотациялық процесін қарқындатуға реагент ерітінділерін ультрадыбыстық, электрохимиялық өңдеу кезіндегі жұмыс барысында

заманауи физико-химиялық, физикалық және химиялық зерттеу әдістері қолданылды:

- ИК және УК спектроскопиясы;
- беттік керілуді өлшеу;
- суланудың шеткі бұрышын анықтау;
- ерітінділердің дисперсиясын анықтау;
- ТТП және электр өткізгіштігін өлшеуге арналған потенциометрия;
- флотациялық әдістер;

Реагент ерітінділерін ультрадыбыстық өңдеу үшін арнайы қондырғы жасалды. Беттік керілуді өлшеу жүргізілді.

1.2 Энергетикалық әсерлер негізінде флотациялық реагенттерді модификациялау процесін зерттеуге мономинералдарды дайындау

Жақын болашақта байытудың негізгі әдісі болып қала беретін кендерді флотациялық байытуды жетілдірудің міндетті шарты флотациялық реагенттердің минералдар бетімен өзара әрекеттесуін оңтайландыру болып табылады.

Осыған байланысты энергетикалық әсерлерді қолдана отырып, олардың қасиеттерін реагентсіз модификациялау арқылы реагенттердің ерітінділерін дайындаудың техникалық шешімдерін іздеу өзекті болып табылады.

Флотация процесін зерттеуде флотореагенттердің минералды беттерге әсер ету заңдылықтарын зерттеу ерекше рөл атқарады. Осы зерттеулерді жүргізу үшін кендерден бөлінген мономинералдар болуы қажет. Мономинералдарда модификацияланған реагенттерді пайдалана отырып зерттеулер жүргізілетін болады. Мономинералды фракцияларды алу әдісін таңдау кеннің құрамына, оны құрайтын минералдардың ірілігіне, олардың қосылыстарының сипатына, сеппелілігіне, олардың физикалық қасиеттерінің айырмашылығына немесе ұқсастығына және т. б. байланысты.

Ірі түйіршікті материал үшін бөлінетін минералдардың физикалық қасиеттерінің айырмашылығына негізделген мономинералды фракцияларды визуалды-қолмен сұрыптау әдісі қолданылады. Олардың ішінде тығыздығы бойынша бөлу жиі қолданылады: ауыр ортада байыту, судың жоғары ағысында және концентрациялық үстелдерде. Біз мономинералдарды іріктеуді салыстырмалы түрде үлкен (кем дегенде 2-3 мм) көзге көрінетін кен кесектерінің жеке үлгілерінен жүргіздік.

Бұл үлгілер жақты ұсатқыштарда 5 мм-ге дейін ұсақталды. Ұсатылған кен ірілік класы -2+0 мм електен өткізілді, ірілігі 2 мм-ден жоғары класс қолмен сұрыпталды. Ірілігі 2 мм-ден төмен класты концентрациялық үстелде байыттық.

Таңдалған "таза" (2,2 мм-ден үлкен) және үстелден бөлінген класты гидравликалық түтік арқылы бөлек өткізіп, минералдардың ең таза түйіршіктері шығарылды. -5+2мм класындағы қалқып шыққан фракция 2

мм-ге дейін ұсатылып, таза фракцияны бөлу үшін қайтадан гидроклассификатор арқылы өтті. Ұсақ класты материал олардың тазалығын анықтау қиындығына байланысты пайдаланылмады. Сұрыпталған минералды фракциялар беткі қабаты химиялық тазартудан өтті.

1.3 Флотация процесіне реагент ерітінділерін өңдеу кезінде энергетикалық әсердің оңтайлы электрофизикалық параметрлерін анықтау

Жұмыстың бұл бөлімінің негізгі мақсаты модификацияланған реагенттерді қолдана отырып, мономинералдармен флотациялық тәжірибелер жүргізу негізінде орнатылған реагенттерді өңдеу процесін жүргізудің оңтайлы параметрлерін эксперименттік анықтау болды. Сонымен қатар, өңдеу параметрлерін бағалау реагенттердің ерітінділеріне ультрадыбыстық өрістің әсер ету арқылы флотация процесінің тиімділігі бағаланды. Минералдардың флотациясы әртүрлі тәсілдермен модификацияланған реагент ерітінділерімен жүзеге асырылды.

1.4 Ультрадыбыстық өңдеудің параметрлері

Технологиялық процестерде ультрадыбысты қолданған кезде акустикалық өрістің параметрлерін таңдау үлкен маңызға ие: ультрадыбыстың жиілігі мен қарқындылығы, дыбыстық қысым деңгейі, сондай-ақ ультрадыбыстық өңдеу ұзақтығы.

Әрбір параметрдің әсерін бағалау флотациялық тәжірибелердің нәтижелері бойынша жүзеге асырылды. 1.1-кестеде реагенттерді өңдеу үшін қолданылатын -22, 300 және 1000 кГц тербеліс жиілігіне байланысты, акустикалық әсердің басқа тұрақты параметрлері кезінде: қарқындылығы -3,6 Вт/см², өңдеу уақыты 1 мин. мономинералдарды флотациялау нәтижесі көрсетілген

1.1-Кесте. Флотореагенттерді өңдеу үшін қолданылатын ультрадыбыстық тербеліс жиілігіне байланысты минералдарды алу

Өңделетін реагент	Флотациялан атын минерал	Реагенттерге ультрадыбыстық тербелістің әсер етуі кезіндегі минералдардың бөліп алу дәрежесі, кГц			
		0	22	300	1000
АНП	Мусковит	82,1	86,42	84,28	84,3
АНП	Дала шпаты	79,64	82,81	81,65	80,14
Натрий олеаты	Кальцит	60,4	62,3	61,72	61,45
Натрий олеаты	Флюорит	58,0	63,4	62,1	59,15

Ультрадыбыстық өңдеуден кейін реагенттердің флотациялық әсерінің жоғарылауы негізінен серпімді толқындардың дисперсті әсеріне байланысты

түсіндіріледі. Атап айтқанда, натрий олеаты оксигидрил жинағышының ерітіндісін ультрадыбыспен олеаттың біріктірілген формаларын бұзады, бос, жақсы сіңірілетін олеат иондарының санын көбейтеді, бұл флотация нәтижелерінің жақсаруына әкеледі. Сонымен қатар, төмен жиілікті ультрадыбысты (22 кГц) қолдану тиімдірек. Мұны төмен жиіліктер диапазонында ультрадыбыстың дисперсиялық (деструктивті) әрекетінде белгілі бір рөл атқаратын кавитациялық қысым тербелістердің төмен қарқындылығымен (шамамен 0,3-0,5 Вт/см²) көрінетіндігімен байланыстыруға болады, ал 1000 кГц жиілікте дамыған кавитация алу үшін 5-7 Вт/см²-ден жоғары қарқындылық қажет.

Осылайша, реагенттерді ультрадыбыстық өңдеу үшін ең оңтайлы 22 кГц ультрадыбыстық жиіліктердің төмен диапазоны болып табылады.

22 кГц жиіліктегі ультрадыбыспен қарқындылығының және ұзақтығының минералдардың флотациясына әсерін анықтау бойынша тәжірибелердің нәтижелері 1.2-кестеде келтірілген.

Күтілгендей, ультрадыбыстың реагенттерге әсер ету қарқындылығы мен уақытының жоғарылауымен олардың флотация кезіндегі тиімділігі артады, бұл серпімді толқындардың реагенттерге кавитациялық-диспергирлеу әсерінің күшеюімен түсіндіріледі.

Осылайша, реагенттерді өңдеу үшін оңтайлы тербелістердің төмен жиілігі (біздің жағдайда 22 кГц) деп айтуға болады. Тербелістердің қарқындылығы мен ультрадыбыспен ұзақтығының жоғарылауымен технологиялық әсер артады.

1.5 Электрохимиялық өңдеудің параметрлері

Электрохимиялық процесс кезінде электрлік тотығудың (K) тиімділігі анықталады :

$$K = \frac{J}{V} , \quad (1.1)$$

J – ток күші, А;

V - электролизердің көлемі, л.

$$K = \frac{i \cdot S}{V} , \quad (1.2)$$

S -электродтың беткі қабаты, см²;

i – ток тығыздығы А/см².

(1.2) теңдеуінен процестің тиімділігін арттыруға электрод бетінің өсуі немесе токтың жоғарылауы арқылы қол жеткізуге болады. Флотация нәтижелері бойынша реагенттердің ерітінділеріне электрохимиялық әсер ету кезінде оңтайлы ток тығыздығы мен өңдеу уақытын белгілеу қарастырылды. Қолда бар әдеби деректерге сүйене отырып, зерттеу 1,0-ден 2,5 мА/см² дейінгі диапазондағы ток тығыздығы кезінде жүргізілді , өңдеу уақыты 0-ден 5 минутқа дейін өзгерді.

1.2-Кесте. Реагенттерді дыбыстаудың қарқындылығы мен ұзақтығының бөліп алу дәрежесіне әсері

Өңделетін реагент	Флотациялана тын минерал	Ультрадыбыстың қарқындылығы, Вт/см ²	Әсер ету уақытына байланысты минералдардың бөлініп алынуы (%) (мин)			
			0	1	3	5
Натрий олеаты	Флюорит	0	58,1	-	-	-
		1,2	-	59,55	61,7	62,1
		3,6	-	63,4	63,2	63,45
		7,0	-	63,62	63,9	63,95
Натрий олеаты	Кальцит	0	60,4	-	-	-
		1,2	-	61,2	62,1	62,2
		3,6	-	62,3	62,8	63,18
		7,0	-	63,4	64,0	64,2
АНП	Мусковит	0	81,7	-	-	-
		1,2	-	84,12	86,22	86,7
		3,6	-	85,17	86,53	87,09
		7,0	-	86,4	87,12	86,17
АНП	Дала шпаты	0	78,56	-	-	-
		1,2	-	79,83	80,1	80,65
		3,6	-	79,96	81,36	81,6
		7,0	-	81,2	81,4	81,0

Рреагенттер ерітінділерін ток тығыздығы 1,7 мА/см² және әсер ету уақыты 3 мин болған жағдайда минералдарды алудың ең жақсы көрсеткіштері байқалады, ток тығыздығының жоғарылауы (1,7 мА/см²-ден астам) электрохимиялық процестің тежелуіне әкелуі мүмкін, бұл минералдарды бөліп алудың төмендеуімен түсіндіріледі. Осылайша, натрий олеаты мен АНП ерітінділерін электрохимиялық өңдеудің максималды әсерін ток тығыздығы 1,7 мА/см² болған кезде күту керек.

Алынған деректерді салыстырудан реагенттерді өңдеу үшін қолданылатын электр өрісінің ток тығыздығы мен оның әсер ету ұзақтығына минералдардың алынуының артуының нақты тәуелділігі байқалмағанын көруге болады.

1.3-Кесте. Реагенттерді электрохимиялық өңдеу үшін қолданылатын ток тығыздығы мен әсер ету ұзақтығына байланысты минералдарды бөліп алу

Өңделетін реагент	Флотацияланатын минерал	Өңдеу уақыты, мин	Тығыздықпен бірге электр өрісінде өңдеу кезіндегі минералдардың бөліп алуы дәрежесі (%) (мА/см ²)				
			0	1,0	1,7	2,0	2,5
Натрий олеаты	Флюорит	0	58,1	-	-	-	-
		1	-	58,2	58,5	58,3	57,9
		3	-	58,3	58,7	58,4	58,3
		5,0	-	58,1	58,6	58,5	58,1
Натрий олеаты	Кальцит	0	60,5	-	-	-	-
		1	-	60,5	61,3	60,6	61,0
		3	-	60,7	31,0	60,6	60,6
		5,0	-	60,5	60,9	60,9	60,8
АНП	Мусковит	0	81,7	-	-	-	-
		1	-	81,8	82,2	81,9	81,8
		3	-	81,9	82,6	82,1	81,7
		5,0	-	81,9	82,6	81,9	81,7

Қорытындылар:

1) Реагент ерітінділерін ультрадыбыстық өңдеу флотацияланатын минералдардың алынуын 2-4% - ға арттырады. Өңдеу процесін жүргізудің оңтайлы параметрлері: жиілігі 22 кГц, қарқындылығы 3,6-7,0 Вт / см², өңдеу ұзақтығы 1-3 мин;

2) Рреагенттер ерітінділерін электрохимиялық өңдеу 1,7 мА/см² ток тығыздығы және 3 мин тең әсер ету уақыты кезінде минералдардың флотациялануына әсер етеді.

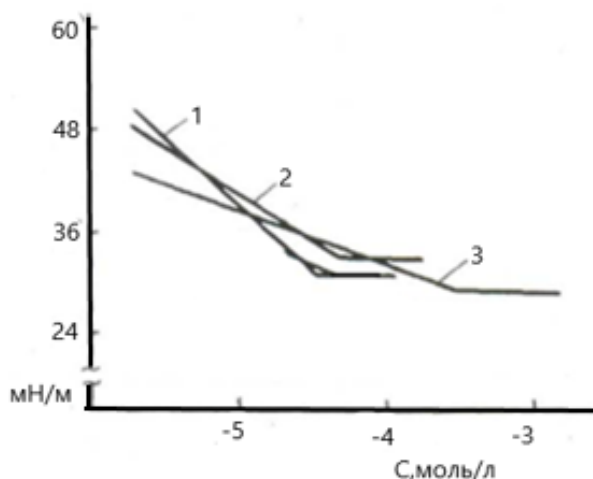
2. Энергетикалық әсерлерге негізделген реагенттерді модификациялау процесін зерттеу әдістерін игеру

2.1 Энергетикалық әсер ету түрлеріне байланысты реагенттердің су ерітінділерінің беттік керілу шамасын анықтау

Реагенттердің, атап айтқанда, АНП-нің технологиялық қасиеттері көбінесе оларды пульпаның сұйық фазасында табудың иондық, молекулалық және мицеллярлық формаларының арақатынасымен анықталады, сондықтан флотация процесінде жинағыштың минерал бетімен әрекеттесуі шешуші рөл атқарады, содан кейін мицеллалардың пайда болуы жинағыштың бос иондарының концентрациясын азайтып, оны қолдану тиімділігін төмендетеді. Бұл реагенттердің тиімділігінің төмендеуіне және нәтижесінде оларды тұтынудың жоғарылауына әкеледі.

