

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 25.04.2023 15:11:50

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2eb454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Физические и физико-химические основы флотации

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Технология минерального сырья

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 2

в том числе:

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

76

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*дтн, профессор, Горячев Б.Е.*

Рабочая программа

**Физические и физико-химические основы флотации**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallургия, 22.04.02-ММТ-22-1.plx Технология минерального сырья, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Технология минерального сырья, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья**

Протокол от 30.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Юшина Т.И.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать у студентов знания, умения и навыки по анализу связей между физико-химическими и флотационными свойствами обогащаемых минералов (и руд) и ионным составом жидкой фазы во флотационных системах для поиска и выбора средств управления флотационными свойствами флотационной системы; практике выбора флотационных реагентов и технологических схем и режимов флотации, действия флотационных реагентов и работы флотационного оборудования.
-----	--

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Исследование руд на обогатимость	
2.1.2	Контроль технологических процессов обогащения	
2.1.3	Основы обогащения руд цветных металлов	
2.1.4	Рудоподготовка	
2.1.5	Современные проблемы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.1.6	Теория разделения минеральных комплексов	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Биотехнология металлов	
2.2.2	Гидрометаллургия	
2.2.3	Гидромеханика и физические основы гравитационных методов обогащения	
2.2.4	Контроль и опробование	
2.2.5	Обезвоживание и обратное водоснабжение	
2.2.6	Проектирование обогатительных фабрик	
2.2.7	Технологическая минералогия	
2.2.8	Типы руд и месторождений	
2.2.9	Физико-химические методы исследования флотационных систем	
2.2.10	Физико-химия поверхности	
2.2.11	Научно-исследовательская практика	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Управление минеральными ресурсами	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-32 требования, предъявляемые к выбору флотационных машин	
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-36 знать физические и физико-химические характеристики твердой, жидкой и газовой фаз	
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31 основы выбора флотационных реагентов и оборудования	
<b>ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.</b>	
<b>Знать:</b>	

ПК-2-31 требования, предъявляемые к выбору флотационных реагентов
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-35 историю флотации
УК-1-32 основные термодинамические закономерности формирования химического состава поверхности минеральных зхерен при их взаимодействии с флотационными реагентами
УК-1-31 основные методы расчетов сил, удерживающих и отрывающих минеральную частицу на поверхности пузырька воздуха во флотации
УК-1-34 основные принципы работы флотационных машин разного типа
УК-1-33 основные закономерности кинетики флотации твердых полезных ископаемых
<b>ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы
ПК-1-У2 организовывать работу коллектива для достижения поставленной цели
<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>
<b>Уметь:</b>
УК-2-У2 анализировать ионные равновесия на основе распределительных и концентрационно-логарифмических диаграмм
УК-2-У1 строить и анализировать диаграммы состояния минеральной поверхности сульфидных и окисленных минералов в зависимости от pH, концентраций флотационно активных форм флотационных реагентов и окислительно-восстановительного потенциала жидкой фазы минеральных суспензий
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 использовать справочную литературу, базы данных для поиска информации о минералах и их свойствах, лежащих в основе флотационного метода обогащения
<b>ПК-2: Способен разрабатывать и внедрять системы управления качеством продукции, осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях переработки минерального сырья с целью обеспечения требуемых технологических показателей и качества товарных продуктов.</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 выбирать и рассчитывать флотационные машины
<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>
<b>Владеть:</b>
УК-2-В1 проводить измерения гидрофобности поверхности минеральных шлифов методом краевого угла смачивания
<b>ПК-1: Способен организовывать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области технологии минерального сырья, проводить работы по обработке и анализу результатов исследований.</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 методами работы на основных установках для определения физических и физико-химических свойств жидкой и твердой фазы флотационной системы механических свойств материалов
ПК-1-В2 навыками проведения флотационных экспериментов пенной флотации руд и беспенной флотации минералов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
-------------	---	----------------	-------	------------------------------------	--------------------------	------------	----	--------------------

	<b>Раздел 1. История возникновения и развития флотационного метода обогащения полезных ископаемых</b>							
1.1	История возникновения и развития флотационного метода обогащения полезных ископаемых /Лек/	2	2	УК-1-35	Л1.1Л2.7 Л2.9 Э1 Э2			
	<b>Раздел 2. Фазы флотационной системы. Межфазные взаимодействия</b>							
2.1	Твердая фаза /Лек/	2	2	УК-1-31 УК-1-36 УК-2-У1 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.2	Твердая фаза /Пр/	2	2	УК-1-31 УК-2-У1	Л1.1Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.3	Жидкая фаза /Лек/	2	2	УК-1-36 УК-2-У1 УК-2-У2	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.4	Жидкая фаза /Пр/	2	2	УК-2-У1 УК-2-У2 ПК-1-У1 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.5	Газовая фаза /Лек/	2	1	УК-1-36	Л1.1Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			
2.6	Газовая фаза /Пр/	2	2	УК-1-36	Л1.1Л2.5 Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			
2.7	Граница раздела фаз жидкость-газ /Лек/	2	1	УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.8	Граница раздела фаз жидкость-газ /Пр/	2	4	УК-1-31 УК-2-У1 УК-2-В1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.9	Граница раздела фаз твердое – жидкость, электрические явления /Лек/	2	2	УК-1-36 УК-2-У1 УК-2-У2 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.10	Граница раздела фаз твердое – жидкость, электрические явления /Лаб/	2	2	УК-2-У1 УК-2-У2 УК-2-В1 ОПК-1-У1	Л1.2Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.11	Термодинамика элементарного акта флотации /Лек/	2	3	УК-1-32	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.12	Термодинамика элементарного акта флотации /Пр/	2	4	УК-1-31 УК-1-32 УК-2-У1 УК-2-У2 ПК-1-У1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
2.13	Термодинамика элементарного акта флотации /Лаб/	2	3	УК-2-У1 УК-2-У2	Л1.2Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
	<b>Раздел 3. Кинетика флотации. Флотационные машины</b>							
3.1	Кинетика флотации /Пр/	2	2	УК-1-33	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			

