



Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего образования
«Технический университет УГМК»

**ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО
ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО
МОДУЛЮ 6 ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОЦЕССОВ
ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ**

Направление подготовки	<u>22.04.02 <i>Металлургия</i></u>
Направленность (профиль)	<u><i>Обогащение и подготовка сырья к металлургической переработке</i></u>
Уровень высшего образования	<u><i>магистратура</i></u> <i>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</i>
Квалификация выпускника	<u><i>магистр</i></u>

Автор-разработчик: Игнаткина В.А. д-р. техн. наук, доцент,
Рассмотрено на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых.
Одобрено Методическим советом университета 18 октября 2021 г., протокол № 6

Контрольные работы по теме модуля: «Теория и технология флотации»

Лабораторной работы №1 Влияние рН жидкой фазы на флотирруемость сульфидов* (Сорокин М.М.)

Цели работы

- 1) Установить зависимость флотирруемости сульфидных минералов от концентрации гидроксил-ионов в жидкой фазе пульпы.
- 2) Определить разницу во флотационном поведении сульфидных минералов.
- 3) Освоить методику проведения испытаний флотационных свойств минералов, реагентов.
- 4) Научиться анализировать результаты экспериментов, выявлять взаимосвязь флотационного поведения мономинерала и рудного объекта.

Теоретическое введение

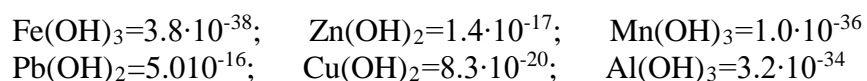
Для создания наиболее благоприятных условий взаимодействия флотационных реагентов с минералами, в том числе и собирателей, поддерживается оптимальное значение рН жидкой фазы пульпы с помощью реагентов регуляторов; значение рН может меняться в диапазоне от 2 до 12 в зависимости от природы флотирруемого минерала.

Вещества, регулирующие ионный состав пульпы и влияющие на форму нахождения собирателя и других реагентов, называются регуляторами среды. К реагентам - регуляторам относятся щелочи: NaOH, Ca(OH)₂, кислоты - серная H₂SO₄, соляная HCl, реже другие кислоты, а также соли - ZnSO₄, Na₂S, KCN. Известно, что ионное произведение воды при данной температуре есть величина постоянная: $K_w(\text{H}_2\text{O}) = [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] = \text{const} = 1 \cdot 10^{-14}$ при 20 °С. Поэтому, вводя в пульпу щелочь или кислоту, мы повышаем концентрацию или ионов гидроксида, или ионов водорода.

Величина рН пульпы влияет на флотирруемость минералов через ряд факторов: состояние минеральной поверхности, величину и знак ее заряда и, следовательно, толщину гидратного слоя у поверхности, состояние собирателя в жидкой фазе (молекулярная или ионная форма), содержание поливалентных катионов в пульпе. Следовательно, изменяя щелочность пульпы можно регулировать состояние минеральной поверхности и реагентов в жидкой фазе и концентрацию ионов тяжелых металлов в пульпе.

Природная вода, используемая во флотационном процессе, содержит значительное количество ионов щелочноземельных металлов, а при контакте воды с рудой в ней неизбежно появляются ионы, входящие в состав минералов. Так, при флотации сульфидных руд тяжелых металлов в пульпе появляются катионы тяжелых металлов и продукты окисления сульфид-ионов.

Ионы поливалентных металлов дают с ионом OH⁻ труднорастворимые осадки. Произведение растворимости ряда гидроксидов, наиболее часто присутствующих в пульпе при флотации сульфидных минералов:



В определенных условиях некоторые ионы тяжелых металлов будут связывать анион ксантогената (в соответствии с ПР) и тем самым повышать непроизводительный расход ксантогената. Поэтому концентрацию неизбежных ионов обычно снижают, связывая их в труднорастворимые соединения путем подачи Na₂CO₃, Na₂S и Ca(OH)₂, вводимых непосредственно в мельницу или слив классификатора.

Наличие этих ионов и продуктов их гидролиза искажает истинную флотирруемость разделяемых минералов за счет адсорбции ионов, а также адгезии продуктов гидролиза и шламов на поверхности частиц руды.

