

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра металлургии и обогащения
полезных ископаемых

УДК 622.765

На правах рукописи

Смолькова Арина Игоревна

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации

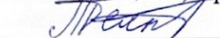
«Интенсификация сгущения
концентратов при переработке
различных типов руд и сырья
на ОФ ГОК «Алтай» ТОО
«Казцинк» с использованием
флокулянтов»

Направление подготовки

7М07223 – Металлургия и
Обогащение полезных
ископаемых

Научный руководитель:

к.т.н., доцент, профессор

 Телков Ш.А.

«09» 06 2021 г.

Рецензент:

к.т.н., старший научный сотрудник,

АО «Институт металлургии

и обогащения»

 И.В. Бондаренко

«9» июня 2021 г.

Нормоконтроль: Доктор PhD,
сениор-лектор

 Дюсенова С.Б.

«09» 06 2021 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

заведующая кафедрой МиОПИ,

кандидат технических наук

 М.Б. Барменшинова

«09» 06 2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Satbayev University

Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра металлургии и
обогащения полезных ископаемых

7M07223 - «Металлургия и Обогащение полезных ископаемых»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой МиОПИ

канд. техн. наук

 М.Б.Барменшинова

« 1 » 02 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Смольковой Арине Игоревне

Тема: Интенсификация сгущения концентратов при переработке различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с использованием флокулянтов.

Утверждена приказом ректора университета № 435 –Маг от «03» декабря 2019 г.

Срок сдачи законченной диссертации « 31» мая 2021 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: Интенсификация сгущения концентратов при переработке различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с использованием флокулянтов.

Изучение специфики использования флокулянтов для сгущения пульп при переработке различных типов руд и техногенного сырья. Оработка методики приготовления и спользования флокулянтов в лабораторных исследованиях.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) технологию переработки руды Узынжал и Клинкера;

б) дисперсионную характеристику получаемых продуктов обогащения ;

в)методику использования флокулянтов для сгущения продуктов обогащения;

г) подбор универсальной марки флокулянта для оптимизации показателей сгущения при переработке различного сырья.

Демонстрационный графический материал представить не менее чем на 10 слайдах с результатами исследований.

Рекомендуемая основная литература:

1 С. В. Дуденков, Л.Я.Шубов. Обогащение руд цветных и редких металлов. Москва, «Недра», 1976.

2 Василевская О. Ф. Интенсификация процессов обезвоживания с применением высокоэффективных синтетических флокулянтов.

3 // Комплексное использование минерального сырья. 1996. №4. С. 10-12

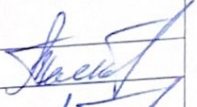
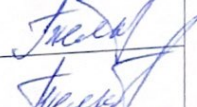
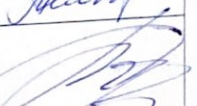
4 Елизаров А. Г. Экономическое обоснование эффективности применения флокулянтов при фильтровании суспензий// Цветные металлы, Москва, 2000, №5. С 5-6

5 Фролов В. С. // В ст.: Труды научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности»-Кемерово, 1999, С 64-65

ГРАФИК подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Аналитический обзор	10.01.2020	выполнено
Основные методы анализа и исследований	05.03.2021	выполнено
Экспериментальная часть	17.05.2021	выполнено

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую
диссертацию с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования раздела	Консультант, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Аналитический обзор	Кандидат технических наук, доцент, профессор Ш.А.Телков	15.01.2020	
Основные методы анализа и исследований		15.03.2021	
Экспериментальная часть		20.05.2021	
Нормоконтроль	Доктор PhD, сениор- литор Дюсенова С.Б.		

Научный руководитель

 Ш.А.Телков

Задание принял к исполнению обучающийся

 А.И.Смолькова

Дата

« 09 » июня 2021 г.

АНДАТПА

Жұмыста «Алтай» КБК байыту фабрикасында «Қазцинк» ЖШС-нің Жәйрем кен орнының кенін және металлургиялық алаңдарының техногендік шикізатын өңдеу кезінде Байыту өнімдерін Қойылту процестерін оңтайландыру бойынша зерттеулер жүргізілді»

Полиметалл кендерін ультра жұқа ұсақтауды енгізу кезінде де, құрамында сазды жыныстардың көп мөлшері бар кен орындарын өңдеуге енгізу кезінде қалыңдату процесінде фазаларды бөлудің үлкен проблемалары туындайды. Алынатын байыту өнімдерінің шлам құрамының артуы қоюландырғыш кара өріктері бар тауар өнімдерінің едәуір жоғалуына және сүзу процестері көрсеткіштерінің нашарлауына-кектердің ылғалдылығының жоғарылауына және сүзгілердің өнімділігінің төмендеуіне әкеледі.

«Ұзынжал» кен орнының құрамында жоғары сазды қорғасын бар кендерін өңдеу технологиясына талдау жүргізілді. Кенді кара өрік пен қорғасын концентратының Гран құрамдарының нәтижелері негізінде қойылтуға келіп түсетін бұл өнімдердің шлам бөлшектерінің жоғары құрамы бар екендігі анықталды.

Құрамында көміртегі бар және мыс концентраттарын алу мақсатында ұсақтау, ұнтақтау және флотациялық байыту нәтижесінде металлургиялық өндірістердің қайта өңделетін клинкері құрамында 74мкм-ден төмен класс материалдарының жоғары мөлшері бар.

Әлемдік тәжірибеде фазаларды бөлу үшін (сұйық-қатты) флокулянттар класының полимерлік реагенттері пайдаланылады.

Флокулянттардың әртүрлі маркалары әртүрлі целлюлозаларда қолдану ерекшелігіне байланысты шығарылады. Олардың жіктелуі қоюландырылған целлюлозаның РН ортасына, қатты фазаның дисперсиялық сипаттамасына және қоюлану процесіне кіретін материалдың тығыздығына байланысты.

Клинкерді қайта өңдеу кезінде жоғары сазды кендер мен Байыту өнімдерін қоюлау процестерін күшейту үшін ең тиімді маркаларды таңдау үшін полимерлі флокулянттардың әртүрлі түрлері зерттелді.

Ұзынжал кенін, Жәйрем кен орнын және флокулянттарды пайдалана отырып металлургиялық Клинкерді байыту кезінде кенді ағызу және қорғасын концентраттарын қоюлау процестерін оңтайландыру бойынша зерттеулер жүргізілді.

Полимер реактивтерінің аниондық белсенділігі мен молекулалық массасының қоюлану процесінің көрсеткіштеріне әсері зерттелді.

Әр түрлі шикізатты өңдеу кезінде сыналатын флокулянтты пайдалануға мүмкіндік беретін полимерлі реагенттің әмбебап маркасы орнатылды.

АННОТАЦИЯ

В работе проведены исследования по оптимизации процессов сгущения продуктов обогащения при переработке руд Жайремского месторождения и техногенного сырья металлургических площадок ТОО «Казцинк» на обогатительной фабрике ГОК «Алтай»

Как при введении ультратонкого измельчения полиметаллических руд так и переработке месторождений с высоким содержанием глинистых вмещающих пород возникают большие проблемы разделения фаз в процессе сгущения. Возрастание шламового содержания получаемых продуктов обогащения приводит к значительным потерям товарных продуктов со сливами сгустителей и ухудшением показателей процессов фильтрации-повышение влажности кеков и снижении производительности фильтров.

Проведен анализ технологии переработки высокоглинистых свинцосодержащих руд месторождения «Узынжал». На основании результатов грансоставов рудных сливов и свинцового концентрата установлено, что данные продукты поступающие на сгущение имеют высокое содержание шламовых частиц.

Перерабатываемые отходы металлургических производств, в результате дробления, измельчения и флотационного обогащения с целью получения углеродсодержащего и товарных концентратов содержание класса 74мкм и ниже возрастает.

В мировой практике, для разделения фаз(жидкое-твердое) используются полимерные реагенты класса флокулянты.

Различные марки флокулянтов выпускаются в зависимости от специфики использования на различных пульпах. Классификация их зависит от pH среды сгущаемых пульп, дисперсионной характеристики твердой фазы и плотности материала, поступающего на процесс сгущения.

Были изучены теоретические основы взаимодействия полимерных реагентов различного типа различные типы полимерных флокулянтов для интенсификации процессов сгущения высокоглинистых руд и продуктов обогащения при переработке гидрометаллургического техногенного сырья с целью доизвлечения полезных компонентов.

Проведены исследования по оптимизации процессов сгущения рудного слива и свинцовых концентратов при обогащении руды Узынжал, Жайремского месторождения и металлургических отходов с использованием флокулянтов.

Изучено влияние анионной активности и молекулярной массы полимерных реагентов на показатели процесса сгущения.

Установлена универсальная марка полимерного реагента, позволяющая использовать испытуемый флокулянт при переработке различного рода сырья.

ABSTRACT

In this paper, studies are conducted to optimize the processes of thickening of enrichment products during the processing of ores from the Zhairam deposit and man-made raw materials from the metallurgical sites of Kazzinc LLP at the Altai Mining and Processing Plant»

Both the introduction of ultra-fine grinding of polymetallic ores and the introduction of deposits with a high content of clay host rocks into the processing cause great problems of phase separation during the thickening process. The increase in the sludge content of the obtained enrichment products leads to significant losses of commercial products with drains of thickeners and deterioration of the filtration process indicators-an increase in the humidity of cakes and a decrease in the performance of filters.

The analysis of the processing technology of high-clay lead-containing ores of the Uzynzhal deposit is carried out. Based on the results of the granulation of ore drains and lead concentrate, it was found that these products received for thickening have a high content of sludge particles.

Processed clinker of metallurgical production, as a result of crushing, grinding and flotation enrichment to produce carbon-containing and copper concentrates, contain an increased amount of materials of the class less than 74mcm.

In world practice, polymer reagents of the flocculant class are used for phase separation(liquid-solid).

Different brands of flocculants are available depending on the specific use on different pulps. Their classification depends on the pH of the medium of the thickened pulp, the dispersion characteristics of the solid phase and the density of the material entering the thickening process.

Various types of polymer flocculants were studied to select the most effective grades for the intensification of the processes of thickening of high-clay ores and enrichment products during the processing of Clinker.

Studies were carried out to optimize the processes of thickening of ore discharge and lead concentrates during the processing of Uzynzhal ore, Zhairam deposit and metallurgical Clinker using flocculants.

The influence of the anionic activity and molecular weight of polymer reagents on the parameters of the thickening process is studied.

A universal brand of polymer reagent has been established, which allows the use of the tested flocculant in the processing of various raw materials.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1 Описание промышленной площадки обогатительной фабрики	15
1.1 Технологический регламент процесса обогащения сырья	15
1.2 Характеристика основного оборудования	16
1.3 Техническая характеристика основного технологического оборудования участка сгущения и фильтрации	17
1.3.1 Оборудование для сгущения шламов	18
1.3.2 Оборудование для сгущения концентратов	18
2 Основные принципы процесса сгущения	22
2.1 Аппараты для сгущения	23
2.2 Факторы, влияющие на сгущение.	25
3 Полимерные реагенты для обезвоживания	29
4 Характеристика руды месторождения «Узынжал»	32
4.1 Лабораторные исследования по изучению вещественного состава исходной пробы руды месторождения «Узынжал».	33
4.1.1 Вещественный состав пробы Т2 руды месторождения «Узынжал»	33
4.2 Минералогическое описание пробы Т2 окисленной свинцовой руды месторождения Узынжал.	34
4.3 Гранулометрический состав и распределение металлов по классам крупности руды месторождения Узынжал проба Т2.	35
5 Проведение экспериментов по сгущению продуктов обогащения при переработке руды месторождения «Узынжал»	37
5.1 Методика проведения исследований при использовании флокулянтов	37
5.2 Основные результаты и их обсуждение	38
6 Исследования по оптимизации расхода подобранной марки флокулянта для сгущения углеродсодержащего концентрата при переработке Клинкера	41
6.1 Технологическая схема переработки Клинкера на ОФ ЗГОК	41
6.2 Опробование цикла флотации при переработке Клинкера	44
6.3 Технологические показатели процесса сгущения и фильтрации при переработке Клинкера	45
6.4 Особенности переработки техногенного минерального сырья Клинкера УКМ	46
7 Исследования новых реагентов-флокулянтов на показатели сгущения в условиях обогащения техногенных отходов металлургического производства	47
7.1 Сгущение углеродсодержащего концентрата при переработке Клинкера УКМК	47
8 Оптимизация сгущения Cu-Zn кека-продукта при переработке свинцовых пылей на УПСП	51

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А	58

ВВЕДЕНИЕ

Оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы. В настоящее время на обогатительной фабрике Горно-обогатительного комплекса «Алтай» перерабатываются руды различных месторождений и техногенного сырья. При переработке различного типа сырья возникают проблемы с процессами обезвоживания – сгущения и фильтрации продуктов обогащения. Указанные процессы являются лимитирующими для всей технологии обогащения, т.к. снижение показателей разделения фаз приводит к ограничению тоннажа переработки.

В первую очередь это обусловлено спецификой рудного материала, а также введением в последнее время ультратонкого измельчения перерабатываемых руд для более полного вскрытия рудной массы.

Сгущением называется процесс выделения жидкой фазы из пульпы, происходящий в результате осаждения (перемещения) в ней твердых частиц под действием силы тяжести или центробежных сил [1-6].

Сгущение пульпы может производиться под действием центробежных сил в центробежных классификаторах, центрифугах и гидроциклонах. Центрифуги на обогатительных фабриках и гидрометаллургических предприятиях не применяются [7-9].

В пульпы, сгущающиеся с выделением мутного слива, обычно добавляют реагенты, способствующие образованию агрегатов частиц (флокулы) [10-12].

На процесс сгущения, протекающий под действием силы тяжести, влияют минералогический и гранулометрический состав материала, форма частиц, содержание твердого в исходной пульпе, плотность твердой и жидкой фаз, вязкость жидкости, температура пульпы, pH среды, наличие в пульпе реагентов и специально вводимых в нее добавок. Конечные результаты сгущения зависят также от конструктивных особенностей используемых аппаратов [13-16].

Влияние крупности частиц, плотности твердой и жидкой фаз, вязкости жидкости можно проследить по закономерностям и по уравнениям скорости оседания частиц.

Самые тонкие частицы в результате малой скорости падения, броуновского движения и отталкивания при одноименном заряде оседают медленно.

Трудно сгущаются мелкодисперсные глины и глинистые материалы (каолин, охра и др.). Так например, глина разбухает в воде и образует устойчивую взвесь. Кроме того, тончайшие глинистые частицы обволакивают другие минеральные зерна и стабилизируют их.

В зависимости от пульпы и специально вводимых в нее добавок твердые частицы при сгущении оседают отдельно или в виде агрегатов. Агрегаты частиц имеют значительно большую скорость осаждения, чем отдельные

частицы, поэтому создание условий для их образования являются основным способом интенсификации процесса сгущения.

Под флокуляцией частиц гидробизирующими реагентами понимается образование агрегатов вследствие уменьшения их поверхностной энергии при слипании. При гидрофобизации поверхности частиц силы межмолекулярного взаимодействия между частицами и водой, меньше, чем силы взаимодействия между самими частицами. Поэтому гидрофобизация частиц в водной среде приводит к их слипанию. Так как при флотации действие собирателей также приводит к гидрофобизации поверхности частиц, то загрузка флотационных реагентов-собирателей может приводить к флокуляции минеральных частиц. Такими гидрофобизаторами могут быть ксантогенаты, олеаты, алкилсульфаты, амины и другие собиратели., применяемые в процессе флотации различных руд [17].

Под флокуляцией частиц высокомолекулярными реагентами-полимерами понимается слипание минеральных частиц благодаря сорбции молекул или мицелл полимера. В случае молекулы или мицеллы полимера образуют «мостики» между частицами.

Из высокомолекулярных флокулянтов широко используются сополимеры на основе полиакриламида, степень гидролиза амидных групп которого составляет 20-50%, а молекулярный вес достигает величины порядка 30×10^6 .

Флокулирующими свойствами обладают также растворы поливинилового и других высокомолекулярных спиртов, сополимеры винилацетата с малеиновым ангидридом, КОД (продукт конденсации кубовых остатков и дихлорэтана), КОДТ (продукт кубовых остатков, дихлорэтана и талового масла), оксиэтилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ, тилоза), мочевиноформальдегидные смолы, хитозан и др. В настоящее время выпускается новые синтетические полимерные реагенты на основе полиаклиламида [18- 22].

Из природных органических соединений, проявляющих флокулирующие свойства, можно назвать крахмал (картофельный, пшеничный и др.), глютен (паточный продукт при производстве крахмала), гуартек или галактазол (смола из растения гуар, США), столярный клей, желатин, альбумин крови.

При флокуляции полимерами характерен невысокий удельный расход реагентов, часто в сотни раз меньший, чем расход коагулянтов. Действие полимера зависит от исходной концентрации раствора. В пульпу обычно подают растворы полимеров концентрацией 0,05-0,1%. Сильное и длительное перемешивание пульпы или при перекачке центробежными насосами с использованием этих типов полимерных реагентов недопустимо, так как флокулы разрушаются, после чего флокулообразование значительно снижается. Поэтому растворы флокулянтов дозируются в последнюю точку турбулентного режима для качественного замешивания со всем объемом обрабатываемой пульпы. Далее поток должен поступать на сгущение в

ламинарном режиме по магистральному трубопроводу в коробку питания аппарата.

Обоснования необходимости проведения НИР. Введение процесса ультратонкого измельчения а так же переработка высокоглинистых руд и техногенного сырья приводит к резкому снижению показателей процесса сгущения, с применением базовых флокулянтов. Требуется тестирование новых марок флокулянтов для оптимизации параметров процесса разделения фаз. Изучение специфических свойств полимерных реагентов класса флокулянты позволяет более тщательно провести исследование по подбору эффективных марок флокулянтов. Это необходимо произвести для снижения существенных потерь товарных продуктов со сливами сгустителей. Повысить плотность сгущенных материалов.

Сведения о метрологическом обеспечении диссертации. Все проведенные научно-исследовательские работы были выполнены в соответствии с ТУ и под контролем ОТК обогатительной фабрики ГОК «Алтай». Анализы проб выполнялись сертифицированной центральной химической лабораторией ГОК «Алтай».

Актуальность работы. При введении ультратонкого измельчения полиметаллических руд и внедрение в переработку месторождений с высоким содержанием глинистых вмещающих пород возникают большие проблемы разделения фаз в процессе сгущения. Увеличение шламового содержания получаемых продуктов обогащения приводит к значительным потерям товарных продуктов со сливами сгустителей и ухудшением показателей процессов фильтрации-повышение влажности кеков и снижении производительности фильтров.

Проведен анализ технологии переработки высокоглинистых свинцосодержащих руд месторождения «Узынжал». На основании результатов анализа грансоставов рудных сливов и свинцового концентрата установлено, что данные продукты, поступающие на сгущение имеют высокое содержание шламовых частиц.

Перерабатываемые отходы металлургических производств, в результате дробления, измельчения и флотационного обогащения с целью получения углеродсодержащего и других концентратов содержат повышенное количество материалов класса меньше 74мкм.

Были изучены различные типы полимерных флокулянтов для отбора наиболее эффективных марок для интенсификации процессов сгущения высокоглинистых руд и продуктов обогащения при переработке Клинкера.

Проведены исследования по оптимизации процессов сгущения рудного слива и свинцовых концентратов при обогащении руды Узынжал, Жайремского месторождения и металлургических отходов с использованием флокулянтов.

Изучено влияние анионной активности и молекулярной массы полимерных реагентов на показатели процесса сгущения.

Установлена универсальная марка полимерного реагента, позволяющая

использовать испытуемый флокулянт при переработке различного рода сырья.

Научная новизна заключается в том, что впервые подбор высокоэффективных экологически чистых марок класса флокулянтов проведен на основании изучения специфических свойств полимерных реагентов с учетом их типа, молекулярной массы и особенности использования при различных рН. Данный подход может обеспечить эксклюзивный подбор эффективных марок флокулянтов при переработке минерального сырья различного минералогического состава.

Цели и задачи работы. Целью проекта является интенсификация процессов сгущения руд Жайремского месторождения и техногенного сырья:

- изучение технологии переработки глинистых руд и техногенного сырья;
- освоение методики растворения и дозирования флокулянтов при проведении экспериментов;
- снятие основных показателей сгущения с применением различных марок флокулянтов;
- обработка полученных результатов проведенных экспериментов;
- выдача рекомендации отделению сгущения ОФ по корректировке расхода базового флокулянта и проведение промышленных испытаний опробования новой эффективной марки флокулянта.

