

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

Кадырсызов Дәурен Сәкенұлы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации

Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов

Направление подготовки

7М07223 – Металлургия и обогащение полезных ископаемых

Научный руководитель:

Канд. техн. наук М.Б. Барменшинова

«10» 06 2021 г.

Рецензент:

К.т.н, с.н.с Института топлива, Катализа и электрохимии им.

Д.В. Секольского

А.С. Шарипова Шарипова А.С..

«11» 06 2021г.

Нормоконтроль:

доктор PhD, сениор-лектор

С.Б. Дюсенова Дюсенова С.Б.

«14» 06 2021 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

заведующая кафедрой МиОПИ,

кандидат технических наук

М.Б. Барменшинова Барменшинова М.Б.

«14» 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

Заведующая кафедрой МиОПИ,
Кандидат технических наук

М.Б. Барменшинова

« 1 » 02 2021г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертаций

Магистранту Қадырсызов Дәурен

Тема: Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов

Утверждена приказом Ректора Университета №435-М от «03» 12. 2019 г

Срок сдачи законченной диссертации « 29 » 05. 2021г

Исходные данные к магистерской диссертации: сгущение медного концентрата

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Исследования по применению новых реагентов флокулянтов в цикле сгущения медного концентрата в лабораторных условиях;
- б) Испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении

Перечень графического материала: слайды

ГРАФИК
подготовка магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю и консультантам	Примечание
Введение	04.02.2021	выполнено
Аналитический обзор литературы	27.02.2021	выполнено
Методика исследований	30.03.2021	выполнено
Экспериментальная часть	20.04.2021	выполнено
Заключение	15.05.2021	выполнено

Подписи

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

Наименование раздела	Консультанты И.О.Ф (уч.степень,звание)	Дата подписания	подпись
Введение	М.Б.Барменшинова заведующая кафедрой МиОПИ, кандидат технических наук	04.02.2021	
Аналитический обзор литературы		27.02.2021	
Методика исследований		21.06.2021	
Экспериментальная часть		20.04.2021	
Заключение		15.05.2021	
Нормоконтролер	Дюсенова С.Б., Доктор PhD, сениор-лектор	14.06.2021	

Научный руководитель М.Б. Барменшинова

Задание принял к исполнению обучающийся Кадырсызов Д.С.

Дата « » 2021 г.

АҢДАТПА

Тау-кен саласы үшін арнайы әзірленген, ең аз мөлшерде флокулалардың ең жақсы қалыптасуын көрсететін флокулянттардың алдын-ала экспресс-тесті жасалды. Сондай-ақ, флокулянт қойылдырғышқа бөлшектеп берілетіндіктен, тестілеу жағдайларын нақты жағдайларға барынша жақындату үшін флокулянт бөлшектеп партиялармен ($\frac{1}{2}+\frac{1}{2}$ схемасы бойынша) берілді. Флокулянттар 0,05% концентрациясы бар техникалық суда дайындалды. Шыныаяқтардағы алдын-ала тестілеу нәтижесінде Pan 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366 флокулянттарының үлгілері таңдалды. Қолданылатын реагенттердің оңтайлы шығыны анықталды. Жылдамдық пен қоюландырылған қабаттың нәтижелері бойынша, сондай-ақ суспензияның тұнуына pal 1819 коагулянты бар MF 155 флокулянты ең жақсы нәтиже көрсетті.

АННОТАЦИЯ

Был произведен предварительный экспресс-тест флокулянтов, разработанных специально для горнорудной отрасли, демонстрирующих наилучшее образование флокул при наименьшей дозировке. Также ввиду того, что флокулянт подается в сгуститель дробно, для максимального приближения условий тестирований к фактическим условиям флокулянт также подавался дробно партиями (по схеме $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$). Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Были выбраны образцы флокулянтов PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366. Определен оптимальный расход применяемых реагентов. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт MF 155 с коагулянтом PAL 1819.

ABSTRACT

A preliminary rapid test of flocculants was carried out, developed specifically for the mining industry, demonstrating the best flocculation at the lowest dosage. Also, in view of the fact that the flocculant is fed into the thickener fractionally, for the maximum approximation of the testing conditions to the actual conditions, the flocculant was also fed fractionally in batches (according to the $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ scheme). Flocculants were prepared in industrial water with a concentration of 0.05%. As a result of preliminary testing on cups, samples of flocculants PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366 were selected. The optimal consumption of the reagents used was determined. Flocculant MF 155 with coagulant PAL 1819 showed the best results in terms of speed, thickened layer, and suspension sedimentation.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Современное состояние теории и практики процесса сгущения медного концентрата	9
1.1 Сущность и область применения процесса сгущения	9
1.2 Факторы, влияющие на процесс сгущения	13
1.3 Сущность процессов коагуляции и флокуляции	14
1.4 Флокулянты, применяемые при сгущении медного концентрата	20
2 Объект и методы исследований	24
2.1 Общая характеристика месторождения Актогай	24
2.2. Характеристика медного концентрата, подаваемого на сгущение	25
2.3 Схема участка сгущения медного концентрата	26
2.4 Приготовление флокулянта (коагулянта)	36
2.5 Порядок приготовления растворов флокулянтов в лаборатории	39
3 Исследования по применению новых флокулянтов в процессе сгущения медного концентрата в лабораторных условиях	41
4 Испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении	42
5 Краткий технико-экономический анализ по применению новых флокулянтов	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
СПИСОК ИПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Список опубликованных работ по теме	54

ВВЕДЕНИЕ

Обоснование необходимости проведения НИР. В настоящее время на месторождении Актогай ТОО «Kazminerals» существует проблема недостаточно эффективного сгущения медного концентрата, что приводит к увеличению мутности верхнего слива сгустителя медного концентрата. Кроме того, из-за повышения переработки, повышения выхода готового медного концентрата и в связи с запуском участка доизмельчения концентратов основной и контрольной флотации возникают проблемы с осаждением на сгустителе.

Актуальность работы. Одним из актуальных вопросов является поиск методов интенсификации процессов обезвоживания ультратонких пульп при переработке руд и концентратов. В процессе переработки минерального сырья интенсификация процессов сгущения и фильтрования приобретает особо важное значение при большом тоннаже получаемых концентратов. Стоимость передела обезвоживания на некоторых предприятиях горно-металлургической отрасли достигает примерно 30% от общей стоимости переработки, что влияет на себестоимость получаемых концентратов. Площадь, занятая под сгустителями, составляет около 25% общей площади предприятия.

Цели и задачи исследований. Цель исследований – подбор новых флокулянтов на пробе медного концентрата из текущей руды, которые покажут наиболее эффективные результаты по параметрам прозрачности сливов, скорости осаждения, уплотнения продукта в процессе сгущения флотоконцентрата.

Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи: исследовать свойства новых флокулянтов; приготовить растворы флокулянтов в лаборатории; провести лабораторные испытания по применению флокулянтов в процессе сгущения медного концентрата; провести лабораторные испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении.

Объектом исследования является медный концентрат, полученный в процессе флотационного обогащения медно-молибденовой руды Актогайского месторождения.

Научная новизна заключается в установлении оптимальных параметров сгущения медного концентрата и возможности снижения потерь медных минералов со сливами сгущения и флотационными хвостами.

Практическая значимость. Интенсификация процессов сгущения и фильтрации продуктов обогащения позволяет снизить потери материала со сливами сгустителей и повысить, таким образом, извлечение ценных компонентов. Это дает возможность увеличить производительность предприятия без установки дополнительного оборудования.

1 Современное состояние теории и практики процесса сгущения медного концентрата

1.1 Сущность и область применения процесса сгущения

Сгущение – процесс осаждения твердой фазы и выделения жидкой фазы из пульпы, происходящий в результате оседания в ней твердых частиц под действием силы тяжести или центробежных сил. При этом получается уплотненный (сгущенный) конечный продукт. Сгущение сопровождается процессом осветления, т.е. получением свободной от твердой фазы жидкости – слива.

Осаждение применяется для разбавленных мелкозернистых взвесей. Концентрация твердого в них такая, что движение каждой отдельной частицы зависит от движения других частиц.

Когда в твердой фазе нет очень мелких и коллоидальных частиц, взаимодействие носит механический характер и выражается в столкновениях и местных завихрениях жидкости вокруг отдельных частиц. В противном случае – кроме механического взаимодействия проявляются результаты электрохимического взаимодействия.

При сгущении частицы образуют флоккулы, которые движутся в стесненных условиях, скорость определяется из выражения:

$$v_{стесн} = \Theta^3 v_{ос},$$

где Θ - коэффициент пористости, $v_{ос}$ - скорость осаждения частиц в свободных условиях по Стоксу, которая определяется по соотношению:

$$v_{ос} = 0.545 f^2 d_p^2 (\delta_{mv} - \Delta) / \mu.$$

Скорость при коллективном осаждении частиц определяется как:

$$v_c' = 2 \Theta^2 (\delta_{mv} - \Delta) / S_{уд} \mu.$$

Скорость осаждения зависит от размера и формы частиц, концентрации твердого, вязкости жидкости и т.д.

При определении средней скорости осаждения твердых частиц задаются начальной и конечной степенями сгущения пульпы или разжиженностью - отношением Т:Ж = R.

Определение средней скорости осаждения выполняется из следующих условий. Пусть заданы $R_{нач.}$, $R_{кон.}$, Q - т/ч, V_1 - первоначальный объем пульпы и соответствующая ему высота H_1 , V_2 - конечный объем и соответствующая ему высота H_2 (рис. 1).

Средняя скорость осаждения определяется как

$$v_{cp} = (H_1 - H_2) / t .$$

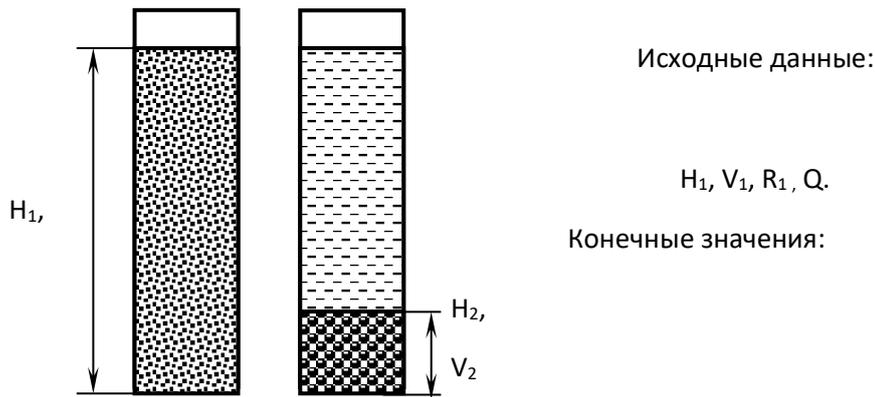


Рисунок 1 - Схема к определению средней скорости осаждения

$$V_1 = QR_1; V_2 = QR_2; Q = V_1/R_1 = V_2/R_2 .$$

Тогда: $V_1/R_1 = V_2/R_2 .$

При постоянном сечении выполняется соотношение $V_1/ V_2 = H_1 / H_2 .$

Или $H_1/R_1 = H_2/R_2 .$

Отсюда: $H_2 = H_1 * R_2 / R_1 .$

Тогда $v_{cp} = (H_1 - H_2) / t = (H_1 - H_1 * R_2 / R_1) / t = H_1 (1 - R_2 / R_1) / t .$

Если поместить суспензию в цилиндр и наблюдать за ней некоторое время, то будут происходить следующие процессы (рис. 2).

Вначале твердая фаза распределена в суспензии равномерно (момент времени а).

Через некоторое время в верхней части цилиндра появляется граница замутнения – граница между осветленной водой и взвесью. Одновременно с этим можно заметить самопроизвольное образование хлопьев. При этом прекращается индивидуальное движение частиц и вся взвесь начинает оседать коллективно. В момент времени (б) в цилиндре появятся 4 области (зоны): I - область осветленной воды, II - область коллективного осаждения, III - переходная область, IV - область компрессии.



Рисунок 2 - Процессы, происходящие при осаждении

В области компрессии частицы находятся в контакте друг с другом. Здесь происходит дальнейшее очень медленное осаждение и уплотнение осадка под давлением вновь оседающих частиц. Граница между III и IV областями визуально плохо заметна. Но ее существование подтверждается измерениями плотности пульпы.

По мере осаждения граница замутнения опускается, а граница компрессии поднимается из-за увеличения толщины осадка.

В момент времени (в): высота области коллективного осаждения уменьшается.

В момент времени (г): область коллективного осаждения исчезает. Область компрессии постоянно увеличивается, а переходная область уменьшается и исчезает с течением времени.

В момент времени (д): граница замутнения совпадает с границей компрессии. Если осадок оставить стоять длительное время, то он уплотняется (момент е).

График осаждения имеет вид, показанный на рис. 3. До точки А скорость перемещения границы замутнения примерно постоянна, затем она снижается (участок АБ). Точка А является критической. В точке Б исчезает переходная зона и границы замутнения и компрессии совпадают.

Время от начала опыта до появления границы замутнения зависит от скорости образования хлопьев, которые оседают быстрее, чем отдельные частицы. При наступлении явления коллективного осаждения грансостав твердой фазы уже не имеет значения. Определяющим здесь является процесс флокуляции, а также механическое объединение отдельных хлопьев и крупных нефлокулированных частиц.

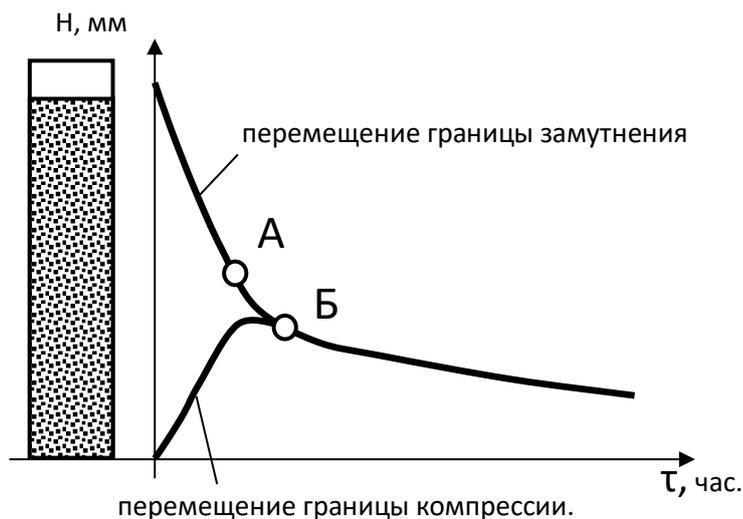


Рисунок 3 - График осаждения суспензии твердых частиц

Постоянное перемещение частиц вниз и увеличение их концентрации в нижней части вызывает одновременное перемещение жидкости снизу вверх. Поэтому твердую фазу представляют как пористую систему, которая опускается вниз при одновременном фильтровании жидкости вверх. Данная система характеризуется большой пористостью в области коллективного осаждения, быстро уплотняется в переходной области и становится очень плотной в области компрессии. Следовательно, чем больше удалены области от зеркала жидкости, тем больше сопротивление перемещению жидкости. Это препятствует фильтрованию жидкости вверх и опусканию системы твердых частиц вниз.

Когда в области компрессии сопротивление движению жидкости сравнивается с относительным весом материала на этом участке, то в случайных точках пониженной прочности целостность осадка нарушается разрывами. Через них жидкость уходит вверх. Разрывы исчезают в переходной области (результаты наблюдений).

Процесс осаждения зависит от разжиженности исходной суспензии. Графики осаждения в зависимости от разжиженности показаны на рис. 4.

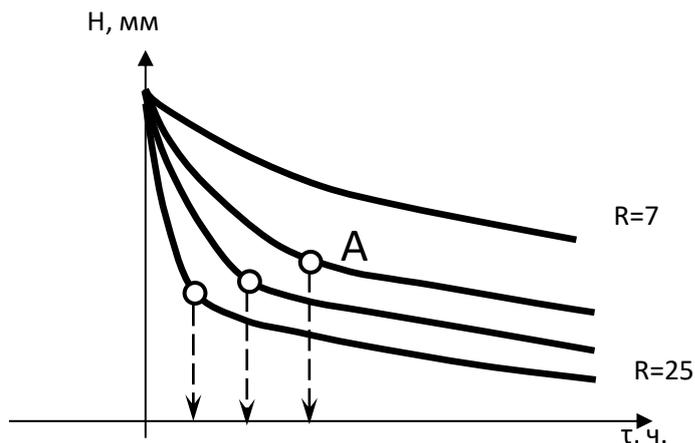


Рисунок 4 - Скорость осаждения и разжиженность пульпы

Точка перегиба – критическая точка А – при малых значениях разжиженности исчезает и наступает критическое осаждение, т.е. сгущение, соответствующее переходной области III. Процесс осаждения сильно замедляется. Между значениями $R = 25$ и $R = 7$ находится критическое значение $R_{\text{критическое}}$.

1.2 Факторы, влияющие на процесс сгущения

Основными факторами, влияющими на процесс сгущения, являются крупность частиц шлама, процессы коагуляции и флокуляции, минералогия шлама, степень разбавления, плотность и форма частиц, плотность и вязкость жидкой фазы, температура пульпы, РН пульпы, концентрация твердой фракции в исходной пульпе.

Крупность частиц шлама (зернистость) зависит от условий размола боксита и его поведения при выщелачивании. Бемит – диаспоровые бокситы прочные, тяжело выщелачиваемые, после помола будут содержать много мелких частиц размером от 1 до 10 мкм. Отсюда следует, что необходимо применение коагулянтов и флокулянтов.

Использование различных флокулянтов и коагулянтов существенно увеличивает производительность сгустителей и соответственно производительность участка сгущения и промывки КШ. Коагулянты улучшают агрегацию шламов, но их применение увеличивает производительность сгущения незначительно.

В настоящее время практически все предприятия перешли на флокулянты. Например, на УАЗе (Уральский алюминиевый завод, Россия) применяют флокулянты фирмы Sytec серии НХ-3000 на ветке сгущения, при этом скорость слива увеличивается в 2-3 раза. Говоря о минералогии шлама, нужно отметить, что все составляющие шлама по отношению к воде делятся на 2 группы: гидрофобные и гидрофильные. Составляющие КШ в основном гидрофильные минералы, но сгустители лучше работают с гидрофобными

составляющими. При повышении температуры выщелачивания до 280 – 300 °С практически все составляющие шлама переходят в гидрофобные, то есть быстро осаждаются. Повышение температуры также снижает вязкость пульпы.[9]

1.3 Сущность процессов коагуляции и флокуляции

Для ускорения процесса осаждения частиц в гравитационном поле необходимо ускорить наступление процесса хлопьеобразования, т. к. крупные хлопья (флокулы) оседают быстрее, чем отдельные частицы. Для этого используют коагуляцию или флокуляцию частиц.