3.2	Кинетика флотации /Лаб/	2	2	УК-1-33 УК-1-34 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.2Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
3.3	Аэрация пульпы во флотационных машинах /Пр/	2	2	УК-1-34 ОПК-1-31	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
3.4	Аэрация пульпы во флотационных машинах /Лаб/	2	2	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.2Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
3.5	Параметры работы импеллерных и колонных флотационных машин. /Пр/	2	4	ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
3.6	Расчет флотационных машин /Пр/	2	4	ПК-1-В1 ПК-2-32 ПК-2-У1	Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
<b>Раздел 4. Флотационные реагенты</b>								
4.1	Классификация флотационных реагентов /Пр/	2	2	УК-2-У2 ПК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.6 Л2.7 Э1 Э2			
4.2	Реагенты собиратели /Лек/	2	4	ПК-2-31	Л1.1Л2.6 Л2.9 Э1 Э2			
4.3	Реагенты собиратели /Пр/	2	4	УК-2-У2 ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.1Л2.8 Л2.10 Э1 Э2			
4.4	Реагенты собиратели /Лаб/	2	2	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-2-31	Л1.2Л2.8 Л2.10 Э1 Э2			
4.5	Реагенты пенообразователи /Лаб/	2	2	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-2-31 ОПК-1-31	Л1.2Л2.8 Э1 Э2			
4.6	Реагенты модификаторы /Пр/	2	2	ПК-1-У2 ПК-2-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1Л2.5 Л2.6 Л2.9 Л2.11 Э1 Э2			
4.7	Реагенты модификаторы /Лаб/	2	4	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ОПК-1-31	Л1.2Л2.1 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2			
<b>Раздел 5. Самостоятельная работа</b>								
5.1	Проработка лекционного материала, подготовка и выполнение практических, лабораторных работ, домашних заданий. Подготовка к контрольным работам. /Ср/	2	76					

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Текущий контроль, направленный на формирование следующих компетенций (ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-1-У1, ПК-1-У2, ПК-1-В1, ПК-1-В2, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, УК-2-У1, УК-2-У2, УК-2-В1, УК-1-31, УК-1-32, УК-1-33, УК-1-34, УК-1-35, УК-1-36):

Вопросы к экзамену:

1. История развития флотационного процесса.
2. Функция собирателя во флотационной системе. Строение молекулы собирателя. Классификация собирателей.
3. Особенности селективной флотации фосфоритов из руд с повышенным содержанием карбонатов кальция и магния.
4. Необходимость активизирования флотируемости гидросульфид- и сульфид-ионов на механизм действия окисленных минералов цветных металлов.
5. Механизмы депрессирующего действия бихроматов щелочных металлов на флотируемость сульфидных минералов.
6. Обосновать изменение пенообразующей способности алифатических спиртов в гомологическом ряду.
7. Уравнение Фрумкина-Кабанова. Силы, действующие на пузырек воздуха, закрепленный на твердой поверхности в объеме воды.
8. Рассчитать значение рН образовавшееся при введении в пульпу (рН=7) соли  $\text{NaHCO}_3$  - 1 кг/т. Исходные данные:  $M=84,007$ ,  $K_1=4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $pK_1=6,35$ ,  $K_2=4,8 \cdot 10^{-11}$ ,  $pK_2=10,32$ . Т:Ж=1:1,5. Рассчитать ионный состав и построить диаграмму состояния угольной кислоты.
9. Фазы флотационной системы. Функции и основные параметры фаз.
10. Изменение энергии прослойки воды при сближении пузырька воздуха и частиц минералов с различной смачиваемостью водой. Уравнение связи « $\sigma$ »-« $h$ ».
11. Виды молекулярных взаимодействий во флотационной системе
12. Функция реагента-активатора во флотационной системе. Механизм взаимодействия их с минеральной поверхностью.
13. Механизм депрессирующего действия гидроксид-ионов на флотируемость минералов.
14. Требования к пенообразователям во флотационной системе. Строение молекулы пенообразователя. Классификация пенообразователей.
15. Неионогенные собиратели, их классификация. Механизм взаимодействия с минеральной поверхностью. Области применения.
16. Рассчитать ионный состав и рН раствора диоксида серы в воде, построить диаграмму состояния сернистой кислоты в растворе. Исходные данные: растворимость  $\text{SO}_2$  в воде при 20 °С - 11,29 г/100 см<sup>3</sup>.  $\text{H}_2\text{SO}_3 = 1/16 \text{ SO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$   $K_3=1,4 \cdot 10^{-2}$  и  $pK_3=1,85$ ,  $K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$  и  $pK_2=7,20$ .  $M=64$ .
17. Влияние суммарной поверхности разделения фаз во флотационной системе, на ее свойства и функция.
18. Физико-химические и флотационные свойства катионных собирателей.
19. Механизмы окисления сульфидных минералов во флотационной системе, ряд окисляемости минералов.
20. Типы функциональных групп сульфгидрильных собирателей и их влияние на эффективность собирательного действия.
21. Основной тип пенообразователей из группы оксипропилированных производных алифатических спиртов.
22. Влияние формы частиц и угла падения на вероятность закрепления частиц на пузырьке воздуха.
23. Особенности обогащения тонко вкрапленных немагнитных железных руд.
24. Рассчитать значение рН и ионный состав раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Исходные данные: расход  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  - 500 г/т; Т:Ж=1:1,5. Растворимость  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  - 0,165 г/100см<sup>3</sup>.  $\text{PPCa}^{2+}, 2\text{OH}^- = 6,5 \cdot 10^{-10}$ .  $\text{PPCaon+оп} = 1,4 \cdot 10^{-10}$ .
25. Основные факторы, влияющие на вероятность столкновения WCT.
26. Физико-химические свойства оксигидрильных собирателей. Классификация их.
27. Влияние двойного электрического слоя на взаимодействие поверхности минерала с флотационными реагентами. Уравнение Липпмана.
28. Влияние природы сульфидного минерала на его взаимодействие с флотационными реагентами тяжелых металлов.
29. Механизмы депрессирующего действия извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  на сульфидные минералы железа.
30. Связь химической теплоты гидратации с параметрами гидратируемого вещества и типом химической связи кристаллической решетки минералов.
31. Технологические схемы, реагентный режим и механизм действия реагентов при селективной флотации  $\text{Cu}$  колчеданных руд.
32. Рассчитать ионный состав, установившийся при барботировании  $\text{CO}_2$  воды с рН=7. Построить диаграмму состояния угольной кислоты. Исходные данные: растворимость из воздуха  $\text{CO}_2$  в воде при 20°С - 0,02688 г/100 см<sup>3</sup>.  $K_1=4,5 \cdot 10^{-7}$  и  $K_2=4,8 \cdot 10^{-11}$ ;  $pK_1=6,35$  и  $pK_2=10,32$ ,  $M=44$ .
33. Механизм депрессирующего действия сернистого натрия при флотации сульфидных руд.
34. Влияние значения рН жидкой фазы пульпы на состояние поверхности минерала  $\text{SiO}_2$  в широком диапазоне рН. Связь состояния поверхности кварца с взаимодействием флотационных реагентов при различных значениях рН.
35. Основные отличия в физико-химических свойствах парафиновых кислот нормального строения, изостроения и ненасыщенных гомологических рядов; связь их с флотационными свойствами.
36. Самоактивации минералов при подготовке руды к флотации.
37. Депрессирующее действие тонкодисперсных осадков.
38. Влияние рН на пенообразующее действие ионогенных пенообразующих ПАВ.
39. Уравнение равновесия сил для частицы на плоскости поверхности раздела фаз Ж:Т.