Флотацию сульфидных руд ведут, как правило, в щелочной среде; такая же среда предпочтительна при флотации и с экономической точки зрения.

Приведенные значения произведений растворимости показывают, что в щелочной среде будут легко гидролизироваться катионы Me^{3+} и Me^{2+} . Поэтому в щелочной среде депрессируются сульфидные минералы железа (пирит, пирротин, арсенопирит, пентландит, а при флотации оксигидрильным собирателем - гематит, магнетит, лимонит). При $pH > 9$ ухудшается флотация галенита, а при $pH > 10$ и молибденита. При высоких значениях pH (выше 12) наблюдается депрессия всех минералов, так как высокая концентрация ионов гидроксила не позволяет собирателю взаимодействовать с катионами минеральной поверхности. При наличии собирателя на поверхности ионы OH^- вытесняют ксантогенатный ион с минеральной поверхности; при отделении сульфидов меди и никеля от сульфидов железа (пирита и пирротина), активированного сфалерита от сульфидов железа, сульфидов меди от пентландита, молибденита от сульфидов меди применяют депрессию известью ($Ca(OH)_2$).

В табл. 1 приведены данные, показывающие влияние pH на величину минимально необходимой концентрации ионов этилового ксантогената при флотации сульфидов свинца, меди и железа.

Таблица 1 - Влияние рН на значение минимально необходимой концентрации ионов этилового ксантогената

Минерал	Значение минимально необходимой концентрации при различном рН пульпы, мг/л					
	рН=7	рН=8	рН=9	рН=10	рН=11	рН=12
1. Галенит	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$4,5 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$9,5 \cdot 10^{-5}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
2. Пирит	$6,8 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$9,3 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
3. Марказит	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$6,9 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$
4. Пирротин	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$
5. Халькопирит	$1,7 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$
6. Борнит	$6,6 \cdot 10^{-9}$	$4,3 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$7,4 \cdot 10^{-5}$
7. Ковелин	$2,8 \cdot 10^{-11}$	$6,0 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	$5,9 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
8. Халькозин	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$2,7 \cdot 10^{-10}$	$4,8 \cdot 10^{-9}$	$8,5 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$

Анализируя данные этой таблицы можно отметить, что для всех сульфидных минералов необходимая концентрация собирателя возрастает с увеличением щелочности пульпы от рН=7 до рН=12. Разница в росте потребной концентрации ксантогената для разных минералов различная: для галенита она возрастает в 10^3 раз, для пирита – в 10^4 раз, а для халькозина – в 10^6 раз по сравнению с исходной. Следовательно, можно определить рН пульпы, при котором будут активно флотироваться одни минералы и слабо флотироваться другие. В реальных условиях флотации руд эта разница во флотированности при определенной концентрации ксантогената в пульпе и при определенной щелочности будет меньше, поэтому становится еще более важным тщательный контроль за дозированием ксантогената. Различная концентрация ксантогената в пульпе при одной и той же щелочности, необходимой для полной флотации или полной депрессии минерала, объясняется различными соединениями, которые образуются на поверхности минералов. Регулировка рН пульпы является одним из основных средств повышения эффективности флотационного разделения руд.

Исследованиями установлено, что при флотации сульфидов тяжелых металлов ксантогенатами и другими собирателями, содержащими в функциональной группе сульфидную среду, имеется критическое значение рН, определяющее границу флотированности данного минерала. Произойдет закрепление собирателя на минеральной поверхности или нет, зависит от соотношения в пульпе концентрации ионов водорода и ионов собирателя. Минимально необходимая концентрация собирателя для полной флотации данного минерала зависит от значения рН пульпы и природы минерала. В первом приближении необходимую концентрацию собирателя и гидроксила можно связать через уравнения:

$$[Me^{2+}][OH^-]^2 = PP_1 \text{ и } [Me^{2+}][X^-]^2 = PP_2 \quad (1)$$

При допущении, что концентрация активных мест на минеральной поверхности величина постоянная, т.е. $[Me^{2+}] = const$, получим:

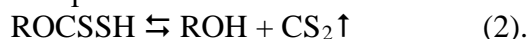
$$[Me^{2+}] = \frac{PP_1}{[OH^-]^2} = \frac{PP_2}{[X^-]^2} \quad \text{и} \quad [X^-] = \sqrt{\frac{PP_2}{PP_1}} \cdot [OH^-].$$

Отсюда следует, что $[X^-] = k \cdot [OH^-]$.