Коагуляция – нарушение агрегативной устойчивости коллоидной системы в сторону укрупнения частиц за счет их слипания под действием молекулярных сил притяжения. Происходит из-за нейтрализации электрических зарядов на поверхности частиц и снижения сил отталкивания. Наиболее эффективными коагулянтами являются соединения, содержащие многовалентные ионы - $FeCl_3$, $CaCl_2$, H_2SO_4 .

Флокуляция – процесс, происходящий в результате искусственной гидрофобизации поверхности частиц гетерополярными собирателями, которые адсорбируются на поверхности частиц, уменьшают силы взаимодействия частиц с водой и увеличивают силы притяжения между частицами. Для руд применяются – ксантогенаты, амины, олеаты.

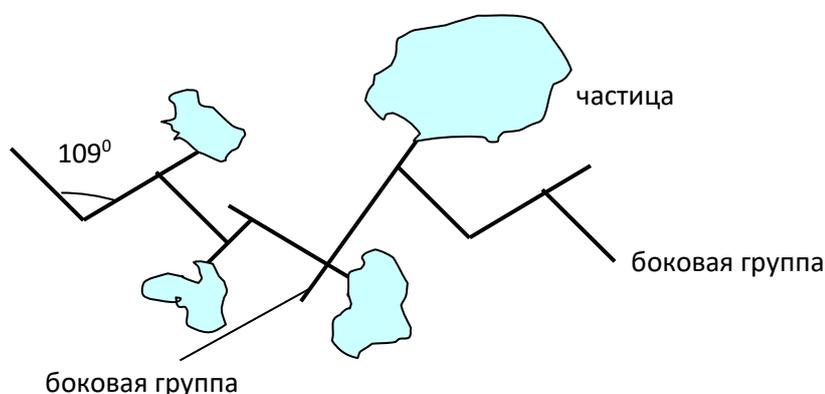


Рисунок 5 - Принцип мостиковой флокуляции

Для углей используется флокуляция полимерами (мостиковая флокуляция). Молекулы полимеров имеют цепочечное строение. Атомы углерода соединены ковалентными связями под углом 1090 и образуют зигзагообразные цепи. Цепи имеют ответвления – функциональные (или боковые) группы. Ими макромолекула закрепляется на флокулирующих частицах, объединяя их во флокулу (рис. 5).

На фотографии ниже (рис. 6) показано образование флокулы из частиц угля (черный цвет). Фотография получена под микроскопом при увеличении в 20 000 раз, для наглядности молекулы флокулянта выделены серым цветом.

В зависимости от свойств функциональных групп и степени их диссоциации в воде полимерные флокулянты (ПФ) делятся на ионогенные и неионогенные. Ионогенные ПФ подразделяются на анионактивные, катионактивные и амфотерные.



Рисунок 6- Микрофотография цепочек флокулянта при флокуляции угля

Если функциональные группы макромолекулы ПФ взаимодействуют с водой (диссоциируют), то углеводородная цепь выпрямляется и приобретает волоконную (фибрилярную) форму. При отсутствии электростатического отталкивания между недиссоциированными функциональными группами действуют силы притяжения Ван-дер-Ваальса. Тогда молекула приобретает форму клубка (глобулярную форму).

Растворы ПФ при хранении стареют, что подтверждается снижением их вязкости. Это связано с деструкцией молекул под влиянием кислорода, содержащегося в растворе.

Процесс сближения и агрегирования частиц определяется рядом характеристик системы: величиной ξ -потенциала, размерами частиц, температурой, гидромеханическими условиями. Если отталкивающие силы малы и нет энергетического барьера, который частицы должны преодолеть при сближении, то происходит самопроизвольная коагуляция.

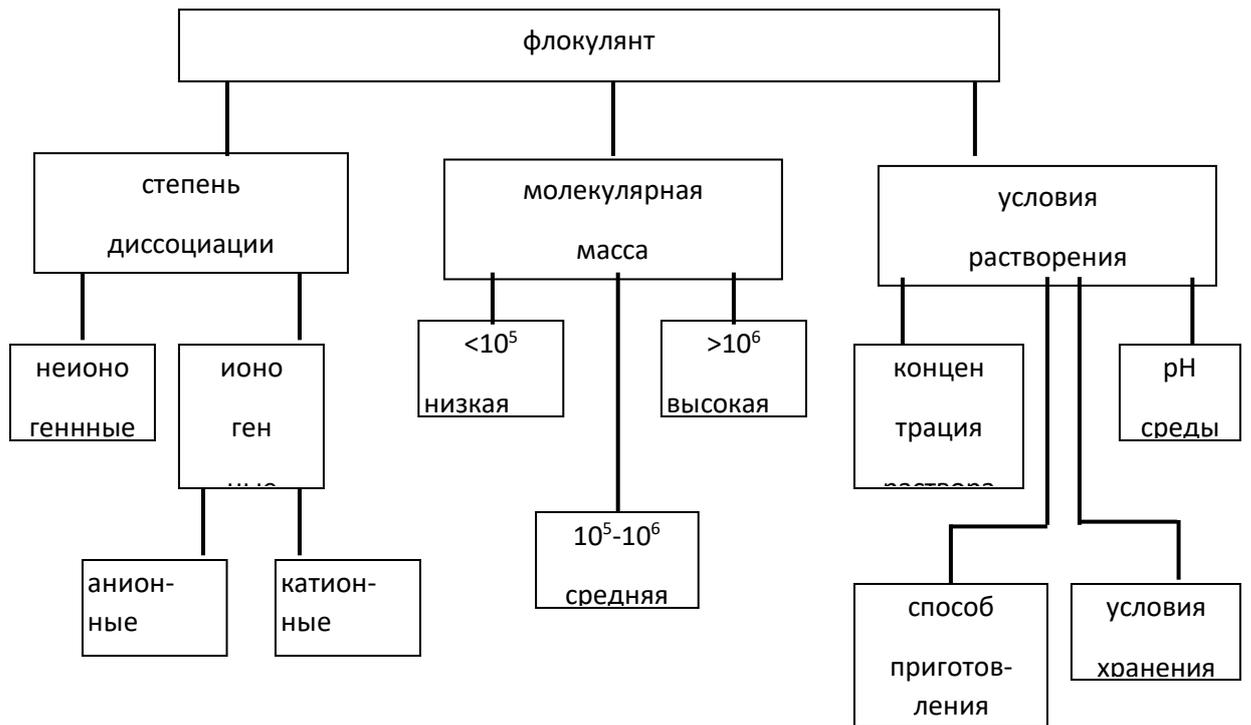


Рисунок 7 - Свойства флокулянта, определяющие процесс флокуляции

Эффективность флокуляции определяют три основных фактора: 1) флокулянт, 2) суспензия, подвергаемая флокуляции, 3) условия контакта флокулянта с суспензией

Свойства флокулянта (рис. 7) влияют следующим образом:

По мере увеличения молекулярной массы флокулянта (увеличения степени полимеризации) увеличивается максимальная скорость осаждения суспензий при снижении концентрации раствора флокулянта.

Растворение флокулянтов производится в 2 стадии: 1) гель или порошок (гранулы) растворяют до 1% концентрации, 2) перед применением 1% раствор разбавляют до 0.05-0.1%.

Вязкость растворов (технологические свойства флокулянтов) зависит от условий растворения. Частота вращения мешалки должна быть не более 100 об/мин. При приготовлении растворов ПФ нельзя применять центробежные насосы, рационально применение пропеллерных мешалок ($n < 500$ об/мин) и пневматических устройств.

Условия хранения – гранулы ПФ можно хранить до 2,5 месяцев при температуре $-15+200$ в упаковке в сухом помещении. Гелеобразные ПФ можно транспортировать и хранить при положительной температуре без доступа солнечного света. Растворы хранят до 8-13 дней, иначе скорость осветления снижается в 2 раза.

Влияние РН среды – на ОФ техническая вода близка к нейтральной среде, что не ухудшает свойства флокулянта. Для гидролиза ПФ добавляют щелочь.

Свойства суспензии, имеющие значение для флокуляции, показаны в виде схемы на рис.8.

Дисперсность твердой фазы необходимо учитывать при выборе молекулярной массы ПФ. Если размеры частиц и макромолекул сильно отличаются, флоккулы не образуются, хотя и происходит адсорбция молекул ПФ. Для тонких частиц нужны ПФ с низкой (<105) или средней (105 – 106)

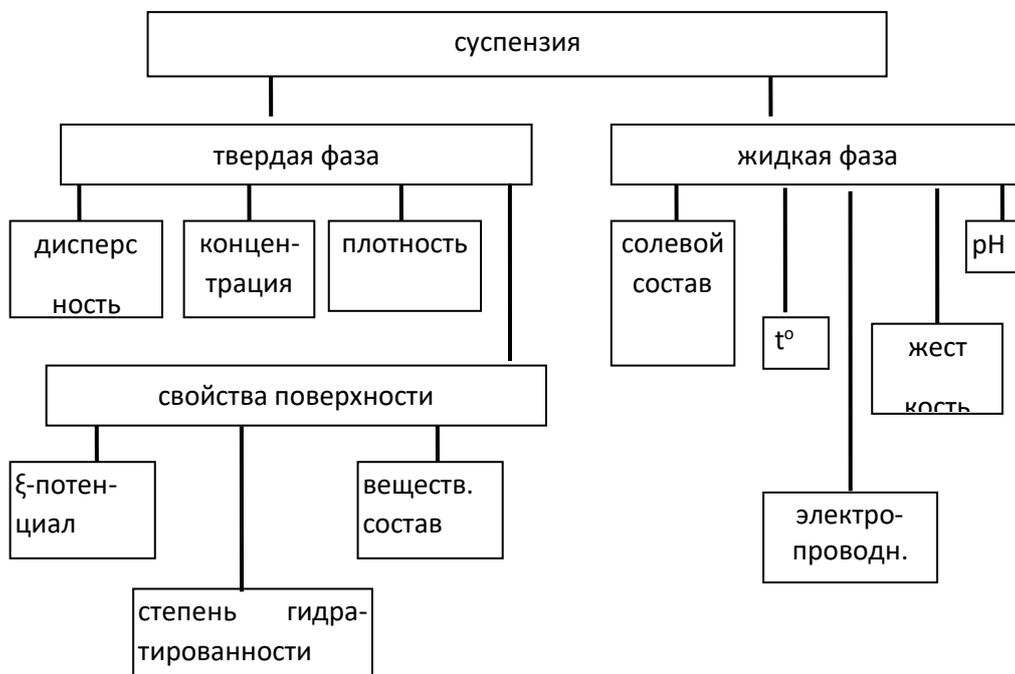


Рисунок 8 - Свойства суспензии, имеющие значение при флокуляции молекулярной массой. При увеличении дисперсности частиц увеличивается расход ПФ.

Концентрация твердой фазы от 20-50 до 250-350 кг/м³. При использовании аппаратов, в которых осветление основано на действии силы тяжести (отстойники, сгустители), концентрация твердого в питании должна быть не более 100 кг/м³. Иначе действие ПФ неэффективно. В аппаратах с использованием центробежной силы (центрифуги) содержание твердого может достигать 400 кг/м³.

Свойства поверхности твердой фазы – один из определяющих факторов.

1) Электрокинетический потенциал или дзета-потенциал (ζ -потенциал) возникает в двойном электрическом слое, который образуется вокруг минеральных частиц при их взаимодействии с водой. Схема строения двойного электрического слоя (ДЭС) показана на рис. 9.

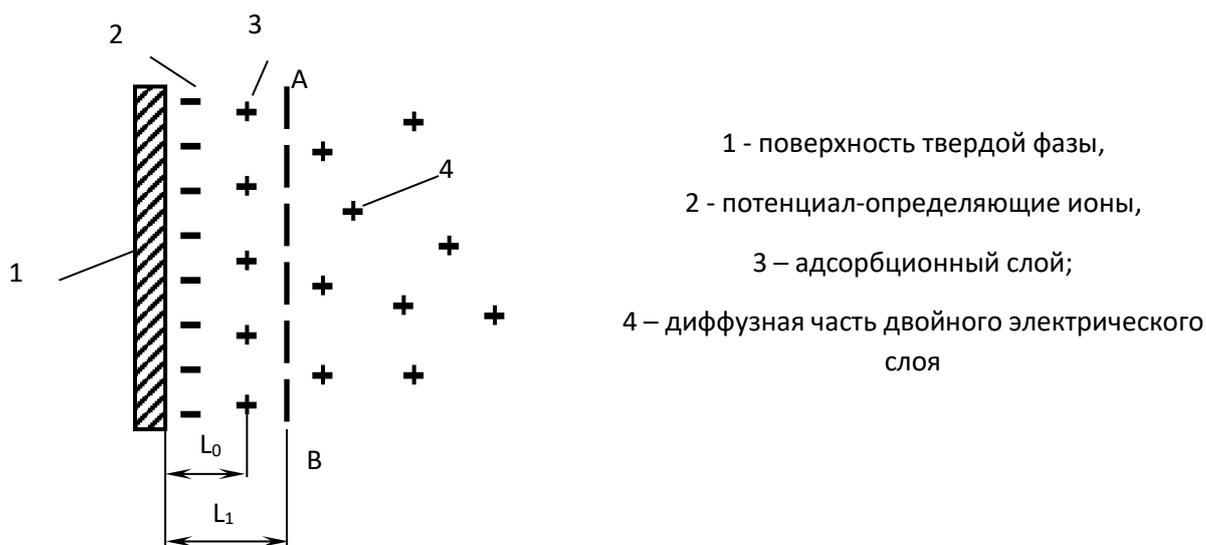


Рисунок 9 - Схема строения двойного электрического слоя

Потенциал-определяющие ионы 2 прочно связаны с твердой поверхностью и определяют ее заряд. Адсорбционный слой ионов 3 плотно примыкает к слою потенциал-определяющих ионов благодаря силам адсорбции и электростатическим; число ионов здесь может быть больше или меньше, чем в слое 2. Диффузная часть ДЭС (за линией АВ) является подвижной.

Слои 2+3 – (от твердой поверхности до линии АВ) – внутренняя часть двойного электрического слоя – малоподвижная, плотная, не является электронейтральной. Находится на расстоянии L_1 от твердой фазы.

Движение жидкости при перемещении частицы происходит не по твердой поверхности, а за пределами неподвижного адсорбционного слоя 3 (по условной линии АВ).

Между твердой и жидкой фазами возникает общая разность потенциалов (скачок потенциала, рис. 10): $\varphi = \varphi_0 + \varphi'$.

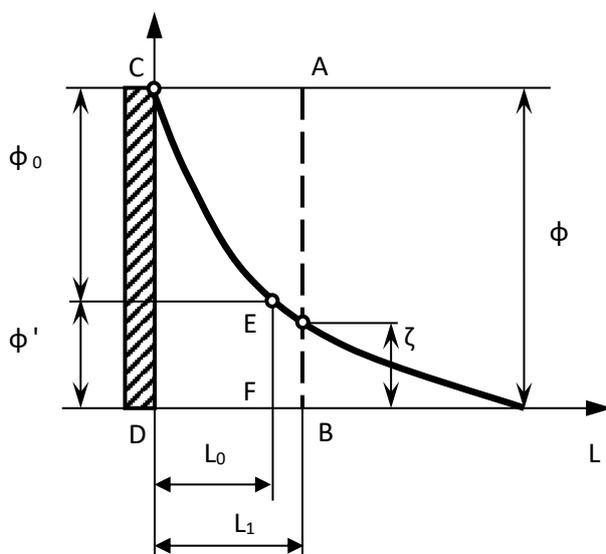


Рисунок 10 - Общий скачок потенциала в двойном электрическом слое и дзета-потенциал

Графически скачок потенциала (разность потенциалов) во внутренней части двойного электрического слоя (между твердой поверхностью и адсорбционным слоем ионов) определится как

$$\varphi_0 = CD - FE .$$

Скачок потенциала в диффузионной части ДЭС:

$$\varphi' = FE \text{ и ноль} . \quad \varphi' \approx \zeta .$$

Дзета-потенциал – разность потенциалов между подвижной и неподвижной частью двойного электрического слоя, возникает при перемещении частицы в воде, поэтому и носит название электрокинетического. Условно эти части ДЭС разделяет линия АВ.

В разбавленных растворах ζ -потенциал близок к значению φ' , т.к. граница скольжения жидкости совпадает в этом случае с линией АВ. В концентрированных растворах и в случаях, когда потенциал резко изменяется с расстоянием, то граница скольжения жидкости не совпадает с линией АВ и $\varphi' \neq \zeta$.

Дзета-потенциал минерализованных шламов чаще отрицателен и составляет -20-30 милливольт. В связи с окисленностью угольная поверхность имеет отрицательный заряд.

2) Вещественный состав – отходы флотации и илы содержат 80-90% глинистого материала, каменноугольные шламы – витрен, фюзен, кларен и дюрэн.

3) Гидратированность поверхности: гидратная оболочка глинистых частиц по Б.Дерягину достигает 10-4 мм. Гидратированы и угольные шламы, т.к. в реальных условиях их поверхность всегда окислена. Толщина гидратных слоев соизмерима с длиной макромолекул ПФ при их фибриллярной

конфигурации. Гидратированность поверхности отрицательно влияет на закрепление макромолекул ПФ.

Свойства жидкой фазы, имеющие значение для флокуляции, следующие:

1) Солевой состав: неорганические соли повышает эффективность мостиковой флокуляции при их содержании не более 0.5%. Отрицательно влияет содержание ионов железа+2.

2) Температура – в тех интервалах, которые есть в производстве влияет мало.

3) Жесткость воды – соли кальция +2 и магния +2 способствуют адсорбции полимеров

Дозировка: (условия контакта флокулянта) – зависит от технологической операции, для интенсификации которой флокулянт используется, свойств шламов, типа полимера и т.п. Точка подачи ПФ выбирается в зависимости от концентрации твердого в суспензии. При концентрации твердого более 50 кг/м³ и высоком содержании классов менее 60 мкм, флокулянт вводят на небольшом удалении от аппарата – 3-5м. В более разбавленные и крупнодисперсные суспензии – за 8-10м от осветлителя.

Способ подачи уточняется экспериментально. Наиболее эффективна пульверизация или дробная (несколькими струями) дозировка.

Условия контакта: Способ смешивания рабочего раствора ПФ с суспензией должен обеспечить равномерное распределение молекул флокулянта в объеме суспензии в момент поступления. Флокулянт вводится в зону умеренной турбулизации потока. После этого должно быть обеспечено спокойное (ламинарное) течение флокул от места смешивания к аппарату.[10]

1.4 Флокулянты, применяемые при сгущении медного концентрата

Сухие порошковые флокулянты демонстрируют постоянство качества и высокое содержание активного полимера. Процесс просеивания служит для удаления многих мелких частиц пыли, снижению воздействия на человека и скользких остатков в зоне приготовления растворов полимера. Вместе с технологией сухих полимеров, позволяющей производить полимеры с высоким молекулярным весом, это часто даёт результат, выражающийся в снижении общих расходов во многих процессах горнодобывающей промышленности.