40. Рассчитать ионный состав раствора сернистого натрия, построить диаграмму состояния сероводородной кислоты. Исходные данные: 1 г кристаллического сернистого натрия  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  растворен в 1 дм<sup>3</sup> воды.  $K_1 = 1 \cdot 10^7$  и  $K_2 = 2,5 \cdot 10^{-13}$ ;  $pK_1 = 6,69$ ;  $pK_2 = 12,6$ .
41. Механизм активизирующего действия катионов меди на сульфидные минералы. Влияние pH среды и природы минерала.
42. Особенности флотационного обогащения окисленных цинковых руд; реагенты и механизм их действия.
43. Устройство и работа механических флотационных машин.
44. Влияние вещественного состава рудных минералов на эффективность флотационного обогащения.
45. Гидратный слой и его строение. Влияние гидратации на эффективность флотации.
46. Изменение состояния поверхности карбонатов при различных значениях pH. Связь его с адсорбцией собирателя.
47. Физико-химические свойства сульфгидрильных собирателей.
48. Механизм активизирующего действия катионов тяжелых металлов при флотации силикатных минералов
49. Вероятность сохранения  $W_{\text{срх}}$ . Минерализации пузырьков воздуха при их подъеме в условиях флотации
50. Дать определение термина «флотационная пена». Требования к пене в условиях флотации.
51. Рассчитать установившийся ионный состав, построить диаграмму состояния для водного раствора фосфорной кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Условия: концентрация  $\text{H}_3\text{PO}_4 = 1$  г/л.  $M = 97,98$ .  $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3 = 4,2 \cdot 10^{-12}$ ;  $pK_1 = 2,12$ ;  $pK_2 = 7,21$ ;  $pK_3 = 12,38$ .
52. Реагентный режим и механизм действия реагентов при селекции Pb-Cu концентратов по цианидному и цинк-цианистому методу; области их применения.
53. Причины низкого извлечения шламистых частиц при флотационном обогащении, пути повышения их извлечения.
54. Устройство и работа флотационных машин колонного типа.
55. Связь типа химической связи кристаллической решетки минерала со способностью минералов к смачиванию водой.
56. Причины Влияния точечных дефектов кристаллической решетки минерала на взаимодействие с ионами и молекулами воды и реагентами
57. Обосновать причины высокой собирательной эффективности ненасыщенных алифатических кислот при флотации.
58. Необходимость компенсирования с флотационными реагентами.
59. Способы активирования флотации кварца и силикатов при флотации их окислительными собирателями.
60. Механизм депрессирующего действия щелочных цианидов на флотацию сульфидных минералов.
61. Причины, обуславливающие собирательное действие пенообразователей.
62. Влияние скорости при столкновении частицы и пузырька воздуха на  $W_3$ .
63. Рассчитать ионный состав жидкой фазы флотационной пульпы, образовавшейся в результате введения извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  3,5 кг/т руды. Исходные данные: Т:Ж=1:1,5;  $M = 74,09$ .  $\text{PCa}^{2+}$ ,  $\text{OH}^- = 6,5 \cdot 10^{-6}$
64. Комплексообразующие флотационные собиратели. Механизм их взаимодействия с минеральной поверхностью. Формы сорбции и область применения.
65. Функция собирателя во флотационной системе. Строение молекулы собирателя. Классификация собирателей.
66. Особенности технологической схемы, при селективной флотации фосфоритов из руд с повышенным содержанием карбонатов кальция и магния.
67. Причины активизирующие действие гидросульфид- и сульфид-ионов на флотиремость окисленных минералов цветных металлов.
68. Механизмы депрессирующего действия бихроматов щелочных металлов на флотиремость сульфидных минералов.
69. Уравнение Фрумкина-Кабанова. Силы, действующие на пузырек воздуха, закрепленный на твердой поверхности в объеме воды.
70. Требования к аэрации пульпы во флотационных машинах
71. Влияние вкрапленности рудных минералов на эффективность флотационного цикла
72. Рассчитать значение pH [образовавшееся] при введении в пульпу (pH=7) соли  $\text{NaHCO}_3$  - 1 кг/т. Исходные данные:  $M = 84,007$ .  $K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $pK_1 = 6,35$ ,  $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-10}$ ,  $pK_2 = 10,32$ . Т:Ж = 1:1,5. Рассчитать ионный состав и построить диаграмму состояния угольной кислоты.
73. Химическая теплота гидратации. Причины растворения минерала в воде.
74. Изменение состояния поверхности сульфидных минералов  $\text{MoS}_2$ ?  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{Cu}_2\text{S}$  при различных значениях pH; влияние на взаимодействие с реагентами.
75. Влияние типа (природы) функциональной группы сульфгидрильных собирателей на эффективность (активность) их собирательного действия.
76. Механизм активизирующего действия катионов ( $p > 1$ ) на флотационное поведение минералов.
77. Механизм депрессирующего действия фосфорной кислоты при селекции кальциевых минералов
78. Влияние относительной скорости движения частиц и пузырька воздуха на их слипание.
79. Технологическая схема, реагентный режим и механизм действия реагентов при селективной флотации медно-молибдено-шеелитовых руд.
80. Рассчитать ионный состав жидкой фазы флотационной пульпы, образовавшийся в результате введения извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  5 кг/т руды. Исходные данные: Т:Ж=1:1,5;  $M = 74,09$ .  $\text{PCa}^{2+}, 2\text{OH}^- = 6,5 \cdot 10^{-6}$  и  $\text{PCaOH}^+, \text{OH}^- = 1,4 \cdot 10^{-4}$
81. Работа адгезии и когезии, их роль во взаимодействиях фаз и фаз с реагентами.
82. Причины разной величины сорбции реагентов на минералах с одинаковыми катионами и различными анионами ( $\text{PbS}$  и  $\text{PbSSb}$ ,  $\text{CaWO}_4$  и  $\text{CaCO}_3$ ).
83. Изменение состояния поверхности оксидов в растворах с различным значением pH.
84. Особенности и область применения частично коллективно-селективных флотаций.