Мицелланың түзілу қабілеті жинағыш үшін жағымсыз қасиет болып табылады, өйткені пульпаның көлемінде оның ең флотоактивті формасы-бос иондардың концентрациясының төмендеуін тудырады.

АНП ерітінділерін өңдеу ультрадыбыстық өрістің келесі параметрлерінде жүргізілді: ультрадыбыстық өрістің жиілігі -22 кГц, қарқындылығы 2,2 Вт/см², ультрадыбыспен уақыт -3 мин. Көрсетілген өңдеу параметрлері осы жағдай үшін оңтайлы болып табылады және эксперименттік мәліметтер негізінде анықталады. Өңделмеген реагент мицелласының критикалық концентрациясы $3,16 \cdot 10^{-4}$ моль/л құрайды (1 қисық), бұл бұрын жарияланған мәліметтерге сәйкес келеді.



2.1-Сурет. АНП ерітінділерінің беттік керілуінің изотермасы
1 - өңдеусіз; 2 - ультрадыбыстық; 3 – электрохимиялық;

Реагент ерітінділерін жеке ультрадыбыстық өңдеу кезінде БКМ жоғарылауы олардың дисперсті әсерімен байланысты. Электрохимиялық өңдеу кезінде иондар белсенділігінің артуымен және электр өрісінің әсерінен мицеллалардың жойылуымен түсіндіруге болады. Осылайша, АНП катиондық жинағышының ерітінділеріндегі мицелланың түзілу деректерін және оның флотация процесіндегі рөлін талдау келесі қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

1) мицелланың түзілу қабілеті жинағыш үшін жағымсыз қасиет болып табылады, өйткені пульпаның көлемінде оның ең флотоактивті формасы – бос иондардың концентрациясының төмендеуін тудырады;

2) Мицелланың пайда болуы неғұрлым маңызды, реагенттің концентрациясы көп болған сайын, оның молекулаларының радикалы соғұрлым ұзақ болады және ерітіндінің температурасы соғұрлым төмен болады;

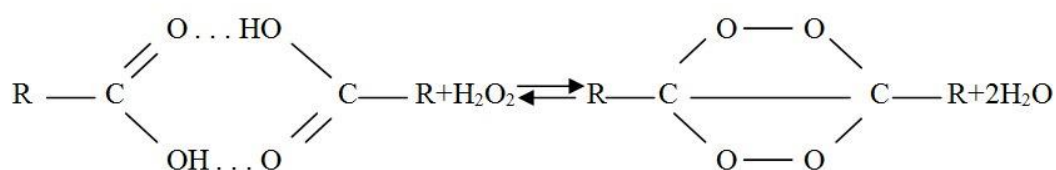
3) Мицеллалардың соңғыларының үлкен дипольдік моментінің салдарынан жекелеген, ажыратылған молекулаларға қарағанда беттік белсенділігі едәуір төмен;

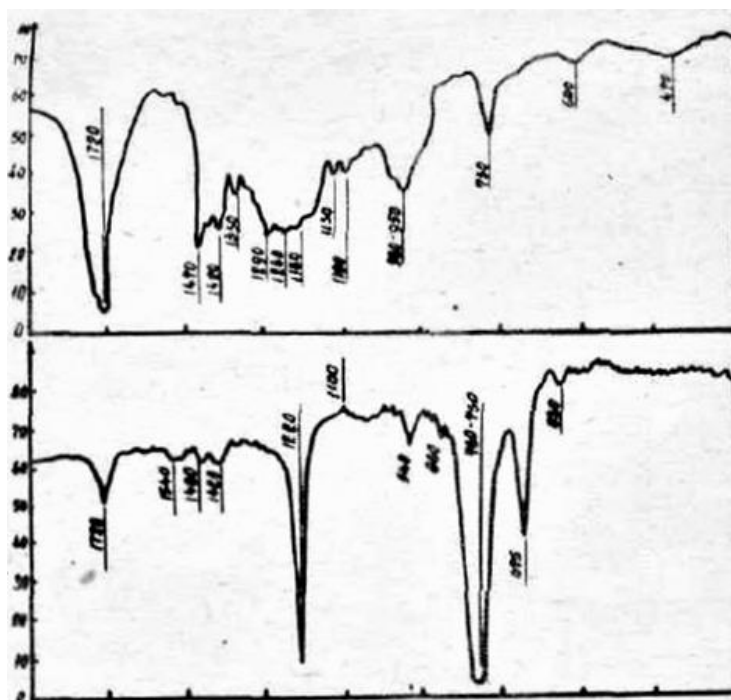
4) Модификацияланған реагент минералдың бетіне неғұрлым белсенді адсорбцияланады.

2.2 Зерттелетін әсерлер нәтижесінде реагент қасиеттерінің өзгеруін зерттеу

Энергетикалық әсерден кейін олеин қышқылы эмульсияларының ИҚ-спектрлерін зерттеу кезінде өңдеусіз олеин қышқылымен салыстырғанда (2.2-сурет) амфотериялық қасиеттері бар COOH тобына сәйкес келетін 928 см^{-1} кезінде сіңіру жолағының болмауы байқалады. Олеин қышқылында мұндай жолақтың болуы оның молекулалары қышқыл ортада негізгі қасиеттерді көрсететін амфотериялық қасиеттердің тасымалдаушысы болатындығын дәлелдейді.

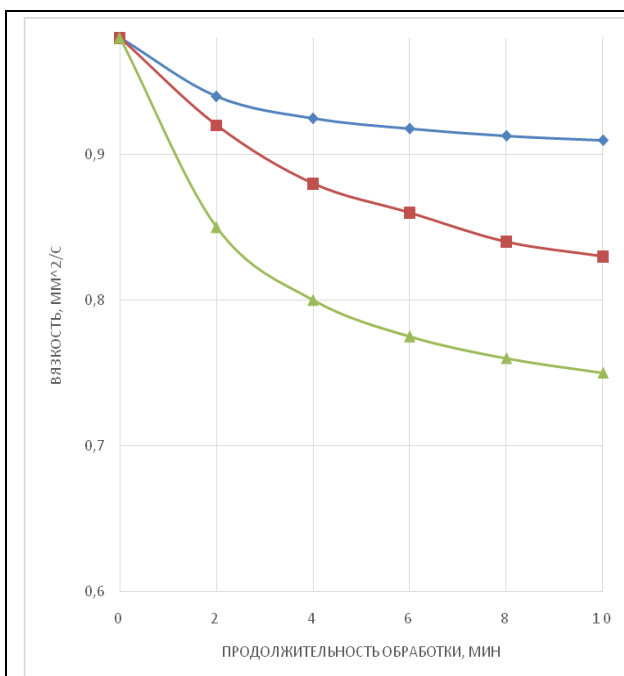
Осылайша, димер екі молекуладан тұрады, бірақ негізгі және қышқыл гидроксилден тұрады. Өңделген эмульсияларда олеин қышқылының оттегі мен сутегі асқын тотығының болуы, мүмкін, молекулалардың димерлі формасының тепе-теңдігін дипероксид тобының пайда болу жағына жылжытуға мүмкіндік берді:



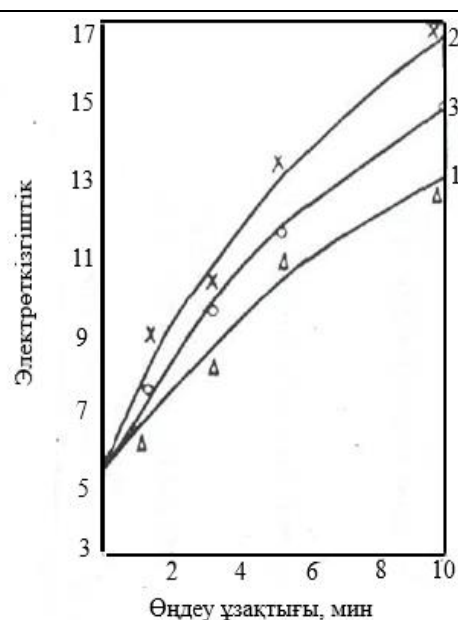


2.2 – Сурет. Өндеуден кейін олеин қышқылы эмульсияларының ИҚ спектрлері

Өндеу түрі: 1-өндеусіз; 2-ультрадыбыстық;



2.3-Сурет.Олеин қышқылы эмульсиясының тұтқырлығы
Өндеу түрі: 1-электрохимиялық; 2-ультрадыбыстық.



2.4-Сурет.Олеин қышқылы эмульсиясының электр өткізгіштігі

2.3-суретте эмульсияның тұтқырлығының әсер ету тәсіліне тәуелділігі көрсетілген. Суреттен көрініп тұрғандай, эмульсиялардың тұтқырлығы өңдеудің барлық түрлерінен кейін төмендейді. Электрохимиялық өңдеуден кейін эмульсиялардың тұтқырлығы 0,75 мм²/с-қа дейін төмендейді. Ультрадыбыстық өңдеу тұтқырлықтың төмендеуі 0,98-0,83 мм²/с. Энергетикалық әсерлердің барлық түрлерінен кейін эмульсиялардың дисперсиясын өлшеу нәтижелері ультрадыбыстық өңдеу олеин қышқылының жұқа дисперсті біртекті эмульсиясын алуға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді.

2.1-Кесте. Олеин қышқылы эмульсияларының дисперсиялығы

Өңдеу тәсілі	Кластар бойынша ірілігі, мм		
	-5+0	-10+5	-15+10
Ультрадыбыстық	60	40	20
Электрохимиялық	40	20	20

Әр түрлі физикалық әсерлерден кейін әртүрлі концентрациядағы олеин қышқылы эмульсияларының электр өткізгіштігін зерттеу кейбір өзгерістерді анықтауға мүмкіндік берді (2.4-сурет).

Олеин қышқылының 0,1% және 1,0% эмульсиясының электр өткізгіштік қисықтарының табиғаты бірдей. Сонымен, әсер етудің электрохимиялық әдісінен кейінгі ерітінділердің электр өткізгіштігі жоғары мәнге ие. Ерітінділердің ИҚ спектрлерін алып тастау кезінде анықталғандай, ультрадыбыстық өңдеу кезінде карбонил тобының модификациясы амфотериялық қасиеттердің тасымалдаушысы бола алатын молекулалардың агрегаттарының пайда болуына әкеледі. Сондықтан, олеин қышқылының эмульсияларының электр өткізгіштік мәні реагентке электрохимиялық әсерден кейін біршама төмен.

Осылайша, физика-химиялық зерттеулер ерітіндідегі олеин қышқылына энергетикалық әсер ету процесінде оның физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруін анықтайтын пероксид топтары пайда болатындығын көрсетті.

2.3 Ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу арқылы модификацияланған олеин қышқылының минерал бетімен өзара әрекеттесуі

Олеин қышқылының модификацияланған эмульсиясының типтік тотыққан флюорит минералының бетімен өзара әрекеттесуін зерттеу зертханалық жағдайда әртүрлі режимдерде энергия әсерімен өңделген жинағышты қолдана отырып флотация арқылы жүргізілді.

Флотация-камера сыйымдылығы 20мл, минералдың ірілігі-160-50 мкм, аспасы 2г зертханалық флотомашинада алынған нәтижелер 2.2-кестеде келтірілген.

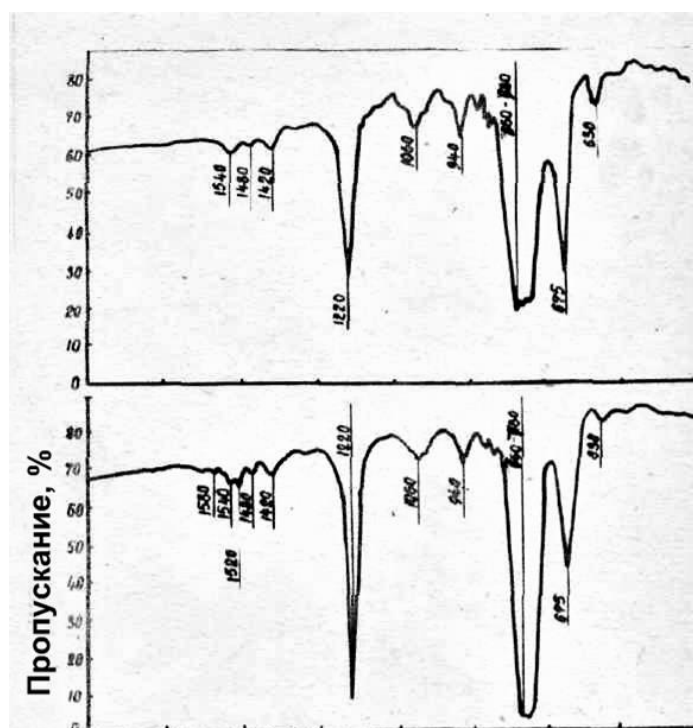
Бұл кестелер ультрадыбыстықтан электрохимиялық түрге көшу кезінде, содан кейін олеин қышқылының эмульсиясын ультрадыбыстық

өңдеу кезінде минералдың флотациялық шығымының өскенін көрсетеді. Өңдеу ұзақтығын 1-ден 3 минутқа дейін арттыру олеин қышқылының флотациялық қасиеттерін жақсарттады, бұл флотация нәтижелеріне де әсер етеді. Реагентті өңдеудің ультрадыбыстық әдісімен және 3 мин әсер ету ұзақтығымен біз олеин қышқылының жұқа дисперсті біртекті эмульсиясын аламыз, сондықтан 150 г/т жинағыштың шығыны 90,2% - ға дейін артады (электрохимиялық өңдеуден кейін реагентті пайдалану нәтижелерімен салыстырғанда 85,7%)

Олеин қышқылының су эмульсиясынан флюорит бетіндегі жинағыштың сорбциясы реагентті алдын-ала өңдеу әдістеріне байланысты зерттелді. Инфрақызыл сіңіру спектрлері 2.5 суретте көрсетілген. Жинағышты бекіту формасын зерттеу олеин қышқылының молекулалық формасындағы карбоксил тобының ауытқуына байланысты 1700 см⁻¹-ге жақын сіңу максимумы, сондай-ақ олеин қышқылының тұздарындағы иондалған карбоксил тобына сәйкес келетін 1550 см⁻¹-ге жақын сіңу максимумы бойынша жүргізілді.