Порошковые флокулянты различны по молекулярному весу и плотности заряда. Плотность анионного заряда может варьироваться в диапазоне 0-100%. Молекулярный вес в диапазоне 1–20 млн. дальтон.

Кemira производит весь спектр порошковых флокулянтов, которые могут быть полезны в процессах горнодобывающей промышленности. Наши продукты не содержат нонилфенол, а все неионные и анионные порошковые флокулянты содержат менее 500 ppm остаточного акриламида.

Таблица 1 – Флокулянты и коагулянты для применения в горнодобывающей отрасли

	Катионный полиамин	Катионный ДАДМАК	Неорганический коагулянт	Анионный флокулянт	Неионный флокулянт
Процессы					
Обезвоживание нерудных материалов		+		+	+
Обезвоживание угля		+		+	+
Реагенты для фильтрации		+	+	+	+
Осветление раствора после выщелачивания				+	+
Осветление в процессах выщелачивания				+	+
Осветление маточного раствора				+	+
Сгущение концентрата				+	+
Депрессоры флотации	+		+	+	+
Осаждение в BIOX процессах					+
Избирательное разделение				+	+
Осветление подпорной воды	+	+	+	+	+
Удаление отложений	+	+	+	+	+

Таблица 2 – Сухие флокулянты для горнодобывающей промышленности

	Анионный заряд (мол. %)	Стандартная вязкость	Фильтрование	Процесс Байера/промывка	Сгущение до высокой степени	Осветление щелочных растворов
Superfloc N100	Нет	Средняя				
Superfloc N300	Нет	Средняя			+	+
Superfloc A-95	Низкий	Средняя			+	+
Superfloc A-100	Низкий	Средняя			+	
Superfloc A-100 HMW	Низкий	Высокая			+	
Superfloc A-110	Низкий	Средняя			+	
Superfloc A-110 HMW	Низкий	Высокая		+		
Superfloc A-120	Средний	Средняя		+	+	
Superfloc A-120 HMW	Средний	Высокая			+	
Superfloc A-120V	Средний	Очень высокая		+	+	

Superfloc A-125V	Средний	Очень высокая		+	+	
Superfloc A-130	Средний	Средняя		+	+	
Superfloc A-130 HMW	Средний	Высокая		+	+	
Superfloc A-130 LMW	Средний	Низкая	+		+	
Superfloc A-130 V	Высокий	Очень высокая		+	+	
Superfloc A-137	Высокий	Средняя		+	+	
Superfloc A-150	Высокий	Средняя		+	+	
Superfloc A-150 HMW	Высокий	Высокая		+	+	
Superfloc A-150 LMW	Высокий	Низкая	+			
Superfloc A-185 HMW	Высокий	Высокая				
Superfloc A-190 K	Высокий	Средняя				

Таблица 3 – Эмульсионные флокулянты

	Анионный заряд (мол. %)	Стандартная вязкость	Фильтрация	Высокоскоростные сгустители	Сгущение концентрата и хвостов	Ленточный фильтр-пресс
Superfloc N-1986	Нет	Высокая		+	+	
Superfloc 4788	Низкий	Низкая	+			
Superfloc A-1882	Низкий	Высокая		+	+	
Superfloc A-1849 RS	Низкий	Высокая		+	+	
Superfloc 4812 RS	Низкий	Высокая		+		
Superfloc 4814 RS	Средний	Очень высокая		+		
Superfloc A-4325	Средний	Очень высокая		+		
Superfloc 4916	Средний	Высокая	+	+	+	
Superfloc A-1883 RS	Средний	Высокая		+	+	+
Superfloc A-1820	Средний	Высокая		+		+

Superfloc A-4330	Средний	Высокая		+		
Superfloc 4816 RS	Средний	Очень высокая		+		+
Superfloc A-1204	Средний	Высокая	+		+	
Superfloc 5300	Средний	Высокая		+		
Superfloc A-1885 RSP	Средний	Высокая		+	+	
Superfloc 4818 RS	Высокий	Очень высокая		+		
Superfloc 4842 RS	Высокий	Высокая		+		

Таблица 4 – Органические коагулянты

Полиамины	Молекулярный вес	ПолиДАДМАК	Физическое состояние	Вязкость
Superfloc C-572	Низкий	Superfloc C-587	Жидкость	100-300
Superfloc C-4007	Низкий	Superfloc C-591	Жидкость	1600-3200
Superfloc C-573	Низкий	Superfloc C-594	Жидкость	100-1000
Superfloc C-569	Средний	Superfloc C-592	Жидкость	1500-3200
Superfloc C-577	Средний	Superfloc C-595	Жидкость	8000-13000
Superfloc C-581	Высокий	Superfloc WP 5205	Сухой	Низкая

2 Объект и методы исследований

2.1 Общая характеристика месторождения Актогай

Товарной продукцией Актогайского ГОКа являются медный концентрат с содержанием меди 23,0 % и молибденовый концентрат с содержанием молибдена 50 %. Обоганительная фабрика Актогайского ГОКа построена по проекту ТОО «Kazakhmys Project LLC» совместно с Fluor Australia Pty Ltd. Проектная мощность предприятия составляет: по перерабатываемой руде – 25000 тыс. тонн в год; по производству медного концентрата – 383,625 тыс. тонн в год; по производству молибденового концентрата – 3,644 тыс. тонн в год.

Месторождение «Актогай» является одним из крупнейших неразработанных месторождений меди, существующих в мире. На данный момент расчет общих ресурсов месторождения «Актогай» составляет около 1444,922 млн.тонн, сульфидных руд и 96,5753 млн. тонн окисленных руд.

Зона первичных сульфидных руд концентрирует в себе свыше 95% общих запасов штокверка.

К сульфидным рудам относились руды, содержащие медь в окисленных формах до 20% относительно валового содержания.

Для руд месторождения характерны невысокий уровень изменчивости содержания меди и его выдержанность на протяжении значительных интервалов. Как правило, величина коэффициентов вариации меди не превышает 40%, молибдена – 100-120%.

Окисленные руды представляют собой сильно нарушенные скальные образования (измененные вулканиты и гранитоиды) с налетами, корочками и колломорфными стяжениями хризоколлы, малахита, гидроокислов железа, азурита, брошантита, гипса, кальцита и глинистых минералов.

Почти всегда, даже в канавах, присутствует реликтовый халькозин, куприт, халькопирит, молибденит. Содержание меди и молибдена в окисленных рудах заметно ниже, чем в подстилающих их сульфидных рудах.

В зоне окисления из собственно медных минералов наиболее развиты хризоколла (40-80%) и её марганцевистая разновидность, названная антогаитом; малахит (20-30%), азурит, атакамит и другие более редкие окисленные минералы меди. Все указанные минералы обычно образуют псевдоморфозы по полуокисленным первичным сульфидам – халькозину, ковеллину, халькопириту, борниту, пириту и др. или же наблюдаются в трещинах вмещающих пород в виде небольших гнезд, корочек, землистых налетов и радиально-лучистых или сноповидных агрегатов, исключающих применение флотации для их сепарации.

В структурно-текстурном отношении окисленные руды обычно наследуют текстуры и структуры первичных руд, но иногда в них отмечаются новообразованные типы рудных сростаний, такие как ящичная, петельчатая, корковая, почковидная, радиально-лучистая и дендритовая.

Из окисленных форм меди по данным фазовых анализов рядовых проб доминирует силикатная.

Из петрогенных элементов в окисленных рудах содержится: оксида кремния – 61-68 %, оксида алюминия – 12-15% и оксида кальция – 2- 4%.

Основную промышленную ценность месторождения составляют сульфидные руды. По текстурному рисунку эти руды подразделяются на вкрапленно-прожилковые, прожилково-вкрапленные, гнездово-вкрапленные и брекчиевые. Наиболее широко распространены на месторождении вкрапленно-прожилковые и прожилково-вкрапленные, на долю которых приходится 75-80 % запасов сульфидных руд. Частной разновидностью упомянутых текстур является гнездово-вкрапленная. Она характерна для относительно богатых сульфидных руд, размещающихся в юго-восточной части месторождения.

Технологическая схема переработки руд предусматривает следующие процессы:

- первичное дробление в конусной дробилке до крупности - 250мм;
- двухстадиальное измельчение до крупности 80% -0,180мм, первичное измельчение в шаровой мельнице полусамоизмельчения в открытом цикле с выделением рудной гали и последующей второй стадией измельчения в шаровых мельницах в замкнутом цикле с гидроциклонами (поверочная классификация);
- двух стадиальное додрабливание рудной гали в конусных дробилках и в дробилке высокого давления (ролл-пресс);
- флотационное обогащение сульфидной руды, измельченной до крупности 80% -0,180мм
- (основная, контрольная);
- доизмельчение объединенного флотационного концентрата основной флотации до крупности 80% - 0,025мм;
- доизмельчение объединенного флотационно концентрата контрольной флотации до крупности 80% - 0,025мм;
- сгущение сульфидного концентрата;
- молибденовое флотационное обогащение сульфидного концентрата с последующим доизмельчением и перечистным флотационным обогащением;
- сгущение медного концентрата;
- фильтрация, упаковка и отгрузка медного и молибденового концентрата;
- сгущение и укладка отвальных хвостов ОФ.

2.2 Характеристика медного концентрата, подаваемого на сгущение

Согласно результатам фазового химического анализа медь на 93,9 % отн представлена халькопиритом. Вторичные сульфидные формы составляют 5,7% отн.

Главными рудными минералами в пробе медно-молибденового концентрата являются халькопирит и пирит. Единичные рудные минералы представлены халькозином, ковеллином, борнитом, сфалеритом, молибденитом.

Основной минерал пробы халькопирит. В пробе он составляет 61,5%. Халькопирит представлен свободными зернами на 80-85%. Размер зерен халькопирита от 0,075 мм до 0,002 мм. Порядка 15% зерен халькопирита, размер которых колеблется от 0,015 до 0,035 мм, находятся в сростках со сфалеритом, пиритом и нерудными минералами.

Содержание пирита в пробе составляет 18,9%. Чаще всего пирит представлен свободными зернами неправильной, обломочной формы. Преобладают сростки с халькопиритом и нерудными минералами (рис. 12,13).

Вторичные сульфидные формы меди представлены халькозином и ковеллином, суммарное содержание этих минералов в пробе составляет порядка 2%. Они встречаются как в виде свободных кристаллов (рис. 10), а также образуют структуры замещения по халькопириту (рис. 14). Размер зерен от 0,015 мм.

Сфалерит представлен единичными зернами неправильной формы. Образует сростки с халькопиритом и нерудными минералами.

Медный концентрат							
Cu, %	Au, г/т	Ag, г/т	Mo, %	Fe, %	S, %	Al ₂ O ₃ , %	SiO ₂ , %
23,96	0,42	32,78	0,68	27,8	32,7	3,18	9,15

Таблица 5 - Химический состав медного концентрата

Ситовой анализ, мм							
0,18	0,15	0,1	0,075	0,053	0,045	0,038	0,025
Содержание, %							
98,87	98,31	96,50	94,61	89,79	85,97	79,73	71,89

Таблица 6 - Гранулометрический состав медного концентрата

2.3 Схема участка сгущения медного концентрата

Для процесса сгущения, протекающего под действием силы тяжести, характерно осаждение частиц в спокойном (ламинарном) потоке. Более интенсивно процесс сгущения проходит в поле центробежных и магнитных сил. Основные факторы, влияющие на сгущение, — минералогический и гранулометрический состав материала, плотность и форма частиц, плотность и вязкость жидкой фазы, температура и pH пульпы, содержание твёрдого компонента в исходной пульпе.

В результате осаждения твёрдых частиц верхние слои пульпы осветляются (освобождаются от твёрдой фазы), а частицы сосредотачиваются в нижних слоях и уплотняются. В жидких пульпах твёрдые частицы осаждаются быстрее, однако осадок вытесняет большее количество воды, что приводит к увеличению скорости восходящих потоков и выноса тонких частиц в слив. Самые тонкие частицы (шламы, илы) оседают медленно вследствие малой скорости падения и одноимённого электрического заряда, вызывающего отталкивание частиц. С повышением температуры скорость осаждения увеличивается. В зависимости от свойств пульпы и специально вводимых реагентов твёрдые частицы оседают отдельно или в виде агрегатов (флокул), что приводит к ускорению осаждения частиц. Образование агрегатов осуществляется на основе применения коагулянтов и флокулянтов. Коагулянты (известь, квасцы, хлорид кальция и др.) нейтрализуют электрические заряды тонких частиц (за счёт сил молекулярного и дипольного взаимодействия происходит агрегатирование частиц). Флокулянты (полиакриламид, крахмал и др.) адсорбируются на частицах и способствуют образованию механических связей между ними и как следствие — агрегатов (флокул). Применение флокулянтов более эффективно, т.к. интенсифицирует процесс осаждения в 4-6 раз. Сгущению подвергают пульпы с различной крупностью твёрдых частиц. В чёрной и цветной металлургии крупность сгущаемого материала составляет от 0,05 до 5 мм, в угольной промышленности от 0,045 до 5 мм.

Объединенный концентрат сульфидной флотации поступает в коллективный сгуститель (молибденовый), сгущенный продукт поступает на молибденовую флотацию либо поступает на медный сгуститель по гибкой схеме минуя молибденовую флотацию, слив сгустителя используется в качестве оборотной воды и поступает в голову III перерешетки сульфидной флотации.

Слив медного сгустителя используется в качестве оборотной воды и поступает в голову основной сульфидной флотации, сгущенный продукт поступает в накопительные чаны участка фильтрации медного концентрата. Фильтрация медного концентрата организовано в две секции, продукт с накопительных чанов поступает на параллельно работающие ленточные пресс-фильтры. Фильтрат пресс-фильтров используется в качестве оборотной

воды и перекачивается на медный сгуститель, кек пресс-фильтров с влажностью 8-10% поступает на склад готовой продукции.

Склад готовой продукции является крытым помещением с железнодорожными путями вместимостью 14000 товарного концентрата.

Отгрузка концентрата со склада готовой продукции осуществляется фронтальным погрузчиком, с возможностью прямой погрузки навалом в железнодорожные вагоны так и на упаковочную станцию. На упаковочную станцию концентрата поступает системой конвейеров, где концентрат упаковывается в мешки с последующей их погрузкой на железнодорожные вагоны.

На рисунке 11 представлена схема участка сгущения и фильтрации медного концентрата месторождения «Актогай» производительностью 25 млн. тонн в год.

Параметры и режимы работы оборудования участка сгущения и фильтрации медного концентрата представлены в таблице 7.

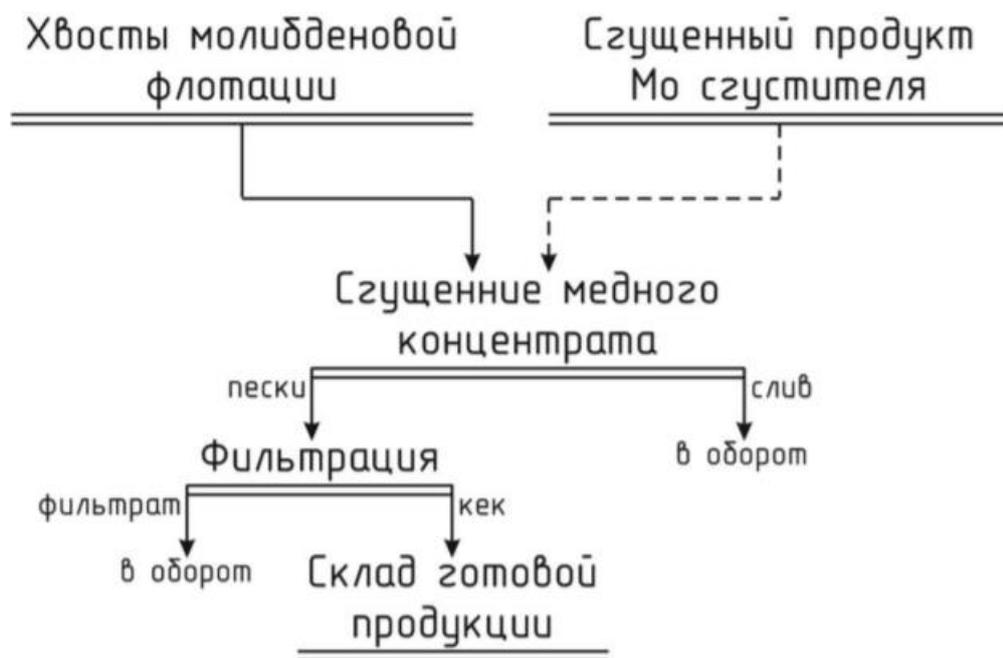


Рисунок 11- Схема участка сгущения и фильтрации медного концентрата «Актогай»

Таблица 7 – Параметры и режимы работы отделения сгущение и фильтрации медного концентрата

Показатели	Значения
Сгущение сульфидного концентрата	
Тип и размер оборудования	Радиальный сгуститель
Количество, шт	1

Диаметр сгустителя, м	22
Площадь сгущения одного, м ²	190
Производительность по питанию общая, т/ч / т/сут	47,6 / 1051,01
Производительность по пульпе общая, м ³ /ч / м ³ /сут	169,76 / 3748,3
Содержание твердого в питании сгустителя, %	22,5
Содержание твердого в песках сгустителя, %	Не менее 65,0
Содержание твердого в сливе сгустителя, г/л	Менее 0,1
Мощность электропривода, кВт	7,5

Задача цикла сгущения медного концентрата – увеличить содержание твердых частиц в пульпе медного концентрата с 31% приблизительно до 65% твердых веществ по весу, прежде чем она будет отправлена дальше для окончательного обезвоживания в процессе фильтрации.

Конечный медный концентрат сгущается в сгустителе перед отправкой на фильтрацию медного концентрата для окончательной сушки и расфасовки продукта.

Сгуститель медного концентрата расположен в непосредственной близости от сгустителя питания молибденовой флотации.

Емкость питания сгустителя медного концентрата

В емкость питания сгустителя медного концентрата поступает концентрат с участка молибденовой флотации, который затем подается в сгуститель медного концентрата.

В емкость питания поступает продукт из следующих источников:

- Фильтрат из резервуара фильтрата медного концентрата.
- Конечный медный концентрат (хвосты цикла флотации молибдена) из пробоотборника конечного медного концентрата.
- Фильтрат с фильтр-прессов медного концентрата.
- Зумпфовый насос участка сгустителя медного концентрата (периодический поток).
- Циркулирующий сгущенный продукт сгустителя медного концентрата (периодический поток).
- Разбавленный флокулянт (1:10).

Разбавленная пульпа медного концентрата самотеком поступает в распределительный конус сгустителя медного концентрата для сгущения.