1 Описание промышленной площадки обогатительной фабрики

Обогатительная фабрика расположена на северо-западной окраине города Алтай Восточно-Казахстанской области. Город Алтай находится на расстоянии 120 км к юго-востоку от областного центра – города Усть-Каменогорска, с которым связан железной дорогой и автомобильным шоссе.

Площадка обогатительной фабрики расположена на расстоянии трёх километров от города Алтай. Рельеф площадки имеет уклон 20-22 градуса с юго-востока на северо-запад. Автодорога к площадке из города Алтай примыкает с юго-восточной стороны.

Зыряновское месторождение открыто в 1791 году Герасимом Зыряновым. В этом же году были начаты открытые горные работы по добыче руды из выхода рудного тела на поверхность. Руда подвергалась ручной сортировке – это был самый распространённый вид обогащения до середины XIX века. После сортировки руда направлялась на обжиг и плавку.

С 1844 года на Зыряновском руднике начинает внедряться способ гравитационного обогащения: отмывка руды, отсадка.

В 1892 году в Зыряновске построен и запущен в работу гидрометаллургический завод. В это же время начинается строительство первой флотационной обогатительной фабрики, которая была сдана в эксплуатацию только в Советский период – 15 мая 1931 года. Исследованию на обогатимость Зыряновские полиметаллические руды подвергались многократно, как в Советском Союзе, так и за границей.

Окончательным технологическим вариантом обогащения сульфидной руды на построенной фабрике был метод Шеридана, заключающийся в депрессии сфалерита цианидом и цинковым купоросом в голове процесса с дальнейшей активацией его медным купоросом. По этой технологии фабрика работала до 1937 года. В 1950 году по проекту «Механобра» начинается строительство новой обогатительной фабрики, которая введена в эксплуатацию в 1953 году.

В период с 1998 года по 2001 год произведена полная замена морально и физически устаревшего оборудования секции №1-2. Установлены больше объемные флотомашин РИФ-25, РИФ-16, которые позволили увеличить выпуск металлов в концентраты в 4,4 раза.

Построен и введен в эксплуатацию цех фильтрации и отгрузки цинкового концентрата, оснащенный современным и высокопроизводительным оборудованием.

1.1 Технологический регламент процесса обогащения сырья

Технологический регламент – основной нормативный документ, регламентирующий режим и порядок проведения операций процесса производства концентратов, и содержащий требования по безопасному ведению производственного процесса на обогатительной фабрике горно-

обогащительного комплекса «Алтай». Технологический процесс начинается с приёма руды в отвал обогащительной фабрики или в приемный бункер и заканчивается отгрузкой концентратов. Соблюдение требований технологического регламента является обязательным, так как гарантирует качество выпускаемой продукции, рациональное и экономичное ведение технологического процесса, сохранность оборудования, безопасность труда, исключение возможности возникновения аварий и загрязнения окружающей среды.

Контроль за качеством выпускаемой продукции осуществляет служба по аналитическому и техническому контролю путём опробования сырья, готовой продукции, весового учёта перерабатываемой руды и продуктов обогащения.

Контроль за соблюдением параметров технологического процесса и правильностью ведения технологической документации на всех переделах фабрики возлагается на главного инженера обогащительной фабрики.

Всякие изменения технологического регламента, связанные с развитием либо изменением технологической схемы обогащения руд, а также изменения, связанные с промышленными испытаниями, в результате которых изменяется технологическая схема, производятся руководством предприятия.

1.2 Характеристика основного оборудования

На обогащительной фабрике для переработки всех типов руд используются дробильные машины, грохоты, тяжелосредние конусные сепараторы, конвейеры, пластинчатые питатели, мельницы, отсадочные машины, классификаторы, гидроциклоны, флотационные машины, концентрационные столы, центробежные концентраторы, сгустители и фильтры.

Дробильные машины применяются для сокращения размеров кусков исходного (крупно – кускового) материала до крупности, требуемой для измельчения.

Грохоты – это аппараты, снабженные просеивающей поверхностью, предназначенные для разделения кускового и сыпучего материала по крупности.

Конусные сепараторы – это аппараты, предназначенные для разделения крупнокускового материала по плотности в тяжелой суспензии, имеющей промежуточную плотность между плотностями разделяемых минералов.

Конвейеры, пластинчатые питатели предназначены транспортирования и равномерной подачи руды и концентратов по операциям.

Мельницы - это аппараты, состоящие из цилиндрического барабана с торцевыми крышками, имеющие пустотелые цапфы (горловины), опирающиеся на подшипники и служащие для уменьшения размера кусков до крупности, требуемой для раскрытия минералов.

Классификаторы, гидроциклоны – классифицирующие аппараты, разделяющие продукты обогащения на классы крупности: тонкий (слив) и крупный (пески).

Отсадочные машины – это аппараты, предназначенные для разделения смеси минеральных частиц в водной среде под воздействием пульсирующего потока подрешетной воды в вертикальном направлении, а также колебания сита.

Флотационные машины - это аппараты, применяемые при флотационном процессе обогащения, служат для перемешивания пульпы и насыщения воздухом, который диспергируется на мелкие пузырьки.

Концентрационные столы – это аппараты, предназначенные для разделения минеральных частиц по плотности в тонком слое воды на наклонной плоскости (деке), совершающей возвратно – поступательные движения в горизонтальной плоскости.

Сгустители и фильтры обеспечивают удаление влаги, содержащейся в продуктах процессов мокрого обогащения.

1.3 Техническая характеристика основного технологического оборудования участка сгущения и фильтрации

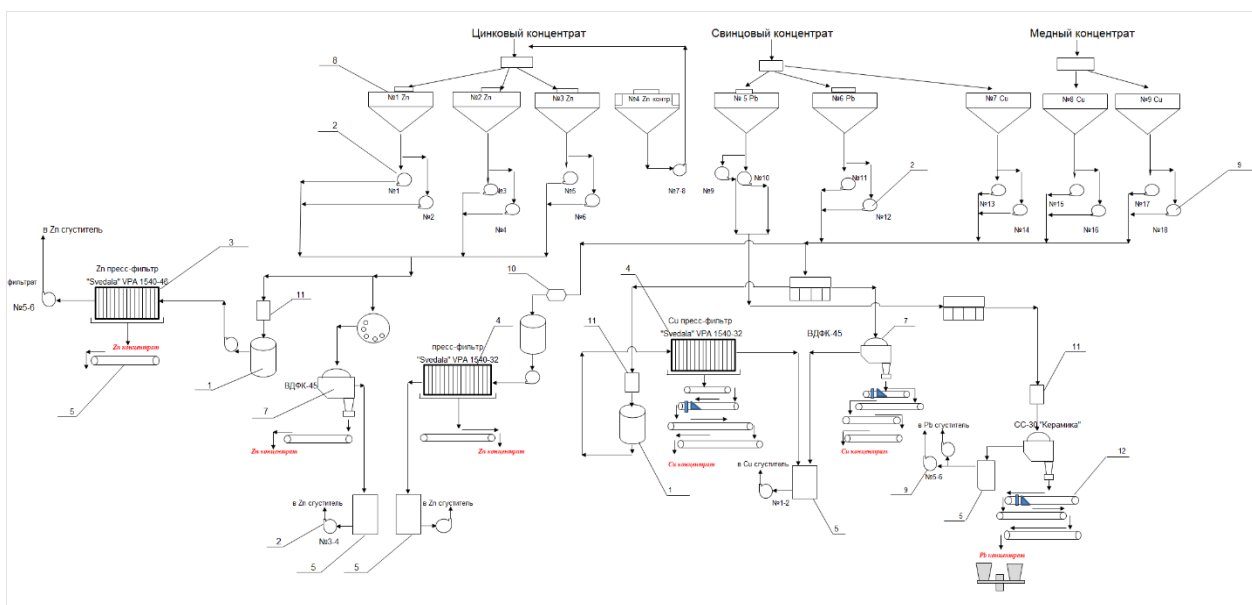


Рисунок 1 – Аппаратурно–технологическая схема процессов обезвоживания

1.3.1 Оборудование для сгущения шламов

Сгуститель представляет собой железобетонный цилиндрический чан. В центре чана установлена колонна. На колонне смонтирована опорная головка с подшипником качения, которая служит опорой для подвижной и лотковой фермы. Подвижная ферма подвешена одним концом к вращающейся части опорной головки, а другим концом через ходовое колесо или каток опирается на круглый рельс, уложенный на борту чана. Свободный конец фермы предназначен для наиболее интенсивного перегребания материала в зоне его наибольшей концентрации.

Таблица 1-Технические характеристики сгустителей

Наименование	Единицы измерения	Показатели
Сгуститель шламов П-30		
Наименование	Единицы измерения	Показатели
Диаметр чана	м	30
Площадь осаждения	м ²	700
Наименование	Единицы измерения	Показатели
Глубина чана	м	3,6
Производительность по твёрдому	т/сутки	700-3150
Продолжительность одного оборота вращающейся фермы	мин	13;16;19
Сгуститель шламов П-25М1		
Диаметр чана	м	25
Площадь осаждения	м ²	490
Глубина чана	м	3,6
Производительность по твёрдому	т/сутки	500-1500
Продолжительность одного оборота вращающейся фермы	мин	10,4;12,8;16,0

1.3.2 Оборудование для сгущения концентратов

Основную массу воды, которая содержится в продуктах процессов мокрого обогащения, составляет гравитационная влага, свободно перемещающаяся между частицами твёрдого под действием силы тяжести. Кроме гравитационной влаги, в операциях обезвоживания при необходимости удаляется плёночная, капиллярная и гигроскопическая влага.

Плёночная влага удерживается на поверхности частиц молекулярными силами притяжения, капиллярная заполняет промежутки между частицами, гигроскопическая адсорбируется на поверхности частиц тончайшей плёнкой и заполняет структурные поры и трещины в частицах.

По содержанию воды различают продукты:

- обводнённые, обладающие текучестью, с содержанием влаги 40% и более;

- мокрые, обычно получаемые после предварительного обезвоживания обводнённых продуктов, с содержанием влаги от 15-20 до 40%;
- влажные – после удаления гравитационной влаги с содержанием от 5-6 до 15-20%;
- воздушно-сухие – сыпучий материал, получаемый после высушивания на воздухе влажного продукта, с содержанием 1-3% влаги за счёт гигроскопической влаги;
- сухие – после термической сушки при температуре 105 °С для удаления гигроскопической влаги.

В зависимости от свойств твёрдого и назначения продуктов обогащения обезвоживание осуществляется одной или последовательно несколькими операциями, к которым относятся дренирование, сгущение, фильтрование, сушка.

Сгущение рассматривается как одна из операций обезвоживания. В широком смысле сгущение – сложный процесс осаждения твёрдых частиц в жидкой среде под действием силы тяжести.

Практически процесс осаждения протекает в несколько стадий, и в непрерывно действующем сгустителе образуется несколько зон. Верхняя зона осветлённой жидкости обычно составляет от 0,3 до 0,6 м. Вторая сверху – зона пульпы первоначальной плотности, в которой происходит стеснённое падение частиц. Ниже – промежуточная зона перехода от зоны стеснённого осаждения в зону уплотнения (сжатия). Внизу находится зона уплотнения с каналами, по которым выделяется жидкость под давлением находящегося выше материала. В придонном слое материал дополнительно уплотняется. Плотный осадок в виде сгущённого продукта удаляется из нижней части сгустителя, а осветлённая жидкость (вода) – из верхней.

Для ускорения осаждения частиц и получения чистого слива в пульпу добавляют реагенты, под действием которых частицы слипаются, образуя хлопья (флокулы). Хлопья оседают быстрее, чем слагающие их частицы. Для флокуляции частиц и для их коагуляции (явление, сходное с флокуляцией, отличающееся механизмом действия реагентов) применяют реагенты (флокулянты и коагулянты).

Для сгущения пульп наибольшее распространение получили цилиндрические (радиальные) сгустители с механической разгрузкой осадка. В зависимости от расположения привода гребкового устройства для разгрузки осадка цилиндрические сгустители разделяются на два типа: с центральным приводом и с периферическим. Сгустители с центральным приводом могут иметь один или несколько ярусов.

На участке сгущения и фильтрации концентратов установлены одноярусные сгустители с периферическим приводом диаметром 15м и глубиной 3,6 м. Сгуститель представляет собой цилиндрический чан, днище которого имеет небольшой наклон к центру (5-10°).

Пульпа поступает в сгуститель через центральную воронку с сетчатым дном, после чего поток движется радиально к кольцевому сливному жёлобу.

Верхний обрез цилиндрического чана является порогом, через который переливается осветлённая жидкость, удаляемая самотёком по уклону. Нижний край воронки заглублён по отношению к уровню слива на 0,5-1 м. Транспортирование осадка к разгрузочному конусу производится гребковым устройством.

В сгустителях с периферическим приводом гребковая рама выполнена в виде радиальной фермы, которая одним концом закреплена в опорном подшипнике, смонтированном на центральной железобетонной колонне, а другим концом перемещается ходовым колесом по рельсу, проложенному вокруг сгустителя. На нижнем поясе гребковой рамы закреплено гребковое устройство.

Содержание твёрдого в сгущённом продукте сгустителей обычно составляет 50-75%, в сливе – 0,2-0,5 г/л.

Таблица 2 -Технологические параметры процесса сгущения и фильтрации концентратов

Наименование	Единицы измерения	Показатели
Сгущение концентрата цинкового		
Содержание твёрдого в питании	%	25-35
Содержание твёрдого в разгрузке	%	50-70
Содержание твёрдого в сливе	г/л	0,1-0,2
Сгущение концентрата медного		
Содержание твёрдого в питании	%	25-35
Содержание твёрдого в разгрузке	%	50-70
Содержание твёрдого в сливе	г/л	0,1-0,2
Сгущение концентрата свинцового		
Содержание твёрдого в питании	%	12-25
Содержание твёрдого в разгрузке	%	50-70
Содержание твёрдого в сливе	г/л	0,1-0,2
Фильтрация концентрата цинкового		
Содержание твёрдого в питании	%	50-70
Содержание влаги в кеке	%	9-12
Величина вакуума при фильтрации	кг/см	0,6-0,7
Фильтрация концентрата медного		
Содержание твёрдого в питании	%	50-70
Содержание влаги в кеке	%	8-9
Величина вакуума при фильтрации	кг/см	0,6-0,7
Фильтрация концентрата свинцового		
Содержание твёрдого в питании	%	50-70
Содержание влаги в кеке	%	до 12
Величина вакуума при фильтрации	кг/см	0,6-0,7

Таблица 3-Расход флокулянта для сгущения концентратов

Точка подачи реагента	Задание по твердому - Q, г/час	Удельный расход, г/т
Питание Zn сгустителя №1	10-30	20-30
Питание Zn сгустителя №2	10-30	20-30
Питание Zn сгустителя №3,4 (контрольный)	5-10	5-15
Питание Рбсгустителя №5	5-15	5-15
Питание Cu сгустителя №6 (контрольный)	5-15	5-15
Питание Cu сгустителя №7 (контрольный)	5-15	5-15
Питание Cu сгустителя №8	10-30	10-30
Питание Cu сгустителя №9	10-30	10-30

2 Основные принципы процесса сгущения

Сгущением называется процесс выделения жидкой фазы из пульпы, происходящий в результате осаждения (перемещения) в ней твердых частиц под действием силы тяжести или центробежных сил.

Сгущение пульпы может производиться под действием центробежных сил в центробежных классификаторах, центрифугах и гидроциклонах. Центрифуги на обогатительных фабриках и гидрометаллургических предприятиях не применяются.

При этом под термином «сгущение», прежде всего, подразумевается получение плотного конечного (сгущенного) продукта. Если цель заключается в выделении как можно более чистой жидкой фазы, то употребляется термин «осветление». Часто требуется выполнять оба условия.

В зависимости от свойств пульпы она может сгущаться с выделением чистой или замутненной жидкой фазы-слива. В первом случае между пульпой и жидкостью наблюдается четкая граница раздела, во втором - видимой границы нет.

В сгустителе при оптимальном заполнении его материалом и установившемся режиме существует несколько зон.

Вверху располагается зона осветленной жидкости (при отсутствии указанной границы раздела - выделение зоны условно).

Вторая сверху - зона пульпы первоначальной (исходной) плотности. Здесь, в зависимости от содержания твердого, происходит свободное или естественное осаждение частиц.

Внизу находится зона уплотнения (сжатия). В этой зоне выделение жидкости из пульпы происходит в результате давления находящегося выше материала. В придонном слое пульпа дополнительно уплотняется гребками.

Иногда между двумя последними зонами выделяют промежуточную зону (зона В). Часто переход от зоны Б к зоне Г выражают через так называемую критическую точку.

В пульпы, сгущающиеся с выделением мутного слива, обычно добавляют реагенты, способствующие образованию агрегатов частиц (флокулы). Этим достигается ускорение осаждения и выделение чистого слива.

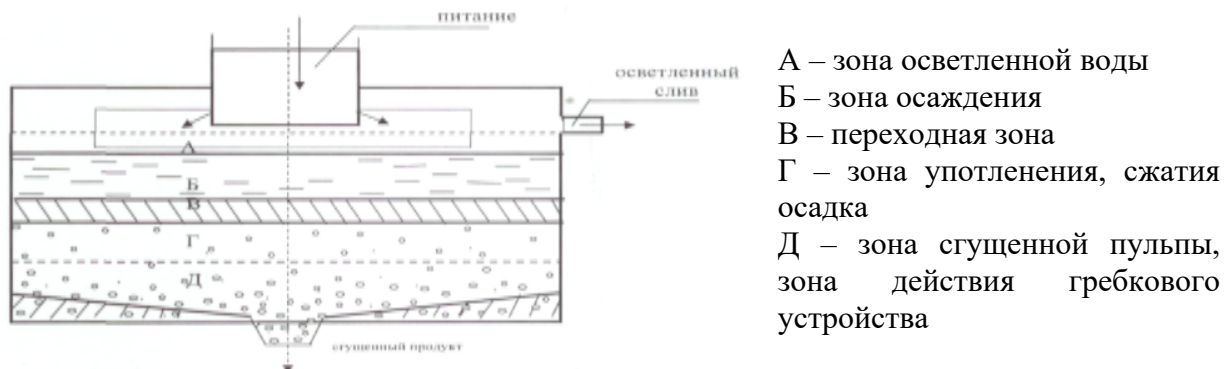


Рисунок 2 – Условны зоны процесса разделения фаз в сгустителе

Удельную площадь сгущения (в м² на 1 т. твердого материала в сутки) можно определить по формуле:

$$S = \frac{R_{\text{и}} - R_{\text{к}}}{V}$$

Где:

$R_{\text{и}}$ и $R_{\text{к}}$ – объем жидкости на 1 т. твердого соответственно в питании и в сгущенном продукте, м³/т;

V – скорость осаждения, м/сутки.

$R_{\text{к}}$ и V – определяют экспериментально, $R_{\text{и}}$ известно.

Глубину сгустителя определяют по формуле:

$$H = h_1 + h_2 + h$$

Где:

h_1 , h_2 и h – высота соответственно зоны осветленной жидкости, зоны пульпы начальной плотности ($h_1 = 0,3 \text{ -} // \text{-} 0,9 \text{ м}$ и $h_2 = 0,3 \text{ -} // \text{-} 0,6 \text{ м}$) и зоны уплотнения.

Высота зоны уплотнения определяется по формуле;

$$h = \frac{t(1/p + R_{\text{ср}})}{24 \times S}, \text{ м}$$

Где:

t – время осаждения для достижения требуемого разжижения $R_{\text{к}}$, ч;

p – плотность твердого, т/м³

$R_{\text{ср}}$ – среднее разжижение в зоне уплотнения (определяется экспериментально), м³/т.

2.1 Аппараты для сгущения

Сгущение жидких продуктов в основном производится в цилиндрических (радиальных) сгустителях с механической разгрузкой осадка.

В зависимости от устройства механизма разгрузки осадка и главным образом от расположения привода этого механизма цилиндрические сгустители разделяются на два типа: с центральным приводом и с периферическим.

Сгустители с центральным приводом по высоте могут иметь один или несколько ярусов. По этому признаку сгустители разделяются на одно- и многоярусные.

Одноярусный радиальный сгуститель состоит из цилиндрического чана с горизонтальным или коническим днищем и кольцевым сливным желобом наверху, загрузочной воронки и механизма для разгрузки сгущенного продукта. Угол наклона днищ составляет 12° если материал представлен тонкими частицами, допускается меньший угол.

Край кольцевого желоба является порогом, через который переливается осветленная часть пульпы - слив. Для удаления слива самотеком днище кольцевого желоба имеет небольшой уклон. Сливной порог по всей окружности должен иметь одинаковый уровень.