Олеин қышқылы эмульсиясының спектрлерін (3.1-сурет) флюорит бетінен десорбцияланған реагент спектрлерімен салыстырған кезде (3.4-сурет) барлық жағдайларда десорбцияланған реагенттің 1700 см⁻¹-ге жақын сіңіру жолағы жоқ екені байқалады . Бұл минералдың бетінде олеин қышқылының молекулалық түрінде болмауын көрсетеді.

Мүмкін бетіндегі реагент иондық түрде, кальций сабыны түрінде болады. Сондай-ақ СООН-ға тән 1720 см⁻¹ жұтылу жолағы жоқ. 940 және 740 см⁻¹ аймағындағы спектрлердің өзгеруін бақылау қызықты, соның негізінде қос байланыстың үзілуі және минералдың бетінде екі өлшемді полимердің пайда болуы туралы қорытынды жасауға болады.



2.4-Сурет. Флюорит бетімен десорбцияланған олеин қышқылының ИҚ-спектрлеріндегі өзгеріс

Өңдеу түрі: А-ультрадыбыстық; б-электрохимиялық;

2.2-Кесте. Флюоритті флотациялау нәтижелері

Өңдеу әдісі	Өңдеу әдісі ұзақтығы, мин	Олеин қышқылының шығыны, г/т	Минералдың шығымы	
			г	%
Электрохимиялық	1	100	1,428	71,4
		150	1,692	84,6
	3	100	1,442	72,1
		150	1,714	85,7
Ультрадыбыстық	1	100	1,558	77,9
		150	1,79	89,5
	3	100	1,604	80,2
		150	1,804	90,2

Флюорит бетінен десорбцияланған реагенттің сандық құрамын анықтау жұмыста сипатталған әдістеме бойынша жүзеге асырылды. Әдістемеге сәйкес минералдың бір бөлігі, оның бетінен тек олеин қышқылының десорбциясынан кейін реагентті алудың толықтығын анықтау үшін флотацияланған. Минералдың екінші бөлігі оның бетінен олеин қышқылының қоспаларын алып тастағаннан кейін флотацияланды. Зерттеу нәтижелері 2.3-кестеде келтірілген.

2.3-Кесте. Жинағыштың бетінен десорбцияланғаннан кейін флюоритті флотациялау нәтижелері

Реагентті өңдеу әдісі	Бастапқы масса, г	Минералдың шығымы		Десорбцияланған реагенттің мөлшері, %		
		г	%	Олеин қышқылы	Олеин қышқылының қоспалары	Десорбцияланған реагент суммасы
Электрохимиялық	15,0	13,9	80,0	15,6		
	13,9	2,8	20,6		7,3	22,9
Ультрадыбыстық	15,0	10,9	82,6	3,6		

2.3-кестенің жалғасы

	14,0	11,6	82,86		1,41	5,01
--	------	------	-------	--	------	------

Кестеден көріп отырғанымыздай, барлық жағдайларда әр түрлі энергетикалық әсерлермен өзгертілген олеин қышқылының су эмульсиясының флюорит бетінен десорбциясы, реагенттің көп бөлігі минералдың бетінде қалады. Минерал бетіндегі десорбцияланған жинағыштың ең аз мөлшері ультрадыбыстық әдіспен өңделген реагенттерді пайдалану кезінде байқалады (5,01 %). Реагенттің бір немесе басқа түрінің басым болуы және оны бекіту формасы ерітіндідегі жинаушының табиғаты мен жағдайына байланысты. Жинағыш иондарының физикалық немесе химиялық сорбциясына байланысты бетіне бекітілуін минералдың бетінде иондық байланыстардың көп бөлігі болған кезде және оң заряд болған кезде күтуге болады, ал жинаушы иондық формада болады. Бұл нәтижелер флюорит бетінен десорбцияланған реагенттің ИҚ-спектрлерін зерттеу кезінде алынған қорытындыларды растайды. Осылайша, бірлескен өңдеумен өзгертілген олеин қышқылының эмульсиясы минералдың бетіне негізінен химиялық жолмен бекітіледі, бұл коллектордың полярлы тобы мен минералдың беті арасында коваленттік немесе координациялық байланыс түзуге мүмкіндік береді деп қорытынды жасауға болады.

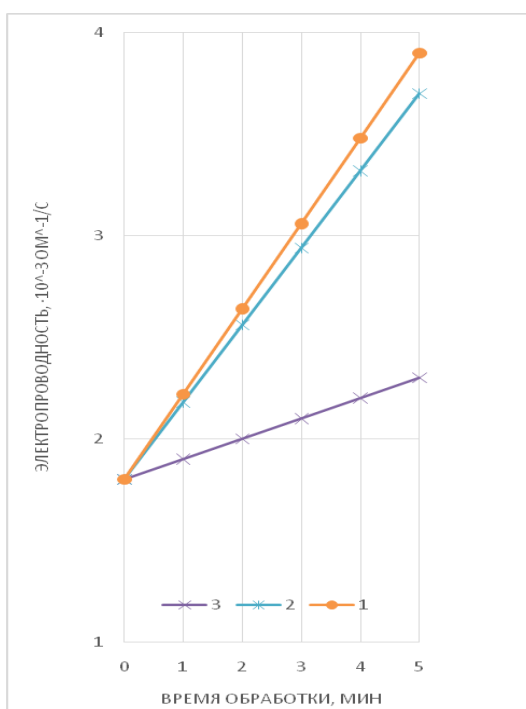
3. Реагенттердің тұтқырлығы мен тотығу-тотықсыздану потенциалының (ТПП) электрөткізгіштігінің өзгеруіне зерттелетін әсерлерді зерттеу

Флотациялық реагенттердің ерітінділері мен эмульсияларында реагенттер концентрациясы мен қоршаған орта жағдайларына байланысты бірнеше формалар (мицеллярлық, молекулалық, иондық) жиі қатар өмір сүретіні белгілі. Әр түрлі энергетикалық әсерлердің әсерінен қолданыстағы формалардың арақатынасын өзгертуге болады.

Энергетикалық (ультрадыбыстық, электрохимиялық) әсерлерден кейін АНП реагентінің су эмульсиясының физикалық-химиялық қасиеттерін зерттеу бойынша зерттеулер жүргіздік. АНП 1,0% эмульсиясын өңдеу флотациялық реагенттерді ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеуге арналған зертханалық қондырғыда жүргізілді. АНП су ерітінділерінің электрөткізгіштігін, тұтқырлығын және тотығу-қалпына келтіру әлеуетін зерттеді.

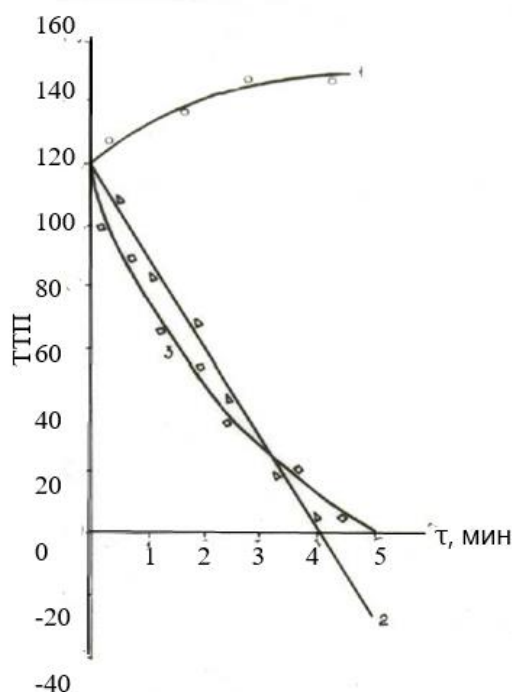
3.1 Әсер ету түріне байланысты АНП ерітіндісінің электрөткізгіштігі мен тұтқырлығының ТПП өзгеруін зерттеу

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ультрадыбыстық өңдеу кезінде АНП сулы ерітіндісінің рН өңделмеген реагент ерітіндісімен салыстырғанда төмендейді. Бұл жағдайда сутегі иондарының белсенділігі уақыт ұзақтығымен артады.



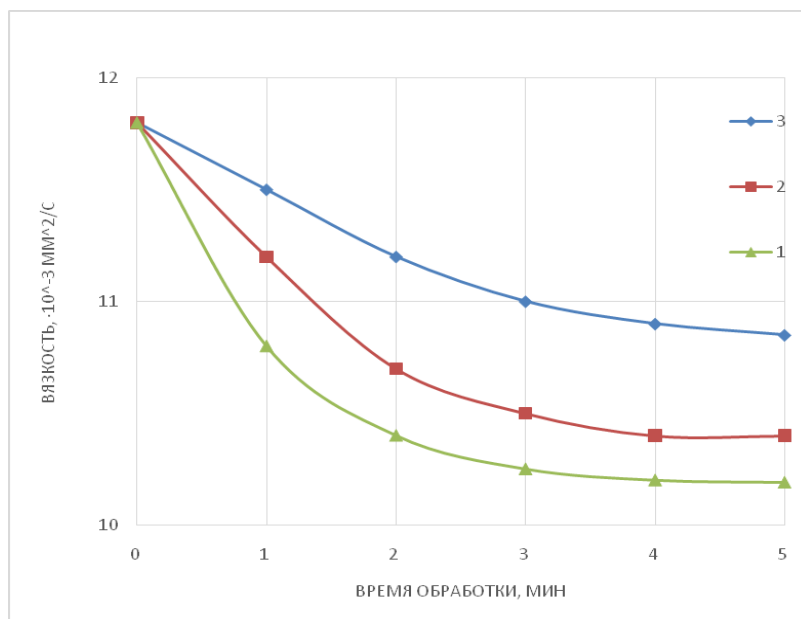
3.1-Сурет. Ерітіндінің ұзақтығы мен өңдеу тәсілінен электр өткізгіштігінің өзгеруі: 1-УДӨ; 2-ЭХӨ;

Ультрадыбыстық өңдеу кезінде жинағыштың су ерітіндісінің рН мәнінің өзгеру сипаты әдеби деректерге сәйкес келетін АНП реагентінің иондық формасының басым екендігін көрсетеді. Қышқыл ортада аминдердің иондық түрге ауысуы оңай болатыны белгілі, сондықтан ультрадыбыстық өңдеуден кейін АНП сулы ерітінділерінің электр өткізгіштігі артып, тотығу потенциалы 120-дан 150 мВ-ға дейін артады (сурет -3.1, қисық 1). Ультрадыбыстық өңдеу кезінде электр өткізгіштігі 1,8 –ден $2,3 \cdot 10^{-3}$ – ке өсті.



3.2 - Сурет. АНП ерітіндісінің ұзақтығына және өңдеу тәсіліне байланысты ТТП өзгерістері: 1-УДӨ; 2-ЭХӨ;

Ультрадыбыстық әрекет басқа өңдеу түрлерімен салыстырғанда тұтқырлықтың $10,53 \cdot 10^{-3}$ мм²/с-тан $1,5 \cdot 10^{-3}$ м²/с-қа дейін (3.2-сурет, 1-қисық) айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. АНП реагентінің ультрадыбыстық әсерінен кейін тұтқырлықтың төмендеуін мицеллалардың жойылуымен түсіндіруге болады, өйткені ультрадыбыспен төмен жиіліктерде және сыналатын ортада кавитация тудыратын қарқындылықта жүргізілді. (2-бөлім) Анықталғандай, АНП сулы ерітінділеріндегі мицелланың (БКМ) критикалық концентрациясының өзгеруі өңдеу түріне байланысты. Ультрадыбыстық, электрохимиялық және аралас өңдеу реагенттің мицеллярлық құрылымын бұзуға және оны ион –молекулалық пішінге айналдыруға ықпал етеді. Бұл болжам электр өткізгіштігін, тотығу потенциалын, тұтқырлықты өлшеу нәтижелерімен расталады.



3.3 – Сурет. АНП ерітіндісінің ұзақтығы мен өңдеу тәсіліне байланысты тұтқырлықтың өзгеруі: 1-УДӨ; 2-ЭХӨ;

4. Энергетикалық әсерлер негізінде жинағыш реагенттерді модификациялау технологиясын игеру

Диссертациялық жұмыста энергетикалық әсерлер кезіндегі реагенттердің физикалық-химиялық жағдайын анықтау бойынша зертханалық зерттеулер жүргізілді.

Өңделетін реагенттерге ультрадыбыстық өрістің әсері зерттелді. Атап айтқанда, флотациялық реагенттерді – олеин қышқылы мен тал майын тарату бойынша зерттеулер жүргізілді. Бұл реагенттерді таңдау олардың суда ерімейтіндігімен және флотация процесінде мөлшерлеу кезінде олардың эмульсиясы талап етілетіндігімен негізделген.