85. Механизм депрессирующего действия силиката натрия (жидкого стекла) на кальциевые минералы при доводке черновых шеелитовых концентратов.
86. Термодинамический анализ элементарного акта флотации. Силы, действующие при закреплении частиц на пузырьках воздуха.
87. Влияние нерудных минералов на эффективность флотации полезных минералов.
88. Расход цианида калия при селекции Pb-Si концентрата составляет 500 г/т руды при Т:Ж=1:1,5. Рассчитать ионный состав жидкой фазы пульпы:  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$  и  $\text{HCN}$ . Построить диаграмму состояния синильной ( $\text{HCN}$ ) кислоты. Исходные данные:  $K_d=5 \cdot 10^{-10}$ ;  $pK_1=9,3$  и  $M=65,16$ .
89. Образование и роль двойного электрического слоя у поверхности минерала при флотации (влияние на взаимодействие минерала с флотационными реагентами).
90. Флотационные свойства оксигидрильных собирателей. Классификация реагентов и область применения.
91. Значения pH жидкой фазы пульпы на связь хемосорбции катионов меди на поверхности сульфидных минералов.
92. Обоснование различного взаимодействия (эффективности) функциональной группы сульфгидрильных собирателей с сульфидными минералами.
93. Кинетика флотации.
94. Причины отрицательного влияния шламов на технологические показатели флотационного обогащения.
95. Аэрирующие устройства современных флотомашин.
96. Рассчитать ионный состав жидкой фазы пульпы при введении жидкого стекла. Построить диаграмму состояния метакремниевой кислоты в растворе. Исходные данные: расход 4кг/т концентрата, Т:Ж=1:1;  $M=282$  ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ )  $K_1=1,3 \cdot 10^{-10}$  и  $K_2=1,6 \cdot 10^{-11}$ ;  $pK_1=9,9$  и  $pK_2=11,8$ .
97. Причины образования гидратного слоя на границе контакта фаз т-ж.
98. Флотационные комплекснообразующие собиратели. Механизмы взаимодействия реагентов с минеральной поверхностью. Формы сорбции и область применения.
99. Двойной электрический слой минеральной поверхности, и причины его образования в широком диапазоне значений pH и влияние на флотацию
100. Механизм депрессирующего действия сернистого натрия при флотации сульфидных руд.
101. Особенности обогащения природноотшлифованных минералов.
102. Вероятность удержания – W уу . Особенности флотационного разделения кварца и полевых шпатов.
103. Рассчитать ионный состав, образовавшийся в условиях флотации, при введении сернистого натрия NaHS при концентрации 2 кг/т. Построить диаграмму состояния сероводородной кислоты от значения pH жидкой фазы.  $K_1=1 \cdot 10^{-7}$ ;  $K_2=2,5 \cdot 10^{-13}$ ;  $pK_1=7$  и  $pK_2=12,6$  Т:Ж= 1:1.5.
104. Вероятность сохранения  $W_{\text{сохр}}$  и обуславливающие ее параметры. Вывод уравнения Разумова К.А.
105. Изменение состояния поверхности сульфидных минералов  $\text{CPbS}$  и  $\text{CuFeS}_2$  в диапазоне значений pH жидкой фазы (У-7). Влияние состояния поверхности минерала на взаимодействие с флотационными реагентами.
106. Причины влияния величины и структуры углеводородного радикала ионогенных собирателей на эффективность их собирательного действия.
107. Механизм взаимодействия катионных собирателей с минералом в условиях флотации.
108. Механизм депрессирующего действия сульфоксидов при селективной флотации сульфидных руд.
109. Причины образования двойного электрического слоя на поверхности минералов в условиях флотации и его влияние на взаимодействия с флотационными реагентами в широком диапазоне pH.
110. Причины трудной обогатимости колчеданных руд Урала.
111. Рассчитать ионный состав раствора жидкого стекла ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) при концентрации 2 кг/т коллективного концентрата. Условия: Т:Ж=1:1.  $K_1=1,3 \cdot 10^{-10}$  и  $K_2=1,6 \cdot 10^{-12}$  построить диаграмму состояния.
112. Причины и виды образования внутримолекулярного взаимодействия в молекулах собирателя. Связь их с эффективностью действия реагента.
113. Влияние дисперсности неиногенных собирателей на эффективность их собирательного действия.
114. Взаимоактивация сульфидных минералов при их совместном окислении в месторождении.
115. Роль пенообразующего реагента во флотационную систему. Строение молекул пенообразователя. Требования к флотационной пене.
116. Роль размера флотационных пузырьков при флотации.
117. Селекция Pb-Si концентратов с помощью сульфоксидов, механизм действия реагентов, технологические показатели.
118. Влияние вещественного (фазового или рационального) состава руды на технологические показатели флотационного обогащения руд.
119. Рассчитать ионный состав раствора соли  $\text{CaCO}_3\text{ПР} = 3,8 \cdot 10^{-9}$ . Построить диаграмму состояния угольной кислоты. Исходные данные: Т:Ж=1:1,5.  $K_1=4,5 \cdot 10^{-7}$  и  $K_2=4,8 \cdot 10^{-11}$ ;  $pK_1=6,35$  и  $pK_2=10,32$ ;  $M=44$
120. Механизм окисления сульфидных минералов при контакте с водой и кислородом воздуха. Влияние pH на кинетику окисления сульфидных минералов.
121. Влияние природы сульфидного минерала на эффективность взаимодействия его с собирателем.
122. Причины высокой эффективности депрессирующего действия щелочных цианидов на сульфиды цинка и железа.
123. Необходимый размер пузырьков воздуха при флотации руд при  $P_u=P_i$ .
124. Влияние дефектов кристаллической решетки минералов на взаимодействие с водой и флотационными реагентами.
125. Изменится ли pH жидкой фазы (воды) при ее контакте с оксидами? Если изменится, то в какую сторону?
126. Технологическая схема, реагентный режим и механизм действия реагентов при селекции Cu-Zn вкрапленных сульфидных руд.
127. Пути повышения технологических показателей флотации при обогащении шламистых руд.
128. Влияние химического состава и вязкости неиногенных собирателей на эффективность их собирательного