Питающая воронка, в которую по желобу или трубе поступает исходная пульпа, располагается в центре сгустителя. Нижний край ее заглублен по отношению к уровню слива примерно на 0,5-1м для гашения скорости потока поступающей пульпы обычно в воронке на уровне слива или несколько ниже устанавливают решетку.

У сгустителей с центральным приводом небольшого диаметра (до 18-24м) механизм разгрузки представляет собой граблины, закрепленные на вертикальном валу. Вал опирается на ферму и получает вращение от электродвигателя через червячный редуктор (у сгустителя с центральным приводом большого диаметра вал заменен сварной конструкцией, опирающейся на центральную колонну). Для предотвращения поломок механизма при перегрузках вал вместе с граблинами может перемещаться на некоторое расстояние в вертикальном направлении. Подъем и опускание вала с граблинами производят вручную или автоматически специальным механическим устройством.

Граблины изготавливаются в виде крестовин с гребками или в виде полуспиралей. Гребки установлены под определенным углом, позволяющим перемещать осадок к центру. Каждый гребок перемещает материал на расстояние, достаточное для захвата его установленным ближе к центру гребком другой граблины. Полуспиральный механизм предназначен для ускоренной разгрузки осадка.

Разгрузочный механизм сгустителей с периферическим приводом имеет раму с гребками, которая опирается на кольцевую опору центральной колонны и на монорельс, уложенный вкруговую на стенке чана. У периферии рама заканчивается кареткой, на которой размещены электродвигатель, редуктор, опорные и приводной ролики и балласт для увеличения силы сцепления роликов с рельсом. Ток к электродвигателю подводится через центральную колонну и контактные кольца.

Окружная скорость движения граблин или гребковой рамы у периферии обычно составляет 6 м/мин. При сгущении тонких шламов скорость снижают до 3м/мин, при сгущении быстро оседающих продуктов скорость может быть повышена до 9-12м/мин и более.

При сгущении флотационных концентратов, представляющих собой пенные продукты, для предотвращения потерь пены со сливом на близком расстоянии от сливного порога устанавливают пеноотбойник (экран), заглубленный ниже уровня слива.

Процесс сгущения пульпы в сгустителях протекает следующим образом. Пульпа, выйдя из питающей воронки, сначала движется в низ, а затем растекается в радиальных направлениях. По мере замедления радиальных потоков из них выпадают все более мелкие частицы. Осветленная часть

пульпы, достигнув стенки сгустителя, поднимается вверх и сливается через порог в кольцевой желоб. Выпавшие из порога твердые частицы оседают вниз. По мере их осаждения происходит уплотнение осадка.

В донной части сгустителя осадок перемещается гребками к центру. Центральной части днища (разгрузочному конусу) придается больший уклон. Из разгрузочного конуса сгущенный продукт разгружается через одно или несколько отверстий.

В нижней зоне пульпа может уплотняться частично под действием гребков. Дополнительное уплотнение происходит в результате разрушения гребками сводов, образуемых частицами.

При сгущении хорошо флокулированных пульп содержание твердых частиц в начале и в конце зоны уплотнения отличается незначительно. Дополнительное уплотнение в этом случае происходит в результате частичного разрушения флоккул.

Сгустители небольших и средних диаметров обычно устанавливают на опорах. Сгустители больших размеров частично или полностью заглубляют в грунт. При этом доступ к разгрузочному конусу осуществляется через специально проложенную траншею.

Сгущенный продукт из сгустителей разгружается самотеком или насосами. Самотек обычно используют при эксплуатации сгустителей небольших размеров.

Наиболее удобными аппаратами для откачки сгущенного продукта из сгустителей (малого диаметра) являются диафрагмовые насосы, производительность которых регулируется изменением эксцентриситета. Эти насосы обычно устанавливают на уровне слива сгустителя.

У сгустителей большого диаметра устанавливают центробежные песковые насосы. Их размещают в траншее вместе с дренажными насосами или в непосредственной близости от сгустителя.

Многоярусные радиальные сгустители применяются при сгущении горячих пульп, когда требуется сократить разницу температур исходного и конечного продуктов, а также для промывки материала методом непрерывной противоточной декантации.

Наиболее широко применяют двухъярусные сгустители (особенно сбалансированные-уравновешенные) как наиболее удобные по распределению нагрузки между отдельными ярусами.

В двухъярусные сгустители сбалансированного типа питание подается в оба яруса, слив выделяется также с двух ярусов, а сгущенный продукт – только из нижнего.

2.2 Факторы, влияющие на сгущение

На процесс сгущения, протекающий под действием силы тяжести, влияют минералогический и гранулометрический состав материала, форма частиц, содержание твердого в исходной пульпе, плотность твердой и жидкой

фаз, вязкость жидкости, температура пульпы, рН среды, наличие в пульпе реагентов и специально вводимых в нее добавок. Конечные результаты сгущения зависят также от конструктивных особенностей используемых аппаратов.

Влияние крупности частиц, плотности твердой и жидкой фаз, вязкости жидкости можно проследить по закономерностям и по уравнениям скорости оседания частиц.

Самые тонкие частицы в результате малой скорости падения, броуновского движения и отталкивания при одноименном заряде оседают медленно.

Трудно сгущаются мелкодисперсные глины и глинистые материалы (каолин, охра и др.). Так например, глина разбухает в воде и образует устойчивую взвесь. Кроме того, тончайшие глинистые частицы обволакивают другие минеральные зерна и стабилизируют их.

В жидких пульпах твердые частицы осаждаются быстрее, чем в густых, однако при этом из продукта должно быть выделено большее количество воды, что при одинаковой производительности по твердому увеличивает скорость восходящих потоков в аппаратах и, следовательно, увеличивает вынос тонких частиц в слив.

С повышением температуры снижается вязкость жидкой фазы пульпы-воды. Наиболее резко снижается вязкость воды при нагревании до 20-30° С (при температуре 0, 30, 60 и 90° С она составляет соответственно 0,018; 0,008; 0,0047 и 0,0032 г/см²·сек). С повышением температуры усиливается также действие присутствующих в пульпе реагентов.

В зависимости от пульпы и специально вводимых в нее добавок твердые частицы при сгущении оседают раздельно или в виде агрегатов. Агрегаты частиц имеют значительно большую скорость осаждения, чем отдельные частицы, поэтому создание условий для их образования являются основным способом интенсификации процесса сгущения.

Слипание (агрегация) и диспергация частиц при добавке реагентов. Различают три способа образования агрегатов: коагуляцию электролитами, флокуляцию гидрофобизирующими реагентами и флокуляцию полимерами.

Слипание частиц происходит под действием сил Ван-дер-Ваальса. Эти силы достигают значительной величины на малых расстояниях и резко убывают на больших. Поверхность большинства минералов в водной среде при рН, близкой к нейтральному, заряжена отрицательно. Одноименный заряд препятствует сближению частиц на расстояния, необходимые для их слипания под действием указанных сил.

Коагуляция частиц при добавке электролитов происходит в результате снижения действия имеющихся зарядов, вследствие чего силы отталкивания уменьшаются и сосредоточиваются вблизи поверхности, что приводит к слипанию частиц. Наиболее эффективно влияют на коагуляцию электролиты, содержащие многовалентные катионы. В качестве коагулянтов часто

применяют известь, хлористый кальций, железный купорос, хлористое железо, алюмокалиевые квасцы, сульфат магния, серную кислоту и др.

Под флокуляцией частиц гидрофобизирующими реагентами понимается образование агрегатов вследствие уменьшения их поверхностной энергии при слипании. При гидрофобизации поверхности частиц силы межмолекулярного взаимодействия между частицами и водой, меньше, чем силы взаимодействия между самими частицами. Поэтому гидрофобизация частиц в водной среде приводит к их слипанию. Так как при флотации действие собирателей также приводит к гидрофобизации поверхности частиц, то загрузка флотационных реагентов-собирателей может приводить к флокуляции минеральных частиц. Такими гидрофобизаторами могут быть ксантогенаты, олеаты, алкилсульфаты, амины и другие собиратели., применяемые в процессе флотации различных руд.

Под флокуляцией частиц высокомолекулярными реагентами-полимерами понимается слипание минеральных частиц благодаря сорбции молекул или мицелл полимера. В случае молекулы или мицеллы полимера образуют «мостики» между частицами.

Из высокомолекулярных флокулянтов широко используют полиакриламид, степень гидролиза амидных групп которого составляет 0-50%, а молекулярный вес достигает величины порядка 30×10^6 .

В общем виде полиакриламид может быть представлен формулой:

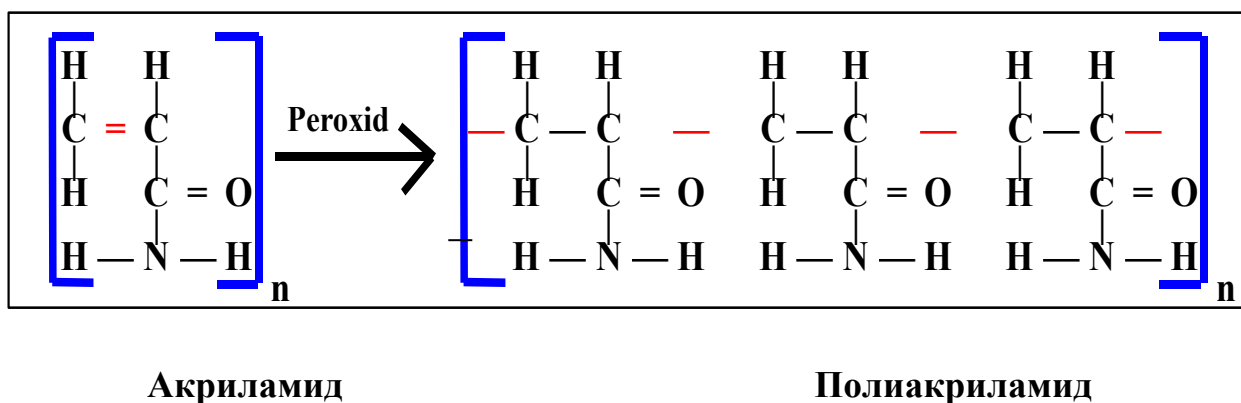


Рисунок 3-Процесс полимеризации акриламида

Из природных органических соединений, проявляющих флокулирующие свойства, можно назвать крахмал (картофельный, пшеничный и др.), глютен (паточный продукт при производстве крахмала), гуартек или галактазол (смола из растения гуар, США), столярный клей, желатин, альбумин крови.

При флокуляции полимерами характерен невысокий удельный расход реагентов, часто в сотни раз меньший, чем расход коагулянтов. Действие полимера зависит от исходной концентрации раствора. В пульпу обычно подают растворы полимеров концентрацией 0,05-0,1%. Сильное и длительное перемешивание пульпы при использовании этих реагентов недопустимо, так

как флоккулы могут разрушаться, после чего флоккулообразование не восстанавливается.

Для уменьшения расхода реагентов в ряде случаев практикуется дробная подача его в пульпу.

Явление, обратное коагуляции и флокуляции, называется пептизацией (диспергированием или стабилизацией суспензии). Пептизация осуществляется в основном введением в пульпу реагентов, способствующих гидрофилизации частиц, в первую очередь жидкого стекла, а иногда едких щелочей и соды.

Пептизации способствует снижение концентрации электролита, например, в результате промывки осадка, а также механическое воздействие на пульпу.

Изменение pH среды в результате введения соответствующих реагентов может способствовать и коагуляции, и пептизации частиц.

3 Полимерные реагенты для обезвоживания

Для процессов обезвоживания используется широкий спектр полиэлектролитов и неионогенных синтетических флокулянтов, имеющие различную молекулярную массу и степень анионной или катионной активности. В основном, это сополимеры на основе полиакриламида.

Флокулянты - увеличивают размер хлопьев, образовавшихся в ходе коагуляции, и агломерация взвешенных частиц для их механического удаления.

Прежде коагуляция производилась с использованием неорганических коагулянтов, таких как сульфат алюминия и хлорид железа (до появления в 60-х годах синтетических органических полимеров). Вначале полимеры использовались как добавка к неорганическим коагулянтам для более интенсивного образования хлопьев. Сегодня эти полимеры применяются как основные коагулянты, полностью или частично заменяя неорганические.

Анионный полиакриламид - это общее наименование для семейства макромолекул с большими молекулярными массами, синтезированных свободно-радикальной полимеризацией акриламида и анионного сомономера (в основном натриевыми солями акриловой кислоты акрилатами натрия). Сочетание молекулярного веса и ионного заряда приводит к очень высоким вязкостям получаемых водных растворов - одного из основных свойств этих полимеров. И плотность заряда (ионность) и молекулярный вес могут варьироваться. Плотность заряда от 0 до 100% на полимерной цепочке добивается варьированием отношения акриламид/анионный мономер. Молекулярная масса зависит от типа и концентрации инициатора реакции и реакционных параметров.

Анионный полиакрилами полностью растворим в воде (растворимость ограничена только вязкостью). К тому же, будучи флокулянтом, он адсорбируется на взвешенных веществах и таким образом удаляется из водной фазы. Чувствительность полиакриламида к ультрафиолетовым лучам хорошо известна и описана в научной литературе. Фотолиз ведет к разрушению полимерной цепи с образованием более мелких молекул (олигомеров), которые становятся доступны для бактериального усвоения. Последние исследования SNF-Floerger, продемонстрировали, что фотолиз с последующей аэробной и анаэробной обработкой приводит к эффективной минерализации полимера, что полимеры акриламида способны к природному разрушению и биоразложению, они не накапливаются и не удерживаются в окружающей среде.

Концерном «Сиба» выпускается большой перечень флокулянтов анионного типа. Это полимерные реагенты марки «Magnaфloc». Перечень наиболее популярных образцов проведено на рисунке 2. Представленные продукты широко используются для обезвоживания пульп на предприятиях горно-обогатительных комплексов.

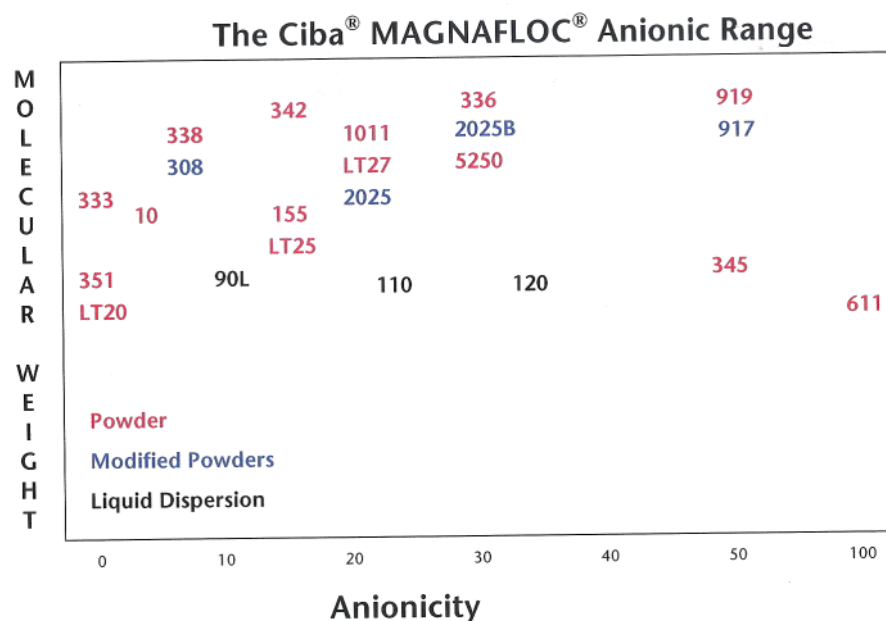


Рисунок 4 – Перечень выпускаемых анионных флокулянтов

Схематично различные виды полимерных флокулянтов можно изобразить в следующем виде:

Схематическое изображение полиэлектролитов

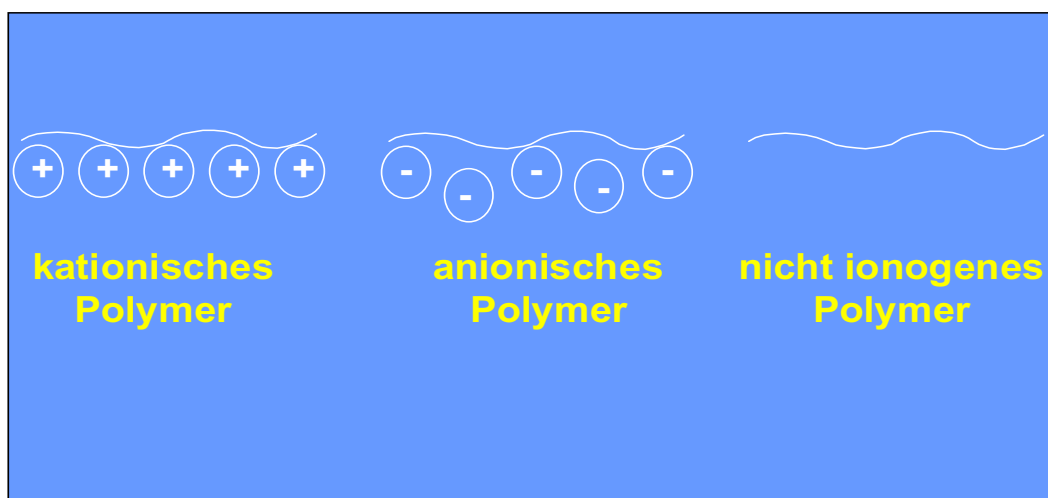


Рисунок 5 – Схематическое изображение полиэлектролитов

Неионогенные флокулянты представляют из себя полиакриламиды с различными молекулярными массами. В продукции «Сиб» это Магнафлок-333 и 351.

Любые полимерные флокулянты распускаются в водной среде по следующей схеме.

Растворение флокулянтов в воде

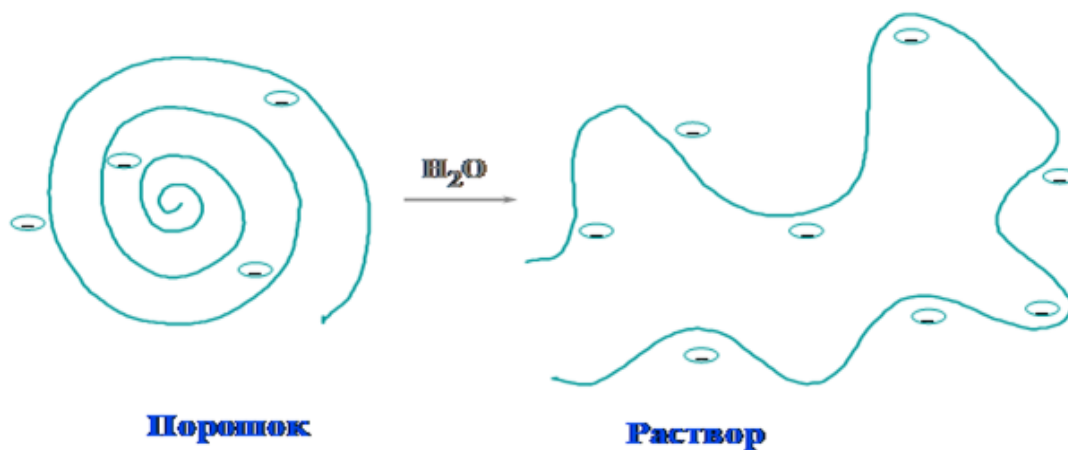
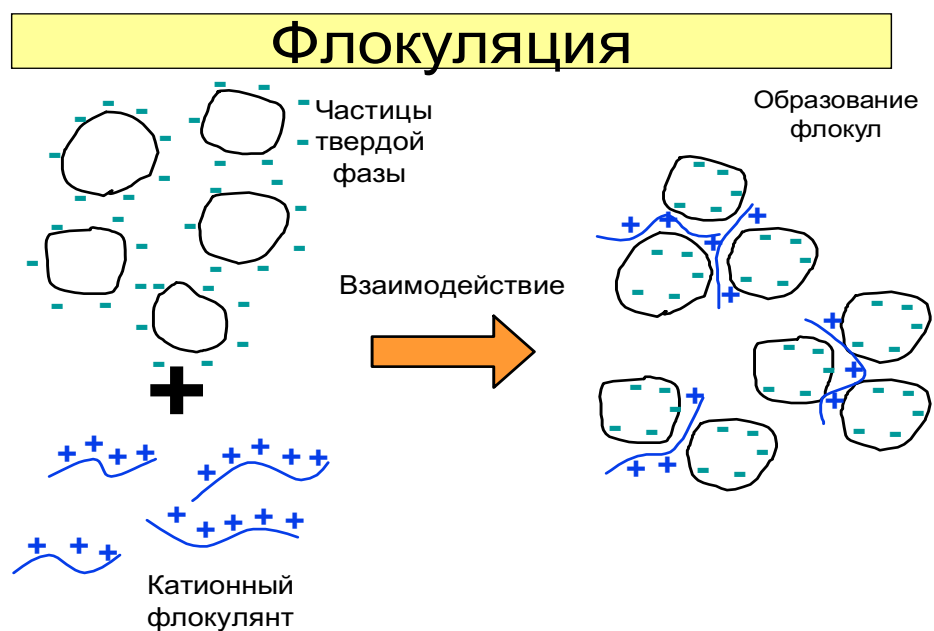


Рисунок 6 – Принцип растворения порошкообразных реагентов.