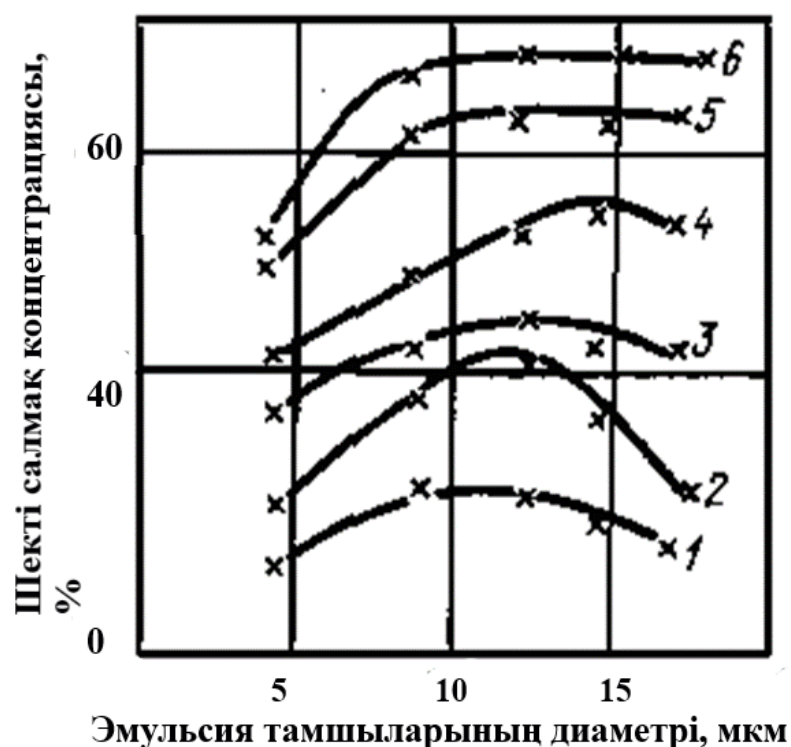
Көрсетілген флотациялық реагенттерді ультрадыбыстық әсермен УЗДН–2т төмен жиілікті ультрадыбыстық диспергаторын қолдану арқылы диспергирлеу жүргізілді, 4.4-суретте көрсетілген қисықтарды (5 және 6) талдау басқа динамикалық әсерлермен салыстырғанда акустикалық тербеліс өрісінде олеин қышқылын диспергирлеу бойынша эмульсия сапасына оң әсер етеді. Бірақ ультрадыбыстық диапазонның әсеріне артықшылық беру керек (жиілігі 22 кГц, қарқындылығы–3,6 Вт/см²) 6 қисығы өйткені дәл осы әсерде кавитацияның эрозиялық белсенділігі артады, бұл эмульсия сапасына оң әсер етеді.

Жүргізілген зерттеулерден ультрадыбыстық өңдеудің ұзақтығы эмульсиялардың сапасына айтарлықтай әсер ететіндігін көруге болады (4.4-сурет). Қысқа мерзімді акустикалық әсер компоненттердің жеткіліксіз ұсақталуын қамтамасыз етеді, эмульсиялар төмен төзімді және тез стратификацияланады. Сонымен қатар, ұзақ мерзімді ультрадыбыстық диспергирлеу эмульсиялардың тұрақтылығын төмендетуге және дисперсті фазалық бөлшектердің коагуляциясына әкелуі мүмкін.

Реагенттерді флотация процесіне жібермес бұрын алдын-ала тарату әдісі, негізінен, эмульсияның механикалық әдісіне де жарамды, алайда бұл жағдайда эмульсия тамшыларының нақты беті ультрадыбыспен салыстырғанда әлдеқайда аз, сондықтан әдістің тиімділігі айтарлықтай төмендейді.

Сондай-ақ, талл майының эмульсиясы қиын флотореагентін диспергирлеу бойынша іздеу эксперименттері жүргізілді.

Ультрадыбыстық сәулелену режимінде айнымалы мәндер қарқындылығы мен өңдеу уақыты (22 кГц жиілікте) болды. Ультрадыбыс қуатының өзгеру шегі–1,2-7 Вт/см², сәулелену уақыты 5 мин шегінде өзгерді, себебі дыбыстау уақытының одан әрі ұлғаюы температураның айтарлықтай көтерілуіне (100С астам) әкеледі. Бұл температуралық әсер өңделетін реагенттің (сұйықтықтың) физика-химиялық қасиеттерін–құрылымын, сулану жылуын және т. б. өзгертетіндігіне байланысты жағымсыз.



4.4-Сурет. Олеин қышқылы эмульсиясының шекті салмақ концентрациясының эмульсия дисперсиясына тәуелділігі

1-флотациялық машинада механикалық эмульсиялау ($n=33$ айн / с); эмульгирлеу ұзақтығы 500 с; 2-қалақты араластырғышта механикалық эмульгирлеу ($n=140$ об/с); эмульгирлеу ұзақтығы 420 с; 3–20 кГц жиілікте ультрадыбыстық диспергирлеу; диспергирлеу ұзақтығы 380 с; 4 -20 кГц жиілікте және төмен жиілікте–50 Гц жиілікте ультрадыбыстық диспергирлеу; диспергирлеу ұзақтығы 350 с; 5–20 кГц жиіліктегі ультрадыбыстық тербелістерді және механикалық араластырғышты ($n=140$ айн/с) сұйықтыққа бір мезгілде енгізу кезінде эмульсиялау; эмульгирования ұзақтығы 350 с; 6–22 кГц жиіліктегі акустикалық тербеліс жиілігінде ультрадыбыстық диспергирлеу; диспергирлеу ұзақтығы 300 с;

Ультрадыбыстық әсердің дисперстік эффекті алынған эмульсияның сапасы бойынша бағаланды. Эмульсияның дисперсиясын өлшеу нәтижелері 4.5-кестеде келтірілген.

4.1- Кесте. Талл майы эмульсиясының дисперсиясы

Өңдеу параметрлері	Сыныптар бойынша ірілігі, мк		
	-5+0, %	-10+5, %	-15+10, %
УДӨ, жиілігі 22 кГц; қарқындылығы 2,2вт/см ² ; өңдеу уақыты , 3 мин.	40	40	20

Эмульсияның дисперсиясын өлшеу нәтижелері өндеудің бұл түрі еритін реагент –талл майының жұқа дисперсті біртекті эмульсиясын алуға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Эмульсия тамшыларының мөлшері 5 және 10 мкм-ден аз 80% құрайды.

Флюорит кенін флотациялау кезінде алынған эмульсияларды пайдалана отырып, ашық циклде салыстырмалы зертханалық флотациялық тәжірибелер жүргізілді.

Флюорит кенін флотациялаудың технологиялық көрсеткіштері бойынша салыстырмалы орташаланған деректер 4.2-кестеде келтірілген.

4.2–Кесте. Флюорит кенін флотациялаудың технологиялық көрсеткіштері

	Реагентті дайындау шарты	Флотация өнімдерінің атауы	CaF үлесі ₂ , %	Бөліп алу дәрежесі CaF ₂ , %
1.	Талл майын өндеусіз	Концентрат Қалдық Кен	92,10 12,58 38,65	77,95 22,05 100,0
2.	Ультрадыбыстық өндеу	Концентрат Қалдық Кен	95,80 9,24 38,65	84,20 15,80 100,0

4.2-кестеден көріп отырғанымыздай, өңделген реагенттің эмульсиясын пайдалану кезінде 84,20% алынған кезде пайдалы компоненті 95,80% болатын флотациялық концентрат алынды, олар флотация процесінде өңделмеген реагент берілген жағдайда тиісті деректерден асып түседі.

Спектрофотометриялық зерттеу әдістеріне сүйене отырып, реагент ерітінділеріне энергия әсерінің әсері зерттелді.

Минерал бетінің (мусковит) АНП модификацияланған ерітінділерімен әрекеттесу механизмін зерттеу үшін инфрақызыл спектроскопия әдісі қолданылды.

Зерттеу барысында мусковиттің минералды беті өңделген АНП техникалық реагентінің 15% сулы ерітіндісі өңделмеген және энергетикалық әсермен өңделген (ультрадыбыстық өндеу).

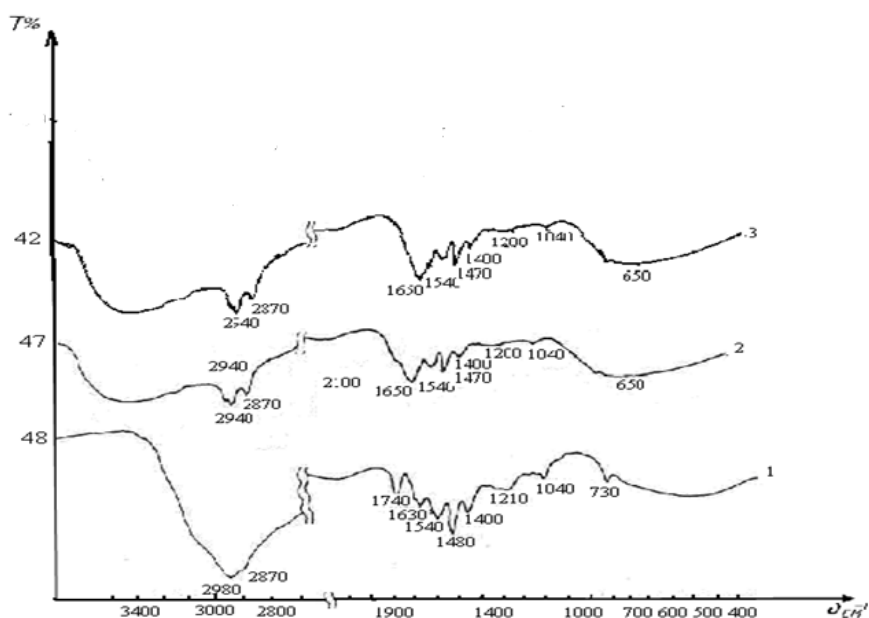
Алынған спектрдің түсіндірмесі (1-қисық) 2980, 2870 см⁻¹ жолағының валенттік ауытқуларға сәйкес келетіндігін көрсетеді (CH₂, CH₃) . Шын мәнінде, бастапқы аминдердің жолақтарына 1540, 1480 см⁻¹ болатын сіңіру жолақтары жатады , олар 1485-1550 см⁻¹ шегінде амин қосылыстарында орналасқан иондалған топтың симметриялы деформациялық тербелістерін анықтайды.

1630 см⁻¹ аралығындағы жолақ асимметриялық деформациялық тербелістерге тән . 1740 см⁻¹ жолағы аминқышқылдары гидрохлоридінің иондалған карбоксил тобын анықтайды. 1240, 1040, 730 см⁻¹ әлсіз жолақтар сіңіру жолақтарының қарқындылығы бойынша шамалы мөлшерде болатын

бөгде қоспаларға жатады. Ультрадыбыспен өңделген АНП ерітіндісінің ИҚ спектрін түсіндіру (2-қисық) асимметриялық деформациялық тербелістерге қатысты 1630 см-1 кезінде сіңіру жолағы 1640-1650 см-1 кезінде кең қарқынды жолақ түрінде көрінетінін көрсетеді.

1640 см-1-де кең қарқынды сіңіру жолағының болуы иондалған карбоксил тобына тән 1720 см-1 диапазонын жабады.

4.5-суретте (3-қисық) электрохимиялық өндеуден кейін 15% СУ ерітіндісінің IR спектрі көрсетілген. 1 және 3 қисықтарды салыстырмалы талдау АНП өңделген ерітіндісінің ИҚ спектрі өңделмеген АНП ерітіндісінің ИҚ спектрінен айтарлықтай ерекшеленетінін көрсетеді. АНП өңделген ерітіндісінің ИҚ спектрінде 1640, 1720 см-1 қарқынды кең сіңіру жолағы байқалады. 1720-1640 см-1 аймағында модификацияланған АНП спектрлерінде кең қарқынды сіңіру жолағының болуы реагенттің иондалған түрін, демек оның флотациялық белсенділігінің жоғарылауын көрсетеді.



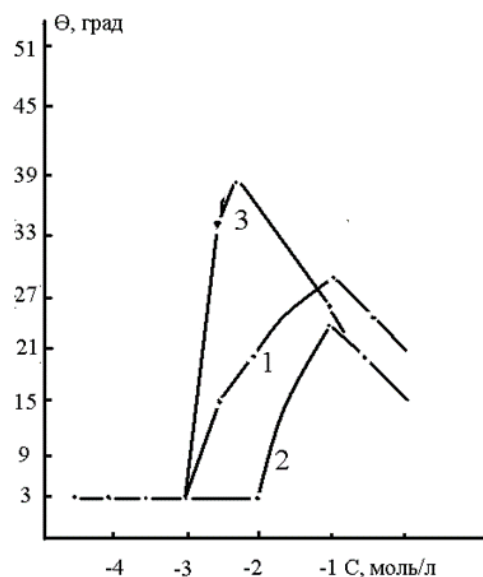
4.5— Сурет. АНП реагенті ерітінділерінің ИҚ-спектрлері

1-өңделмеген АНП ерітіндісі; 2-ультрадыбыстық әсермен өңделген АНП ерітіндісі; 3 - электрохимиялық әсермен өңделген АНП ерітіндісі;

ИҚ-спектроскопия бойынша алынған деректер мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

- ИҚ-спектроскопиямен УДӨ, ЭХӨ өңделген АНП ерітінділерінің спектрінде 1720-1640 см-1 кезінде ауқымды, қарқынды малту жолағының болуы оның флотациялық белсенділігін арттыруға ықпал ететін реагенттің иондалған нысанын айғақтайтыны анықталды;

1720-1640 см-1 кезінде жұтылу жолағының қарқындылығының артуы АНП өңделген ерітіндісінің ИҚ-спектрінде оның иондалған түрін көрсетеді, бұл реагенттің жиналу қабілетін арттыруға ықпал етеді.