действия, область их применения

129. Причины активирующего и депрессирующего действия ионов воды на флотацию минералов.
130. Причины пенообразующего действия реагентов пенообразователей во флотационной системе. Связь пенообразующего действия их с ростом концентрации реагента в пульпе.
131. Роль гистерезиса смачивания минеральной поверхности на элементарный акт флотации.
132. Особенности флотационного обогащения смешанных полиметаллических руд; технологические схемы, реагентные режимы и механизм действия реагентов
133. Дать определение стадии флотационного обогащения. Достоинства и недостатки схем стадийного обогащения руд.
134. Устройство и работа флотационных машин колонного типа.
135. Изменится ли рН жидкой фазы пульпы при контакте с карбонатами. Рассчитать ионный состав для системы  $\text{H}_2\text{O}-\text{CaCO}_3$ .  $\text{Pr}=3.8 \cdot 10^{-10}$  построить программу состояния  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .
136. Влияние природы катиона сульфидного минерала и значение рН на способность к окислению.
137. Причины адсорбции флотационных реагентов на минеральной поверхности. Формы и изотермы адсорбции.
138. Классификация оксигидрильных собирателей по строению (типу) функциональных групп. Расположить их в порядке усиления собирательной активности и обосновать изменение собирательной активности.
139. Механизм активирующего действия сульфид-ионов на флотацию окисленных минералов цинка (смитсонита и каламина).
140. Депрессирующее действие комплексных цианидов цинка на сульфидные минералы.
141. Причины пенообразующего действия длинноцепочечных собирателей.
142. Вероятность сохранения при флотации  $W$  сохр. Влияние на ее значение  $d/D$
143. Рассмотреть ионный состав и построить диаграмму состояния угольной кислоты для системы  $\text{H}_2\text{O}-\text{MgCCb}$ .  $\text{Pr}=2.1 \cdot 10^{-5}$ . Построить диаграмму состояния  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .
144. Обосновать закономерности изменения химической теплоты гидратации анионов в гомологическом ряду:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Формула для расчета химической теплоты гидратации.
145. Рассмотреть причины изменения состояния поверхности оксидов (на примере гематита) при различных значениях рН раствора.
146. Собирательная эффективность алкилпроизводных серной и ортофосфорной кислот. Область применения.
147. Дать определение активирования флотации ионами, механизм действия. Область применения активаторов флотации.
148. Механизм депрессирующего действия ортофосфорной кислоты и ее солей при селективной флотации.
149. Роль гистерезиса смачивания на эффективность флотации.
150. Технологическая схема, реагентный режим и механизм действия реагентов при флотации апатито-нефелиновых руд
151. Рассчитать ионный состав системы  $\text{H}_2\text{O}-\text{Ca}(\text{OH})_2$  при растворении 0,5 г в литре воды.
152. Регулирование внутримолекулярного взаимодействия в молекулах сульфгидрильных собирателей с эффективностью их действия.
153. Влияние изостроения углеводного радикала на эффективность собирательного действия длинноцепочечных аминов.
154. Причины влияния значения рН на активирование флотации сульфидов цинка и железа катионами меди.
155. Причины различного депрессирующего действия сульфоксидов на флотацию сульфидных минералов.
156. Связь пенообразующего действия ионогенных собирателей со значением рН жидкой фазы пульпы.
157. причины низкой флотационной активности шламистых и крупных частиц при флотации руд в механических и пневмомеханических флотомашинах.
158. достоинства и недостатки схемы, полная коллективная флотация с последующей селекцией коллективного концентрата.
159. Происходит ли изменение рН в системе  $\text{H}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  Значение рН изоэлектрической точки для кварца.  $\text{Pr}=2.5-2.7$   
Растворимость  $\text{SiO}_2$  1 мг/л
160. Строение молекулы воды. Особенности структуры воды. Основные физико-химические свойства.
161. Особенности поведения минералов с молекулярной кристаллической решеткой при флотации.
162. Связь эффективности собирательного действия с константой диссоциации кислот собирателей и с растворимостью солей тяжелых металлов.
163. Комплексообразующие собиратели. ИМ-50.
164. Механизм депрессирующего действия гидроксида кальция и кислорода воздуха на флотацию сульфидов меди при селекции  $\text{Cu}-\text{Mo}$  коллективных концентратов.
165. Пути усиления активирующего действия катионов меди в сильно щелочной среде.
166. Технологическая схема, реагентный режим и механизм действия реагентов при прямой селективной флотации полиметаллических руд.
167. Рассчитать ионный состав жидкой фазы пульпы системы  $\text{H}_2\text{O}-\text{барид.}\text{BaCO}_3$ .  $\text{Pr}=4 \cdot 10^{-10}$  Построить диаграмму состояния угольной кислоты.  $\text{Pr}=2.1 \cdot 10^{-5}$
168. Вероятность столкновения  $WCT$ . Основные факторы, влияющие на ее значение.
169. Связь химической теплоты гидратации с параметрами гидратируемого вещества и типом химической связи кристаллической решетки минералов.
170. Физико-химические свойства оксидальных собирателей.
171. Влияние двойного электрического слоя на взаимодействие поверхности минерала с флотационными реагентами. Уравнение Липпмана.
172. Связь природы сульфидного минерала на эффективность его взаимодействия с катионами тяжелых металлов.
173. Механизм депрессирующего действия извеи  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  на сульфидные минералы.