21.11.2008

1

Рисунок 7 – Взаимодействие флокулянта с твердой фазой

4 Характеристика руды месторождения «Узынжал»

По результатам химического анализа, содержание металлов, в пробе руды составило: свинца – 5,59 %, цинка – 0,10 %, железа – 6,05 %, серебра – 31 г/т.

Проведены исследования по изучению вещественного состава пробы руды месторождения «Узынжал» Т2.

По результатам минералогического анализа материал пробы подвержен значительному окислению.

Минералы свинца в руде представлены: в преобладающем количестве окисленными минералами - карбонатом свинца – церусситом, реже первичным сульфидом – галенитом, а также водным сульфатом свинца – плюмбоярозитом; фосфатом свинца – пироморфитом.

По результатам рационального анализа пробы руды, содержание окисленных и труднообогатимых форм свинца составило 86,4%, в том числе плюмбоярозита 18,43%, что относит данную пробу к сорту окисленных руд.

Таблица 4– Химический состав пробы руды месторождения «Узынжал»

Элементы и соединения	Содержание, %, г/т	Элементы и соединения	Содержание, %
Медь (Cu)	0,03	Висмут (Bi)	0,008
Свинец (Pb)	2,63	Таллий (Tl)	0,0012
Цинк (Zn)	1,43	Индий (In)	<0,0004
Железо (Fe)	6,63	Углерод (C)	8,17
Марганец (Mn)	0,3	Двуокись кремния (SiO ₂)	9,7
Сера общая (S _{общ})	2,80	Окись кальция (CaO)	25,03
Сера пиритная (S _{пир})	1,08	Окись магния (MgO)	6,32
Кадмий (Cd)	0,016	Глинозем (Al ₂ O ₃)	2,44
Мышьяк (As)	0,02	Двуокись железа (Fe ₂ O ₃)	9,48
Сурьма (Sb)	0,01	Окись бария (BaO)	5,60
		Сульфат бария (BaSO ₄)	8,51

По данным химического анализа, в исходной пробе руды, содержание металлов составило: свинца – 2,63 %, меди – 0,03 %, цинка – 1,43 %, железа – 6,63 %, серебра – 34,0 г/т. Основными породообразующими компонентами в пробе руды месторождения «Узынжал» является сульфат бария – 8,51%. Содержание таких вредных примесей как мышьяк и сурьма отмечаются в пробе в количестве сотых долей процента.

По результатам химического и пробирного анализов основным промышленно-ценным компонентом в пробе руды месторождения «Узынжал» М-3 является свинец, содержание которого- 2,63 %, цинк- 1,43% и серебро – 34,0 г/т.

Таблица 5 – Рациональный анализ пробы М-3 руды месторождения «Узынжал»

Формы соединений	Содержание, %	
	Абсолютное	Относительное
СВИНЕЦ:		
Галенит (PbS)	1,88	73,44
Церуссит (PbCO ₃)	0,28	10,94
Плюмбоярозит PbSO ₄ Fe ₂ (SO ₄) ₃ *2Fe ₂ (OH) ₆	0,40	15,62
Суммарное содержание	2,56	100,0
ЦИНК:		
Сфалерит (ZnS)	1,11	82,84
Смитсонит (ZnCO ₃)	0,15	11,19
Силикатный ZnSiO ₃	0,08	5,97
Суммарное содержание	1,34	100,0

По результатам рационального анализа пробы руды, содержание окисленных форм свинца составило 26,56%, относится к сорту смешанных руд.

Таблица 6 – Свод результатов обогащения окисленной свинцовой руды месторождения «Узынжал» проба Т2 гравитационными и флотационными методами

Показатели	Гравитационная технология	Флотационная технология по двух стадийной схеме измельчения на исходной руде	Флотационная технология по двух стадийной схеме измельчения на отмытой руде
	Концентрационный стол СКО-0,5 в одну операцию		
Выход к-та, %	5,39	7,76	12,58
β Pb в к-те, %	37,97	52,22	51,50
β Pb в хв.отв., %	3,36	2,29	2,46
Извлечение Pb, %	38,73	65,75	75,08
β в руде, %		6,17	8,63

4.1 Лабораторные исследования по изучению вещественного состава исходной пробы руды месторождения «Узынжал»

4.1.1 Вещественный состав пробы Т2 руды месторождения «Узынжал»

В таблицах 7 – 9 приведены химические и пробирные анализы исходной пробы, выполненные в аналитической лаборатории ЗГОК.

Таблица 7 – Результаты пробирного анализа пробы Т2 руды месторождения «Узынжал»

Наименование пробы	Содержание, г/т	
	Au,г/т	Ag,г/т
Руда «Узынжал» Т2	<0.05	31,0

Таблица 8 – Химический состав руды месторождения «Узынжал» проба Т2

Элементы и соединения	Содержание, %, г/т	Элементы и соединения	Содержание, %
Медь (Cu)	-	Висмут (Bi)	0,005
Свинец (Pb)	5,59	Таллий (Tl)	0,0033
Цинк (Zn)	0,10	Индий (In)	0,015
Железо (Fe)	6,03	Углерод (C)	
Марганец (Mn)		Двуокись кремния (SiO ₂)	59,55
Сера общая (S _{общ})	1,28	Окись кальция (CaO)	0,17
Сера пиритная (S _{пир})	0,85	Окись магния (MgO)	0,34
Кадмий (Cd)	<0,002	Глинозем (Al ₂ O ₃)	7,64
Мышьяк (As)	0,16	Двуокись железа (Fe ₂ O ₃)	6.05
Сурьма (Sb)	0,012	Сульфат бария (BaSO ₄)	

Таблица 9 – Рациональный анализ пробы Т2 руды месторождения «Узынжал»

Наименование	Содержание % (абс.)	Содержание, % (отн.)
Свинец		
PbCO ₃ окисленный	3,8	67,95
PbS сульфидный	0,76	13,6
Pb ярозит	1,032	18,45
Pb общий	5,592	100

4.2 Минералогическое описание пробы Т2 окисленной свинцовой руды месторождения Узынжал

Среди главных рудных компонентов доминирует церуссит и в ничтожном количестве встречается галенит.

К второстепенным компонентам относятся гипергенные минералы зон окисления широко распространенные гидроокислы железа, гидроокислы марганца, плюмбоярозит, пироморфит, редко встречающиеся смитсонит, каламин, эпизодически отмечающиеся первичные сульфиды – пирит, сфалерит.

Нерудные компоненты представлены кварцем, халцедоном, каолинитом, кальцитом, доломитом, баритом.

Благородные компоненты представлены серебром, золотом.

Наиболее распространены микроструктуры руд: кристаллически-зернистая, интерстициальная, структура замещения – реликтовая, краевых каёмок, псевдоморфозная.

Микротекстуры: вкрапленная, пятнистая, крустификационная, прожилковая, колломорфная.

Минералы свинца в руде представлены: в преобладающем количестве окисленными минералами - карбонатом свинца – церусситом, иногда первичным сульфидом – галенитом, а также водным сульфатом свинца – плюмбоярозитом; фосфатом свинца – пироморфитом.

4.3 Гранулометрический состав и распределение металлов по классам крупности руды месторождения Узынжал проба Т2.

В таблице 10 представлена гранулометрическая характеристика дробленной до класса минус 2+0 мм руды месторождения «Узынжал» проба Т2.

Таблица 10 – Гранулометрический анализ дробленной до класса минус 2+0 мм пробы руды с распределением металлов по классам крупности.

Классы крупности, мм	Выход, %	Содержание, г/т, %				Распределение, %			
		Ag	Pb	Zn	Fe	Ag	Pb	Zn	Fe
+0,8	14,25	68,60	7,08	0,07	5,40	30,56	18,06	10,03	12,71
+0,2	21,40	69,30	7,72	0,08	5,06	46,35	29,57	17,21	17,89
-0,2 +0,1	8,15	50,80	6,08	0,08	5,85	12,94	8,87	6,55	7,88
-0,1+0,074	0,40	15,40	5,12	0,11	7,15	0,19	0,37	0,44	0,47
-0,074+0,044	3,80	15,40	5,27	0,08	6,55	1,83	3,58	3,06	4,11
-0,044	52,00	5,00	4,25	0,12	6,63	8,13	39,55	62,72	56,95
ИТОГО	100,00	31,99	5,59	0,10	6,05	100,0	100,0	100,0	100,0

Средневзвешенное содержание металлов по результатам ситового анализа составляет: серебра – 31,99 г/т, свинца – 5,59%, цинка -0,10%, железа - 6,05%.

По результатам ситового анализа отмечено, что значительная доля металла распределена в классах +0,8 и +0,2 мм с суммарным выходом – 35,65%, в котором сосредоточено 47,63% свинца.

Основная часть свинца распределена в классе минус 0,044 мм - 39,55%, выход составил – 52%. Распределение компонентов в данной пробе таково, что измельчение основной части металла, сосредоточенной в крупных классах, будет сопровождаться переизмельчением металла, содержащегося в тонком классе.

На рисунке 8 представлен график зависимости тонины помола от времени измельчения.

По результатам опытов на измельчаемость пробы Т2 окисленной свинцовой руды месторождения «Узынжал», отмечено, что с увеличением времени измельчения, с 3 минут до 24 минут, содержание класса минус

0,074мм увеличивается с 62,69% до 94,9%, содержание класса минус 0,044 мм - с 52,97% до 88 %.

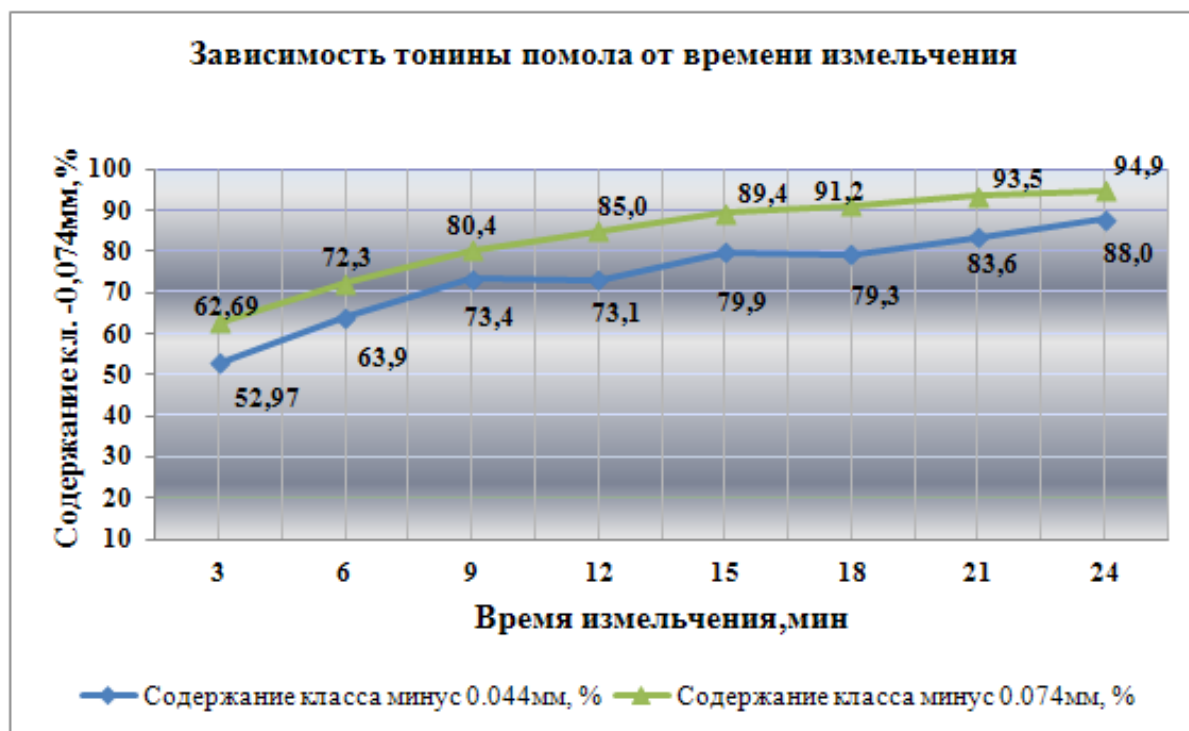


Рисунок 8 – График зависимости тонины помола от времени измельчения.

5 Проведение экспериментов по сгущению продуктов обогащения при переработке руды месторождения «Узынжал»

5.1 Методика проведения исследований при использовании флокулянтов

Для проведения тестирования сгущения рудных сливов и свинцового концентрата окисленных глинистых руд месторождения «Узынжал» с использованием флокулянтов были отобраны марки полимерных реагентов с различной степенью анионной активности с высокими значениями молекулярной массы.

В практике лабораторные исследования обычно проводят на 0,05-0,1% растворах водорастворимых полимеров, в связи с тем, что они являются высоковязкими растворами.

Для приготовления указанного раствора в сухую колбу насыпается навеска флокулянта (100 мг), смачивается небольшим количеством (1-2 мл) спирта или ацетона и добавляется 50 мл холодной воды (можно технической) и взбалтывается в течение 10-15 минут. Затем оставляется на 30 мин и доливается 50 мл холодной воды, также встряхивается 5 мин и оставляется до полного растворения на 1-2 часа.

Эта методика растворения используется если нет возможности перемешивать механическим способом, например, на магнитной мешалке. Растворение порошкообразных высокомолекулярных полимеров осуществляется через набухание, поэтому по истечении указанного времени необходимо посмотреть на свет и убедиться, что в растворе нет набухших частиц. Если таковые имеются, то следует оставить растворы еще на 1-3 часа. Такое приготовление используется только для проведения лабораторных исследований.

Тестирование исследуемых флокулянтов осуществляется на производственных пульпах. Перед проведением исследований определяется плотность пульпы и содержание твердой фазы. Для выбора эффективной марки флокулянта и оптимального расхода рекомендуется проводить эксперименты в мерных цилиндрах объемом 0,5-1,0 дм³. Замешивание дозы раствора флокулянта со всем объемом пульпы осуществляется с помощью штоковой мешалки 6 раз. Включается секундомер и фиксируется скорость сгущения твердой составляющей пульпы. Визуально определяется качество осветления раствора и размеры образующихся флокулов при различных расходах флокулянта. Все тестируемые показатели процесса сгущения (скорость сгущения, уплотнение, качество осветления и высота пенного продукта на поверхности цилиндра) сравниваются и выбирается наилучший флокулянт при наименьших расходах. При тестировании нескольких марок выбирается наилучший, позволяющий при минимальных расходах достичь наилучших параметров сгущения.

5.2 Основные результаты и их обсуждение

Месторождение «Узынжал» находится в 22 км западнее железнодорожной станции Киик и представляет из себя высокоглинистую свинец содержащую руду окисленного типа. Глинистые составляющие имеют значительную степень набухания, что потребовало отмывки руды перед процессами обогащения. Сгущению подвергаются как данные рудные сливы так и свинцовый концентрат. Отмытые рудные сливы имеют гранулометрический состав на уровне 5-3 мкм и ниже.

Первая серия экспериментов выполнялась с целью подбора эффективной марки флокулянта для сгущения рудного слива. Были оттестированы 7 новых образцов полимерных реагентов, применяемых для сгущения тонкодисперсных продуктов обезвоживания.

Установлено, что при сгущении рудного слива плотность пульпы питания и слива сгустителя идентичные и составляют около 1%, т.е. количество твердого порядка 10г/л в продуктах.

Таблица 11 – Сгущение рудного слива с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т

№	Марка флокулянта (Floram)	Объем зоны осветления, мин,сек								Объем сгущенной руды на 20 минуте
		900 мл	800мл	700мл	600мл	500мл	400мл	300мл	200мл	
1	Контроль	2,15	4,25	8,00	9,25	11,0	13,0	16,0	19,4	160
2	AN 934	0,15	0,30	1,10	2,00	2,30	3,05	3,40	4,05	105
3	RG 1000	1,0	1,30	2,15	3,00	3,25	4,10	4,50	6,00	105
4	105 VHM	1,30	3,00	4,35	6,05	8,00	8,45	9,35	10,0	115
5	105 SH	1,10	1,27	2,00	3,00	4,05	6,14	8,35	9,24	110
6	110 VHM	0,50	1,27	2,00	3,00	4,05	6,14	8,35	9,24	100
7	110 SH	1,10	1,27	2,00	3,00	4,05	6,14	8,35	9,24	105
8	113 SH	3,00	3,45	4,34	5,33	9,18	12,4	18,2	-	250

При проведении исследований по подбору эффективной марки флокулянта для сгущения рудного слива было установлено, что марка Floram AN 934 является одной из самой эффективной. Визуальной наблюдение за чистотой осветленной водной фазы было установлено, что к наиболее эффективным можно отнести и марку Floram UG 1000.

Степень осветления и плотность сгущенного рудного слива через 20 минут осаждения показано на рисунке 8.



Марка флокулянта:

Контроль UG978(AN934) RG1000 105 VHM 105 SH 110 VHM 110 SH 113 SH

Рисунок 9 – Сгущение рудного слива с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т твердого

Дальнейшие исследования были выполнены для определения оптимальных расходов лучших марок флокулянтов с целью достижения наилучших показателей процесса сгущения рудных сливов.

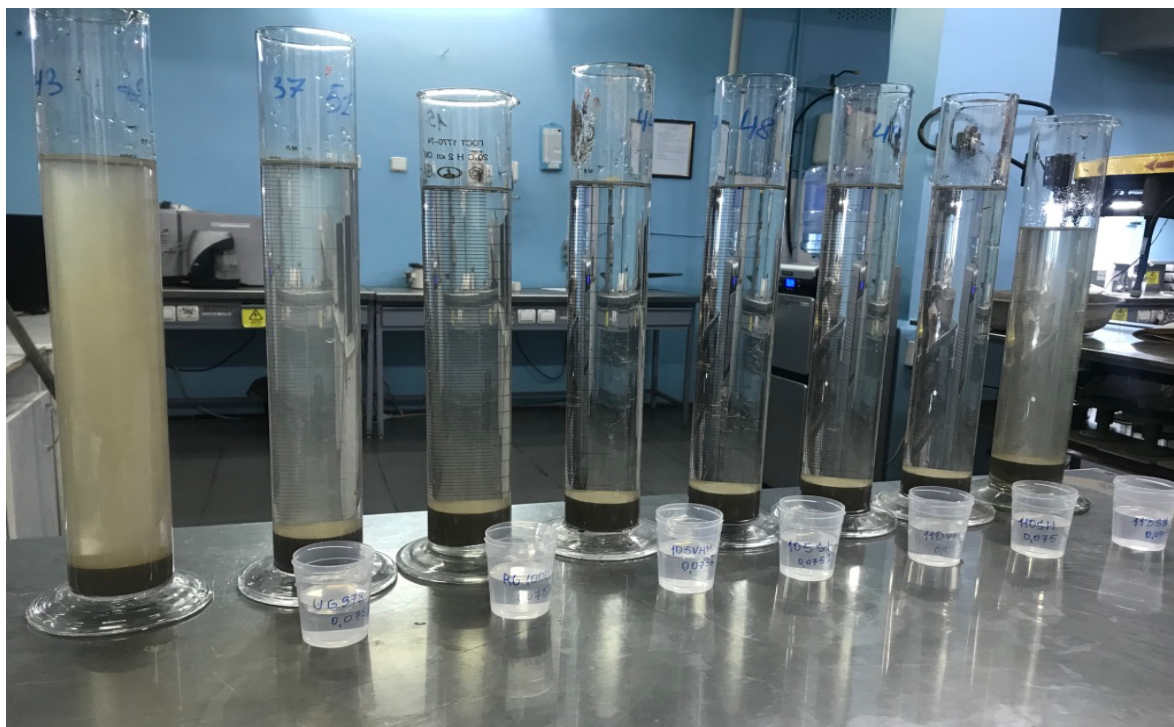
Таблица 12 – Сгущение рудного слива с применением флокулянтов при повышении расходов лучших марок

№ п/п	Марка флокулянта (Floram)	Расход флокулянта, г/т	Объем зоны осветления, мин,сек								Средняя скорость сгущения за 20мин.,м/час
			900мл	800мл	700мл	600мл	500 мл	400 мл	300 мл	200мл	
1	Контроль	-	3,0	5,34	6,48	8,54	10,17	13,29	15,6	18,23	4,8
2	AN 934	70,0	0,15	0,25	0,40	0,50	1,05	1,15	1,30	1,45	60,0
3	AN 934	80,0	0,12	0,20	0,33	0,45	0,54	1,05	1,15	1,25	68,6
4	RG 1000	70,0	0,20	0,30	0,45	0,60	1,10	1,55	1,40	1,55	53,3
5	RG 1000	80,0	0,14	0,26	0,38	0,50	1,16	1,25	1,43	2,14	40,0

Проведенные эксперименты показали, что для сгущения рудных сливов при переработке глинистой руды месторождения Узынжал используемая марка флокулянта Floram AN 934 является оптимальной. Рекомендуется установить расход на уровне 70-80 г/т. В случае использования флокулянта

марки Floram UG 1000 в количестве 80 г/т наблюдается снижение скорости сгущения, т.е. наблюдается стабилизация пульпы во всем объеме.

