**21.05.04.06.Б1.Б-2019-РП**

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

Горный институт

**ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ**

Горный институт
Директор

Дата: 25.11.2022 12:11:00

А.Н. Ермаков

**Фонд оценочных средств дисциплины**

# Гравитационные процессы обогащения

Специальность 21.05.04 Горное дело
Специализация / направленность (профиль) Обогащение полезных ископаемых

Присваиваемая квалификация
"Горный инженер (специалист)"

Формы обучения
очная

## 1. Паспорт фонда оценочных средств

| Формы текущего контроля | Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины | Индикатор достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине | Уровень |
|---|---|---|---|---|
| Опрос по контрольным вопросам, подготовка отчетов по курсовому проектированию, лабораторным работам, контрольной работе, тестирование | **ОПК-7, ПК-12, ПК-16, ПСК-6.1, ПСК-6.5** | умеет пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов, способен к управлению процессами организационной подготовки производства методами компьютерного моделирования технологических процессов обогащения гравитационными методами при переходах на новый вид оборудования, новый вид продукции или изменении сырьевой базы; обладает способностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации обогащения гравитационными методами; способен выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчет; обладает способностью оперативно устранять нарушения производственных процессов, вести первичный учет выполняемых работ, анализировать оперативные и текущие показатели производства, обосновывать предложения по совершенствованию организации обогащения гравитационными методами; обладает способностью анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород; обладает способностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств. | Знать методы компьютерного моделирования технологических процессов обогащения гравитационными методами при переходах на новый вид оборудования, новый вид продукции или изменении сырьевой базы; оперативные и текущие показатели гравитационных процессов, теоретические основы разделения по плотности, оценку эффективности работы гравитационных аппаратов, обогащение отсадкой и в тяжелых средах, в безнапорном потоке воды, текущей по наклонной плоскости, в восходящих потоках воды, в криволинейных потоках и центробежном поле; методики выполнения экспериментальных и лабораторных исследований; методы определения и анализа физических свойств минерального сырья и вмещающих пород , влияющих на обогатимость минеральных комплексов; обладает способностью применять современные информационные технологии, автоматизированные системы проектирования обогатительных производств.<br>Уметь управлять процессами организационной подготовки производства, используя методы компьютерного моделирования технологических процессов обогащения гравитационными методами; определять и рассчитывать оперативные и текущие показатели гравитационных процессов, теоретические основы разделения по плотности, оценку эффективности работы гравитационных аппаратов, обогащение отсадкой и в тяжелых средах, в безнапорном потоке воды, текущей по наклонной плоскости, в восходящих потоках воды, в криволинейных потоках и центробежном поле; вести первичный учет выполняемых работ по гравитационным процессам; составлять и защищать отчеты по экспериментальным и лабораторным исследованиям; уметь выбирать технологии гравитационного обогащения на основе свойств и характеристик минерального сырья и вмещающих пород; выбирать проблемно ориентированные программные продукты для создания баз данных, расчета процессов и технологий гравитационного обогащения.<br>Владеть методами компьютерного моделирования технологических процессов обогащения гравитационными методами; готовностью оперативно устранять нарушения гравитационных процессов обогащения; способностью анализировать и интерпретировать полученные результаты; способностью выбирать процессы и аппараты в зависимости от физических свойств минерального сырья и вмещающих пород; готовностью применять современные информационные технологии и специализированные программные комплексы для построения кривых обогатимости и оптимизации процессов гравитационного обогащения каменных углей. | Высокий или средний |

**Высокий уровень достижения компетенции -** компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.

**Средний уровень достижения компетенции -** компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.

**Низкий уровень достижения компетенции -** компетенция не сформирована частично, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.