174. Технологические схемы, реагентный режим и механизм действия реагентов при селективной флотации Cu- Ni- Ru колчеданных руд.
175. Рассчитать ионный состав, установившийся при барботировании CO<sub>2</sub> в воде pH=5.5. Построить диаграмму состояния угольной кислоты. Исходные данные : при 2 °С – 0,02688 г/100 см.3 . K<sub>1</sub> = 4.5 \*10<sup>-7</sup> и K<sub>2</sub>= 4.8 \*10<sup>-11</sup> ; pK<sub>2</sub> =10,32, M= 44
176. Влияние межмолекулярного взаимодействия (работа адгезии и когезии) на взаимодействие фаз.
177. Причины разной величины сорбции реагентов собирателей на минералах с одинаковыми катионами и различными анионами (PBS И PBCO<sub>3</sub>, CaWO<sub>4</sub> и CaCO<sub>3</sub>).
178. Изменение состояния поверхности оксидов в растворах с различным значением pH на их флотационную активность.
179. Причины, активизирующего действия ионов фтора и плавиковой кислоты на флотируемость полевых шпатов и других алюмосиликатов катионным собирателем.
180. Механизм депрессирующего действия силиката натрия (жидкого стекла) на породные минералы при флотации.
181. Роль пенообразователя при флотации.
182. Термодинамический анализ элементарного акта флотации.
183. Расход цианида калия при селекции Pв-Cu концентрата составляет 500 г/т концентрата при Т:Ж=1:1,5. Рассчитать ионный состав жидкой фазы пульпы: H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, и HCN. Построить диаграмму состояния синильной (HCN) кислоты.
184. Исходные данные: pK=12,3 и M=65,116, K<sub>1</sub> = 7.1 \*10<sup>-7</sup> и K<sub>2</sub>= 602 \*10<sup>-8</sup> ; pK<sub>2</sub> =7,2 ,pK<sub>1</sub> =2,15,K<sub>3</sub> =5\*10<sup>-13</sup>.
185. Ионный состав природных вод, жесткость воды, влияние ее на флотацию оксигидрильными собирателями.
186. Влияние двойного электрического слоя у поверхности минерала на взаимодействие с флотационными реагентами.
187. Оксидальные собиратели область применения, и основные физико-химические свойства.
188. Причины влияния значения pH жидкой фазы пульпы на хемосорбцию катионов меди на поверхности сульфидных минералов.
189. Обоснование различной флотационной (эффективности) сульфидрильных собирателей, отличающихся структурой углеводородного радикала.
190. Причины активизирующего действия микропузырьков, закрепившихся на поверхности минералов, на кинетику прилипания частиц к пузырьку воздуха.
191. Рассчитать ионный состав, образовавшийся в условиях флотации, при введении сернистого натрия NaHS при концентрации 1 г/л. Построить диаграмму состояния сероводородной кислоты от значения pH жидкой фазы. K<sub>1</sub>=1\*10<sup>-7</sup> и K<sub>2</sub>=2,5\*10<sup>-13</sup>; pK<sub>1</sub>=7 и pK<sub>2</sub>=12,6.
192. Уравнение сил, действующих на контакте трех фаз на плоскостной поверхности раздела Ж-К.
193. Технологические схемы и реагентный режим при обогащении полиметаллических руд.
194. Влияние вязкости и дисперсности нейногенных собирателей на эффективность их собирательного действия.
195. Механические и пневмомеханические флотационные машины, их достоинства и недостатки.
196. Механизм депрессирующего действия реагентов окислителей на флотацию сульфидных минералов (O<sub>2</sub> и др.)
197. Роль микропузырьков на закрепление частиц. Роль аниона минерала на химическую прочность закрепителя собирателя.
198. Необходимый размер флотационных пузырьков при флотации
199. Рассчитать ионный состав раствора соли Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> при концентрации 0,5 кг/м<sup>3</sup> .Построить диаграмму состояния угольной кислоты. Исходные данные: Т:Ж=1:1,5. K<sub>1</sub>=4,5\*10<sup>-7</sup> и K<sub>2</sub>=4,8\*10<sup>-11</sup>; pK<sub>1</sub>=6,35 и pK<sub>2</sub>=10,6.
200. Вероятность сохранения W сохр и уравнения Н.В. Матвиенко.
201. Причины влияния внутримолекулярного взаимодействия на эффективность их собирательного действия.
202. Влияние внутримолекулярного взаимодействия на на силу собирателя.
203. Самоактивирование флотации нерудных минералов катионами кальция при флотации оксигидрильными собирателями.
204. Механизм депрессирующего действия сернистого сернистого натрия при флотации сульфидов меди от свинца.
205. Причины образования микропузырьков на минеральной поверхности в условиях флотации в пневматических и механических машинах и их влияние на кинетику флотации.
206. Рассчитать ионный состав раствора при расходе концентрации 1 кг/т коллективного концентрата. Условия Т:Ж=1:1.
207. Связь типа химической связи кристаллической решетки минерала со способностью минералов к смачиванию водой.
208. Влияние дефектов кристаллической решетки минерала на взаимодействие с ионами и молекулами воды и реагентами ,Обосновать причины высокой собирательной эффективности ненасыщенных алифатических кислот при флотации.
209. Способы активирования флотации кварца и силикатов при флотации их окислительными собирателями.
210. Механизм депрессирующего действия окислителей на флотацию сульфидных минералов.
211. Причины, обуславливающие собирательное действие пенообразователей.
212. Влияние скорости при столкновении частицы и пузырька воздуха на W<sub>3</sub>.
213. Рассчитать ионный состав жидкой фазы флотационной пульпы, образовавшейся в результате введения извести СаО 3,5 кг/т руды. Исходные данные: Т:Ж=1:1,5; M=74,09. ПРСa<sup>2+</sup>, OH<sup>-</sup>= 6,5\*10<sup>-6</sup>.
214. Требования к трехфазным пенам во флотационном процессе.
215. «Неизбежные ионы» флотационной пульпы, их влияние.