В настоящее время для сгущения свинцового концентрата используется традиционная марка Floram UG978 в количестве 60 г/т. Плотность сгущаемой пульпы свинцового концентрата составила 15% при содержании твердого 169 г/л.



Марка флокулянта:

Контроль UG978 AN934) RG1000 105 VHM 105 SH 110 VHM 110 SH

Рисунок 10– Сгущение свинцового концентрата с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т твердого на 20 минуте осаждения

Как показано на рисунке 10, все марки испытуемых флокулянтов позволяет добиться чистых сливов. Процесс разделения фаз происходит моментально, поэтому практически невозможно замерить данный показатель. При сгущении свинцового концентрата без дозирования флокулянта (контроль) не обеспечивается очистка водной фазы от взвеси, что приведет к потерям товарного продукта со сливами сгустителя.

По результатам проведенных исследований можно сделать однозначный вывод, что используемая марка Floram AN 934 в количестве 60 г/т позволяет оптимизировать процесс разделения фаз при сгущении свинцового концентрата при переработке руды месторождения Узынжал.

6 Исследования по оптимизации расхода подобранной марки флокулянта для сгущения углеродсодержащего концентрата при переработке Клинкера

6.1 Технологическая схема переработки Клинкера на ОФ ЗГОК

Промышленная переработка Клинкера производилась по схеме, включающей следующие операции:

- трехстадиальная схема дробления до крупности 10 мм, без отмывки шламов по тракту приемки, дробления и переработки техногенного сырья;
- двухстадиальная схема измельчения (I стадия измельчения в мельницах МШР 3200*3900 №4, №5), с классификацией разгрузки мельниц I стадии измельчения в гидроциклонах (ГЦР – 360), с выделением углеродсодержащего продукта (слив г/ц) и продукта для проведения магнитной сепарации (пески г/ц);
- магнитное обогащение песков гидроциклона I стадии измельчения с применением магнитного сепаратора ПБМ-90/100-Н-10, с получением магнитной и немагнитной фракции;
- доизмельчение магнитной фракции Клинкера в ШМ№10, с классификацией разгрузки мельницы в гидроциклоне ГЦР – 360 (с февраля по май месяцы) и направлением песков гидроциклона в контейнер для подшихтовки к медному концентрату, слива - в хвосты отвальные;
- магнитная фракция Клинкера закачивалась насосом №48 в цех погрузки концентратов (июль, август, ноябрь, декабрь) с последующей классификацией в гидроциклоне ГЦР – 360 и направлением песков гидроциклона в контейнера для подшихтовки к медному концентрату, слива - в хвосты отвальные;
- флотационное обогащение немагнитной фракции с получением медного и углеродсодержащего концентратов.

Таблица 13 – Вещественный состав Клинкера

Наименование	Содержание, %, г/т						
	Pb	Zn	Cu	Fe	C	Au	Ag
Клинкер УКМК	0,49	1,11	2,44	29,71	28,46	2,73	282,7
Магнитная фракция УКМК	0,33	0,72	3,77	45,23	13,39	4,88	327,5
Клинкер Риддер	0,74	1,37	2,61	22,3	11,73	5,11	296,6
Магнитная фракция РМК	0,4	1,18	2,31	16,87	15,83	4,38	239,3

Медные компоненты Клинкера чаще всего образуют разнотермические (1 mk–100mk –200mk), меняющиеся по составу, практически неразделимые смеси (агрегаты) халькопирит-борнитового (Ср-»борн»), халькопирит-халькозин-борнитового (Ср-»х/з»-»борн») и халькозин-борнитового («х/з»-»

борн») состава, которые зачастую цементируют обычно более грубые изометричные выделения и агрегаты различной плотности пирротина, образуя при этом, трудноразделимые халькопирит-борнит-пирротиновые (Ср-»борн»-Pirr), редко халькопирит-пирротиновые, халькопирит-халькозин-борнит-пирротиновые (Ср-»х/з»-»борн»-Pirr) агрегаты.

Медьсодержащие агрегаты в пробе Клинкера УМКК тесно ассоциируются в первую очередь с металлическим железом, реже гидроокислами железа, углеродом и шлаком.

В халькопирит-халькозин-борнит-пирротиновых составах отмечены многочисленные неравномерно распределенные включения железа в металлической форме.

Углерод (С) отмечается в большом количестве, встречается в Клинкере в свободном виде, но чаще всего ассоциируется со шлаком и гидроокислами железа и образует с ними сложные сращения и смеси, распределяющиеся обычно по периферии железо-медных агрегатов (оболочка окатышей).

Золото (Au) в Клинкере ассоциируется с углеродом и шлаком. Серебро (Ag) встречается часто, отмечается в шлаках, углероде и в магнетите.

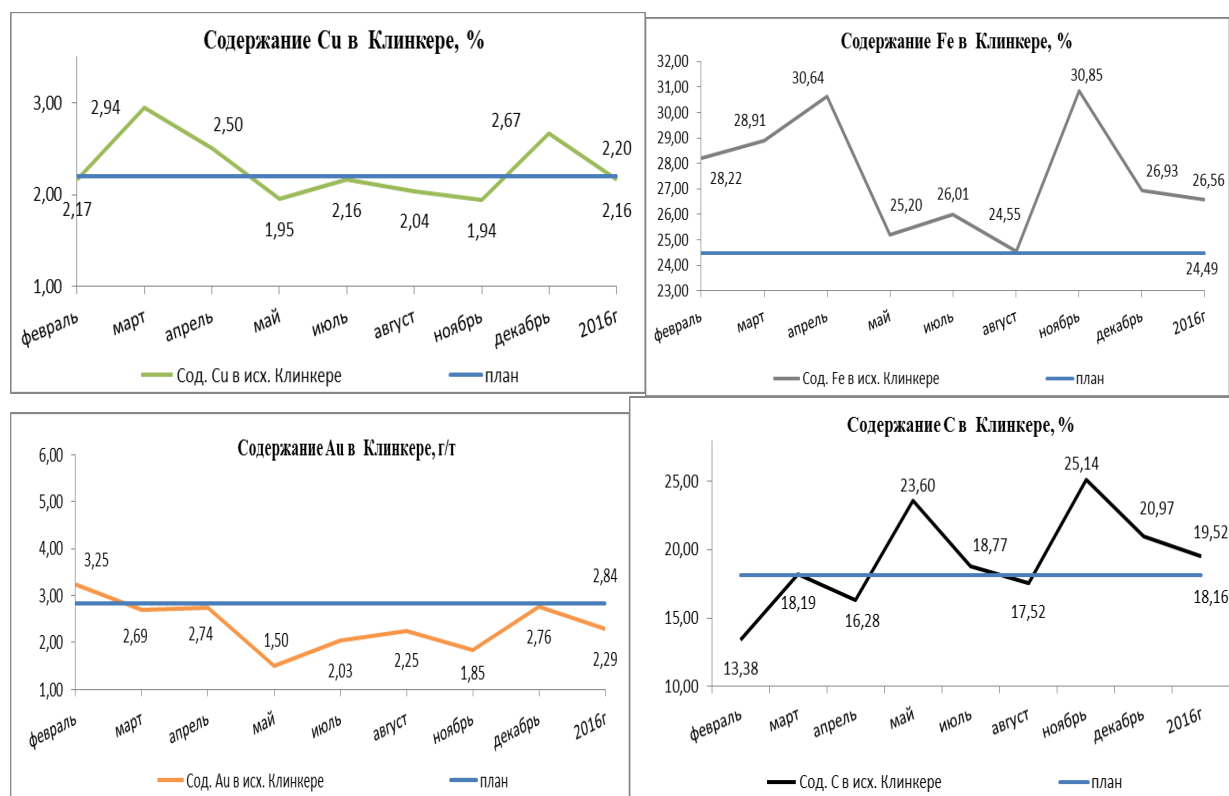


Рисунок 11 – Содержание металлов в исходном Клинкере по месяцам 2016 года

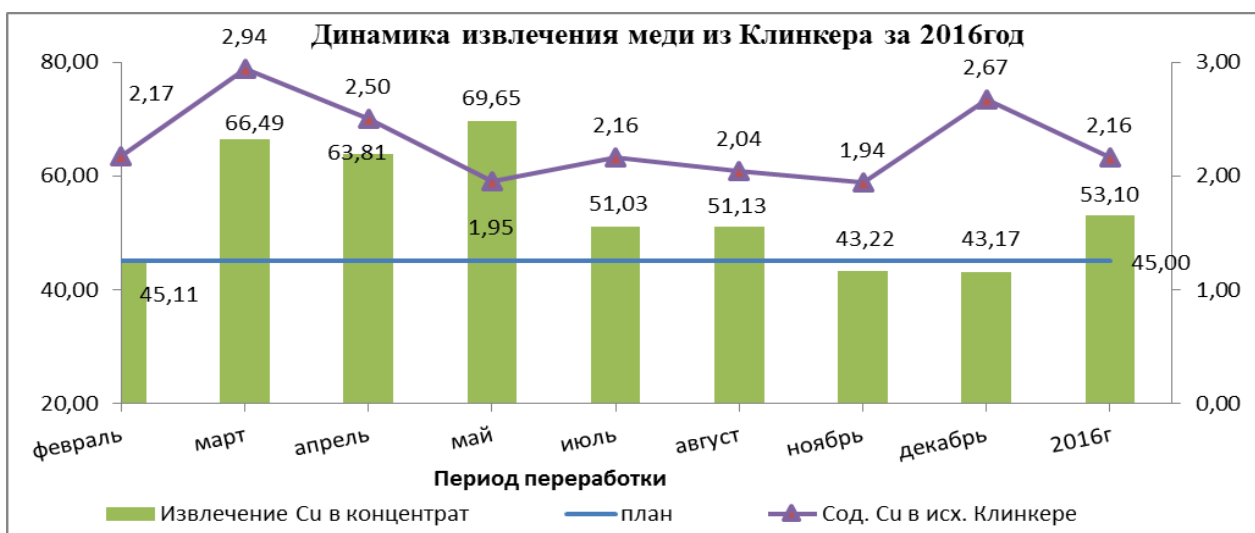


Рисунок 12– Статистика по извлечению меди, золота, углерода из Клинкера за 2016 г.

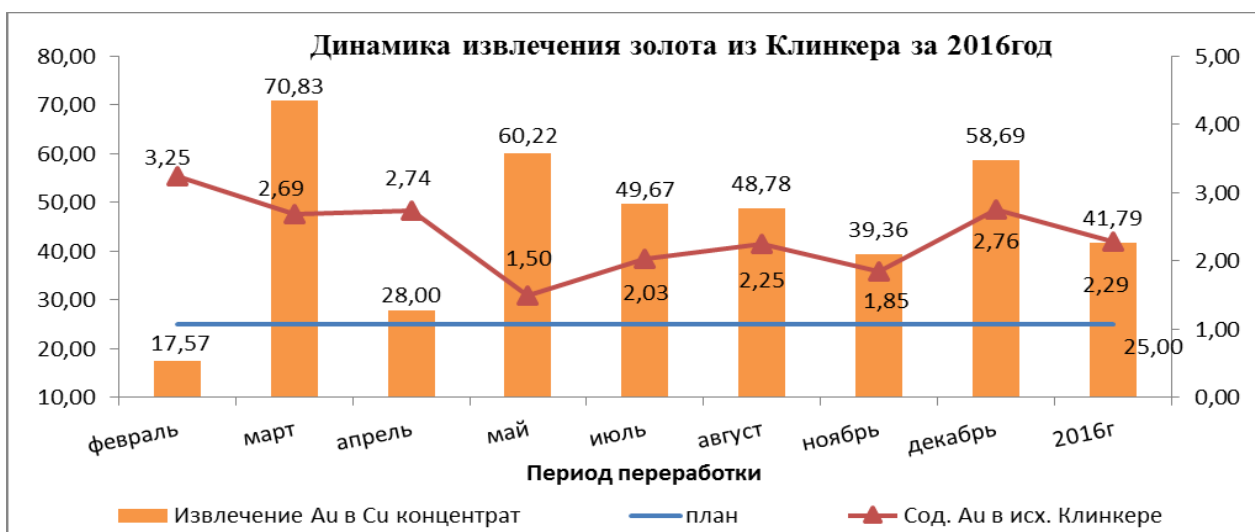


Рисунок 13 – Динамика извлечение золота из Клинкера

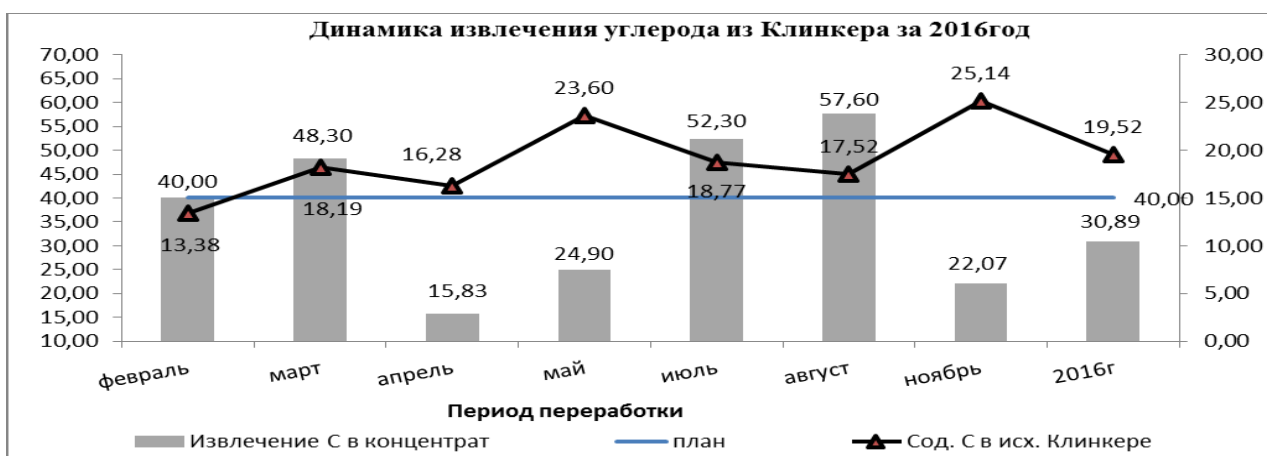


Рисунок 14 – Динамика извлечения углерода из Клинкера

Таблица 15 – Гранулометрическая характеристика продуктов цикла измельчения и магнитной сепарации при переработке Клинкера за 2016 г.

	Разгрузка ШМ№4	Разгрузка ШМ№5	слив г/ц ШМ№4	слив г/ц ШМ№5	пески г/ц ШМ№4	пески г/ц ШМ№5	магн. фракция	немагн. фракция	П/д 1 ст	Разгрузка ШМ№3а	Слив г/ц ШМ№3а
<i>Содержание класса минус 0,074мм, %</i>											
<i>рекомендованное</i>	<i>42-45%</i>		<i>57-60%</i>				<i>25-30</i>	<i>43-50%</i>			<i>85-90%</i>
февраль 2016г	37.5	40.0	53.5	-	30.0	39.5	21.0	40.0	50.5	-	59.5
март 2016г	-	-	95.0	95.0	-	-	-	49.0	47.0	-	83.0
май 2016г	35.66	60.5	38.33	93.75	24.9	44.2	22.6	35.99	45.0	50.0	60.5
июль 2016г	41.9	53.8	70.4	84.9	29.3	40.3	28.0	42.5	61.0	56.2	89.6
август 2016г	46.2	38.0		78.3			30.8	44.3	54.0	69.0	87.0
ноябрь 2016г	45.4	40.0	53.0	65.0	30.0	40.2	29.0	43.77	53.0	62.0	86.0
декабрь 2016г	45.5	46.5	60.0	63.5	29.0	43.0	30.0	42.0	50.0	60.0	92.0
среднее значение	42.0	46.5	61.7	80.1	28.6	41.4	26.9	42.5	51.5	59.4	79.7

6.2 Опробование цикла флотации при переработке Клинкера

Проведено опробование медного цикла при переработке Клинкера по операциям 2,8,10 ряды секции №3.

Продукты	Выход, %	Содержание, %				Извлечение, %			
		Pb	Zn	Cu	Fe	Pb	Zn	Cu	Fe
Основная медная флотация									
Кон-т	17.20	2.29	5.45	8.25	41.04	30.00	45.61	51.10	30.70
Хвосты	82.80	1.11	1.35	1.64	19.24	70.00	54.39	48.90	69.30
Питание	100.00	1.31	2.06	2.78	22.99	100.00	100.00	100.00	100.00
Контрольная медная флотация									
Кон-т	20.20	2.04	2.68	5.14	31.03	44.27	37.72	55.11	30.97
Хвосты	79.80	0.65	1.12	1.06	17.51	55.73	62.28	44.89	69.03
Питание	100.00	0.93	1.44	1.88	20.24	100.00	100.00	100.00	100.00
1 медная перечистка									
Кон-т	25.00	2.19	5.55	8.50	46.80	24.41	25.48	28.49	27.45
Хвосты	75.00	2.26	5.41	7.11	41.24	75.59	74.52	71.51	72.55
Питание	100.00	2.24	5.45	7.46	42.63	100.00	100.00	100.00	100.00
2 медная перечистка									
Кон-т	20.00	2.08	6.12	9.46	46.18	17.05	24.44	22.56	19.89
Хвосты	80.00	2.53	4.73	8.12	46.50	82.95	75.56	77.44	80.11
Питание	100.00	2.44	5.01	8.39	46.44	100.00	100.00	100.00	100.00

Таблица 16 - Результаты опробования медного цикла при переработке Клинкера

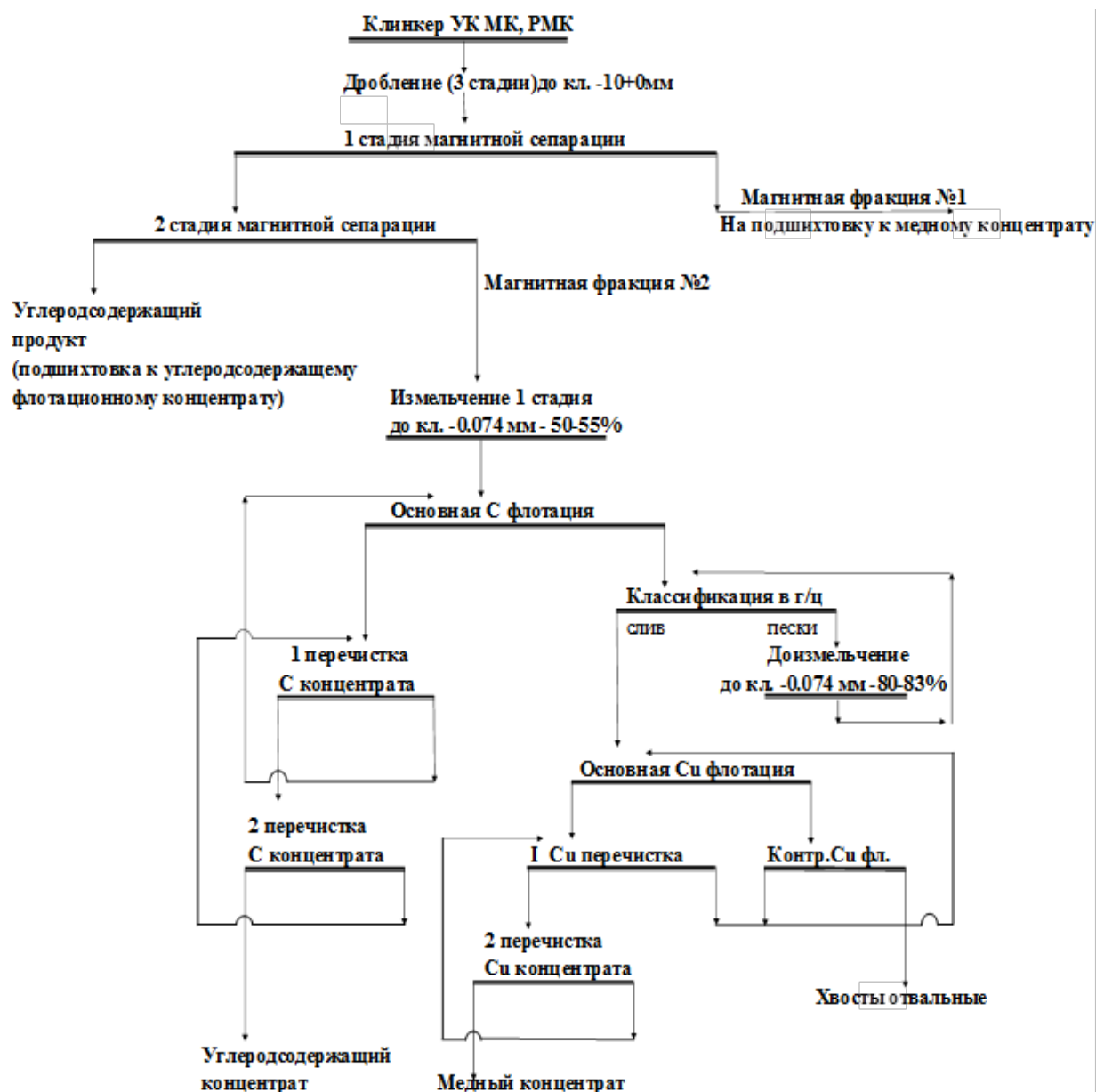


Рисунок 15 – Предлагаемая схема обогащения Клинкера на ОФ ЗГОК с установкой магнитных

6.3 Технологические показатели процесса сгущения и фильтрации при переработке Клинкера

Переработка Клинкера в 2016 году осуществлялась в период февраль, март, апрель, май, июль, август, ноябрь, декабрь. Согласно схеме сгущение концентратов от переработки Клинкера производилось:

- углеродсодержащего в сгустителе №3, с последующей фильтрацией на барабанном фильтре «Wemko» F1;
- медного концентрата в сгустителе №9, с фильтрацией на пресс-фильтре – «Swedala» - VPA 1540-32 (B-1).