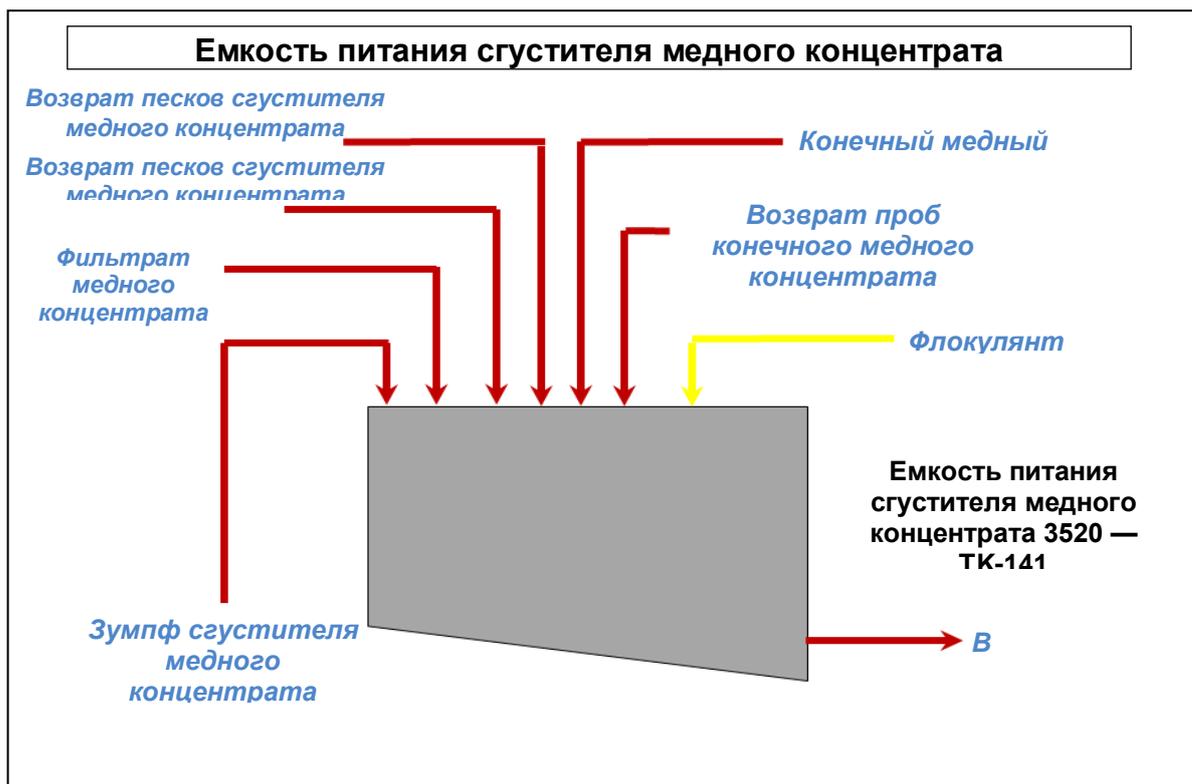


Рисунок 12 – Емкость питания сгустителя медного концентрат
Сгуститель медного концентрата

Это высокопроизводительный сгуститель, который используется для увеличения плотности твердых частиц пульпы медного концентрата. Сгуститель оборудован гидравлическим приводом граблин и гидравлической системой подъема граблин. Граблины сгустителя перемещают осажденные твердые частицы в центральный разгрузочный конус сгущенного продукта в основании сгустителя. Движущиеся граблины также помогают удалить воду из осажденных твердых частиц и сохранить проницаемость постели так, чтобы ее можно было перекачивать на последующие стадии технологического процесса.

Система привода граблин и защиты от превышения крутящего момента работает аналогично системе, используемой в сгустителе питания молибденовой флотации и не будет описываться повторно.

В отличие от сгустителя питания молибденовой флотации, сгуститель медного концентрата работает с добавлением флокулянта. Добавление флокулянта является важным, так как позволяет максимально увеличить уплотнение твердых веществ в сгустителе. Цель сгустителя - удалить максимальное количество жидкости, прежде чем пульпа будет направлена на участок фильтрации для досушивания медного концентрата.

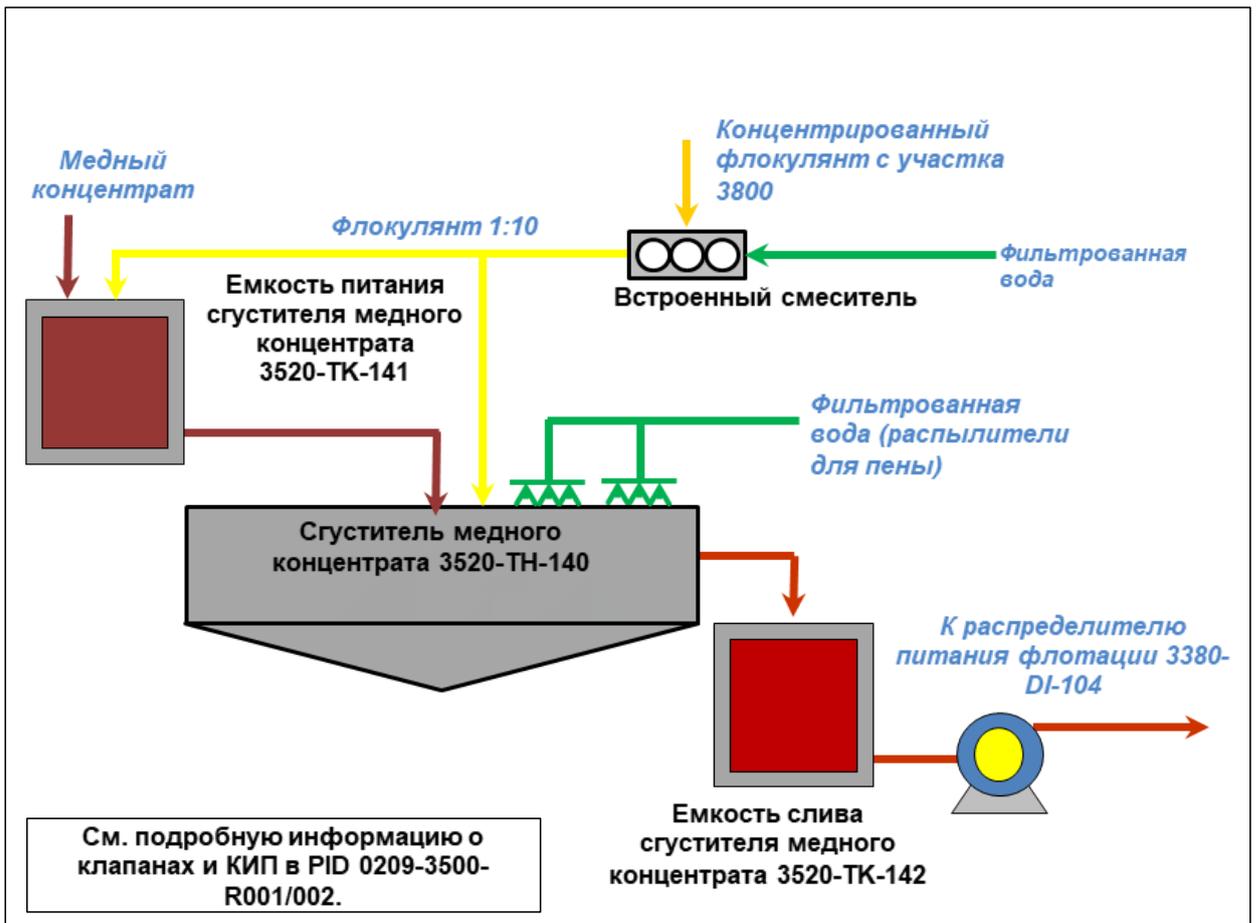


Рисунок 13 – Сгуститель медного концентрата

Разбавленный флокулянт первоначально добавляют в емкость питания сгустителя медного концентрата, чтобы он тщательно перемешался с разбавленной пульпой по мере поступления в распределительный конус сгустителя. Дополнительные линии добавления флокулянта могут быть использованы для введения флокулянта в распределительный конус сгустителя, чтобы обеспечить большую дисперсию в поступающей разбавленной пульпе. Флокулянт перекачивается из резервуара для хранения концентрата флокулянта на участке 3800.

Сгущенная пульпа извлекается из нижней части сгустителя двумя из трех насосов сгущенного продукта сгустителя медного концентрата. Это перистальтические (шланговые) насосы. Обычно два насоса находятся в работе, а третий используется как резервный.

Каждый насос имеет выделенную линию всасывания и отдельную линию разгрузки, через которую продукт подается в распределительный бункер приемного резервуара фильтра медного концентрата. Из распределительного бункера питание подается в приемные резервуары фильтра медного концентрата №1 и №2. Каждый насос оборудован управляемыми через РСУ всасывающими, разгрузочными и спускными (дренажными) клапанами.

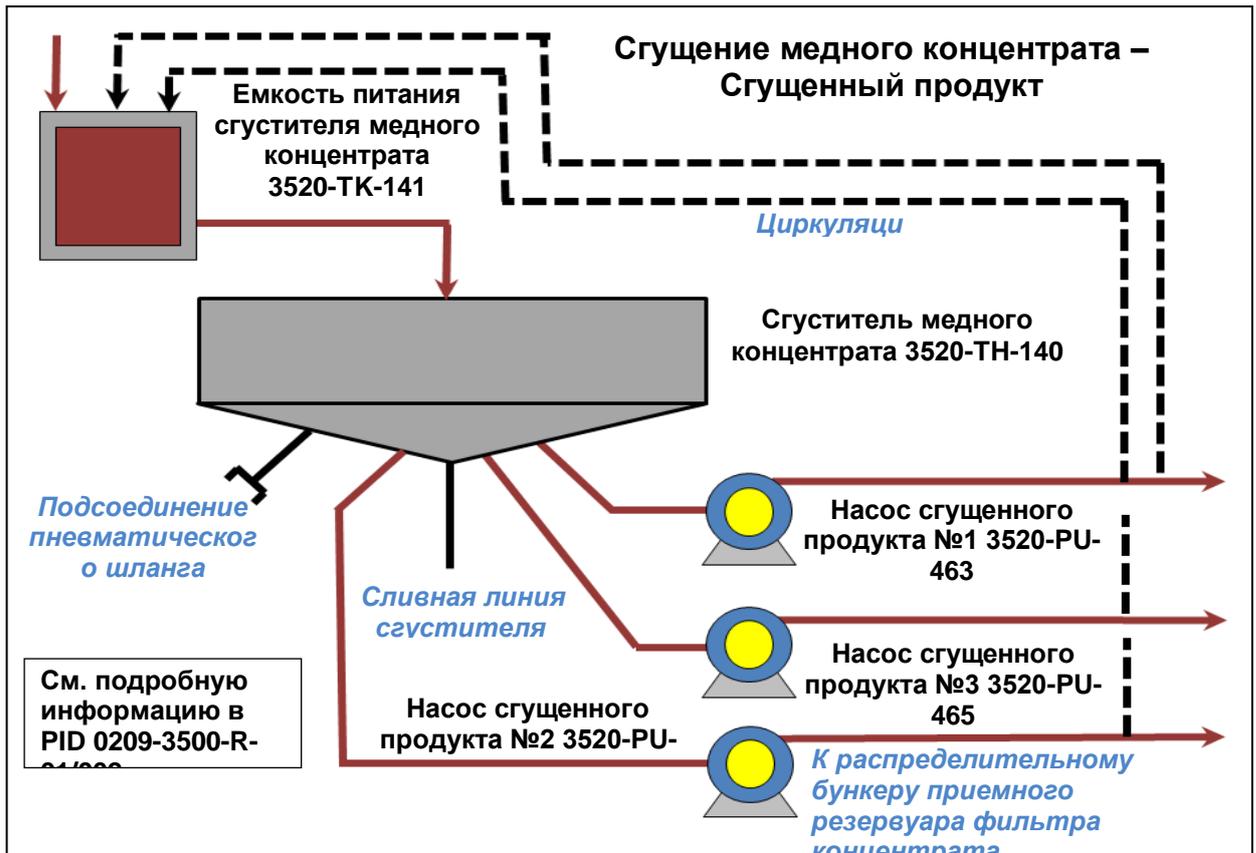


Рисунок 14 – Сгущение медного концентрата

Сгуститель оснащен датчиком уровня для обнаружения верхней границы твердых частиц (плотной постели) внутри него. Он посылает выходной сигнал на индикатор уровня в РСУ и показывает высоту в %. Это всего лишь индикация, и нет никакого контроллера, "связанного" с индикатором уровня.

Емкость сгустителя оснащена датчиком давления (датчик гидростатической нагрузки), который подает сигнал в РСУ. Регулятор давления постели сгустителя медного концентрата регулирует число оборотов насосов сгущенного продукта сгустителя медного концентрата для поддержания установленного оператором значения. Правильный рабочий диапазон составляет 10–80% от максимального уровня постели в соответствии с сигналом датчика давления.

Если контур управления давлением выйдет из строя, контроль может быть переключен (через РСУ) на регулятор плотности. Он получает сигнал от датчика, расположенного на линии разгрузки каждого работающего насоса сгущенного продукта. После этого регулятор плотности сгущенного продукта сгустителя медного концентрата регулирует число оборотов насосов сгущенного продукта для поддержания установленного оператором значения. Правильная плотность питания составляет 65% твердой фазы, что составляет приблизительно 1,94 т/м³.

Разгрузочные линии на каждом из насосов сгущенного продукта также оснащены датчиками расхода, которые подают сигнал на контроллер расхода в РСУ.

Сгуститель также оснащен водными распылителями для удаления слоя пены/всплывшего осадка, который может формироваться в верхней части сгустителя. Это должно предотвратить перелив пены в сливной желоб и загрязнение осветленной жидкости. Для открытия или закрытия подачи отфильтрованной воды к распылителям используется ручной запорный клапан.

Осветленная жидкость из сгустителя самотеком поступает в емкость слива сгустителя медного концентрата. Слив перекачивается в распределитель питания коллективной флотации. Отсюда слив поступает в начало процесса коллективной флотации – цикл основной и контрольной флотации №1 и №2.

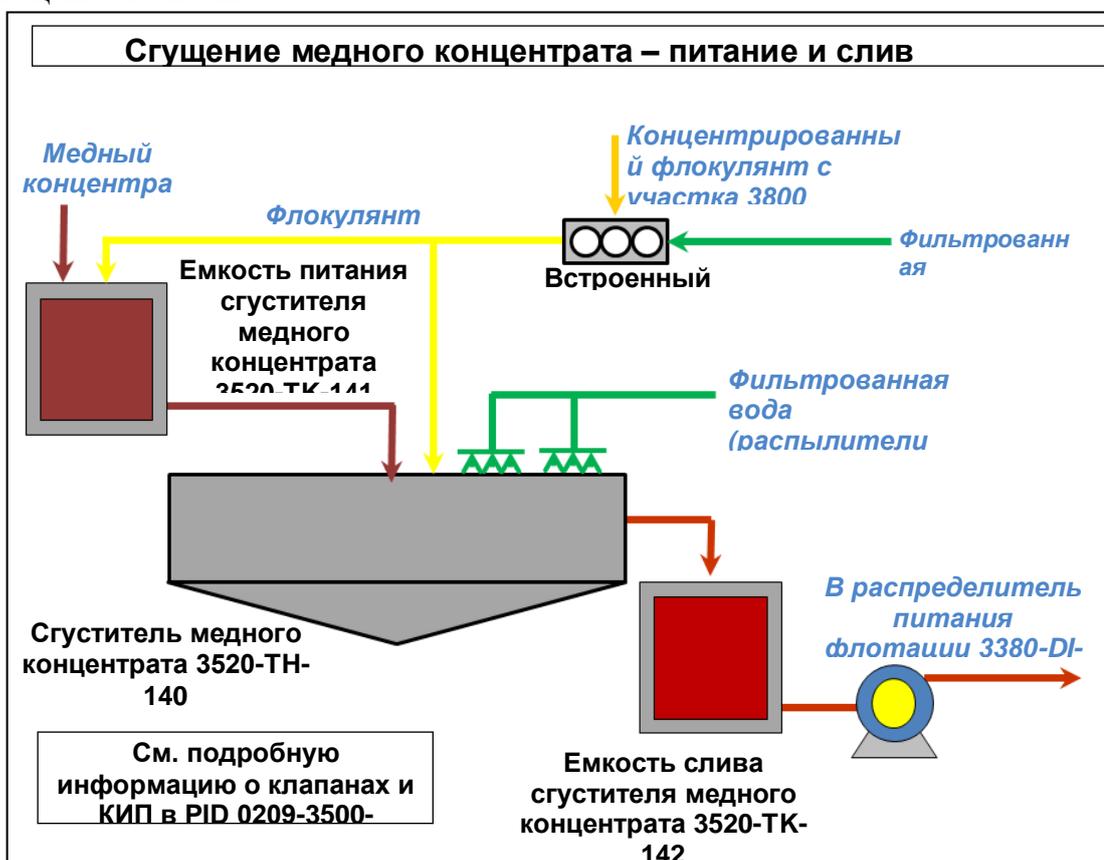


Рисунок 15 – Сгущение медного концентрата

Добавление флокулянта в сгуститель медного концентрата

Разбавленный флокулянт первоначально добавляют в емкость питания сгустителя медного концентрата, чтобы он тщательно перемешался с разбавленной пульпой по мере поступления в распределительный конус сгустителя. Дополнительные линии добавления флокулянта могут быть использованы для введения флокулянта в распределительный конус сгустителя, чтобы обеспечить большую дисперсию флокулянта в

поступающей разбавленной пульпе. Флокулянт перекачивается из резервуара для хранения концентрата флокулянта на участке 3800.

Флокулянт поставляется в гранулированной форме. Он смешивается с водой в баке для смешения флокулянта, чтобы получить правильное соотношение флокулянта и воды в растворе. Партии флокулянта готовятся растворщиком реагентов. Затем флокулянт закачивается в резервуар хранения концентрированного флокулянта.