4.6- Сурет. Өңдеу түріне байланысты АНП ерітінділеріндегі мусковит бетінің сулану бұрышының өзгеруі

1-ультрадыбыстық (УДΘ); 2 - өңдеусіз; 3-электрохимиялық (ЭХΘ);

АНП модификацияланған ерітінділерінің минералдың сулануына әсері зерттелді. Флотация кезінде минералды бөлшектердің бөліну тиімділігін анықтайтын факторлардың бірі олардың бетінің сулануындағы айырмашылық екені белгілі. Бұл айырмашылықты бөлу селективтілігін арттыру мақсатында реагенттер арқылы күшейтуге болады. Бұл процесті басқару, сондай-ақ қолданылатын реагенттердің белсенділігін анықтау үшін біз қатты беттің сулану мөлшерін және реагенттердің сулы ерітінділеріне сыртқы энергетикалық әсердің әсерінен (ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу) оның өзгеруін бағалау әдісін қолдандық. 4.6-суретте ультрадыбыстық (1-қисық), электрохимиялық (3), өңдеуден кейін және өңделмеген (2) АНП ерітінділеріндегі мусковит минералының беткі қабатының шеттік бұрышының өзгеруінің изотермалары көрсетілген.

Суреттен көрініп тұрғандай (1,3 қисықтары) минералдың бетіндегі модификацияланған АНП ерітінділерінің сулану бұрышы өңделмеген ерітінділермен салыстырғанда артады (2 қисық). АНП модификацияланған ерітінділеріндегі мусковит бетінің сулануы бойынша эксперименттік деректердің нәтижелері өңделген реагенттің өңделмеген жинағышпен салыстырғанда белсенділігінің артуы туралы бұрын жасалған тұжырымды растайды.

5. Энергетикалық әсер ету негізінде флотациялық реагенттерді түрлендіруге арналған аппараттардың конструкциясын әзірлеу

Реагенттерді ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу кезінде қол жеткізілген оң нәтижелер өнеркәсіпте осы әдістерді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін жабдықты дамытуға негіз болды. Сонымен қатар, ультрадыбыстық және электрлік өңдеу үшін қолданылатын жабдықтың айтарлықтай кемшіліктері бар. Сонымен, стандартты электронды ультрадыбыстық жабдықты қолдану (UZDN-1, UZG-10, UZDN-3t. UZG1-0,004/22. УЗГ5-0,63 / 22, УЗГ8-01/22) өнеркәсіптік масштабта оның күрделілігіне, төмен ПӘК және жоғары пайдалану шығындарына байланысты мүмкін емес. Екінші жағынан, қазіргі уақытта қолданылатын электролизерлердің жалпы кемшілігі бар – электродтардың бетін электролиз кезіндегі реакция өнімдерімен пассивациялау, бұл процесті тиімсіз етеді.

Осыған байланысты сұйық орталарды ультрадыбыстық электрохимиялық өңдеуге арналған осындай аппараттарды әзірлеуге көп көңіл бөлінді, оларды бірге қолданған кезде бір-бірін өзара толықтыра отырып, оларға тән кемшіліктерді жоя отырып, минималды энергия шығындарымен максималды технологиялық әсер алуға мүмкіндік береді, оларды жасау және пайдалану оңай болады.

5.1 Флотациялық реагенттерді модификациялау бойынша гидродинамикалық ультрадыбыстық аппараттарды әзірлеу

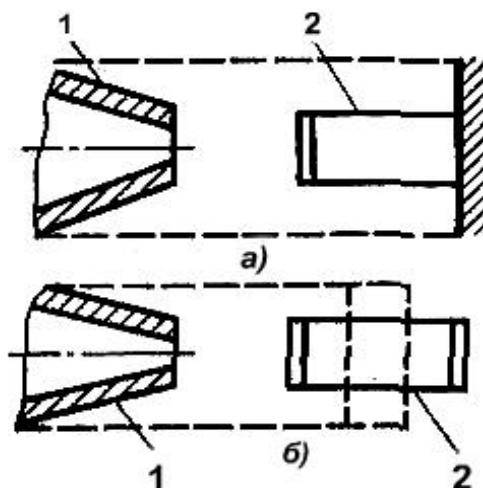
Гидродинамикалық генераторлар-сәулелендіргіштер ағынның кинетикалық энергиясын серпімді акустикалық тербелістердің энергиясына айналдыруға қызмет етеді. Дыбыс генерациясы ағынның турбулентті қозғалысы аймағында жүреді. Құрылған дыбыстық өрісті есептеу үшін әдетте Лайтхилл акустикалық аналогия теориясы қолданылады, оған сәйкес турбулентті ағын белгілі бір құрылымның берілген дыбыс көзі ретінде қарастырылады.

Гидродинамикалық сәулелендіргіштер-бұл турбулентті су басқан сұйық ағынының энергиясының бір бөлігін акустикалық толқындардың энергиясына айналдыратын құрылғылар. Гидродинамикалық сәулелендіргіштердің (ультрадыбыстық құрылғылардың) жұмысы саптамадан ағып жатқан ағынның белгілі бір пішін мен көлемдегі кедергілермен әрекеттесуі кезінде немесе ағынның мезгіл-мезгіл үзілуі кезінде сұйық ортадағы бұзылыстарды тудыруға негізделген. Бұл бұзылулар саптамадағы ағынның негізінде кері әсер етеді, өздігінен тербеліс режимін орнатуға ықпал етеді.

Акустикалық сәулеленудің пайда болу принципін анықтайтын құрылымы бойынша. гидродинамикалық сәулелендіргіштерді белгілі бір топтарға бөлуге болады. Бірінші топқа сәулелендіргіштер кіреді, онда

резонанстық элементтердің тербелістерінің қозуы плиталар, өзектер немесе мембраналар түрінде сұйықтықтың ағып жатқан ағынымен қолданылады .

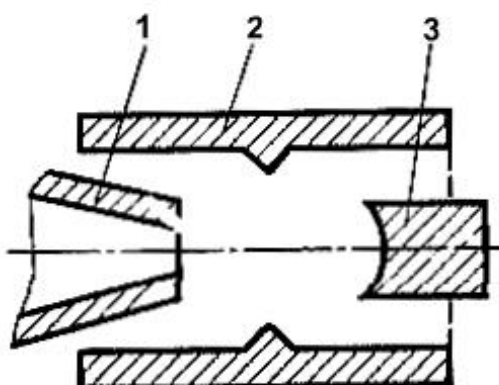
Өз кезегінде резонанстық элементтердің тербелісі радиатордың акустикалық өрісін тудырады. Мұндай сәулелендіргіштердің ең көп таралған модификациясы-бұл кантильді немесе екі нүктелі тербелмелі пластинаны бекітетін пластиналық сәулелендіргіштер (5.1-сурет).



5.1-Сурет. Пластинаны консольді (А) және екі нүктелі (б) бекіту жағдайларына арналған пластиналы типті резонанстық гидродинамикалық сәулелендіргіштер конструкциясының схемасы

1-саптама; 2-резонанстық пластина

Конус-цилиндрлік немесе саңылаулы саптамадан жоғары жылдамдықпен ағатын ағын сына тәрізді жиегі бар табакқа түседі. Ағынның бұзылуы және құйынды пульсациялар пайда болады. Пульсация жиілігі пластинаның өзіндік резонанстық жиілігімен сәйкес келсе, одан сұйықтыққа акустикалық толқын шығады. Ағынның кинетикалық энергиясын акустикалық тербеліс энергиясына айналдырудың ұқсас принципі көп ядролы гидродинамикалық сәулелендіргіштерде қолданылады. Шүмектен ағатын дөңгелек қима ағыны ай тәрізді шағылыстырғышқа соғылады және шүмек осіне параллель цилиндрлік генератрикс бойымен бекітілген өзектердің ұшты шығыңқы жерлеріне түсіп, желдеткіш тәрізді бөлінеді (5.2-сурет).



5.2-Сурет. Гидродинамикалық көп сырықты сәулелендіргіш конструкциясының схемасы

1-саптама; 2-резонанстық өзектер; 3-шағылыстырғыш

Өзектердің тербелісі қозғалады, олар қоршаған ортада өте күшті дыбыс өрісін жасайды.

Мұндай сәулелендіргіштердің параметрлерін шамамен бағалау келесі формулалар бойынша жүзеге асырылады. Ағынның табиғи тербелістерінің жиілігі келесідей анықталады

$$f = \frac{n\vartheta}{2L} ; \quad (5.1)$$

ϑ - ағынның жылдамдығы;

L - саптамадан шағылыстырғышқа дейінгі қашықтық; $=1,2,3\dots$

Пластиналардың екі түйіндік нүктесінде бекітілген консольдік тербелістердің меншікті жиіліктері өрнектерге сәйкес келеді

$$f = 0,162 \frac{d}{l} \sqrt{\frac{E}{\rho}} ; \quad (5.2)$$

$$f = 10^4 \frac{1}{2\pi} (1+\gamma)^2 \frac{d/2}{(1/2)^2} \sqrt{\frac{E}{3\rho}} ; \quad (5.3)$$

l - ; пластинаның ұзындығы;

d - қалыңдығы;

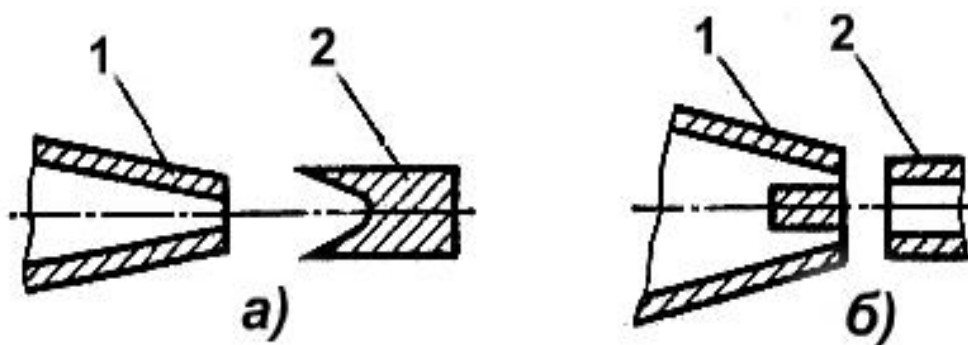
E - - Юнг модулі;

ρ - тығыздығы;

$$\gamma = 2d/(l - 2d) \quad (5.4)$$

Бұл сәулелендіргіштердің жиілік спектрі салыстырмалы түрде төмен қысым 0,4 -0,5 МПа болатын Гц құрайды.

Гидродинамикалық сәулелендіргіштердің басқа тобында дыбыс өрісі кавитация аймағының пульсациясы арқылы жасалады. Оларға Назаренко сәулелендіргіштері типінің конструкциялары кіреді, онда саптама мен рефлектор жұмыс элементтері ретінде қызмет етеді (5.3-сурет).



5.3-Сурет. Назаренко гидродинамикалық сәулелендіргіштері конструкцияларының сызбанұсқасы (А) және тура ағынды (Б) нұсқаларда 1-саптама; 2-шағылыстырғыш

Суреттен көрініп тұрғандай, саптама мен рефлектордың ұштары арасында пайда болған акустикалық өрістің параметрлерін анықтайтын импульсті кавитация аймағы пайда болады. Шағылысқан ағын үшін оңтайлы қалдық бұрышы 35-400 аралығында, саптаманың сыртқы және ішкі диаметрінің оңтайлы қатынасы 3-4 құрайды. Алынған сәулеленудің жиілік диапазоны 0,4 – 40 кГц аралығында, 1 кГц-ке жақын амплитудалық максимумы бар. Шығарғыштың жақын аймағында максималды дыбыстық қысым 4,5-2 МПа-ға жетеді, ағынның кем дегенде 20 м/с жылдамдығы.

Ультрадыбыстық технологияда қарастырылған гидродинамикалық сәулелендіргіштердің екі тобынан басқа, құйынды радиаторлар да қолданылады, олардың жұмыс принципі құйынды аэродинамикалық ысқырықтарға сәйкес келеді және Леваассердің ысқырығы сияқты сәулелендіргіштер. Осы сәулелендіргіштер тобының ішінде құйынды типтегі гидродинамикалық сәулелендіргіштер (UGS және UGI-B) өнеркәсіптік жағдайда (пайдалы қазбаларды байыту кезінде) пайдалану үшін ең перспективалы болып табылады. Гидродинамикалық сәулелендіргіштердің техникалық сипаттамалары 5.1-кестеде келтірілген.

5.1-Кесте. УГС және УГИ-В гидродинамикалық сәулелендіргіштерінің техникалық сипаттамалары.

Сипаттамасы	Сәулелендіргіш түрі	
	УГС	УГИ – В
Жиілік спектрі, кГц	30-30	2-30
Қарқындылығы, Вт / см ²	0,3 – 0,5	0,3 – 0,5
Сәулелендіргішке кірудегі сұйықтықтың қысымы, Н/м ²	$2 - 3 \cdot 10^5$	$2 - 3 \cdot 10^5$
Эжекторлы түтікте пайда болатын Вакуум, Н/м ²	$-0,8 \cdot 10^6$	$-0,6 \cdot 10^5$
Бастапқы реагент бойынша өнімділік, кг/ сағ	60 – 180	60 – 180

5.1-кестенің жалғасы

Габариттері, мм:		
биіктігі	105	139
диаметрі	44	55
Салмағы, кг	0,43	0,76

Көрсетілген ультрадыбыстық гидродинамикалық сәулелендіргіштер байыту фабрикаларында суда нашар еритін және эмульгациясыз қолдануға болмайтын флотациялық реагенттердің эмульсияларын дайындау үшін қолданылады.

5.2 Құйынды типті ультрадыбыстық аппараттың гидродинамикалық бөлігін әзірлеу бойынша зерттеулер

Жоғарыда айтылғандай, стандартты электронды ультрадыбыстық жабдықтар күрделілікке, төмен тиімділікке, жоғары пайдалану шығындарына және төмен өнімділікке байланысты минералды байыту кезінде өнеркәсіптік пайдалануды таппады. Осы саладағы зерттеулер көрсеткендей, қазіргі уақытта әртүрлі дизайндағы және мақсаттағы ультрадыбыстық гидродинамикалық құрылғылар қолданылады.

Осыған байланысты әр түрлі кендерді байыту кезінде олардың флотациялық белсенділігін арттыру мақсатында флотациялық реагенттерді ультрадыбыстық өңдеуге арналған осындай аппараттарды әзірлеуге көп көңіл бөлінді.