В качестве флокулянта применялся реагент Floram UG 978 в количестве:

- в медный сгуститель №7 - 5-10 г/тонну медного концентрата;

- в угольный сгуститель №3 - 20-25г/тонну углеродсодержащего концентрата.

За период переработки клинкера УК МК в 2016г на участке сгущения и фильтрации отфильтровано:

- медного концентрата – 16597,486т;
- углеродсодержащего концентрата – 6380,4

6.4 Особенности переработки техногенного минерального сырья Клинкера УКМ

Клинкер можно отнести к трудному для переработки сырью из-за разубоживания пустой породой (углерод, кремнезем, силикаты). Полезные компоненты клинкера заключены в шлаках в виде сложной трудноразделимой или практически неразделимой при измельчении *эвтектики* медных, железных, цинковых минералов.

Высокая концентрация глобулей и стяжений металлического железа будет сильно затруднять процессы измельчения (металлическое железо обладает сильно выраженными магнитными свойствами и ковкостью, более высокой твердостью -5-6).

Мельчайшие частицы недоокисленных железо-медных и медных сульфидов в гётит-гидрогётитовых агрегатах, сложные, глубоко проникающие сращения сульфидов с корочкообразными гётит-гидрогётитовыми агрегатами, могут способствовать неизбежным потерям отвальных хвостах (захваченные гидроокислами железа).

Многочисленные мельчайшие шариковые и перлитовые стяжения железа, халькопирит-халькозин-борнит-пирротинового состава в стекловатых шлаках будут способствовать *неизбежным потерям* металлов в хвостах.

7 Исследования новых реагентов-флокулянтов на показатели сгущения в условиях обогащения техногенных отходов металлургического производства

7.1 Сгущение углеродсодержащего концентрата при переработке Клинкера УКМК

Для проведения исследований была отобрана представительная проба пульпы питания, поступающей на сгущение в сгуститель №3.

Для более полного представления характеристики углеродсодержащего концентрата были предоставлены анализы данного продукта обогащения.

Таблица 17 – Гранулометрический анализ сгущаемого концентрата

Углеродсодержащий концентрат	
Класс крупности, mk	Содержание, %
74	53,66
44	38,98
30	30,47
20	23,21
10	13,86
5	7,55
3	4,35

Приведенный гранулометрический анализ углеродсодержащего концентрата показывает, что данный продукт не относится к категории тонкодисперсного материала, но имеет низкий удельный вес, который негативно сказывается на разделении фаз. В данном случае скорость разделения пульпы будет низкой, поэтому следует оптимизировать расход полимерного реагента для создания крупных флокул.

В первой серии опытов были исследованы различные марки Flopat при расходе в количестве 20 г/т для выбора эффективного реагента и получения оптимальных технологических показателей сгущения.

Испытуемые образцы имеют различную анионную активность и молекулярные массы.

Таблица 18 – Сгущение углеродсодержащего продукта с использованием различных марок Flopat при содержании твердого в питании сгустителя 170 г/л

№ п/п	Марка флокулянта	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин, сек					Объем уплотнения на 30 мин, мл	Величина пены, мм		степень осветления, усл. единица
			900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл		исходная	на 30 мин.	
1	Контроль	-	5,23	7,40	12,46	15,04	19,16	420	16,0	15,0	Очень мутная
2	Flopat AN 905	20,0	0,34	1,02	1,42	2,34	4,46	390	19,0	10,0	Мутноватая
3	Flopat AN 913	20,0	0,34	1,06	1,45	2,56	5,23	390	19,0	17,0	Мутноватая
4	Flopat AN 934	20,0	0,34	1,03	1,27	2,54	5,44	460	18,0	6,0	Чистая
5	Flopat AN 945	20,0	0,36	1,01	1,46	2,16	10,34	480	19,0	6,0	Чистая
6	Flopat AN 954	20,0	0,26	0,56	1,27	1,56	4,01	505	17,0	5,0	Чистая
7	Flopat AN 965	20,0	0,36	1,05	1,38	2,01	4,58	400	15,0	5,0	Чистая

Как показано в таблице 18, лучшими образцами являются марки Flopat AN 934, Flopat AN 954 и Flopat AN 965. Установлено, что при расходе 20 г/т при дозировании указанных марок достигается снижение пенного продукта на зеркале цилиндра, высокая скорость сгущения с первых секунд и хотя качество жидкой фазы высокая, но остается некоторая цветность воды.

Для проведения следующей серии опытов было изучено влияние расхода базового флокулянта Flopat AN 934 на качество водной фазы.

Процесс разделения фаз проводили при отстаивании в течение 30 минут, после чего замерялся объем сгущенного углеродсодержащего концентрата, а водную фазу отфильтровывали и анализировали на содержание органических примесей.

Таблица 19 – Сгущение углеродсодержащего продукта с использованием различных расходов флокулянта марки Flopam AN 934 при содержании твердого в питании сгустителя 200 г/л

№	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин,сек					Объем уплотне- ния на 30мин., мл	Средняя скорость разделения фаз м/час	Величина пены, мм		Содер- жание органики в водной фазе, мг/л
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл			исхо- дная	на 30 мин.	
1	-	5,05	5,34	6,05	9,15	13,00	375	4,16	16,0	12,0	0,19
2	10,0	0,38	1,11	1,52	2,34	3,14	360	17,24	19,0	9,0	0,10
3	15,0	0,38	1,15	1,54	2,32	3,15	400	17,28	19,0	8,0	0,08
4	20,0	0,14	0,41	1,05	1,35	2,28	375	23,80	12,0	7,0	0,05
5	30,0	0,14	0,38	1,01	1,41	2,09	450	25,0	15,0	-	0,03
6	40,0	0,14	0,26	0,42	1,13	2,18	450	25,4	17,0	-	0,03
7	50,0	0,09	0,18	0,30	0,56	2,25	450	25,8	12,0	-	0,05
8	Слив сгустителя №2										0,19
9	Слив окислительного пруда										0,19



Контроль 10 г/т 15 г/т 20 г/т 30 г/т 40 г/т 50 г/т

Рисунок 16 – Эффективность сгущения углеродсодержащего концентрата (питание сгустителя №3) с применением различных дозировок флокулянта марки Flopam AN 934

Из таблицы 19 и на рисунке 16 видно, что с увеличением расхода флокулянта визуально улучшается качество водной фазы. Оптимальным

расходом флокулянта следует считать дозирование Flopat AN 934 на уровне 20-30 г/т сгущаемого углеродсодержащего концентрата. Флотацию осуществляют с применением керосина. Использование керосина приводит к увеличению органических соединений в оборотной воде. Для подтверждения этого пробы были анализированы на содержание остаточной органики. На анализ были отданы и другие воды, которые характеризуют качество воды на это загрязняющее вещество. Установлено, что использование флокулянта Flopat AN 934 позволяет в 5-6 раз снизить содержание органики в сливе сгустителя.

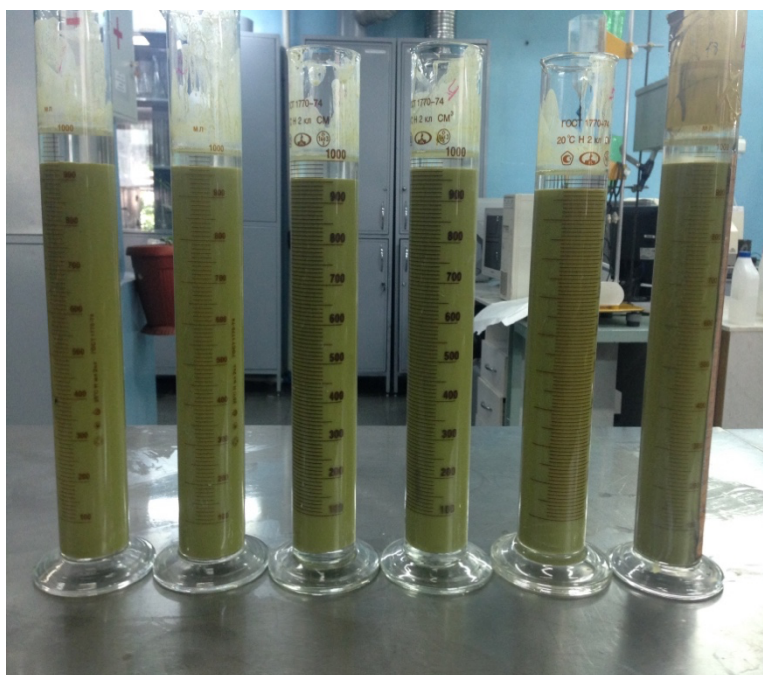
Приведенный анализ остаточного содержания нефтепродуктов в водной фазе вызывает ряд вопросов, например максимальной количество в технической воде обогатительной фабрики, которая является оборотной для данной промплощадки.

8 Оптимизация сгущения Cu-Zn кека-продукта при переработке свинцовых пылей на УПСП

В отобранной пробе пульпы питания цинкового сгустителя №2 содержание твердого составляло 130 г/дм³.

Как показано на фото 13, при такой плотности пульпы увеличение расхода флокулянта в несколько раз не приводит к интенсификации разделения фаз. После 30 минутного сгущения показатели остаются на уровне контрольного эксперимента.

Главным условием эффективности разделения фаз является подбор плотности сгущаемой пульпы до оптимальных значений в результате проведения лабораторных экспериментов.



Контроль 20 г/т 30 г/т 40 г/т 50 г/т 80 г/т

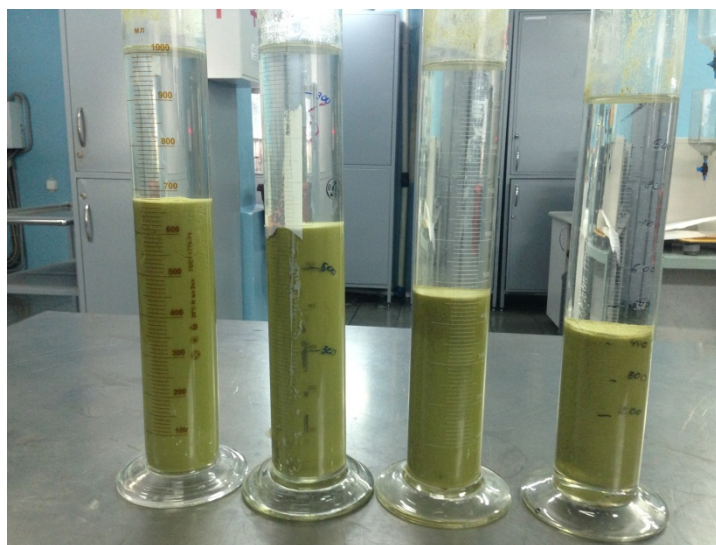
Рисунок 17 – Сгущение Cu-Zn кека УПСП (питания сгустителя №2) при исходном содержании твёрдого 130 г/л с применением флокулянта марки Flopat AN 934

В результате проведения тестовых исследований было установлено, что для интенсификации процесса сгущения необходимо исходную пульпу разбавлять оборотной водой в 2 раза, т.е. содержание твердого снижать до 65 г/дм³.

Таблица 20 – Сгущение Cu-Zn кека УПСП с использованием различных расходов флокулянта марки Floram AN 934 при содержании твердого в питании сгустителя 65 г/дм³

№	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин,сек					Объем уплотнения на 30 минут, мл	Средняя скорость разделения фаз м/час
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл		
1	20,0	18,20	28,0	-	-	-	760	0,75
2	30,0	12,56	22,0	28,0	-	-	650	1,125
3	80,0	6,0	11,15	16,0	23,16	-	560	2,00
4	110,0	2,42	3,08	4,41	7,12	15,22	460	2,67

Результаты экспериментов, приведенные в таблице 20 и на рисунке 14 показывают, что снижение исходной плотности интенсифицирует процесс разделения фаз, но для улучшения показателей процесса требуются повышенные расходы флокулянта. Рекомендуемый расход в количестве 20 г/т не обеспечивает требуемые параметры сгущения Cu-Zn кека УПСП.



Расход, г/т 20 30 80 110

Рисунок 148– Сгущение Cu-Zn кека УПСП (питания сгустителя №2) при разбавлении пульпы до 65 г/л с применением флокулянта марки Floram AN 934

Дальнейшие исследования были продолжены с целью улучшения показателей процесса сгущения без увеличения базового расхода флокулянта.

Содержание твердого в исходной пульпе питания сгущения было снижено до 32,5 г/л. Установлено, что именно при такой плотности пульпы эффективность разделения фаз резко возрастает при расходе Floram AN 934 в количестве 23 г/т.

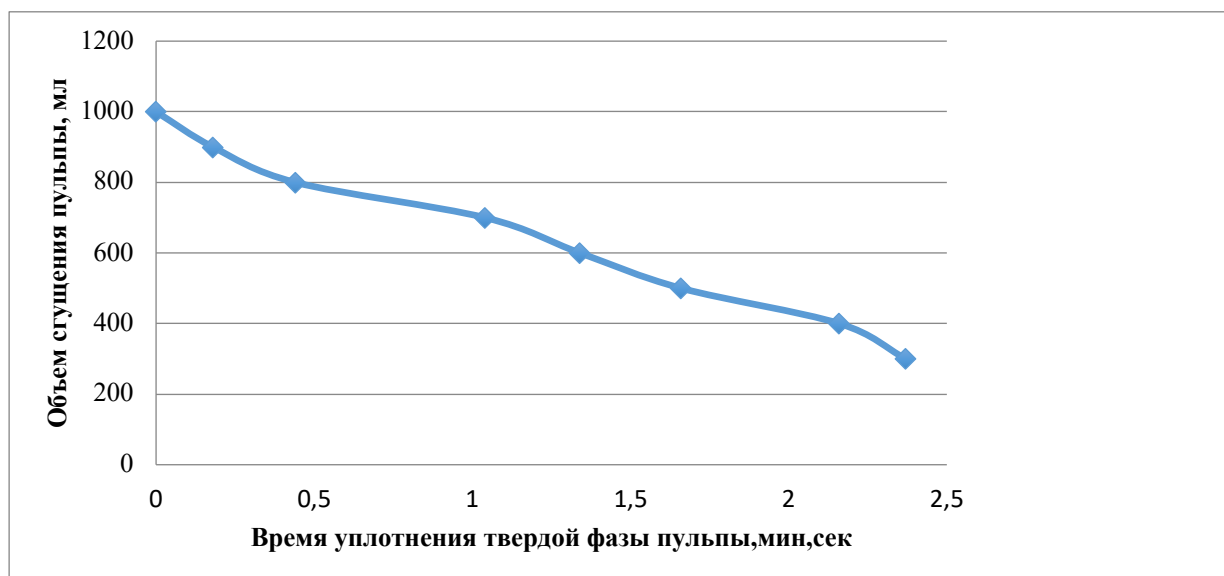


Рисунок 19 – Сгущение Cu-Zn кека при переработке свинцовых пылей на УПСП и содержании твердого 32,5 г/л

Как показано на рисунке 15, разделение фаз осуществляется в первые минуты процесса сгущения цинкового концентрата без снижения показателей процесса с минимальным расходом предлагаемого флокулянта. Полученные результаты достигаются путем разбавления пульпы питания сливами этого же цинкового сгустителя. В этом случае без дополнительных расходов на флокулянт можно значительно интенсифицировать процесс разделения фаз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткие выводы по результатам диссертационного исследования:

Проведен анализ гранулометрического состава рудного слива и свинцового концентрата при переработке высокоглинистой руды месторождения «Узынжал».

На основании теоретических основ процесса флокуляции отобрано 10 проб перспективных марок флокулянтов для оптимизации сгущения продуктов обогащения.

Проведенные эксперименты показали, что для сгущения рудных сливов при переработке глинистой руды окисленного типа месторождения Узынжал марка флокулянта Flopam AN 934 является оптимальной. Рекомендуется установить расход на уровне 70-80 г/т.

В результате сравнительного гранулометрического анализа свинцового концентрата, поступающего на обезвоживание (сгущение и фильтрацию) было установлено, что после подачи оптимального расхода флокулянта в процесс сгущения содержание классов ниже 10 мкм в питании фильтр-пресса снижается в 1,5 раза. Это объясняется образованием более крупных агрегатов в процессе флокуляции при сгущении.

В связи со снижением переработки полиметаллической руды Малеевского месторождения в процесс обогащения вводится техногенная продукция отходов металлургического производства УК МК ТОО «Казцинк». Такая переработка позволяет доизвлекать полезные компоненты из Клинкера и Cu-Zn кека.

Проведенные исследования показали необходимость корректирования параметров сгущения с оптимизацией исходной плотности сгущаемых продуктов обогащения и тестирование различных марок флокулянтов для интенсификации процесса седиментационного разделения фаз.

Установлено, что из всех испытанных марок флокулянтов Flopam AN 934 является эффективным для сгущения для высокоглинистых руд и техногенного сырья, в частности Клинкера и Cu-Zn кека.

Оценка полноты решений поставленных задач

В результате проведенных научных и производственных исследований проведен полный цикл экспериментов для получения оптимальных показателей процесса сгущения трудно разделяемых пульп к которым относится осаждение рудного слива, свинцового концентрата месторождения «Узынжал», углеродсодержащих продуктов, медного концентрата в результате доизвлечения полезных компонентов из металлургических Клинкеров и Cu-Zn кека при переработке свинцовых пылей.