**5.2. Контрольные задания или иные материалы**

**Текущий контроль успеваемости и аттестационные испытания обучающихся могут быть организованы с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ. Полный перечень оценочных материалов расположен в ЭИОС КузГТУ.: https://el.kuzstu.ru/login/index.php.**

**Текущий контроль успеваемости и аттестационные испытания могут проводиться в письменной и (или) устной, и (или) электронной форме.**

**5.2.1.Оценочные средства при текущем контроле**

**Текущий контроль по темам дисциплины заключается в опросе по контрольным вопросам, проверке отчетов по лабораторным работам, которые составляются на основе методических указаний к лабораторным работам и содержат: цели и задачи работы, краткий теоретический материал по теме работы, методику выполнения эксперимента, задаваемые параметры работы, необходимые расчеты, таблицы. Обязательным пунктами являются анализ полученных результатов и выводы по работе. Текущий контроль также осуществляется в виде проверки выполнения расчетов по курсовому проекту.**

**5.2.1.Оценочные средства при текущей аттестации**

***Опрос по контрольным вопросам:***

При проведении текущего контроля обучающимся будет письменно, либо устно задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

Например:

1. Напишите формулу для определения коэффициента равнопадаемости по Стоксу.
2. Какие вы знаете методы оценки устойчивости суспензии?

Критерии оценивания:

- 85–100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 65–84 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 25–64 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0–24 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

| Количество баллов | 0-24 | 25-64 | 65-84 | 85-100 |
|---|---|---|---|---|
| Шкала оценивания | неуд. | удовл. | хорошо | отлично |

***Примерный перечень контрольных вопросов: (в соответствии с количеством тем/разделов)***

**Раздел 1. Введение.**

**Тема 1. Задачи и содержание курса. Свойства минеральных зерен. Среды, используемые в гравитационных процессах. Общая характеристика, классификация и область применения методов.**

1. Метод Лященко для определения коэффициента равнопадаемости.
2. График зависимости $y = f(Re)$. Вывод обобщенной формулы конечной скорости падения.
3. Коэффициент равнопадаемости по Стоксу.
4. Распределение частиц одинакового размера и разных плотностей в восходяшем потоке.

**Тема 2. Седиментационный анализ. Распределение зерен по крупности в аппаратах гидравлической классификации. Классификация аппаратов**.

1. Время достижения шаром малых размеров конечной скорости падения.
2. Формула скорости шара в среде (по Риттингеру).
3. Стесненное падение частиц в среде. Формулы скоростей стесненного падения по Ричардсу, Монроэ, Финкею и Лященко.
4. Устойчивость суспензии. Методы оценки устойчивости.
5. Реологические свойства суспензий. Вязкопластичные и псевдопластичные среды.

**Тема 3. Классификаторы гравитационные с механической разгрузкой песков. Одно- и многокамерные классификаторы с гидравлической разгрузкой осадка. Их конструкция, принцип действия и регулирование. Технологический расчет классификаторов. Классификация в поле действия центробежных сил. Использование центробежного поля для интенсификации разделения тонких зерен. Гидроциклоны, их конструкция и регулирование. Движение пульпы в гидроциклоне. Основные зависимости для выбора и расчета**

**гидроциклоне. Осадительные центрифуги, принцип действия. Применение классификаторов на ОФ. Основные схемы классификации.**

1. Конструкции спиральных классификаторов.
2. Батарейные гидроциклоны.
3. Конструкции шламового и пескового конусных классификаторов.
4. Схемы установки гидроциклонов.
5. Суспензионный гидроциклон.

**Раздел 2. Теоретические основы разделения по плотности.**

**Тема 1. Фракционный анализ. Графическая интерпретация результатов фракционного анализа**

1. Вывод формулы извлечения полезного компонента в продукт обогащения.
2. Вывод формулы выхода продукта обогащения.
3. Последовательность проведения фракционного анализа.
4. Построение кривых всплывших и потонувших фракций.
5. Построение кривой зольностей элементарных фракций.
6 Оформление результатов фракционного анализа.

**Тема 2. Расчет и построение кривых обогатимости, их анализ и использование. Методы оценки обогатимости. Правило максимального выхода суммарного концентрата (теорема Рейнгардта). Выбор оптимальных плотностей разделения. Расчет теоретического баланса продуктов обогащения.**

1. Методы определения обогатимости.
2. Расчет и построение кривых обогатимости
3. Правило максимального выхода суммарного концентрата (теорема Рейнгардта).
4. Выбор оптимальных плотностей разделения.
5. Расчет теоретического баланса продуктов обогащения.

