

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**  
Горный институт

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГИ

\_\_\_\_\_ А.А. Хорешок

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Флотационные процессы обогащения**

Специальность 21.05.04 Горное дело  
Специализация №06 Обогащение полезных ископаемых

Присваиваемая квалификация  
"Горный инженер (специалист)"

Формы обучения  
очная, заочная

Кемерово 20\_\_ г.



1583348589

Рабочую программу составил:

Доцент кафедры ОПИ \_\_\_\_\_ Л.А. Суслина  
подпись ФИО

Рабочая программа обсуждена

на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой обогащения полезных  
ископаемых \_\_\_\_\_

подпись

В.И. Удовицкий

ФИО

Согласовано учебно-методической комиссией

по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело

Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель учебно-методической комиссии по направлению  
подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело \_\_\_\_\_

подпись

В.И. Удовицкий

ФИО



1583348589

## **1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Флотационные процессы обогащения", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Освоение дисциплины направлено на формирование:  
общефессиональных компетенций:

ОПК-4 - готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр

Знать: морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.

Уметь: определять морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.

Владеть: методами определения морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.

профессиональных компетенций:

ПК-12 - готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства

Знать: структуру и взаимосвязи комплексов по обогащению полезных ископаемых и их функциональное назначение; закономерности разделения минералов на основе различия их физических и химических свойств; основы разработки схем обогащения полезных ископаемых методом флотации; принцип действия, устройство и технические характеристики флотационных машин;

Уметь: управлять стабильностью флотационного процесса; синтезировать и критически резюмировать полученную информацию;

Владеть: готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.

ПК-16 - готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты

Знать: процессы и технологии переработки и обогащения твёрдых полезных ископаемых флотационными методами; методы выбора и расчёта технологических флотационных схем обогащения и флотационного оборудования;

Уметь: рассчитывать основные параметры технологии флотационного процесса и оборудования (флотационного); анализировать устойчивость флотационного процесса и качество продуктов флотации; рассчитывать оптимальный комплекс флотационного оборудования для реализации технологической схемы обогащения и обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса;

Владеть: готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты; методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники при подготовке твердых полезных ископаемых к обогащению.

профессионально-специализированных компетенций:

ПСК-6.1 - способностью анализировать горногеологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород

Знать: физические и химические свойства полезных ископаемых, их структурно-механические особенности; научные термины в области обогащения полезных ископаемых флотационными методами;

Уметь: анализировать качество продуктов флотации; свойства и характеристики минерального сырья и вмещающих пород;

Владеть: научной терминологией в области обогащения полезных ископаемых флотационными методами; способностью анализировать горногеологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород.



1583348589

## **В результате освоения дисциплины обучающийся в общем по дисциплине должен**

Знать:

- структуру и взаимосвязи комплексов по обогащению полезных ископаемых и их функциональное назначение; закономерности разделения минералов на основе различия их физических и химических свойств; основы разработки схем обогащения полезных ископаемых методом флотации; принцип действия, устройство и технические характеристики флотационных машин;

- процессы и технологии переработки и обогащения твёрдых полезных ископаемых флотационными методами; методы выбора и расчёта технологических флотационных схем обогащения и флотационного оборудования;

- физические и химические свойства полезных ископаемых, их структурно-механические особенности; научные термины в области обогащения полезных ископаемых флотационными методами;

- морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.

Уметь:

- управлять стабильностью флотационного процесса; синтезировать и критически резюмировать полученную информацию;

- рассчитывать основные параметры технологии флотационного процесса и оборудования (флотационного); анализировать устойчивость флотационного процесса и качество продуктов флотации; рассчитывать оптимальный комплекс флотационного оборудования для реализации технологической схемы обогащения и обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса;

- анализировать качество продуктов флотации; свойства и характеристики минерального сырья и вмещающих пород;

- определять морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.

Владеть:

- готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.

- готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты; методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники при подготовке твердых полезных ископаемых к обогащению.

- научной терминологией в области обогащения полезных ископаемых флотационными методами; способностью анализировать горногеологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород.

- методами определения морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.

## **2 Место дисциплины "Флотационные процессы обогащения" в структуре ОПОП специалитета**

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Математика, Органическая химия, Физика, Химия, Основы обогащения и переработки полезных ископаемых.

Для изучения данной дисциплины необходимо знание основ подготовительных, основных и вспомогательных процессов обогащения полезных ископаемых (назначение технологического процесса обогащения полезных ископаемых, основное оборудование).