Разработка рекомендаций и исходных данных по использованию результатов

На основании проведенных исследований разработано дозирование флокулянта в зависимости от типа перерабатываемого сырья и график подачи

полимерного реагента от объема питания пульпы, поступающая на сгущения продуктов обогащения.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения:

В результате разработанной технологии по оптимизации показателей сгущения с применением эффективной марки флокулянта Flopam AN 934 резко снижаются потери товарной продукции со сливами сгустителей и повышается плотность сгущенных продуктов, что приводит к повышению производительности фильтровального оборудования и снижению влажности кеков в процессе фильтрации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Байбатша А.Б., Антоненко А.А., Кулкашев Н.Т., Бекботаева А.А. О моделях образования и промышленных типах месторождений свинца и цинка Казахстана // Вестник КазНТУ. – 2011.
- 2 Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов. - Москва: Изд-во. МГГУ. Т.3.-2005.-С.169-171.
- 3 Абрамов А.А. Технология обогащения окисленных и смешанных руд цветных металлов. – М.; Недра.- 1981.- 302 с.
- 4 Дуденков С.В., Шубов Л.Я. Обогащение руд цветных и редких металлов. Москва, «Недра», 1976.
- 5 Романков П. Г. Гидромеханические процессы химической технологии / П. Г. Романков, М. И. Курочкина. – Л. : Химия, 1982. – 288 с.
- 6 Басов А. И., Ельцев Ф.П. Справочник механика заводов цветной металлургии. – М., «Металлургия», 1981. - 496 с.
- 7 Шмигидин Ю.И. Разделение суспензий в глиноземном производстве.- Санкт-Петербург.: ВАМИ, 2002.- 311 с.
- 8 Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов.- Изд. 2-е. В 2-х кн.: Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты.- М.: Химия, 1995. – 400 с.
- 9 Новый справочник химика и технолога: Процессы и аппараты химических технологий : в 2 ч. Ч. 2 / Г. М. Островский [и др.]; ред. Г. М. Островский. – СПб. : Проффессионал, 2004.
- 10 Куренков В.Ф. Полиакриламидные флокулянты. // Соросовский образовательный журнал.- 1997.- № 7. - С. 57- 63.
- 11 Вейцер О.И., Минц Д.М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды, Москва, Стройиздат , 1975, 127 с.
- 12 Липатов Ю.С., Сергеева Л.М. Адсорбция полимеров, Киев, Наук.думка, 1972, 195 С.
- 13 Ибрагимов А.Т., Бауман А.В., Фатюшин М.В. Модернизация сгустителей глиноземного производства // Алюминий Сибири – 2007 г.: Сборник научных статей / Красноярск: ООО «Версо», 2007- С. 234-238.
- 14 Кибирев В. И. Проблемы традиционного намывного хвостохранилища при складировании хвостов в виде пасты / В. И. Кибирев, Т. Л. Смачная, В. И. Александров // Обогащение руд. - 2009. - № 6. - С. 35-38.
- 15 Бауман А.В. Методы и особенности моделирования гидромеханических процессов глиноземного производства. // Алюминий Сибири – 2002 г.: Сборник научных статей / Красноярск: «Бона компани», 2002- С. 324-327.
- 16 Бауман А.В. Реконструкция и модернизация радиальных сгустителей. // VIII Конгресс обогатителей стран СНГ: Сборник материалов. Том 1 / М: МИСиС, 2011.- С. 35-38.

- 17 Рудные полезные ископаемые Казахстана // Источник - <https://moxnpn.ru/kazakhstan/46-rudnye-poleznye-iskopaemye-kazakhstana.html>
- 18 Василевская О.Ф. Интенсификация процессов обезвоживания с применением высокоэффективных синтетических флокулянтов.// Комплексное использование минерального сырья. 1996. №4.С. 10-12
- 19 Елизаров А.Г. Экономическое обоснование эффективности применения флокулянтов при фильтровании суспензий// Цветные металлы, Москва, 2000, №5. С 5-6
- 20 Фролов В.С.// В ст.: Труды научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности»-Кемерово, 1999, С 64-65
- 21 Mizra S. Sedimentation of suspension of particles of two or more sizes / S. Mizra, J. F. Richardson // Chem. Eng. Sci. – 1979. – V. 34. – P. 447 – 454.
- 22 Степаненко А.И., Бауман А.В. Интенсификация процессов глиноземного производства. // Аллюминий Сибири – 2008 г.: Сборник научных статей / Красноярск: ООО «Версо», 2008- С. 385-388.
- 23 Еремин Н.И., Наумчик А.Н. Казаков В.Г. Процессы и аппараты глиноземного производства. М.: «Металлургия», 1980.- 360 с.

Список опубликованных работ по теме диссертаций

1. Смолькова А.И., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Василевская О.Ф., Ли Э.М. Влияние новых реагентов-флокулянтов на показатели сгущения в условиях обогащения техногенных отходов металлургического производства // Промышленность Казахстана. – 2020. – 4(112). – С.20–22

2. Смолькова А.И., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Василевская О.Ф., Ли Э.М.

Оптимизация процессов сгущения продуктов обогащения при переработке руды месторождения «Узынжал» // Промышленность Казахстана. – 2020. – 4(112). – С.14–16



Метаданные

Название

Интенсификация сгущения концентратов при переработке различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с использованием флокулянтов.

Автор

Смолькова Арина Игоревна

Научный руководитель

Шамиль Телков

Подразделение

ИМИПИ

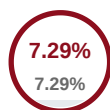
Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв		15
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		44

Объем найденных подоби

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

7491

Количество слов



КЦ

57288

Количество символов

Подобия по списку источников

Просмотрите список и проанализируйте, в особенности, те фрагменты, которые превышают КП №2 (выделенные жирным шрифтом). Используйте ссылку «Обозначить фрагмент» и обратите внимание на то, являются ли выделенные фрагменты повторяющимися короткими фразами, разбросанными в документе (совпадающие сходства), многочисленными короткими фразами расположенные рядом друг с другом (парафразирование) или обширными фрагментами без указания источника ("криптоцитаты").

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)	
1	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsessy_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	61	0.81 %
2	http://fccland.ru/obogaschenie-rud/8023-sguschenie-produktov-obogascheniya-podvergayuschihsya-obezvzhivaniyu.html	51	0.68 %
3	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsessy_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	39	0.52 %
4	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsessy_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	37	0.49 %

5	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsesty_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	31	0.41 %
6	https://studwood.ru/2125243/tovarovedenie/konstruktsii_sgustiteley	23	0.31 %
7	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsesty_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	21	0.28 %
8	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsesty_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	20	0.27 %
9	https://zavantag.com/docs/2905/index-6300-1.html?page=3	19	0.25 %
10	https://studopedia.ru/3_65436_protsesty-koagulyatsii-i-flokulyatsii-v-osazhdayushchihsya-pulpah.html	15	0.20 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из программы обмена базами данных (0.24 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Анализ факторов снижающих загазованность воздуха в рабочих зонах медного завода УК МК ТОО «Казцинк» Хабдулаева А.А. 17-ММТ(БЖ)-1,5п 12/29/2018 D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (ОПИМУП)	18 (2) 0.24 %

из интернета (7.05 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	http://www.chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/10_protsesty_i_apparaty_khimicheskikh_tekhnologiy_chast_II/7023	251 (10) 3.35 %
2	https://studopedia.ru/3_65436_protsesty-koagulyatsii-i-flokulyatsii-v-osazhdayushchihsya-pulpah.html	122 (11) 1.63 %
3	http://fccland.ru/obogaschenie-rud/8023-sguschenie-produktov-obogascheniya-podvergayushchihsya-obezvozhivaniyu.html	66 (2) 0.88 %
4	https://studwood.ru/2125243/tovarovedenie/konstruktsii_sgustiteley	34 (2) 0.45 %
5	https://zavantag.com/docs/2905/index-6300-1.html?page=3	24 (2) 0.32 %
6	https://studopedia.ru/3_65424_vidi-vlazi.html	21 (2) 0.28 %
7	https://infourok.ru/prezentaciya-po-processam-drobleniya-gornoy-porodi-1056154.html	10 (1) 0.13 %

Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	------------	---

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Смолькова Арина Игоревна

Название: Интенсификация сгущения концентратов при переработке различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с использованием флокулянтов.

Координатор: Шамиль Телков

Коэффициент подобия 1:7.3

Коэффициент подобия 2:2.9

Замена букв:15

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

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

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

Обоснование:

Зимствовки в диссертационной работе магистрантки
Смольковой А.И. являются добросовестными и не обя-
зуют признавать магистр. работу признается самостоя-
тельной и допускается к защите.

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Допуск к защите

Дата 09-06-2021

зав. каф. М.О.И.
Бурменников М.Б.
Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

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

Автор: Смолькова Арина Игоревна

Название: Интенсификация сгущения концентратов при переработке различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с использованием флокулянтов.

Координатор: Шамиль Телков

Коэффициент подобия 1: 7.3

Коэффициент подобия 2: 2.9

Замена букв: 15

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

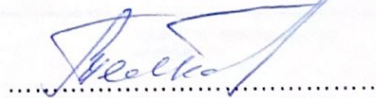
- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении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

Обоснование:

Диссертация допускается к защите

03.06.2021

Дата



Подпись Научного руководителя

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на магистерскую диссертацию
Смольковой Арины Игоревны

по специальности 7М07223 – "Металлургия и обогащение полезных ископаемых"
на тему: «Интенсификация сгущения концентратов при переработке различных типов руд
и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с использованием флокулянтов»

Исследования, которые были положены в основу магистерской диссертации,
выполнялись в течение двух лет.

При выполнении работы проведен анализ полимерных реагентов класса флокулянтов.
На основании изучения влияния анионной активности на показатели сгущения продуктов
обогащения при переработке рудного и техногенного сырья отобраны перспективные
марки. Из выбранных образцов установлена универсальный полимерный реагент, который
независимо от типа перерабатываемого сырья достигать оптимальные показатели процесса
сгущения.

В работе на основании минералогических и гранулометрических составов сгущаемых
продуктов обогащения руд и техногенного сырья отобраны пробы флокулянтов. При
проведении экспериментов фиксировались тестируемые показатели процесса- скорость
разделения фаз, плотность сгущенного материала, качество осветления водной фазы и
величина пены на поверхности сгущенной пульпы.

Проведенные исследования показали необходимость корректирования параметров
сгущения с оптимизацией исходной плотности сгущаемых продуктов обогащения. и
тестирование различных марок флокулянтов для интенсификации процесса
седиментационного разделения фаз.

Установлено, что из всех испытанных марок флокулянтов Flopam AN 934 является
эффективным для сгущения руд различных месторождений и техногенного сырья, в
частности Клинкера и Cu-Zn кека.

В настоящее время на основании полученных результатов сгущение продуктов
обогащения на ОФ ГОК «Алтай» переведена на эффективную марку флокулянта Flopam
AN 934.

Все вопросы, поставленные в магистерской диссертации, решены с достаточной
полнотой и на основании этого магистерскую диссертацию можно, считать
законченной научно-исследовательской работой.

Основные результаты работы опубликованы в журнале Промышленность Казахстана.

Таким образом, по совокупности признаков магистерская диссертация магистранта
Смольковой Арины Игоревны соответствует предъявляемым требованиям, а автор
заслуживает присуждения ему ученой степени магистра по специальности 7М07223 –
"Металлургия и обогащение полезных ископаемых".

Научный руководитель
Кандидат технических наук, доцент

«09» июня 2021 г.



III. А. Телков

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

Смольковой Арины Игоревны

по специальности 7М07223 – "Металлургия и обогащение полезных
ископаемых"

На тему: « Интенсификация сгущения концентратов при переработке
различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» ТОО «Казцинк» с
использованием флокулянтов »

Выполнено:

- а) графическая часть на 30 слайдах
- б) пояснительная записка на 5 страницах

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ:

В настоящее время на обогатительной фабрике Горно-обогатительного комплекса «Алтай» перерабатываются руды различных месторождений и техногенного сырья. При переработке различного типа сырья возникают проблемы с процессами обезвоживания – сгущения и фильтрации продуктов обогащения. Указанные процессы являются лимитирующими для всей технологии обогащения, т.к. снижение показателей разделения фаз приводит к ограничению тоннажа переработки.

В первую очередь это обусловлено спецификой рудного материала, а также введением в последнее время ультратонкого измельчения перерабатываемых руд для более полного вскрытия рудной массы.

В связи с этим, перед магистрантом поставлена задача по интенсификации сгущения концентратов при переработке различных типов руд и сырья на ОФ ГОК «Алтай» с подбором флокулянта, являющимся универсальным при переработке различного типа руд и техногенного сырья.

Проведен анализ технологии переработки высокоглинистых свинцосодержащих руд месторождения «Узынжал». На основании результатов анализа грансоставов рудных сливов и свинцового концентрата установлено, что данные продукты, поступающие на сгущение имеют высокое содержание шламовых частиц.

Перерабатываемые отходы металлургических производств, в результате дробления, измельчения и флотационного обогащения с целью получения углеродсодержащего и других концентратов содержат повышенное количество материалов класса меньше 74мкм.

Были изучены различные типы полимерных флокулянтов для отбора наиболее эффективных марок для интенсификации процессов сгущения

высокоглинистых руд и продуктов обогащения при переработке Клинкера.

Проведены исследования по оптимизации процессов сгущения рудного слива и свинцовых концентратов при обогащении руды Узынжал, Жайремского месторождения и металлургических отходов с использованием флокулянтов.

Изучено влияние анионной активности и молекулярной массы полимерных реагентов на показатели процесса сгущения.

Установлена универсальная марка полимерного реагента, позволяющая использовать испытуемый флокулянт при переработке различного рода сырья.

Проведен анализ технологии переработки высокоглинистых свинцоводержащих руд месторождения «Узынжал». На основании результатов анализа грансоставов рудных сливов и свинцового концентрата установлено, что данные продукты, поступающие на сгущение имеют высокое содержание шламовых частиц.

Перерабатываемые отходы металлургических производств, в результате дробления, измельчения и флотационного обогащения с целью получения углеродсодержащего и других концентратов содержат повышенное количество материалов класса меньше 74мкм.

Были изучены различные типы полимерных флокулянтов для отбора наиболее эффективных марок для интенсификации процессов сгущения высокоглинистых руд и продуктов обогащения при переработке Клинкера.

Проведены исследования по оптимизации процессов сгущения рудного слива и свинцовых концентратов при обогащении руды Узынжал, Жайремского месторождения и металлургических отходов с использованием флокулянтов.

Изучено влияние анионной активности и молекулярной массы полимерных реагентов на показатели процесса сгущения.

Установлена универсальная марка полимерного реагента, позволяющая использовать испытуемый флокулянт при переработке различного рода сырья.

В настоящее время фабрика переведена на новую универсальную марку флокулянта Flopat AN 934.

Результаты магистерской диссертации опубликованы в статьях научно-технического и производственного журнала «Промышленность Казахстана».

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

1) По результатам проведенных исследований предоставлены фотографии и таблицы. Более целесообразно изобразить их в графическом виде.

ОЦЕНКА РАБОТЫ

Полученные результаты исследований сравнимы с лучшими достижениями в области оптимизации разделения фаз при обогащении высокоглинистых руд и техногенного сырья. Исследования выполнены на высоком уровне, заслуживают оценку отлично и присвоения автору

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Смольковой А.И. степени магистра по специальности 7М07223 –
"Металлургия и обогащение полезных ископаемых".

Рецензент



Бондаренко Игорь Владимирович

Занимаемая должность: старший научный сотрудник АО «Институт
металлургии и обогащения», кандидат технических наук.

«9» июня 2021 г.



ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СГУЩЕНИЯ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «УЗЫНЖАЛ»

В настоящее время на обогатительной фабрике горно-обогатительного комплекса «Алтай» перерабатываются руды различных месторождений и техногенное сырье. При переработке различного типа сырья возникают проблемы с процессами обезвоживания – сгущения и фильтрации продуктов обогащения. Указанные процессы являются лимитирующими для технологии обогащения и приводит к ограничению тоннажа переработки.

В первую очередь это обусловлено спецификой рудного материала, а также введением ультратонкого измельчения перерабатываемых руд для более полного вскрытия рудной массы. Для повышения эффективности сгущения используют флокулянты.

Под флокуляцией частиц высокомолекулярными реагентами – полимерами – понимается слипание минеральных частиц благодаря сорбции молекул или мицелл полимера. В случае молекулы или мицеллы полимера образуют «мостики» между частицами [1].

Из высокомолекулярных флокулянтов широко используют полиакриламид, степень гидролиза амидных групп которого составляет 20-50 %, а молекулярный вес достигает величины порядка $30 \cdot 10^6$.

В общем виде полиакриламид представлен на рисунке 1.

В настоящее время выпускаются новые синтетические полимерные реагенты на основе полиакриламида и, как показано на рисунке 1, процесс полимеризации позволяет увеличить длину полимерной

цепи, что приводит к резкому снижению расхода реагента [2-4].

Действие полимера зависит от исходной концентрации раствора. В пульпу обычно подают растворы полимеров концентрацией 0,05-0,1 %. Сильное и длительное перемешивание пульпы или при перекачке центробежными насосами с использованием этих типов полимерных реагентов недопустимо, так как флокулы разрушаются, после чего флокулообразование значительно снижается. Поэтому растворы флокулянтов дозируются в последнюю точку турбулентного режима для качественного замешивания со всем объемом обрабатываемой пульпы. Далее поток должен поступать на сгущение в ламинарном режиме по магистраль-

Таблица 1

Сгущение рудного слива с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т

№	Марка флокулянта (Floram)	Объем зоны осветления, мин.								Объем сгущенной руды на 20-й минуте, мл
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл	400 мл	300 мл	200 мл	
1	Контроль	2,15	4,25	8	9,25	11	13,02	16	19,45	160
2	AN 934	1	1,3	2,15	3	3,25	4,1	4,5	6	105
3	RG 1000	0,15	0,3	1,1	2	2,3	3,05	3,4	4,05	105
4	105 VHM	1,3	3	4,35	6,05	8	8,45	9,35	10	115
5	105 SH	1,1	1,27	2	3	4,05	6,14	8,35	9,24	110
6	110 VHM	0,5	1,27	2	3	4,05	6,14	8,35	9,24	100
7	110 SH	1,1	1,27	2	3	4,05	6,14	8,35	9,24	105
8	113 SH	3	3,45	4,34	5,33	9,18	12,45	18,23	–	250

Таблица 2

Сгущение рудного слива с применением флокулянтов при повышении расхода лучших марок

№	Марка флокулянта (Floram)	Расход флокулянта, г/т	Объем зоны осветления, мин.								Объем сгущенной руды на 20-й минуте, мл
			900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл	400 мл	300 мл	200 мл	
1	Контроль	–	3	5,34	6,48	8,54	10,17	13,29	15,6	18,23	150
2	AN 934	70	0,15	0,25	0,4	0,5	1,05	1,15	1,3	1,45	90
3	AN 934	80	0,12	0,2	0,33	0,45	0,54	1,05	1,15	1,25	80
4	RG 1000	70	0,15	0,25	0,4	0,5	1	1,15	1,2	1,35	90
5	RG 1000	80	0,14	0,26	0,38	0,5	1,16	1,25	1,43	2,14	90

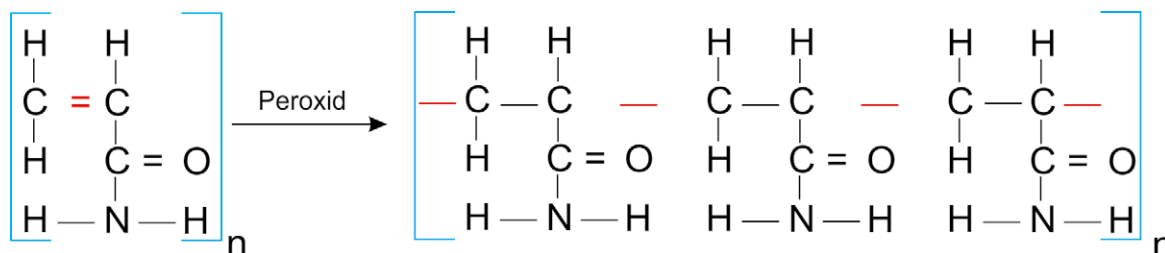


Рис. 1 – Процесс полимеризации мономера акриламида



Контроль; AN934; RG1000; 105 VHM; 105 SH; 110 VHM; 110 SH; 113 SH

Рис. 2 – Сгущение рудного слива с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т твердого



Контроль; AN934; RG1000; 105 VHM; 105 SH; 110 VHM; 110 SH; 113 SH

Рис. 3 – Сгущение свинцового концентрата с применением различных марок флокулянтов при расходе 60 г/т твердого на 20-й минуте осаждения

ному трубопроводу в коробку питания аппарата.

Методика исследований и применяемые реагенты

Для проведения тестирования сгущения рудных сливов и свинцового концентрата окисленных глинистых руд месторождения «Узынжал» с использованием флокулянтов были отобраны марки полимерных реагентов с различной степенью анионной активности с высокими значениями молекулярной массы.

В практике лабораторные исследования обычно проводят на 0,1 %-х высоковязких растворах водорастворимых полимеров.

Для приготовления указанного раствора в сухую колбу насыпается навеска флокулянта (100 мг), смачивается небольшим количеством (1-2 мл) спирта или ацетона и добавляется 50 мл холодной воды (можно технической) и взбалтывается в течение 10-15 минут. Затем оставляется на 30 минут и доливаются 50 мл холодной воды, также встряхивается 5 минут и оставляется до полного растворения на 1-2 часа.