При сохранении концентрации собирателя $[X^-]$ и увеличении концентрации гидроксил-иона химическое равновесие сдвигается в пользу образования $Me(OH)_2$.

Влияние рН пульпы на концентрацию ионной и молекулярной формы собирателя в пульпе:

В пульпе ксантогенат подвергается диссоциации. В кислой среде происходит гидролиз X^- с образованием ксантогеновой кислоты, нестойкой и разлагающейся на сероуглерод и спирт:



Эти соединения не гидрофобизируют поверхность минералов. Поэтому ксантогенат целесообразно использовать в щелочной или слабокислой среде при $\text{pH} \geq 4,5$ (см. рис. 1).

Таким образом, нахождение собирателя в молекулярной или ионной форме в пульпе сказывается на форме сорбции на минеральной поверхности и, следовательно, влияет на флотуруемость минерала.

Влияние pH на устойчивость гидратных слоев:

Ионы H^+ и OH^- , адсорбируясь на минерале, влияют на устойчивость гидратных слоев и, следовательно, на гидратированность поверхности. Изменяя концентрацию водородных ионов в пульпе, можно изменять заряд поверхности минерала и тем самым влиять на закрепление ионов собирателя в диффузном слое или непосредственно на поверхности.

В случае применения во флотационном процессе щелочи $\text{Ca}(\text{OH})_2$, депрессирующее действие усиливается за счет налипания на минеральной поверхности соединений Ca^{2+} , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и CaSO_4 . Растворимость $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при 20°C составляет всего $0,165 \text{ г/100 см}^3$, $1,65 \text{ г/л}$ или $1,65 \text{ кг/м}^3$.

Зная pH пульпы легко определить концентрацию катионов Ca^{2+} и CaOH^+ , т.к. они связаны с концентрацией OH^- через ПР: $\text{ПР}_{\text{Ca}^{2+}, 2\text{OH}^-} = 5,5 \cdot 10^{-6}$ и $\text{ПР}_{\text{CaOH}^+, \text{OH}^-} = 1,4 \cdot 10^{-4}$.

Значение $[\text{OH}^-] = \sqrt{1,4 \cdot 10^{-4}}$ и $[\text{OH}^-] = \sqrt[3]{\frac{5,5 \cdot 10^{-6}}{4}}$.

При концентрации CaO в жидкой фазе больше $1,65 \text{ г/л}$, нерастворимая $\text{Ca}(\text{OH})_2$ находится во флотационной пульпе в тонкодисперсном состоянии. Эти осадки активно закрепляются на гидрофильной поверхности минералов за счет сил адгезии.

Описание установка

Опыты проводятся на механической флотомашине, объем камеры 50 мл .

Порядок проведения лабораторной работы

Общие замечания:

Каждая бригада студентов получает у преподавателя задание на работу:

1. минерал, флотуруемость которого необходимо исследовать;
2. диапазон щелочности пульпы, при котором исследуется флотуруемость минерала;
3. концентрацию собирателя и пенообразователя.

Флотацию исследуемого минерала проводят во флотационной машине “Механобр” с емкостью камеры $75 \div 100 \text{ мл}$.

Опыты проводят от меньшего значения pH пульпы к большему.

Каждый опыт ставится в последовательности:



Рекомендуемый режим

1. Перемешивание с водой разной рН (5 мин).
2. Перемешивание с собирателем (бутиловый ксантогенат 0,1% 3 мл, 1 мин).
3. Перемешивание с пенообразователем (Т-80 2 мл (0,1%), 1 мин).
4. В конце опыта измеряется значение рН.
5. Концентраты высушиваются и взвешиваются.