**Раздел 3. Оценка эффективности работы гравитационных аппаратов.**

**Тема 1**. **Методы расчета нормативов для контроля потерь и засорений. Построение кривых разделения Тромпа.**

1. Построение кривой разделения Тромпа. Параметры кривой.
2. Метод суммарных засорений для определения эффективности работы гравитационных аппаратов.

**Тема 2**. Графическое и аналитическое определение величины среднего вероятного отклонения и погрешности разделения.

1. Метод взаимных засорений для определения эффективности работы гравитационных аппаратов.

**Раздел 4. Обогащение в тяжелых средах.**

**Тема 1. Тяжелые жидкости. Установки для обогащения в тяжелых жидкостях. Минеральные суспензии. Утяжелители для приготовления суспензий, их свойства. Реологические свойства суспензий. Методы их измерения. Крупность минеральных зерен, разделяемых в суспензиях, в поле действия гравитационных и центробежных сил. Устойчивость суспензий. Методы улучшения реологических свойств и повышение устойчивости суспензий. Расчет количества утяжелителя для приготовления суспензии заданного объема и плотности. Аппараты для обогащения крупных классов углей в тяжелых суспензиях. Колесные, конусные, барабанные сепараторы. Установки для обогащения мелких классов углей в суспензиях. Регенерация суспензий. Вспомогательное оборудование в схемах регенерации.**

1. Тяжелые жидкости. Установки для обогащения в тяжелых жидкостях.
2. Аппараты для обогащения крупных классов углей в тяжелых суспензиях. Колесные, конусные, барабанные сепараторы.
3. Установки для обогащения мелких классов углей в суспензиях.
4. Утяжелители для приготовления суспензий, их свойства.
5. Минеральные суспензии. Реологические свойства суспензий. Методы их измерения.
6. Методы улучшения реологических свойств и повышение устойчивости суспензий.
7. Расчет количества утяжелителя для приготовления суспензии заданного объема и плотности.

**Раздел 5. Отсадка.**

**Тема 1. Теоретические основы. Гипотезы и стохастический характер процесса отсадки. Естественная постель, ее разрыхление в процессе пульсаций. Распределение зерен по высоте постели. Искусственная постель, используемые материалы. Методы измерения разрыхленности постели. Циклы отсадки.**

1. Гипотезы и стохастический характер процесса отсадки.

2. Естественная постель, ее разрыхление в процессе пульсаций.

3. Распределение зерен по высоте постели.

4. Искусственная постель, используемые материалы.

5. Методы измерения разрыхленности постели.

6. Циклы отсадки.

**Тема 2. Общая характеристика и классификация отсадочных машин. Беспоршневые ОМ. Элементы конструкций: решета, разгрузочные устройства, воздушные отделения, проточные части, обтекатели. Конструкции и принципы действия пульсаторов. Диафрагмовые ОМ. Технологии отсадки.**

1. Общая характеристика и классификация отсадочных машин.

2. Беспоршневые ОМ. Элементы конструкций: решета, разгрузочные устройства, воздушные отделения, проточные части, обтекатели.

3. Конструкции и принципы действия пульсаторов.

4. Диафрагмовые ОМ.

5. Технологии отсадки.

**Раздел 6. Обогащение в безнапорном потоке воды, текущей по наклонной плоскости.**

**Тема 1. Распределение скоростей по высоте потока. Движение зерен в безнапорном потоке. Взвешивающая способность потоков Шлюзы. Шлюзы глубокого и мелкого наполнения. Характер концентрации зерен между трафаретами. Устройство трафаретов. Автоматический сполоск шлюзов. Ленточные шлюзы Вибрационные концентраторы. Регулировка процесса обогащения. Технологический расчет аппаратов.**

1. Распределение скоростей по высоте потока.

2. Движение зерен в безнапорном потоке.

3. Взвешивающая способность потоков Шлюзы.

4. Шлюзы глубокого и мелкого наполнения.

5. Характер концентрации зерен между трафаретами. Устройство трафаретов.

6. Автоматический сполоск шлюзов. Ленточные шлюзы

7. Вибрационные концентраторы.

8. Регулировка процесса обогащения.