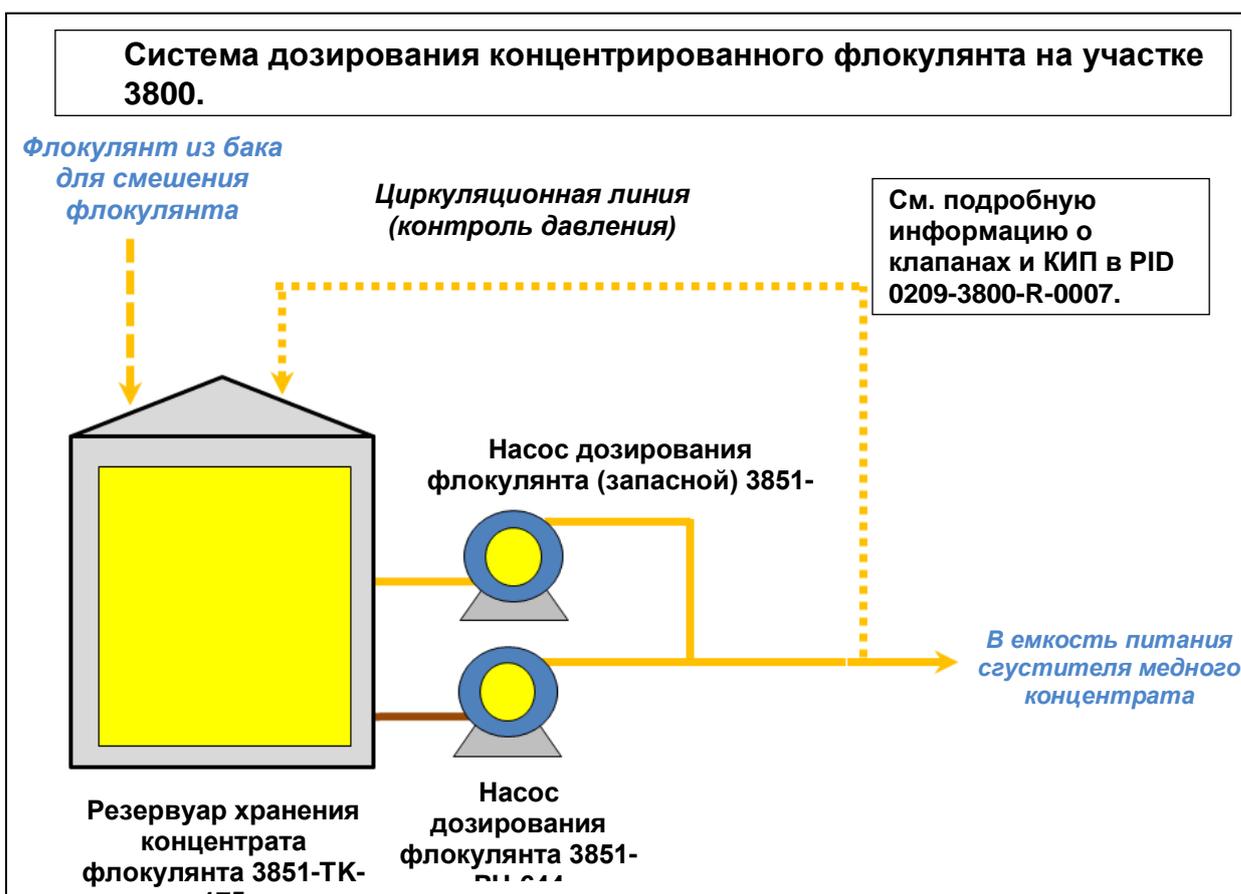


Рисунок 16 – Система дозирования флокулянта

"Концентрированный" флокулянт перекачивается из резервуара с помощью дозирующего насоса в емкость питания сгустителя.

Жидкий флокулянт смешивают с фильтрованной водой во встроенном смесителе перед его поступлением в распределительный конус. Это делается для того, чтобы разбавить флокулянт до пропорции в 1 часть флокулянта на 10 частей фильтрованной воды.

Скорость добавления флокулянта контролируется автоматически в зависимости от уровня постели сгустителя. Для контроля скорости добавления число оборотов дозирующего насоса флокулянта регулируется автоматически по мере необходимости, чтобы обеспечить необходимый расход флокулянта к встроенному смесителю. В то же время регулятор расхода в линии фильтрованной воды к встроенному смесителю регулируется пропорционально так, чтобы поддерживалось правильное соотношение 1:10.

2.4 Приготовление флокулянта (коагулянта)

Химическое хозяйство VX-СНН-ДА является устройством для автоматической или ручной подготовки, складирования и дозировки растворов порошковых веществ и эмульсий с возможностью плавной дистанционной регулировки дозируемого объема вещества.

Основным назначением устройства является подготовка раствора флокулянта – вещества, применяемого в процессе флокуляции различных видов шлама до его обработки (обеззвуживания) на ленточных прессах, в сгустителях или другим оборудованием станций очистки сточных вод.

Для работы химического хозяйства необходимо обеспечить подачу:

чистой воды под давлением (расход 2–3 м³.ч-1, давление 0,3 МПа), электрической энергии – система энергопитания 3/Н/РЕ АС 400/230 V 50 Hz, TN-S, требуемая потребляемая мощность 3,52 kW, подходящего типа порошкового флокулянта.

Принцип действия (схема)

Размешивание раствора осуществляется в полностью автоматизированном цикле или в цикле, управляемом вручную. Устройство управляется с помощью самостоятельного распределителя (Е), который является составной частью устройства.

После включения устройства закроется клапан YV2 и растворный бак (I) начнет заполняться через соленоидный клапан YV1 чистой водой (F).

Скорость заполнения бака можно регулировать с помощью задвижки (С1).

Дозатор флокулянта после погружения винта мешалки (I) автоматически дозирует в водяную струю порошок флокулянта (или эмульсию), который увлажненным падает в растворный бак.

Насыщенность раствора регулируется на распределителе изменением продолжительности дозировки порошка флокулянта или эмульсии.

Гомогенизация раствора в растворном баке осуществляется с помощью винтовой мешалки. Длительность гомогенизации можно устанавливать согласно требованиям производителей флокулянтов.

После окончания вызревания раствора автоматически перекачивается в накопительный бак. Перекачивание раствора осуществится лишь при условии, что в накопительном баке достаточно свободной емкости и бак, таким образом, не переполнится.

Процессом пропускания раствора управляет набор погружных электродов.

Для перекачивания раствора с накопительного бака применяется объемный шнековый насос (Н) с возможностью плавной дистанционной регулировки дозы во время работы устройства с помощью потенциометра с шкалой через преобразователь частоты (J).

Химическое хозяйство VX-СНН-ДА позволяет дополнительное разбавление раствора в самостоятельной ветве.

За соотношением разбавления можно следить на встроенных ротаметрах (P); регулировать его можно с помощью задвижки С2 или изменением количества оборотов двигателя насоса-дозатора.

Смешивание раствора флокулянта и разбавляющей воды осуществляется в смесителе (N).

Обратные клапаны (M) предохраняют от нежелательного разбавления раствора, или от загрязнения источника воды.

Химическое хозяйство может изготавливаться в специальных вариантах, или в исполнении, полностью приспособленном к требованиям заказчика.

Специальными вариантами исполнения являются:

VX-СНН-DAP с памятью, которая обеспечивает автоматическое продолжение прерванного цикла после временного отключения электричества,

VX-СНН-DAT с возможностью подготовки растворов жидких концентратов флокулянтов или других специальных растворов,

химическое хозяйство с двумя или несколькими самостоятельно управляемыми насосами-дозаторами раствора, химическое хозяйство с повышенной емкостью отдельных баков а также их комбинации.

Преимущества устройства

Оснащением устройства самостоятельным распределителем существенно понижаются затраты на электрическую проводку устройства.

Плавная дистанционная регулировка производительности насоса во время работы и автоматическая подготовка раствора флокулянта обеспечивают оптимальную установку дозы флокулянта (экономия флокулянта) и упрощают обслуживание линии в целом.

Производительность насоса-дозатора можно регулировать также изменением тока в диапазоне 4–20 mA (возможность регулировки производительности насоса вышестоящей системой управления).

Возможность изображения перекачиваемого объема раствора на дисплее панели управления или компьютера.

Флокулянт поставляется в мешках массой 25кг. Применяется в виде 0,03% раствора.

Расход флокулянта в сутки составляет 0,02т. Растворение производится по мере опустошения чана хранения флокулянта при помощи лебедки HS-122 подается в бункер VN-125. С бункера VN125 шнековым питателем флокулянт далее воздуходувкой GB-110 транспортируется в чан объемом 1м³ приготовления флокулянта ТК-174 оборудованный мешалкой. В чан ТК-174 заливается

вода, включается мешалка и подается флокулянт. После загрузки флокулянта в чан доливается

вода. Готовый раствор флокулянта насосом PU-643 перекачивается в чан хранения флокулянта

ТК-175 объемом 10м³. Далее флокулянт насосами PU-644/645 подается на медный сгуститель.

Схема цепи аппаратов представлена на рисунке 19.



Рисунок 17 – Схема цепи аппаратов для флокулянта

2.5 Порядок приготовления растворов флокулянтов в лаборатории

Порядок приготовления концентрированных 0,5% растворов

1) Взвешиваем на лабораторных весах, имеющих точность измерения не менее 0,0001 г (до 4 знака) 0,5000 г порошка флокулянта. Анионные и катионные флокулянты взвешиваются на разных подложках во избежание их контакта;

2) Засыпаем навеску в сухую ёмкость (пластиковая лабораторная колба с крышкой) объёмом 100 мл;

3) Отбираем шприцем или пипеткой 5 мл ацетона (можно также использовать этиловый спирт) и вливаем в ёмкость с порошком. Аккуратно встряхиваем не закрывая крышки, для смачивания всех частиц флокулянта. Данная процедура позволяет существенно ускорить растворение флокулянта без изменения его свойств;

4) Отмеряем мерным цилиндром (объёмом 100 мл) 95 мл дистиллированной, либо водопроводной* воды комнатной температуры, вливаем в ёмкость с порошком, незамедлительно закрываем крышкой и энергично встряхиваем в течение 30 секунд.

Убеждаемся, что в объёме отсутствуют слипшиеся частицы. Оставляем ёмкость на 2 минуты;

5) Первые 20 минут интенсивно встряхиваем ёмкости каждые 2 минуты во избежание слипания набухающих частиц. В дальнейшем ориентируемся на степень растворения частиц (медленно растворяющиеся встряхивать чаще). Общее среднее время созревания раствора – 45 минут. После этого времени раствор считаем готовым, если визуально в нём не заметно не растворившихся

частиц/сгустков. При их наличии – продолжаем встряхивание, или приготавливаем новый раствор, если сгустки не растворяются;

б) Полученный раствор имеет концентрацию 0,5 % и срок годности 1 месяц.

Аналогичным образом могут быть приготовлены растворы с концентрацией 1 %. Для этого нужно взять навеску порошка 1.0000 г. Срок годности таких растворов составляет 3-4 месяца, однако нужно иметь в виду, что растворение порошка происходит существенно медленнее и больше вероятность образования нерастворимых сгустков.

*- растворение флокулянтов серии Alclar® следует проводить щелочной водой, с рН=11-12.

Колбу с приготовленным концентрированным 0,5% раствором флокулянта обязательно подписываем: название флокулянта, концентрация, дата приготовления раствора. Храним приготовленный раствор флокулянта в шкафу для хранения химических реактивов. По истечении срока годности утилизируем.

Приготовление рабочих растворов 0,05% из базовых растворов с концентрацией 0,5 %

1) Отмерить шприцем 20 мл раствора флокулянта концентрацией 0,5 %. Поместить раствор в мерную колбу;

2) Отмерить мерным цилиндром (объемом 250 мл) 180 мл оборотной воды* и влить в стакан с флокулянтом. Интенсивно перемешивать в течение 20 секунд, после чего оставить раствор созреть на 5 минут;

3) Перемешать раствор до полного растворения флокулянта (это заметно визуально по исчезновению сгустков и разводов в объеме). Для перемешивания раствора использовать магнитную мешалку;

4) Полученный рабочий раствор имеет концентрацию 0,05 % и срок годности – 1 сутки. В случае необходимости проведения тестирования в течение более чем 1 дня следует готовить свежие рабочие растворы каждый день.

*- рекомендуется использовать именно оборотную воду предприятия (ту воду, которая бы использовалась для приготовления раствора флокулянта в цеху), так как качество воды оказывает влияние на работу флокулянта. При тестировании флокулянтов серии Alclar® использование оборотной щелочной воды является обязательным.

Колбу с приготовленным концентрированным 0,5% раствором флокулянта обязательно подписываем: название флокулянта, концентрация, дата приготовления раствора. Храним приготовленный раствор флокулянта в шкафу для хранения химических реактивов. По истечении срока годности утилизируем.

3. Исследования по применению новых флокулянтов в процессе сгущения медного концентрата в лабораторных условиях

Цель испытаний заключалась в подборе флокулянта и коагулянта из линейки реагентов, предлагаемых компанией «Mining & Drilling Services LTD» - на пробе медного концентрата из текущей руды, которые покажут наиболее эффективные результаты по параметрам прозрачности сливов, скорости осаждения, уплотнения продукта до 64-66 % в процессе сгущения флотоконцентрата.

В настоящее время на фабрике для сгущения применяется флокулянт марки «Магнофлок 355» для хвостов флотации и «Магнофлок 155» на медном концентрате.

Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Для этого в 99 мл технической воды помещалось 0,05 г сухого флокулянта с добавлением 1 мл этилового спирта, далее с помощью магнитной мешалки раствор перемешивался в течение часа до полного растворения и созревания флокулянта. Эмульсионные формы готовились с объемной долей основного вещества 0,2 %. Для этого в 100 мл технической воды вводилось 0,2 мл раствора коагулянта и в течение 15-20 минут перемешивался на магнитной мешалке.

В результате поискового тестирования на пробах 200 мл, были выбраны лучшие образцы, отвечающие заданным целям сгущения твердого и осветления жидкой фазы. Методика тестирования использовалась стандартная: в стаканы (объем 250 мл) наливали 200 мл пульпу сгущения и на поверхность дозировали шприцем рассчитанное количество флокулянта. Перемешивали путем перелива 3-4 раза. Визуально определяли основные параметры – скорость осаждения, устойчивость флокул, чистота слива, высота постели.

Все тесты проводились в сравнении с ныне используемым флокулянтом «Магнофлок 155». Опыты были проведены с различной дозировкой реагентов, в заключение были подобраны флокулянты, базируясь на оптимальный дальнейший расход – 25-27 г/тонну тв. по сухому.

Содержание твердого в пульпе медного – 7, 21 %, рН – 9,43, 9,5. Концентрация флокулянта – 0,05 %, коагулянта – 0,06 %, расход флокулянта – 20, 25, 27 г/т.

Далее были проведены опыты на цилиндрах 500 мл., хорошую эффективность показали MF 155, RG 1366, LC 1727 скорость была лучшей, флокулы крупные, слив чистый, пенная взвесь исчезла. Коагулянт вводился в осветленный слой, перемешивался со стеклянной палочкой.

Содержание твердого, также измерялось в каждом цилиндре индивидуально, и в каждом из них процентные содержания твердого были различны. Расход флокулянта и коагулянта рассчитывался, исходя от содержания твердого на каждый цилиндр, чтобы результат дозировки

соответствовал расходу флокулянта 20 гр. на тонну по сухому, коагулянта 13-14 г/т.

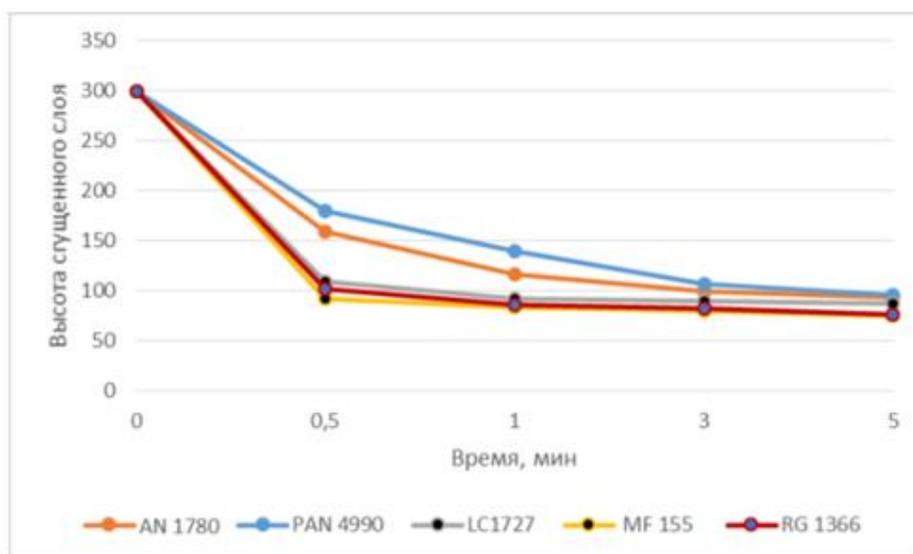


График 1 - Результаты сравнительных тестов концентратов при расходе 20 г/т

Таблица 8 – Показаны результаты скорости осаждения по сгущению концентрата (расход 25 г/т, концентрация 0,05 %, время 5 мин.)

Наименование флокулянта	Расход (г/т)	Высота сгущенного слоя	Высота осветленного слоя	Скорость осаждения, м/ч	Значение pH
AN 1780	25	94	206	2,47	9,5
PAN 4990	25	96	204	2,44	9,5
LC 1727	25	88	212	2,54	9,5
MF 155	25	75	225	2,7	9,5
RG 1366	25	77	223	2,67	9,5

По результатам видно, что при расходе 25 г/т самый хороший результат показали MF 155, RG 1366. Эти продукты показали хорошие результаты и чистый слив. (таблица 8)

Таблица 9 – Результаты тестов по сгущению концентрата по времени, в мм

Время	AN 1780	PAN 4990	LC 1727	MF 155	RG 1366	pH
30 сек	140	120	190	208	198	pH -9,5
60 сек	183	160	207	216	213	pH -9,5
180 сек	200	193	210	220	217	pH -9,5
300 сек	206	204	212	215	223	pH -9,5

Хорошую эффективность показал MF 155, скорость была лучшей, флоккулы крупные, слив был чистый, также по чистоте слива флокулянт MF 155 показал наилучший результат. (таблица 9)

Определены оптимальные расходы реагентов и параметры сгущения медного концентрата. По результатам опытов убедились, что коагулянт положительно влияет на чистоту осветленного слоя при сгущении медного концентрата. Отмечено, что после добавления коагулянта скорость осаждения резко улучшается, пенная взвесь почти полностью исчезла сверху. Важно - что некоторые флокулянты перестали работать при добавлении коагулянта, он дал обратный эффект. Была составлена методика по приготовлению 0,2% раствора коагулянта и рекомендована схема подачи коагулянта на сгуститель. Рекомендовано установить расход коагулянта в диапазоне 13 - 14 г/т. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт MF 155 с коагулянтом PAl 1819.[14]

Выводы к 3 главе

Был произведен предварительный экспресс-тест флокулянтов, разработанных специально для горнорудной отрасли, демонстрирующих наилучшее образование флокул при наименьшей дозировке. Также ввиду того, что флокулянт подается в сгуститель дробно, для максимального приближения условий тестирования к фактическим условиям флокулянт также подавался дробно партиями (по схеме $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$). Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Были выбраны образцы флокулянтов PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366, MF 155.

Определены оптимальные расходы реагентов и параметры сгущения медного концентрата. По результатам опытов убедились, что коагулянт положительно влияет на чистоту осветленного слоя при сгущении медного концентрата. Отмечено, что после добавления коагулянта скорость осаждения резко улучшается, пенная взвесь почти полностью исчезла сверху. Важно - что некоторые флокулянты перестали работать при добавлении коагулянта, он дал обратный эффект. Рекомендовано установить расход коагулянта в диапазоне 13 - 14 г/т. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт MF 155 с коагулянтом PAl 1819. Далее были проведены испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении с флокулянтом MF 155.

4. Испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении

Целью проведения тестовых испытаний являлось определение влияния плотности пульпы в питании сгустителя ТК-140 на скорость осаждения медного концентрата при сгущении.

В данное время в качестве флокулянта для сгущения медного концентрата используется флокулянт Magnafloc 155 (BASF). Из-за повышения переработки, повышения выхода готового медного концентрата и в связи с запуском участка доизмельчения концентратов основной и контрольной флотации возникают проблемы с осаждением на сгустителе ТК-140.

В связи с этим были проведены тестовые лабораторные испытания по определению зависимости влияния плотности пульпы в питании сгустителя ТК-140 на скорость осаждения медного концентрата при сгущении.

Тестовые испытания проводили в лабораторных условиях, с использованием стандартного флокулянта Magnafloc 155 (BASF).

Исходные данные для проведения лабораторных тестов:

Дата отбора проб: 08.04.2021 г. и 09.04.2021 г.

Наименование продукта: Питание медного сгустителя ТК-140.

Место отбора пробы: насос PU-423

В работе была мельница доизмельчения ML-105

- тестовое время осаждения, минут 30
- содержание твердого, % 48/47 – 38/37 – 28/27
- расход флокулянта, г/т 6 - 12

Таблица 10 – Ситовая характеристика Cu концентрата:
08.04.2021 09.04.2021

Класс крупности, мм/ Size grade, mm	Выход / Yield, %		Выход / Yield, %	
	%	Negative, %	%	Negative, %
-1.0 +0.300	0,15	100,00	0,11	100,00
-0.300 +0.212	2,71	99,85	1,19	99,89
-0.212 +0.180	2,72	97,14	1,20	98,70
-0.180 +0.150	4,47	94,43	1,95	97,51
-0.150 +0.106	7,65	89,96	3,80	95,56
-0.106 +0.075	5,28	82,31	3,00	91,76
-0.075 +0.053	4,10	77,02	4,05	88,76
-0.053 +0.045	4,87	72,93	7,35	84,71
-0.045	68,06	68,06	77,35	77,35
ИТОГО	100,00	0,00	100,00	0,00
P80, μm	91		43	

Результаты ситового анализа показывают, что концентрат 09.04.2021 г. (0,043 мм) был гораздо мельче, чем 08.04.2021 г. (0,091 мм).

1 серия тестов (таблица): 08.04.2019 г. рН = 8,65 (исходная):

Таблица 11 – Исходные данные

Дата	Тип флокулянта	pH	Уд. Вес	%	Твердое	Концентрация	Доза
			пульпы	твердого			
			г/см3	%	г/л	%	мл
08.04.2021	Magnafloc 155 - 6 г/т	8,65	1,531	48	734,9	0,05	8,8
		8,47	1,378	38	523,6	0,05	6,3
		8,28	1,253	28	350,8	0,05	4,2
08.04.2021	Magnafloc 155 - 12 г/т	8,65	1,531	48	734,9	0,05	17,6
		8,47	1,378	38	523,6	0,05	12,6
		8,28	1,253	28	350,8	0,05	8,4

Таблица 12 – Результаты 1 серии тестов

Расход	Скорость осаждения			Плотность сгуц. осадка, 30 мин	Чистота слива	
	за 2 минуты	за 5 минут	за 10 минут		турбидиметр,	Конус мутности,
г/т	м/ч	м/ч	м/ч	мл	FNU	баллы
6	0,473	0,435	0,435	580	228	18
6	1,247	1,172	0,945	427	194	36
6	2,4	2,035	1,21	307	178	50
12	0,329	0,657	0,563	605	222	27
12	2,254	1,728	0,958	440	157	50
12	5,247	2,404	1,278	300	90	50

На основании результатов 1 серии тестов построили графики, отображающие скорость осаждения Су концентрата при дозировке флокулянта 6 и 12 г/т и плотности 48 – 38 – 28%.

Таблица 13 – Результаты 1 серии тестов

Расход флокулянта, г/т	Плотность/Density, %	Время осаждения, минут		
		2 мин	5 мин	10 мин
Magnafloc 155 (BASF) - 6 g/t	48	0,473	0,435	0,435
	38	1,247	1,172	0,945
	28	2,4	2,035	1,21
Magnafloc 155 (BASF) - 12 g/t	48	0,329	0,657	0,563
	38	2,254	1,728	0,958
	28	5,247	2,404	1,278

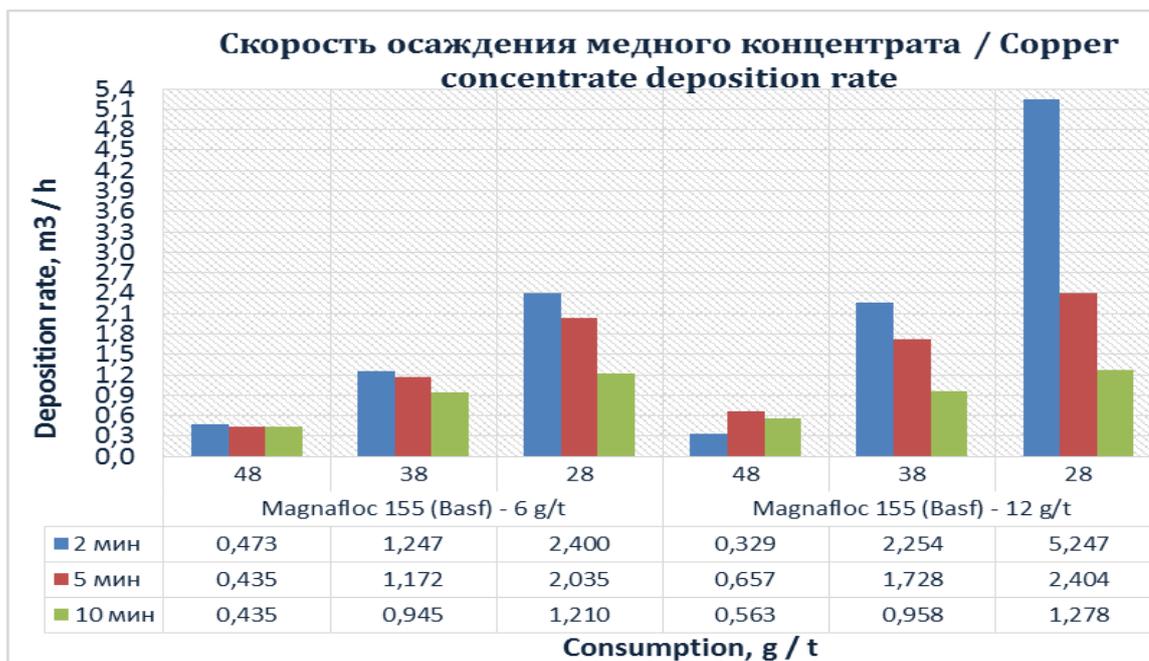


График 2 – Скорость осаждения медного концентрата

При расходе Magnafloc 155 (BASF) 6 г/т (время осаждения - 2, 5, 10 минут):

- При содержании твердого в питании Cu сгустителя 48% первоначальная скорость осаждения 0,473 м/ч, затем снижается до 0,435 м/ч.

- При содержании твердого в питании Cu сгустителя 38% первоначальная скорость осаждения 1,247 м/ч, затем снижается до 1,172 м/ч (время осаждения – 5 минут), через 10 минут скорость осаждения снижается до 0,945 м/ч.

- При содержании твердого в питании Cu сгустителя 28% первоначальная скорость осаждения 2,4 м/ч, затем снижается до 2,035 м/ч (время осаждения – 5 минут), через 10 минут - снижается до 1,21 м/ч.

Чистота верхнего слива при различных содержаниях твердого в питании составила (турбидиметр, NTU/ Конус мутности, баллы):

- При содержании твердого - 48% - 228 / 18;

- При содержании твердого - 38% - 194 / 36;

- При содержании твердого - 28% - 178 / 50.

При расходе Magnafloc 155 (BASF) 12 г/т:

- При содержании твердого в питании Cu сгустителя 48% первоначальная скорость осаждения 0,0,329 м/ч, затем повышается до 0,0,657 – 0,563 м/ч.

- При содержании твердого в питании Cu сгустителя 38% первоначальная скорость осаждения 2,254 м/ч, затем снижается до 1,728 – 0,958 м/ч.

- При содержании твердого в питании Cu сгустителя 28% первоначальная скорость осаждения 5,247 м/ч, затем снижается до 2,404 – 1,278 м/ч.

Чистота верхнего слива при различных содержаниях твердого в питании составила (турбидиметр, NTU/ Конус мутности, баллы):

- При содержании твердого - 48% - 222 / 27;
- При содержании твердого - 38% - 157 / 50;
- При содержании твердого - 28% - 90 / 50.

Таблица 14 – Чистота верхнего слива

Расход флокулянта, г/т	Плотность/Density, %	турбидиметр, FNU	Конус мутности, баллы
Magnafloc 155 (BASF) - 6 g/t	48	228	18
	38	194	36
	28	178	50
Magnafloc 155 (BASF) - 12 g/t	48	222	27
	38	157	50
	28	90	50

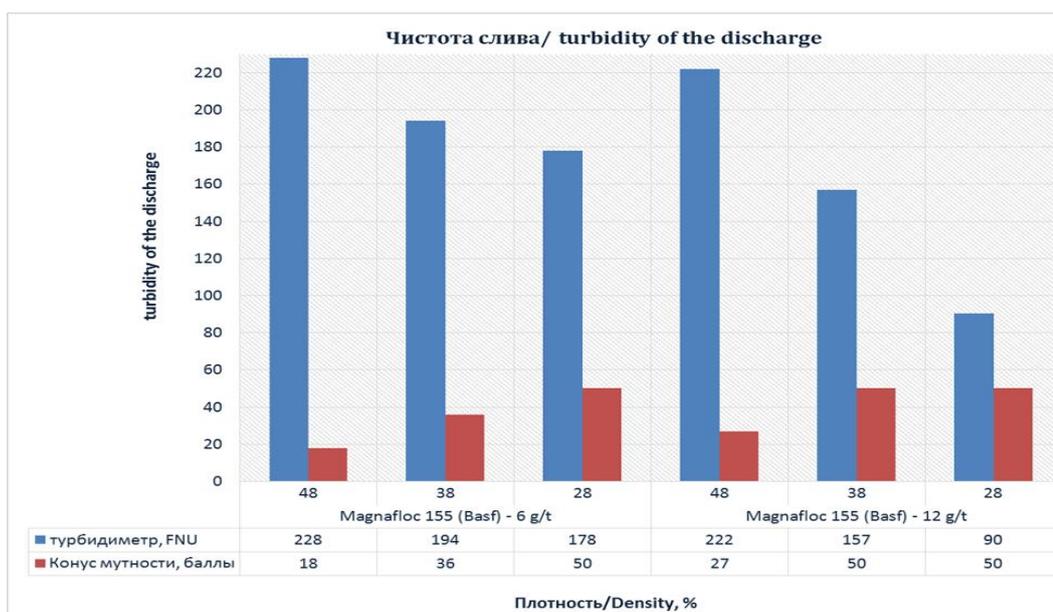


График 3 – Чистота слива

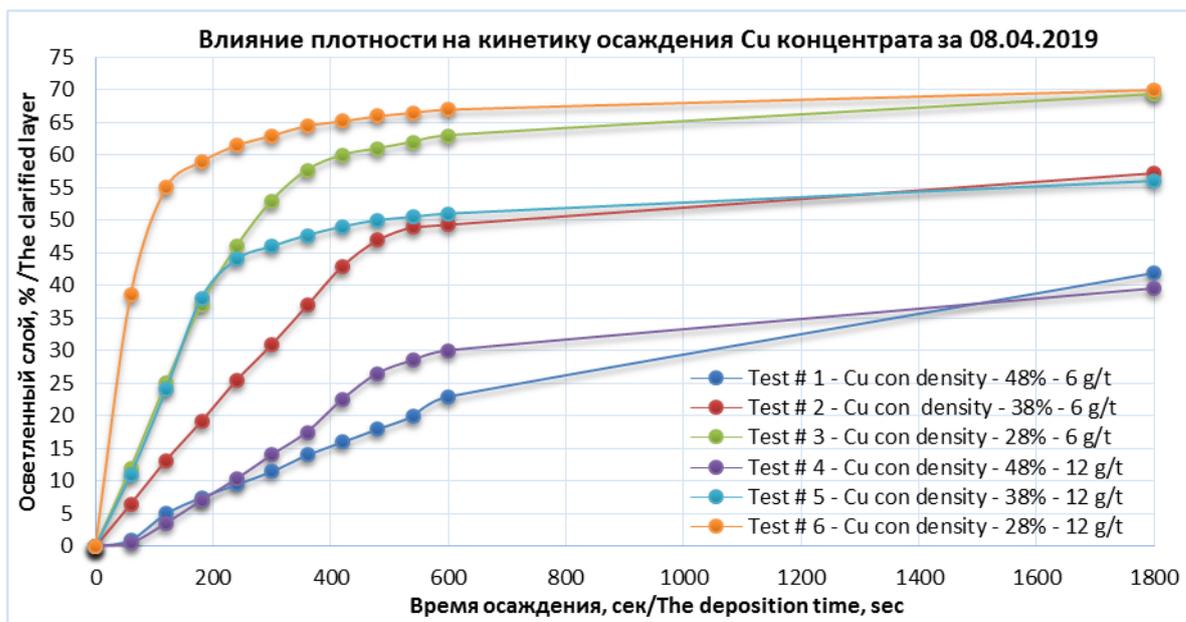


График 4 – Влияние плотности на кинетику

Наиболее высокая скорость осаждения при плотности 28% и расходе флокулянта – 12 г/т. При увеличении плотности в питании флотации и снижении расхода флокулянта скорость осаждения снижается.

2 серия тестов: 09.04.2021 г. рН = 8,6 (исходная):

Таблица 15 – Исходные данные

Дата	Тип флокулянта	рН	Уд. Вес пульпы	% твердого	Твердое	Концентрация	Доза
			г/см3	%	г/л	%	мл
09.04.2021	Magnafloc 155 - 6 г/т	8,6	1,514	47	711,6	0,05	8,5
		8,41	1,365	37	505,1	0,05	6,1
		8,22	1,242	27	335,3	0,05	4
09.04.2021	Magnafloc 155 - 12 г/т	8,6	1,514	47	711,6	0,05	17,1
		8,41	1,365	37	505,1	0,05	12,1
		8,22	1,242	27	335,3	0,05	8

Таблица 16 – Результаты 2 серии тестов

Расход	Скорость осаждения			Плотность сгуш. осадка, 30 мин	Чистота слива	
	за 2 минуты	за 5 минут	за 10 минут		турбидиметр, FNU	Конус мутности, баллы
г/т	м/ч	м/ч	м/ч	мл		
6	0,473	0,378	0,344	590	841	8
6	1,04	0,964	0,888	430	235	33
6	2,784	2,12	1,219	300	229	50
12	0,488	0,533	0,592	585	711	10
12	1,784	1,653	0,967	420	172	45
12	4,675	2,396	1,278	290	121	50

На основании результатов 2 серии тестов построили графики, отображающие скорость осаждения Су концентрата при разной дозировке флокулянта и плотности.

Таблица 17 – Результаты 2 серии тестов

Расход флокулянта, г/т	Плотность/Density, %	Время осаждения, минут		
		2 мин	5 мин	10 мин
Magnafloc 155 (BASF) - 6 g/t	47	0,473	0,378	0,344
	37	1,04	0,964	0,888
	27	2,784	2,12	1,219
Magnafloc 155 (BASF) - 12 g/t	47	0,488	0,533	0,592
	37	1,784	1,653	0,967
	27	4,675	2,396	1,278

При расходе Magnafloc 155 (BASF) 6 г/т:

- При содержании твердого в питании Су сгустителя 47% первоначальная скорость осаждения 0,473 м/ч, затем снижается до 0,378 – 0,344 м/ч.

- При содержании твердого в питании Су сгустителя 37% первоначальная скорость осаждения 1,04 м/ч, затем снижается до 0,964 – 0,888 м/ч.

- При содержании твердого в питании Су сгустителя 27% первоначальная скорость осаждения 2,784 м/ч, затем снижается до 2,12 – 1,219 м/ч.

Чистота верхнего слива при различных содержаниях твердого в питании составила (турбидиметр, NTU/ Конус мутности, баллы):

- При содержании твердого - 47% - 841 / 8;
- При содержании твердого - 37% - 235 / 33;
- При содержании твердого - 27% - 229 / 50.

При расходе Magnafloc 155 (BASF) 12 г/т:

- При содержании твердого в питании Су сгустителя 47% первоначальная скорость осаждения 0,488 м/ч, затем повышается до 0,533 – 0,592 м/ч.

- При содержании твердого в питании Су сгустителя 37% первоначальная скорость осаждения 1,784 м/ч, затем снижается до 1,653 – 0,967 м/ч.

- При содержании твердого в питании Су сгустителя 27% первоначальная скорость осаждения 4,675 м/ч, затем снижается до 2,396 – 1,278 м/ч.

Чистота верхнего слива при различных содержаниях твердого в питании составила (турбидиметр, NTU/ Конус мутности, баллы):

- При содержании твердого - 47% - 711 / 10;
- При содержании твердого - 37% - 172 / 45;

- При содержании твердого - 27% - 121 / 50.