Реагенттерді ультрадыбыстық өңдеуге арналған аппаратты әзірлеу кезінде оны электролизермен біріктіріп одан әрі пайдалануды ескере отырып, оның конструкциясына қойылатын мынадай негізгі талаптар негізге алынды:

- 1) Жұмыстың үздіксіздігі;
- 2) реагенттердің жұқа диспергирленуін қамтамасыз ету;
- 3) электродтарды (оларды тазарту) адсорбцияланатын заттардан пассивациялауды болдырмау;
- 4) электродтарға затты жеткізу және бұру жылдамдығын арттыру мақсатында электр аралық кеңістікте өңделетін ортаны қарқынды араластыру;
- 5) үнемділік, өндіру және пайдалану оңай.

Реагенттерді ультрадыбыстық өңдеуге арналған жабдықты әзірлеу кезінде құйынды типтегі акустикалық тербеліс сәулелендіргіштерінің конструкциялары негіз болды.

Осы типтегі гидродинамикалық сәулелендіргіштерді есептеу үшін бастапқы мәліметтер олардың өнімділігі, кіріс қысымы, сондай-ақ жұмыс сұйықтығы мен өңделген реагенттің қасиеттері болып табылады.

Сұйықтық сәулелендіргіш арқылы қозғалғанда, оның Q шығыны оның геометриялық өлшемдеріне, атап айтқанда, ағындардың бұралу радиусының кіріс арналарының ауданына, сұйықтықтың тығыздығына, тұтқырлықтың

қысылуына, динамикалық ығысу кернеуіне және P кірісіндегі сұйықтықтың қысымына байланысты екендігі анықталды.

Жалпы алғанда, Сәулелендіргіштің өнімділігі сәйкес функционалды тәуелділікпен көрсетілуі мүмкін

$$F(d, \vartheta, \rho, \eta, \tau_0, P, S_c, A, B, Q) = 0, \quad (3.4)$$

мұндағы d -тесіктің диаметрі, оның ауданы кіріс арналарының жалпы ауданына тең.

$$d = \sqrt{\frac{4\pi \cdot S}{n}}, \quad (3.5)$$

мұндағы n – кіріс арналарының саны;

ϑ – тангенциалды канал арқылы сұйықтықтың ағу жылдамдығы;

S_c – Шығыс саптама ауданы;

$A = \frac{\pi R \tau_c}{n \cdot S} \sin \beta$ – сәулелендіргіштің геометриялық сипаттамасы;

τ_c – шығу шүмегінің радиусы;

β – кіріс (тангенциалды) арнаның саптама осіне көлбеу бұрышы;

$B = \frac{R}{\tau \cdot \sigma_x}$ – ағындардың бұралу радиусының тангенциалды

каналдың радиусына қатынасы.

Гидродинамикалық сәулелендіргіш 103 Гц жиіліктің кең спектрімен (1-60) сұйық ортада қарқынды серпімді тербелістер тудыратыны анықталды, максималды амплитудалық жиілік диапазоны құрылғының геометриялық параметрлерімен анықталады және 103 Гц диапазонын қамтиды (10-20). Демек, радиатор арқылы сұйықтықтың қозғалысы тұрақсыз болады және St (Струхаль өлшемі) кіші параметрімен сипатталады. Эмиттер арқылы сұйықтықтың қозғалысы қысым болғандықтан, қысым мен инерция күштері салыстырылады, сондықтан Эйлер параметрін (EE) ескеру қажет.

Тұтқыр-пластикалық сұйықтықтардың қозғалысы кезінде гидравликалық есептеулерде (кейбір реагенттерге ұқсас) гидравликалық кедергі коэффициентінің мәні Re_1 , Re_{11} Рейнольдстың екі параметріне байланысты анықталуы керек. Бұл сұйықтықтардағы үйкеліс күштері Тұтқыр және пластикалық компоненттерден тұратындығымен түсіндіріледі. Үйкеліс күштерінің осы компоненттерінің бірі екіншісінен басым болған жағдайда, екіншісін елемеуге болады.

Егер сәулелендіргіштің кіріс арналарының өте кішкентай көлденең қималарын және сұйықтықтың үлкен ағынын ескеретін болсақ, онда радиаторда сұйықтықтың турбулентті қозғалыс режимі өте дамыған деп болжауға болады. Сонымен қатар, инерция күштерімен ығысудың динамикалық кернеуінің күштері өте аз, өйткені Re_{11} параметрі өте үлкен ($Re_{11} > 107$), ал инерция күштерінің тұтқырлық күштеріне қатынасы $Re_{11} = 103-105$ санымен сипатталады.

Осылайша, сұйықтықтың гидродинамикалық сәулелендіргіштің кіріс арналары арқылы қысыммен қозғалуымен (кіші бөлім), дыбыстық және ультрадыбыстық жиіліктердің серпімді тербелістері қозған жағдайда ағындардың кинетикалық сипаттамасы инерция мен қысым күштерімен анықталады. Мұндай қозғалыстар үшін ішкі үйкеліс (тұтқырлық) күштерінің әсері шамалы, ал икемділік күштерін елемеге болады.

Сондықтан, сәулелендіргіштердің зертханалық және өнеркәсіптік конструкцияларындағы ағындардың толық ұқсастығын жүзеге асыру үшін, ағынның шекаралары мен шекаралардағы кинетикалық ұқсастықтан басқа, Струхаль мен Эйлер өлшемдерінің сандық мәндерінің теңдігін жүзеге асыру жеткілікті.

Модельдерде болатын процестерді зерттеу үшін тек келесі шамалардың өзгеруі қажет: NS кіріс арналарының қималары, p сәулелендіргішінің кіріс қысымы, сұйықтықтың тығыздығы және пайда болған дыбыстың жиілігі.

Осылайша, жалпы түрде құрылғының өнімділігі, сәйкес келесі тәуелділікте ұсынылуы мүмкін.

$$Q = d^2 \cdot g \cdot \Phi(St, Re^1, E_3, A, B, \frac{S_c}{n \cdot S}), \quad (3.6)$$

$\Phi(St, Re^1, E_3, A, B, \frac{S_c}{n \cdot S}) = \mu$ - Эмитент арқылы сұйықтықтың ағып кетуіне арналған ағын коэффициенті Re және геометриялық параметрлердің функциясы болады $A, B, \frac{S_c}{n \cdot S}$.

Ағын коэффициенті нақты сұйықтыққа арналған центрифугалық саптама теориясы негізінде анықталады, яғни үйкеліс күштерін ескере отырып.

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\frac{A_y^2}{1-f} + \frac{1}{f^2} + \Delta}}, \quad (3.7)$$

f – саптаманы толтыру коэффициенті;

A_3 - радиатордың эквивалентті сипаттамасы.

Тік бұрышты қималы және шүмек осіне перпендикуляр емес кіріс каналдары жағдайында формула бойынша анықталады.

$$A_3 = \frac{A}{1 + \frac{\lambda}{2} (\frac{B^2}{n} \cdot \sin B - A)}. \quad (3.8)$$

Энергетикалық шығындар:

$$\Delta = \frac{\lambda}{G^2} \left\{ \frac{1}{G} \left(1 - \frac{1}{C} \right) + \lambda \left[\left(\frac{A}{2} - \frac{1}{2G - \lambda} \right) \cdot \left(\frac{1}{G} + \frac{A}{2} + \frac{1}{2G - \lambda} \right) + \frac{3}{2G} \cdot \ln(2G - \lambda) A \right] \right\} \quad (3.9)$$

$$G = \frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} C; \quad C = \frac{R}{\tau_c}.$$

үйкеліс коэффициентінің Re санына тәуелділігі аналитикалық түрде анықталады (3.9)

$$\lambda = \frac{0,965}{Re^{0,275}} \quad (3.10)$$

Тангенциалды канал арқылы сұйықтың орташа жылдамдығы гидравликадан белгілі қатынас негізінде анықталады.

$$v = \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (3.11)$$

Ультрадыбыстық гидродинамикалық құрылғыларды есептеу үшін бастапқы деректер өнімділік, кіріс қысымы және сұйықтық параметрлері (тығыздық, тұтқырлық) болып табылады. Келтірілген арақатынастарды тақ жолмен ескере отырып, берілген өнімділік мәндерін алуды қамтамасыз ететін кіріс арналарының, Шығыс саптамасының құйынды камерасының геометриялық өлшемдері (радиусы, биіктігі) анықталды. Құйынды камераның биіктігі кіріс арналарының жалпы диаметріне жақын таңдалуы керек.

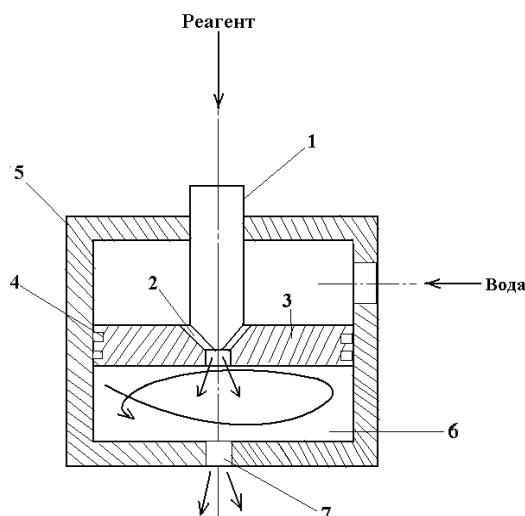
Әзірленген модельдер үшін келесі параметрлер қабылданады: геометриялық сипаттамалары $a=4-8$; $B=6-11$

$$\frac{S_c}{n \cdot S} = 1,5 - 3,5$$

$St=0,2-0,3$ $E\Phi=1,0-1,4$ өлшемдерінің сандық мәндері.

Әр түрлі технологиялық мақсаттарда қолданылатын белгілі гидродинамикалық құрылғылардың негізгі кемшілігі оның гидродинамикалық бөлігінде жатыр, дамыған кавитацияны қамтамасыз етпейді және нәтижесінде өңделген ортаға акустикалық әсердің төмен тиімділігі. Акустикалық өңдеудің тиімділігін арттыру үшін біз ультрадыбыстық гидродинамикалық құрылғылардың бірнеше модификациясын жасадық.

Біз математикалық модельдеу негізінде әзірлеген аппараттың бөлігі 5.4- гидродинамикалық суретте көрсетілген.

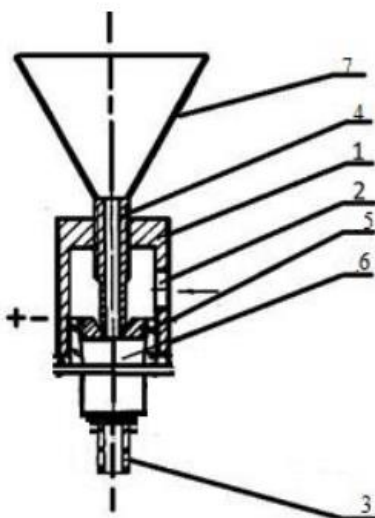


5.4-Сурет. Аппараттың гидродинамикалық бөлігінің принциптік сызбасы

1-эжектор; 2-кіріс; 3-тангенциалды лайнер; 4-спиральды кесу; 5-корпус; 6 - құйынды камера; 7-шығу тесігі.

Аппарат (сурет.5.5) құрамында өңделетін сұйықтықты (флотореагенттердің эмульсияларын дайындау жағдайындағы су) жеткізуге арналған тесігі (2) бар цилиндрлік корпус (1) және шығу келте құбыры (3) бар. Корпустың ішінде эжектор (4), құйынды камераға өңделетін сұйықтықтың тангенциалды кіруін қалыптастыру үшін көп жүрісті таспалы бұрамасы бар жапсырма (5) (6) орнатылған. Реагентті құйынды камераға жоғарыдан эжекторлы камераға беру үшін түтік бұрандалы шұңқыр (7) қолданылады.

Құрылғының жұмыс принципі келесідей. Жұмыс сұйықтығы (флотореагенттерді дайындаған жағдайда су) қысыммен құйынды камераға (6) негізінен жапсырманың тангенциалдық арналары бойынша (5) және ішінара оның осьтік ашылуы бойынша беріледі. Бір мезгілде эжектордың кіреберісінде (4) пайда болатын вакуумның есебінен осьтік саңылауына (5) құйынды (7) камераға (6) өңделетін реагент эжекацияланады.



4.5-Сурет. Сұйық орталарды ультрадыбыстық өңдеуге арналған аппарат

1-корпус; 2-тесік; 3-шығыс құбыры; 4-эжектор; 5-астар; 6 – құйынды камера; 7-шұңқыр

Айналмалы жұмыс сұйықтығының флотореагенттің осьтік ағынымен әрекеттесуі құйынды камеранда және одан шыққан кезде сұйық ортада серпімді тербелістер мен кавитацияны тудыратын сығымдау және сирету

аймақтарының ауысуымен күрделі турбулентті қозғалыс пайда болады. Зерттеулерге сәйкес, акустикалық тербелістер жиіліктің кең спектрінде $(1-20) \cdot 10^3$ Гц, максималды амплитудасының жиілік диапазоны құрылғының геометриялық параметрлерімен және кірістегі жұмыс сұйықтығының қысымымен анықталады және $(10-20) \cdot 10^3$ Гц диапазонын қамтиды.

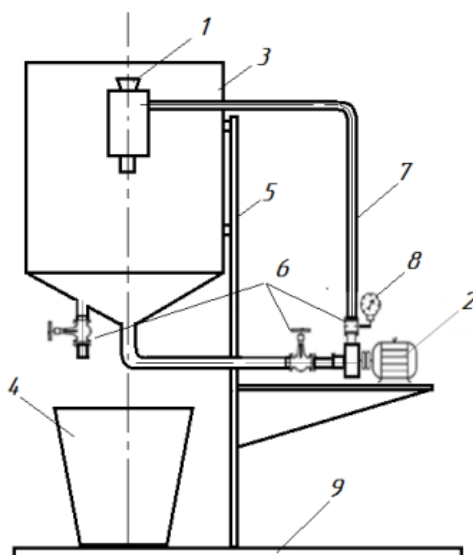
Реагенттерді түрлендіруге арналған аппараттың техникалық параметрлері:

- ультрадыбыстық тербелістердің жиілігі 2-40 кГц;
- ультрадыбыстық өрістің қарқындылығы 0,2-0,4 Вт / см²;
- өнімділік 0,8-1,0 м³ / сағ;

Флотореагенттерді модификациялау бойынша қондырғы схемасы зауыт жағдайында әзірленген құрылғы 5.6-суретте көрсетілген.