9. Технологический расчет аппаратов

**Тема 2. Суживающиеся желоба и конусные концентраторы. Теоретические основы разделения и принцип действия. Сотрясательные концентрационные столы. Конструкция дек. Типы нарифлений. Углы наклона деки. Регулировка процесса. Аппараты с орбитальным движением деки.**

1. Суживающиеся желоба и конусные концентраторы.

2. Теоретические основы разделения и принцип действия.

3. Сотрясательные концентрационные столы.

4. Конструкция дек. Типы нарифлений. Углы наклона деки. Регулировка процесса.

5. Аппараты с орбитальным движением деки.

**Раздел 7. Обогащение в восходящих потоках воды.**

**Тема 1. Теоретические основы и принцип действия крутонаклонных сепараторов. Технология обогащения.**

1. Теоретические основы и принцип действия крутонаклонных сепараторов.

2. Технология обогащения в крутонаклонных сепараторах.

**Раздел 8. Обогащение в криволинейных потоках и центробежном поле.**

**Тема 1. Винтовые сепараторы и шлюзы. Теоретические основы процесса и принцип действия аппаратов. Особенности устройства. Факторы, влияющие на работу. Разгрузочные устройства сепараторов и шлюзов. Технология обогащения. Шнековые сепараторы. Теоретические основы утяжеления среды в криволинейных потоках. Основные конструкции и принцип действия, регулирование.**

1. Винтовые сепараторы и шлюзы. Теоретические основы процесса и принцип действия аппаратов. Особенности устройства.

2. Факторы, влияющие на работу. Разгрузочные устройства сепараторов и шлюзов.

3. Технология обогащения. Шнековые сепараторы.

4. Теоретические основы утяжеления среды в криволинейных потоках.

5. Основные конструкции и принцип действия, регулирование.

**Раздел 9. Промывка.**

**Тема 1. Общая характеристика россыпей и глинистых руд. Классификация руд по промывистости. Промывочные машины**

1. Общая характеристика россыпей и глинистых руд.

2. Классификация руд по промывистости.

3. Промывочные машины

**Раздел 10. Пневматическое обогащение.**

**Тема 1**. Обогащение в аэросуспензиях. Утяжелители и их улавливание.Конструкции аэросуспензионных сепараторов.

1. Обогащение в аэросуспензиях.

2. Утяжелители и их улавливание.

3. Конструкции аэросуспензионных сепараторов.

**Тема 2. Пневматическая отсадка. Конструкции машин. Основные параметры и регулирование процесса. Пневматическая концентрация. Конструкции пневматических сепараторов. Основные параметры и регулирование процесса.**

1. Пневматическая отсадка. Конструкции машин.

2. Основные параметры и регулирование процесса.

3. Пневматическая концентрация. Конструкции пневматических сепараторов.

4. Основные параметры и регулирование процесса.

***Подготовка отчетов по курсовому проектированию***

1.Тема работы: РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ

2. Цель работы: расчет технологических показателей подготовительных, основных и вспомогательных операций первичной переработки каменных углей (можно с применением вычислительной техники).

3. Описание хода выполнения работы.

1. Определить количественный состав угольной шихты, со□стоящей из двух пластов. 2. Рассчитать подготовительные операции первичной пере□работки каменных углей. 3. Для планируемой зольности суммарного гравитационного концентрата класса 0,5-100 мм с использованием теоремы Рейн□гардта определить плотности разделения и технологические по□казатели обогащения крупного класса 13-100 мм в тяжелых сре□дах и мелкого 0,5-13 мм - в отсадочных машинах. 4. Составить предварительный практический баланс обез□воженных продуктов обогащения и шламов. 5. В соответствии с заданной производительностью фабрики для каждой операции обогащения выбрать оборудование (раз□дел 3). 6. Используя шаблоны оборудования, разработанные при изучении дисциплины «Компьютерная графика», для одной сек□ции на листе формата А4 начертить схему цепи аппаратов в САПР AutoCAD.

4. Выводы

**Примерный перечень вариантов курсового проекта**

Исходные данные для расчета: количественные характеристики пластов и процентное участие пластов в шихте.

| № варианта | № первого пласта | Доля участия в шихте первого пласта | № второго пласта | Доля участия в шихте второго пласта |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 | 10 | 101 | 90 |
| 2 | 100 | 20 | 101 | 80 |
| 3 | 189 | 70 | 190 | 30 |
| 4 | 100 | 40 | 101 | 60 |
| 5 | 37 | 80 | 41 | 20 |
| 6 | 37 | 50 | 41 | 50 |
| 7 | 426 | 30 | 427 | 70 |
| 8 | 428 | 60 | 429 | 40 |
| 9 | 493 | 50 | 495 | 50 |
| 10 | 67 | 30 | 68 | 70 |

**Критерии оценивания:**

**- 90 - 100 баллов при правильном и полном выполнении расчетов, правильном обосновании выбора технологической схемы расчета;**

- 75 - 89 баллов при правильном и полном выполнении расчетов и не обоснованном выборе схемы рассчета;

- 65 - 74 балла при правильном и неполном выполнении расчетов и неправильном выборе схемы рассчета;

- 0 - 64 балла при неправильном и неполном выполнении расчетов и неправильном выборе схемы расчета

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Количество баллов | 0-64 | 65-74 | 75-89 | 90-100 |
| Шкала оценивания | неуд. | удовл. | хорошо | отлично |

**Отчеты по лабораторным работам**

Отчеты по лабораторным работам составляются на основе Методических указаний к лабораторным работам и содержат: цели и задачи работы, краткий теоретический материал по теме работы, методику выполнения эксперимента, задаваемые параметры работы, необходимые расчеты, таблицы. Обязательным пунктами являются анализ полученных результатов и выводы по работе.

По каждой работе обучающиеся самостоятельно оформляют отчеты в электронном формате (согласно перечню лабораторных работ п.4 рабочей программы).

Содержание отчета:

1.Тема работы.

2. Задачи работы.

3. Краткое описание хода выполнения работы.

4. Ответы на задания или полученные результаты по окончании выполнения работы (в зависимости от задач, поставленных в п. 2).

5. Выводы

**Контрольные вопросы к защите лабораторных работ:**

**Лабораторная работа №1**

1. Продукты обогащения?
2. Вывод формулы для определения выхода продукта обогащения?
3. Вывод формулы для определения содержания полезного компонента?
4. Вывод формулы для определения извлечения полезного компонента?
5. Методика проведения фракционного анализа?

**Лабораторная работа №2**

1. Порядок заполнения таблицы фракционного анализа?
2. Построение кривых обогатимости?
3. Методы определения обогатимости углей?
4. Ход работы?
5. Решение задач с помощью кривых обогатимости?

**Лабораторная работа №3**

1. Равнопадаемость и коэффициент равнопадаемости?
2. Формулы для определения конечных скоростей падения Стокса, Риттингера, Аллена, обобщенной и Лященко?
3. Конструкции и принцип действия гидравлических классификаторов?
4. Ход работы?
5. Методика проведения седиментационного анализа?
6. Гранулометрический состав материала?

**Лабораторная работа №4**

1. Механизм образования взвесей на столе?
2. Расслаивание зерен во взвесях на деке стола?
3. Избирательное транспортирование расслоившихся зерен?
4. Конструкции концентрационных столов: СКМ-1М, СКО-15, СК-22?
5. Факторы, влияющие на работу концентрационных столов?
6. Реологические свойства суспензий?
7. Ход работы?
8. Схемы регенерации суспензии?

**Лабораторная работа №5**

1. Особенности движения водного потока по винтовому желобу?
2. Движение зерен по желобу винтового сепаратора?
3. Сущность процесса концентрации на винтовом сепараторе?
4. Конструкции винтового сепаратора СВМ или *Reichert*?
5. Обогащение углей в противоточных гравитационных аппаратах, горизонтальном шнековом сепараторе СШ-15, вертикальном шнековом сепараторе СВШ-15, крутонаклонном сепараторе КНС?

6. Ход работы?
7. Обслуживание винтового сепаратора?

**Лабораторная работа №6**

1. Правило Риттингера для отсадки?
2. Циклы отсадки?
3. Конструкции отсадочных машин: поршневых, диафрагмовых и беспоршневых?
4. Воздушные пульсаторы: поршневой, роторные и клапанный?
5. Конструкции отсадочных решет и способы их крепления?
6. Загрузочные устройства осадочных машин?
7. Водо- и воздухоснабжение отсадочных машин?
8. Разгрузочные устройства отсадочных машин?
9. Технологические параметры отсадки

**Лабораторная работа №7**

1. Классификация в поле действия центробежной силы. Параметр Фруда?
2. Гидроциклоны, их конструкции и регулирование?
3. Траектории движения жидкости и частиц в гидроциклоне?
4. Факторы, влияющие на показатели работы гидроциклонов открытого цикла измельчения?
5. Применение гидроциклонов на обогатительных фабриках?
6. Эксплуатация гидроциклонов?
7. Ход работы?
8. Схемы конструкций вихревого гидроциклона, турбоциклона?%

**Критерии оценивания лабораторных работ:**

**При защите лабораторной работы студент получает три вопроса.**

-65 - 100 баллов студент получает при правильном и полном ответе на все вопросы;

0 - 64 балла студент получает при отсутствии ответов на 2 вопроса или при полном отсутствии правильных ответов на вопросы.

| Количество баллов | 0-64 | 65- 100 |
|---|---|---|
| Шкала оценивания | Не зачтено | Зачтено |

**Отчет по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения).**

**Пример варианта контрольной работы для студентов заочной формы обучения.**

*Задание 1. Определить ситовый состав шихты состоящей из двух пластов.*

*Задание 2. По данным задания №1 рассчитать фракционный состав шихты, состоящий из двух пластов.*

*Задание 3. По результатам ситового и фракционного составов шихты (задание 2), рассчитать ситовый и фракционный состав машинного класса 0,5-13 мм, и построить кривые обогатимости λ, β, θ, ρ и определить категорию обогатимости согласно ГОСТ 10100-84.*

*Задание 4. По кривым обогатимости составить теоретический баланс продуктов обогащения класса 0,5-13 мм для планируемых зольностей концентрата $A^d$ = 6,5 % и отходов $A^d$ = 75 % и определить плотности разделения.*

*Задание 5. Начертить схемы конструкций и описать принцип действия беспоршневой отсадочной машины, например, типа ОМ-18.*

*Задание 6. По результатам фракционного состава исходного питания и отходов (задается преподавателем на установочной лекции) построить кривую разделения Тромпа, определить плотность разделения ρ, среднее вероятное отклонение $E_p$ и погрешность разделения I. Выход отходов, $\gamma_o$ = 32,4 %.*

**Критерии оценивания контрольных работ:**

-90 -100 баллов студент получает при правильном решении 6 задач;

-75- 89 баллов студент получает при правильном решении 5 задач;

-65 -74 балла студент получает при правильном решении 4 задач;

0-64 балла студент получает при неправильном решении 3 и более задач или при отсутствии правильных решений.

| Количество баллов | 0-64 | 65- 100 |
|---|---|---|
| Шкала оценивания | Не зачтено | Зачтено |

**2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации**

***Формой промежуточной аттестации*** является экзамен/зачет, в процессе которого определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций.

Инструментом измерения сформированности компетенций являются:

- зачтенные отчеты обучающихся по лабораторным и(или) практическим работам;
- положительно оцененные результаты тестирования;
- положительно оцененный курсовой проект;
- ответы обучающихся на вопросы во время опроса.

На экзамене обучающийся отвечает на билет, в котором содержится 3 вопроса. Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов защиты лабораторных работ.

**Критерии оценивания:**

- 90 - 100 баллов при правильном и полном ответе на 3 вопроса;
- 75 - 89 баллов при правильном и полном ответе на 2 вопроса и неполном ответе на 1 вопрос;
- 65 - 74 балла при правильном и неполном ответе на 2 вопроса и отсутствии ответа на 1 вопрос;
- 0 - 64 балла при отсутствии правильного ответа на 2 вопроса.

| Количество баллов | 0 - 64 | 65 - 74 | 75 - 89 | 90 - 100 |
|---|---|---|---|---|
| Щкала оценивания | НЕУДОВЛ | УДОВЛ | ХОР | ОТЛИЧ |

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

1. Метод Лященко для определения коэффициента равнопадаемости.
2. Схема конструкции осадительной центрифуги.
3. Принцип обогащения в крутонаклонных сепараторах.
4. График зависимости $y = f(Re)$. Вывод обобщенной формулы конечной скорости падения.
5. Схемы установки гидроциклонов.
6. Расчет отсадки с помощью параметра $I$.
7. Время достижения шаром малых размеров конечной скорости падения.
8. Коэффициент равнопадаемости по Стоксу.
9. Батарейные гидроциклоны.
10. Область применения формул сопротивления среды Стокса, Аллена и Риттингера. Параметр Рейнольдса. Вывод формулы скорости падения шара (по Аллену).
11. Конструкции спиральных классификаторов.
12. Методика расчета операции тяжелосредного обогащения.
13. Распределение частиц одинаковых плотностей и разных диаметров в восходящем потоке.
14. Конструкции шламового и пескового конусных классификаторов.
15. Обогащение в желобах.
16. Диаграмма Чечотта для гидравлической отсадки. Шкала классификации.
17. Методы определения обогатимости.
18. Суспензионный гидроциклон.
19. Распределение частиц одинакового размера и разных плотностей в восходяшем потоке.
20. Факторы регулировки отсадочных машин.
21. Схема конструкции центробежного сепаратора для обогащения редкоземельных руд.
22. Стесненное падение частиц в среде. Формулы скоростей стесненного падения по Ричардсу, Монроэ, Финкею и Лященко.
23. Тяжелые жидкости, используемые для обогащения. Условия, которым они должны удовлетворять.
24. Схемы обогащения угля в суспензиях.
25. Уравнение Подкосова, характеризующее кинетику разделения зерен при классификации.
26. Принципы обогащения в тяжелых средах.
27. Принципы обогащения в тяжелых средах.
28. Схемы конструкций ЭБМ, намагничивающего и размагничивающего аппаратов.
29. Формула скорости шара в среде (по Риттингеру).
30. Эффективность гидравлической классификации по Ханкоку-Люйкену.
31. Тяжелосредный сепаратор с вертикальным элеваторным колесом.
32. Гипотезы отсадки (скоростная, суспензионная, энергетическая и вероятностно-статистическая).
33. Устойчивость суспензии. Методы оценки устойчивости.
34. Разгрузочные устройства отсадочных машин с горизонтальной щелью.
35. Классификация отсадочных машин. Принцип действия беспоршневых отсадочных машин.
36. Методы определения гранулометрического состава.
37. Критическая скорость восходящего потока.

38. Вывод формулы извлечения полезного компонента в продукт обогащения.
39. Схема ротационного вискозиметра.
40. Оформление результатов фракционного анализа.
41. Вывод формулы выхода продукта обогащения.
42. Последовательность проведения фракционного анализа.
43. Обогащение на винтовых сепараторах.
44. Построение кривой зольностей элементарных фракций.
45. Вискозиметр для определения абсолютной вязкости, работающий под давлением.
46. Метод взаимных засорений для определения эффективности работы гравитационных аппаратов.
47. Построение кривых всплывших и потонувших фракций.
48. Схема устройства капиллярного вискозиметра.
49. Метод суммарных засорений для определения эффективности работы гравитационных аппаратов.
50. Коэффициент равнопадаемости по Аллену.
51. Реологические свойства суспензий. Вязкопластичные и псевдопластичные среды.
52. Метод извлечения “своих” фракций определения эффективности разделения в гравитационных аппаратах.
53. Определение конечной скорости падения шара по Риттингеру.
54. Принцип работы клапанного пульсатора и электропневматического клапана.
55. Схема конструкции турбоциклона.
56. Построение кривой разделения Тромпа. Параметры кривой.
57. Схема устройства и принцип действия гидроциклона. Факторы регулировки.
58. Обогащение на концентрационных столах.
59. Циклы отсадки (симметричный, Майера, Бэрда и Томаса).
60. Протирка и промывка.
61. Конструкция турбоциклона.
62. Схемы регенерации суспензии.
63. Винтовые сепараторы. Область применения и факторы регулировки.
64. Схемы беспоршневых отсадочных машин.
65. Разгрузочные устройства отсадочных машин с вертикальной щелью.
66. Типы гидравлических классификаторов.
67. Обогащение в восходящем потоке воды. Сепараторы типа КНС.
68. Схема взвешивания частиц в восходящем потоке. Коэффициент разрыхления.
69. Принцип действия чашевого классификатора.
70. Сущность отсадки. Оперативные факторы регулировки.
71. Коэффициент равнопадаемости по Риттингеру.
72. Трехпродуктовый гидроциклонный сепаратор.
73. Обогащение в криволинейных потоках. Конструкция горизонтального шнекового сепаратора.