График 5 – Скорость осаждения медного концентрата

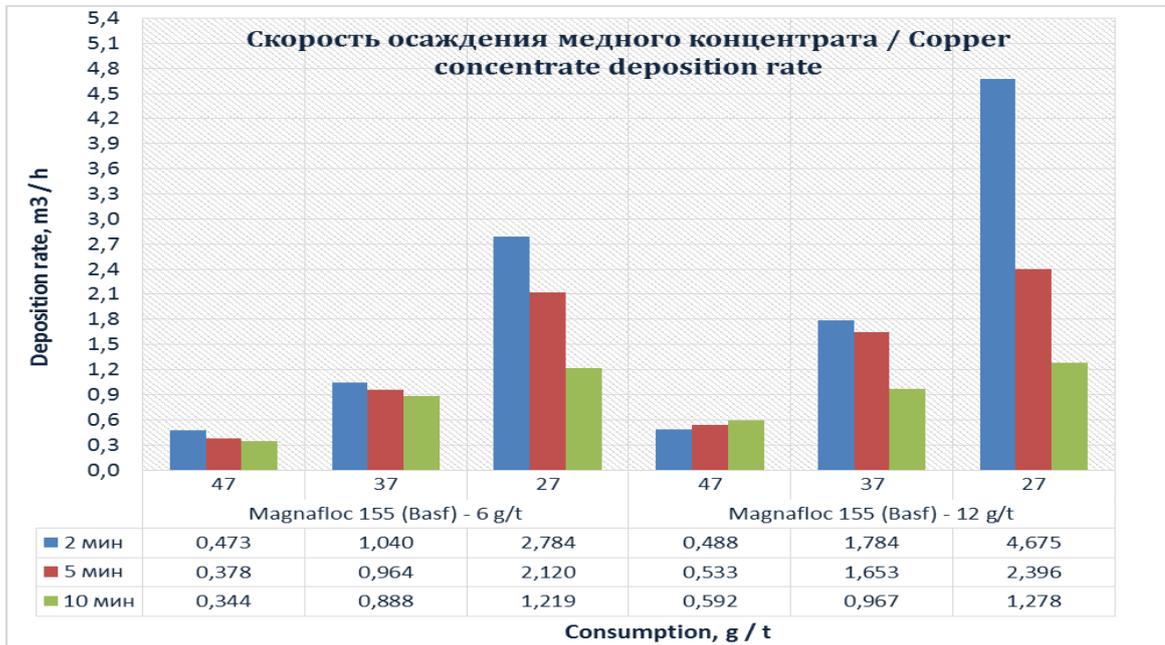


Таблица 18 – Чистота слива

Расход флокулянта, г/т	Плотность/Density, %	Мутность	
		турбидиметр, FNU	Конус мутности, баллы
Magnafloc 155 (BASF) - 6 g/t	47	841	8
	37	235	33
	27	229	50
Magnafloc 155 (BASF) - 12 g/t	47	711	10
	37	172	45
	27	121	50

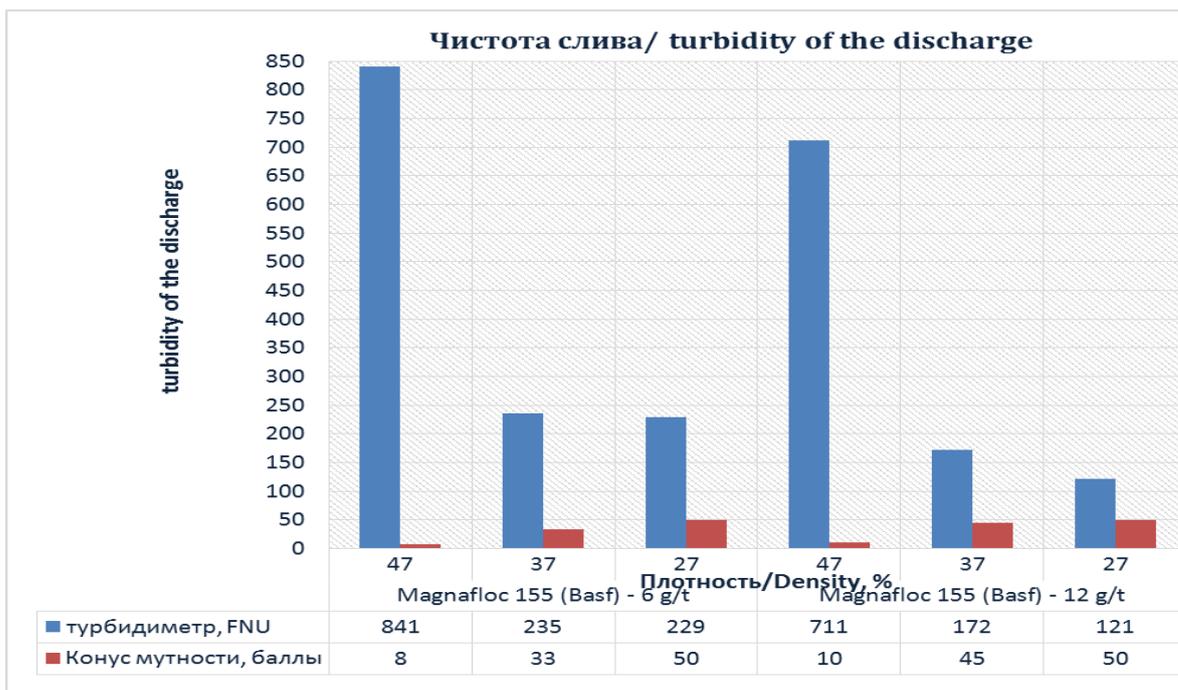


График 6 – Чистота слива

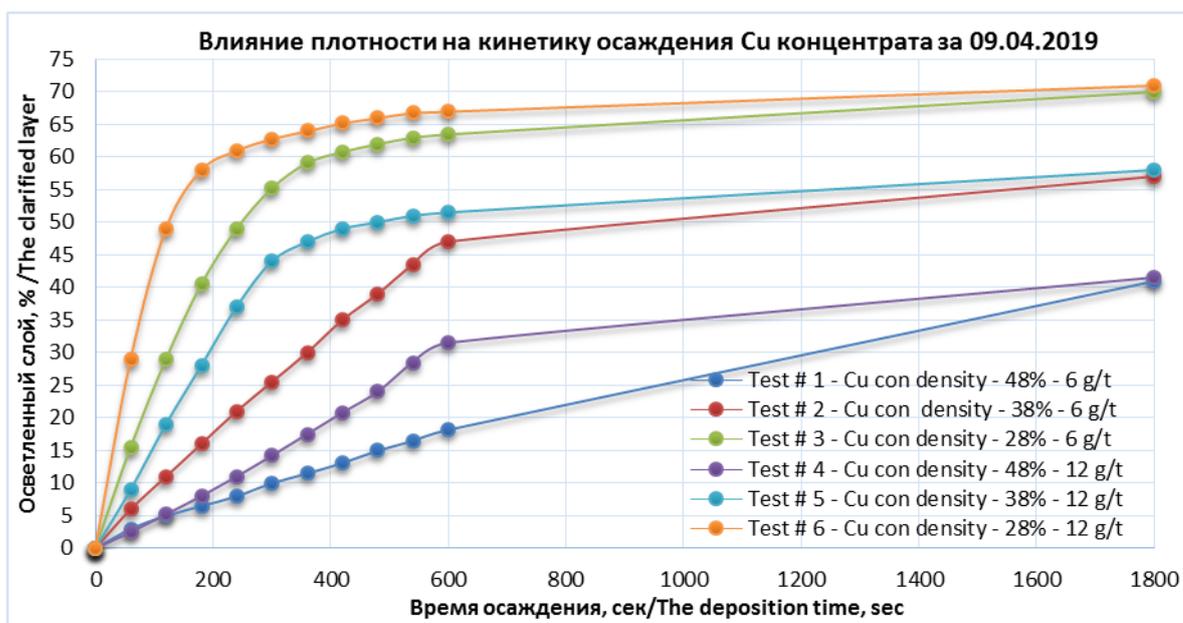


График 7 – Влияние плотности на кинетику осаждения

Наиболее высокая скорость осаждения при плотности 28 % и расходе флокулянта – 12 г/т. При увеличении плотности в питании флотации и снижении расхода флокулянта скорость осаждения снижается.

Выводы к 4 главе

1.В качестве флокулянта для сгущения медного концентрата использовался флокулянт Magnafloc 155 (BASF) с дозировкой 6 – 12 г/т.

2. Наиболее высокая скорость осаждения получена при плотности 28 % и расходе флокулянта – 12 г/т. При увеличении плотности в питании флотации и снижении расхода флокулянта скорость осаждения снижается.

3. Ситовая характеристика медного концентрата: концентрат 09.04.2019 г. (0,043 мм) был гораздо мельче, чем 08.04.2019 г. (0,091 мм).

При снижении крупности концентрата с 0,091 мм до 0,043 мм скорость осаждения значительно не изменилась, но чистота нижнего слива ухудшалась. При содержании твердого – 48 % - в 3,7 – 3,2 раза (6/12 г/т); при содержании твердого - 38% - 1,2 – 1,1 раза; при содержании твердого - 28% - в 1,3 раза (по показаниям мутномера).

4. Для стабилизации работы сгустителя ТК-140 при ухудшении процесса осаждения следует снижать содержание твердого в питании сгустителя на 8 – 10 % (с 55 – 50% до 47 – 40% - по показаниям плотномера). Для большего эффекта по увеличению скорости осаждения содержание твердого в питании медного сгустителя следует снижать до 27 – 30%.

5. Повышая дозировку флокулянта с 6 до 8 – 12 г/т, также можно достичь повышения скорости осаждения.

5 Краткий технико-экономический анализ по применению новых флокулянтов

Таблица 19 – Краткий технико-экономический анализ по применению новых флокулянтов

Наименования	Средний расход за месяц, кг	Расход на 1т Су, г/т	Цена за 1 кг, \$	Сумма за месяц, \$
AN 1780	930	20	2,6	2418
PAN 4990	930	20	3,14	2920,2
LC 1727	930	20	3,54	3292,2
MF 155	930	20	2,82	2622,6
RG 1366	930	20	3,42	3180,6

При сравнении стоимости расходов реагентов видно, что самый дешевый флокулянт AN 1780, но по результатам сгущения этот реагент показал не самый лучший результат и использовать его в процессе сгущения не выгодно.

После AN 1780 по стоимости идет флокулянт Magnafloc 155. Этот реагент в процессе испытания показал наилучшие результаты, и является экономически целесообразным для дальнейшего применения в процессе сгущения медного концентрата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был произведен предварительный экспресс-тест флокулянтов, разработанных специально для горнорудной отрасли, демонстрирующих наилучшее образование флокул при наименьшей дозировке. Также ввиду того, что флокулянт подается в сгуститель дробно, для максимального приближения условий тестирований к фактическим условиям флокулянт также подавался дробно партиями (по схеме $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$). Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Были выбраны образцы флокулянтов PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366.

Определены оптимальные расходы реагентов и параметры сгущения медного концентрата. По результатам опытов убедились, что коагулянт положительно влияет на чистоту осветленного слоя при сгущении медного концентрата. Отмечено, что после добавления коагулянта скорость осаждения резко улучшается, пенная взвесь почти полностью исчезла сверху. Важно - что некоторые флокулянты перестали работать при добавлении коагулянта, он дал обратный эффект. Рекомендована схема подачи коагулянта на сгуститель. Рекомендовано установить расход коагулянта в диапазоне 13 - 14 г/т. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт MF 155 с коагулянтом PAL 1819.

В связи с экономическими соображениями для сгущения медного концентрата рекомендуется использовать флокулянт Magnafloc 155 (BASF) с дозировкой 6 – 12 г/т, так как он является менее дешевым по сравнению с остальными реагентами,

Наиболее высокая скорость осаждения получена при плотности 28 % и расходе флокулянта – 12 г/т. При увеличении плотности в питании флотации и снижении расхода флокулянта скорость осаждения снижается.

При снижении крупности концентрата с 0,091 мм до 0,043 мм скорость осаждения значительно не изменилась, но чистота нижнего слива ухудшалась. При содержании твердого – 48 % - в 3,7 – 3,2 раза (6/12 г/т); при содержании твердого – 38 % - 1,2 – 1,1 раза; при содержании твердого – 28 % - в 1,3 раза (по показаниям мутномера).

Для стабилизации работы сгустителя ТК-140 при ухудшении процесса осаждения следует снижать содержание твердого в питании сгустителя на 8 – 10 % (с 55 – 50% до 47 – 40% - по показаниям плотномера). Для большего эффекта по увеличению скорости осаждения содержание твердого в питании медного сгустителя следует снижать до 27 – 30%.

Повышая дозировку флокулянта с 6 до 8 – 12 г/т, также можно достичь повышения скорости осаждения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/074/885.htm>
- 2 Мировой рынок меди: добыча руды, производство, потребление, мировые цены на медь [Электронный ресурс] // EXPORT.RU мировая экономика [сайт]. - Режим доступа: <http://www.ereport.ru/articles/commod/copper.htm>
- 3 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1100000118>
- 4 https://kase.kz/files/ra_rfca_reports/rfca_metallurgical_industry_31_08_17.pdf
- 5 <https://www.magtu.ru/servisy-sajta/fajlovyj-arkhiv/send/517-sinyanskaya-olga-mikhajlovna/9259-issertatsiya-sinyanskoj-o-m.html>
- 6 <https://www.vnedra.ru/krupnejshie-mestorozhdeniya/obshhaya-harakteristika-mineralno-syr-1096/>
- 7 Разработка и обоснование параметров технологии переработки смешанных медных руд Синянская О.М. <https://www.magtu.ru/servisy-sajta/fajlovyj-arkhiv/send/517-sinyanskaya-olga-mikhajlovna/9259-issertatsiya-sinyanskoj-o-m.html>
- 8 Разработка и обоснование параметров технологии переработки смешанных медных руд Синянская О.М. <https://www.magtu.ru/servisy-sajta/fajlovyj-arkhiv/send/517-sinyanskaya-olga-mikhajlovna/9259-issertatsiya-sinyanskoj-o-m.html>
- 9 Распределение питающего потока между параллельными сгустителями при управлении технологическим пределом сгущения и промывки красных шламов глиноземного производства Федорова Э.Р. https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/sciens/dissertacii/2017/2017-1/dissertaciya_fedorovaer_2_0.pdf
- 10 «Обогащение полезных ископаемых» Назимко Е.И.
- 11 Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, 2 изд., М., 1983. – 3 с.
- 12 Технологический регламент ОФ ТОО “Kazminerals Aktogay”.
- 13 Сгущение: процесс и оборудование. <https://zolotodb.ru/article/11829>
- 14 Қадырсызов Д.С. Барменшинова М.Б. Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов // Труды "Сатпаевские чтения - 2021" – Алматы: КазНИТУ имени К.И. Сатпаева – Том1.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертационную работу
Кадырсызова Дәурена
на тему: “ Исследование сгущаемости медного концентрата с
применением новых флокулянтов”
ОП 7М07223 Metallургия и обогащение полезных ископаемых
(ГОП М118 Обогащение полезных ископаемых)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ:

Поиск методов интенсификации процессов обезвоживания ультратонких пульп при переработке руд и концентратов на обогатительных фабриках является актуальной задачей. Стоимость передела обезвоживания на некоторых предприятиях горно-металлургической отрасли достигает примерно 30% от общей стоимости переработки, что влияет на себестоимость получаемых концентратов. Поэтому магистерская работа Кадырсызова Дәурена выполнена на актуальную тему и имеет большую практическую значимость.

В диссертационной работе выполнен анализ современного состояния теории и практики процесса сгущения медного концентрата, описаны факторы, влияющие на процесс сгущения; приведена краткая характеристика флокулянтов, применяемых при сгущении медного концентрата; проведены исследования по применению новых флокулянтов в процессе сгущения медного концентрата в лабораторных условиях; проведены испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении.

Был произведен предварительный экспресс-тест флокулянтов, разработанных специально для горнорудной отрасли, демонстрирующих наилучшее образование флокул при наименьшей дозировке. Также ввиду того, что флокулянт подается в сгуститель дробно, для максимального приближения условий тестирований к фактическим условиям флокулянт также подавался дробно партиями (по схеме $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$). Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Определены оптимальные расходы реагентов и параметры сгущения медного концентрата.

В связи с экономическими соображениями для сгущения медного концентрата рекомендуется использовать флокулянт Magnafloc 155 (BASF) с дозировкой 6 – 12 г/т, так как он является дешевым по сравнению с остальными реагентами. Наиболее высокая скорость осаждения получена при плотности 28 % и расходе флокулянта – 12 г/т. При увеличении плотности в питании флотации и снижении расхода флокулянта скорость осаждения снижается. При снижении крупности концентрата с 0,091 мм до 0,043 мм скорость осаждения значительно не изменилась, но чистота нижнего слива ухудшалась.

Приводимые в магистерской диссертации исследования базируются на большом экспериментальном и теоретическом материале и являются обоснованными и достоверными.

Замечания к работе:

Проделан большой объём магистерской диссертации. Замечания не имеются.

Оценка работы:

В целом, работа соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям и заслуживает оценки 95 % (отлично), а Қадырсызов Дәурен заслуживает присуждения степени магистра технических наук по ОП 7М07223 Металлургия и обогащение полезных ископаемых (ГОП М118 Обогащение полезных ископаемых).

Рецензент:

**Старший научный сотрудник
Института органического катализа и
электрохимии им. Д.В.Сокольского,
канд.техн.наук**



А.С. Шарипова



ОТЗЫВ
научного руководителя на диссертационную работу
магистранта Қадырсызова Дәурена
на тему: «Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов»

При выполнении работы магистрантом использовались современные методики исследования сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов.

Научная новизна результатов исследований заключалась в установлении оптимальных параметров сгущения медного концентрата и возможности снижения потерь медных минералов со сливами сгущения. При этом в лабораторных условиях было осуществлено тестирование новых флокулянтов на пробе медного концентрата из текущей руды. Наиболее эффективные результаты по параметрам прозрачности сливов, скорости осаждения, уплотнения продукта в процессе сгущения флотоконцентрата показал флокулянт Magnafloc 155 (BASF).

Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи: исследовать свойства новых флокулянтов; приготовить растворы флокулянтов в лаборатории; провести лабораторные испытания по применению флокулянтов в процессе сгущения медного концентрата; провести лабораторные испытания по определению влияния плотности пульпы на скорость осаждения медного концентрата при сгущении.

Вопросы, поставленные в магистерской диссертации, решены с необходимой полнотой и на достаточно высоком научном уровне, что позволяет считать данную работу законченной. Основные результаты работы опубликованы в Материалах международных Сатпаевских чтений 2021 г.

На основании вышесказанного можно отметить, что по совокупности признаков диссертация магистранта Қадырсызова Дәурена соответствует предъявляемым требованиям, а автор заслуживает присуждения ему ученой степени магистра по ОП 7М07223 – «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» (ГОП М118 Обогащение полезных ископаемых).

Научный руководитель,
канд.техн.наук



М.Б. Барменшинова

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Қадырсызов Д.С. Барменшинова М.Б. Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов // Труды "Сатпаевские чтения - 2021" – Алматы: КазННТУ имени К.И. Сатпаева – Том1. - С.933-936.

"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2021"

СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ

ЕҢБЕКТЕРІ

I Том

ТРУДЫ

САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ

"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021"

Том I

PROCEEDINGS

SATPAYEV'S READINGS

"SATPAYEV READINGS - 2021"

I volume

Алматы 2021 Almaty

УДК
ББК

Сыздыков А.Х.

Рысбеков К.Б.

Бекботаева А.А.

Елемесов К.К.

Сейлова Н.А.

Туйебахова З.К.

Омарбеков Б.О.

Куспангалиев Б.У.

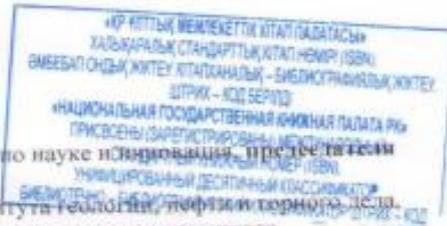
Субалова М.А.

Саренова А.С.

Узбаева Б.Ж.

Баудагулова Г.Т.