Гидродинамикалық кавитация негізінде флотореагенттерді түрлендіруге (эмульгирлеуге) арналған аппарат (4) тікелей реагенттік ваннада (1) арнайы дайындалған қабылдау қорабында (6) орнатылған.

Аппаратқа су құбырдан (7) жарты дюймдік бұрулар арқылы (8) жеткізіледі. Бұруда аппаратты іске қосу және тоқтату мақсатында тиек вентилі (9) орнатылған. Реагенттік ваннадан өңделетін реагент диск коректендіргіші (2) және қырғыш (5) арқылы гидродинамикалық кавитация есебінен ультрадыбыстық өңдеуге арналған аппаратқа құйғыш (3) арқылы беріледі. Реагент өткізгіш бойынша дайын эмульсия түріндегі реагенттің өңделген ерітіндісі флотациялық процеске жіберіледі. Флотациялық реагенттерді өндеудің осы түрін қолдану реагенттер ретінде қолданылатын заттардың номенклатурасын кеңейтуге ықпал етеді, себебі олар қалыпты жағдайда суда жоғары тұтқырлық пен ерімейтіндіктен болуы мүмкін емес.



5.6-Сурет. Флотациялық реагенттерді эмульсиялауға арналған қондырғы

1-флотореагенттерді түрлендіруге арналған аппарат; 2-БЦ-11-18у11 электр сорғы; 3 – циркуляциялық бак; 4 - құрама резервуар; 5-тіреу; 6-фитингтер; 7-құбырлар; 8-МТ-УХЛ3 манометрі; 9-тұғырық

Флотациялық реагенттерді модификациялаудың аталған әдісі, сондай-ақ оны іске асыру бойынша әзірленген аппарат елдің байыту фабрикаларында әртүрлі кендерді флотациялау кезінде пайдаланылуы мүмкін.



5.7-Сурет. Флотореагенттерді модификациялау (эмульгирлеу) бойынша қондырғы

6. Реагенттердің түрлендірілген ерітінділерін пайдалана отырып, қорғасын-мырыш кендерінің флотациясын зертханалық зерттеу

Мономинералдарды флотациялау бойынша бұрын жүргізілген зерттеулер негізінде энергетикалық әсерлердің (ультрадыбыстық және электр өрістерінің) оңтайлы параметрлері белгіленді. Бұл ретте өңдеу параметрлерін бағалау жоғарыда көрсетілген энергетикалық әсер ету реагенттерінің ерітінділеріне әсер ету есебінен флотация процесінің тиімділігі бойынша бағаланды.

Мономинералдарда алынған реагенттерді модификациялау бойынша оң нәтижелер реагентті түрлендірудің мұндай тәсілін, атап айтқанда қорғасын-мырыш кендерін флотациялау кезінде бутил ксантогенатын ұсынуға мүмкіндік берді.

Қорғасын-мырыш кендерінің негізгі сульфидті минералдарына галенит, сфалерит жатады. Қорғасын-мырыш кендеріне агрегаттық сеппелілік тән. Ерітілген сульфидтер агрегаттарын бос жыныстардан және ашылған өскіндерден босату үшін 90-100% класты-74 мкм ұнтақтау қажет. Қорғасын-мырыш кендерінің майда сеппелі қорғасын минералдарын флотациялау кезінде флотацияның көп сатылы циклдерімен байытудың және өнеркәсіп өнімдерін ұнтақтаудың селективті схемалары қолданылады.

Галениттің жоғары табиғи флотациялық қасиеті және оның мырыш алдамшысымен салыстырғанда кендегі төмен мөлшері, практика жүзінде тікелей селекция кезінде мырыш алдамшысын басу арқылы неге алдымен қорғасынның флотацияланатынын түсіндіреді.

Ультрадыбыстық және электрохимиялық тәсілмен модификацияланған ксантогенаттың 2% ерітіндісінің технологиялық сынақтары 6.1-суретте келтірілген селективті схема бойынша қорғасын-мырыш кенін флотациялау кезінде үлкейтілген зертханалық жағдайда жүргізілді. Зерттелетін кеннің химиялық құрамы мынадай, %: Pb-1,1; Zn-3,7; Fe-0,45; S-4,6; Si-0,02; SiO₂ - 3,0.

Ксантогенаттың тотыққан түрі белгілі-дисксантогенид ксантогенатқа карағанда күшті жинау қасиетіне ие. Ксантогенат ерітіндісін ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу кезінде тотығудың негізгі өнімдері дисксантогенид және монотиокарбонат дисульфиді (ДК және ДМТК) болып табылады, олардың шығымы мен концентрациясының қатынасы ерітіндінің бастапқы концентрациясына және өңдеу режиміне байланысты өзгереді.



6.1-Сурет. Қорғасын-мырыш кенін қайта өңдеу сызбасы

Зертханалық жағдайда ксантогенат ерітінділерін ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеуді жүзеге асыру үшін біз әзірлеген аппарат қолданылды. 5.3-кестеде осы аппаратта ксантогенат ерітіндісін өңдеу нәтижесінде диксантогенидтің құрамы және дисульфидтердің дисперстік дәрежесі бойынша деректер келтірілген.

6.1-Кесте. Ксантогенат ерітіндісінің тотығу дәрежесінің ток күшіне тәуелділігі

Ток күші, А	Диксанто- генидтің үлесі, %	Дисульфидтердің дисперстік дәрежесі		
		-5 мкм	+5-20мкм	+20мкм
0	0,45	-	-	-
1	2,3	-	-	-
2	4,5	75	14	11
4	8,5	75	14	11
6	10,97	77	13	10

Аппаратта ксантогенат ерітіндісін өңдеу режимі келесі: ұзақтығы-0.5-1.0 мин; кернеу-2В; токтың үстіңгі тығыздығы-1,75 мА/см²; токтың көлемдік тығыздығы-2,6 а/л; электролизердің көлемі-1,5 л.

2% техникалық ксантогенат ерітіндісін экстракциялық-спектрофотометриялық әдіспен өңдеу кезінде жинағыш ерітіндісінің тотығу өніміндегі дисульфидтердің құрамы анықталды.

6.2-Кесте. Ксантогенат ерітіндісі концентрациясының дисульфидтер құрамына әсері, %

Ксантогенат ерітіндісінің концентрациясы, %	Дисульфидтердің суммасы	ДК	ДМТК
Бастапқы -2 өңдеуден кейін:	4,8	3,6	1,2
1	15	5	10
2	28	8	20
5	19	7	12

Дисульфидтердің бұл қатынасы мырыш минералдарының сәтті селективті флотациясы үшін қажет.

Модификацияланған реагентті пайдалана отырып, қорғасын-мырыш кенін флотациялау бойынша сынақтардың нәтижелері 6.3-кестеде келтірілген.

6.3-Кесте. Қорғасын-мырыш кенін флотациялау нәтижелері

Флотация режимі	Кендегі үлесі, %		Концентраттың сапасы, %				Қалдықтағ ы үлесі, %		Шығы м, %		Бөліп алу, %	
			Қорғасын		Мыры ш							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Ксантоген атты өңдеусіз	1,12	3,8 4	66,1 5	11,5 6	3,3 9	50 ,3 0	0,07	0,4 3	1,1 6	7,9 1	72, 45	78, 35
Өңдеуді қолдану арқылы	1,16	3,6 8	69,5 5	9,61	3,0 8	53 ,3 8	0,05	0,5 1	1,0 8	7,6 4	74, 55	78, 85
Ескертпе : 1-Рв; 2- Zn												

Зертханалық зерттеулердің нәтижелері мырыш цикліндегі түрлендірілген ксантогенат ерітіндісін қолдану арқылы жүзеге асқан флотация кезінде мырыш концентратындағы Zn құрамын 50,30% –дан 53,38% - ға дейін, металды бөліп алу дәрежесі 78,35-тен 78,85% - ға дейін арттыратынын көрсетеді. Ксантогенат ерітіндісінде тотыққан ксантогенат түрі - диксантогенидтің болуы, оны өңдеу барысында қорғасын

концентратындағы мырыштың үлесін 2% - ға төмендетті, яғни оның сапасын жақсартты.

6.1 Реагенттердің түрлендірілген ерітінділерін пайдалана отырып, флюорит кендерінің флотациясын зертханалық зерттеу

Олеин қышқылының модификацияланған эмульсиясының тотыққан флюорит минералының бетімен өзара әрекеттесуін зерттеу зертханалық жағдайда әртүрлі режимдерде энергия әсерімен өңделген жинағышты қолдана отырып флотациялау арқылы жүргізілді.

Флюоритті флотациялау камера сыйымдылығы 20 мл, минералдың ірілігі-160-50 мкм, аспасы 2г зертханалық флотомашинада жүргізілді, алынған нәтижелер 5.6-кестеде келтірілген.

Бұл кестелер ультрадыбыстықтан электрохимиялық түрге көшу кезінде, содан кейін олеин қышқылының эмульсиясын ультрадыбыстық өңдеу кезінде минералдың флотациялық шығымының өскенін көрсетеді. Өңдеу ұзақтығын 1-ден 3 минутқа дейін арттыру олеин қышқылының флотациялық қасиеттерін жақсартады, бұл флотация нәтижелеріне де әсер етеді. Реагентті өңдеудің ультрадыбыстық әдісімен және 3 минут әсер ету ұзақтығымен біз олеин қышқылының жұқа дисперсті біртекті эмульсиясын аламыз, сондықтан 150 г/т жинағышты тұтыну кезінде флюориттің шығыны 90,2% - ға дейін артады (электрохимиялық өңдеуден кейін реагентті пайдалану нәтижелерімен салыстырғанда 85,7%)

6.4- Кесте. Флюоритті флотациялау нәтижелері

Өңдеу әдісі	Өңдеу ұзақтығы, мин	Олеин қышқылының шығыны, г/т	Минералдың шығымы	
			г	%
Электрохимиялық	1	100	1,428	71,4
		150	1,692	84,6
	3	100	1,442	72,1
		150	1,714	85,7
Ультрадыбыстық	1	100	1,558	77,9
		150	1,79	89,5
	3	100	1,604	80,2
		150	1,804	90,2

ИҚ-спектроскопия әдістері көрсеткендей, ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеумен өңделген олеин қышқылы флюорит бетіне негізінен иондық түрде бекітіледі, бұл минерал бетінде олеин қышқылының адсорбциясының жоғарылау себебі болып табылады .

Қорытынды

АНП және олеин қышқылының ерітінділерінде, ультрадыбыстық электрохимиялық және аралас өңдеуде, модификацияланған реагенттердің минералдардың бетімен әрекеттесуі және минералды кешендердің флотациясы кезінде болатын процестерге физика-химиялық зерттеулер кешені жүргізілді, бұл коллекторлардың реагенттерінің ерітінділеріне ультрадыбыстық және электрохимиялық әсердің негізінде кендерді флотациялық байытуды реагентсіз күшейтудің жаңа әдісін ұсынуға мүмкіндік берді.

Жинағыш реагенттердің ерітінділеріне энергетикалық әсерлердің (ультрадыбыстық, электрохимиялық) тиімділігін айқындайтын негізгі факторлар анықталды. Оңтайлы параметрлер мыналар болып табылады: ток тығыздығы-1,7 мА/см², ультрадыбыстық тербелістердің жиілігі-22 кГц, тербелістердің қарқындылығы -2,2 Вт / см², әсер етудің жалпы ұзақтығы -3 мин. Бұл параметрлер электр энергиясының төмен шығындарында жеткілікті электрохимиялық тотығуды, сұйық ортадағы дамыған кавитация режимін қамтамасыз етеді, флотация кезінде жоғары технологиялық нәтижелер алуға мүмкіндік береді.

Флотореагент ерітінділеріне энергетикалық әсер айтарлықтай белсенді әсер етеді. Сонымен қатар, осы әсерлердің әртүрлі түрлері реактивтің физикалық-химиялық күйін ғана емес, сонымен қатар оның қасиеттеріне және, атап айтқанда, флотация кезінде бөлінетін минералдардың бетін гидрофобтандыру қабілетіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін.

Ультрадыбыстық және электрохимиялық әсер мицеланың АНП критикалық концентрациясын жоғарылатады, бұл ең флотоактивті концентрация ерітіндісінің көлемінде – бос иондар концентрациясының жоғарылауына ықпал етеді. Бұл иондар үлкен диполь моментіне байланысты беткі белсенділікке ие, сондықтан модификацияланған реагент минералдың бетіне белсенді сіңеді.

Зерттелген әсер ету түрлері АНП ерітіндісінің физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкелетіні эксперименталды түрде анықталды. Сонымен, ультрадыбыстық әсер су ерітіндісінің рН-ын 3,7-ден 3,4-ке дейін төмендетеді; ерітіндінің тұтқырлығы $10,5 \cdot 10^{-3}$ -тен $1,5 \cdot 10^{-3}$ мм² /с дейін, электр өткізгіштігін $1,6 \cdot 10^{-3}$ -тен $4,0 \cdot 10^{-3}$ см⁻¹ -ге дейін және тотығу потенциалы 120-дан 150 мВ-ға дейін арттырады; электрохимиялық әсер ерітіндінің рН-ын 6,0-ге дейін арттырады; электр өткізгіштігі - $2,6 \cdot 10^{-3}$ см⁻¹ -ге дейін артты. Бұл деректер реагенттің мицеллярлық құрылымының бұзылуы және оны ион-молекулалық пішінге ауыстыру туралы гипотезаның тікелей растауы болып табылады.