Данная дисциплина осваивается студентами в 8 семестре, после изучения дисциплин математики (логарифмические системы координат, антилогарифмы, теория вероятности), физики (плотность вещества, работа, мощность, энергия), законов и понятий физической, коллоидной и органической химии (структуры и свойств основных фазовых состояний вещества: газов, твердых тел и жидкостей; фазовые равновесия, химические равновесия, поверхностные явления, адсорбцию веществ на межфазовой поверхности; растворы электролитов, строение органических соединений, их природу и типы химической связи; взаимное влияние атомов в молекулах).

Приобретенные знания и навыки студенты могут использовать при исследовании процесса флотации, при выполнении дипломных работ и проектов.



1583348589

**3 Объем дисциплины "Флотационные процессы обогащения" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины "Флотационные процессы обогащения" составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 4/Семестр 8</b>			
Всего часов	144	144	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
Аудиторная работа			
Лекции	18	4	
Лабораторные занятия	34	6	
Практические занятия			
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Курсовое проектирование			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
<b>Самостоятельная работа</b>	56	125	
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	экзамен /36	экзамен /9	

**4 Содержание дисциплины "Флотационные процессы обогащения", структурированное по разделам (темам)**

#### 4.1 Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
1. Введение Актуальность обогащения флотационными методами. Классификация флотационных процессов. Флотационные реагенты. Назначение и классификация флотационных реагентов.	0,5	0,5	
2. Теоретические основы флотационного процесса Характеристика раздела фаз, участвующих в элементарном акте флотации. Роль двойного электрического и гидратных слоев на границе раздела фаз в избирательном закреплении минералов к пузырьку. Гидрофобные и гидрофильные частицы. Явление смачивания. Изменение энергии прослойки воды между пузырьком и частицей при элементарном акте флотации. Краевой угол смачивания. Поверхностное натяжение, поверхностная энергия. Флотационная сила. «Сухая» и «мокрая» флотации. Угол формы. Влияние формы частиц на флотиремость. Условие флотационного равновесия. Гистерезис смачивания. Его значение для флотации. Термодинамический анализ возможности элементарного акта флотации. Уравнение Фрумкина - Кабанова.	3,5	0,5	
3. Технология флотационного процесса Условия, влияющие на результат флотации: крупность зерен, плотность пульпы, реагентный режим, аэрация и перемешивание пульпы, интенсивность съема пены, дебит и температура пульпы. Кинетика флотации. Флотационные схемы.	2	1	



1583348589

4. Флотационные машины. Требования, предъявляемые к флотомашинам. Типы флотомашин по способу передачи нагрузки из камеры в камеру, по способу аэрации пульпы. Механические флотационные машины. «Механобр», МФР. Конструкция. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Требования к конструкции. Явление кавитации. Флотационные машины угольные. МФУ. Конструкция. Принцип действия. Пневмомеханические флотационные машины. ФПМ. Конструкция. Принцип действия. Пневматические флотационные машины. Аэролифтные флотационные машины. Принцип действия.	8	1	
5. Практика флотации Классификация минералов по флотуемости по М. А. Эйгелесу. Флотация минералов с высокой естественной гидрофобностью. Флотация каменного угля. Флотация молибденовых руд, полиметаллических сульфидных руд, медно-никелевых руд. Флотация солей щелочно-земельных металлов. Флотация шеелитовых руд. Метод Петрова. Флотация апатитовых руд. Флотация солей щелочно-земельных металлов. Флотация баритовых руд.	4	1	
Итого	18	4	

#### 4.2 Лабораторные занятия

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Основные виды флотационного процесса	6	2	
Определение краевого угла смачивания поверхности различных минералов	6		
Измерение силы отрыва частицы от пузырька воздуха	6		
Изучение кинетики флотационного процесса	6	4	
Исследование флотации с применением планирования многофакторного эксперимента для получения оптимальных результатов	6		
Защита лабораторных работ	4		
Итого	34	6	

#### 4.3 Самостоятельная работа студента и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

##### 4.3.1 Очная форма обучения

Вид СРС	Трудоемкость в часах	
	ОФ	
работа с литературой	16	
подготовка к тестированию	10	



1583348589

разработка курсового проекта	20
работа с Интернет-ресурсами	10
подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	10
Итого	56

#### 4.3.2 Заочная форма обучения

Вид СРС	Трудоемкость в часах
	ЗФ
Изучение дисциплины в течение семестра в том числе:	
работа с литературой	30
выполнение контрольных заданий	20
разработка курсового проекта	30
работа с Интернет-ресурсами	25
подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	20
Итого	125

#### 4.4 Курсовое проектирование

Задачами курсового проекта является:

- углубление, закрепление и обобщение знаний, полученных при изучении дисциплины «Флотационные процессы обогащения».
- развитие навыков теоретической инженерной работы в области флотационных процессов обогащения полезных ископаемых;
- приобретение навыков работы с технической литературой, справочниками и государственными стандартами;
- обучение студентов расчету флотационных схем, выбору оборудования, составлению пояснительной записки к курсовому проекту.

Тема курсового проекта «Запроектировать отделение флотации...» и далее, согласно варианту. Проект выполняют студенты всех форм обучения. Студенты заочной формы обучения получают задание на установочной лекции. Студентам необходимо рассчитать технологическую схему флотационных операций для получения из исходной руды кондиционных концентратов.

В первом разделе курсового проекта необходимо изложить обоснование выбора схемы флотации своего варианта с учетом опыта флотации аналогичных руд на обогатительных фабриках.

Во втором разделе курсового проекта на основании задания студент выбирает и вычерчивает схему флотации по представленному образцу, учитывая технологию обогащения заданных руд согласно варианту проекта. При расчете количественной схемы и водно-шламовой схемы определяют для всех продуктов обогащения численные значения основных технологических показателей. Рассчитанные технологические количественные показатели схемы флотации сводят в таблицу для составления технологического баланса.

В третьем разделе курсового проекта проводится определение необходимого числа камер и размера флотационной машины.

В четвертом разделе курсового проекта производится выбор и обоснование типов, расходов и способов подачи флотационных реагентов.



1583348589

**5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Флотационные процессы обогащения", структурированное по разделам (темам)**

**5.1 Паспорт фонда оценочных средств**

№	Наименование разделов дисциплины	Содержание (темы) раздела	Код компетенции	Знания, умения, навыки, необходимые для формирования соответствующей компетенции	Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции
1	Введение	Актуальность обогащения флотационными методами. Классификация флотационных процессов. Флотационные реагенты. Назначение и классификация флотационных реагентов.	<b>ПСК-6.1</b>	Знать: физические и химические свойства полезных ископаемых, их структурно-механические особенности; научные термины в области обогащения полезных ископаемых флотационными методами; уметь: анализировать качество продуктов флотации; свойства и характеристики минерального сырья и вмещающих пород; владеть: научной терминологией в области обогащения полезных ископаемых флотационными методами; способностью анализировать горногеологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород.	Зачет по лабораторным работам, контрольному заданию или тестированию.
2	Теоретические основы флотационного процесса	Характеристика раздела фаз, участвующих в элементарном акте флотации. Роль двойного электрического и гидратных слоев на границе раздела фаз в избирательном закреплении минералов к пузырьку. Изменение энергии прослая воды между пузырьком и частицей при элементарном акте флотации. Краевой угол смачивания. Поверхностное натяжение, поверхностная энергия. Флотационная сила. Условие флотационного равновесия.	<b>ПК-16</b>	Знать: процессы и технологии переработки и обогащения твердых полезных ископаемых флотационными методами; уметь: анализировать устойчивость флотационного процесса и качество продуктов флотации; обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса; владеть: готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты.	Зачет по лабораторным работам, контрольному заданию или тестированию.



1583348589



3	Технология флотационного процесса	Условия, влияющие на результат флотации: крупность зерен, плотность пульпы, реагентный режим, аэрация и перемешивание пульпы, интенсивность съема пены, дебит и температура пульпы. Кинетика флотации. Флотационные схемы.	ПК-12	Знать: структуру и взаимосвязи комплексов по обогащению полезных ископаемых и их функциональное назначение; закономерности разделения минералов на основе различия их физических и химических свойств; основы разработки схем обогащения полезных ископаемых методом флотации; уметь: управлять стабильностью флотационного процесса; синтезировать и критически резюмировать полученную информацию; владеть: готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.	Зачет по лабораторным работам, контрольному заданию или тестированию.
4	Флотационные машины	Типы флотомашин по способу передачи нагрузки из камеры в камеру, по способу аэрации пульпы. Механические флотационные машины. Флотационные машины угольные. МФУ. ФПМ. Пневматические флотационные машины.	ПК-12	Знать: принцип действия, устройство и технические характеристики флотационных машин; уметь: управлять стабильностью флотационного процесса; синтезировать и критически резюмировать полученную информацию; владеть: готовностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации производства.	Зачет по лабораторным работам, контрольному заданию или тестированию.



5	Практика флотации	Классификация минералов по флотированности по М. А. Эйгелесу. Флотация минералов с высокой естественной гидрофобностью. Флотация каменного угля. Флотация молибденовых руд, полиметаллических сульфидных руд, медно-никелевых руд. Флотация солей щелочно-земельных металлов.	ПК-16, ОПК-4	<p>знать: процессы и технологии переработки и обогащения твёрдых полезных ископаемых флотационными методами; методы выбора и расчёта технологических флотационных схем обогащения и флотационного оборудования, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр;</p> <p>уметь: рассчитывать основные параметры технологии флотационного процесса и оборудования (флотационного); анализировать устойчивость флотационного процесса и качество продуктов флотации; рассчитывать оптимальный комплекс флотационного оборудования для реализации технологической схемы обогащения и обосновывать оптимальные режимы ведения технологического процесса, определять морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр;</p> <p>владеть: готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты; методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники при подготовке твердых полезных ископаемых к обогащению, методами определения морфологических особенностей и генетических типов месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр.</p>	Зачет по курсовому проекту, лабораторным работам, контрольному заданию или тестированию, экзамен по курсу
---	-------------------	---	--------------	---	---



1583348589

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы

### Содержание контрольной работы

Контрольная работа содержит задачи по темам, отражающим содержание разделов:

- Технология флотационного процесса;
- Флотационные машины;
- Практика флотации.

В контрольной работе выполняется расчёт по исходным данным, согласно варианту. Вопросы, рассматриваемые в контрольной работе, изучаются студентами самостоятельно. На установочной лекции выдается задание согласно методическим указаниям по самостоятельной работе. Изучение вопросов и выполнение работы производится в течение семестра, в котором изучается эта дисциплина. Работа в рукописном или электронном виде сдается перед сессией преподавателю. Возникающие в процессе работы вопросы по решению заданий можно разрешить в процессе консультации с преподавателем дистанционно или лично.

В рамках контрольной работы выполняются четыре задания:

Задание 1. Расчет принципиальной схемы обогащения руды.

Задание 2. Описать одну из возможных схем обогащения руды с выделением товарных концентратов, согласно варианту задания.

Задание 3. Описать реагентные режимы обогащения каждого из полезных компонентов (по каждому циклу обогащения): назначение каждого реагента, расход, место подачи.

Задание 4. Выбрать и начертить схему флотационной машины. Описать конструкцию и принцип действия выбранной машины, ее достоинства и недостатки.

При зачете контрольной работы оценивается правильность и полнота выполнения каждого из заданий.

#### Критерии оценивания:

- 100 баллов - при правильном и полном выполнении всех заданий;
- 75...99 баллов - при правильном и полном выполнении первого задания и правильном, но не полном выполнении одного из заданий;
- 50...74 баллов - при правильном и полном выполнении первого задания и правильном, но не полном выполнении двух последующих заданий;
- 25...49 баллов - при правильном и полном выполнении первого задания и правильном, но не полном выполнении трех последующих заданий;
- 0...24 баллов - при отсутствии правильных и полных выполнений всех заданий.

Количество баллов	0...24	25...49	50...64	65...74	75...99	100
Шкала оценивания	Не зачтено			Зачтено		

### 5.2.1 Оценочные средства при текущей аттестации

#### Компьютерное тестирование

Компьютерное тестирование для студентов очной формы обучения проводится периодически по окончании лекционного курса, включающего информацию по главам: 2-5. Необходимо ответить на десять вопросов в течении десяти минут. В течении одной минуты необходимо прочитать задание и выбрать единственный правильный вопрос из предложенных. Тест считается выполненным на отлично, если даны ответы на 9 или 10 вопросов, на хорошо, если дано 8 правильных ответов и удовлетворительно, если дано 7 правильных ответов.

#### Примеры заданий

1. Какие классы крупности частиц руды подвергаются обогащению флотационными методами?

0-3 мм

1-3 мм

только менее 0,074 мм

не менее 0,074 мм

менее 0,5 (1 мм)

2. Какой из типов флотационных процессов не используется в настоящее время?

пенная флотация

флотация на жировой поверхности

масляная флотация

химическая флотация

электрофлотация



1583348589

**Критерии оценивания:**

- 5 - при правильном ответе на 9 или 10 вопросов;  
 4 - при правильном ответе на 8 вопросов;  
 3 - при правильном ответе на 7 вопросов;  
 0-2 - при правильном ответе на 6 и менее вопросов.

Количество баллов	0-2	3	4	5
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**Защита работ по лабораторному практикуму**

Студенты выполняют задания в течение пяти занятий. Они должны изучить необходимую литературу по курсу в соответствии с программой, особенно обращая внимание на указанные ссылки. Условие каждого задания следует полностью переписать в тетрадь. Задания должны быть выполнены согласно методическим указаниям для лабораторных работ и написаны четко и разборчиво. Возникающие в процессе работы вопросы по решению заданий можно разрешить в процессе консультации с преподавателем дистанционно или лично. Работа будет допущена к защите в случае правильного и полного оформления сделанной работы.

**Контрольные вопросы к лабораторному практикуму:****Лабораторная работа № 1. Основные виды флотационного процесса**

1. Какие существуют разновидности флотационных процессов разделения минералов?
2. Какой вид флотации используется при флотогравитации?
3. Для каких руд применяется процесс пенной сепарации?

**Лабораторная работа № 2. Определение краевого угла смачивания поверхности различных минералов**

1. Какие гипотезы элементарного акта флотации существовали в истории развития флотации?
2. В чем заключается гипотеза смачивания?
3. Что представляет собой явление смачивания?
4. Определите понятия «гидрофобные и гидрофильные частицы».
5. Дайте определение краевому углу смачивания.
6. Со стороны какой из фаз принято измерять краевой угол?
7. Дайте определение гистерезису смачивания.
8. Что такое гистерезисная сила?
9. Какую роль играет гистерезис при отрыве частицы от пузырька и при закреплении ее?

**Лабораторная работа № 3. Измерение силы отрыва частицы от пузырька воздуха.**

1. Что представляет собой явление смачивания? Определите понятия «гидрофобные и гидрофильные частицы».
2. Дайте определение краевому углу смачивания.
3. Дайте определение гистерезису смачивания.
4. Что представляют собой силы поверхностного натяжения, действующие на единицу длины периметра смачивания?
5. Как связан равновесный краевой угол с силами поверхностного натяжения?
6. Как влияет величина краевого угла на явление смачивания?
7. Что представляет собой флотационная сила, и от каких физических величин она зависит?
8. В чем заключается роль двойного электрического и гидратных слоев на границе раздела фаз при закреплении минералов к пузырьку?
9. Как изменяется энергия прослоя воды между пузырьком и частицей при элементарном акте флотации.
10. Объясните понятия «сухая» и «мокрая» флотации.
11. Что такое угол формы, и какое значение имеет при флотации?
12. Напишите условие флотационного равновесия.

**Лабораторная работа № 4. Изучение кинетики флотационного процесса**

1. В чем заключается процесс флотации?
2. Чем отличаются гидрофобные минералы от гидрофильных?
3. Какие классы крупности частиц руды подвергаются обогащению флотационными методами?
4. Расскажите, какие вы знаете типы флотационных процессов?
5. Что представляет собой пенная флотация минералов на пузырьках воздуха?
6. В чем заключается актуальность применения флотационных методов обогащения, например, для полиметаллических, тонковкрапленных руд, угольных шламов и т. д.?
7. Какие типы флотационных машин по способу передачи нагрузки из камеры в камеру вам известны?



1583348589

8. Какие типы флотационных машин по способу аэрации пульпы вы знаете?
9. Опишите конструкцию, принцип действия, достоинства и недостатки, требования к конструкции механической флотационной машины «Механобр».
10. В чем особенность флотационных угольных машин – МФУ?
11. О чем свидетельствует выпуклая форма кривой изменения коэффициента удельной скорости флотации с течением времени?
12. О чем свидетельствует вогнутая форма кривой изменения коэффициента удельной скорости флотации с течением времени?

**Лабораторная работа № 5.** Исследование флотации с применением планирования многофакторного эксперимента для получения оптимальных результатов.

1. Каким образом для исследования флотации можно применить методы планирования многофакторного эксперимента для получения оптимальных результатов?

2. Какие методы планирования многофакторного эксперимента можно применить?

При защите работы обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

**Критерии оценивания:**

- 100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 75...99 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 50...74 баллов – при правильном и неполном ответе на два вопроса или правильном и полном ответе только на один из вопросов;
- 25...49 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0...24 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0...24	25...49	50...64	65...74	75...99	100
Шкала оценивания	Не зачтено			Зачтено		

**5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации**

**Экзаменационная аттестация**

В процессе аттестации студенту дается билет, включающий два вопроса по различным разделам лекционного курса. К аттестации допускается студент при выполнении всех заданий в течении семестра. Возникающие в процессе изучения материалов по лекционному курсу вопросы можно разрешить в процессе консультации с преподавателем дистанционно или лично.

**Вопросы к экзамену по дисциплине «Флотационные процессы обогащения»**

1. Актуальность применения флотационных методов обогащения для полиметаллических, тонковкрапленных руд, угольных шламов и т.д.
2. Классификация флотационных процессов. Разновидности пенной флотации.
3. Гипотезы элементарного акта флотации.
4. Гипотеза смачивания или краевого угла. Периметр смачивания. Краевой угол (равновесный и гистерезисный).
5. Силы поверхностного натяжения, действующие на единицу длины периметра смачивания. Определение равновесного краевого угла через силы поверхностного натяжения. Зависимость явления смачивания от величины краевого угла.
6. Гистерезис смачивания. Сила гистерезиса. Изменение краевого угла с учетом гистерезиса при наступлении жидкой фазы на газообразную и наоборот. Закономерности гистерезиса. Значение гистерезиса для флотации.
7. Флотационная сила. Зависимость флотационной силы от краевого угла.
8. Флотационная сила. Угол формы. Угол флотации. Зависимость флотационной силы от сил поверхностного натяжения, краевого угла и периметра смачивания частицы.
9. Условие флотационного равновесия. Уравнение Фрумкина.
10. Гидратный слой. Условие образования.
11. Зависимость удельной поверхностной энергии слоя воды между частицей и пузырьком от его толщины для гидрофобной и гидрофильной поверхности частицы.
12. Флотационные реагенты. Классификация. Назначение.
13. Условия, влияющие на результат флотации.
14. Влияние крупности зерен на флотацию.
15. Влияние тонких шламов на результаты флотации.
16. Влияние плотности пульпы на флотацию.
17. Влияние реагентного режима на результаты флотации.
18. Влияние аэрации и перемешивания пульпы на результаты флотации.
19. Кинетика флотации.



1583348589

20. Влияние интенсивности съема пены на качество флотоконцентрата.
21. Флотационные схемы. Операции флотации. Циклы. Стадии.
22. Особенности флотационных схем при обогащении полиметаллических руд. Зависимость качества руд от схемы флотации.
23. Влияние оптимального потока и температуры пульпы на флотацию.
24. Флотационные машины. Требования, предъявляемые к флотомашинам.
25. Типы флотомашин по способу передачи нагрузки из камеры в камеру, по способу аэрации пульпы.
26. Механические флотационные машины. «Механобр», МФР. Конструкция. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Требования к конструкции.
27. Явление кавитации. Условие возникновения микропузырьков в пульпе в камерах механических и пневматических машин.
28. Флотационные машины угольные. МФУ. Конструкция. Принцип действия.
29. Пневмомеханические флотационные машины. ФПР. Конструкция. Принцип действия.
30. Пневматические флотационные машины. Аэролифтные флотационные машины. Принцип действия.
31. Классификация минералов по флотируемости по Эйгелесу М.А.
32. Флотация минералов с высокой естественной гидрофобностью. Флотация каменного угля.
33. Флотация минералов с высокой естественной гидрофобностью. Флотация молибденовых руд.
34. Флотация самородных металлов. Флотация золотосодержащих руд.
35. Флотация полиметаллических сульфидных руд. Особенности флотационных схем при обогащении полиметаллических руд.
36. Флотация полиметаллических сульфидных руд. Особенности подбора флотационных реагентов при обогащении полиметаллических руд.
37. Флотация медно-никелевых руд.
38. Флотация окисленных руд цветных металлов на примере окисленных медных руд. Метод Мостовича.
39. Флотация солей щелочноземельных металлов. Флотация шеелитовых руд. Метод Петрова.
40. Флотация солей щелочноземельных металлов. Флотация баритовых руд.

При проведении промежуточной аттестации обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

**Критерии оценивания:**

- 100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 75...99 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 50...74 баллов - при правильном и неполном ответе на два вопроса или правильном и полном ответе только на один из вопросов;
- 25...49 баллов - при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0...24 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0...24	25...49	50...74	75...99	100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	

**Аттестация курсового проекта**

Проект состоит из пояснительной записки и графической части из трех технологической схем флотационного процесса, представленного в трех вариантах: качественно-количественной, водно-шламовой и схемы цепи аппаратов на листах формата А4. В записке должны быть отображены следующие разделы: задание, выданного руководителем, составленные технологические флотационные схемы, содержащие все рассчитанные технологические показатели, основное оборудование. Задания должны быть выполнены согласно методическим указаниям для курсовой работы и написаны четко и разборчиво. Возникающие в процессе работы вопросы по решению заданий можно разрешить в процессе консультации с преподавателем дистанционно или лично. Студент обязан защитить принятые решения и проведенные расчеты. Дифференцированная аттестация проводится при наличии допущенной к аттестации работы. Допущенной к защите считается работа в случае выполнения всех поставленных задач.

При проведении аттестации курсового проекта обучающимся будет задано три вопроса, на которые они должны дать ответы. Например:

1. Опишите конструкцию, принцип действия, достоинства и недостатки выбранной флотационной машины.



1583348589

2. Какие реагенты используете при флотации руды?
3. Как на практике обогащаются данные руды?

**Критерии оценивания:**

- 100 баллов - при правильном и полном ответе на три вопроса;
- 75...99 баллов - при правильных и полных ответах на два вопроса и правильном, но не полном ответе на один из последующих вопросов;
- 50...74 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильных, но не полных ответах на последующие вопросы;
- 25...49 баллов - при правильных и неполных ответах на три вопроса;
- 0...24 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0...24	25...49	50...74	75...99	100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	

## 6 Учебно-методическое обеспечение

### 6.1 Основная литература

1. Федотов, К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. (специальности) 130400 "Горн. дело", специализация "Обогащение полез. ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская. – Москва : Горная книга, 2012. – 536 с.ил. – (Обогащение полезных ископаемых). – ISBN 9785986722825. – Текст : непосредственный.

2. Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения Т. 4 : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Обогащение полез. ископаемых" направления подготовки "Горн. дело" / А. А. Абрамов. – 3-е изд., перераб. и доп.. – Москва : МГГУ, 2008. – 710 с. – (Обогащение полезных ископаемых). – ISBN 9785741805077. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79171>. – Текст : непосредственный + электронный.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Справочник по обогащению руд Обогатительные фабрики / Г. И. Адамов [и др.] ; под ред. О. С. Богданова [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп.. – Москва : Недра, 1984. – 358 с. – Текст : непосредственный.

2. Разумов, К. А. Флотационный метод обогащения : конспект лекций / К. А. Разумов; Ленингр. горн. ин-т им. Г. В. Плеханова. – 2-е изд.. – Ленинград : ЛГИ, 1975. – 272 с. – Текст : непосредственный.

3. Суслина, Л. А. Флотационные методы обогащения : материалы к лекционному курсу для студентов очной и заочной формы обучения специальности 130405 "Обогащение полезных ископаемых" / Л. А. Суслина ; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. обогащения полезн. ископаемых. – Кемерово : КузГТУ, 2010. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91622&type=utchposob:common> (дата обращения: 02.03.2020). – Текст : электронный.

4. Суслина, Л. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие для студентов очной и заочной формы обучения специальностей горного профиля: 130405 «Обогащение полезных ископаемых» и 280102 «Безопасность технологических процессов и производств», изучающих дисциплину «Основы обогащения полезных ископаемых»; 130403 «Открытые горные работы», изучающих дисциплину «Обогащение полезных ископаемых»; 130404 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», изучающих дисциплину «Переработка и комплексное использование сырья»; 080502.14 «Экономика и управление на предприятиях в горной промышленности», изучающих дисциплину «Технология обогащения» / Л. А. Суслина ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полезн. ископаемых. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 194 с.1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90787&type=utchposob:common> (дата обращения: 02.03.2020). – Текст : электронный.

### 6.3 Методическая литература

1. Флотационные процессы обогащения : методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130406.65 «Обогащение полезных ископаемых», очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф.



1583348589

обогащения полез. ископаемых ; сост. Л. А. Суслина. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 36 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=7857> (дата обращения: 02.03.2020). – Текст : электронный.

2. Флотационные процессы обогащения : методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» специализации 130406.65 «Обогащение полезных ископаемых», заочной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полез. ископаемых ; сост. Л. А. Суслина. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 51 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=7858> (дата обращения: 02.03.2020). – Текст : электронный.

3. Флотационные процессы обогащения полезных ископаемых : методические указания к курсовому проекту для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», образовательной программы «Обогащение полезных ископаемых», очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полез. ископаемых ; сост. Л. А. Суслина. – Кемерово : Издательство КузГТУ, 2015. – 59 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=139> (дата обращения: 02.03.2020). – Текст : электронный.

4. Флотационные процессы обогащения : методические указания к лабораторным работам для студентов направления подготовки 21.05.04 "Горное дело" образовательная программа "Обогащение полезных ископаемых", всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. обогащения полез. ископаемых ; сост.: Л. А. Суслина. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 60 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=4335> (дата обращения: 02.03.2020). – Текст : электронный.

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Информацию обо всех имеющихся электронных ресурсах можно получить в аудитории 1211 (зал электронных ресурсов) и на сайте библиотеки <http://library.kuzstu.ru> в том числе по разделам:

- тематический указатель периодических изданий
- учебные пособия, изданные в КузГТУ
- информационная система «Технонорматив»
- ресурсы Интернет по профилю КузГТУ (<http://elib.kuzstu.ru>)

Можно воспользоваться сайтами ведущих фирм-производителей оборудования для переработки полезных ископаемых: <http://www.lmzip.com>; <http://www.new-technologies.spb.ru.>; <http://www.sdormash.ru.>; <http://www.dromash.ru.>; <http://www.hartl.ru.>; <http://www.drobilki.com>; <http://www.andritz.com/ep> и др. Полезно воспользоваться поисковыми системами Яндекс, Rambler, Yahoo, Google, MSN.

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Флотационные процессы обогащения"**

### **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Флотационные процессы обогащения", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Mozilla Firefox
2. Google Chrome
3. Opera
4. Yandex
5. Microsoft Windows
6. ESET NOD32 Smart Security Business Edition

### **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Флотационные процессы обогащения"**

1. Мультимедийные средства (аудитория 2009).
2. Лабораторное оборудование: Флотационные машины, установки: для исследования пенообразующих свойств реагентов-вспенивателей; установка Ребиндера для определения краевого угла смачивания поверхности различных минералов; установка для измерения силы отрыва частицы от пузырька воздуха (аудитория 2119). Измерительные средства и приборы, технические весы, наборы сит (аудитория 2007).



1583348589



## 11 Иные сведения и (или) материалы



1583348589



1583348589

## Список изменений литературы на 05.12.2017

### Основная литература

1. Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения Т. 4 : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Обогащение полез. ископаемых" направления подготовки "Горн. дело" / А. А. Абрамов. - 3-е изд., перераб. и доп.. - Москва : МГГУ, 2008. - 710 с. - (Обогащение полезных ископаемых). - ISBN 9785741805077. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79171>. - Текст : непосредственный + электронный.

2. Федотов, К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. (специальности) 130400 "Горн. дело", специализация "Обогащение полез. ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская. - Москва : Горная книга, 2012. - 536 с.ил. - (Обогащение полезных ископаемых). - ISBN 9785986722825. - Текст : непосредственный.

### Дополнительная литература

1. Разумов, К. А. Флотационный метод обогащения : конспект лекций / К. А. Разумов; Ленингр. горн. ин-т им. Г. В. Плеханова. - 2-е изд.. - Ленинград : ЛГИ, 1975. - 272 с. - Текст : непосредственный.

2. Справочник по обогащению руд Обоганительные фабрики / Г. И. Адамов [и др.] ; под ред. О. С. Богданова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва : Недра, 1984. - 358 с. - Текст : непосредственный.

3. Суслина, Л. А. Флотационные методы обогащения : материалы к лекционному курсу для студентов очной и заочной формы обучения специальности 130405 "Обогащение полезных ископаемых" / Л. А. Суслина ; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. обогащения полезн. ископаемых. - Кемерово : КузГТУ, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91622&type=utchposob:common> (дата обращения: 02.03.2020). - Текст : электронный.

4. Суслина, Л. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие для студентов очной и заочной формы обучения специальностей горного профиля: 130405 «Обогащение полезных ископаемых» и 280102 «Безопасность технологических процессов и производств», изучающих дисциплину «Основы обогащения полезных ископаемых»; 130403 «Открытые горные работы», изучающих дисциплину «Обогащение полезных ископаемых»; 130404 «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых», изучающих дисциплину «Переработка и комплексное использование сырья»; 080502.14 «Экономика и управление на предприятиях в горной промышленности», изучающих дисциплину «Технология обогащения» / Л. А. Суслина ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полезн. ископаемых. - Кемерово : КузГТУ, 2012. - 194 с.1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90787&type=utchposob:common> (дата обращения: 02.03.2020). - Текст : электронный.



1583348589