Техника безопасности

1. При работе флотомашины запрещается снимать ограждение привода импеллера.
2. При обрыве клиноременной передачи привода импеллера – необходимо выключить двигатель, а затем производить сшивку ремня.
3. При включенном электродвигателе запрещается изменять число оборотов импеллера.
4. Работая с раствором кислот и щелочей необходимо помнить: они не должны попадать на кожу, при попадании слабых растворов на руки необходимо руки обмыть водой под водопроводным краном.
5. Необходимое количество реагентов определяется либо мерным цилиндром, либо пипеткой, на конец которой надета груша. Категорически запрещается отбирать необходимое количество реагентов пипеткой через рот.
6. В помещении лаборатории запрещается курить, принимать пищу.
7. По окончании работы необходимо вымыть руки.

Оформление отчета

1. Результаты опытов представить в виде таблицы и графика.
2. Привести химическую и кристаллохимическую характеристику исследуемого минерала.
3. Дать эскиз флотомашины с описанием ее работы.

Таблица 2 – Баланс минералов

№ оп.	Наименование продукта	Выход %	Значение рН		Наименование и концентрация реагентов, мг/л	
			Исходн.	Конечн.	собирателя	пенообразователя
	Пенный продукт					

	Камерный продукт					
	Исх. материал					

В таблице 2 указывается столько опытов, сколько значений рН пульпы было исследовано.

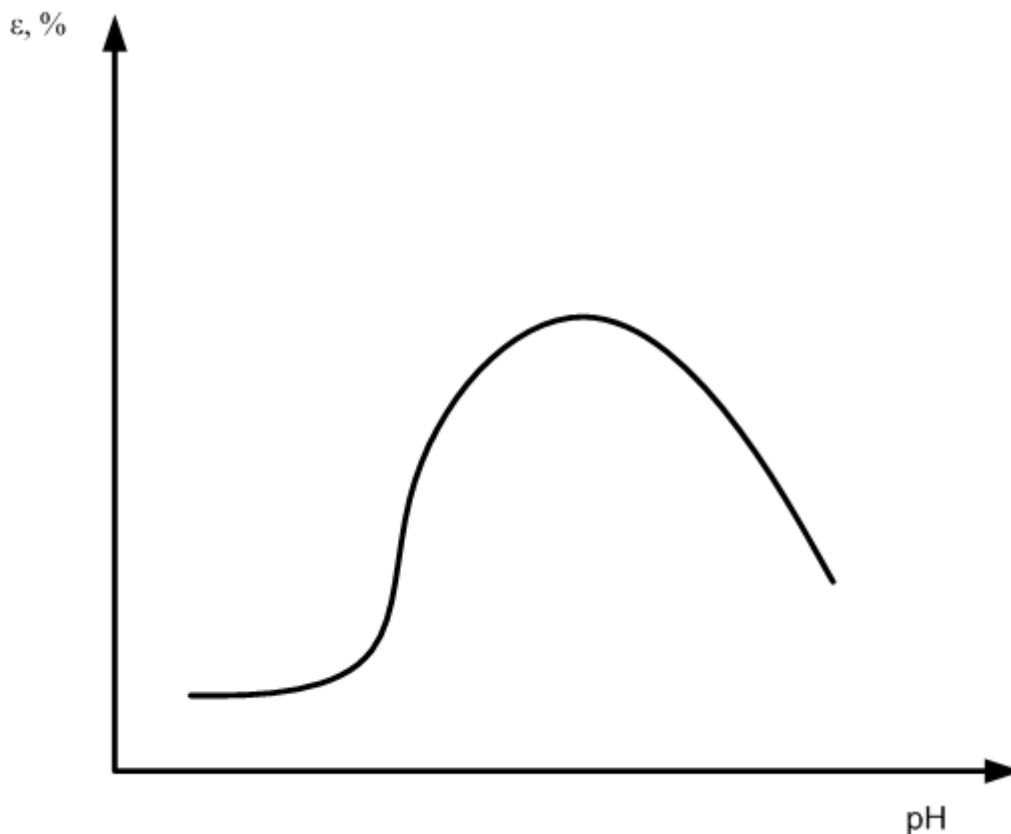


Рис. 1 Зависимость извлечения минерала от значения рН пульпы.