- И.о. Проректор по науке и инновациям, **председатель оргкомитета**
- Директор Института геологии, геофизики и горного дела, **заместитель председателя оргкомитета**
- Заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», **ответственный исполнитель**
- Директор Института металлургии и промышленной инженерии
- Директор Института кибернетики и информационных технологий
- Директор Института химических и биологических технологий
- Директор Института промышленной автоматизации и цифровизации
- Директор Института архитектуры и строительства
- Директор Института управления проектами
- Директор Института базового образования
- Директор Научной библиотеки
- Специалист минералогического музея кафедры ГСПиРМПИ, **ответственный секретарь конференции**



Сдт

«Сатпаевские чтения -2021»: сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтения.

Алматы: КазНУТУ имени Сатпаева, 2021.

ISBN 978-601-323-246-1

ISBN 978-601-323-247-8

Конференция посвящена празднованию 30-летия независимости Казахстана, обобщению опыта развития горно-геологической, металлургической, химической отраслей, машиностроения, строительства, коммуникаций, а также развитию творческого и интеллектуального потенциала обучающихся и молодых ученых университета. Конференция будет способствовать подготовке нового поколения лидеров, способных решать глобальные задачи устойчивого развития, узнаваемости университета и популяризации научных исследований.

ISBN

УДК
ББК

ISBN 978-601-323-246-1

ISBN 978-601-323-247-8

© Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

разделения гравитационных концентратов железомарганцевой руды месторождения «Керегетас» с использованием процесса магнитной сепарации	
Гущин В.В. Исследование возможности интенсификации процесса сорбционного извлечения соединений урана	922
Ильясов А.Е., Байқоңырова Ө.Ө., Сурымбаев Б.Н. Алтынды агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер	925
Исламов К.Б., Баимбетов Б.С. Электродиализ вольфрамата натрия	929
Қадырсызов Д.С. Барменшинова М.Б. Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов	933
Қали А.Ө., Бошқашева Л.Т., Ақубаева Д.М., Айдарханов Д.А., Маратов С.К. Үлкен Қаратаудың ванадийлі кварциттерін еңдеуге арналған белгілі әдістерді талдау	936
Камиев М., Серсенова М.С., Гусейнова Г.Д. Разработка и обоснование технологии переработки хромсодержащих шламовых отходов Донского Горно-Обогатительного Комбината	940
Карелин В.А., Ле Ш.Х., Карелина Н.В., Смороков А.А. Электролитический синтез титановых порошков во фторидных расплавах	944
Хумарбекулы Е., Алтымышбаева Ө.Ж., Гусейнова Г.Д. Исследование сорбции ионов тяжелых металлов сорбентами на основе модифицированных природных цеолитов из промышленных сточных вод	949
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Амантаев Д.Т. Усовершенствование технологии флотации медно-молибденовой руды	953
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Мажитов Н.М., Жакупова Ж.Ж. Влияние доизмельчения пульпы на селективное разделение полезных компонентов от пустой породы при переработке тонковкрапленных руд	956
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Бегжан А.Б. Исследование флотационного обогащения медно-золотосодержащей руды месторождения «Коктаскол»	960
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Зайнабидинов М.Д., Таймасова А.Н. Влияние пенообразователей при флотации Бозшакольской руды	964
Мырзабекова А.М., Рыспаева М.Б. Оценка общей энергии взаимодействия частиц минералов полимерными флокулянтами	967
Молдабаева Г.Ж., Сәулебекқызы Ш. Таймасова А.Н. Селек және теллур тиотүздарының түзілу кинетикасы	973
Мулик А., Коньратбекова С.С. Изучение сорбции и десорбции золота из иодидных продуктивных растворов	978
Мырзабекова К.Д., Мамбеталиева А.Р., Акказина Н.Т. Интенсификация технологических процессов переработки руд Актогайского месторождения	981
Нурдан М.Е., Муханова А.А. Особенности флотации бедной медно-молибденовой руды месторождения Актогай с применением композиционных реагентов	985
Нургальям Е.Н. Влияние ингибитора отложения солей на процессы выпелачивания и переработки при ПСВ урана	989
Омар Р.С., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю. Темірқұрамды кендердің гравитациялық байыту технологиясын зерттеу	993
Пернебеков Б.А. Исследования применения аммиачной воды в качестве реагента осадителя	997
Шаутинов М.Р., Акказина Н.Т., Ералиев А.А., Кошер Г.К. Вопросы золотонности углей и продуктов их сгорания	1001
Шаутинов М.Р., Акказина Н.Т., Кошер Г.К. Исследования по переработке золошлаковых отходов с получением железосодержащего продукта	1005
Шаутинов М.Р., Акказина Н.Т., Кожабай Б.Н. Исследования гранулометрического состава и характера распределения редкоземельных элементов в редкоземельной руде Кундыбайского месторождения	1009
Смайлов Р.Е., Айдымбеков А.Б., Ахмет Ө.М. Интенсификация процесса сорбции путем изменения технологической схемы обвязки трейнов	1012
Смороков А.А. Фторапмонийное обогащение высококремнистого титанового сырья	1016
Таубашев С.Р. Барменшинова М.Б. Исследование влияния новых реагентов вспенивателей на обогатимость медно-молибденовой руды	1018
Темірғали І.А., Байғенженов Ө.С., Серсенова М.С. Асбест ендірісі қалдықтарынан никель ендіру	1023
Темірхан С.Ф., Чепуштанова Т.А. Технологические исследования пирротинизирующего обжига окисленной свинцово-цинковой руды и промпродукта обогащения ТОО «КАЗЦИНК»	1027
Тойлыбеков С., Мамырбаева К.К. Мыстың негізгі сульфидті минералы – халькопиритті термиялық еңдеуге термодинамикалық талдау	1031
Тулелбергенов А.К., Мамырбаева К.К. Исследование процесса выпелачивания меди из бедных концентратов	1036

Электродиализ экономикалық, сондай-ақ экологиялық тұрғыдан перспективалы және қазіргі заманғы тиімділігі жоғары өңдеу әдісі болып табылады.

Түйінді сөздер: электродиализ, анод, катод, мембрана, анолит, католит.

K.B. Islamov, B.S. Baimbetov

Electrodialysis of sodium tungstate

Summary: In this paper, we consider the possibility of using one of the membrane methods-electrodialysis in tungsten production for processing both highly concentrated and weak tungsten solutions. Electrodialysis is a promising and modern highly effective method of processing both from an economic and environmental point of view.

Key words: electrodialysis, anode, cathode, membrane, anolyte, catholyte.

УДК 622.7

Қадырсызов Д.С., Барменшинова М.Б.

*Научный руководитель: Барменшинова М.Б. зав.кафедрой «МиОПИ», к.т.н
НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева», г. Алматы, Казахстан
bmadinab@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ СГУЩАЕМОСТИ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ

Аннотация. Были проведены исследования флокулянтов, разработанных специально для горнорудной отрасли, демонстрирующих наилучшее образование флокул при наименьшей дозировке. Также ввиду того, что флокулянт подается в сгуститель дробно, для максимального приближения условий тестирования к фактическим условиям флокулянт подавался дробно партиями (по схеме $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$). Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Были выбраны образцы флокулянтов PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366. Определен оптимальный расход применяемых реагентов. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт AN 1780 с коагулянтом PAL 1819.

Ключевые слова: молибден, сгущение, концентрат, флокулянт, медь, коагулянт, пульпа.

Известно, что сгущение применяют для обезвоживания продуктов при обогащении руд. В результате сгущения получают осветлённую воду (чистый или замутнённый слив) и сгущённый (плотный) продукт. Применение флокулянтов позволяет повысить эффективность процессов разделения твердой и жидкой фаз в процессе сгущения [1].

Исследования проводились на медно-молибденовой руде. Объединенный концентрат сульфидной флотации поступает в коллективный сгуститель (молибденовый), сгущенный продукт поступает на молибденовую флотацию либо поступает на медный сгуститель по гибкой схеме минуя молибденовую флотацию, слив сгустителя используется в качестве оборотной воды и поступает в голову III перемешки сульфидной флотации. Слив медного сгустителя используется в качестве оборотной воды и поступает в голову основной сульфидной флотации, сгущенный продукт поступает в накопительные чаны участка фильтрации медного концентрата. Схема участка сгущения медного концентрата представлена на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 - Схема участка сгущения медного концентрата

Система авторазбавления позволяет значительно снизить расход флокулянта при отсутствии подпитки «свежей» воды в стакан сгустителя. Ввиду конструкции сгустителя пробу пульпы из стакана сгустителя отобрать невозможно и поэтому при проведении опытов принимается содержание пульпы от 15 до 20% твердого.

Очевидно, что чем выше содержание твердого, тем больше флокулянта нужно подавать в пульпу для обеспечения требуемых параметров процессов осаждения. Поэтому очень важно контролировать содержание твердого в пульпе хвостов флотации и при увеличении данного параметра выше проектного уровня увеличивать расход флокулянта.

Флокулянт поставляется в мешках массой. Применяется в виде раствора. Растворение производится по мере опустошения чана хранения флокулянта при помощи лебедки подается в бункер. С бункера шнековым питателем флокулянт далее воздуходувкой транспортируется в чан приготовления флокулянта оборудованный мешалкой. В чан заливается вода, включается мешалка и подается флокулянт. После загрузки флокулянта в чан доливается вода. Готовый раствор флокулянта насосом перекачивается в чан хранения флокулянта. Далее флокулянт насосами подается на медный сгуститель.

В настоящее время по данным технических специалистов существует проблема недостаточно эффективного сгущения медного концентрата, что приводит к несоответствиям в технологическом процессе, а именно изменение руды приводит к увеличению мутности верхнего слива сгустителя хвостов.

На основании вышеописанной проблемы была определена цель испытаний: подобрать флокулянт и коагулянт из линейки реагентов, предлагаемых компанией «Mining & Drilling Services LTD» - на пробе медного концентрата из текущей руды, которые покажут наиболее эффективные результаты по параметрам прозрачности сливов, скорости осаждения, уплотнения продукта до 64-66 % в процессе сгущения флотоконцентрата.

На данный момент на фабрике для сгущения применяется флокулянт марки «Магнофлок 355» для хвостов флотации и «Магнофлок 155» на медном концентрате.

Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Для этого в 99мл технической воды помещалось 0,05 г сухого флокулянта с добавлением 1 мл этилового спирта, далее с помощью магнитной мешалки раствор перемешивался в течение часа до полного растворения и созревания флокулянта. Эмульсионные формы готовились с объемной долей основного вещества 0,2 %. Для этого в 100 мл технической воды вводилось 0,2 мл раствора коагулянта и в течение 15-20 минут перемешивался на магнитной мешалке.

В результате поискового тестирования на пробах 200 мл, были выбраны лучшие образцы, отвечающие заданным целям сгущения твердого и осветления жидкой фазы. Методика тестирования использовалась стандартная: в стаканы (объем 250 мл) наливали 200

мл пульпы сгущения и на поверхность дозировали шприцем рассчитанное количество флокулянта. Перемешивали путем перелива 3-4 раза. Визуально определяли основные параметры – скорость осаждения, устойчивость флокул, чистота слива, высота постели.

Все тесты проводились в сравнении с ныне используемым флокулянтом «Магнофлок 155». Опыты были проведены с различной дозировкой реагентов, в заключение были подобраны флокулянты, базируясь на оптимальный дальнейший расход – 25-27 гр/тонна тв. по сухому.

Содержание твердого в пульпе медного – 7, 21 %, pH – 9,43, 9,5. Концентрация флокулянта – 0,05 %, коагулянта – 0,06 %, расход флокулянта – 20, 25, 27 г/т.

Далее были проведены опыты на цилиндрах 500 мл., хорошую эффективность показали AN1780, RG 1366, LC 1727 скорость была лучшей, флокулы крупные, слив чистый, пенная взвесь исчезла. Коагулянт вводился в осветленный слой, перемешивался со стеклянной палочкой.

Содержание твердого, также измерялось в каждом цилиндре индивидуально, и в каждом из них процентные содержания твердого были различны. Расход флокулянта и коагулянта рассчитывался, исходя от содержания твердого на каждый цилиндр, чтобы результат дозировки соответствовал расходу флокулянта 20 гр. на тонну по сухому, коагулянта 13-14 г/т. Результаты сравнительных тестов представлены на рисунке 2 и в таблице 1.

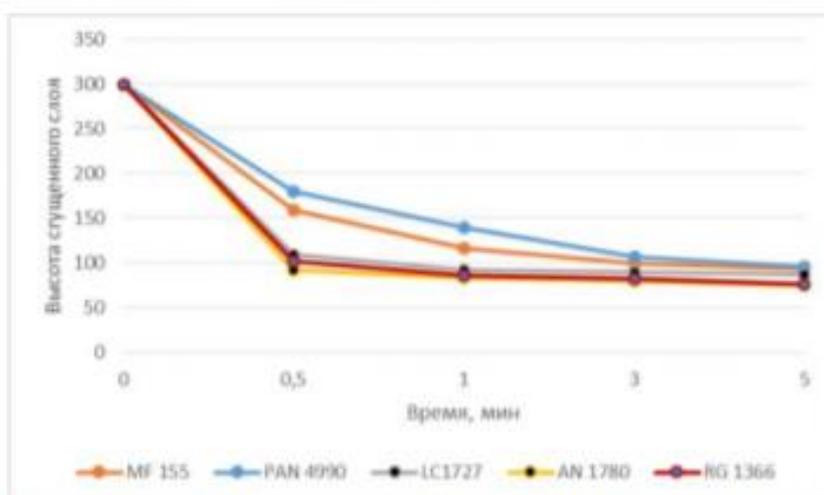


Рисунок 2 - Результаты сравнительных тестов концентратов при расходе флокулянта 20 г/т

Таблица 1 – Результаты скорости осаждения исследуемых флокулянтов по сгущению концентрата (расход 20 г/т, концентрация 0,05 %, время 5 мин.)

Наименование флокулянта	Расход (г/т)	Высота сгущенного слоя	Высота осветленного слоя	Скорость осаждения, м/ч	Значение pH
MF 155	25	94	206	2,47	9,5
PAN 4990	25	96	204	2,44	9,5
LC 1727	25	88	212	2,54	9,5
AN 1780	25	75	225	2,7	9,5
RG 1366	25	77	223	2,67	9,5

Из анализа таблицы 1 следует, что самый хороший результат и чистый слив показали флокулянты AN 1780, RG 1366.

Результаты исследований флокулянтов по сгущению концентрата в зависимости от времени представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты тестов по сгущению концентрата по времени, в мм

Время	MF 155	PAN 4990	LC 1727	AN 1780	RG 1366	pH
30 сек	140	120	190	208	198	pH -9,5

60 сек	183	160	207	216	213	pH -9,5
180 сек	200	193	210	220	217	pH -9,5
300 сек	206	204	212	215	223	pH -9,5

Из анализа таблицы 2 следует, что наилучший результат показал флокулянт AN 1780, так как скорость была лучшей, флокулы крупные, слив был чистый.

Определены оптимальные расходы реагентов и параметры сгущения медного концентрата. По результатам опытов убедились, что коагулянт положительно влияет на чистоту осветленного слоя при сгущении медного концентрата. Отмечено, что после добавления коагулянта скорость осаждения резко улучшается, пенная взвесь почти полностью исчезла сверху. Важно - что некоторые флокулянты перестали работать при добавлении коагулянта, он дал обратный эффект. Была рекомендована схема подачи коагулянта на сгуститель. Рекомендовано установить расход коагулянта в диапазоне 13 - 14 г/т. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт AN 1780 с коагулянтом PAL 1819.

Литература

1. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, 2 изд., М., 1983. – С.84.
2. Технологический регламент на технологию переработки сульфидных руд месторождения Актогай, КазМинералз Актогай. Алматы, 2016. – 44 с.

Қадырсызов Д.С., Барменшинова М.Б.

Жаңа флокулянттарды қолдана отырып, мыс концентратының қойылыстылығын зерттеу

Түйіндемe. Тау-кен саласы үшін арнайы әзірленген, ең аз мөлшерде флокулалардың ең жақсы қалыптасуын көрсететін флокулянттардың алдын-ала экспресс-тесті жасалды. Сондай-ақ, флокулянт қойылдырғышқа бөлшектеп берілетіндіктен, тестілеу жағдайларын нақты жағдайларға барынша жақындату үшін флокулянт бөлшектеп партиялармен (½+½схемасы бойынша) берілді. Флокулянттар 0,05% концентрациясы бар техникалық суда дайындалды. Шыныаяқтардағы алдын-ала тестілеу нәтижесінде Pan 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366 флокулянттарының үлгілері таңдалды. Қолданылатын реагенттердің оңтайлы шығыны анықталды. Жылдамдық пен қоюландырылған қабаттың нәтижелері бойынша, сондай-ақ суспензияның тұнуына pal 1819 коагулянтты бар an 1780 флокулянтты ең жақсы нәтиже көрсетті.

Ключевые слова: молибден, қоюландыру, концентрат, флокулянт, мыс, коагулянт, пульпа.

Kadysyzov D.S., Barmenshinova M.B.

Study of the thickening of copper concentrate with the use of new flocculants

A preliminary rapid test of flocculants was carried out, developed specifically for the mining industry, demonstrating the best flocculation at the lowest dosage. Also, in view of the fact that the flocculant is fed into the thickener fractionally, for the maximum approximation of the testing conditions to the actual conditions, the flocculant was also fed fractionally in batches (according to the ½ + ½ scheme). Flocculants were prepared in industrial water with a concentration of 0.05%. As a result of preliminary testing on cups, samples of flocculants PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366 were selected. The optimal consumption of the reagents used was determined. Flocculant AN 1780 with coagulant PAL 1819 showed the best results in terms of speed, thickened layer, and suspension sedimentation.

Keywords: molybdenum, thickening, concentrate, flocculant, copper, coagulant, pulp.

ӘОК 669.292.3/-001.891.32

Қали А.Ә., Бошқаева Л.Т., Акубаева Д.М., Айдарханов Д.А., Маратов С.К.

*Satbayev University, Металлургия және Өнеркәсіптік инженерия институты, Қазақстан,
Алматы қ. ainurkali99@mail.ru*

ҮЛКЕН ҚАРАТАУДЫҢ ВАНАДИЙЛІ КВАРЦИТТЕРІН ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН БЕЛГІЛІ ӘДІСТЕРДІ ТАЛДАУ

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: Кадырсызов Даурен Сакенулы

Название: Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов

Координатор: Мадина Барменшинова

Коэффициент подобия 1: 0.5

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 7

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:

..... *Признаки плагиата отсутствуют. Допуск к защите*

..... *10-06-2021*

Дата

..... *Барменшинова М.Б.*

Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Кадырсызов Даурен Сакенулы

Название: Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов

Координатор: Мадина Барменшинова

Коэффициент подобия 1:0.5

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:7

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:

Работа выполнена добросовестно и не обладает признаками плагиата.

Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Магистерская диссертация, Исследование сульфидности медного
концентрата с применением новых флокулянтов
Допуск к защите

10-06-2021

Дата

з.в. каф. МиОГи
Барменшинов М.Б. 
Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения