

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель программы
аспирантуры
профессор Т.Н. Александрова

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета переработки
минерального сырья
доцент П.А. Петров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.8. Недропользование и горные науки
Научная специальность:	2.8.9. Обогащение полезных ископаемых
Направленность (профиль):	Обогащение полезных ископаемых
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, направленности (профилю) «Обогащение полезных ископаемых».

Составитель:



д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых «26» мая 2022 г., протокол № 11.

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
обогащения полезных ископаемых



д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – формирование и закрепление у аспирантов знаний, необходимых для осуществления физико-химических основ флотационных процессов обогащения, а также углубление знаний в области органической и неорганической химии. Подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, формирование у аспирантов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно научного мышления, овладение современными методами научных исследований в области флотационного передела.

Основные задачи дисциплины:

- изучить современное состояние процессов концентрации различных видов минерального сырья в России и за рубежом, основные научно-технические проблемы и тенденции интенсификации процесса флотации;
- способствовать к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области обогащения руд;
- освоить навыки научно-исследовательской деятельности в области интенсификации флотационного обогащения руд.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина является элективной и входит в состав составляющей «Дисциплины (модули), в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули), дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, направленности (профилю) «Обогащение полезных ископаемых» и изучается в 4 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать: современные и инновационные методы и технологии флотационного обогащения минерального и техногенного сырья;

уметь: работать с программными продуктами общего и специального назначения с целью математической обработки данных, моделирования флотационных аппаратов, оптимизации технологических процессов и операций в области флотационного обогащения полезных ископаемых;

владеть навыками: научно-исследовательской деятельности в области интенсификации флотационного обогащения; практического применения знаний в области физико-химических основ минерального сырья; использования основными программными продуктами общего и специального назначения.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

Критерии оценивания уровня владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей программы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 72 академических часа, 2 зачётные единицы.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия, в том числе:	12	12
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе	24	24
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины	2	2
Подготовка к устным опросам и дискуссиям	10	10
Выполнение индивидуального задания	12	12
Трудоемкость дисциплины	36	36
Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ (36)	ДЗ (36)
Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации		
	ак. час.	72
	зач. ед.	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Основные факторы, определяющие результаты флотации. Свойства поверхности минералов. Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы.	18	2	4	-	12
2.	Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц.	18	2	4	-	12
	Итого:	36	4	8	-	24

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 2 темы, содержание которых направлено на освоение знаний в области совершенствования и оптимизации флотационного процесса на действующих обогатительных фабриках с целью повышения извлечения ценного компонента на десятки и сотни тонн металлов без существенных капитальных затрат при небольших эксплуатационных расходах. Условием совершенствования технологии флотационного обогащения, оптимизации и интенсификации этого процесса является глубокое понимание химических

и физико-химических процессов, протекающих в объеме пульпы и на поверхности минералов.

Тема 1. Основные факторы, определяющие результаты флотации. Свойства поверхности минералов. Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы

Введение. Основные виды минерального сырья. Основные факторы, влияющие на процесс флотации. Термодинамический анализ и кинетика процесса флотации. Влияние свойств обогащаемого полезного ископаемого. Свойства поверхности минералов, подвергающихся флотационному разделению. Взаимодействие минералов с водой и растворенными в ней веществами. Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы. Характер ненасыщенных связей на поверхности минералов.

Самостоятельная работа.

Технологические показатели обогащения. Условия, определяющие оптимальную крупность измельчения полезных ископаемых перед флотацией. Влияние аэрации пульпы, интенсивности ее перемешивания и съема пены, продолжительности флотации, температуры и скорости потока пульпы на основные технологические показатели процесса. Назначение, классификация и основные требования, предъявляемые к флотационным реагентам. Основные формы закрепления реагентов на поверхности минералов. Растворимость минералов и газов в воде.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2],

дополнительная: [3-8].

Тема 2. Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц

Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц.

Самостоятельная работа.

Технологические режимы и схемы флотации руд. Очередность и способы подачи реагентов. Схемы флотации и основные принципы их построения.

Рекомендуемая литература:

основная: [1,2],

дополнительная: [3-8].

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Физико-химические основы флотационного обогащения минерального сырья» применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия, цель которых углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы аспиранта. На практических занятиях аспиранты делают краткие устные сообщения о результатах самостоятельной работы с последующим обсуждением при участии преподавателя.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Проведение текущего контроля успеваемости

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- участие аспиранта в дискуссиях по темам дисциплины (устный ответ).

6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

Тема 1. «Основные факторы, определяющие результаты флотации. Свойства поверхности минералов. Способы улучшения состава жидкой фазы пульпы»

1. Какой признак частично гидрофобного твердого тела?
2. Опишите случай «сухой» флотации?
3. Как определяется равновесие сил, действующих на минеральную частицу, плавающую на плоской поверхности газ – жидкость в положении «сухой» флотации?
4. Каким выражением определяется максимальный размер минеральной частицы кубической формы, закрепляющейся на поверхности пузырька воздуха?
5. Чему равна величина максимальной флотационной силы при перемещении периметра смачивания (Π) через ребро минеральной частицы ?
6. Что такое показатель флотируемости?
7. Каким выражением определяется показатель флотируемости?
8. При чём гидрофобность минеральной поверхности увеличивается?
9. При уменьшении толщины гидратного слоя на кривой Фрумкина – Дерягина появляется энергетический барьер для твердых частиц, у которых краевой угол смачивания (Θ)?
10. Как определить полный гистерезис смачивания?
11. Что такое коалесценция?

12. Как объяснить, что при столкновении в пульпе капли масла с пузырьком воздуха оно полностью растекается по поверхности пузырька?
13. При каком условии гистерезисный краевой угол меньше равновесного?
14. Как определить Показатель флотуемости (F) при коалесцентном механизме элементарного акта флотации?
15. Какое первым следствием гипотезы Белоглазова?
16. Какое вторым следствием гипотезы Белоглазова?

Тема 2. «Особенности флотации тонких классов и крупных частиц, основные пути повышения селективной флотации тонких шламов и флотационного извлечения крупных частиц»

17. Какая оптимальная крупность пузырьков воздуха во флотомашине?
18. Какой основной способ улучшения флотуемости крупных частиц?
19. Какое количество операций доизмельчения для двухстадиальной схемы флотации?
20. От каких факторов зависит сила взаимодействия поверхности минерала с флотационными реагентами?
21. По каким классификационным признакам делятся примеси в минералах?
22. Приведите структуру двойного электрического слоя.
23. Дайте определение электрокинетического потенциала.
24. Приведите классификацию процессов адсорбции.
25. Сформулируйте основные факторы, влияющие на флотацию минералов жирными кислотами.
26. От каких факторов зависит гидролиз ксантогенатов?
27. Приведите основные правила техники безопасности при работе с фенольными дитиофосфатами?
28. Какое основное оборудование применяется при приготовлении раствора извести?
29. Какими реагентами производят обезвреживание тары после цианидов?
30. Назовите основные технологические параметры при варке жидкого стекла.

6.3. Критерии оценивания устных ответов аспирантов

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке устного ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «зачтено» за устный ответ ставится, если аспирант:

- 1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой дисциплины;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;

3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;

4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при анализе языковых фактов; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

6.4. Порядок проведения дифференцированного зачета

Дифференцированный зачет используется для оценки соответствия результатов освоения дисциплины аспирантом. Дифференцированный зачет проводится в два этапа:

- тестирование. После успешного прохождения тестирования аспирант допускается до следующего этапа.

- устное собеседование по материалам дисциплины с выставлением оценок.

6.4.1. Примерные тестовые задания к зачету:

Вариант № 1

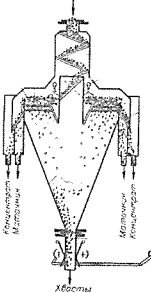
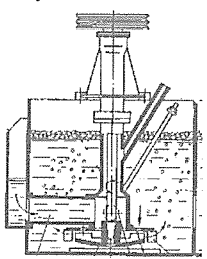
№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Собиратель для самородных металлов	1.Ксантогенат 2.Амины 3.Олеат натрия 4.Керосин
2.	Реагент, являющийся аполярным собирателем:	1. КМЦ 2. полиакриламид 3. керосин 4. диалкилдитиокарбонаты
3.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? R-O-SO₃Me	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Аэрофлоты
4.	Минерал, флотированность которого ксантогенатами максимальна:	1. Халькопирит; 2. Сфалерит; 3. Фргентит; 4. Галенит.
5.	Собиратель для сульфидных минералов	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Амины
6.	Гидрофобную поверхность характеризует угол θ , равный:	1. 0° 2. $0 \div 90^\circ$ 3. 45° 4. $>90^\circ$
7.	Как соотносятся электрокинетический (ξ) и термодинамический (E) потенциалы?	1. $\xi = E$ 2. $\xi < E$ 3. $\xi > E$ 4. $\xi = E + \theta$
8.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? R-SH	1. Карбоновые кислоты 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Меркаптаны

№	Вопросы	Варианты ответов
9.	Собиратель для оксидов черных металлов	1. Талловые масла 2. Алкилсульфаты 3. Ксантогенаты 4. Амины
10.	Сульфгидрильный собиратель:	1. Ксантогенаты 2. Амиды карбоновых кислот 3. Реагент ИМ-50 4. Керосин
11.	С увеличением доли ионности связи в ряду минералов, их флотуемость...	1.уменьшается 2.возрастает 3.остается постоянной 4.изменяется вне зависимости от доли ионности
12.	Собиратель для флотации апатита	1.Ксантогенаты 2.Амины 3.Талловое масло 4.Керосин
13.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? $C_{17}H_{33}COOH$	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
14.	Активатор для сфалерита	1.Серная кислота 2.Известь 3.Медный купорос 4.Цианиды
15.	Оксигидрильный собиратель:	1. Аэрофлоты; 2. Олеиновая кислота; 3. Меркаптаны; 4. Керосин.
16.	Активатор для окисленных сульфидных минералов	1.Жидкое стекло 2.Сернистый натрий 3.Серная кислота 4.Цианиды
17.	К какой группе относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? талловое масло	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
18.	Собиратель для флотации барита	1.Ксантогенаты 2.Алкилсульфаты 3.Амины 4.Сосновое масло
19.	Для поверхности каких минералов характерна приведенная форма капель аполярных реагентов?	1.Пирит 2.Гипс 3.Графит 4.Кальцит
20.	Процесс разделения минералов на поверхности раздела : <i>вода-воздух</i>	1. Масляная флотация 2. Флотогравитация 3. Флотация в расплаве

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. Пенная флотация

Вариант 2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Депрессор для пирита	1.Хромпик 2.Известь 3.Цианиды 4.Крахмал
2.	Роль гистерезиса при флотации	1.Отрицательна 2.Положительна 3.Не имеет значения 4.Зависит от времени флотации
3.	Собиратель для флотации сульфидных минералов	1.Амины 2. Карбоновые кислоты 3.Ксантогенаты 4. Алкилсульфаты
4.	К какой группе относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество) ? керосин	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
5.	Природно гидрофильный минерал – это...	1. Молибденит 2. Тальк 3. Кварц 4. Сера
6.	Как соотносятся равновесный краевой угол(θ_p), гистерезисный краевой угол(θ_r), углы натекания(θ_n) и оттеkania (θ_o) для полированной поверхности?	1. $\theta_r > \theta_p = \theta_n = \theta_o$ 2. $\theta_n > \theta_p = \theta_o = \theta_r$ 3. $\theta_n > \theta_r > \theta_p > \theta_o$ 4. $\theta_n = \theta_r = \theta_p = \theta_o$
7.	К какой группе реагентов относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество) ?: сосновое масло	1.Собиратель 2.Депрессор 3.Вспениватель 4.Активатор
8.	Депрессор галенита	1. Хромпик 2.Известь 3.Цианиды 4.Крахмал
9.	Активатор для сфалерита	1. Катионы кальция 2. Медный купорос 3. Известь 4. Серная кислота
10.	Депрессор кварца	1.Хромпик 2.Известь 3.Цианиды

№	Вопросы	Варианты ответов
		4.Цинковый купорос
11.	Собиратель для графитовых руд	1.Ксантогенаты 2.Алкилсульфаты 3.Амины 4.Сосновое масло
12.	Назовите тип машины, изображенной на приведенном рисунке 	1.Пневмомеханическая 2.Аэролифтная 3.Механическая 4.Пневматическая
13.	Депрессор сульфидов железа	1. Хромпик 2. Известь 3. Цианиды 4. Цинковый купорос
14.	При отсасывании воздуха из пузырька его форма менялась.. Поверхность можно характеризовать, как...?	1.Гидрофильную 2.Гидрофобную 3.Абсолютно гидрофобную 4.Абсолютно гидрофильную
15.	Депрессор силикатов	1. Хромпик 2. Известь 3. Жидкое стекло 4. Цинковый купорос
16.	ОП- 4 – это...	1. Депрессор 2. Вспениватель 3. Собиратель 4. Активатор
17.	Назовите тип машины, изображенной на приведенном рисунке 	1.Пневмомеханическая 2.Аэролифтная 3.Механическая 4.Пневматическая
18.	Активатор используется для...	1. Подавления флотации минерала 2. Создания пенного слоя 3. Гидрофобизации поверхности

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. Создания условий для сорбции собирателя
19.	К какой группе собирателей относится данное ПАВ (поверхностно-активное вещество)? $C_{17}H_{33}COOH$	1. Катионный 2. Анионный 3. Гетерополярный 4. Аполярный
20.	К какой группе флотационных реагентов относится Т-66	1. Собиратель 2. Депрессор 3. Вспениватель 4. Активатор

6.4.2. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к устному дифференцированному зачету:

1. Что лежит в основе флотационного процесса лежат различия в свойствах разделяемых минералов?
2. Как называется процесс, в котором руда подается на слой пены?
3. Физический смысл удельной поверхностной энергии?
4. . Каким выражением определяется величина косинуса краевого угла смачивания (уравнение Юнга)?
5. Какой признак частично гидрофильного твердого тела?
6. Какой признак частично гидрофобного твердого тела?
7. 7. Опишите случай «сухой» флотации?
8. Как определяется равновесие сил, действующих на минеральную частицу, плавающую на плоской поверхности газ – жидкость в положении «сухой» флотации?
9. Каким выражением определяется максимальный размер минеральной частицы кубической формы, закрепляющейся на поверхности пузырька воздуха?
10. Чему равна величина максимальной флотационной силы при перемещении периметра смачивания (Π) через ребро минеральной частицы ?
11. Что такое показатель флотиремости?
12. Каким выражением определяется показатель флотиремости?
13. При чём гидрофобность минеральной поверхности увеличивается?
14. При уменьшении толщины гидратного слоя на кривой Фрумкина – Дерягина появляется энергетический барьер для твердых частиц, у которых краевой угол смачивания (Θ)?
15. Как определить полный гистерезис смачивания?
16. Что такое коалесценция?
17. Как объяснить, что при столкновении в пульпе капли масла с пузырьком воздуха оно полностью растекается по поверхности пузырька?
18. . При каком условии гистерезисный краевой угол меньше равновесного?
19. Как определить Показатель флотиремости (F) при коалесцентном механизме элементарного акта флотации?
20. Какое первым следствием гипотезы Белоглазова?
21. Какое вторым следствием гипотезы Белоглазова?
22. При понижении давления над пульпой из воды выделяется в виде мелких пузырьков растворенный воздух, пузырьки чего?
23. К чему приводит выделение растворенного воздуха на поверхности твердых частиц в виде мелких пузырьков?

24. Какая из связей кристаллической решетки минерала наименее прочной?
25. Что такое электрокинетический потенциал?
26. Что является общим для физической и химической адсорбции реагентов поверхностью частиц?
27. Как оценивают величину адсорбции реагента поверхностью минерала по изо-терме Ленгмюра?
28. Какой реагент являющийся аполярным собирателем?
29. Какие есть сульфгидрильные собиратели?
30. Какие есть оксигидрильные собиратели?
31. Какой минерал, флотированность которого ксантогенатами максимальна?
32. Какие знаете растворимым в воде минералам?
33. Какая максимальная крупность флотирующихся зерен серы, графита и талька?
34. Какой сульфид, наиболее легко депрессируемый смесью цинкового купороса и соды?
35. Какой сульфид, наиболее легко депрессируемый бихроматом?
36. Какая основная область применения сульфида натрия?
37. Какое химическое вещество являющееся сульфоксидным депрессором?
38. Сколько обычно содержит после обработки окисленной медной руды по методу Мостовича концентрат?
39. Какие являются главные промышленные минералы в окисленных цинковых рудах?
40. Какое извлечение смитсонита в кондиционный концентрат (для окисленных полиметаллических руд) ?
41. 41. Какой катионный высокомолекулярный органический депрессор?
42. 42. Какой должна быть плотность баритового концентрата для нефтяной промышленности?
43. Какие основные промышленные минералы в железных рудах?
44. Какая оптимальная крупность пузырьков воздуха во флотомашине?
45. Какой основной способ улучшения флотированности крупных частиц?
46. 4Какое количество операций доизмельчения для двухстадиальной схемы флотации?
47. Приведите дифференциальная форма кинетического уравнения флотации?
48. От чего зависит объём устанавливаемых флотомашин?
49. Когда обычно подается активатор?
50. Что флотируется в насыщенных растворах солей?
51. Каково назначение контактных чанов?
52. Что такое прямая флотация?
53. Какое среднее содержание (%) твердого при основной флотации каменного угля?
54. Какое среднее содержание (%) твердого при основной флотации меди и железа из сплошной сульфидной руды?
55. Какое среднее содержание (%) твердого при перечистой флотации меди и железа из сплошной сульфидной руды?
56. Какое среднее содержание (%) твердого при перечистой флотации каменного угля?
57. В какой последовательности происходит подача реагентов в процесс?
58. Какой основной промышленный никелевый минерал?
59. К какому виду влаги относится вода в медном купоросе ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)?
60. Какой минерал наиболее трудно флотируется в коллективном цикле полиметаллических руд?
61. Как осуществляется очистка сточных вод флотационных фабрик от растворенных примесей?

62. Назовите минералы, флотуемость которых ксантогенатами минимальна?
63. Что является наиболее распространенным флокулянтom?
64. По какой формуле рассчитывается число камер механических флотомашин для каждой операции?
65. Какое содержание твёрдого в пульпе при разжижении $R = 1:3$?
66. По какой формуле определяется содержание влаги в продуктах флотации?
67. Что такое качество флотоконцентрата?
68. Что можно использовать в качестве коагулянта для интенсификации процесса осветления оборотных вод при флотации?
69. В чем заключается преимущества флотационного метода обогащения перед другими?
70. Какое свойство минералов используется для разделения частиц методом флотации?
71. К чему приводит увеличение плотности пульпы?
72. Что является исходным продуктом для первой перемешивки?
73. Какое количество операций доизмельчения для двухстадийной схемы флотации?
74. К какому типу флотомашин относится машина, в которой статор с радиальными лопатками расположен сверху импеллера?
75. Как называется флотомашина, в которой подача исходного материала производится на пенный слой?
76. Как называется флотомашина, камера которой перегороджена решеткой на верхнее и нижнее отделение?
77. Как называется флотомашина, снабженная дисковым импеллером с пальцами?
78. К какому типу флотомашин относится машина, в которой перемешивание пульпы осуществляется импеллером с принудительной подачей воздуха?
79. Каково количество групп минералов, выделяемых по классификации Эйгельса в зависимости от их флотационных свойств?
80. Как называется метод, основанный на введении в раствор противоионов?
81. Что характерно для ионной флотации?
82. В чем заключается процесс ионной флотации?
83. Какие из приведенных особенностей характеризуют химическую сорбцию ПАВов?
84. Назовите собиратель для флотации кварца?
85. Назовите собиратель для флотации водорастворимых солей?
86. Какие из особенностей характеризуют физическую сорбцию ПАВов?
87. Назовите собиратель для графитовых руд?
88. Что является депрессором для сульфидов меди?
89. Назовите собиратель для флотации талька?
90. Назовите собиратель для самородных металлов?
91. Назовите собиратель для сульфидных минералов?
92. Назовите собиратель для оксидов черных металлов?
93. Назовите активатор для сфалерита?
94. Назовите активатор для окисленных сульфидных минералов?
95. К какой группе ПАВ относится талловое масло?
96. Назовите собиратель для флотации барита?
97. Что является депрессором для пирита?
98. К какой группе реагентов относится сосновое масло?
99. Что является депрессором для галенита?

6.5. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

После написания теста выставляется оценка в соответствии с критериями.

Оценка	Описание
Зачтено	Аспирант в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. Количество правильных ответов не менее 65 %.
Не зачтено	Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы. Количество правильных ответов менее 65 %.

После успешного прохождения тестирования аспирант допускается к устному зачету. Аспирант, получивший оценку «не зачтено» на тестировании не допускается до второго этапа промежуточной аттестации. Оценки за зачет выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично»**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в ответах, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

— **«хорошо»**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

— **«удовлетворительно»**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

— **«неудовлетворительно»**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания.

Оценки по результатам проверки ответов объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

7.1. Основная литература

1. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2016. — 595 с.
<https://e.lanbook.com/book/74374>.

2. Глембоцкий, В.А. Флотационные методы обогащения : Учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1981. - 304 с.

7.2. Дополнительная литература

3. Мелик-Гайказян, В.И. Методы решения задач теории и практики флотации: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Мелик-Гайказян, Н.П. Емельянова, Т.И. Юшина. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2013. — 363 с. —
<https://e.lanbook.com/book/66447>

4. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 6: Флотация. Физико-химическое моделирование процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2010. — 607 с.
<https://e.lanbook.com/book/74367>
5. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья: В 2 кн. Кн.1: Справочник / Иванков С.И., Шубов Л.Я. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 293 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=872575>
6. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья: В 2 кн. Кн.2: Справочник / Иванков С.И., Шубов Л.Я. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 228 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=899760>
7. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения : учебник. Т. 4 / А.А. Абрамов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ [и др.], 2008. - 710 с.
8. Разумов, К. А. Флотационный метод обогащения : Конспект лекций. - 2-е изд. - Л. : ЛГИ, 1975. - 272 с.

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Методические указания по практическим занятиям.

7.4. Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России.
<http://www.gpntb.ru/>
5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>
6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>,
<http://www.tehlit.ru/>.
7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

7.5. Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»
<https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

7.6. Информационные справочные системы:

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. <http://www.garant.ru/>
2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. www.consultant.ru/
3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре».

<http://www.informio.ru/>.

4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые»
<https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с досту-

пом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.