Эта методика растворения применяется, если нет возможности перемешивать механическим способом, например, на магнитной мешалке. Растворение порошкообразных высокомолекулярных полимеров осуществляется через набухание, поэтому по истечении указанного времени необходимо посмотреть на свет и убедиться, что в растворе нет набухших частиц. Если таковые имеются, то следует оставить растворы еще на 1-3 часа. Такое приготовление используется только для проведения лабораторных исследований.

Тестирование исследуемых флокулянтов осуществлялось на производственных пульпах. Перед проведением исследований определяется плотность пульпы и содержание твердой фазы. Для выбора эффективной марки флокулянта и оптимального расхода рекомендуется проводить эксперименты в мерных цилиндрах объемом 0,5-1 дм³. Замешивание дозы раствора флокулянта со всем объемом пульпы осуществляется с помощью штоковой мешалки 6 раз. Включается секундомер и фиксируется скорость сгущения твердой составляющей пульпы. Визуально определяется качество осветления раствора и размеры образующихся флокулов при различных расходах флокулянта. Все тестируемые показатели процесса сгущения (скорость сгущения, уплотнение, качество осветления и высота пенного продукта на поверхности цилиндра) сравниваются и выбирается наилучший флокулянт при наименьших расходах. При тестировании

нескольких марок выбирается эффективный, позволяющий при минимальных расходах достичь наилучших параметров сгущения.

Тестирование различных марок флокулянтов для сгущения рудного слива и свинцового концентрата

Месторождение «Узынжал» находится в 22 км западнее железнодорожной станции Киик, там добывают высокоглинистую свинецсодержащую руду окисленного типа. Глинистые составляющие имеют значительную степень набухания, что потребовало отмывки руды перед процессами обогащения. Сгущению подвергаются как данные рудные сливы, так и свинцовый концентрат. Отмытые рудные сливы имеют гранулометрический состав на уровне 5-3 мкм и ниже.

Первая серия экспериментов выполнялась с целью подбора эффективной марки флокулянта для сгущения рудного слива в сравнении с базовой маркой Floram AN 934 были протестированы 5 новых образцов полимерных реагентов, применяемых для сгущения тонкодисперсных продуктов обезвоживания.

Было установлено, что при сгущении рудного слива плотность пульпы питания и слива сгустителя идентичные и составляют около 1 %, то есть количество твердого в продуктах – порядка 10 г/л.

При проведении исследований по подбору эффективной марки флокулянта для сгущения рудного слива было установлено, что используемая в настоящее время марка Floram AN 934 является одной из эффективных (табл. 1). Визуальное наблюдение за чистотой осветленной водной фазы было установлено, что к наиболее эффективным можно отнести и марку Floram RG 1000.

Степень осветления и плотность сгущенного рудного слива через 20 минут осаждения показаны на рисунке 2.

Дальнейшие исследования были выполнены для определения оптимальных расходов лучших марок флокулянтов с целью достижения наилучших показателей процесса сгущения рудных сливов.

Как показано в таблице 2, для сгущения рудных сливов при переработке глинистой руды месторождения «Узынжал» используемая марка флокулянта Floram AN 934 является оптимальной. Рекомендуется установить расход на уровне 70-80 г/т.

В настоящее время для сгущения свинцового концентрата используется традиционная марка Floram AN 934 в количестве 60 г/т. Плотность сгущаемой пульпы

свинцового концентрата составила 15 % при содержании твердого 169 г/л.

Как показано на рисунке 3, все марки испытуемых флокулянтов позволяют добиться чистых сливов. Процесс разделения фаз происходит моментально, поэтому практически невозможно замерить данный показатель. При сгущении свинцового концентрата без дозирования флокулянта (контроль) не обеспечивается очистка водной фазы от взвеси, что приведет к потерям товарного продукта со сливами сгустителя.

По результатам проведенных исследований можно сделать однозначный вывод, что используемая марка Floram AN 934 в количестве 60 г/т позволяет оптимизировать процесс разделения фаз при сгущении свинцового концентрата при переработке руды месторождения «Узынжал».

Выводы

Проведенные эксперименты показали, что для сгущения рудных сливов при переработке глинистой руды окисленного типа месторождения «Узынжал» используемая марка флокулянта Floram AN 934 является оптимальной. Рекомендуется установить расход на уровне 70-80 г/т.

По результатам проведенных исследований можно сделать однозначный вывод, что используемая марка Floram AN 934 в количестве 60 г/т позволяет оптимизировать процесс разделения фаз при сгущении свинцового концентрата при переработке руды.

В результате сравнительного гранулометрического анализа свинцового концентрата, поступающего на обезвоживание (сгущение и фильтрацию), было установлено, что после подачи флокулянта в процесс сгущения содержание классов ниже 10 мкм в питании фильтпресса снижается в 1,5 раза. Это объясняется образованием более крупных агрегатов в процессе флокуляции при сгущении.

Литература

- 1 Дуденков С. В., Шубов Л. Я. Обогащение руд цветных и редких металлов – М.: Недра, 1976.
- 2 Василевская О. Ф. Интенсификация процессов обезвоживания с применением высокоэффективных синтетических флокулянтов // Комплексное использование минерального сырья – 1996 – № 4 – С. 10-12.
- 3 Елизаров А. Г. Экономическое обоснование эффективности применения флокулянтов при фильтровании суспензий // Цветные металлы – 2000 – № 5 – С. 5-6.
- 4 Фролов В. С. / В ст.: Труды научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности» – Кемерово, 1999 – С. 64-65.

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РЕАГЕНТОВ-ФЛОКУЛЯНТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ СГУЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБОГАЩЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Переработка отходов металлургического производства приводит к увеличению шламовой составляющей исходных материалов. Возрастает и количество коллоидных составляющих в сырье. В этом случае резко увеличивается количество частиц в единице объема. Следует отметить, что твердая фаза имеет низкий удельный вес, то есть разделение фаз требует значительного времени на седиментацию.

В последнее время на обогатительную фабрику Горно-обогатительного комплекса «Алтай» поступает клинкер с Усть-Каменогорского металлургического комбината. В данном продукте содержится до 60 % углеродсодержащего компонента. В результате флотационного обогащения клинкера на самостоятельной линии углеродсодержащий концентрат поступает на процессы обезвоживания.

Медно-цинковый кек образуется в результате гидрометаллургического обогащения свинцовых пылей – отходов металлургического производства Усть-Каменогорского металлургического комбината на участке переработки

свинцовых пылей (УПСП) обогатительной фабрики горно-обогатительного комплекса «Алтай».

Гидрометаллургические осадки представляют собой тонкодисперсную фазу с высокоразвитой поверхностью. На сгущение поступают пульпы высокой плотности на уровне 20-25 %. Сливы очень грязные, с высоким содержанием сгущаемого продукта. Хотя сливы направляются на дополнительное сгущение в контрольные сгустители, их качество не соответствует требуемым показателям.

Процессы разделения фаз при обогащении руд являются одними из лимитирующих переделов всего технологического цикла.

Наличие в перерабатываемом сырье таких компонентов, как глинистые включения, кремнийсодержащие минералы, гидрометаллургические пульпы и т. д. приводит к ухудшению процессов сгущения как концентратов, так и хвостов обогащения [1, 2].

При переходе предприятий на переработку техногенного сырья возникают проблемы с процессами обезвожи-

вания как и при более полном вскрытии минерального сырья, что приводит к увеличению поверхности сгущения. При включении в переработку отходов металлургического производства меняется гранулометрический состав сгущаемых продуктов обогащения в сторону количественного возрастания коллоидных твердых фаз. Это возникает и при переработке клинкера с получением углеродсодержащего концентрата для возвращения продукта в процесс металлургического передела.

В последнее время для интенсификации процессов обезвоживания широкое применение нашли полимерные реагенты класса флокулянтов. В основном они представлены полимерами или сополимерами на основе полиакриловой кислоты.

Мировые лидеры по выпуску данной продукции производят данный класс реагентов с высокой молекулярной массой и стабильными свойствами. Наличие высокой молекулярной массы характеризует расход применяемых реагентов для процессов сгущения производственных пульп, очистки

Таблица 1

Гранулометрический анализ сгущаемого углеродсодержащего концентрата

Класс крупности, мк	74	44	30	20	10	5	3
Содержание, %	53,66	38,98	30,47	23,21	13,86	7,55	4,35

Таблица 2

Стушение углеродсодержащего продукта с использованием различных марок Flopat при содержании твердого в питании сгустителя 170 г/дм³

№	Марка флокулянта	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин.					Объем уплотнения на 30 мин., мл	Величина пены, мм		Степень осветления, усл. единица
			900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл		исходная	на 30 мин.	
1	Контроль	–	5,23	7,4	12,46	15,04	19,16	420	16	15	Очень мутная
2	Flopat AN 905	20	0,34	1,02	1,42	2,34	4,46	390	19	10	Мутноватая
3	Flopat AN 913	20	0,34	1,06	1,45	2,56	5,23	390	19	17	Мутноватая
4	Flopat AN 934	20	0,34	1,03	1,27	2,54	5,44	460	18	6	Чистая
5	Flopat AN 945	20	0,36	1,01	1,46	2,16	10,34	480	19	6	Чистая
6	Flopat AN 954	20	0,26	0,56	1,27	1,56	4,01	505	17	5	Чистая
7	Flopat AN 965	20	0,36	1,05	1,38	2,01	4,58	400	15	5	Чистая

Таблица 3

Стушение углеродсодержащего продукта с использованием различных расходов флокулянта марки FlopatAN 934 при содержании твердого в питании сгустителя 200 г/л

№	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин.						Объем уплотнения на 30 мин., мл	Величина пены, мм		Содержание органики в водной фазе, мг/л
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл	400 мл		исходная	на 30 мин.	
1	–	5,05	5,34	6,05	9,15	13	20,12	375	16	12,0	0,19
2	10	0,38	1,11	1,52	2,34	3,14	4,58	360	19	9	0,1
3	15	0,38	1,15	1,54	2,32	3,15	4	400	19	8	0,08
4	20	0,14	0,41	1,05	1,35	2,28	7	375	12	7	0,05
5	30	0,14	0,38	1,01	1,41	4	–	450	15	–	0,03
6	40	0,14	0,26	0,42	1,13	3,18	–	450	17	–	0,03
7	50	0,09	0,18	0,3	0,56	2,25	–	450	12	–	0,07
8	Слив сгустителя № 2										0,03
9	Слив окислительного пруда										0,19

Таблица 4

Стушение Cu-Zn кека УПСР с использованием различных расходов флокулянта марки Flopat AN934 при содержании твердого в питании сгустителя 65 г/дм³

№	Расход, г/т	Время достижения сгущенного слоя, мин.					Объем уплотнения на 30-й минуте, мл	Качество осветленная
		900 мл	800 мл	700 мл	600 мл	500 мл		
1	20	18,2	28	–	–	–	760	Чистый
2	30	12,56	22	28	–	–	650	Чистый
3	80	6	11,15	16	23,16	–	560	Чистый
4	110	2,42	3,08	4,41	7,12	15,22	460	Чистый

промышленных стоков и питьевой воды от взвесей [3-6].

Синтетические флокулянты позволяют улучшить показатели разделения фаз и сократить площади сгущения, снизить содержание влаги при фильтрации концентратов и увеличить производительность фильтровального оборудования.

Для проведения тестирования сгущения концентратов при переработке техногенного сырья с целью улучшения

разделения фаз получаемых продуктов обогащения были отобраны марки полимерных реагентов с различной степенью анионной активности с высокими значениями молекулярной массы.

В практике лабораторные исследования обычно проводят на 0,1 %-х растворах водорастворимых полимеров в связи с тем, что они являются высоковязкими растворами.

Исследования по оптимизации расхода подобранной марки флокулянта

для сгущения углеродсодержащего концентрата при переработке клинкера.

Для проведения исследований была отобрана представительная проба пульпы питания, поступающей на сгущение в сгуститель № 3.

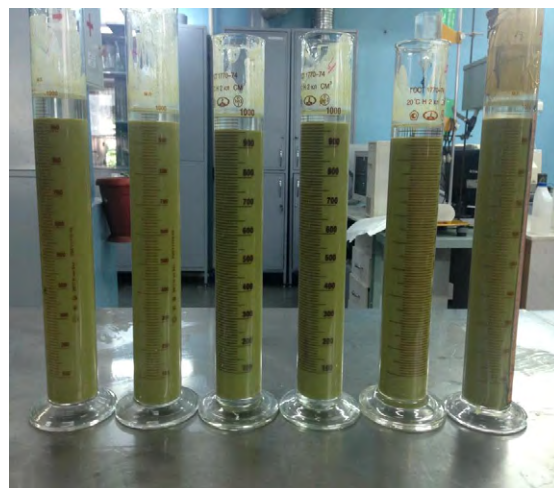
Для более полного представления характеристики углеродсодержащего концентрата были предоставлены анализы данного продукта обогащения.

Приведенный в таблице 1 гранулометрический анализ углеродсодержащего



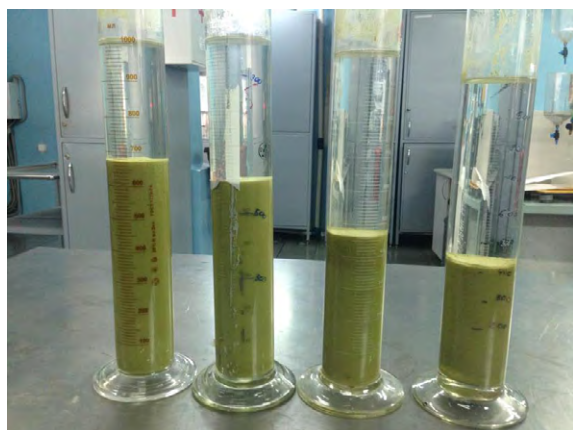
Контроль: 10 г/т; 15 г/т; 20 г/т; 30 г/т; 40 г/т; 50 г/т

Рис. 1 – Эффективность сгущения углеродсодержащего концентрата (питание сгустителя № 3) с применением различных дозировок флокулянта марки Flopam AN 934



Контроль: 20 г/т; 30 г/т; 40 г/т; 50 г/т; 80 г/т

Рис. 2 – Сгущение Cu-Zn кека УПСП (питание сгустителя № 2) при исходном содержании твердого 130 г/л с применением флокулянта марки Flopam AN 934



Расход, г/т: 20; 30; 80; 110

Рис. 3 – Сгущение Cu-Zn кека УПСП (питание сгустителя № 2) при разбавлении пульпы до 65 г/л с применением флокулянта марки Flopam AN 934

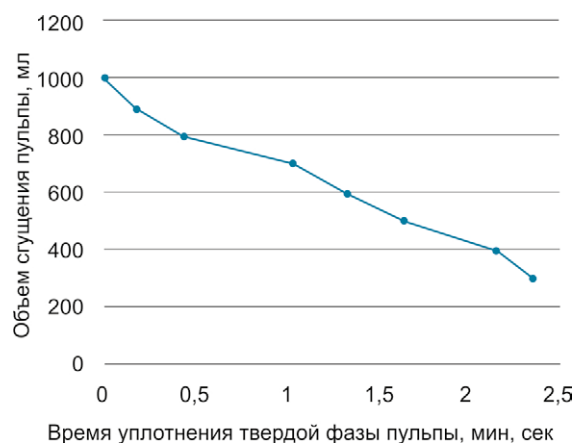


Рис. 4 – Сгущение Cu-Zn кека при переработке свинцовых пылей на УПСП и содержании твердого 32,5 г/л

концентрата показывает, что данный продукт не относится к категории тонкодисперсного материала, но имеет низкий удельный вес, который негативно сказывается на разделении фаз. В данном случае скорость разделения пульпы будет низкой, поэтому следует оптимизировать расход полимерного реагента для создания крупных флоккул.

В первой серии опытов были исследованы различные марки Flopam при базовом расходе Flopam AN 934 в количестве 20 г/т для выбора эффективного реагента и получения оптимальных технологических показателей сгущения.

Испытуемые образцы имеют различную анионную активность и молекулярную массу.

Как показано в таблице 2, лучшими образцами являются марки Flopam AN 934, Flopam AN 954 и Flopam AN 965. Установлено, что при расходе 20 г/т при дозировании указанных марок достигается снижение пенного продукта на зеркале цилиндра, высокая скорость сгущения с первых секунд и хотя качество жидкой фазы высокая, но остается некоторая цветность воды.

Для проведения следующей серии опытов было изучено влияние расхода

базового флокулянта Flopam UG 978 на качество водной фазы.

Процесс разделения фаз проводили при отстаивании в течение 30 минут, после чего замерялся объем сгущенного углеродсодержащего концентрата, а водную фазу отфильтровывали и анализировали на содержание органических примесей.

Из таблицы 3 и на рисунке 1 видно, что с увеличением расхода флокулянта визуально улучшается качество водной фазы. Для подтверждения этого пробы были анализированы на содержание остаточной органики. На анализ были



отданы и другие воды, которые характеризуют качество воды на это загрязняющее вещество.

Приведенный анализ остаточного содержания нефтепродуктов в водной фазе вызывает ряд вопросов, например максимальное количество в технической воде обогатительной фабрики, которая является оборотной для данной промплощадки.

Оптимизация сгущения Cu-Zn кека – продукта при переработке свинцовых пылей на УПСП.

В отобранной пробе пульпы питания сгустителя № 2 содержание твердого составляло 130 г/дм³.

Как показано на рисунке 2, при такой плотности пульпы увеличение расхода флокулянта в несколько раз не приводит к интенсификации разделения фаз. После 30-минутного сгущения показатели остаются на уровне контрольного эксперимента.

Главным условием эффективности разделения фаз является подбор плотности сгущаемой пульпы до оптимальных значений в результате проведения лабораторных экспериментов.

В результате проведения тестовых исследований было установлено, что для интенсификации процесса сгущения необходимо исходную пульпу разбавлять оборотной водой в 2 раза, то есть содержание твердого снижать до 65 г/дм³.

Результаты экспериментов, приведенные в таблице 4 и на рисунке 3, показывают, что снижение исходной

плотности интенсифицирует процесс разделения фаз, но для улучшения показателей процесса требуются повышенные расходы флокулянта. Базовый расход в количестве 20 г/т не обеспечивает требуемых параметров сгущения Cu-Zn кека УПСП.

Дальнейшие исследования были продолжены для улучшения показателей процесса сгущения без увеличения базового расхода флокулянта.

Содержание твердого в исходной пульпе питания сгущения было снижено до 32,5 г/л. Установлено, что именно при такой плотности пульпы эффективность разделения фаз резко повышается при расходе Flopam AN 934 в количестве 23 г/т.

Как показано на рисунке 4, разделение фаз осуществляется в первые минуты процесса сгущения цинкового концентрата без снижения показателей процесса с минимальным расходом базового флокулянта. Полученные результаты достигаются путем разбавления пульпы питания сливами этого же цинкового сгустителя. В этом случае без дополнительных расходов на флокулянт можно значительно интенсифицировать процесс разделения фаз.

В связи со снижением переработки полиметаллической руды Малеевского месторождения в процесс обогащения вводится техногенная продукция отходов металлургического производства УК МК ТОО «Казцинк». Такая переработка позволяет доизвлекать

полезные компоненты из клинкера и свинцовых пылей.

Проведенные исследования показали необходимость корректирования параметров сгущения с оптимизацией исходной плотности сгущаемых продуктов обогащения и тестирование различных марок флокулянтов для интенсификации процесса седиментационного разделения фаз.

Установлено, что используемый в технологии сгущения базовый флокулянт марки Flopam AN 934 является эффективным для сгущения всех типов перерабатываемых руд и техногенного сырья.

Литература

- 1 Дуденков С. В., Шубов Л. Я. Обогащение руд цветных и редких металлов – М.: Недра, 1976.
- 2 Вейцер О. И., Минц Д. М. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки воды – М.: Стройиздат, 1975 – 127 с.
- 3 Липатов Ю. С., Сергеева Л. М. Адсорбция полимеров – Киев: Наукова думка, 1972 – 195 с.
- 4 Василевская О. Ф. Интенсификация процессов обезвоживания с применением высокоэффективных синтетических флокулянтов // Комплексное использование минерального сырья – 1996 – № 4 – С. 10-12.
- 5 Елизаров А. Г. Экономическое обоснование эффективности применения флокулянтов при фильтровании суспензий // Цветные металлы – 2000 – № 5 – С. 5-6.
- 6 Фролов В. С. / Труды научно-практической конференции «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности» – Кемерово, 1999 – С. 64-65.