Олеин қышқылының қасиеттерін зерттеу мынаны көрсетті: ультрадыбыстық және электрохимиялық өңдеу 1700 см⁻¹ аймағына жақын қышқыл тобының сіңу жолағы жоғалады, бұл топтың қос байланысының үзілуін және пероксидті топтың пайда болуын көрсетеді: электр өткізгіштігі,

тотығу потенциалы және реагенттің рН жоғарылайды, оның тұтқырлығы төмендейді. Нәтижесінде модификацияланған олеин қышқылының флотациялық қасиеттері өзгереді.

Флюорит бетіне модификацияланған олеин қышқылын бекіту механизмі зерттелді. Ол эксперименталды түрде орнатылды және ИК спектроскопиясымен расталды, реагенттің бекітілуі иондық түрде, кальций олеаты түрінде жүреді.

Жүргізілген зерттеулер флотация кезінде модификацияланған реагенттерді пайдалану анықталды флюориттің алынуын бастапқы деңгеймен салыстырғанда 5,86% - ға, мусковитті 5,5% - ға арттырады.

Математикалық модельдеу әдісімен гидродинамикалық типтегі аппараттар әзірленіп, сыналды. Құйынды камераның мөлшері, электрохимиялық ұяшықтың электродтарын таңдау негізделді.

Реагенттерді өңдеуге арналған аппараттың дизайны электрохимиялық өңдеу процесін күшейтетін электродтардың пассивация құбылысын болдырмайды.

Энергетикалық әсерлерге негізделген реагент ерітінділерін модификациялаудың ұсынылған технологиясын дамыған өнеркәсіптік құрылғылардың көмегімен сәтті жүзеге асыруға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН АҚПАРАТ КӨЗДЕРІНІҢ ТІЗІМІ

1. ҒЗЖ бойынша есеп. Технологиялық қасиеттерін арттыру мақсатында энергетикалық әсерлер негізінде флотореагенттерді модификациялау процесін теориялық негіздеу және эксперименттік зерттеу. Алматы, ҚазҰТУ 2009, -47 с. Инв.- №0209 ҚР 01906
2. ҒЗЖ бойынша есеп. Технологиялық қасиеттерін арттыру мақсатында энергетикалық әсерлер негізінде флотореагенттерді модификациялау процесін теориялық негіздеу және эксперименттік зерттеу. Алматы, ҚазҰТУ 2010, -36 Инв. А.- №0210 ҚР 00934
3. Шаутенов М.Р., Малахов Ю. В. Флотациялық реагенттер мен сұйық орталарды аралас ультрадыбыстық электрохимиялық өңдеуге арналған Аппарат // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 1988.-№3.–С. 24-2
4. Шаутенов М.Р., Варламов в. г., Малахов Ю. В., Чантурия В. А., Жолшыбекова М. Р. Кендерді флотациялық байыту кезінде реагенттердің түрлендірілген ерітінділерін сынау // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 1987.-№2.-Б.25-28.
5. Шаутенов М.Р. Энергетикалық әсер ету негізінде АНП реагентінің технологиялық қасиеттерін модификациялау // ТМД елдері байытушыларының VI Конгресі. Конгресс материалдары .-М., 2007.-Б.160-162.
6. Абрамов А.А. Байытудың флотациялық әдістері. –М.: Недра, 1984.– 383 б.
7. Никель-мыс-ксантогенат жүйесіндегі ксантогепериалдарды талдау. - Г.: Флотация кезінде кен қойыртпағының иондық құрамын бақылау. М., 1974. – Б.131-138.
8. Барковский В.Ф., Гальванопольский В.И. Дифференциалды спектрофотометриялық талдау. –М., 1996. -166 Б.
9. Ребиндер П.А. Флотациялық процестердің физика-химиясы–М.: Металлургиздат, 1933.-230 Б.
10. Горшков В.М., Малиновская Н.П. Табиғи кальций карбонаттарының электрокинетикалық потенциалы. // Коллоидтық журнал. Т1. Вып.3.– 1935. – Б.233.
11. Годэн А. М. Флотация .-М.: Госсгортехиздат, 1959.-653с.
12. Григорьев О. Н., Карпова и. Ф. Коллоидты химия бойынша практикалық жұмыстарға нұсқаулық.-М.: Химия, 1964.-331 Б.
13. Долженкова А. Н., Стрельцин Г. С. Модификаторлар мен катионды жинаушының қатысуымен кварцтың зет потенциалының өзгеруі.- /Механообр институтының еңбектері, вып. –131. – 1962. – С. 24-42.

А Қосымшасы

Диссертация тақырыбы бойынша жарияланған жұмыстардың тізбегі:

1. Шаутенов М.Р., Рақымғалиева А.О., Акказина Н.Т. Аппарат для модифицирования флотационных реагентов на основе гидродинамической кавитации. XXVII Международная научно-техническая конференция. «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья». Екатеринбург – 2022. -257с.

АППАРАТ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ

Шаутенов М. Р., Рахымгалиева А. О., Аксазина Н. Т.

Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения» г. Алматы, Казахстан

Прогресс в области флотационного обогащения полезных ископаемых в значительной мере определяется совершенствованием реагентного режима, улучшением способов использования флотационных реагентов. Производство новых и модифицирование традиционных флотореагентов позволит улучшить технологические показатели процесса флотационного обогащения различных видов минерального сырья и сократить расходы дорогостоящих реагентов.

При флотационном обогащении руд с целью повышения флотационных свойств используемых реагентов применяют различные виды воздействий, например электрохимические, ультразвуковые, термические, радиационные, плазменные и др. [1-4].

Для реализации процесса модифицирования реагентов нами разработан аппарат на основе ультразвуковой гидродинамической кавитации, а также установка для эмульгирования флотационных реагентов.

Аппарат (рисунок 1) содержит цилиндрический корпус 1 с отверстием 2 для подвода обрабатываемой жидкости (вода в случае приготовления эмульсии флотореагентов) и выходной патрубок 3. Внутри корпуса установлен эжектор 4, вкладыш 5 с многозаходной ленточной резьбой для образования тангенциального ввода обрабатываемой жидкости в вихревую камеру 6. Для подачи реагента в вихревую камеру сверху к эжекторной трубке ввинчивается воронка 7.

Принцип работы аппарата следующий. Рабочая жидкость (вода в случае приготовления флотореагентов) под давлением подается в вихревую камеру 6 в основном по тангенциальным каналам вкладыша 5 и частично по его осевому отверстию. Одновременно за счет образования вакуума на входе эжектора 4 в осевое отверстие вкладыша 5 через воронку 7 в вихревую камеру 6 эжектируется обрабатываемый реагент.

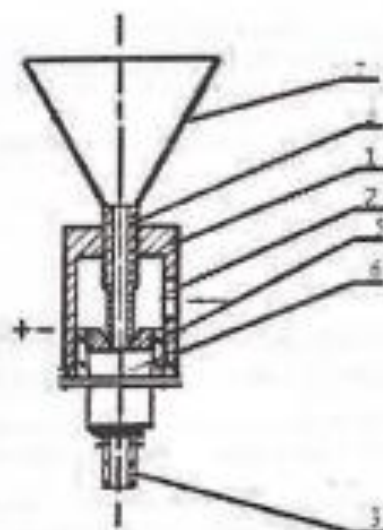


Рисунок 1 – Аппарат для модифицирования флотационных реагентов на основе гидродинамической кавитации
1 – корпус; 2 – отверстие; 3 – выходной патрубок; 4 – эжектор; 5 – вибратор; 6 – вихревая камера; 7 – воронка

Взаимодействие завихренной рабочей жидкости с осевым потоком флотореагента создает вихревой камере и на выходе из нее сложное турбулентное движение с чередованием участков сжатия и разрежения, которые вызывают упругие колебания в жидкой среде и кавитацию. По данным исследований акустические колебания лежат в широком спектре частот $(1-20) \cdot 10^3 \text{Гц}$, причем полоса частот максимальной амплитуды определяется геометрическими параметрами устройства и давлением рабочей жидкости на входе и охватывает диапазон $(10-20) \cdot 10^3 \text{Гц}$.

Технические параметры аппарата для модифицирования реагентов:

- частота ультразвуковых колебаний $2-40 \text{кГц}$;
- интенсивность ультразвукового поля $- 0,2-0,4 \text{Вт/см}^2$;
- производительность $- 0,8-1,0 \text{м}^3/\text{час}$;

Схема установки по модифицированию флотореагентов с разработанным аппаратом в фабричных условиях представлена на рисунке 2.

Аппарат (4) для модифицирования (эмульгирования) флотореагентов на основе гидродинамической кавитации установлен непосредственно у реагентной ванны (1) и специально изготовленной приемной коробке (6). Вода в аппарат подводится от трубопровода (7) через полудюймовые отводы (8). На отводе установлен запорный вентиль (9) с целью пуска и остановки аппарата. Обрабатываемый реагент из реагентной ванны посредством дискового питателя (2) и скребка (5) подается через воронку (3) в аппарат для ультразвуковой обработки за счет гидродинамической

кавitation. Обработанный раствор реагента в виде готовой эмульсии по реагентопроводу направляется на флотационный процесс. Использование указанного вида обработки флотационных реагентов способствует расширению номенклатуры веществ, применяемых в качестве реагентов, которые в обычных условиях не могут быть таковыми вследствие высоковязкости и нерастворимости в воде.

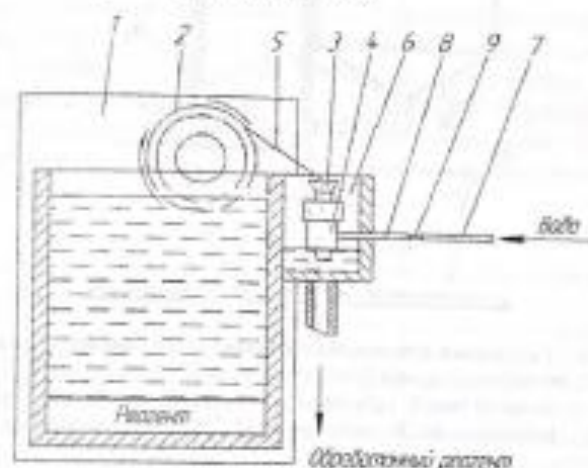


Рисунок 2 – Схема установки по модифицированию флотореагентов в фабричных условиях

Установка для эмульгирования флотационных реагентов в лабораторных условиях представлена на рисунке 3.

Указанный метод модифицирования флотационных реагентов, а также разработанный аппарат по его реализации может быть использован при флотации различных руд на обогатительных фабриках страны.

На рисунке 4 показана фотография установки по модифицированию (эмульгированию) флотореагентов.

Установка для эмульгирования флотореагентов представляет собой техническое устройство для воспроизведения условий эмульгирования флотационных реагентов при оценке эмульгируемости последних. Оценка эффективности устройства для эмульгирования реагентов основана на регистрации параметров эмульгируемости, в зависимости от параметров питающего насоса и массовой доли подаваемого в установку флотационного реагента.

По результатам измерений давлений и расхода используемого флотационного реагента появится возможность оценить эффективность эмульгируемости флотационных реагентов.

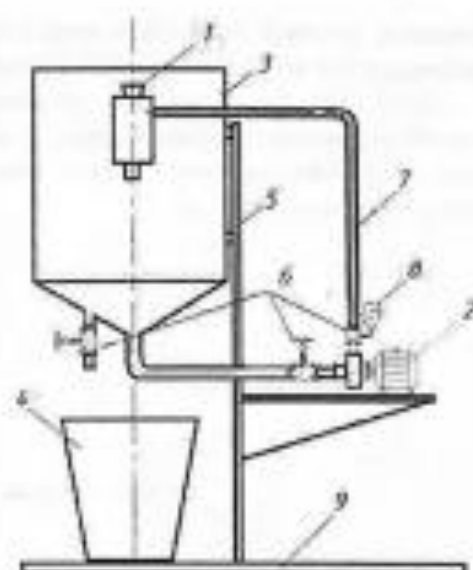


Рисунок 3 – Установка для эмульгирования флотационных реагентов
 1 – аппарат для модифицирования флотореагентов, 2 – электронасос БЦ-11-18У11;
 3 – циркуляционный бак, 4 – оборный резервуар, 5 – стойка, 6 – фитинг,
 7 – трубопроводы, 8 – манометр МТ-УХЛЗ, 9 – подставка



Рисунок 4 – Фотография установки по модифицированию (эмульгированию) флотореагентов

Установка изготовлена из материала, рассчитанного на избыточное давление.

Указанный метод модифицирования флотационных реагентов, а также разработанный аппарат, по его реализации может быть использован при флотации различных руд на обогатительных фабриках страны.

Выводы.

1. Разработан промышленный образец аппарата для модифицирования флотационных реагентов, а также установка для его реализации.
2. Определены оптимальные технические параметры аппарата для ультразвуковой гидродинамической кавитации: частота ультразвуковых колебаний - 2-40 кГц; интенсивность ультразвукового поля – 0,2-0,4 Вт/см²; давление рабочей жидкости на входе – 0,2-0,4 МПа; производительность – 0,8-1,0 м³/час.

Список литературы

1. Чантурия В.А., Назарова Г.Н. Электрохимическая технология в обогатительно-гидрометаллургических процессах – М. «Наука», 1977 -160 с.
2. А.И.Шульгин, Л.И.Назарова, В.И. Рехтман. Акустическая технология в обогащении полезных ископаемых(под ред. В.С.). М.: Изд. «Недра», 1987. – 232 с.
3. Шафеев Р.Ш., Чантурия В.А., Якушкин В.П. «Влияние ионизирующих излучений на процесс флотации – М.: Изд. «Наука», 1971. С.32-34
4. Шаутенов М.Р. «Модифицирование технологических свойств реагента АНП на основе энергетических воздействий. //VI Конгресс обогатителей стран СНГ: Материалы международного конгресса. – М. 2007. С.160-162