На графике должны быть нанесены все кривые, которые получила подгруппа студентов, флотировав разные минералы или один минерал при различной концентрации собирателя в пульпе.

По полученным результатам дать обсуждение и сделать выводы, отметив оптимальное значение рН пульпы, критическое значение щелочности пульпы для исследуемых минералов. Объяснить полученную зависимость флотирiuемости минерала от щелочности пульпы.

Написать отчет по результатам исследований.

Контрольные вопросы

1. Перечислите возможные воздействия ионов OH^- на поверхность минералов и ионный состав пульпы.
2. Как образуются неизбежные ионы?
3. Каков порядок адсорбции сульфгидрильных собирателей поверхностью основных сульфидных минералов?
4. Напишите выражения из закона действующих масс для вычисления ионных и молекулярных форм реагента в зависимости от рН.
5. Как зависят величина и форма сорбции сульфгидрильных собирателей на сульфидных минералах от значения рН?

б. Какие причины влияют на изменение извлечения сульфидного минерала в кислой и щелочной средах рН?

Лабораторной работы №2 **Прямая селективная флотация медно-цинковой руды**

Цели работы

- 1) Изучить влияние ряда технологических параметров на результаты прямой селективной флотации медно-цинковой руды
- 2) Освоить методику проведения испытания флотационных свойств минералов, реагентов и руд.
- 3) Выполнить анализ результатов экспериментов, выявить зависимости флотуемости ценных минералов. Сопоставить с эмпирическими знаниями (если профессиональная деятельность совпадает с задачами л/р).
- 4) Защитить выявленные зависимости и закономерности (по возможности).

Теоретическое введение

Флотация является основным процессом обогащения тонковкрапленных руд цветных металлов.

Различные минеральные формы требуют разные реагентные режимы и схемы флотации. Близость флотационных свойств многих минералов, которые необходимо разделить, с выделением в разные концентраты или продукты, создает значительные трудности в выборе режима флотации. Также не сложно отделить халькопирит от сфалерита, но значительно труднее отделить сульфиды меди от сфалерита, если в них значительная часть меди представлена наряду с халькопиритом, халькозином или ковеллином.

Эффективность любого разделительного процесса в обогащении зависит от селективного раскрытия минералов, предварительного разупрочнения границ срастания рудных и породных минералов, что определяется физико-механическими свойствами основных и сопутствующих минералов. Выбор схем дробления и измельчения определяется физико-механическими свойствами руды: крепостью, трещиноватостью, содержанием готового по крупности продукта, влажностью, наличием шламов и глинистого материала.

Для руд, не склонных к ошламованию, с крупной и неравномерной вкрапленностью, применяют одностадиальные схемы измельчения в шаровых мельницах. При этом иногда дополнительно вводят контрольную классификацию, применяя между стадиями классификации, флотацию. Для руд с высокой влажностью и глинистостью и склонных к переизмельчению, для которых неприемлема схема с мелким дроблением 10-13 мм, применяют двухстадиальную схему измельчения в стержневой и шаровых мельницах с одним или двумя приемами классификации. Контрольная классификация стабилизирует крупность и плотность питания флотации. Двух- и трехстадиальные схемы измельчения уменьшают ошламование благодаря возможности включения в схему межцикловых операций гравитационного и флотационного выделения свободных и готовых по крупности зерен полезных минералов. Эти схемы могут быть с открытым, замкнутым (возможно частично) циклами в первой стадии измельчения. Открытый цикл в первой стадии измельчения в стержневых мельницах снижает ошламование минералов, позволяет повысить производительность шаровых мельниц. Схему с замкнутым циклом в первой стадии измельчения применяют, когда необходимо получить более тонкий измельченный продукт или если есть необходимость межциклового флотации.

Существуют 2 принципиальные технологические схемы флотации – прямая селективная и коллективно-селективная, все другие флотационные схемы являются комбинацией основных двух и зависят от вещественного состава руды. Целесообразность и преимущество той или иной схемы определяется массовой долей в руде меди, цинка и серы

и наличием оборудования. При переработке медных и медно-цинковых руд с невысоким содержанием серы преимуществом является схема коллективно-селективной флотации, несмотря на большой расход реагентов, очевидно, и оно заключается в получении пиритсодержащего продукта в виде хвостов селекции коллективного концентрата, и исключает необходимость применения пиритной флотации.