**Тестирование:**

При проведении  контроля обучающимся необходимо ответить на вопросы тестирования по каждому разделу / теме/… Тестирование может быть организовано с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ.

**Примеры тестов:**

1. Какие факторы, оказывают влияние на работу отсадочных машин?

а) температура окружающей среды;

б) высота постели, амплитуда пульсации;

в) притяжение молекул;

г) плотность суспензии;

д) расход реагентов.

2. Тяжелая фракция в процессе отсадки разгружается

а) а верхнюю часть дробилки;

б) в среднюю часть дробилки;

в) на сито;

г) через отверстие в решете и щель

д) на грохот через сито сброса.

**Критерии оценивания:**

- 85– 100 баллов – при ответе на <84% вопросов
- 64 – 84 баллов – при ответе на >64 и <85% вопросов
- 50 – 64 баллов – при ответе на >49 и <65% вопросов
- 0 – 49 баллов – при ответе на <45% вопросов

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Количество баллов | 0 – 49 | 50-64 | 65-84 | 85-100 |
| Шкала оценивания | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |

**2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

1. Текущий контроль успеваемости обучающихся, осуществляется в следующем порядке: в конце завершения освоения соответствующей темы обучающиеся, по распоряжению педагогического работника, убирают все личные вещи, электронные средства связи и печатные источники информации.

Для подготовки ответов на вопросы, обучающиеся используют чистый лист бумаги любого размера и ручку. На листе бумаги обучающиеся указывают свои фамилию, имя, отчество (при наличии), номер учебной группы и дату проведения текущего контроля успеваемости.

Научно-педагогический работник устно задает два вопроса, которые обучающийся может записать на подготовленный для ответа лист бумаги.

В течение установленного научно-педагогическим работником времени обучающиеся письменно формулируют ответы на заданные вопросы. По истечении указанного времени листы бумаги с подготовленными ответами обучающиеся передают научно-педагогическому работнику для последующего оценивания результатов текущего контроля успеваемости.

При подготовке ответов на вопросы обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации. В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования, обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации – оценка результатов текущего контроля соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по результатам выполнения лабораторных и (или) практических работ осуществляется в форме отчета, который предоставляется научно-педагогическому работнику на бумажном и (или) электронном носителе. Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся отчет для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и направить отчет научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся.

2. Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине обучающиеся должны:

1. получить положительные результаты по всем предусмотренным рабочей программой формам текущего контроля успеваемости;
2. получить положительные результаты аттестационного испытания.

Для успешного прохождения аттестационного испытания обучающийся в течение времени, установленного научно-педагогическим работником, осуществляет подготовку ответов на два вопроса, выбранных в случайном порядке.

Для подготовки ответов используется чистый лист бумаги и ручка.

На листе бумаги обучающиеся указывают свои фамилию, имя, отчество (при наличии), номер учебной группы и дату проведения аттестационного испытания.

При подготовке ответов на вопросы обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации.

По истечении указанного времени, листы с подготовленными ответам на вопросы обучающиеся передают научно-педагогическому работнику для последующего оценивания результатов промежуточной аттестации.

В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования, обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации – оценка результатов

промежуточной аттестации соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения аттестационного испытания.

Результаты промежуточной аттестации обучающихся размещаются в ЭИОС КузГТУ.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут быть организованы с использованием ЭИОС КузГТУ, порядок и формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся при этом не меняется.