Темы рефератов. Реферат должен ответить или осветить предложенную тему с привлечением экспериментальных или теоретических результатов/таблиц и рисунков, подтверждающие утверждения, выдвинутые автором реферата. Объём реферата около 10-12 страниц машинописного текста, включая список проработанной литературы.

использованных источников:

1. Достоинства большеобъёмных пневмомеханических флотомашин.
2. Элементарный акт флотации.
3. Возможности метода пенной сепарации и аппаратов при обогащении различных руд.
4. Возможности пневматических флотомашин колонного типа.
5. Влияние состояния минеральной поверхности при рН ТНЗ (точки нулевого заряда) поверхности на адсорбцию собирателя.
6. Влияние величины молекулы собирателя на скорость диффузии к минеральной поверхности.
7. Вероятность закрепления минеральных частиц на поверхности пузырьков воздуха.
8. Возможности вакуумной флотации при очистке сточных вод.
9. Напорная флотация при очистке сточных вод.
10. Оптимальные условия для адсорбции собирателя на минеральной поверхности.
11. Адсорбция аполярных собирателей на гидрофобных гидрофобизированных минералах.
12. Связь значения  $\xi$ -потенциала у минеральной поверхности с величиной сорбции.
13. Влияние дефектов кристаллической решётки минералов на взаимодействие флотационных реагентов и эффективность флотации.
14. Роль диффузии при сорбции собирателя с различными по величине углеводородными радикалами.
15. Возможности напорной и вакуумной флотации при обогащении руд.
16. Оптимальные условия для адсорбции флотационных реагентов.
17. Механизм взаимодействия аполярных собирателей при флотации полезных ископаемых. Область применения.
18. Связь  $\xi$ -потенциала двойного электрического слоя у поверхности минерала и флотируемостью.
19. Причины (механизм) повышения флотируемости минералов сочетанием собирателей.
20. Причины образования гидратного слоя у поверхности раздела Т-Ж. Его роль во флотации.
21. Разложение сульфгидрильных собирателей в условиях флотации: гидролиз, замещение, окисление.
22. Роль газов во флотационной системе.
23. Регенерация флотационных реагентов: целесообразность и возможности.
24. Причины адсорбции газов, молекул воды и реагентов на минеральной поверхности во флотационной системе.
25. Свойства флотационной пены.
26. История развития флотационного процесса.
27. Возможности флотационного процесса обогащения полезных ископаемых. Области применения.
28. Причины флотации тонких и крупных зёрен полезных ископаемых. Пути повышения их флотируемости.
29. Современные типы флотомашин, области их применения.

Вопросы к контрольным работам:

1. Физико-химические и флотационные свойства сульфгидрильных собирателей. Область их применения.
2. Связь межмолекулярного взаимодействия длинноцепочных собирателей с флотационной активностью их.
3. Сущность и целесообразность активирования флотации сульфидных минералов.
4. Физико-химические и флотационные свойства оксигидрильных собирателей и область их применения.
5. Связь внутримолекулярного взаимодействия в молекулах собирателей с их флотационной активностью.
6. Сущность активирования флотации окисленных минералов цветных металлов.
7. Физико-химические и флотационные свойства катионных собирателей. Область их применения.
8. Влияние функциональной группы сульфгидрильных собирателей на селективность их действия.
9. Необходимость активирования флотации силикатов при флотации их анионными собирателями.
10. Комплексообразующие собиратели. Основные функциональные группы собирателей этого типа.
11. Достоинства и недостатки алкилпроизводных серной кислоты как собирателей.
12. Сосновое масло.
13. Физико-химические и флотационные свойства углеводородов. Область их применения.
14. Достоинства и недостатки алкилпроизводных фосфорной кислоты как собирателей.
15. Недостатки ионогенных пенообразователей.
16. Производные ксантогеновой кислоты в качестве неионогенных собирателей. Область их применения.
17. Влияние структуры углеводородного радикала катионных собирателей на эффективность их действия.
18. Активирование флотации полевых шпатов при флотации их катионными собирателями.
19. Формы сорбции собирателей на поверхности флотируемых минералов, влияние ККМ.
20. Какие собиратели обладают пенообразующими свойствами.
21. Роль пенообразователя во флотационном процессе.
22. Классификация флотационных реагентов.
23. Классификация, основы конструкции и принцип работы флотационных машин.