Однако при увеличении содержания в руде меди, цинка и серы выход коллективного концентрата возрастает до 60 % и более, в этом случае преимущества коллективно-селективной схемы снижаются.

Согласно практике флотации сульфидных руд, при массовой доле серы в руде более 25 % применение схемы прямой селективной флотации позволяет повысить извлечение меди по сравнению со схемой коллективно-селективной флотации на 3-6 %.

Независимо от схемы флотации извлечение меди при повышении ее массовой доли в руде от 1 до 3 % возрастает на 5-8 %, а при повышении в руде массовой доли серы с 10 до 44 % извлечение медных минералов снижается на 10-12 %.

Для повышения технологических показателей цинковой флотации требуется нагревание пульпы до 35-45 °С в высокощелочной известковой среде, при этом отмечается снижение массовой доли железа на 2-3 %, а массовая доля цинка в концентрате повышалась на 3-4 % при одновременном увеличении на 1-2 % извлечения цинка; значительно сокращается циркуляция пирита с промпродуктом вследствие повышения скорости его окисления и ухудшения флотиремости.

Описание установки

Измельчение проводится в лабораторной шаровой мельнице 62 МЛ.

Флотационные опыты проводятся в стандартных флотационных машинах с камерой объемом 0,5 дм³. Расход воздуха постоянный во всех опытах и равен 40 см³/дм³. скорость вращения импеллера составляет 2590 об/мин, а скорость вращения пеногона 15 об/мин.

Контроль pH пульпы осуществляется на приборе pH-121. При работе на pH – метре необходимо тщательно промывать электроды дистиллированной водой до и после замера pH пульпы.

Задания для серии опытов

1 задание. Исследование влияния расхода извести в измельчение на pH и на показатели флотации. 2,4,6 кг/т

Измельчение	Медный цикл	Цинковый цикл
CaO – 2 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин	pH замерить ZnSO ₄ – 0,8 кг/т – 3 мин Na ₂ S – 0,2 кг/т – 3 мин Ж.стекло – 100 г/т – 2 мин Бутиловый кх – 50 г/т – 1 мин Т-80 – 10 г/т – 1 мин Время флотации – 5 мин Контрольная – 20 г/т бутКх Т-80 5 г/т Время флотации – 3 мин Перечистная Время флотации – 3 мин	CuSO ₄ – 400 г/т – 3 мин CaO – до pH ≥ 11,0 – 2 мин Бутиловый кх – 60 г/т – 1 мин Т-80 – 10 г/т – 1 мин Время флотации – 5 мин Контрольная – 30 г/т бутКх Т-80 5 г/т Время флотации – 3 мин Перечистная Время флотации – 3 мин
CaO – 6 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин	-«-	-«-
CaO – 4 кг/т	-«-	-«-

ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин		
---	--	--

2 задание. Исследование влияния времени измельчения на показатели флотации.
10, 20, 35 мин

Измельчение	Медный цикл	Цинковый цикл
CaO – 4 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 10 мин	CaO – до pH 9-9,5 – 2 мин ZnSO ₄ – 0,8 кг/т – 3 мин Na ₂ S – 0,2 кг/ – 3 мин Ж.стекло – 100 г/т – 2 мин Бутиловый кх – 50 г/т – 1 мин Т-80 – 10 г/т – 1 мин Время флотации – 5 мин Контрольная – 20 г/т бутКх Т-80 5 г/т Время флотации – 3 мин Перечистная Время флотации – 3 мин	CuSO ₄ – 400 г/т – 3 мин CaO – до pH ≥ 11,0 – 2 мин Бутиловый кх – 60 г/т – 1 мин Т-80 – 10 г/т – 1 мин Время флотации – 5 мин Контрольная – 30 г/т бутКх Т-80 5 г/т Время флотации – 3 мин Перечистная Время флотации – 3 мин
CaO – 4 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 20 мин	-«-	-«-
CaO – 4 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин	-«-	-«-

3 задание. Исследование влияния вида сульфгидрильного собирателя на результаты флотации

бутКх, изобут ДТФ, ДЭДК

Измельчение	Медный цикл	Цинковый цикл
CaO – 4 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т Na ₂ S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин	CaO – до pH 9-9,5 – 2 мин ZnSO ₄ – 0,8 кг/т – 3 мин Na ₂ S – 0,2 кг/ – 3 мин Ж.стекло – 100 г/т – 2 мин Бутиловый кх – 50 г/т – 1 мин Т-80 – 10 г/т – 1 мин Время флотации – 5 мин Контрольная – 20 г/т бутКх Т-80 5 г/т Время флотации – 3 мин Перечистная Время флотации – 3 мин	CuSO ₄ – 400 г/т – 3 мин CaO – до pH ≥ 11,0 – 2 мин Бутиловый кх – 60 г/т – 1 мин Т-80 – 10 г/т – 1 мин Время флотации – 5 мин Контрольная – 30 г/т бутКх Т-80 5 г/т Время флотации – 3 мин Перечистная Время флотации – 3 мин
CaO – 4 кг/т ZnSO ₄ – 2,8 кг/т	Изобут ДТФ-«-	Изобут ДТФ-«-

Na_2S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин		
CaO – 4 кг/т ZnSO_4 – 2,8 кг/т Na_2S – 0,8 кг/т Время измельчения – 35 мин	ДЭДК -«-	ДЭДК -«-

Порядок проведение работы и указание по охране труда

На рисунке 1 приведена схема прямой селективной флотации медно-цинковой руды.

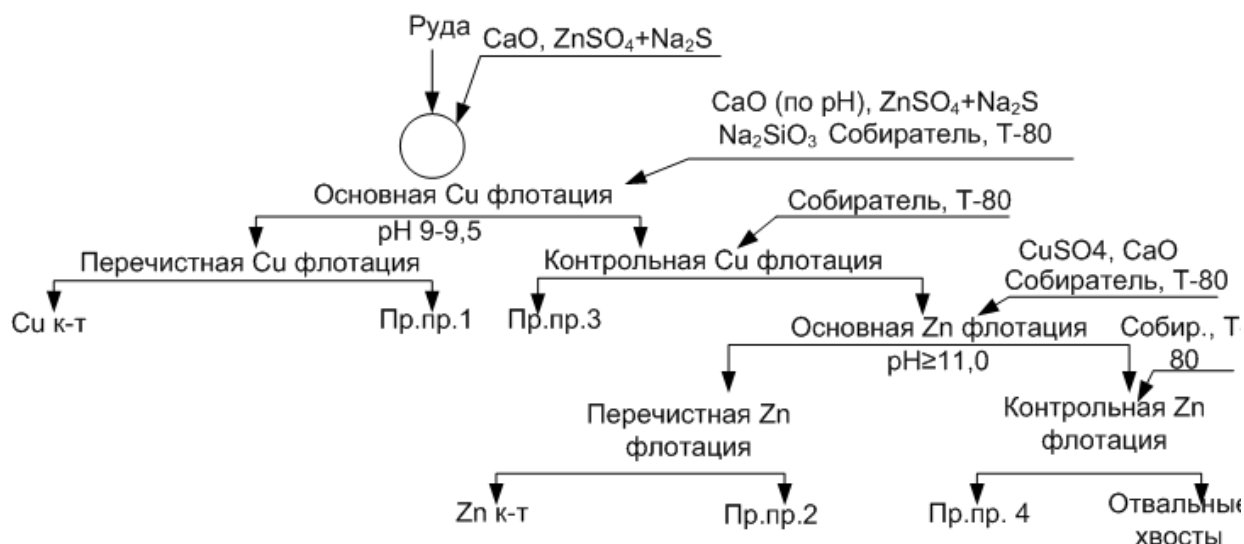


Рисунок 1 – Схема прямой селективной флотации в лабораторных условиях

Предварительно необходимо рассчитать расход реагентов на навеску руды, подаваемых в виде раствора по формуле, концентрация собирателей и пенообразователя 0,1 %, концентрация модификаторов: $ZnSO_4$ – 5 %; $CuSO_4$, Na_2SiO_3 , Na_2S - 2 % :

$$V = \frac{q \cdot Q}{10000 \cdot C} ,$$

где V – объем раствора реагента, $см^3$;

q – масса руды для опыта, г;

Q – расход реагента, г/т;

C – концентрация раствора реагента, %.