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

По учебной дисциплине предусмотрены контрольные работы, реферат и лабораторные работы.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационный билет состоит из пяти вопросов. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре.

Экзамен оценивается по 1 баллу за каждый вопрос: «неудовлетворительно» - 1-2 балла; «удовлетворительно» - 3 балла; «хорошо» - 4 балла; «отлично» - 5 баллов.

Пример экзаменационного билета:

1. Механизмы депрессирующего действия бихроматов щелочных металлов на флотированность сульфидных минералов.
2. Влияние суммарной поверхности разделения фаз во флотационной системе, на ее свойства и функция.
3. Рассчитать установившийся ионный состав, построить диаграмму состояния для водного раствора фосфорной кислоты  $H_3PO_4$ . Условия: концентрация  $H_3PO_4 = 1$  г/л.  $M = 97,98$ .  $K_1 = 7,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_3 = 4,2 \cdot 10^{-13}$ ;  $pK_1 = 2,12$ ;  $pK_2 = 7,21$ ;  $pK_3 = 12,38$ .
4. Взаимоактивация сульфидных минералов при их совместном окислении в месторождении.
5. Требования к трехфазным пенам во флотационном процессе.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

"Отлично"

Обучающийся демонстрирует:

- глубокие знания содержания изученной дисциплины во взаимосвязи с другими дисциплинами;
- способность использовать теоретические знания при выполнении практических заданий;
- аргументированные, исчерпывающие ответы на все вопросы по билету, а также дополнительные вопросы экзаменатора;
- умение выполнять и обосновывать решение практических заданий высокого уровня сложности;
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемому вопросу;
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы

"Хорошо"

Обучающийся демонстрирует:

- знание основных терминов по содержанию изученной дисциплины;
- твердые знания теоретического материала;
- умение дать четкие ответы на поставленные вопросы;
- умение решать практические задания;
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины.

Допускаются незначительные неточности в ответах на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий

"Удовлетворительно"

Обучающийся демонстрирует:

- знания теоретического материала по изученной дисциплине;
- неполные ответы на основные вопросы, допуская ошибки в ответе; недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;
- неточные ответы на дополнительные вопросы;
- умение выполнять практические задания без грубых ошибок;
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины

"Неудовлетворительно"

Обучающийся демонстрирует:

- существенные пробелы в знаниях учебного материала;
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствие знаний и понимания основных терминов и определений;
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;
- отсутствие навыка или существенные ошибки при выполнении практических заданий;
- незнание литературы, рекомендованной программой дисциплины.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Абрамов А. А.	Флотационные методы обогащения: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2008
Л1.2	Сорокин М. М., Пантелеева Н. Ф., Самыгин В. Д.	Флотационные методы обогащения: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2008

<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Воюцкий С. С.	Курс коллоидной химии: учебник для студ. хим.-технол. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Химия, 1975
Л2.2	Фролов Ю. Г.	Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Альянс, 2004
Л2.3	Адамов Э. В.	Основы проектирования обогатительных фабрик: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2012
Л2.4	Разумов К. А., Перов В. А.	Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов по спец. 'Обогащение полез. ископаемых'	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1982
Л2.5	Азбель Ю. И., Акатов А. И., Архангельская И. Н., др., Богдагов О. С., др.	Справочник по обогащению руд: Основные процессы	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1983
Л2.6	Богданов О. С., Максимов И. И., Поднек А. К., Янис Н. А., Богданов О. С.	Теория и технология флотации руд	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1990
Л2.7	Глембоцкий В. А., Классен В. И.	Флотационные методы обогащения: учебник для студ. вузов по спец. 'Обогащение полезных ископаемых'	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1981
Л2.8	Сорокин М. М.	Флотационные методы обогащения. Химические основы флотации: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л2.9	Глембоцкий В. А., Классен В. И.	Флотация: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1973
Л2.10	Сорокин М. М.	Флотация: Разд.: Хим. основы флотации: Курс лекций для студ. спец. 0903	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1998
Л2.11	Сорокин М. М.	Флотация. Модификаторы. Физические основы. Практика (N 2842): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-131	Учебная лаборатория флотационных методов обогащения:	машины флотационные лабораторные ФМЛ 0,3, ФМ1М и ФМ2М, дистиллятор ДЭ 10, вытяжные шкафы - 2 шт, экран, стойка под проектор с компьютером, комплект учебной мебели на 25 посадочных мест

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Успешное изучение курса требует посещения всех видов занятий, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лекционные и практические занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, уточнение категорий и понятий.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы; закрепляют знания, полученные в процессе самостоятельной работы над литературой; расширяют объем профессионально значимых знаний, умений, навыков;
- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления; способствуют свободному оперированию терминологией;
- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть соответствующие рекомендованной литературы и интернет-ресурсов по данной теме; подготовиться к ответам на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта, таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и др.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к лабораторным работам необходимо изучить цель работы, краткую теорию, ознакомиться с методиками и техническими характеристиками оборудования, формами записи результатов проведенных лабораторных работ, требованиями к составлению и оформлению отчета о выполнении лабораторной работы, контрольными вопросами, приведенными в лабораторном практикуме.

Студентам рекомендуется систематически проводить поиск информации по темам занятий с использованием открытых информационных ресурсов сети интернет и профессиональных баз данных.