1. Навеску руды в количестве 200 г измельчают в шаровой мельнице при следующих условиях: Т : Ж : Ш составляет 1:0,5:6. В мельницу добавляют известь, цинковый купорос и сернистый натрий.
2. Пульпу переносят во флотационную камеру, запускают машину.
3. Вводят подаватели сфалерита (цинковый купорос и сернистый натрий в соотношении 4:1). Время перемешивания по 3 мин. Замеряют рН пульпы.
4. Добавляют подаватель пустой породы жидкое стекло – 100 г/т. Время перемешивание – 3 мин.
5. Вводят собиратель из расчета – 50 г/т. Время перемешивают 1 мин.
6. Вводят пенообразователь, время перемешивания 1 мин.
7. Открывают воздух, включают пеногон и проводят флотацию в течение заданного времени.
8. Останавливают пеногон. Выключают воздух. Вводят собиратель, пенообразователь и проводят контрольную флотацию в отдельный приемник.
9. Перечистную флотацию медного концентрата проводят в камере флотомашин меньшего типоразмера.
10. Вводят активатор флотации сфалерита медный купорос. Время перемешивания 3 мин. Вводят известь. Перемешивание 2 мин. Замеряют рН, значение которого должно быть более 11.
11. Вводят собиратель из расчета – 60 г/т. Время перемешивают 1 мин.
12. Вводят пенообразователь, время перемешивания 1 мин.
13. Открывают воздух, включают пеногон и проводят флотацию в течение заданного времени.
14. Останавливают пеногон. Выключают воздух. Вводят собиратель, пенообразователь и проводят контрольную флотацию в отдельный приемник.

15. Перечистную флотацию цинкового концентрата проводят в камере флотомашин меньшего типоразмера.
16. Продукты флотации и отвальные хвосты высушивают.
17. От продуктов флотации, полученных по схеме, методом квартования отбирают пробы для определения в них содержания ценного компонента химическим анализом. Рассчитывают баланс металла.

При выполнении работы необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Перед включением мельницы убедиться в том, что она плотно закрыта.
2. Без полной остановки мельницы не производить ее разгрузку.
3. Соблюдать правила предосторожности при работе с реагентами, отбирать реагенты только с помощью мерных цилиндров или пипеткой с грушей
4. Работать в спецхалатах.

Обработка результатов опытов

Рассчитанные технологические показатели оформить в виде таблицы баланса металла.

Таблица 1 - Баланс металла

Опыт	Наименование Продукта	Выход		Массовая доля, %		$\gamma \cdot \beta$		Извлечение, %	
		г	%	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
	Медный концентрат								
	Цинковый концентрат								
	Промпродукт 1								
	Промпродукт 2								
	Промпродукт контрольной медной флотации 3								
	Промпродукт контрольной цинковой флотации 4								
	Исходная руда								

Требование к отчету по работе

1. Дать краткое содержание работ, включая схему проведения опыта.
2. Привести расчет реагентов.
3. Рассчитать технологические показатели процесса и составить баланс металлов
4. Построить диаграммы изменения массовой доли меди и цинка и их извлечения. Сделать выводы по экспериментальным данным.

5. Сделать общие выводы по работе, отметить характеристику руды, методику опытов, режим флотации, результаты наблюдений, показатели флотации.

Рекомендуемая литература

Бочаров В.А., Игнаткина В.А. Технология обогащения полезных ископаемых. Т.1 М.: «Руда и металлы», 2007

Контрольные вопросы

1. Вещественный состав сульфидной медно-цинковой руды.
2. Рекомендуемое измельчение сульфидной медно-цинковой руды при прямой селективной флотации.
3. Реагентный режим прямой селективной флотации.
4. Реагентные режимы подавления флотации сфалерита.
5. Собиратели, используемые при флотации сульфидов меди, сфалерита и пирита.